VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

ĐOÀN TNCS HỒ CHÍ MINH BỘ XÂY DỰNG

TUYỂN TẬP BÁO CÁO
HỘI NGHỊ KHOA HỌC CÁN BỘ TRẺ
LẦN THỨ XVI

PHẦN 1.
BÊ TÔNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG - CÁC LĨNH VỰC XÂY DỰNG KHÁC

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TRO BAY CHẾ TẠO BÊ TÔNG KHỐI LỚN CÓ CƯỜNG ĐỘ CAO

RESEARCH ON USE TO FLY ASH TO MAKE HIGH - STRENGTH MASS CONCRETE

ThS. Đoàn Anh Thái
Viện Khoa học công nghệ xây dựng

TÓM TẮT: Hiện nay nhu cầu sử dụng bê tông khối lớn cường độ cao trong xây dựng công trình dân dụng như kết cấu trụ cầu, móng, đài móng, cột nhà cao tầng ngày càng tăng. Bê tông khối lớn cường độ cao không những phải đáp ứng các yêu cầu về bê tông khối lớn (đảm bảo các yêu cầu về nhiệt độ) đồng thời phải có cường độ cao, thông thường từ 40÷60 MPa. Để giảm nhiệt phát sinh trong bê tông, các biện pháp thường áp dụng như: sử dụng hỗn hợp bê tông có nhiệt độ ban đầu thấp, làm nguội bê tông đã rắn chắc bằng hệ thống ống làm mát, sử dụng hệ thống bảo ôn cách nhiệt bề mặt bê tông. Biện pháp sử dụng tro bay với hàm lượng lớn để chế tạo bê tông khối lớn cường độ cao được nghiên cứu áp dụng chưa nhiều. Trong khi đó ở nước ta hàng năm thải ra lượng tro bay rất lớn, có thể đáp ứng yêu cầu làm phụ gia khoáng cho bê tông. Vì vậy cần có thêm những nghiên cứu để sử dụng hiệu quả tro bay với hàm lượng lớn trong bê tông khối lớn cường độ cao sử dụng trong xây dựng công trình dân dụng.

TỪ KHÓA: Bê tông khối lớn, tro bay.

***ABSTRACT**: Currently, the demand for using high-strength mass concrete in civil construction such as bridge piers, foundations, foundations, and columns of high-rise buildings is increasing. High-strength mass concrete not only meet the requirements of mass concrete (ensure temperature requirements) but also have high strength, usually from 40÷60 MPa. In order to reduce the heat generated in concrete, methods are often applied such as: using a low initial temperature concrete mix, cooling the hard concrete with a cooling pipe system, using an insulation system concrete surface insulation. The method of using fly ash with a large content to make high-strength mass concrete has not been studied and applied much. Meanwhile, in our country every year, a huge amount of fly ash is emitted, which can meet the requirements of being a mineral admixture for concrete. Therefore, more studies are needed to effectively use fly ash with high content in high-strength bulk concrete used in civil construction.*

***KEYWORDS:** Mass concret, fly ash*.

1. MỞ ĐẦU

Bê tông là vật liệu xây dựng chủ yếu được sử dụng trong các công trình xây dựng, trong đó bê tông khối lớn là một trong những loại bê tông được khá phổ biến. Theo TCXDVN 305:2004, kết cấu bê tông hoặc bê tông cốt thép được coi là khối lớn khi có kích thước đủ để gây ra ứng suất kéo, phát sinh do hiệu ứng nhiệt thuỷ hoá của xi măng, vượt quá giới hạn kéo của bê tông, làm nứt bê tông, và do đó cần phải có biện pháp để phòng ngừa vết nứt. Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam kết cấu có cạnh nhỏ nhất (a) và chiều cao (h) lớn hơn 2m như: trụ cầu, móng, đài móng, cột nhà cao tầng có thể được xem là khối lớn. Loại bê tông này vừa phải đáp ứng yêu cầu cường độ cao đồng thời phải đảm bảo yêu cầu liên quan đến nhiệt thuỷ hoá của xi măng. Trong phạm vi nghiên cứu, bài báo thực hiện biện pháp giảm nhiệt phát sinh trong bê tông bằng việc lựa chọn thành phần cấp phối bê tông phù hợp, sử dụng hàm lượng tro bay lớn thay thế một

phần xi măng. Thông qua các kết quả thí nghiệm, bài báo sẽ làm rõ thêm ảnh hưởng của tro bay tới tính chất nhiệt, tính công tác và cường độ của bê tông khối lớn, đồng thời góp phần sử dụng hiệu quả tro bay trong chế tạo bê tông khối lớn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Trong nghiên cứu có sử dụng các loại vật liệu sau: Xi măng Bút Sơn PC40 đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 2682:2020 có độ bền nén R_3 = 32,4 N/mm^2, R_{28} = 52,5 N/mm^2. Cốt liệu nhỏ là cát vàng sông Lô phù hợp với TCVN 7570:2006, có khối lượng riêng 2,66 g/cm^3; mô đun độ lớn 2,8. Cốt liệu lớn là đá dăm Hà Nam phù hợp với TCVN 7570:2006 có D_{max}20mm, khối lượng riêng 2,7 g/cm^3. Tro bay sử dụng trong nghiên cứu là tro bay tuyển của Nhà máy nhiệt điện Phả Lại loại F, chỉ số hoạt tính 28 ngày 93,2%, khối lượng riêng 2,41 g/cm^3. Phụ gia hóa học sử dụng là loại phụ gia siêu dẻo của Basf - MasterEase 3054 phù hợp với yêu cầu của TCVN 8826:2011.

Thành phần cấp phối thí nghiệm được lựa chọn trên cơ sở tham khảo các phương pháp thiết kế cấp phối bê tông cường độ cao phổ biến và dựa vào các thí nghiệm sơ bộ sử dụng các vật liệu của đề tài và được tập hợp tại Bảng 1 với tỷ lệ hàm lượng tro bay sử dụng trong nghiên cứu là: 30, 40, 50, 60, 65, 70% (theo khối lượng).

Bảng 1. Thành phần cấp phối sử dụng trong nghiên cứu

TT	Cấp phối	Tỷ lệ N/CKD	Tỷ lệ tro bay, %CKD	Thành phần cấp phối, kg/m^3					
				Xi măng	Tro bay	Cát	Đá	Nước	Phụ gia
1	CP1	0,275	0	590	0	817	851	162	5,9
2	CP2	0,275	30	413	177	796	828	162	5,9
3	CP3	0,275	40	354	236	789	821	162	5,9
4	CP4	0,275	50	295	295	782	814	162	5,9
5	CP5	0,275	60	236	354	775	806	162	5,9
6	CP6	0,275	65	206	384	771	803	162	5,9
7	CP7	0,275	70	177	413	768	799	162	5,9

Phương pháp nghiên cứu bài báo sử dụng là các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam và nước ngoài tương đương. Một số phương pháp phi tiêu chuẩn bài báo thực hiện như:

Mẫu thí nghiệm bán đoạn nhiệt được tiến hành thử nghiệm dựa theo quy trình trong CRD38-73 trong điều kiện phòng thí nghiệm. Quy trình thí nghiệm như sau: Mẫu thử được trộn theo thành phần cấp phối bê tông đã tính toán trước đó và tiến hành trộn trên máy trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang. Các cấp phối bê tông đều có tỷ lệ N/CKD thấp (N/CKD = 0,275) bởi vậy trộn trên máy trộn cưỡng bức nhằm đảm bảo hỗn hợp bê tông đồng đều và đúng với thực tế tại các trạm trộn bê tông hiện nay. Sau khi trộn xong, bắt đầu thử nghiệm tính công tác của hỗn hợp bê tông,

đo độ sụt (độ xòe) của hỗn hợp bê tông. Tiếp đó tiến hành đúc mẫu bê tông trong thùng xốp kích thước 40×40×30 cm, gắn sensor cảm biến nhiệt độ vào trong khối đổ được bọc cách nhiệt cẩn thận. Sau đó tiến hành đo nhiệt độ bằng bộ ghi dữ liệu tự động KYOWA do Hàn Quốc sản xuất trong điều kiện đặt tại phòng thí nghiệm nhiệt độ 27 ± 2°C. Mẫu đo nhiệt được bắt đầu theo dõi gia tăng nhiệt độ ngay tại thời điểm đầu sau khi trộn, thời gian theo dõi 1h/lần. Quá trình theo dõi khi nhiệt độ ngừng tăng trong 4h liên tiếp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ NHẬN XÉT

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

Để đánh giá sự ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến tính công tác hỗn hợp bê tông, bài báo khảo sát tính công tác của hỗn hợp bê tông khi hàm lượng phụ gia khoáng thay đổi từ 0 ÷ 70% và sử dụng cùng một mức phụ gia siêu dẻo là 1,0% khối lượng CKD. Kết quả khảo sát ở bảng 2:

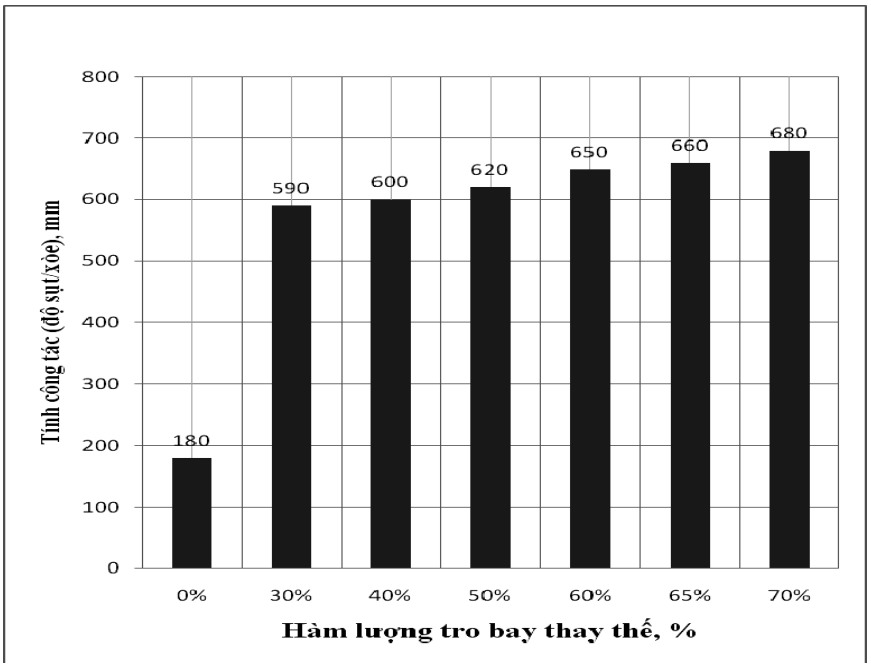
Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ tro bay thay thế xi măng, %	Tính công tác (độ sụt/xòe), mm	Độ tách nước %
1	CP1	0	180	0
2	CP2	30	590	0
3	CP3	40	600	0
4	CP4	50	620	0
5	CP5	60	650	0
6	CP6	65	660	0
7	CP7	70	680	0,3

a) CP1

b) CP3

Hình 1. Hình ảnh tính công tác của hỗn hợp bê tông



Hình 2. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

Nhận xét:

- Khi tăng hàm lượng tro bay thay thế thì tính công tác của hỗn hợp bê tông thay đổi theo hướng tăng dần.

- Mẫu đối chứng không sử dụng tro bay có độ sụt 180 mm, khi dùng tro bay thay thế 30% xi măng, hỗn hợp bê tông đã đạt độ xòe 590 mm và độ xòe tiếp tục tăng khi tăng tỷ lệ tro bay thay thế xi măng lên 40%, 50%, 60%, và 70%. Điều này có thể là do các hạt tro bay có kích thước hình cầu nên có hiệu ứng ổ bi làm các hạt rắn dễ dàng di chuyển khi có mặt của nước và phụ gia siêu dẻo nên làm giảm lượng cần nước. Mặt khác do tro bay có khối lượng riêng nhỏ hơn xi măng nên thể tích hồ chất kết dính trong bê tông có tro bay tăng lên, làm tăng tính công tác của hỗn hợp bê tông. Vì vậy khi sử dụng cùng một tỷ lệ N/CKD khi tăng hàm lượng tro bay tính công tác của hỗn hợp bê tông đã lên tăng.

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay đến cường độ của bê tông

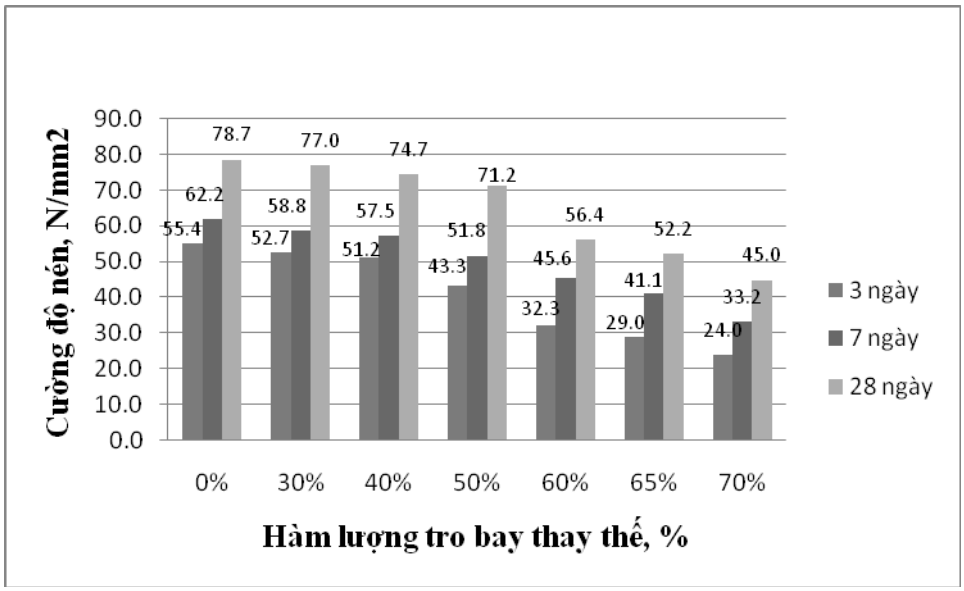
Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay đến cường độ của bê tông được thực hiện trên các cấp phối tại bảng 1. Kết quả thí nghiệm ảnh của tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay đến cường độ bê tông được tổng hợp tại bảng 3.

Bảng 3. Kết quả cường độ nén của bê tông tại tuổi 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ tro bay thay thế xi măng, %	Cường độ nén, N/mm^2		
			3 ngày	7 ngày	28 ngày
1	CP1	0	55,4	62,2	78,7
2	CP2	30	52,7	58,8	77,0
3	CP3	40	51,2	57,5	74,7

Bảng 3. Kết quả cường độ nén của bê tông tại tuổi 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày *(tiếp theo)*

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ tro bay thay thế xi măng, %	Cường độ nén, N/mm^2		
			3 ngày	7 ngày	28 ngày
4	CP4	50	43,3	51,8	71,2
5	CP5	60	32,3	45,6	56,4
6	CP6	65	29,0	41,1	52,2
7	CP7	70	24,0	33,2	45,0



Hình 3. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến cường độ nén bê tông

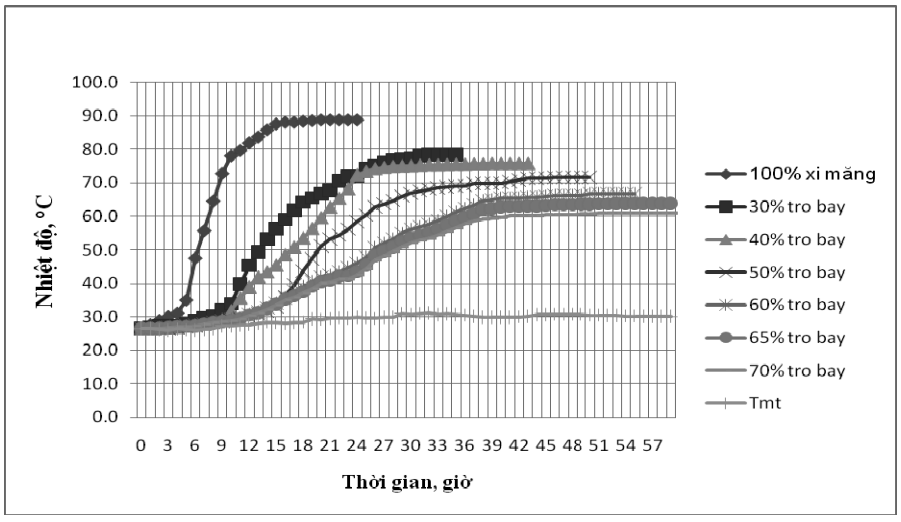
Ở tuổi sớm ngày (3 ngày, 7 ngày), khi sử dụng tro bay bê tông phát triển cường độ chậm so với mẫu đối chứng. Khi tăng tỷ lệ thay thế tro bay trong chất kết dính, cường độ chịu nén của bê tông có tro bay so với bê tông đối chứng có xu hướng giảm, và mức độ giảm cường độ tỷ lệ thuận với hàm lượng tro bay sử dụng. Nguyên nhân có thể là do khi tro bay thay thế càng nhiều thì lượng xi măng càng ít. Trong cùng điều kiện như nhau, cường độ bê tông phụ thuộc chủ yếu vào lượng khoáng C-S-H tạo thành do sự thuỷ hoá của chất kết dính. Trong thời gian đầu của quá trình rắn chắc, tốc độ thuỷ hoá của xi măng lớn hơn tốc độ phản ứng Puzơlanic nên lượng C-S-H hình thành chủ yếu là do xi măng thuỷ hoá tạo thành. Vì vậy, trong thời gian đầu lượng khoáng tạo cường độ C-S-H trong bê tông tro bay sẽ ít hơn làm cường độ của nó thấp hơn cường độ bê tông đối chứng. Ở tuổi 28 ngày, các cấp phối sử dụng 30%, 40% và 50% tro bay có cường độ xấp xỉ mẫu đối chứng. Điều này có thể giải thích là do phản ứng Puzơlanic bắt đầu có hiệu quả. Với tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay là 60% và 65% thì cường độ bê tông ở tất cả các tuổi đều thấp hơn đáng kể so với mẫu đối chứng ở tuổi tương ứng, tuy nhiên cường độ vẫn khá cao, đều trên 50 MPa tại 28 ngày tuổi. Khi tăng tỷ lệ thay thế tro bay lên 70% có sự suy giảm cường độ rõ rệt ở cả tuổi 3, 7, 28 ngày. Tới 28 ngày tuổi cường độ chỉ đạt 45 Mpa.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bay đến sự gia tăng nhiệt của bê tông trong điều kiện bán đoạn nhiệt

Bảng 4. Kết quả sự tăng nhiệt của bê tông trong điều kiện bán đoạn nhiệt

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ tro bay thay thế xi măng, %	Nhiệt độ ban đầu °C	Nhiệt độ cao nhất °C	Nhiệt độ tăng °C	Thời gian đạt T_{max} h
1	CP1	0	26,5	88,7	62,2	21
2	CP2	30	26,5	78,4	51,9	32
3	CP3	40	26,5	75,9	49,4	39
4	CP4	50	26,5	71,7	45,2	46
5	CP5	60	26,5	66,8	40,3	51
6	CP6	65	26,5	64,0	37,5	55
7	CP7	70	26,5	60,9	34,4	56

Hình 4. Hình ảnh đúc mẫu thí nghiệm đo nhiệt trong phòng thí nghiệm



Hình 5. Đồ thị tăng nhiệt độ của bê tông trong điều kiện phòng thí nghiệm

Nhiệt độ lớn nhất T_{max} của các cấp phối giảm dần khi tăng hàm lượng sử dụng tro bay từ 0÷70%. Trong điều kiện phòng thí nghiệm với nhiệt độ của hỗn hợp bê tông được duy trì không đổi trong suốt quá trình rắn chắc là khoảng 26,5^{o}C, mẫu đối chứng sử dụng 100% xi măng có nhiệt độ T_{max} lớn nhất với T_{max} = 88,7 °C sau 21 giờ. Mẫu sử dụng 30% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 78,4 °C sau 32 giờ. Mẫu sử dụng 40% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 75,9 °C sau 39 giờ. Mẫu sử dụng 50% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 71,7 °C sau 46 giờ. Mẫu sử dụng 60% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 66,8 °C sau 51 giờ. Mẫu sử dụng 65% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 64,0 °C sau 55 giờ. Mẫu sử dụng 70% tro bay có nhiệt độ T_{max} = 60,9 °C sau 56 giờ. Nhiệt độ bê tông giảm xuống đáng kể từ 88,7 °C khi sử dụng 100% xi măng xuống còn 60,9 °C khi thay thế 70% xi măng bằng tro bay. Các kết quả nghiên cứu trên cũng cho thấy rằng, nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông tăng chậm lại khi hàm lượng xi măng được thay thế bằng tro bay tăng lên, cụ thể là khi sử dụng 100% xi măng thì T_{max} của bê tông đạt được sau 21 giờ, trong khi đó T_{max} trọng tâm của bê tông đạt được sau 56 giờ khi sử dụng 70% tro bay thay thế xi măng. Chênh lệch nhiệt độ lớn nhất ΔT so với nhiệt độ ban đầu của các mẫu thí nghiệm ở các tỷ lệ tro bay thay thế cho xi măng: 0, 30, 40, 50,60, 65 và 70 % lần lượt là: 62,2 °C; 51,9 °C; 49,4°C; 45,2 °C; 40,3 °C; 37,5 °C và 34,4 °C. Như vậy giá trị ΔT đã giảm đáng kể khi tăng lượng dùng tro bay thay thế. Có được các kết quả trên có thể là do giảm được lượng dùng xi măng nên nhiệt tỏa ra trong quá trình hydrat hóa của xi măng giảm, khi sử dụng tro bay thay thế một phần khối lượng xi măng phản ứng puzolanic xảy ra chậm, nhiệt độ trong bê tông tăng từ từ trong một thời gian dài. Điều này sẽ hạn chế ứng suất nhiệt trong khối bê tông. Kết hợp nghiên cứu về cường độ và đặc tính nhiệt của các cấp phối có thể rút ra nhận xét: Cấp phối CP5 và CP6 với lượng xi măng lần lượt là 236 và 206 kg sẽ đạt được được yêu cầu cả về cường độ ≥ 50 MPa, nhiệt độ ≤ 70 °C. Cấp phối CP7 với lượng xi măng 177 kg có cường thấp hơn đáng kể so với CP6, chỉ đạt 45 MPa và có hiện tượng tách nước trên bề mặt.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua các nghiên cứu đã thực hiện, bài báo rút ra một số kết luận như sau:

1. Với cùng một tỷ lệ N/CKD, lượng dùng chất kết dính, lượng dùng phụ gia siêu dẻo, và tỷ lệ C/(C+Đ) như nhau khi sử dụng tro bay thay thế xi măng với hàm lượng từ 0÷70% sẽ làm tăng tính công tác của hỗn hợp bê tông từ độ sụt 180 mm lên độ xòe 680 mm.
2. Tại tuổi 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày khi thay thế xi măng bằng tro bay với hàm lượng từ 30÷70% cường độ bê tông giảm tỷ lệ thuận so với mẫu đối chứng. Mức độ giảm cường độ đạt tới 42,8% ở hàm lượng tro bay 70%. Tuy nhiên, với hàm lượng tro bay 65% cường độ vẫn đạt 52,2 MPa ở tuổi 28 ngày.
3. Khi tro bay thay thế xi măng với hàm lượng 30÷70% làm giảm nhiệt thủy hóa trong bê tông từ 10,3÷27,8°C so với mẫu đối chứng đồng thời kéo dài thời gian đạt nhiệt độ tối đa trong bê tông từ 21 giờ lên 32÷55 giờ.
4. Với các vật liệu sử dụng trong nghiên cứu, để chế tạo bê tông khối lớn cường độ cao có độ xòe khoảng 600 mm, cường độ nén ở tuổi 28 ngày > 50MPa, nhiệt độ < 70°C có thể

áp dụng trong xây dựng công trình dân dụng thì có thể sử dụng hàm lượng tro bay thay thế xi măng từ 60÷65%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCXDVN 305:2004, *Bê tông khối lớn - Quy phạm thi công và nghiệm thu*

[2] *Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại (QĐ778/1998QĐ-BXD)*

[3] Vũ Hải Nam, *Nghiên cứu sử dụng tro tuyển phả lại hàm lượng cao trong bê tông khối lớn thông thường dùng cho đập trọng lực,* Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Hà Nội, 2012

[4] ACI 207.1R-05, *Guide to Mass Concrete*

[5] Malhotra,V.M., and P.K. Mehta, *High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete, 2nd ed., Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development*, Ottawa, Canada, 2005

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG TỎA NHIỆT THẤP CHO KẾT CẤU DẦM CHUYỂN

RESEARCH ON PRODUCTION OF LOW TEMPERATURE CONCRETE FOR TRANSFER BEAM STRUCTURE

KS. Đỗ Ngọc Khoa
Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Email: ngockhoa2410@gmail.com

TÓM TẮT: Dầm chuyển bê tông cốt thép là loại dầm có độ cứng cao và tiết diện hình học tương đối lớn, có tác dụng thay đổi trạng thái làm việc của hệ kết cấu từ hệ dầm cột chịu lực sang hệ dầm vách chịu lực hoặc hệ dầm cột nhưng với số lượng cột phía trên dầm nhiều hơn số lượng cột phía dưới dầm. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo thành phần bê tông trên cơ sở cốt liệu (cát, đá), xi măng, tro bay, xỉ lò cao và phụ gia siêu dẻo với tỷ lệ hợp lý tạo ra thành phần bê tông đảm bảo tính công tác và tỏa nhiệt thấp. Trong đó, xi măng được chọn từ loại có nhiệt thủy hóa thấp, hỗn hợp chất kết dính xi măng, xỉ lò cao, tro bay và phụ gia siêu dẻo phối hợp theo tỷ lệ hợp lý đảm bảo tính công tác và dễ thi công. Kết quả nghiên cứu đã tạo ra cấp phối bê tông dễ thi công và nhiệt thấp, bê tông dầm chuyển sau thi công đảm bảo yêu cầu thiết kế.

TỪ KHÓA: Dầm chuyển, bê tông nhiệt thấp.

ABSTRACTS: *Reinforced concrete transfer beam in a type of beam with high rigidity and relatively large geometrical cross-section, which has effect of changing the working state of the structural system from the bearing column beam system to the load-bearing wall beam or beam system but with more columns above than the number of colums below the beam. This paper presents the result of research on manuafacturing concrete components on the basic of aggregates (sand, stone), cement, fly ash, blast-furnace slag and admixture with reasonable proportions to concrete composition ensure work ability and low heat. In particular, cement is selected from low heat of hydration, a mix of cement blinder, fly ash, blast-furnace slag and admixture with reasonable proportions to concrete composition ensure work ability and easy of contruction. The result have created a concrete mix that is easy to contruction and low heat, transfer beam concrete after construction to ensure design requirement. High-strength concrete*

KEYWORDS: *Transfer beams, low heat concrete.*

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, xu thế phát triển trong thiết kế kiến trúc của các nhà cao tầng là tạo ra các công trình có công năng sử dụng đa dạng. Các tầng dưới của tòa nhà thường được thiết kế để làm khu dịch vụ như trung tâm mua sắm, nhà hàng, khu vui chơi giải trí... Trong khi đó các tầng trên thường được thiết kế với mục đích sử dụng làm văn phòng hoặc khu ở, chỉ cần không gian vừa hoặc nhỏ. Chính việc phân chia không gian khác nhau ở các tầng trên và dưới tòa nhà đòi hỏi xuất hiện một khu vực chuyển tiếp nằm ở những tầng trung gian.

Khi công trình nhà cao tầng có sự thay đổi lớn về hệ lưới cột vách giữa các tầng trên và dưới của tầng chuyển, người ta sẽ sử dụng dầm chuyển. Dầm chuyển có thể bằng dầm bê tông cốt thép (BTCT) hoặc dầm BTCT ứng lực trước, thường có kích thước và trọng lượng lớn. Về mặt kết cấu thì khu vực tầng chuyển là vùng gián đoạn đối với kết cấu đứng, là nơi tập trung khối

lượng và độ cứng, vì vậy tính toán và cấu tạo cho khu vực này phức tạp hơn nhiều. Mặc dù vậy, vì lợi ích về công năng sử dụng và thẩm mỹ công trình nên dầm chuyển vẫn được sử dụng ngày càng nhiều ở trên thế giới và Việt Nam.

Bê tông sử dụng cho dầm chuyển là bê tông có cường độ cao, khoảng 50-60MPa, kết cấu dầm chuyển là kết cấu bê tông khối lớn nên việc đổ bê tông trong quá trình thi công kết cấu dầm chuyển sinh ra một lượng nhiệt vô cùng lớn bởi quá trình thủy hóa. Để hạn chế lượng nhiệt sinh ra, có thể lựa chọn loại xi măng ít tỏa nhiệt, sử dụng các loại phụ gia khoáng thay thế cho xi măng hoặc có thể giảm lượng xi măng trong bê tông bằng việc sử dụng một số phụ gia siêu dẻo.

Để thực hiện nghiên cứu bê tông tỏa nhiệt thấp cho kết cấu dầm chuyển ở dự án "Tòa nhà hỗn hợp thương mại dịch vụ và căn hộ chung cư Alacarte Hạ Long", Viện Chuyên ngành Bê tông đã nghiên cứu chế tạo cấp phối bê tông C45 (M600) độ xòe 600±100mm tỏa nhiệt thấp. Bằng việc sử dụng các cốt liệu (cát, đá), xi măng, tro bay, xỉ lò cao và phụ gia siêu dẻo với tỷ lệ hợp lý tạo ra thành phần bê tông đảm bảo tính công tác và tỏa nhiệt thấp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu sử dụng chế tạo bê tông

Xi măng sử dụng để nghiên cứu gồm 3 loại. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của xi măng được tổng hợp ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm các tính chất cơ lý của xi măng

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả			Phương pháp thử
			PC50(1)	PCB40	PC50(2)	
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	3,09	3,04	3,12	TCVN 4030:2003
2	Bề mặt riêng	cm^2/g	3.780	4.030	3.600	TCVN 4030:2003
3	Độ dẻo tiêu chuẩn	%	29,5	30,0	28,5	TCVN 6017:2015
4	Thời gian đông kết: - Bắt đầu - Kết thúc	Phút	 160 210	 110 165	 145 210	TCVN 6017:2015
5	Độ bền uốn: - 03 ngày - 28 ngày	N/mm^2	 7,3 10,7	 7,6 9,4	 7,5 9,4	TCVN 6016:2011
6	Độ bền nén: - 03 ngày - 28 ngày	N/mm^2	 34,9 60,3	 35,5 52,2	 33,5 54,2	TCVN 6016:2011

Cốt liệu nhỏ được sử dụng trong nghiên cứu là cát vàng đáp ứng theo yêu cầu kỹ thuật cốt liệu dùng cho bê tông và vữa TCVN 7570:2006.

Nghiên cứu sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm Dmax = 20mm đáp ứng theo yêu cầu kỹ thuật cốt liệu dùng cho bê tông và vữa TCVN 7570:2006.

Công nghệ chế tạo bê tông cường độ cao hiện nay có sử dụng hiệu quả của phụ gia khoáng hoạt tính để cải thiện các tính chất bê tông, tăng khả năng thủy hóa các khoáng của xi măng và tạo ra bê tông có chất lượng cao hơn. Kết quả thí nghiệm của tro bay được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm các tính chất cơ lý của tro bay

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,21	TCVN 4030:2003
2	Chỉ số hoạt tính 07 ngày 28 ngày	%	 79,6 95,8	TCVN 10302:2014

- Xỉ lò cao sử dụng để nghiên cứu là xỉ lò cao nghiền mịn đạt yêu cầu kỹ thuật của xỉ lò cao nghiền mịn mức S95 theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 11586:2016. Kết quả thí nghiệm của xỉ lò cao được tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm các tính chất cơ lý của xỉ lò cao

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,91	TCVN 4030:2003
2	Chỉ số hoạt tính 07 ngày 28 ngày	%	 81,7 106,2	TCVN 11586:2016

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quá trình xi măng thủy hóa sẽ giải phóng nhiệt và làm tăng nhiệt độ bê tông, xi măng tỏa nhiệt thấp sẽ giải phóng lượng nhiệt thấp trong quá trình thủy hóa. Để chọn loại xi măng nhiệt thấp sử dụng trong thiết kế cấp phối bê tông, phòng thí nghiệm sử dụng phương pháp thí nghiệm xác định nhiệt độ gia tăng của bê tông trong điều kiện đoạn nhiệt. Xi măng có nhiệt độ gia tăng thấp sẽ được ưu tiên sử dụng để chế tạo bê tông nhiệt thấp. Cùng với đó, việc sử dụng thêm các phụ gia khoáng như xỉ lò cao, tro bay với tỷ lệ hợp lý nhằm làm giảm lượng xi măng trong cấp phối sẽ giúp bê tông vừa đảm bảo cường độ, vừa đảm bảo tỏa nhiệt thấp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN CẤP PHỐI TỐI ƯU CHO DẦM CHUYỂN

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của xi măng đến sự gia tăng nhiệt độ của bê tông

Cấp phối bê tông sử dụng nghiên cứu xác định nhiệt độ gia tăng trong điều kiện đoạn nhiệt tại bảng 4.

Bảng 4. Thành phần cấp phối bê tông sử dụng thí nghiệm chọn loại xi măng

Số TT	Thành phần vật liệu, kg				
	Xi măng	Cát	Đá dăm	Nước	PG siêu dẻo
1	404	835	1012	177	4,4

Kết quả nghiên cứu nhiệt độ gia tăng của bê tông trong điều kiện đoạn nhiệt được tập hợp tại bảng 5.

Bảng 5. Bảng tổng hợp các thông số nhiệt nghiên cứu đoạn nhiệt

Số TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị thông số với bê tông sử dụng xi măng		
			PC50(1)	PCB40	PC50(2)
1	Nhiệt độ bê tông ban đầu	°C	23,4	26,4	26,5
2	Nhiệt độ bê tông gia tăng	°C	59,3	50,2	46,5
3	Nhiệt độ bê tông T_{max}	°C	82,7	76,6	73,0
4	Thời gian đạt T_{max}	giờ	71	40	52

Trong điều kiện đoạn nhiệt, bê tông sử dụng xi măng PC50(1) đạt nhiệt độ gia tăng cao nhất (59,3 °C), xi măng PCB40 thứ 2 (50,2 °C), xi măng PC50(2) nhiệt độ gia tăng thấp nhất (46,5 °C);

Xi măng PC50(2) được lựa chọn để thiết kế chế tạo bê tông tỏa nhiệt thấp.

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn đến một số tính chất của hỗn hợp bê tông

Lựa chọn tỷ lệ thay thế xi măng bằng xỉ lò cao nghiền mịn và tro bay cần đảm bảo các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông:

Hỗn hợp bê tông dễ trộn, dễ thi công;

Không gây tách nước hỗn hợp bê tông;

Cường độ bê tông tuổi sớm 3 ngày (>50% mác thiết kế);

Nhiệt tỏa ra trong quá trình thủy hóa thấp.

Căn cứ yêu cầu thiết kế bê tông mác M600, độ chảy xòe (600±100) mm, phòng thí nghiệm chọn lượng chất kết dính để thí nghiệm xác định tính chất của hỗn hợp bê tông 550kg. Thành phần vật liệu sử dụng nghiên cứu tại bảng 6.

Bảng 6. Thành phần vật liệu sử dụng nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ dùng PGK

STT	Thành phần vật liệu sử dụng nghiên cứu				
	Chất kết dính, kg	Cát, kg	Đá dăm, kg	Nước	Phụ gia siêu dẻo, lít
1	550	778	949	--(*)	4,95
(*) Được điều chỉnh đảm bảo đạt độ chảy xòe hỗn hợp bê tông trong quá trình thí nghiệm.					

Quá trình nghiên cứu thử nghiệm tìm tỷ lệ thay thế tối ưu của xỉ lò cao nghiền mịn và tro bay trong xi măng được tập hợp tại bảng 7.

Bảng 7. Thí nghiệm tỷ lệ thay thế phụ gia khoáng trong xi măng

Số TT	Tỷ lệ sử dụng XM : Xỉ : TB	Độ chảy xòe, mm	Tính chất hỗn hợp bê tông khi trộn thử	Cường độ chịu nén, MPa	
				3 ngày	7 ngày
1	50 : 0 : 50	540	Bê tông dễ trộn	36,2	51,4
2	60 : 0 : 40	570	Bê tông dễ trộn	41,2	57,3
3	70 : 0 : 30	550	Bê tông dễ trộn	44,1	62,3
4	50 : 50 : 0	610	Bê tông khó trộn, quánh và tách nước	--	--
5	60 : 40: 0	575	Bê tông khó trộn, quánh và tách nước	--	--
6	70 : 30 : 0	620	Bê tông khó trộn, quánh tách nước ít	--	--
7	75 : 25 : 0	600	Bê tông khó trộn, quánh	48,2	64,2
8	80 : 20 : 0	590	Bê tông khó trộn, quánh	51,2	67,8
9	50 : 20 : 30	620	Bê tông trộn được (khá nặng khi đảo mẫu)	43,1	60,2
10	50 : 15 : 35	610	Bê tông dễ trộn, dễ đảo mẫu	40,8	59,2
Chú thích: XM: Xi măng; Xỉ: Xỉ lò cao nghiền mịn; TB: Tro bay.					

Khi sử dụng phụ gia khoáng tro bay thay thế xi măng PC50(2), tỷ lệ thay thế tro bay trong xi măng càng cao thì tính chất của hỗn hợp bê tông càng dễ trộn và lấy mẫu, cường độ nén bê tông phát triển chậm ở tuổi 3, 7 ngày. Để đảm bảo cường độ bê tông và tính công tác, tỷ lệ tro bay không nên vượt quá 40%.

Khi sử dụng phụ gia khoáng xỉ lò cao nghiền mịn (S95) thay thế xi măng PC50(2), tỷ lệ thay thế xỉ lò cao nghiền mịn trong xi măng càng cao thì tính chất của hỗn hợp bê tông càng khó trộn, khó lấy mẫu (bê tông nặng) và tách nước nhiều, cường độ nén của bê tông ít bị suy giảm khi sử dụng cùng tỷ lệ thay thế của tro bay tại tuổi 3, 7 ngày. Tỷ lệ thay thế của xỉ lò cao nghiền mịn trong xi măng không nên vượt quá 25%.

Với các cấp phối đã trọng thử ở trên, lượng dùng xi măng trong cấp phối bê tông đã giảm tối đa được 50%. Với cấp phối số (9) và số (10) vừa đảm bảo lượng xi măng dùng ít, vừa đảm bảo cường độ cho kết cấu. Tuy nhiên nhìn lại ở 2 cấp phối này, lượng dùng xỉ ở cấp phối số (10) ít hơn nên sẽ đảm bảo tính kinh tế trong quá trình thi công hơn. Do vậy, phối hợp xỉ lò cao nghiền mịn và tro bay thay thế xi măng PC50(2) với tỷ lệ dùng Xi măng : Xỉ : Tro bay = 50 : 15 : 35 đảm bảo tính chất hỗn hợp bê tông M600, độ chảy (600 ± 100) mm.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của phương án chất kết dính lựa chọn tới độ sụt và cường độ bê tông

Trình tự tính toán thiết kế thành phần bê tông C45 (M600) độ chảy (600 ± 100) mm được thực hiện dựa theo hướng dẫn quy định trong Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại số 778/1998/QD-BXD. Các thành phần định hướng được tính toán và được tập hợp tại bảng 8.

Bảng 8. Bảng thành phần cấp phối bê tông định hướng

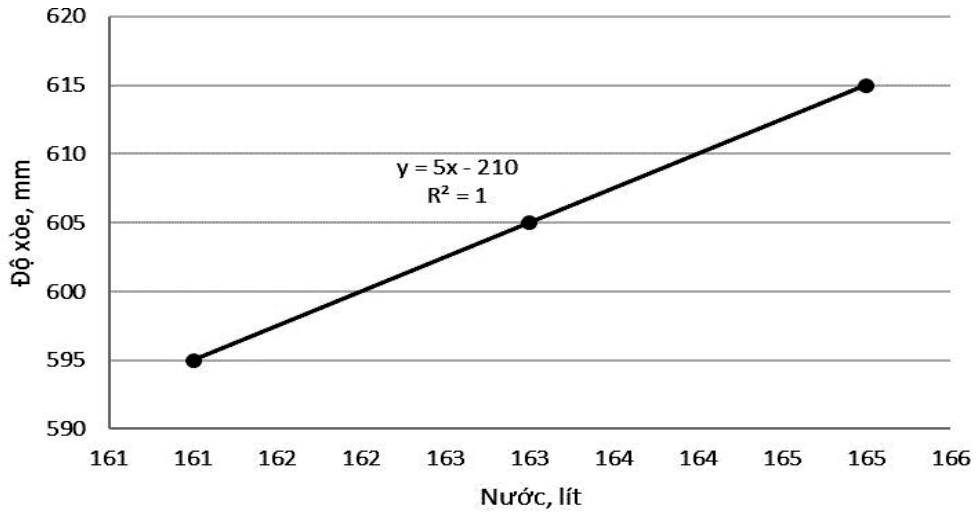
Số TT	Thành phần vật liệu						
	Xi măng (kg)	Xỉ (kg)	Tro bay (kg)	Cát (kg)	Đá dăm (kg)	Nước (lít)	PG siêu dẻo (kg)
1	274	83	193	758	945	170	4,95
2	236	71	165	851	951	163	4,25
3	315	95	221	951	941	177	5,68

Kết quả thí nghiệm các tính chất của thành phần bê tông định hướng được tập hợp tại bảng 9.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm thành phần bê tông định hướng

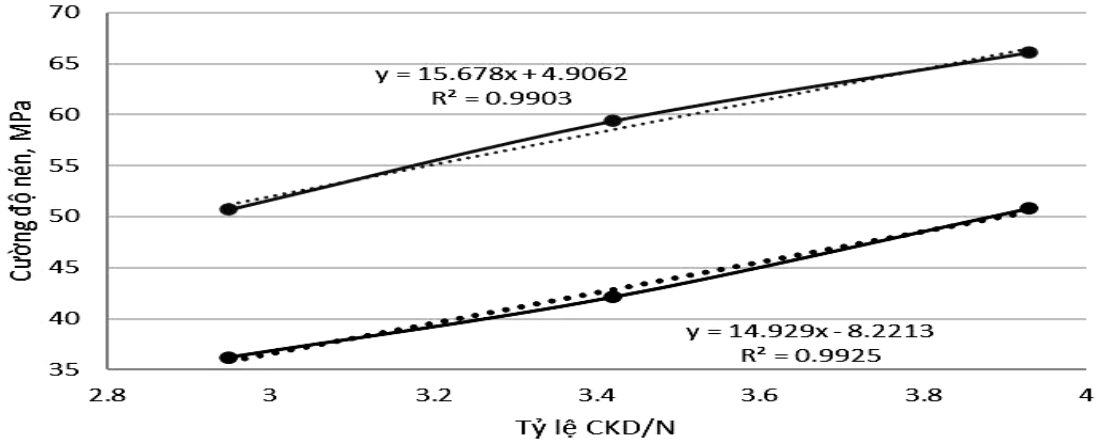
Số TT	Tổng chất kết dính (kg)	Tỷ lệ N/CKD	Khối lượng thể tích kg/m^3	Độ chảy xòe (mm)	Cường độ chịu nén (MPa)		
					3 ngày	7 ngày	28 ngày
1	558	0,292	2.450	605	42,1	59,4	67,2
2	473	0,339	2.440	595	36,2	50,7	58,6
3	649	0,254	2.460	610	50,8	66,1	75,4

Biểu đồ sự phụ thuộc độ xòe của hỗn hợp bê tông vào lượng nước sử dụng cho 1m^3 tại hình 1.



Hình 1. Quan hệ độ xòe và lượng nước sử dụng

Biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ N/CKD và cường độ nén 3 ngày, 7 ngày tại hình 2.



Hình 2. Quan hệ tỷ lệ CKD/N và cường độ nén của bê tông tại tuổi 3 và 7 ngày

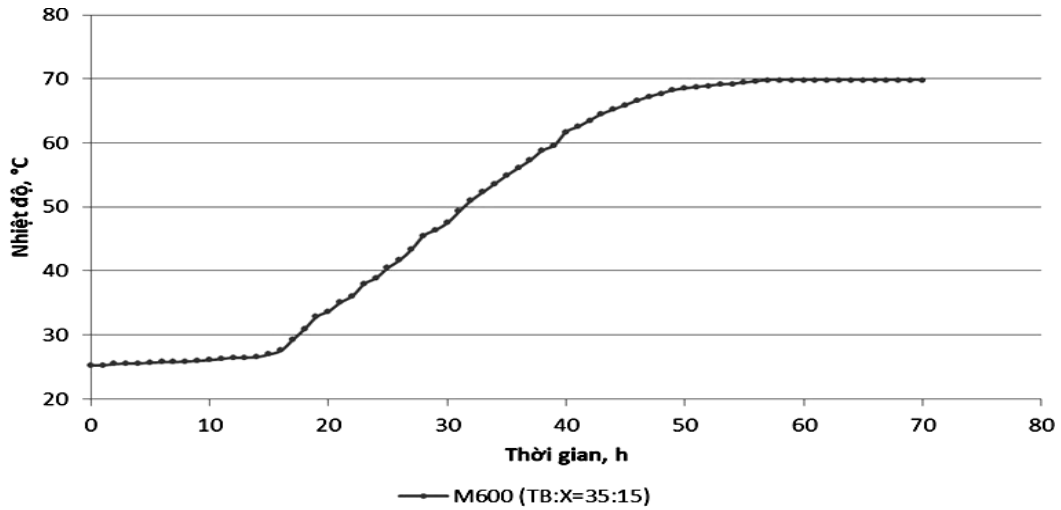
3.4. Kết quả thành phần cấp phối

Thành phần cấp phối sau khi tính toán tại bảng 10.

Bảng 10. Thành phần cấp phối bê tông C45 (M600), độ xòe (600 ±100) mm

Thành phần vật liệu cho 1m^3 bê tông							Độ chảy xòe	Cường độ nén		
Xi măng	Xỉ	Tro bay	Cát	Đá dăm	Nước	Phụ gia		3 ngày	7 ngày	28 ngày
kg	kg	kg	kg	kg	kg	lít	mm	MPa	MPa	MPa
279	84	196	780	946	158	5,03	605	42,9	58,6	66,8

Thành phần cấp phối bê tông C45 (M600), độ xòe (600 ±100) mm tại bảng 10 được kiểm tra qua mô hình đoạn nhiệt, biểu đồ gia tăng nhiệt độ được thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của bê tông M600 trong điều kiện đoạn nhiệt

Khi nhiệt độ hỗn hợp bê tông ban đầu 25,3 °C, nhiệt độ bê tông tối đa đạt 69,8 °C.

Cấp phối đã được sử dụng và thi công tại công trường Alacarte Hạ Long.

4. KẾT LUẬN

- Xi măng là thành phần quyết định và ảnh hưởng lớn nhất đến phát sinh nhiệt trong bê tông. Trong ba loại xi măng sử dụng nghiên cứu, xi măng PC50(2) có lượng nhiệt tỏa ra thấp nhất và phù hợp với mục tiêu nghiên cứu sử dụng trong cấp phối bê tông tỏa nhiệt thấp của đề tài.

- Đối với một loại xi măng nhất định hoặc chất kết dính, nhiệt độ tối đa của bê tông trong khối đổ phụ thuộc vào nhiệt độ hỗn hợp bê tông ban đầu.

- Xỉ lò cao ít làm giảm cường độ bê tông tuổi sớm.

- Trên cơ sở thí nghiệm, đã lựa chọn được tỷ lệ tối ưu Xi măng : Xỉ : Tro bay = 50 : 15 : 35 cho cấp phối bê tông nhiệt thấp thiết kế đảm bảo đạt cường độ nén theo thiết kế và gia tăng nhiệt thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 9357:2012. *Bê tông nặng - Phương pháp thử không phá hủy - Đánh giá chất lượng bê tông bằng vận tốc xung siêu âm.*

[2] TCVN 7572:2006 *Cốt liệu cho bê tông và vữa*

[3] TCVN 6260:2009 *Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật*

[4] TCVN 2682:2009 *Xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*

[5] TCVN 11586:2016 *Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa*

[6] TCVN 10302:2014 *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*

[7] TCVN 3105:1993 *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*

[8] Chỉ dẫn chọn thành phần bê tông các loại theo quyết định 778/1998/QĐ-BXD

[9] ASTM C231-17a *Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method*

[10] CRD C38-73 *Method of Test for Temperature Rise in*

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÁT NGHIỀN CHẾ TẠO BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN ĐẠT 120 MPA

RESEARCH ON USE MANUFACTURED SAND TO MAKE CONCRETE WITH A COMPRESSI STRENGTH OF 120 MPA

KS. Trần Quốc Hoàn
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: Hoan.ibst2016@gmail.com

TÓM TẮT: Bê tông cường độ cao thường sử dụng vật liệu có yêu cầu về chất lượng cao, công nghệ thi công phức tạp, chi phí sản xuất cao,... Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, việc khan hiếm cát tự nhiên đang là vấn đề được nhà nước cũng như ngành xây dựng quan tâm. Việc thay thế nguồn nguyên liệu tự nhiên bằng các vật liệu nhân tạo như cát nghiền đang được nhà nước quan tâm hỗ trợ, khuyến khích triển khai vào thực tế công trình. Kết quả nghiên cứu trong bài báo là có thể sử dụng cát nghiền chế tạo bê tông cường độ cao. Sử dụng 100% cát nghiền kết hợp với silicafume và tro bay chế tạo được bê tông có cường độ đạt 120MPa, độ chảy loang 600 mm.

TỪ KHÓA: Bê tông cường độ cao, cát nghiền.

ABSTRACTS: *High-Strength Concrete often uses materials with high quality requirements, complicated construction technology, high production costs,... However, in recent times, the scarcity of natural sand is a matter of concern to the state as well as the construction industry. The replacement of natural materials with artificial materials such as manufactured sand is being supported and encouraged by the state to be implemented in practice. The research results in the article are that it is possible to use manufactured sand to make high-strength concrete. Using 100% manufactured sand with silicafume and fly ash to make concrete with a strength of 120MPa, a flow of 600mm.*

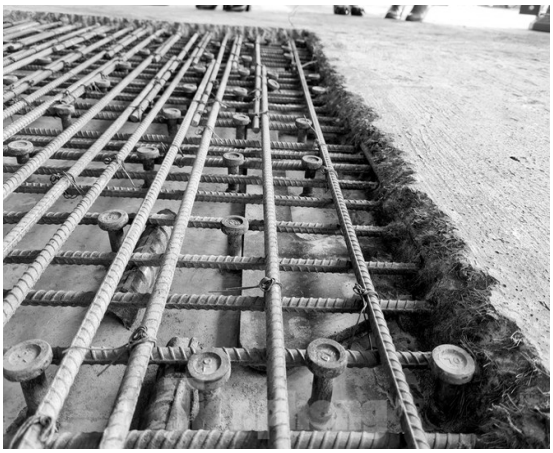
KEYWORDS: *High - Strength Concrete, manufactured sand.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới hiện nay, việc nghiên cứu và ứng dụng bê tông cường độ cao, chất lượng cao đã được thực hiện bắt đầu từ những năm 1970 cho đến nay. Các công trình thực tế sử dụng bê tông cường độ cao đã và đang đem lại một nguồn nguyên liệu chất lượng cho các công trình xây dựng hiện đại. Việc sử dụng bê tông cường độ cao giúp tăng công năng và khả năng làm việc cho các công trình, tăng khả năng thiết kế về kiến trúc và ứng dụng. Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao trên thế giới đến nay có thể chế tạo được bê tông có cường độ đạt trên 200 MPa. Việc sử dụng cát nhân tạo để thay thế nguồn cát sông truyền thống cũng đã được thực hiện ở nhiều nước trên thế giới. Một số nghiên cứu ứng dụng cát nghiền có thể chế tạo bê tông cường độ đạt trên 120MPa. Tuy nhiên, việc sử dụng nguồn cát này vào ứng dụng bê tông cường độ cao còn đang được nghiên cứu tại nhiều quốc gia.

Ở nước ta, các nghiên cứu, ứng dụng bê tông cường độ cao (BTCĐC) đã và đang được triển khai mạnh mẽ để ứng dụng vào thực tế. Việc chế tạo BTCĐC cùng với nguyên vật liệu trong nước đã được nghiên cứu thành công và đang từng bước ứng dụng vào các công trình thực tế. Bước đầu hiện nay đã có những công trình quy mô nhỏ như cầu dân sinh ở hệ thống đồng bằng

sông Cửu Long đang được chế tạo và sử dụng với thành mỏng từ BTCĐC thử nghiệm và ứng dụng trong thực tế. Bên cạnh đó, trong những năm gần đây đã có một số công trình có quy mô như: cải tạo kè Hồ Gươm, sửa chữa mặt cầu Thăng Long hoàn thành và sử dụng đầu năm 2021 sử dụng BTCĐC. Đặc biệt, công trình cải tạo mặt cầu Thăng Long là công trình trọng điểm được đầu tư sử dụng BTCĐC với nguyên liệu là nguồn cát quắc có kích thước hạt lớn là 600 µm với yêu cầu chất lượng cao, chi phí thi công lớn. Bên cạnh đó, hiện chưa có tài liệu tiêu chuẩn hướng dẫn về chế tạo và ứng dụng loại bê tông này với nguồn nguyên liệu thực tế ở trong nước. Việc nghiên cứu để phổ biến và ứng dụng BTCĐC cần tiếp tục để giảm tải những nhược điểm khi sử dụng như: giá thành cao, vật liệu yêu cầu chất lượng tốt, quy trình trộn và ứng dụng chưa có tài liệu, quy chuẩn, tình hình thực tế sau khi sử dụng BTCĐC chưa có đánh giá lâu dài,....



Hình 1. Đổ bê tông sửa chữa Cầu Thăng Long (Internet)

BTCĐC được nghiên cứu và ứng dụng bước đầu ở nước ta đang sử dụng vật liệu có yêu cầu kỹ thuật cao, đặc biệt là cát quắc có kích thước hạt lớn nhất nhỏ, là loại cát tự nhiên và được tuyển chọn kỹ càng để sử dụng. Điều này góp phần làm tăng chi phí cho BTCĐC. Đồng thời, ở Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu việc sử dụng cát nhân tạo (cát nghiền) trong BTCĐC để thay thế cát tự nhiên (cát quắc) đang dần bị khan hiếm. Nguồn vật liệu chế tạo bê tông này cần phải được nghiên cứu và tìm kiếm các vật liệu thay thế như cát nhân tạo,... để đảm bảo sự phát triển của BTCĐC hiện nay và sau này.

Bên cạnh đó, vật liệu cát hay cốt liệu nhỏ đóng vai trò quan trọng trong chế tạo bê tông cường độ cao. Các tính chất của cát ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bê tông.

- Sử dụng cát nghiền có bề mặt góc cạnh, không trơn nhẵn, có thể làm giảm độ sụt so với bê tông sử dụng cát tự nhiên. Vì vậy, để sử dụng cát nghiền thì lượng nước sử dụng trong bê tông có xu hướng tăng.

- Cường độ của bê tông trong bê tông cường độ cao được quyết định chủ yếu từ cường độ đá xi măng. Việc sử dụng cát nghiền trong bê tông làm thay đổi cấu đá xi măng trong bê tông, làm tăng diện tích tiếp xúc giữa đá xi măng và bề mặt cốt liệu. Nếu sử dụng các biện pháp tăng

cường chất lượng vùng chuyển tiếp này thì cường độ và chất lượng của bê tông tăng cao. Việc sử dụng kết hợp phụ gia khoáng và phụ gia siêu dẻo trong bê tông sử dụng cát nghiền có thể giúp tăng cường chất lượng bê tông.

Đánh giá:

Sử dụng cát nghiền ở Việt Nam có thể chế tạo bê tông cường độ đạt 120 MPa khi kết hợp với phụ gia siêu dẻo giảm nước cao, tổ hợp phụ gia khoáng silicafume và tro bay.

Nghiên cứu bê tông cường độ cao, chất lượng cao với các nguồn nguyên liệu sử dụng cát nghiền cần phải thực hiện nhiều và tiếp tục phát triển để phù hợp với điều kiện và tình hình chung của ngành Vật liệu Xây dựng và các công trình xây dựng trong tương lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu sử dụng chế tạo bê tông

Nghiên cứu lựa chọn các nguồn vật liệu hiện có ở Việt Nam, nguồn vật liệu sản xuất trong nước (xi măng PC40, cát nghiền, tro bay, nước) đáp ứng yêu cầu TCVN và kết hợp với các sản phẩm của các công ty nước ngoài (Silica fume, PGSD).

2.1.1. Xi măng

Nghiên cứu sử dụng xi măng Nghi Sơn PC 40 với các tính chất cơ lý đạt yêu cầu theo TCVN 2682:2009. Kết quả các tính chất của xi măng như sau: Khối lượng riêng 3,15 g/cm^3, độ mịn qua sàng 0,09mm là 0,6%; độ dẻo tiêu chuẩn 28,5%; thời gian bắt đầu đông kết 130 phút và kết thúc đông kết là 210 phút; cường độ chịu nén tuổi 3 ngày đạt 24,5 MPa, cường độ chịu nén tuổi 28 ngày đạt 43,3 MPa.

2.1.2. Cốt liệu

Nghiên cứu sử dụng cát nghiền Hòa Bình thỏa mãn TCVN 9205:2012. Nguồn nguyên liệu cát nghiền được lấy tại các nhà máy chế tạo bê tông thương phẩm. Các tính chất của cát nghiền được thể hiện trong Bảng 1 và 2

Bảng 1. Tính chất cơ lý của cát nghiền sử dụng trong nghiên cứu

Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
Khối lượng riêng	g/cm^3	2,70	TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích xốp	Kg/m^3	1.590	TCVN 7572-6:2006
Mô đun độ lớn	-	3,11	TCVN 9205:2012
Hàm lượng lớn hơn 5mm	%	0	TCVN 9205:2012
Hàm lượng hạt nhỏ hơn 0,075mm	%	3,6	TCVN 9205:2012
Hàm lượng tạp chất hữu cơ	-	Sáng hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006

Bảng 2. Thành phần hạt của cát nghiền theo TCVN 9205:2012

Lỗ sàng mm	Lượng sót trên từng sàng		Lượng sót tích lũy %	YCKT %
	Khối lượng, g	Phần trăm, %		
5	0	0,0	--	--
2,5	116	11,6	11,6	0-25
1,25	376	37,6	49,2	15-50
0,63	204	20,4	69,6	35-70
0,315	184	18,4	88,0	65-90
0,14	45	4,5	92,5	80-95
< 0,14	75	7,5	--	--

2.1.3. Phụ gia khoáng

- Nghiên cứu sử dụng silicafume (SF) dạng rời của hàng Elkem.

- Sử dụng tro bay (FA) Phả Lại với các tính chất cơ lý phù hợp TCVN 10302:2014.

2.1.4. Phụ gia hóa học

Hiện nay có nhiều loại phụ gia hóa học có các tính năng làm thay đổi tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông. Phụ gia hóa học phổ biến hiện nay là phụ gia siêu dẻo (giảm nước, tăng cường độ, tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông. Lựa chọn phụ gia Master Glenium ACE 8588 của hãng Basf gốc polycacboxylic ether (PCE) cải tiến, mức độ giảm nước của phụ gia là trên 40% thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 8826:2011. Một số tính chất của phụ gia: Màu nâu đậm; khối lượng riêng: 1,08 g/cm^3; độ pH: 6,3.

2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, THÍ NGHIỆM

2.2.1. Phương pháp tiêu chuẩn

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp tiêu chuẩn Việt Nam và nước ngoài để thí nghiệm, xác định các tính chất cơ lý của nguyên vật liệu sử dụng, các tính chất của HHBT và bê tông. Tuy nhiên, một số chỉ tiêu của hỗn hợp bê tông và bê tông được thực hiện dựa trên cơ sở tiêu chuẩn khác với hiện nay.

- Tính công tác của hỗn hợp BTCĐC được xác định qua độ chảy xòe của hỗn hợp bê tông. Trong nghiên cứu lựa chọn phương pháp sử dụng côn thử độ xòe của vữa theo tiêu chuẩn BS 4551-1:1998 để tính toán thành phần cấp phối tối ưu. Sau khi có cấp phối tối ưu, kiểm tra độ chảy xòe của hỗn hợp BT tối ưu bằng phương pháp thí nghiệm sử dụng côn xác định độ sụt của bê tông dựa trên cơ sở TCVN 12209:2018.

- Cường độ nén trong nghiên cứu được lựa chọn phương pháp dựa trên cơ sở theo TCVN 3121:2003 với mẫu có kích thước 40 × 40 × 160 (mm), với diện tích chịu nén của mẫu là 40 × 40 (mm).

2.2.2. Phương pháp phi tiêu chuẩn

Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm và phần mềm toán học Maple để tính toán đưa ra cấp phối tối ưu của BTCĐC.

3. TÍNH TOÁN THÀNH PHẦN CẤP PHỐI BÊ TÔNG VÀ THỰC NGHIỆM

3.1. Lựa chọn thành phần cấp phối sơ bộ

Trên cơ sở các kết quả thực nghiệm về bê tông chất lượng cao trong điều kiện Việt Nam, nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ giữa các thành phần vật liệu chế tạo bê tông sử dụng cát nghiền với các thông số như sau: Hàm lượng silicafume (SF) = 10% CKD, hàm lượng tro bay (FA) = 20% CKD, tỷ lệ C/CKD = 0,8 – 1,2, tỷ lệ N/CKD = 0,16 – 0,22. CKD là hỗn hợp bao gồm xi măng và phụ gia khoáng (tổ hợp SF và FA). Việc thay thế phụ gia khoáng được tính theo khối lượng của CKD trong hỗn hợp.

3.2. Lập mô hình thống kê và kế hoạch thực nghiệm

Trong nghiên cứu đã sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm bậc hai tâm xoay để nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần bê tông tới tính công tác của hỗn hợp bê tông và cường độ nén của bê tông, trên cơ sở đó lựa chọn tỷ lệ phối hợp hợp lý giữa FA và SF để chế tạo bê tông cường độ trên 120N/mm^2, độ chảy theo BS 4551-1:1998 trên 200 mm với hàm lượng SF = 10%CKD và FA = 20%CKD.

3.2.1. Lựa chọn các nhân tố

Nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ trong kế hoạch thí nghiệm bậc hai tâm xoay 2 nhân tố với khoảng quy hoạch: tỷ lệ C/CKD = 0,8 – 1,2; tỷ lệ N/CKD từ 0,16 – 0,22. Từ đó xác định ảnh hưởng của các yếu tố riêng rẽ tỷ lệ C/CKD và tỷ lệ N/CKD cường độ nén của BTCĐC trên cơ sở các thông tin tiên nhiệm, như sau:

- Tỷ lệ N/CKD mã hoá là biến X_1
- Tỷ lệ C/CKD mã hoá là biến X_2

Kế hoạch bậc hai tâm xoay với giá trị mã hóa và giá trị thực nghiệm của các nhân tố, ma trận quy hoạch thực nghiệm được thể hiện ở Bảng 3 như sau:

Bảng 3. Giá trị mã hoá và giá trị thực nghiệm của các nhân tố

Biến mã hóa	Xi, i = 1÷2	– 1,414	– 1	0	+1	+1,414	ΔXi
Biến thực	X_1 = N/CKD	0,169	0,175	0,19	0,205	0,211	0,015
	X_2 = Cát/CKD	0,86	0,9	1	1,1	1,14	0,1
Hàm mục tiêu: Y		Cường độ nén bê tông tuổi 28 ngày					

3.2.2. Thiết lập kế hoạch thực nghiệm

Ma trận kế hoạch thực nghiệm theo biến mã và biến thực theo kế hoạch bậc 2 tâm xoay được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Bảng ma trận quy hoạch thực nghiệm theo biến mã và biến thực

STT	Biến mã				Biến thực	
	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	N/CKD	C/CKD
1	1	1	1	1	0,205	1,1
2	–1	1	1	1	0,175	1,1
3	1	–1	1	1	0,205	0,9
4	–1	–1	1	1	0,175	0,9
5	1,414	0	2	0	0,211	1
6	–1,414	0	2	0	0,169	1
7	0	1,414	0	2	0,19	1,14
8	0	–1,414	0	2	0,19	0,86
9	0	0	0	0	0,19	1
10	0	0	0	0	0,19	1
11	0	0	0	0	0,19	1
12	0	0	0	0	0,19	1
13	0	0	0	0	0,19	1

3.2.3. Quy trình trộn, đúc mẫu và bảo dưỡng

Quá trình trộn BTCLSC trong phòng thí nghiệm không khác nhiều so với bê tông thông thường. Tuy nhiên, do lượng nước sử dụng tương đối ít trong thành phần cấp phối, và việc phân bố đều phụ gia khoáng dẫn tới BTCLSC cần có thời gian trộn kéo dài.

Quá trình tạo mẫu thí nghiệm cường độ nén, uốn được thực hiện trên khuôn vữa có kích thước 40 × 40 × 160mm. Mỗi cấp phối đúc 5 khuôn để đảm bảo đủ các mẫu cho quá trình kiểm tra cường độ nén ở các tuổi 3, 7, 28 ngày. Ngoài ra nhằm tránh ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài tới từng tổ mẫu, thời gian giữa các lần đổ không quá 15 phút.

Mẫu sau khi tạo hình được dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn (27 ± 2^oC, RH $\geq$ 95%) trong vòng 24h ± 3h. Sau khi tháo khuôn tiếp tục được dưỡng hộ trong môi trường điều kiện tiêu chuẩn đến cường độ các tuổi nén.

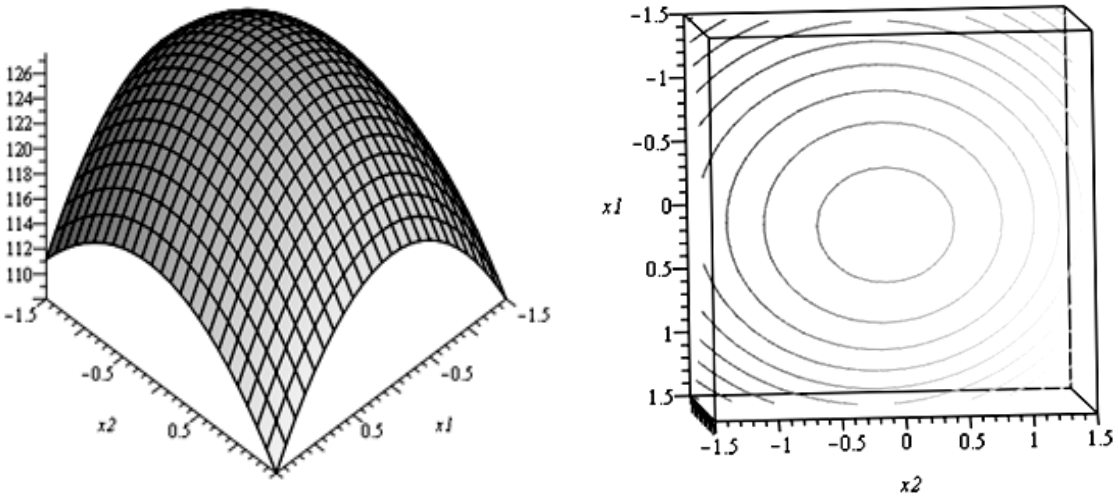
3.2.4. Kết quả thí nghiệm và tính toán phương trình hồi quy

Dựa trên tỷ lệ cấp phối bê tông, tiến hành thí nghiệm kiểm tra đánh giá cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày với độ chảy của HHBT theo BS 4551-1:1998 khống chế bằng phụ gia siêu dẻo được giới hạn trong phạm vi 200-250 mm. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Bảng cấp phối thí nghiệm theo mô hình thực nghiệm

STT	CKD kg	XM kg	SF kg	FA kg	Cát kg	N lít	PGSD lít	Độ xòe (BS 4551) mm	Cường độ MPa
1	1015	711	101,5	203,0	1117	198,7	9,3	220	117,0
2	1047	733	104,7	209,4	1152	170,7	12,6	221	119,0
3	1098	769	109,8	219,6	988	213,6	11,5	211	118,5
4	1136	795	113,6	227,2	1022	184,6	14,2	213	121,3
5	1048	734	104,8	209,6	1048	211,2	10,0	224	117,6
6	1095	767	109,5	219,0	1095	171,4	13,7	225	119,0
7	1015	711	101,5	203,0	1157	183	9,9	223	119,4
8	1136	795	113,6	227,2	977	202,9	13,0	228	122,7
9	1073	751	107,3	214,6	1073	192,1	11,8	226	126,0
10	1073	751	107,3	214,6	1073	192,1	11,8	224	128,0
11	1073	751	107,3	214,6	1073	192,1	11,8	225	127,0
12	1073	751	107,3	214,6	1073	192,1	11,8	224	128,3
13	1073	751	107,3	214,6	1073	192,1	11,8	226	128,0

Tìm phương trình hồi quy của kế hoạch bậc hai tâm xoay. Sử dụng phần mền Maple ta tìm được phương trình hồi quy bậc 2.



Hình 2. Biểu diễn bề mặt không gian và các đường đồng mức của hàm mục tiêu theo 2 biến mã X_1, X_2 khi thiết kế BTCĐC

Phương trình hồi quy về cường độ nén có dạng như sau:

$$Y = 127,5 – 0,85X1 – 1,06X2 – 4,67X12 – 3,29X22 + 0,20X1X2$$

Sử dụng phần phầm tính toán, ta được giá trị cường độ bê tông tối ưu R_n = 127,3MPa tại tỷ lệ C/CKD = 0,97 và N/CKD = 0,187.

3.2.5. Thành phần cấp phối tối ưu của bê tông

Từ các phương trình hồi quy ta đi tìm thành phần cấp phối bê tông tối ưu của BTCĐC như trong Bảng 6.

Bảng 6. Thành phần cấp phối bê tông tối ưu (CPTƯ)

STT	N/CKD	C/CKD	SF,%	FA,%	SD%
1	0,187	0,97	10	20	1,1

Sử dụng phần mềm toán học cho kết quả tính toán cấp phối bê tông tối ưu đạt yêu cầu về cường độ và độ chảy.

Thí nghiệm kiểm tra cấp phối bê tông tối ưu, thử nghiệm một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông khi sử dụng tổ phụ gia khoáng và không sử dụng tổ hợp phụ gia khoáng. Thành phần cấp phối thử nghiệm tính chất của bê tông được thể hiện ở Bảng 7.

Bảng 7. Bảng thành phần cấp phối bê tông thử nghiệm

STT	CKD kg	XM kg	SF kg	FA kg	Cát kg	N lít	PGSD lít	N/CKD	C/CKD
100XM	1089	1089	0	0	1056	191,6	12,0	0,187	0,97
CPTƯ	1089	762	109	218	1056	191,6	12,0	0,187	0,97

4. KẾT QUẢ VÀ BÌNH LUẬN

Kết quả thử nghiệm các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông chất lượng cao sử dụng cát nghiền và tổ hợp phụ gia khoáng được thể hiện ở bảng 8.

Bảng 8. Kết quả thử nghiệm cấp phối bê tông

STT	Độ xòe (TCVN 12209) mm	Cường độ chịu nén MPa			Cường độ chịu uốn MPa
		R3	R7	R28	R28
100XM	548	91,3	98	106,6	7,6
CPTƯ	600	92,9	104,8	127,2	8,8

4.1. Tính công tác của hỗn hợp BTCĐC sử dụng cát nghiền

Kết quả thí nghiệm tính công tác của hỗn hợp BTCĐC sử dụng cát nghiền qua thí nghiệm xác định độ chảy loang bằng côn sụt theo TCVN 12290:2018 đạt độ chảy 600 mm.

Khi thay thế phụ gia khoáng bằng xi măng thì tính công tác của hỗn hợp bê tông sử dụng cát nghiền giảm.

Bê tông cường độ cao, chất lượng cao sử dụng cát nghiền có thể đạt được độ lưu động cao. Việc sử dụng kết hợp các phụ gia khoáng và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông chất lượng cao với cốt liệu là cát nghiền.

4.2. Cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn của BTCĐC sử dụng cát nghiền

Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của BTCĐC sử dụng cát nghiền đạt 127,2 MPa, đạt yêu cầu về bê tông chất lượng cao. Việc sử dụng cát nghiền đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn TCVN 9205:2012 có thể chế tạo bê tông cường độ chịu nén đạt 120MPa.

Khi không sử dụng phụ gia khoáng, cường độ của bê tông sử dụng cát nghiền thấp hơn so với BTCĐC sử dụng cát nghiền. Phụ gia khoáng với tổ hợp gồm Silicafume và tro bay có tỷ lệ hợp lý có thể chế tạo bê tông cường độ đạt 120MPa.

Việc sử dụng cát nghiền cần sử dụng tổ hợp phụ gia khoáng với tỷ lệ tối ưu kết hợp với hàm lượng phụ gia siêu dẻo tối ưu để chế tạo bê tông cường độ cao và độ chảy cao.

Cường độ chịu uốn của BTCĐC sử dụng cát nghiền kết hợp phụ gia khoáng hoạt tính có giá trị cao hơn so với bê tông không sử dụng 100% xi măng. Tuy nhiên, sự chênh lệnh giữa hai giá trị trên không lớn.

Qua các kết quả nghiên cứu trên cho thấy có thể sử dụng cát nghiền đạt yêu cầu kỹ thuật TCVN 9205:2012 để chế tạo bê tông cường độ đạt 120MPa. Tuy nhiên, thành phần hỗn hợp bê tông cần sử dụng tổ hợp phụ gia khoáng và phụ gia hóa dẻo với tỷ lệ tối ưu.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong điều kiện PTN, sử dụng cát nghiền có thể chế tạo được bê tông có cường độ chịu nén đạt 120MPa, tính công tác tốt. Cần nghiên cứu thêm các tính chất cơ lý, hóa khác của loại bê tông này, các tính chất như: Độ chống thấm nước, độ co ngót, độ bền lâu,.... Có thể nghiên cứu sử dụng kết hợp cốt sợi để nâng cao chỉ tiêu về độ bền uốn, độ bền lâu của bê tông,...

Sử dụng cát nghiền đang là xu thế và định hướng phát triển của ngành vật liệu xây dựng nước ta, ứng dụng cát nghiền trong bê tông cần được tiếp tục nghiên cứu nhiều hơn để phù hợp thực tế công trình.

Tuy bê tông chất lượng cao, cường độ cao đã và đang được nghiên cứu ở nước ta, nhưng hệ thống tiêu chuẩn, hướng dẫn về loại bê tông này chưa có. Cần nghiên cứu và sớm đưa ra hệ thống tiêu chuẩn quốc gia về bê tông chất lượng cao để có thể ứng dụng phổ biến và biết đến nhiều hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Hữu Hanh, Nguyễn Trọng Lâm (2013), *"Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng silicafume và tro bay sẵn có ở Việt Nam",* Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng

[2] AFGC-SETRA (2012), *Ultra High Performance Fibre-Reinforced Concretes,* Paris, France: Interim Recmmendations, AFGC publication

[3] V.Umamaheswaran, C.Sudha, P.T. Ravichandran and P.R.Kannan Rajkumar (2015), *"Use of M Sand in High Strength and High Performance Concrete",* Indian Journal of Science and Technology

[4] Weiguo Shen, Yi Liu, Lianghong Cao, Xujia Huo, Zhenguo Yang, Congcong Zhou, Pengtao, Zili Lu, (2017) *Mixing design and microstructure of ultra high strength concrete with manufactured sand,* Construction and Building Materials

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA XI MĂNG VÀ PHỤ GIA KHOÁNG HOẠT TÍNH ĐẾN ĐỘ BỀN SUN PHÁT CỦA CHẤT KẾT DÍNH

RESEARCH OF CEMENT TYPE AND MINERAL ADMIXTURES ON SULFATE RESISTANCE OF CEMENTITIOUS MATERIALS

ThS. Trần Văn Sơn
Viện khoa học công nghệ xây dựng, Email: sonbinhphuong.ibst@gmail.com

TÓM TẮT: Kết quả trình bày trong bài báo này cho thấy rằng sử dụng phụ gia khoáng ở Việt Nam thay thế xi măng với hàm lượng như sau: tro bay thay thế từ 20%-60%, xỉ lò cao thay thế từ 40%-60%, silicafume thay thế từ 5%-10% trong các loại xi măng poóc lăng PC40 Bút Sơn, PC50 Cẩm Phả thì nâng cao khả năng bền sun phát của chất kết dính trung bình đến cao. Kết quả cho thấy có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình từ xi măng poóc lăng PC40 Bút Sơn, PC50 Cẩm Phả với tỷ lệ thay thế tro bay 20%, xỉ lò cao 40%. Có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát cao từ xi măng poóc lăng PC40 Bút Sơn với tỷ lệ thay thế tro bay 50%, 60%, cường độ nén vữa giảm xấp xỉ 20%, xỉ lò cao 60%, silicafume 5%, 10%. Có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát cao từ xi măng poóc lăng PC50 Cẩm Phả với tỷ lệ thay thế tro bay 40%, 60%, cường độ nén vữa giảm xấp xỉ 25%.

TỪ KHÓA: Chất kết dính bền sun phát, tro bay

SUMMARY: *The results presented in this paper show that using mineral additives in Vietnam to replace cement with the following content: fly ash replaces 20%-60%, blast furnace slag replaces 40%-60 %, substituted silicafume from 5% to 10% in Portland cements PC40 But Son, PC50 Cam Pha, improves the sulphate resistance of medium to high binders. The results show that it is possible to make medium sulphate-stable binders from Portland cement PC40 But Son, PC50 Cam Pha with the replacement rate of fly ash 20%, blast furnace slag 40%; High sulphate resistant binder can be made from Portland cement PC40 But Son with the replacement rate of fly ash 50%, 60%, mortar compressive strength reduced approximately 20%, blast furnace slag 60%, silicafume 5%, ten%. It is possible to make high sulphate resistant binder from Cam Pha PC50 portland cement with the replacement rate of fly ash 40%, 60%, mortar compressive strength reduced by approximately 25%.*

KEYWORDS: *Sulfat resistance cementitious, fly ash.*

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một nước ven biển, khí hậu nhiệt đới gió mùa, có hơn 3.200 km bờ biển và nhiều hải đảo. Bê tông xi măng sử dụng trong môi trường xâm thực sun phát (SO_4^{2-}) gây biến đổi thể tích, nứt và hư hỏng dần theo thời gian. Bản chất của quá trình này là sự phá huỷ đá xi măng trong môi trường sun phát chủ yếu là do các ion sun phát (SO_4^{2-}) tác dụng với C_3AH_6 và $Ca(OH)_2$ (là sản phẩm hydrat hoá của các khoáng clanhke xi măng như C_3S, C_3A, C_4AF) tạo thành Ettringit thứ sinh kèm theo sự nở thể tích gây nên ứng suất nội phá vỡ cấu trúc đã bền vững của đá xi măng theo các phương trình 1-4 [1, 2]:

$$Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O + NaOH \quad (1)$$

$$3CaO.Al_2O_3.6H_2O + 3CaSO_4.2H_2O + 20H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O \quad (2)$$

$$3CaO.Al_2O_3.CaSO_4.12H_2O + 3CaSO_4.2H_2O + 16H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O \quad (3)$$

$$3CaO.Al_2O_3 + 3CaSO_4.2H_2O + 26H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O \quad (4)$$

Như vậy, để giảm độ nở do tác dụng của ion sun phát, cần phải sử dụng loại xi măng có hàm lượng C_3A và C_3S thấp. Loại xi măng thoả mãn yêu cầu này chính là xi măng bền sun phát. Trong khi đó, nước ta mới chỉ có một số ít đơn vị sản xuất xi măng bền sun phát: Nhà máy xi măng Tam Điệp, Công ty xi măng X18, Nhà máy Xi măng Thành Thắng, Nhà máy xi măng Hà Tiên,… Giá thành của xi măng bền sun phát trên thị trường Việt Nam thường cao hơn nhiều so với xi măng thường và không phổ biến trên thị trường. Xi măng bền sun phát thường được sản xuất với khối lượng nhỏ vì việc sản xuất xi măng bền loại này quy định yêu cầu về nguyên liệu đất sét chứa ít nhôm để có thể nung được clanhke có hàm lượng C_3A nhỏ hơn 5% là rất hiếm. Mặt khác việc sản xuất loại xi măng này cũng phức tạp hơn về công nghệ, đòi hỏi chi phí cao hơn. Cách khác sử dụng các loại phụ gia khoáng có tác dụng làm giảm thành phần có thể phản ứng với ion sun phát khi xi măng thủy hóa. Trong các phương pháp trên, việc sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính thay thế một phần xi măng có nhiều ưu điểm. Ngoài việc gián tiếp làm giảm hàm lượng các khoáng C_3A và C_3S trong xi măng thì sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính còn mang đến nhiều hiệu quả khác như tăng tính công tác, tăng cường độ tuổi dài ngày, tăng độ đặc của vữa và bê tông. Đặc biệt, sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính còn có tác dụng làm giảm ăn mòn sun phát của bê tông do làm giảm lượng $Ca(OH)_2$ tự do trong bê tông và tăng độ đặc cấu trúc của bê tông nhờ phản ứng puzơlanic.

Ngoài những hiệu quả về mặt kỹ thuật, sử dụng tro bay, xỉ lò cao còn mang lại nhiều lợi ích về mặt kinh tế và môi trường. Bên cạnh đó, Việt Nam có nguồn tro bay, xỉ lò cao với trữ lượng lớn và chất lượng tốt và được phân bố ở nhiều vùng trên lãnh thổ Việt Nam [2]. Đây cũng là điều kiện thuận lợi cho việc nghiên cứu sử dụng tro bay trong xi măng và bê tông.

Bởi vậy, tác giả đặt vấn đề sử dụng tro bay, xỉ lò cao để chế tạo xi măng poóc lăng hỗn hợp bền sulfat. Phương pháp này đơn giản về công nghệ, hiệu quả về kinh tế và còn góp phần giảm ô nhiễm môi trường, phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU SỬ DỤNG

Nguyên vật liệu sử dụng trong nghiên cứu gồm có xi măng PC40 Bút Sơn, PC50 Cẩm Phả, tro tuyển Phả Lại, tro bay Cẩm Phả, xỉ lò cao Hòa Phát, Silica fume.

Bảng 1. Thành phần hóa của các nguyên liệu sử dụng

Thành phần hóa học	PC40 Bút Sơn, %	PC50 Cẩm Phả, %	Tro tuyển Phả Lại, %	Tro bay Cẩm Phả, %	Xỉ lò cao, %	Silicafume, %
MKN	1,34	2,55	1,40	9,50	0,4	0
SiO_2	--	--	59,00	51,60	35,3	99,2
Fe_2O_3	--	--	6,50	6,00	0,45	--
Al_2O_3	--	--	25,20	24,40	16,50	0,5
CaO	--	--	0,90	1,60	33,1	--
MgO	--	1,22	1,30	1,20	8,66	--
SO_3	2,40	2,03	0	0,80	0,14	--

Bảng 1. Thành phần hóa của các nguyên liệu sử dụng *(tiếp theo)*

Thành phần hóa học	PC40 Bút Sơn, %	PC50 Cẩm Phả, %	Tro tuyển Phả Lại, %	Tro bay Cẩm Phả, %	Xỉ lò cao, %	Silicafume, %
K_2O	--	--	4,30	3,50	2,00	--
Na_2O	0,48	0,52	0,30	0,30	0,18	0,2
TiO_2	--	--	0,70	0,80	--	--
Cặn không tan	0,48	0,28	0,30	0,30	--	--

3. THỰC NGHIỆM

Để đánh giá được ảnh hưởng phụ gia khoáng hoạt tính đến các tính chất cơ lý và độ bền của xi măng poóc lăng. Tham khảo các tài liệu [7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19] trong nghiên cứu này lựa chọn tro tuyển Phả Lại thay thế xi măng PC40 Bút Sơn với các tỷ lệ: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%; xỉ lò cao thay thế xi măng PC với các tỷ lệ: 0%, 40%, 60%. Silicafume thay thế xi măng PC với các tỷ lệ: 0%, 5%, 10%. Để đánh giá ảnh hưởng của tro tuyển Phả Lại đến độ bền của loại xi măng PC: lựa chọn nghiên cứu thêm sử dụng tro tuyển phả lại thay thế PC50 Cẩm Phả với các tỷ lệ: 0%, 20%, 40%, 60%.

Tiến hành thử theo quy trình tiêu chuẩn ASTM C1012:

- Phân tích thành phần hóa học: TCVN 141:2008;

- Cường độ nén của chất kết dính: kích thước mẫu 50×50×50mm theo ASTM C109/109C-18;

- Độ nở của thanh vữa trong dung dịch sun phát: kích thước mẫu 25×25×285mm theo ASTM C1012-10.

Bảng 2. Cấp phối nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu

Chất kết dính	% PGK/CKD	Ký hiệu mẫu	XM	PGK	Cát	Nước	Độ xòe	Tuổi mẫu Rn = 20 ± 1MPa
			g	*g*	*g*	*ml*	*mm*	*Ngày*
Bút Sơn PC40	0	X	500	0	1375	242	153	2
90%X+10%FA	FA = 10%	F1	450	50	1375	250	154	3
80%X+20%FA	FA = 20%	F2	400	100	1375	245	151	3
70%X+30%FA	FA = 30%	F3	350	150	1375	240	152	4
60%X+40%FA	FA = 40%	F4	300	200	1375	230	153	5
50%X+50%FA	FA = 50%	F5	250	250	1375	220	151	6
40%X+60%FA	FA = 60%	F6	200	300	1375	210	152	7

Bảng 2. Cấp phối nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu *(tiếp theo)*

Chất kết dính	% PGK/CKD	Ký hiệu mẫu	XM	PGK	Cát	Nước	Độ xòe	Tuổi mẫu Rn = 20 ± 1MPa
			g	*g*	*g*	*ml*	*mm*	*Ngày*
80%X+20%CP	CP = 20%	P2	400	100	1375	245	155	5
60%X+40%CP	CP = 40%	P4	300	200	1375	252	153	7
40%X+60%CP	CP = 60%	P6	200	300	1375	260	152	8
60%X+40%BSF	BSF = 40%	BSF1	300	200	1375	220	155	3
40%X+60%BSF	BSF = 60%	BSF2	200	300	1375	220	151	5
90%X+5%SF	SF = 5%	SF1	450	50	1375	252	151	2
90%X+10%SF	SF = 10%	SF2	450	50	1375	252	151	2
Cẩm Phả PC50	0	C	500	0	1375	242	155	2
80%C+20%FA	FA = 20%	CF2	400	100	1375	235	155	2
60%C+40%FA	FA = 40%	CF4	300	200	1375	225	153	3
40%C+60%FA	FA = 60%	CF6	200	300	1375	215	153	5

a) Thanh vữa, thiết bị để xác định độ nở sun phát b) Thùng dung dịch sun phát ngâm mẫu

Hình 1. Thí nghiệm xác định độ nở của thanh vữa trong dung dịch sun phát

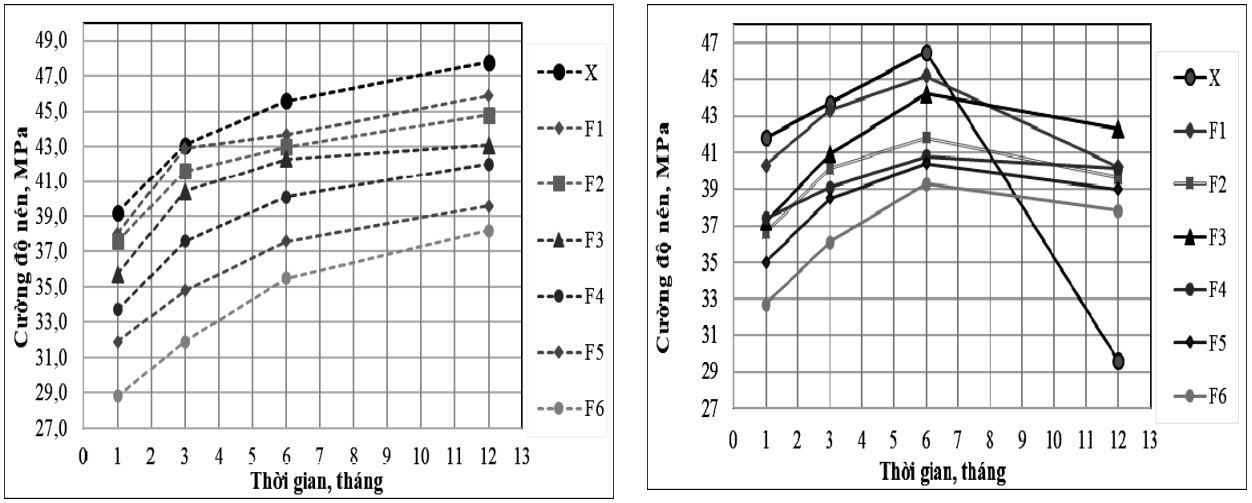
4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

4.1. Ảnh hưởng loại tro bay thay thế xi măng PC40 Bút Sơn

4.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế tro bay đến cường độ nén của vữa

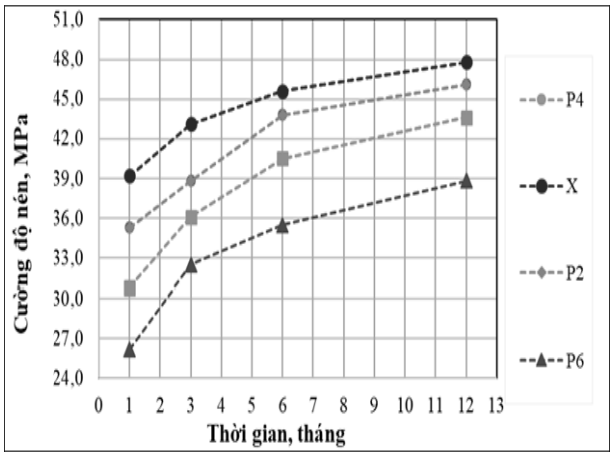
Bảng 3. Cường độ nén của các mẫu xi măng với tỷ lệ thay thế tro bay khác nhau

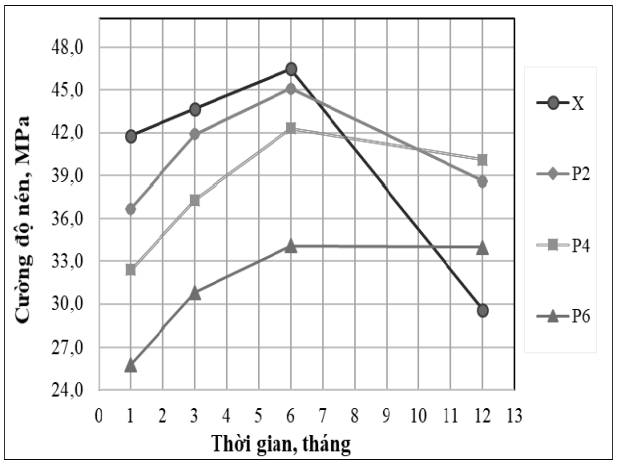
Chất kết dính	Ký hiệu mẫu	Cường độ nén ngâm trong nước vôi trong, (MPa)				Cường độ nén ngâm trong dung dịch sun phát, (MPa)			
		1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng	1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng
Bút Sơn PC40	X	39,2	43,1	45,6	47,8	41,8	43,7	46,5	29,6
90%X+10%FA	F1	38,0	42,9	43,7	45,9	40,3	43,3	45,2	40,2
80%X+20%FA	F2	37,6	41,6	43,0	44,8	36,6	40,1	41,8	39,6
70%X+30%FA	F3	35,7	40,4	42,3	43,1	37,2	40,9	44,2	42,3
60%X+40%FA	F4	33,7	37,6	40,1	42,0	37,4	39,1	40,8	40,1
50%X+50%FA	F5	31,9	34,8	37,6	39,6	35,0	38,5	40,4	39,0
40%X+60%FA	F6	28,8	31,9	35,5	38,2	32,7	36,1	39,3	37,8
80%X+20%CP	P2	35,3	38,8	43,8	46,1	36,7	41,9	45,1	38,6
60%X+40%CP	P4	30,8	36,1	40,5	43,6	32,4	37,3	42,3	40,1
40%X+60%CP	P6	26,2	32,5	35,5	38,8	25,8	30,8	34,1	34,0



a) Mẫu vữa ngâm trong nước vôi b) Mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Hình 2. Cường độ nén mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro tuyển Phả Lại





a) Mẫu vữa ngâm trong nước vôi b) Mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Hình 3. Cường độ nén mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro bay Cẩm Phả

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 3 và Hình 2, 3 cho thấy:

Cường độ nén các mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế với tỷ lệ khác nhau bằng tro tuyển Phả Lại ngâm trong nước vôi tiếp tục phát triển theo thời gian, cường độ nén mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát phát triển đến thời điểm 6 tháng, sau thời gian 6 tháng các mẫu có tỷ lệ tro tuyển Phả Lại thay thế tăng thì cường độ nén mẫu trong dung dịch sun phát có xu hướng suy giảm cường độ càng ít. Đặc biệt mẫu đối chứng, cường độ ở tuổi 12 tháng có sự suy giảm rõ rệt (mẫu bị phá hủy).

Cường độ nén các mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế với tỷ lệ khác nhau bằng tro bay Cẩm Phả ngâm trong nước vôi tiếp tục phát triển theo thời gian, cường độ nén mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát phát triển đến thời điểm 6 tháng, sau thời gian 6 tháng các mẫu có tỷ lệ tro bay Cẩm Phả thay thế tăng thì cường độ nén mẫu trong dung dịch sun phát có xu hướng suy giảm cường độ càng ít.

4.1.2. Ảnh hưởng của loại, tỷ lệ thay thế tro bay đến độ nở của vữa ngâm trong dung dịch sun phát

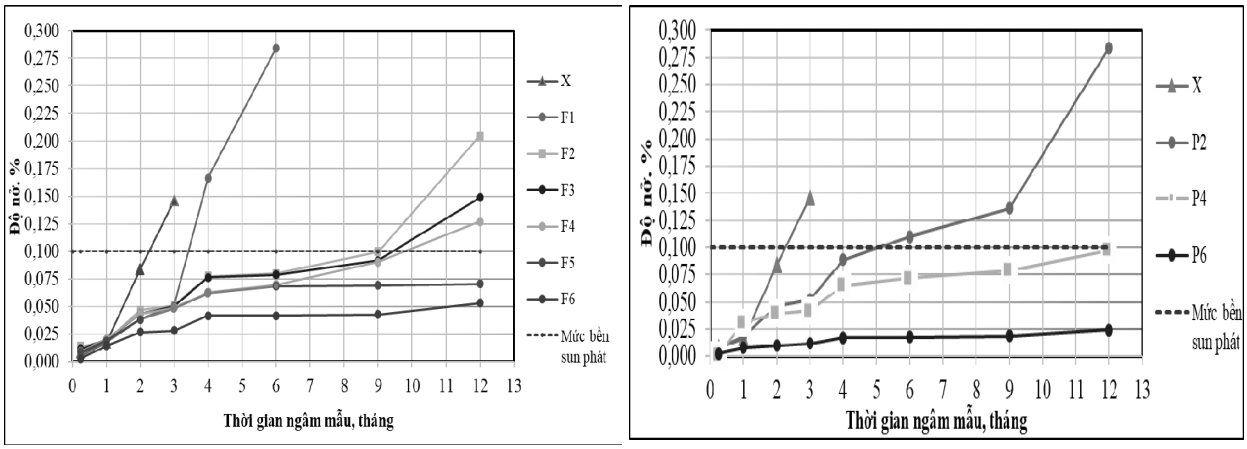
Bảng 4. Độ nở thanh vữa với loại, tỷ lệ thay thế tro bay khác nhau ngâm trong dung dịch sun phát

Chất kết dính	Ký hiệu mẫu	Độ nở thanh vữa trong dung dịch sun phát, (%)							
		1 tuần	1 tháng	2 tháng	3 tháng	4 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
Bút Sơn PC40	X	0,008	0,017	0,084	0,146	k	k	k	k
90%X+10%FA	F1	0,005	0,018	0,039	0,051	0,166	0,285	k	k
80%X+20%FA	F2	0,013	0,018	0,046	0,051	0,077	0,080	0,099	0,205
70%X+30%FA	F3	0,011	0,020	0,043	0,050	0,076	0,079	0,092	0,149
60%X+40%FA	F4	0,009	0,020	0,043	0,049	0,063	0,070	0,090	0,127
50%X+50%FA	F5	0,009	0,019	0,038	0,048	0,062	0,068	0,069	0,071

Bảng 4. *(tiếp theo)*

Chất kết dính	Ký hiệu mẫu	Độ nở thanh vữa trong dd sun phát, (%)							
		1 tuần	1 tháng	2 tháng	3 tháng	4 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
40%X+60%FA	F6	0,003	0,014	0,027	0,028	0,042	0,042	0,043	0,053
80%X+20%CP	P2	0,007	0,019	0,046	0,052	0,089	0,110	0,136	0,284
60%X+40%CP	P4	0,001	0,031	0,040	0,042	0,065	0,071	0,079	0,098
40%X+60%CP	P6	0,003	0,008	0,010	0,012	0,017	0,018	0,019	0,024

Ghi chú: "k" - Mẫu không xác định được.



a) PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro tuyển Phả Lại b) PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro bay Cẩm Phả

Hình 4. Độ nở thanh vữa của loại, tỷ lệ thay thế tro bay ngâm trong dung dịch sun phát

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 4 và Hình 4 cho thấy:

➢ Độ nở của thanh vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro tuyển Phả Lại:

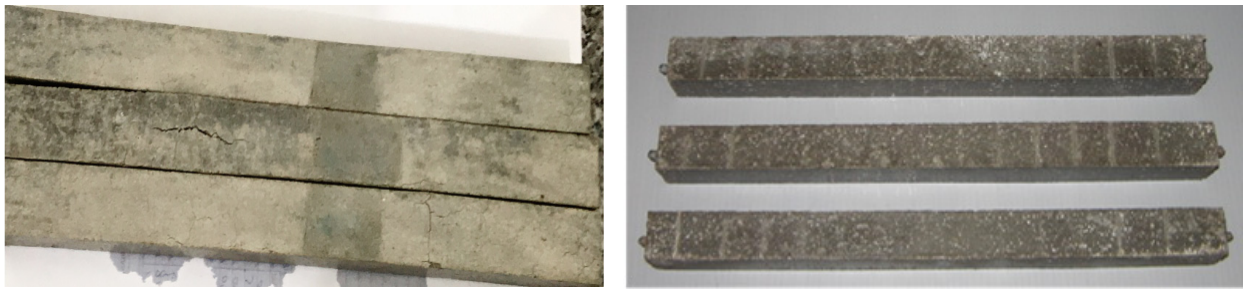
Khi ngâm trong dung dịch sun phát mẫu đối chứng sử dụng xi măng PC40 Bút Sơn phát triển nhanh ở tuổi sớm ngày, đến tuổi 4 tháng mẫu bị phá hủy (mẫu bị nứt, cong vênh) không xác định được, các mẫu thay thế dụng xi măng PC40 Bút Sơn bằng tro tuyển Phả Lại với các tỷ lệ thay thế khác nhau phát triển, mẫu thay thế 10% ở tuổi 4 tháng là 0,166% > 0,1% không đạt yêu cầu để chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình, các mẫu thay thế tro tuyển 20% trở lên đạt yêu cầu để chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình đến bền sun phát cao với tỷ lệ thay thế khác nhau (Hình 5a).

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế tro tuyển Phả Lại càng tăng thì độ nở càng giảm, khi sử dụng thay thế từ 20% tro tuyển Phả Lại độ nở ở tuổi 6 tháng đạt 0,08% (< 0,1%), cường độ suy giảm so với mẫu đối chứng không đáng kể, đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát trung bình (Theo ACI 318-14).

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế tro tuyển Phả Lại 50%, 60% ở tuổi 12 tháng lần lượt là 0,071% và 0,053% (< 0,1%) đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát cao (Theo ACI 318-14). Tuy nhiên cường độ suy giảm mạnh so với mẫu đối chứng.

➢ Độ nở của thanh vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng tro bay Cẩm Phả:

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế tro bay Cẩm Phả 40%, 60% ở tuổi 12 tháng lần lượt là 0,098% và 0,024% (< 0,1%) đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát cao (Theo ACI 318-14). Tuy nhiên cường độ trong dung dịch sun phát suy giảm mạnh so với mẫu đối chứng.



a) Độ nở PC40 Bút Sơn 4 tháng (nứt, cong vênh) b) Độ nở PC40 Bút Sơn thay thế tro bay 4 tháng

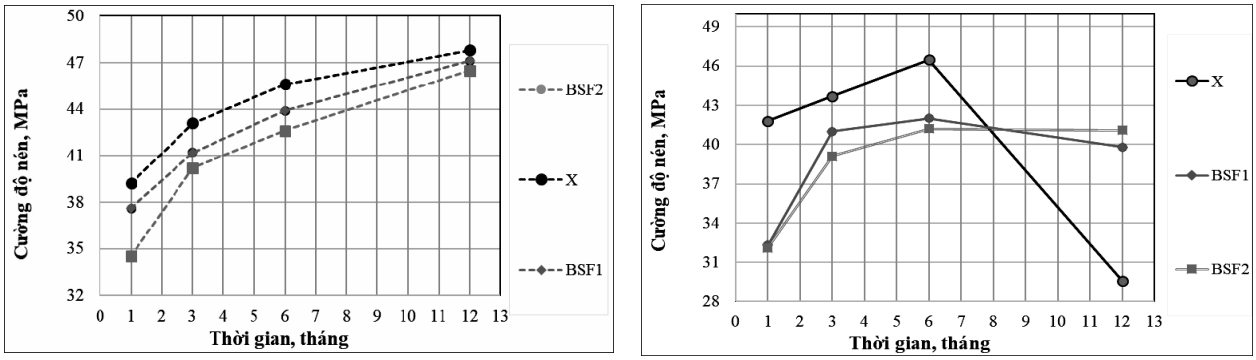
Hình 5. Độ nở thanh vữa của loại, tỷ lệ thay thế tro bay ngâm trong dung dịch sun phát

4.2. Ảnh hưởng xỉ lò cao, silicafume thay thế xi măng PC40 Bút Sơn

4.2.1. Ảnh hưởng đến cường độ nén

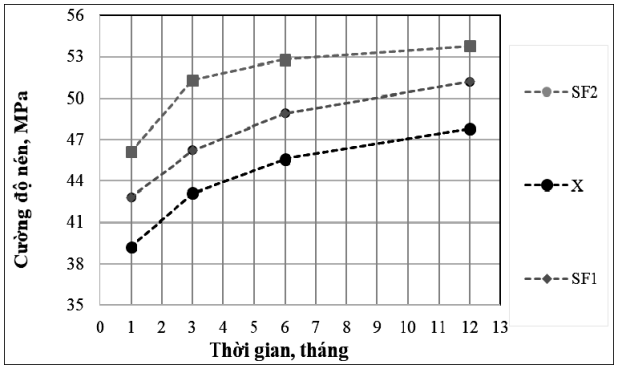
Bảng 5. Cường độ nén của các mẫu xi măng với tỷ lệ thay thế xỉ lò cao, silicafume khác nhau

Chất kết dính	Ký hiệu mẫu	Cường độ nén ngâm trong nước vôi trong, (MPa)				Cường độ nén ngâm trong dung dịch sun phát, (MPa)			
		1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng	1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng
Bút Sơn PC40	X	39,2	43,1	45,6	47,8	41,8	43,7	46,5	29,6
60%X+40%BSF	BSF1	37,6	41,2	43,9	47,1	32,3	41,0	42,0	39,8
40%X+60%BSF	BSF2	34,5	40,2	42,6	46,5	32,1	39,1	41,2	41,1
SF = 5%	SF1	42,8	46,2	48,9	51,2	41,3	45,0	47,2	46,8
SF = 10%	SF2	46,1	51,3	52,8	53,8	43,2	48,1	50,1	49,2

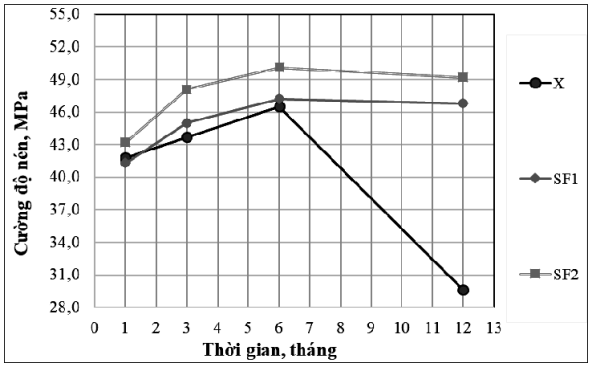


a) Mẫu vữa ngâm trong nước vôi b) Mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Hình 6. Cường độ nén mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng xỉ lò cao Hòa Phát



a) Mẫu vữa ngâm trong nước vôi



b) Mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Hình 7. Cường độ nén mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn thay thế bằng Silicafume (SF)

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 5 và Hình 6, 7 cho thấy:

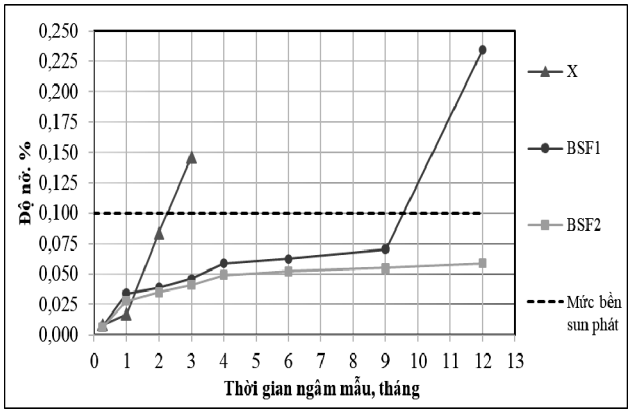
Cường độ nén các mẫu vữa ngâm trong nước vôi tiếp tục phát triển theo thời gian, cường độ nén mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát phát triển đến thời điểm 6 tháng, sau thời gian 6 tháng các mẫu vữa xi măng PC40 Bút Sơn được thay thế bởi xỉ lò cao, silicafume thay thế tăng thì cường độ nén mẫu trong dung dịch sun phát có xu hướng suy giảm cường độ càng ít.

4.2.2. Ảnh hưởng đến độ nở của vữa ngâm trong dung dịch sun phát

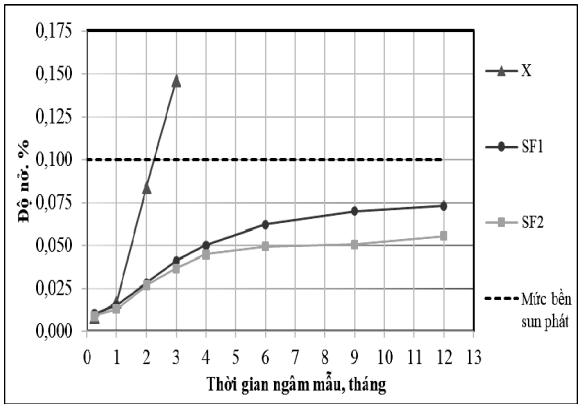
Bảng 6. Độ nở thanh vữa xỉ lò cao, silicafume thay thế PC40 Bút Sơn trong dung dịch sun phát

Chất kết dính	Ký hiệu mẫu	Độ nở thanh vữa trong dung dịch sun phát, (%)							
		1 tuần	1 tháng	2 tháng	3 tháng	4 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
Bút Sơn PC40	X	0,008	0,017	0,084	0,146	k	k	k	k
60%X+40%BSF	BSF1	0,006	0,034	0,039	0,046	0,059	0,063	0,071	0,235
40%X+60%BSF	BSF2	0,006	0,028	0,035	0,041	0,049	0,052	0,055	0,059
90%X+5%SF	SF1	0,010	0,015	0,028	0,041	0,050	0,062	0,070	0,073
90%X+10%SF	SF2	0,009	0,013	0,027	0,037	0,045	0,049	0,050	0,056

Ghi chú: "k" - Mẫu không xác định được.



a) PC40 Bút Sơn thay thế bằng xỉ lò cao



b) PC40 Bút Sơn thay thế bằng Silicafume

Hình 8. Độ nở thanh vữa xỉ lò cao, silicafume thay thế PC40 Bút Sơn trong dung dịch sun phát

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 6 và Hình 8 cho thấy:

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế xỉ lò cao Hòa Phát càng tăng thì độ nở càng giảm, với tỷ lệ thay thế từ 40% độ nở ở tuổi 6 tháng đạt 0,063% (< 0,1%), cường độ suy giảm so với mẫu đối chứng không đáng kể, đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát trung bình (Theo ACI 318-14).

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế t thay thế xỉ lò cao Hòa Lại 60% ở tuổi 12 tháng là 0,059% (< 0,1%) đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát cao (Theo ACI 318-14). Cường độ nén của mẫu trong vôi và dung dịch sun phát có sự suy giảm ít so với mẫu đối chứng.

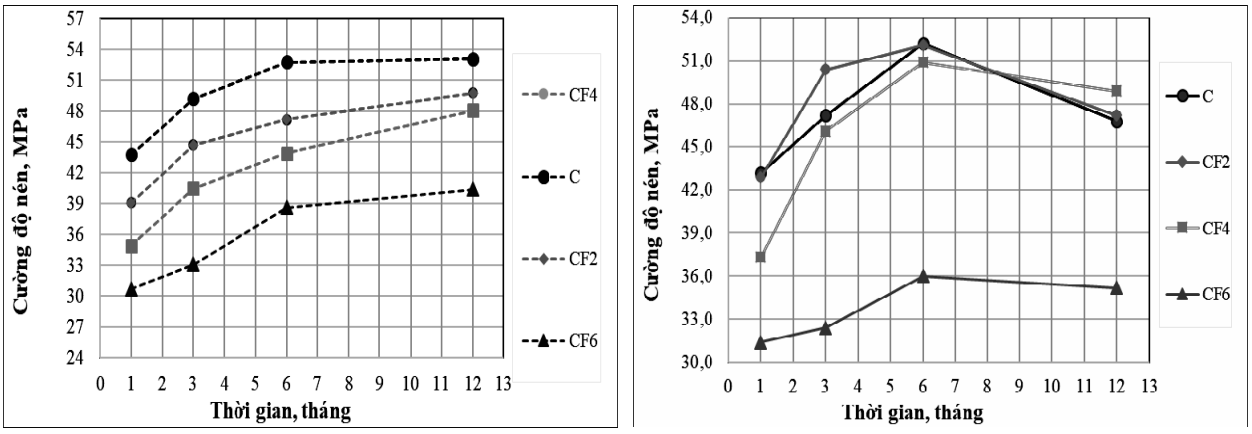
Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế silicafume càng tăng thì độ nở càng giảm, với tỷ lệ thay thế từ 5%, 10% độ nở ở tuổi 12 tháng đạt lần lượt là 0,073%, 0,056% (< 0,1%), cường độ tăng đáng kể so với mẫu đối chứng, độ nở đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát cao (Theo ACI 318-14).

4.5. Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế PC50 Cẩm Phả bằng tro tuyển Phả Lại (CF)

4.5.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế bằng tro tuyển Phả Lại đến cường độ nén của vữa

Bảng 7. Cường độ nén của các mẫu xi măng với tỷ lệ thay thế tro tuyển Phả Lại khác nhau

% PGK/CKD	Ký hiệu mẫu	Cường độ nén ngâm trong nước vôi trong, (MPa)				Cường độ nén ngâm trong dung dịch sun phát, (MPa)			
		1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng	1 tháng	3 tháng	6 tháng	12 tháng
0	C	43,8	49,2	52,8	53,1	43,2	47,2	52,2	46,8
FA = 20%	CF2	39,1	44,7	47,2	49,8	42,9	50,4	52,1	47,2
FA = 40%	CF4	34,9	40,5	43,9	48,1	37,3	46,1	50,9	48,9
FA = 60%	CF6	30,7	33,1	38,6	40,4	31,4	32,4	36,0	35,2



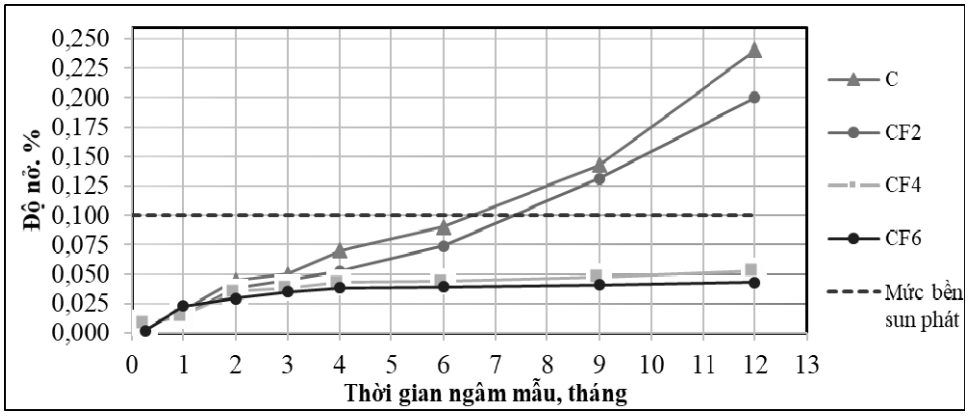
a) Mẫu vữa ngâm trong nước vôi b) Mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Hình 9. Cường độ nén mẫu vữa xi măng PC50 Cẩm Phả thay thế bằng tro tuyển Phả Lại

4.5.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế CF đến độ nở của vữa ngâm trong dung dịch sun phát

Bảng 8. Độ nở thanh vữa khi thay thế tro tuyển Phả Lại ngâm trong dung dịch sun phát

% PGK/CKD	Ký hiệu mẫu	Độ nở thanh vữa trong dung dịch sun phát, (%)							
		1 tuần	1 tháng	2 tháng	3 tháng	4 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
0	C	0,005	0,019	0,045	0,050	0,070	0,090	0,143	0,240
FA = 20%	CF2	0,007	0,015	0,039	0,045	0,053	0,074	0,131	0,200
FA = 40%	CF4	0,008	0,015	0,035	0,039	0,043	0,044	0,048	0,053
FA = 60%	CF6	0,002	0,023	0,030	0,035	0,038	0,039	0,041	0,043



Hình 10. Độ nở thanh vữa của tỷ lệ thay thế CF khác nhau ngâm trong dung dịch sun phát

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 7, 8 và Hình 9, 10 cho thấy:

Cường độ nén các mẫu vữa khi sử dụng xi măng PC50 Cẩm Phả làm mẫu đối chứng ngâm trong nước vôi tiếp tục phát triển theo thời gian, cường độ nén mẫu vữa ngâm trong dung dịch sun phát phát triển đến thời điểm 6 tháng, sau thời gian 6 tháng các mẫu có tỷ lệ tro tuyển Phả Lại thay thế tăng thì cường độ nén mẫu trong dung dịch sun phát có xu hướng suy giảm cường độ càng ít.

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế tro tuyển Phả Lại càng tăng thì độ nở càng giảm, mẫu đối chứng và khi sử dụng thay thế từ 20% tro tuyển Phả Lại độ nở ở tuổi 6 tháng đạt lần lượt 0,090% , 0,074%, 0,44%, 0,039% (< 0,1%), cường độ các mẫu có tỷ lệ thay thế 20%, 40% suy giảm so với mẫu đối chứng không đáng kể, cường độ các mẫu có tỷ lệ thay thế 60% suy giảm mạnh so với mẫu đối chứng, độ nở đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát trung bình (Theo ACI 318-14).

Độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng thay thế tro tuyển Phả Lại 40%, 60% ở tuổi 12 tháng lần lượt là 0,053% và 0,043% (< 0,1%) đạt yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng trong môi trường bền sun phát cao (Theo ACI 318-14), cường độ mẫu thay thế 40% suy giảm mạnh ít với mẫu đối chứng. Tuy nhiên cường độ mẫu thay thế 60% suy giảm mạnh so với mẫu đối chứng.

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nguyên vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu đã thực hiện, đề tài rút ra một số kết luận sau:

1. Sử dụng thay thế xi măng poóc lăng bằng phụ gia khoáng hoạt tính cho thấy hiệu quả làm giảm độ nở sun phát của thanh vữa. Phụ gia khoáng hoạt tính tro bay, xỉ lò cao, silicafume có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình và cao bằng cách thay thế xi măng bằng với tỷ lệ tối ưu mang lại hiệu quả nhất định.

2. Khi thay thế silicafume với tỷ lệ 5%, 10% có thể chế tạo chất kết dính đạt yêu cầu chất kết dính bền sun phát cao (theo ACI 318-14).

3. Khi thay thế xi măng PC40 Bút Sơn (mẫu đối chứng đã bị nứt, cong vênh không xác định được ở tuổi 4 tháng) bằng tro bay 20% và xỉ lò cao 40% trở lên thì có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình, cường độ nén suy giảm so với mẫu đối chứng ít.

4. Khi thay thế PC40 Bút Sơn bằng tro bay 50%, 60% thì có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát cao, tuy nhiên cường độ nén suy giảm so với mẫu đối chứng mạnh, cần có thêm nghiên cứu sâu khi lựa chọn tỷ lệ này.

5. Khi thay thế xi măng PC50 Cẩm Phả bằng tro bay 0%, 20% trở lên thì có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát trung bình, cường độ nén suy giảm so với mẫu đối chứng ít.

6. Khi thay thế xỉ lò cao 60% thì có thể chế tạo chất kết dính bền sun phát cao, cường độ nén suy giảm so với mẫu đối chứng ít, cần có thêm nghiên cứu sâu về việc ứng dụng phụ gia khoáng này trong việc chế tạo chất kết dính bền sun phát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Trọng Lâm, Đào Đình Khánh (2015), *"Nghiên cứu độ bền sun phát của xi măng pooc lăng hỗn hợp sử dụng phụ gia khoáng tro bay",* Tạp chí Khoa học Cômg nghệ Xây dựng, Số 25

[2] Mai Văn Thanh (2003), "*Nghiên cứu xi măng Poóc lăng bền sun phát cao chứa Bari*", Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội

[3] Trần Văn Sơn (2021), *"Khảo sát ảnh hưởng của loại xi măng và phụ gia khoáng hoạt tính đến độ bền sun phát của chất kết dính",* Luận văn thạc sĩ kỹ thuật vật liệu, Đại học Xây dựng Hà Nội

[4] TCVN 7711 (2013), "*Xi măng Poóc lăng hỗn hợp bền sun phát*"

[5] ASTM C1012 (2010), *"Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution"*

[6] ACI 318 (2014), "*Building Code Requirementsfor Structural Concrete"*

[7] J. Skalny, J. Marchand and I. Odler (2003), *Sulfate Attack on Concrete*, Spon Press

[8] Adam Nevill (2004), "*The confused world of sulfate attack on concrete*", A and M Nevill Engineering, 24 Gun Wharf, 130 Wapping High Street Lodon

[9] K. Torii, K. Taniguchi and M. Kawamura (1994), "*Sulfate resistance of high fly ash content concrete*", Department of Civil Engineering, Kanazawa University, Z-40-20 Kodatsuno, Kanazawa, Japan

[10] F. Irassar, A. Di Maio and O.R. Batic (1994), "*Sulfate attack on concrete with mineral admixtures*", Facultad de Ingenieria, Universidad National de1 Centro 7400-Olavarria, Argentina, Laboratorio CIC-LEMIT 52 entre 121 y 122, 1900-La Plata, Argentina

[11] Tarek Salluom (2007), "*Thesis Effect of fly ash replacement on Alkali and Sulphate resistance of Mortars*" A Thesis in the Department of Building, Civil, and Enverionmental Engineering, Concordia University Montreal, Quebec, Canada

[12] A. Bonakdar, B. Mobasher (2009), "*Multi-parameter study of external sulfate attack in blended cement materials*", Department of Civil and Enverionmental Engineering, Arizona State University, Tempe, AZ85287, USA

[13] Zanqun Liu, Dehua, Deng, Geert De Schutter, Zhiwu Yu (2011), "*Chemical sulfate attack performance of partially exposed cement and cement + fly ash paste*", school of Civil Engineering, Central South University, Changsha, Human 4170075, PR China

[14] H. T. Cao, L. Bucea, A. Raf & S. Yozghatlian (1997), "*The effect of cement composition and pH of environment on sulfate resistance of Portland cements and blended cements*", "CSIRO, Division of Building, Construction and Engineering, PO Box 310, North Ryde, NSW 2113, Australia 'Department of Materials Science, University of Technology, Sydney, NSW, Australia

[15] Prasad*, D.K. Jain and A.K. Ahuja (2006), "*Factors influencing the sulphate resistance of cement concrete and mortar*", Department of Civil Engineering, I.I.T.R., Roorkee, India

[16] M. Sahamaran, O. Kasap, K. Duru, I.O. Yaman (2007), "*Effects of mix composition and water-cement ratio on the sulfate resistance of blended cements*", Department of Civil Engineering, Middle East Technical University, 60531 Ankara, Turkey

[17] C. D. Lawrence (1990), "*Sulphate attack on concrete*", Magazine of Concrete Research, British Cement Assocation

[18] Shoichi Ogawa, Hikotsugu Hyodo, Hirhoshi Hirao, Kazuo Yamada, Atsushi Matsui, Doug Hooton (2008), "*Sulfate resistance improvement of blended cement based on ground granulated blast furnace slag*", ACF International Conference

[19] Mark Whittaker (2015), "*Current knowledge of external sulfate attack*", PhD student, Institute for Resilient Infrastructure, School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds, UK

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TRO XỈ CỦA CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN TKV LÀM NỀN ĐƯỜNG

RESEARCH ON USING ASH FROM TKV THERMAL POWER PLANTS AS MATERIALS FOR ROAD

TS. Lê Phượng Ly[1], ThS Lê Thuận An[2]
[1,2]Viện khoa học công nghệ xây dựng, Email: lephuongly.ibst@gmail.com, thuanan82@gmail.com

TÓM TẮT: Việc phát triển cơ sở hạ tầng đòi hỏi khối lượng vật liệu làm nền đường lớn, tiêu thụ nhiều tài nguyên thiên nhiên. Hiện nay việc sử dụng xỉ thải trong công tác đắp nền đường được coi là biện pháp khả thi nhằm giải phóng bãi thải, bảo vệ môi trường và bảo vệ tài nguyên đất. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu gia cố đất bằng tro xỉ thải của các nhà máy nhiệt điện TKV. Nghiên cứu cho thấy có thể thay thế 50% hỗn hợp đất địa phương bằng tro xỉ mà các tính chất kỹ thuật về cường độ và mô đun đàn hồi vẫn đạt yêu cầu chất lượng vật liệu sử dụng làm kết cấu áo đường, thay thế cho kết cấu áo đường truyền thống. Khi sử dụng hỗn hợp tro xỉ thải, các giá trị đặc trưng cơ học của đất gia cố (cường độ chịu nén, cường độ kéo khi ép chẻ và mô đun đàn hồi) tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng tro bay. Cường độ chịu nén của các mẫu đạt trên 3 MPa khi sử dụng 50% tro xỉ để gia cố đất.

TỪ KHÓA: tro xỉ thải, đường giao thông, cường độ chịu nén độ bền ép chẻ, mô đun đàn hồi.

ABSTRACT: *The development of infrastructure uses a large amount of backfill soil, so it uses a lot of natural resources. At present, the use of waste slag in road embankment has been proven as a feasible measure to clear the landfill and protect the environment. This paper show the results of research on soil reinforcement with fly ash from TKV thermal power plants for pavement structure and using a mixture of ash and slag to make roadbeds. The study shows that it is possible to replace to 50% of the local soil mixture with ash and slag while the technical properties of strength and elastic modulus still meet the quality requirements of materials used for pavement structure, replace the traditional pavement structure. The results also show that waste ash can be used as a road bed. When using a mixture of waste ash and slag, the mechanical characteristic values of the reinforced soil (compressive strength, tensile strength and elastic modulus) are high, increasing proportionally to the fly ash content. The compressive strength of the samples reached over 3 MPa when using 50% ash to reinforce the soil.*

KEYWORDS: *ash, roads, compressive strength, tensile strength, elastic modulus.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc phát triển cơ sở hạ tầng đòi hỏi khối lượng vật liệu làm nền đường lớn, tiêu thụ nhiều tài nguyên thiên nhiên. Nghiên cứu sử dụng tro xỉ làm vật liệu gia cố móng, nền đường giao thông là một phương án có tính khả thi cao vì vừa giải quyết được lượng phế thải vừa đáp ứng được yêu cầu vật liệu tại chỗ, giảm chi phí vận chuyển. Tập đoàn TKV đã xác định mục tiêu chiến lược là nghiên cứu sử dụng tro xỉ các nhà máy nhiệt điện làm vật liệu xây dựng và các mục đích khác nhằm giải phóng diện tích bãi thải và nâng cao hiệu quả kinh tế của sản xuất.

Theo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030 (Quy hoạch điện VII), Việt Nam đã xác định nhiệt điện (chiếm đa số là nhiệt điện đốt than) làm trọng tâm phát triển nguồn điện. Công suất nhiệt điện than năm 2020 là 36.000 MW, chiếm 48%

cơ cấu nguồn điện; và công suất nhiệt điện than năm 2030 là 75.000 MW, chiếm 51% cơ cấu nguồn điện. Nếu so với tổng công suất các nhà máy điện than của cả nước năm 2010 là 4.250 MW, chỉ trong vòng 10 năm, tổng công suất các nhà máy điện than tăng gấp 8,5 lần và sau 20 năm tăng gấp 17,6 lần.

Theo quy hoạch điện VII này thì nhu cầu than để vận hành 36.000 MW công suất các nhà máy nhiệt điện năm 2020 là 67 triệu tấn than/năm, và để vận hành 75.000 MW công suất các nhà máy nhiệt điện năm 2030 là 171 triệu tấn than/năm. Tro xỉ phế thải, là chất rắn thu được sau khi đốt than. Theo công nghệ đốt, tro xỉ gồm có 2 loại là tro bay và tro đáy. Trung bình lượng tro bay và tro đáy tạo ra là 35% đối với lò hơi công nghệ CFB và 9,5 % đối với lò hơi công nghệ PC, so với than nhiên liệu, lượng tro bay và tro đáy từ các nhà máy nhiệt điện than năm 2020 là 20,5 triệu tấn và năm 2030 là 48 triệu tấn.

Tại Việt Nam, thời kỳ 1960, Bộ môn Đường của Trường ĐHXD, Viện KHCN GTVT đã áp dụng gia cố đất bằng phụ gia vôi, xi măng để xây dựng nền đường cho một số đường ở miền Bắc như Hà Bắc, Hà Nội. Từ những năm 1984 Bộ Giao thông Vận tải đã ban hành Quy trình sử dụng đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ trong xây dựng đường (Ban hành kèm theo quyết định số 2916/KHKT ngày 21/12/1984). Từ sau năm 2000, công nghệ làm móng và áo đường giao thông bằng đất gia cố đã được đưa vào Việt Nam. Một số địa phương đã ứng dụng thử nghiệm: Tây Ninh, Đồng Tháp, Hưng Yên, Bắc Giang, Đường tuần tra biên giới (Bộ Quốc Phòng), Đăk Lăk…

Những năm gần đây Bộ GTVT, Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng, Đại học Giao thông Vận tải… đã có những công trình nghiên cứu gia cố đất bằng phụ gia vôi, xi măng, và có bổ sung các hóa chất khác. Kết quả nghiên cứu thí điểm xây dựng một số đoạn đường ở Đồng bằng Sông Cửu Long, Trà Vinh. Các nghiên cứu và ứng dụng đã thực hiện tại Việt Nam nêu trên cho thấy việc thi công nền đường bằng hỗn hợp đất gia cố xi măng và tro bay là có cơ sở và có tính khả thi. Hiện nay, cùng với sự phát triển của xã hội, nhu cầu thi công xây dựng mới các tuyến đường cũng tăng nhanh đáng kể. Vấn đề tận dụng nguồn vật liệu địa phương trong cải tạo, gia cố, thi công mới đường giao thông trở thành vấn đề rất được quan tâm vì khối lượng vật liệu làm nền đường và các vật liệu khác với công trình giao thông là rất lớn. Do đó, cải tạo đất tại chỗ làm nền móng đường thay thế các vật liệu truyền thống đang rất được quan tâm.

Trong nghiên cứu dưới đây, nhóm thực hiện trình bày kết quả nghiên cứu gia cố đất Hải Dương và Mạo Khê bằng xi măng tro bay làm áo đường giao thông, nền đường. Kết quả nghiên cứu nằm trong khuôn khổ hợp tác giữa Tập đoàn TKV và Viện Chuyên ngành Bê tông.

2. VẬT LIỆU

Xi măng được sử dụng trong nghiên cứu là PC40 Nghi Sơn có khối lượng riêng 3,1 g/cm^3, độ dẻo tiêu chuẩn 28%, độ ổn định thể tích 0,7%. Cường độ chịu kéo khi uốn các tuổi 3, 7, 28 ngày lần lượt là 7,5 MPa, 8,0 MPa, 9,3 MPa. Cường độ chịu nén các tuổi 3, 7, 28 ngày lần lượt là 31,1 MPa, 45,0 MPa, 47,0 MPa.

Đất sử dụng trong nghiên cứu gồm 02 mẫu là đất lấy tại Mạo Khê (ký hiệu D1) và đất lấy tại Hải Dương (ký hiệu D2). Hai mẫu đất được lấy ở độ sâu 0,5 đến 1m. Đất có màu xám vàng trạng thái nửa cứng, tính dẻo trung bình.

Các đặc trưng cơ lý cúa mẫu D1: Hàm lượng hạt cát 66,6 %; Hàm lượng hạt bụi 11,7%; Hàm lượng hạt sét 23,6 %; Khối lượng thể tích 1,69g/cm³; Độ ẩm tự nhiên 5,6 %; Hệ số rỗng 0,681; Chỉ số dẻo 11%; Độ ẩm tốt nhất 12,4 %; Khối lượng thể tích khô 2,035 g/cm³;

Các đặc trưng cơ lý cúa mẫu D2: Hàm lượng hạt cát 64,5 %; Hàm lượng hạt bụi 12,4 %; Hàm lượng hạt sét 25,1 %; Khối lượng thể tích 1,72 g/cm³; Độ ẩm tự nhiên 7 %; Hệ số rỗng 0,677; Chỉ số dẻo 12%; Độ ẩm tốt nhất 10,11 %; Khối lượng thể tích khô 1,945 g/cm³;

Thành phần hóa của các mẫu đất này được trình bày trong các bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa

STT	Số hiệu mẫu		Thành phần hóa học (%)				
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MKN	Tổng
1	D1	88,44	0,47	7,37	1,39	2,34	100,00
2	D2	88,23	0,51	7,18	1,52	2,56	100,00

Nghiên cứu sử dụng xi măng kết hợp tro bay gia cố đất làm móng đường giao thông được thực hiện với tro bay từ nhà máy nhiệt điện Đông Triều (ĐT) và nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả (CP). Tính chất của tro được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Tính chất của tro bay

TT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả	
			ĐT	CP
1	Tổng hàm lượng ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$)	%	85,34	84,5
2	Hàm lượng SO_3	%	1,52	0,59
3	Hàm lượng mất khi nung	%	6,66	10,09
4	Hàm lượng CaO_{td}	%	0	0
5	Hàm lượng ion clo (Cl^-)	%	0,01	0,02
6	Hàm lượng kiềm có hại tính theo lượng Na_2O tương đương ($Na_2O + 0,658K_2O$)	%	0,35	0,24

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu về đất gia cố xi măng cho thấy việc gia cố đất bằng xi măng có hiệu quả từ lượng dùng 4% xi măng trên tổng khối lượng đất gia cố khô. Trong nghiên cứu này, nhóm thực hiện khảo sát hàm lượng chất kết dính để gia cố đất với hàm lượng 4%, 6%, 8%.

Các nghiên cứu sơ bộ cho thấy độ ẩm tối ưu của mẫu đạt được tại 6%, đây là vùng cho khối lượng thể tích khô của đất gia cố cao nhất. Do đó, trong nghiên cứu này, mẫu thí nghiệm được tạo hình tại độ ẩm tối ưu 6%.

Bảng 3. Cường độ nén của mẫu

Ký hiệu mẫu	Cường độ chịu nén (MPa) sau thời gian bảo dưỡng		
	7 ngày	14 ngày	28 ngày
D1X4	1,32	1,57	1,70
D1X6	1,98	2,29	2,44
D1X8	2,69	2,97	3,05
D1	0,94	0,94	0,94
D2X4	1,09	1,27	1,37
D2X6	1,40	1,80	1,93
D2X8	2,39	2,59	2,84
D2	0,84	0,84	0,84

Cường độ nén của mẫu đất D1 và D2 khi gia cố xi măng với hàm lượng xi măng lần lượt là 4, 6, 8 % được trình bày trong bảng 3. Kết quả cho thấy khi không gia cố chất kết dính thì cường độ nén của mẫu đất đạt nhỏ hơn 1,5 MPa, không đảm bảo yêu cầu làm lớp móng dưới của đường (trong mọi trường hợp). Khi gia cố 4% xi măng với mẫu sử dụng đất D1, 6% xi măng với mẫu sử dụng đất D2 thì cường độ nén tại 14 ngày đạt lớn hơn 1,5 MPa, đủ điều kiện làm lớp móng dưới của đường.

Kết quả bảng 3 cũng cho thấy tác dụng của chất kết dính đến sự phát triển cường độ của mẫu nén. Với mẫu đối chứng thì cường độ nén của mẫu là không đổi theo tuổi mẫu. Mẫu có gia cố xi măng thì cường độ nén của mẫu tăng theo tuổi mẫu. Nhìn chung, mẫu có gia cố xi măng thì cường độ nén của tuổi 14 ngày tăng 1,1 đến 1,2 lần so với tuổi 7 ngày và tuổi 28 ngày cường độ nén đạt 1,1 lần so với tuổi 14 ngày.

Với đất D1, khi tăng lượng xi măng gia cố từ 4% lên 8% thì cường độ nén của mẫu ở các tuổi 7, 14, 28 tăng tương ứng 1,6 đến 3,2 lần so với mẫu chưa gia cố.

Với đất D2, khi tăng lượng xi măng gia cố từ 4% lên 8% thì cường độ nén của mẫu ở các tuổi 14 tăng tương ứng 1,4 đến 2,7 lần so với mẫu chưa gia cố; các mẫu ở tuổi 28 ngày tăng 1,4 đến 3,0 lần so với mẫu chưa gia cố. Như vậy, hàm lượng sét trong đất cũng ảnh hưởng đến sự gia tăng các giá trị đặc trưng của đất được gia cố, hàm lượng sét trong đất càng cao thì các giá trị đặc trưng cơ học của mẫu gia cố càng giảm.

Kết quả tại bảng 3 cho thấy với hàm lượng 6% xi măng gia cố thì mẫu đất gia cố đã đạt giá trị cường độ nén tối thiểu để làm lớp móng đường ở tuổi 14 ngày. Nhưng để đạt cường độ giới hạn yêu cầu để thỏa mãn làm lớp móng trên (3 MPa) thì các mẫu đến 8% xi măng vẫn chưa đạt ở tuổi 14 ngày.

Để so sánh hiệu quả của việc sử dụng tro bay ĐT và CP trong cấp phối bê tông đất gia cố xi măng và tro bay được tiến hành với cấp phối có 10% chất kết dính. Trong đó với mẫu sử dụng tro bay thì hàm lượng tro bay sử dụng chiếm 50% chất kết dính. Chi tiết cấp phối thí nghiệm được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Cấp phối thí nghiệm

Ký hiệu mẫu	Thành phần	Hàm lượng chất kết dính, %	Cấp phối, % khối lượng, tại độ ẩm 0%		
			Tro	Xi măng	Đất
D1X10	10% XM + 90% D1	10	-	10	90
D2X10	10% XM + 90% D2	10	-	10	90
D1 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT+50%XM) + 90% D1	10	5	5	90
D2 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT+50%XM) + 90% D2	10	5	5	90
D1 - CP	10% CKD (50% tro CP+50%XM) + 90% D1	10	5	5	90
D2 - CP	10% CKD (50% tro CP+50%XM) + 90% D2	10	5	5	90

Tro bay là một loại phụ gia khoáng có hoạt tính. Một số nghiên cứu tham khảo cho thấy phụ gia tro bay có tác dụng làm giảm nhiệt thủy hóa, giảm phân tầng, giảm tính thấm nước, tăng độ bền của bê tông, đặc biệt trong môi trường bị ăn mòn. Đối với sét có tính dẻo cao sẽ làm giảm sự co ngót và nứt nẻ trong quá trình đóng rắn. Tuy nhiên, hoạt tính của tro bay thể hiện ở tuổi dài ngày.

Bảng 5. Cường độ nén của mẫu ở 14 ngày tuổi

Ký hiệu mẫu	Thành phần	Cường độ nén, MPa
D1X10	10% XM + 90% D1	3,4
D2X10	10% XM + 90% D2	3,1
D1 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT+50%XM) + 90% D1	3,3
D2 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT+50%XM) + 90% D2	3
D1 - CP	10% CKD (50% tro CP+50%XM) + 90% D1	3,1
D2 - CP	10% CKD (50% tro CP+50%XM) + 90% D2	2,7

Bảng 5 trình bày kết quả thí nghiệm cường độ nén của mẫu gia cố đất bằng 10% chất kết dính. Kết quả thí nghiệm cho thấy với lượng dùng xi măng gia cố đất là 10% khối lượng khô thì các cấp phối đất D1X10 và D2X10 gia cố 10% xi măng đều thỏa mãn cường độ giới hạn yêu cầu. Trong đó D1X10 có giá trị cường độ nén tại 14 ngày tuổi cao hơn so với D2X10. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả thí nghiệm cường độ nén của mẫu khi gia cố xi măng với tỷ lệ từ 4 đến 8%.

Khi thay thế 50% chất kết dính bằng tro bay thì cường độ nén của mẫu có giảm nhưng không đáng kể. Các mẫu thay thế 50% xi măng bằng tro bay Đông Triều đều cho kết quả xấp xỉ. Các mẫu sử dụng tro bay Phả Lại có cường độ nén đạt khoảng 90% so với mẫu đối chứng.

Bảng 6 trình bày kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ của mẫu gia cố đất bằng 10% chất kết dính. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu đều thỏa mãn cường độ kéo khi ép chẻ yêu cầu để làm lớp móng trên của đường (không nhỏ hơn 0,35 MPa).

Bảng 6. Cường độ kéo khi ép chẻ của mẫu ở 14 ngày tuổi

Ký hiệu mẫu	Thành phần	Cường độ kéo khi ép chẻ, MPa
D1	10% XM + 90% D1	0,44
D2	10% XM + 90% D2	0,4
D1 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT + 50%XM) + 90% D1	0,42
D2 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT + 50%XM) + 90% D2	0,38
D1 - CP	10% CKD (50% tro CP + 50%XM) + 90% D1	0,39
D2 - CP	10% CKD (50% tro CP + 50%XM) + 90% D2	0,35

Bảng 7. Mô đun đàn hồi của mẫu ở 14 ngày tuổi

Ký hiệu mẫu	Thành phần	Mô đun đàn hồi Eđn, MPa
D1X10	10% XM + 90% D1	1.074,04
D2X10	10% XM + 90% D2	1.080,38
D1 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT + 50%XM) + 90% D1	1.136,41
D2 - ĐT	10% CKD (50% tro ĐT + 50%XM) + 90% D2	1.201,66
D1 - CP	10% CKD (50% tro CP + 50%XM) + 90% D1	1.114,93
D2 - CP	10% CKD (50% tro CP + 50%XM) + 90% D2	1.191,23

Bảng 7 cho thấy khi thay thế 50% xi măng bằng tro bay thì mô đun đàn hồi của mẫu không giảm. Điều này thể hiện việc thay thế tro bay vào thành phần chất kết dính để gia cố đất là hợp lý.

Để tiêu thụ được lượng tro xỉ như một loại vật liệu san lấp, đồng thời đảm bảo hiệu quả kỹ thuật của việc gia cố đất bằng chất kết dính, nhóm thực hiện đã thí điểm xác định tính chất của hỗn hợp đất gia cố chất kết dính và tro xỉ với tỷ lệ Xi măng:tro xỉ:đất là 10:50:40 và 0:50:50. Tỷ lệ sử dụng của hỗn hợp tro xỉ tương đương tro bay:tro đáy là 50:50. Kết quả thí nghiệm cấp phối trên với đất D1 cho trong bảng 8.

Bảng 8. Cường độ của mẫu ở 14 ngày tuổi

Ký hiệu mẫu	Cường độ nén, MPa	Cường độ kéo khi ép chẻ, MPa
X10ĐT50	3,2	0,37
X10CP50	3,1	0,36
X10CN50	2,8	0,33
X0ĐT50	3,7	0,35
X0CP50	3,5	0,33
X0CN50	3,1	0,30

Kết quả bảng 8 cho thấy có thể sử dụng các loại tro xỉ với tỷ lệ đến 50% khối lượng vật liệu san nền mà các tính chất về cường độ của vật liệu vẫn đảm bảo mức sử dụng để làm lớp móng dưới của tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng cho đường cao tốc, đường cấp I, cấp II hoặc lớp mặt có láng nhựa. Việc sử dụng lượng lớn tro xỉ này có thể nhanh chóng giải phóng bãi thải hơn so với phương án chỉ sử dụng tro bay thay thế một phần chất kết dính.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Sử dụng tro xỉ thải làm vật liệu thi công đường giao thông là hướng nghiên cứu phù hợp, tạo tiền đề, cơ sở kỹ thuật giúp giải quyết một lượng lớn phế thải của các nhà máy nhiệt điện đốt than.

Tro bay và tro đáy sử dụng trong nghiên cứu này là các loại tro bay và tro đáy lấy trực tiếp tại nhà máy chưa qua xử lý. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi gia cố nguồn vật liệu đất tại chỗ bằng xi măng tro bay các giá trị đặc trưng cơ học của đất gia cố tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng xi măng tro bay.

Với lượng chất kết dính gia cố đất là 10%, có thể thay thế 50% chất kết dính bằng tro bay mà chỉ tiêu về cường độ và mô đun đàn hồi vẫn đạt yêu cầu chất lượng vật liệu sử dụng làm kết cấu áo đường, thay thế cho kết cấu áo đường truyền thống. Đồng thời, nếu thay thế 50% hỗn hợp đất địa phương bằng hỗn hợp tro xỉ thì cường độ nén không nhỏ hơn 3,1 MPa, cường độ kéo khi ép chẻ không nhỏ hơn 0,30 MPa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Mạnh Thủy, Ngô Tấn Phong, *Một số kết quả gia cố đất yếu khu vực quận 9, TP HCM bằng vôi, xi măng*, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM - Science & Technology Development, Vol 10, No.10 - 2007

[2] Nguyễn Mạnh Thủy, Vũ Đức Tuấn, *Một số kết quả nghiên cứu gia cố vật liệu đất tại chỗ bằng xi măng tro bay làm móng trong kết cấu áo đường tại tỉnh Tây Ninh* - Khoa Kỹ thuật Địa Chất & Dầu Khí, Đại học Bách Khoa TP.Hồ Chí Minh, Việt Nam, Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng tổng hợp Tây Ninh, Việt Nam

[3] GS.TS Phạm Huy Khang, *Công nghệ mới trong xây dựng mặt đường,* Trường Đại học giao thông vận tải - Khoa Công trình

[4] ThS. Trương Thị Kim Xuân, *Nghiên cứu chế tạo bê tông nghèo xi măng có sử dụng phế thải của công nghiệp khai thác và gia công đá trong xây dựng đường giao thông nông thôn,* Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Kiến Trúc Hà Nội

[5] Phan Hữu Duy Quốc, *Nghiên cứu việc sử dụng tro xỉ than thải từ các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam*, Viện Khoa học Công nghiệp, Đại Học Tokyo, Nhật Bản

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO XI MĂNG CÓ KHỐI LƯỢNG RIÊNG LỚN

RESEARCH MANUFACTURING OF HIGH DENSITY CEMENT

TS. Lê Phượng Ly[1], ThS Lê Thuận An[2]
[1,2]Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: [1]lephuongly.ibst@gmail.com, [2]thuanan82@gmail.com

TÓM TẮT: Bê tông siêu nặng ứng dụng làm vật liệu chống phóng xạ trong các nhà máy điện hạt nhân và trong các phòng có sử dụng máy chiếu tia Rơn-ghen, thi công các cấu kiện làm đối trọng như trong công trình biển, các cấu kiện chắn sóng… Để chế tạo bê tông siêu nặng cần sử dụng kết hợp hai hướng sử dụng xi măng và cốt liệu có khối lượng riêng lớn, đồng thời tăng độ đặc chắc của bê tông. Nghiên cứu trình bày dưới dây đã cho thấy bằng phương pháp hoạt hoá cơ - hoá, có thể chế tạo được xi măng có khối lượng riêng lớn trên cơ sở xi măng poóc lăng và nguồn nguyên liệu quặng có khối lượng riêng lớn có trong nước. Loại xi măng này có cường độ tương đương xi măng ban đầu, với lượng nước tiêu chuẩn giảm khoảng 40% đến 50% và khối lượng riêng tăng khoảng 15% đến 17% so với xi măng poóc lăng.

TỪ KHÓA: Xi măng, bê tông siêu nặng.

ABSTRACT: *Heavy concrete is used as an anti-radiation material in nuclear power plants and in rooms with Ro-gen beam projectors, construction of counterweight components in marine structures, breakwaters, etc. Heavy concrete needs to use two directions using cement and aggregates with high density, and reducing the amount of voids of concrete. The research presented below has shown that by chemical-mechanical activation method, it is possible to produce high density cement based on Portland cement and sources of high density materials. This type of cement has the same strength as the original cement, with a 40% to 50% reduction in water requirement and a 15% to 17% increase in density compared to Portland cement.*

KEYWORDS: *Cement, heavy concrete.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông là loại vật liệu đá nhân tạo được ứng dụng phổ biến trong các công trình xây dựng. Phân loại theo khối lượng thể tích thì yêu cầu bê tông siêu nặng có khối lượng thể tích không nhỏ hơn 2.500 kg/m³. Bê tông siêu nặng ứng dụng làm vật liệu chống phóng xạ trong các nhà máy điện hạt nhân và trong các phòng có sử dụng máy chiếu tia Rơn-ghen, thi công các cấu kiện làm đối trọng như trong công trình biển, các cấu kiện chắn sóng…

Trong bê tông, cốt liệu là thành phần chính, nó chiếm tỷ trọng lớn nhất, nên sử dụng cốt liệu có khối lượng riêng lớn trong bê tông là hướng mang lại hiệu quả làm tăng khối lượng thể tích của bê tông cao nhất. Còn xi măng chiếm tỷ trọng ít hơn nên việc sử dụng chất kết dính có khối lượng riêng lớn để chế tạo bê tông siêu nặng mang lại hiệu quả thấp hơn khi dùng với các loại cốt liệu thông thường. Cho nên, để tận dụng hết khả năng tăng khối lượng thể tích của bê tông cần sử dụng kết hợp hai hướng sử dụng xi và cốt liệu có khối lượng riêng lớn, đồng thời tăng độ đặc chắc của bê tông. Vì vậy, nghiên cứu sản xuất xi măng có khối lượng riêng lớn trên cơ sở các loại vật liệu có sẵn ở nước ta để chế tạo bê tông siêu nặng là cần thiết.

Nghiên cứu [1] cho thấy xi măng có lượng cần nước thấp có những ưu điểm so với xi măng truyền thống do sự hình thành lỗ rỗng trong đá xi măng giảm xuống từ 25% tới 40%, kích thước các lỗ rỗng được thu nhỏ lại, cấu trúc vùng chuyển tiếp của hạt xi măng với bề mặt cốt liệu tăng lên từ 1,3 đến 2 lần. Đồng thời, phản ứng Puzơlanic xảy ra nhanh hơn từ 3 tới 6 lần. Bê tông sử dụng xi măng có lượng cần nước thấp có cường độ cao và có đặc tính thi công tốt hơn so với bê tông có cùng độ sụt sử dụng xi măng truyền thống. Đây là một yếu tố cần thiết để nâng cao hiệu quả sử dụng của xi măng có khối lượng riêng lớn trong bê tông siêu nặng.

Nghiên cứu dưới đây đánh giá ảnh hưởng của một số yếu tố đến tính chất của xi măng có khối lượng riêng lớn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Xi măng được sử dụng trong nghiên cứu là PC40 Bút Sơn có khối lượng riêng 3,1 g/cm³, độ dẻo tiêu chuẩn 29,6%, độ ổn định thể tích 0,6%, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết lần lượt là 110 phút và 200 phút. Cường độ chịu nén các tuổi 3, 28 ngày lần lượt là 21,1 MPa, 41,0 MPa.

Quặng Barit sau khi khai thác được đem đập nhỏ, sau đó, sàng phân loại thành các cỡ hạt: 0,14 - 20 mm. Các cỡ hạt từ 0,14 - 5 mm được phân loại và phối hợp với nhau theo một tỷ lệ thích hợp dùng làm cát để chế tạo bê tông và vữa trát. Các cỡ hạt từ 5 - 20 mm được phân loại và phối hợp với nhau theo tỷ lệ thích hợp dùng làm cốt liệu lớn để chế tạo bê tông. Riêng cỡ hạt dưới 0,14 mm sau khi gia công từ đá gốc được loại bỏ vì ở cỡ hạt này thường chứa các hạt mềm, các tạp chất lẫn vào quặng. Barit dùng làm phụ gia trơ trong xi măng được nghiền từ cỡ hạt 10 - 20mm đến cỡ hạt lọt qua sàng 1,25 mm. Khối lượng riêng của barit là 4,42 g/cm³.

Inmenit dùng trong đề tài là Inmenit Hà Tĩnh, loại có từ tính và có khối lượng riêng: 4,7 g/cm³.

Phụ gia siêu dẻo sử dụng trong nghiên cứu là Mighty - 100 của hãng Kao Nhật Bản. Đây là loại phụ gia dạng bột, màu nâu, pH = 9,0, tan tốt trong nước.

Cát sử dụng trong thí nghiệm với vữa thử cường độ xi măng là cát tiêu chuẩn phù hợp tiêu chuẩn TCVN 139-91.

Cốt liệu sử dụng cho vữa và bê tông siêu nặng được chế tạo từ quặng Barit. Các cỡ hạt của quặng sau khi được làm sạch, phân loại, được đem phối hợp. Cốt liệu lớn có khối lượng thể tích 2,72 g/cm³.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành với các mẫu xi măng được chế tạo bằng cách nghiền chung xi măng poóc lăng (X) và phụ gia trơ Barit (B) hoặc Inmenit (E). Để biểu thị thành phần cấp phối và thời gian nghiền, sử dụng ký hiệu chung cho các loại xi măng là:

XE - a - b - t.

XB - a - b - t.

Với: XE, XB: ký hiệu mẫu xi măng nghiền cùng Inmenit hoặc Barit.

a: hàm lượng phần trăm theo khối lượng của Inmenit hoặc Barit có trong mẫu;

b: hàm lượng phần trăm theo khối lượng xi măng của phụ gia siêu dẻo có trong mẫu;

t: thời gian nghiền.

3.1. Tỷ diện bề mặt

Kết quả xác định tỷ diện bề mặt trên các mẫu có thời gian nghiền chung là 30 phút, lượng dùng phụ gia siêu dẻo tăng từ 0%, 1,0%, 1,5%, lượng dùng Barit hoặc Inmenit chiếm 50% khối lượng hỗn hợp. Mẫu sử dụng barit có tỷ diện tích bề mặt lớn hơn so với các mẫu sử dụng là Inmenit. Hai mẫu xi măng XB-50-1,5-30 (8186 cm^2/g), XE-50-1,5-30 (5833cm^2/g), có độ mịn cao hơn hẳn so với mẫu XB-50-0-30 (6251cm^2/g), XE-50-0-30 (4395 cm^2/g). Điều này có thể do độ cứng theo thang Mohr của Inmenit (5-6) cao hơn của Barit (3-3,5).

3.2. Khối lượng riêng

Ảnh hưởng của phụ gia đến khối lượng riêng của xi măng được nghiên cứu trên một số mẫu có thời gian nghiền 30 phút. Kết quả trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Khối lượng riêng của xi măng

Mẫu	Ký hiệu	γ_a (g/cm^3)	Mẫu	Ký hiệu	γ_a (g/cm^3)
1	XE-20-0-30	3,15	6	XB-20-0-30	3,12
2	XE-30-0-30	3,26	7	XB-30-0-30	3,21
3	XE-40-0-30	3,39	8	XB-40-0-30	3,32
4	XE-50-0-30	3,52	9	XB-50-0-30	3,42
5	XE-60-0-30	3,66	10	XB-60-0-30	3,54

Kết quả cho thấy khối lượng riêng của các mẫu đều lớn hơn so với xi măng thường, và khi hàm lượng phụ gia trơ càng lớn thì khối lượng riêng của xi măng càng tăng. Khối lượng riêng của các loại xi măng sử dụng phụ gia trơ là Inmenit lớn hơn khối lượng riêng của các loại xi măng sử dụng phụ gia trơ là Barit với cùng hàm lượng. Hay hiệu quả làm tăng khối lượng riêng cho xi măng của Inmenit là cao hơn so với Barit. Điều đó là do khối lượng riêng của Inmenit (4,7g/cm^3), lớn hơn khối lượng riêng của Barit (4,42 g/cm^3). Vậy, khối lượng riêng của xi măng tăng theo hàm lượng phụ gia trơ từ các loại quặng có khối lượng riêng lớn và phụ thuộc vào từng loại phụ gia trơ.

3.2. Lượng nước tiêu chuẩn, thời gian đông kết

Kết quả nghiên cứu về lượng nước tiêu chuẩn, thời gian đông kết của mẫu sử dụng Barit hoặc Inmenit, với lượng sử dụng phụ gia trơ từ 20%, 30%, 40%, 50%, 60% khối lượng, không sử dụng phụ gia siêu dẻo, thời gian nghiền chung là 30 phút.

Các kết quả cho thấy, lượng nước tiêu chuẩn của xi măng chịu ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia trơ. Khi hàm lượng phụ gia trơ trong xi măng tăng, lượng nước tiêu chuẩn của xi măng giảm.

Tỷ lệ giảm nước của mẫu chứa 60% phụ gia trơ so với mẫu chứa 20% phụ gia trơ là 16,95% với Inmenit và 15,0% với Barit. Khả năng giảm nước trong các mẫu sử dụng phụ gia trơ là Inmenit lớn hơn các mẫu sử dụng phụ gia trơ là Barit ở cùng tỷ lệ. Tỷ lệ giảm nước so với mẫu đối chứng khi sử dụng 20 ÷ 60% Inmenit là: 20,27 - 33,78%; khi sử dụng 20 ÷ 60% Barit là: 12,16 - 25,34%.

Hiện tượng trên có nguyên nhân chủ yếu là ái lực với nước của các hạt phụ gia trơ và các hạt clanhke khác nhau, đồng thời ái lực với nước của các hạt phụ gia trơ khác nhau là khác nhau nên bề dày màng nước hấp phụ trên bề mặt các hạt cũng khác nhau. Mặt khác, phụ gia trơ có trong thành phần xi măng đóng vai trò như vi cốt liệu và nó không có phản ứng với nước. Nước trong hồ xi măng chỉ bao bọc, tạo màng nước hấp phụ quanh hạt vi cốt liệu đó và có vai trò là chất bôi trơn. Còn hạt clanhke xi măng, ngoài lượng nước hấp phụ lên bề mặt còn cần một lượng nước để thuỷ hoá các khoáng. Do đó, các loại xi măng có hàm lượng và loại phụ gia trơ khác nhau có lượng nước tiêu chuẩn khác nhau.

Khi sử dụng phụ gia trơ, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của hầu hết các mẫu đều giảm so với mẫu đối chứng. Trong đó, các mẫu sử dụng phụ gia Inmenit bắt đầu đông kết sớm hơn các mẫu sử dụng phụ gia Barit có cùng hàm lượng. Theo chiều khi tăng phụ gia trơ, thời gian bắt đầu đông kết giảm, nhưng chênh lệch giữa các mẫu không lớn, thời gian kết thúc đông kết tăng dần. Điều này có thể giải thích như sau:

Thời điểm bắt đầu đông kết của xi măng là thời điểm hồ xi măng bắt đầu mất tính dẻo. Theo các kết quả về lượng nước tiêu chuẩn, khi hàm lượng phụ gia trơ tăng thì tỷ lệ N/X giảm. Chính vì vậy, hồ xi măng của các mẫu có chứa phụ gia trơ nhanh chóng bắt đầu mất tính dẻo hơn so với mẫu đối chứng.

Thời điểm kết thúc đông kết của xi măng là thời điểm hồ xi măng hoàn toàn mất tính dẻo. Mà nguyên nhân làm mất tính dẻo của hồ xi măng là do các hạt clanhke xi măng phản ứng với nước tạo ra các sản phẩm thuỷ hoá làm giảm lượng nước có trong hồ xi măng. Bên cạnh đó còn có một lượng nước mất đi do các nguyên nhân khác như bay hơi,... Hàm lượng phụ gia trơ tăng thì hàm lượng xi măng (PC40-Bút Sơn) giảm đồng nghĩa với hàm lượng các khoáng có khả năng thuỷ hoá cũng giảm. Vì vậy, khi hàm lượng phụ gia trơ tăng, mặc dù lượng nước tiêu chuẩn giảm nhưng thực tế tỷ lệ nước trên các khoáng có khả năng thuỷ hoá lại tăng. Do đó, lượng nước trong hồ xi măng còn dư nhiều làm kéo dài thời gian kết thúc đông kết.

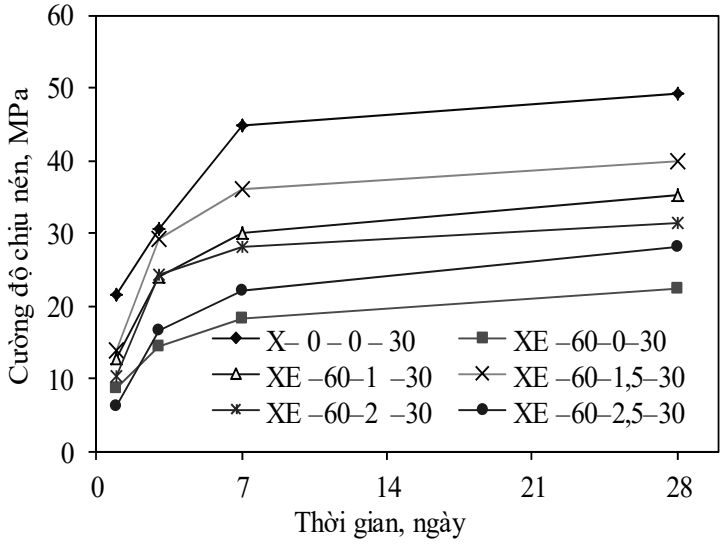
3.3. Cường độ chịu nén

Để xác định ảnh hưởng của các thành phần đến cường độ nén của xi măng có khối lượng riêng lớn, nghiên cứu đã thực hiện trên các mẫu sử dụng phụ gia trơ là Barit và Inmenit với tỷ lệ 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, lượng dùng phụ gia siêu dẻo lần lượt là 0%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%. Mẫu xi măng được chế tạo với cùng thời gian nghiền là 30 phút. Mẫu thử cường độ nén có cùng tính công tác 11,5 cm.

Khi không có phụ gia siêu dẻo, kết quả cho thấy hàm lượng phụ gia trơ càng lớn thì cường độ càng giảm. Với hàm lượng phụ gia trơ là 20-30%, cường độ tuổi 1 ngày cao hơn mẫu đối chứng. Cường độ tuổi 28 ngày của mẫu chứa 20% phụ gia trơ xấp xỉ mẫu đối chứng. Nguyên nhân có thể là do xi măng nghiền cùng phụ gia trơ có độ mịn lớn hơn so với mẫu đối chứng.

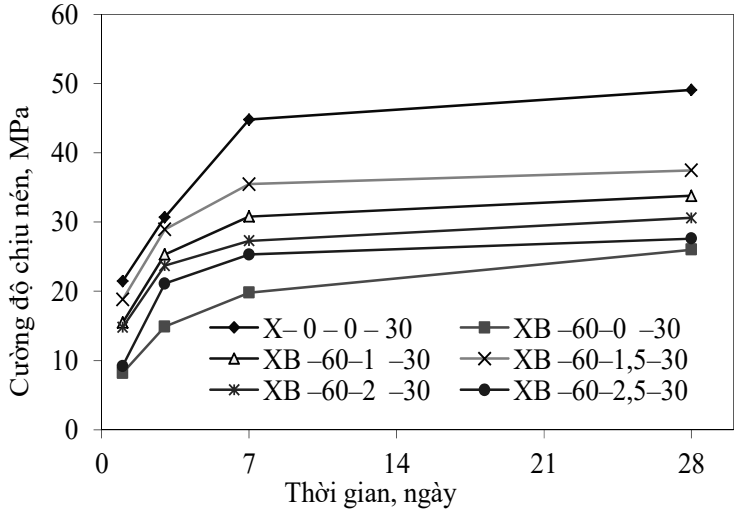
Đặc biệt là hàm lượng các hạt có kích thước nhỏ hơn 10 μm lớn hơn so với xi măng đối chứng. Các hạt xi măng có kích thước nhỏ hơn 10 μm là thành phần quyết định đến cường độ của xi măng ở tuổi ngắn ngày. Với hàm lượng phụ gia trơ là 50 - 60%, cường độ tuổi 28 ngày giảm mạnh so với mẫu đối chứng do hàm lượng clinke xi măng quá nhỏ. Trong đó, mẫu sử dụng phụ gia trơ là Inmenit giảm mạnh hơn mẫu sử dụng Barit.

Khi nghiền cùng phụ gia siêu dẻo, cường độ tuổi 1 ngày và 3 ngày của tất cả các mẫu đều lớn hơn mẫu đối chứng. Điều đó một lần nữa chứng tỏ: các mẫu nghiền cùng phụ gia siêu dẻo có độ mịn cao hơn nên khả năng thuỷ hoá của các hạt clanhke xi măng ở tuổi sớm ngày triệt để hơn.



Hình 1. Phát triển cường độ chịu nén của mẫu sử dụng Inmenit

Ở tuổi 7 và 28 ngày, cường độ các mẫu chứa 1% và 1,5% siêu dẻo có cường độ cao hơn mẫu đối chứng cho dù trong các mẫu này 20% xi măng đã được thay thế bởi phụ gia trơ (Inmenit hoặc Barit). Đó là do tác dụng giảm nước của phụ gia siêu dẻo làm giảm lượng lỗ rỗng trong đá xi măng, mặt khác lượng phụ gia trơ có tác dụng điền đầy khiến cho cấu trúc đá xi măng đặc chắc hơn.



Hình 2. Phát triển cường độ chịu nén của mẫu sử dụng Barit

Khi thay thế 60% xi măng bằng phụ gia Inmenit (hình 1), Barit (hình 2), cường độ của các mẫu giảm mạnh. Với cả hai loại phụ gia trơ, cường độ ở tất cả các tuổi của các mẫu đều thấp hơn mẫu đối chứng nhưng vẫn cao hơn mẫu không chứa phụ gia siêu dẻo. Cường độ tuổi sớm ngày của các mẫu có chứa siêu dẻo phát triển nhanh so với mẫu không chứa siêu dẻo, ở tuổi 7 ngày cường độ đã đạt 90% đến 95% cường độ tuổi 28 ngày. Mẫu chứa 1,5% phụ gia siêu dẻo vẫn có cường độ cao nhất. So với cường độ tuổi 28 ngày của mẫu đối chứng, mẫu XE-60-1,5-30 đạt 81,52%, XB-60-1,5-30 đạt 76,36% (Hình 1).

Nghiên cứu đã cho thấy với thời gian nghiền là 30 phút, lượng dùng phụ gia siêu dẻo phù hợp là 1,5% lượng dùng xi măng, lượng phụ gia trơ có thể sử dụng trong khoảng 50%-60% tổng khối lượng xi măng.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bằng phương pháp hoạt hoá cơ-hoá, có thể chế tạo được xi măng có khối lượng riêng lớn trên cơ sở xi măng poóc lăng của các nhà máy và nguồn nguyên liệu quặng có khối lượng riêng lớn có trong nước.

Các kết quả nghiên cứu trên cho thấy, khi nghiền các loại quặng có khối lượng riêng lớn cùng xi măng và phụ gia siêu dẻo ngoài làm tăng khối lượng riêng của xi măng còn có các tác động lớn đến tính chất của xi măng như: làm giảm lượng nước tiêu chuẩn, rút ngắn thời gian bắt đầu đông kết, làm tăng cường độ. Loại xi măng có khối lượng riêng lớn này có cường độ tương đương xi măng ban đầu, với lượng nước tiêu chuẩn giảm khoảng 40% đến 50% và khối lượng riêng tăng khoảng 15% đến 17% so với xi măng poóc lăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Hồng Sơn - *Nghiên cứu chế tạo chất kết dính có lượng dùng nước thấp sử dụng cho bê tông cường độ cao* - Luận văn thạc sỹ - Đại học Xây dựng 2003

[2] Nguyễn Xuân Lâm - *Nghiên cứu chế tạo vữa và bê tông cản xạ từ vật liệu Barit và Limanhit Việt Nam cho các công trình phòng chiếu chụp X-quang* - Luận văn thạc sỹ - Đại học Xây dựng 2003

[3] TS. Trần Ngọc Tính - *Nghiên cứu thiết kế cấp phối bê tông rất nặng sử dụng cốt liệu quặng Barit Tuyên Quang, xi măng Bút Sơn PC40 dùng trong các công trình cản xạ ở Việt Nam* - Đề tài nghiên cứu - 2004

ẢNH HƯỞNG CỦA TỐC ĐỘ ĐÙN ÉP ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA TẤM TƯỜNG RỖNG BÊ TÔNG ĐÚC SẴN THEO CÔNG NGHỆ ĐÙN ÉP

EFFECT OF EXTRUSION SPEED ON PRECAST EXTRUSION CONCRETE HOLLOW CORE WALL PANEL PROPERTIES

ThS. Đoàn Thị Thu Lương[1], ThS. Lê Thuận An[2], KS. Đặng Đức Trung[3]
[1,2,3] Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: doanluong.dhxd@gmail.com

TÓM TẮT: Công nghệ sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn tại Việt Nam được nhập khẩu từ Châu Âu. Tuy nhiên, hiện nay việc làm chủ công nghệ sản xuất tấm tường bê tông đúc sẵn còn nhiều khó khăn. Do đó, chất lượng sản phẩm sản xuất không ổn định, hiệu quả kinh tế chưa cao. Kết quả nghiên cứu của bài báo này chỉ ra ảnh hưởng của tốc độ đùn ép đến tính chất của sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn. Kết quả nghiên cứu đã được sử dụng tại ba nhà máy sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn (tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh), tốc độ đùn ép tối ưu đối với tấm tường dày 140 mm trong khoảng 2,1 ÷ 2,3 m/phút, tấm tường dày 100 mm trong khoảng 2,5 ÷ 2,7 m/ phút. Các sản phẩm đạt được yêu cầu theo TCVN 11524:2016 Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép. Công suất sản xuất của các nhà máy đã đạt 110%, tương ứng 1.200 ÷ 1.500 m² sản phẩm/ngày.

TỪ KHÓA: Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn, tốc độ đùn ép, cường độ chịu nén.

ABSTRACTS: *The production technology of precast concrete hollow wall panels in Vietnam is imported from Europe. However, at present, mastering the technology of manufacturing precast concrete wall panels is still difficult. Therefore, the quality of manufactured products is not stable and the economic efficiency is not high. The research results of this paper show the effect of extrusion speed on precast extrusion concrete hollow core wall panels properties. Research results have been used at three factories producing precast concrete hollow wall panels (in Hanoi and Ho Chi Minh City), optimum extrusion speed for 140 mm thick wall panels in the range of 2.1 ÷ 2.3 m/min, for 100 mm thick wall panels in the range of 2.5 ÷ 2.7 m/min. The products meet the requirements according to TCVN 11524:2016 Precast extrusion concrete hollow core wall panels. The production capacity of the factories has reached 110%, equivalent to 1,200 ÷ 1,500 m² of products/day.*

KEYWORDS: *Precast Concrete hollow core wall panel, extrusion speed, compressive strength.*

1. MỞ ĐẦU

Phát triển sản xuất các loại vật liệu xây không nung có kích thước lớn nhằm giảm thời gian thi công, hạ giá thành xây dựng, giảm thiểu phát thải trong quá trình xây dựng là mục tiêu đề ra trong Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021-2030, định hướng đến năm 2050, đã được Chính phủ phê duyệt tại quyết định số 1266/QĐ-TTg, ký ngày 18/08/2020 [1]. Với mục tiêu này, việc phát triển, hoàn thiện công nghệ sản xuất tấm tường bê tông rỗng đúc sẵn là một xu thế tất yếu hiện nay của ngành sản xuất vật liệu xây dựng tại Việt Nam.

Công nghệ sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn thông thường gồm 2 công nghệ chính, là công nghệ SlipFormer và công nghệ Extruder. Trong những năm gần đây, các doanh nghiệp sản xuất tại Việt Nam đã lựa chọn công nghệ Extruder, được nhập khẩu từ châu Âu để sản xuất

tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn. Tuy nhiên, qua khảo sát tại một số cơ sở sản xuất trong nước cho thấy, các nhà máy sản xuất còn gặp nhiều khó khăn trong việc làm chủ công nghệ sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn, chất lượng sản phẩm không ổn định.

Bài báo này trình bày các nghiên cứu được thực hiện tại Viện Chuyên ngành Bê tông - Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng về ảnh hưởng của tốc độ đùn ép đến tính chất của sản phẩm tấm tường, được ứng dụng trong quá trình lựa chọn chế độ đùn ép tối ưu tại ba nhà máy ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Các nhà máy sản xuất đã đạt hiệu quả cao với công suất sản xuất đạt 110% tương đương 1.200 ÷ 1.500 m²/ngày, sản phẩm đạt chất lượng tốt, đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật theo TCVN 11524:2016 Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép [2].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu sử dụng

Nghiên cứu sử dụng nguồn xi măng từ các nhà máy sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn tại các nhà máy ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Xi măng yêu cầu đạt các chỉ tiêu kỹ thuật tuân thủ TCVN 6260:2009 [3]. Xi măng sử dụng trong sản xuất của đợt thí nghiệm này có các tính chất được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Tính chất xi măng Bút Sơn PCB 40

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,0
2	Khối lượng riêng	g/cm³	3,09
3	Thời gian bắt đầu đông kết	Phút	130
4	Thời gian kết thúc đông kết	Phút	240
5	Độ mịn (lượng trên sàng 0,09mm)	%	2,9
6	Cường độ chịu uốn		
	- Tuổi 3 ngày	MPa	1,6
	- Tuổi 28 ngày	MPa	4,6
7	Cường độ chịu nén		
	- Tuổi 3 ngày	MPa	33,7
	- Tuổi 28 ngày	MPa	45,5

Cốt liệu lớn (D) sử dụng trong sản xuất tấm tường bê tông đúc sẵn là đá có Dmax = 5cm, thường được gọi là đá mi. Cốt liệu nhỏ (C) sử dụng trong sản xuất là loại cát nghiền từ đá granit, có mô đun độ lớn M = 2,8÷3,2. Cốt liệu sử dụng trong sản xuất (H) được phối trộn theo tỷ lệ D/C = 8/9 của đợt thí nghiệm này có các tính chất được trình bày trong bảng 2, được thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 7572:2006 [4].

Bảng 2. Tính chất cốt liệu

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	D	C	H
1	Khối lượng thể tích bão hòa	g/cm³	2,62	2,57	-
2	Khối lượng riêng	g/cm³	2,78	2,64	-
3	Khối lượng thể tích khô	g/cm³	2,61	2,52	-
4	Khối lượng thể tích xốp	kg/m³	1530	1350	-
5	Độ hổng	%	52,9	-	-
6	Hàm lượng bùn, bụi, sét	%	-	0,7	-
7	Độ hút nước	%	0,7	1,6	-
8	Thành phần hạt, cỡ sàng	%			
	10 mm		0,4	-	0,2
	5 mm		4,5	1,0	2,6
	2,5 mm		23,7	10,5	16,7
	1,25 mm		22,0	20,0	20,9
	0,63 mm		21,5	28,0	24,9
	0,315 mm		14,4	16,8	15,7
	0,14 mm		10,1	16,5	13,5
	< 0,14 mm		3,5	7,2	5,4

Phụ gia siêu dẻo sử dụng trong nghiên cứu được lấy tại nhà máy, là loại phụ gia đặc trưng sử dụng cho sản xuất vật liệu xây dựng từ hỗn hợp bê tông khô.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Tính chất của vật liệu sử dụng và hỗn hợp bê tông được xác định theo các phương pháp tiêu chuẩn quy định trong tiêu chuẩn quốc gia.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số lèn chặt đến cường độ bê tông, tiến hành thí nghiệm các chỉ tiêu khối lượng thể tích [5] và cường độ chịu nén [6] của mẫu bê tông đúc trong khuôn 150x150x150 mm [7], ở các trạng thái lèn chặt khác nhau, sử dụng hỗn hợp bê tông cứng được lấy tại trạm trộn của nhà máy. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả nghiên cứu

STT	Ký hiệu mẫu	Độ cứng, s	$KLTT_{lc,}$ kg/m³	KLTT, kg/m³	Hệ số lèn chặt	Cường độ chịu nén R_{lc}		Cường độ chịu nén R	
						R_7, MPa	R_{28}, MPa	R_7, MPa	R_{28}, MPa
1	M1	5	1.850	1.400	1,32	25,5	35,5	23,5	32,2
2	M2	6	1.900	1.320	1,44	26	35,8	23,3	32
3	M3	5	1.900	1.360	1,40	27,5	36,6	23	32,4
4	M4	5	2.010	1.410	1,43	28,2	38,4	25	35
5	M5	6	2.070	1.300	1,59	29,3	39	23	31
6	M6	5	2.170	1.340	1,62	29,1	40	24	32,5
7	M7	6	2.180	1.300	1,68	30	40,4	24,2	33,5
8	M8	5	2.200	1.360	1,62	30	41	23,7	33,4
9	M9	5	2.310	1.400	1,65	31	41,5	27,2	37,4

Các thí nghiệm với hỗn hợp bê tông cứng tiến hành trên các mẫu thí nghiệm lập phương 150x150x150 mm, trong phạm vi thí nghiệm chỉ tiêu khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt trong khoảng 1.800 ÷ 2.300 kg/m³. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, cường độ chịu nén của bê tông tăng khi khối lượng thể tích của mẫu tăng. Khi khối lượng thể tích mẫu tăng trong khoảng 1.800 ÷ 2.000 kg/m³ tương ứng hệ số lèn chặt trong khoảng 1,32 ÷ 1,43, thì cường độ chịu nén của mẫu tăng từ 3 ÷ 8,2% và tăng từ 2,5 ÷ 6,4% khi khối lượng thể tích mẫu tăng trong khoảng 2.000 ÷ 2.300 kg/m³ tương ứng hệ số lèn chặt trong khoảng 1,59 ÷ 1,68. Đó là do độ đặc chắc trong cấu trúc của mẫu thí nghiệm càng cao khi hệ số lèn chặt của mẫu càng tăng.

Khác với hỗn hợp bê tông dẻo có hệ số lèn chặt ổn định, khả năng tạo hình của hỗn hợp bê tông cứng phụ thuộc chủ yếu vào chế độ tạo hình. Công nghệ tạo hình sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn sử dụng hỗn hợp bê tông cứng là sự kết hợp của tác động đùn ép của trục vít và tác động rung ép của hệ thống đầm rung. Tốc độ quay của vít xoắn tỷ lệ thuận với tốc độ đùn ép. Khi tốc độ quay của các vít cấp liệu quá cao tương ứng là tốc độ đùn ép nhanh, vật liệu sẽ không được phân bố đều trong quá trình đùn ép, độ đồng đều và đặc chắc của sản phẩm không đảm bảo, gây khuyết tật bề mặt sản phẩm. Ngược lại, tốc độ quay của vít xoắn quá chậm tương ứng là tốc độ đùn ép quá chậm, vật liệu được lèn chặt hơn. Tuy nhiên điều này sẽ gây ra hiện tượng kẹt máy, lãng phí vật liệu và tiêu tốn điện năng. Đồng thời gây khuyết tật ngoại quan bề mặt của sản phẩm do hiện tượng giật đầu đùn.

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo, ứng dụng kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa khối lượng thể tích và cường độ chịu nén của mẫu trong việc điều chỉnh tốc độ đùn ép của máy đùn ép tạo hình sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Tính chất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn

STT	Ký hiệu mẫu	Thông số công nghệ		Tính chất kỹ thuật của sản phẩm			
		Tốc độ đùn ép, m/phút	Độ ẩm HHBT	KLTT, kg/m³	Độ hút nước, %	Độ rỗng, %	Ghi chú
1	T140.1	1,9 - 2,1	4,0	2.030	6,7	40,2	Bề mặt mẫu gợn sóng
2	T140.2	2,1 - 2,3	4,2	1.920	7,2	40,6	-
3	T140.3	2,3 - 2,5	3,9	1.870	8,2	40,7	Sứt vỡ góc cạnh
4	T.100.1	2,3 – 2,5	4,0	1.950	7,6	28,0	-
5	T.100.2	2,5 – 2,7	4,2	1.810	8,5	28,5	-
6	T.100.3	2,7 – 2,9	4,1	1.730	9,2	28,5	Sứt vỡ góc cạnh

Các nghiên cứu được thực hiện trên hai mô đun sản xuất của cùng 1 nhà máy. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, tùy thuộc vào độ dày của sản phẩm mà tốc độ đùn ép của thiết bị đùn có sự sai khác.

Với mô đun sản xuất tấm tường có chiều dày 140mm, khi tốc độ đùn ép chậm 1,9 - 2,1 m/phút, bề mặt sản phẩm xuất hiện khuyết tật gợn sóng. Điều này là do áp lực vật liệu trong máy đùn lên các vít xoắn, dẫn đến hiện tượng giật đầu đùn ép. Khi tốc độ đùn ép cao 2,3 ÷ 2,5, bề mặt sản phẩm bị nứt, sứt nhiều. Điều này được giải thích là do sự phân bố vật liệu không đồng đều, độ lèn chặt vật liệu không đạt yêu cầu, dẫn đến hiện tượng nứt vỡ hoặc sứt cạnh ngay sau khi sản phẩm ra khỏi đầu đùn.

Với mô đun sản xuất tấm tường có chiều dày 100mm cho phép tốc độ đún ép của thiết bị nhanh hơn. Tuy nhiên khi tốc độ đùn ép quá nhanh, từ 2,7 ÷ 2,9 m/phút, gây ra hiện tượng khuyết tật bề mặt, sứt vỡ góc cạnh.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khác với hỗn hợp bê tông dẻo, đối với hỗn hợp bê tông cứng, cường độ bê tông phụ thuộc vào chế độ gia công tạo hình. Do đó, cần xác định rõ mối tương quan giữa hệ số lèn chặt của bê tông và cường độ chịu nén của bê tông.

Cần kiểm soát chặt chẽ các chỉ tiêu công nghệ và các chỉ tiêu kỹ thuật của sản phẩm trong quá trình sản xuất sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn, lựa chọn chế độ công nghệ phù hợp, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế. Trong phạm vi kết quả nghiên cứu của bài báo, lựa chọn tốc độ đùn ép đối với tấm tường dày 140 mm trong khoảng 2,1 ÷ 2,3 m/phút, tấm tường dày 100 mm trong khoảng 2,5 ÷ 2,7 m/ phút.

Cần mở rộng nghiên cứu làm chủ công nghệ sản xuất sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép sử dụng nguồn vật liệu địa phương có sẵn, nghiên cứu tối ưu các thông số công nghệ khác trong quá trình sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Quyết định số 1266/QĐ-TTg, ban hành ngày 18/08/2020 của Thủ tướng Chính Phủ về việc *"Phê duyệt chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2025, định hướng đến năm 2050"*

[2] TCVN 11524:2016 *Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép*

[3] TCVN 6260:2009 *Xi măng póoc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật*

[4] TCVN 7572:2006 *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử*

[5] TCVN 3116:1993 *Bê tông - Phương pháp xác định khối lượng thể tích*

[6] TCVN 3118:1993 *Bê tông - Phương pháp xác định cường độ nén*

[7] TCVN 3105:1993 *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TRO TRẤU TRONG CHẾ TẠO VẬT LIỆU KÍCH HOẠT KIỀM

KS. Đinh Ngọc Đức[1], ThS. Nguyễn Huy Bình[2]
[1,2]Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: Ducdinh.vlxd@gmail.com

TÓM TẮT: Việc tái sử dụng nguồn nguyên liệu từ chất thải là một trong những cách hiệu quả nhất để phát triển kinh tế xanh và việc sử dụng vật liệu kích hoạt kiềm có thể trở thành phương án thay thế hợp lý cho chất kết dính xi măng truyền thống để giảm tác động tiêu cực đến môi trường. Nghiên cứu này mô tả việc sử dụng dung dịch silicat kiềm được tạo ra từ tro trấu và dung dịch NaOH để chế tạo chất kết dính geopolymer. Trong nghiên cứu, tác giả đã chỉ ra những ảnh hưởng khác nhau của từng thành phần vật liệu tới các tính chất đặc trưng của chất kết dính như thời gian đông kết, độ nhớt hay cường độ. Từ dung dịch kích hoạt kiềm này, đề tài đã chế tạo được chất kết dính có cường độ lên đến 65,9 MPa, có các tính chất phù hợp để sử dụng cho việc chế tạo bê tông geopolymer.

TỪ KHÓA: Kích hoạt kiềm, tro trấu (RHA), geopolimer, vật liệu từ chất thải.

ABSTRACTS: *Reusing resources from waste is one of the most important ways to develop a green economy, and the use of alkali-activated materials can become an alternative for traditional cement binders to reduce the negative impact on the environment. This study describes the use of alkaline silicate solutions produced by mixing rice husk ash (RHA) with aqueous NaOH to create geopolymer binders. In the study, author has shown the different effects of each material composition on the characteristic properties of the binder such as setting time, viscosity or strength. From this alkaline activator solution, the project has made a binder with high compress strength (up to 65.9 MPa), with suitable properties for use in geopolymer concrete.*

KEYWORDS: *Alkali-activation, RHA, Geopolymer, Waste materials.*

1. MỞ ĐẦU

Geopolyme là một họ vật liệu aluminosilicat tổng hợp được hình thành bằng cách kích hoạt kiềm các nguyên liệu thô aluminosilicat rắn [1]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng đây là một loại vật liệu mang nhiều ưu điểm có thể thay thế việc lệ thuộc hoàn toàn vào sử dụng bê tông xi măng trong các công trình xây dựng.

Hiện nay, bê tông xi măng đang là một trong những loại vật liệu xây dựng phổ biến nhất được sử dụng trong việc xây dựng các tòa nhà, công trình cầu và cơ sở hạ tầng trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Quá trình sản xuất bê tông đòi hỏi sử dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên rất lớn. Việc khai thác các nguồn tài nguyên thiên nhiên như cát, đá và đất để sản xuất cốt liệu và clanke xi măng cũng ảnh hưởng lớn đến môi trường khu vực khai thác, cạn kiện nguồn tài nguyên. Vì vậy, việc nghiên cứu phát triển loại bê tông trên cơ sở tận dụng các nguồn vật liệu từ phế thải đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Trong đó bê tông sử dụng chất kết dính kiềm hoạt hóa thay thế hoàn toàn xi măng hay còn gọi là bê tông geopolymer được đánh giá là rất có tiềm năng.

Bê tông kiềm hoạt hóa (BTKHH) là một loại bê tông mới, so với bê tông nặng thông thường có một số ưu điểm như sau: Cường độ bê tông kiềm hoạt hóa phát triển nhanh và quá trình dưỡng hộ nhanh [2]. Co ngót và từ biến rất thấp và khả năng duy trì sự ổn định với nhiệt độ tốt. Đây đồng thời là loại vật liệu có độ bền hóa học cao [3]. Các loại axit, chất thải độc hại, nước biển không có hại đối với bê tông geopolimer vì quá trình ăn mòn không xảy ra đối với loại bê tông này giống như với bê tông truyền thống sử dụng xi măng poóc lăng.

Với những tính chất ưu việt kể trên, có thể coi bê tông geopolimer là một loại "siêu bê tông", nên hoàn toàn có thể thay thế bê tông xi măng poóc lăng trong xây dựng cơ bản. Tuy vậy bê tông sử dụng CKD kiềm hoạt hóa cũng có những nhược điểm sau: khó thi công và chỉ sử dụng ở dạng trộn sẵn hoặc cấu kiện đúc sẵn do đòi hỏi sử dụng các hóa chất như thủy tinh lỏng, nhất là dung dịch xút NaOH, một hóa chất có thể gây hại cho con người.

Tro trấu nhiều năm gần đây được biết đến là một nguồn vật liệu chứa hàm lượng silic vô định hình cao, có thể sử dụng tương tự silicafume trong việc kích hoạt phản ứng tạo chất kết dính Metakaolin/xỉ kiềm hoạt hóa [4]. Nghiên cứu này sẽ sử dụng phế thải nông nghiệp (tro trấu) để chế tạo dung dịch silicat kiềm hoạt hóa nhằm thay thế hoàn toàn dung dịch thủy tinh lỏng thương mại trong chế tạo bê tông không xi măng cường độ cao đóng rắn ở nhiệt độ thường. Đây là một hướng đi mới rất tiềm năng, nếu có thể áp dụng sản xuất ở quy mô công nghiệp thì đây sẽ là một bước tiến lớn trong ngành công nghiệp bê tông ở Việt Nam.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu kích hoạt kiềm trên cơ sở tro trấu

a, Tro trấu

Tro trấu (RHA) được sử dụng trong nghiên cứu này thu được bằng cách đốt trấu trong lò đốt cải tiến có sẵn tại Đại học Xây dựng có một số tính chất sau:

Bảng 1. Thành phần hóa của tro trấu (RHA)

CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	SO_3	K_2O	TiO_2	Fe_2O_3	Na_2O	MKN
0,9	90,5	0,3	0,4	0,4	2,0	--	0,2	0,1	3,8

b, NaOH khan

NaOH khan có dạng vảy, màu trắng, độ tinh khiết 97-98%, khối lượng riêng 2,130 g/cm^3

c, Dung dịch kích hoạt kiềm

Từ nguyên liệu là tro trấu (RHA) và NaOH khan, nhóm tác giả đã chế tạo được dung dịch kích hoạt kiềm có một số tính chất sau:

+ Màu sắc: Đen

+ Tỷ trọng :1,5 kg/ lít

+ Thành phần hóa học: Na2O (7,2%), H2O (72%), SiO2 (20,8%)

Quá trình điều chế dung dịch kích hoạt kiềm gồm 2 bước chính sau:

+ Bước 1: Chuẩn bị nguyên liệu (nguyên liệu chính gồm tro trấu và dung dịch kiềm)

Đối với dung dịch kiềm NaOH: Chuẩn bị nước cất và NaOH khan để sẵn, dung dịch NaOH được tạo ra bằng cách cân đong chính xách lượng nước và kiềm khan, sau đó cho kiềm khan vào bình 2 lít cho vào trong chậu nước để hạ nhiệt phản ứng rồi từ từ rót nước vào (vừa rót vừa khuấy để phản ứng xảy ra nhanh hơn). Dung dịch sau khi điều chế xong để nguội và được dùng điều chế dung dịch silicat hoạt hóa.

+ Bước 2: Điều chế dung dịch kích hoạt kiềm

Dung dịch kiềm đã điều chế trong bình 2 lít ta đặt bình lên máy khuấy và cân lượng tro cần thiết cho vào (vừa đổ tro vừa khuấy để tránh bám thành bình). Máy khuấy được bật và tăng tốc độ khuấy cần thiết đồng thời theo dõi nhiệt độ khuấy tới 80^{o}C thì bấm thời gian khuấy trong 3 giờ.

Nguyên liệu tro trấu có hàm lượng SiO_2 sẽ được hòa tan với dung dịch xút NaOH trong thiết bị phản ứng sẽ tạo thành dung dịch Na_2SiO_3 theo phương trình hóa học:

$$2NaOH + SiO_2 = Na_2SiO_3 + H2O – Q$$

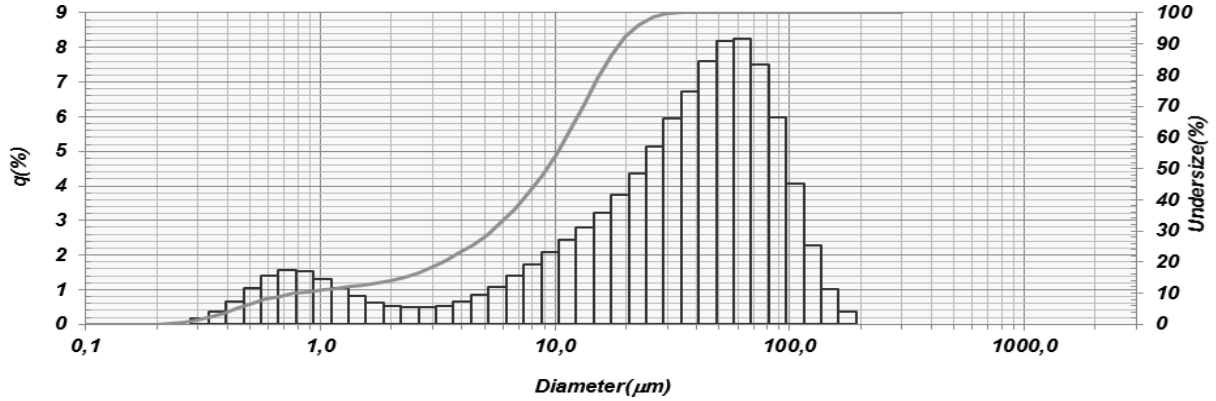
Hình 1. Quy trình chế tạo dung dịch kích hoạt kiềm từ tro trấu

2.2. Xỉ lò cao nghiền mịn

Trong đề tài sử dụng xỉ lò cao hoạt hóa nghiền mịn S95 được mua từ nhà máy luyện gang thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương. Loại xỉ sử dụng có khối lượng riêng 2,89 g/cm^3; độ dẻo tiêu chuẩn 26.4%; chỉ số hoạt tính 7 ngày và 28 ngày lần lượt là 82.5% và 103.2%; lượng sót sàng 0.09mm là 1.67% và tỉ diện tích (Blaine) đạt 4520cm^2/g. Khi phân tích thành phần hạt bằng Laser được kết quả đường kính hạt trung bình là 10.4486 μm. Tất cả các tính chất trên được xác định dựa trên các tiêu chuẩn áp dụng cho xi măng poóc lăng và TCVN 4315:2007, TCVN 6882:2001. Thành phần khoáng hóa và thành phần hạt của XLC được phân tích bằng phương pháp phân tích nhiễu xạ rơnghen (XRD, XDF) và phương pháp tán xạ lazer, các kết quả được nêu ở Bảng 2 và Hình 2, Hình 3.

Bảng 2. Thành phần hóa của XLC

CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	SO_3	K_2O	TiO_2	Fe_2O_3	Na_2O	MKN
40,95	35,54	10,95	9,20	0,14	0,67	0,32	0,72	0,43	0,99



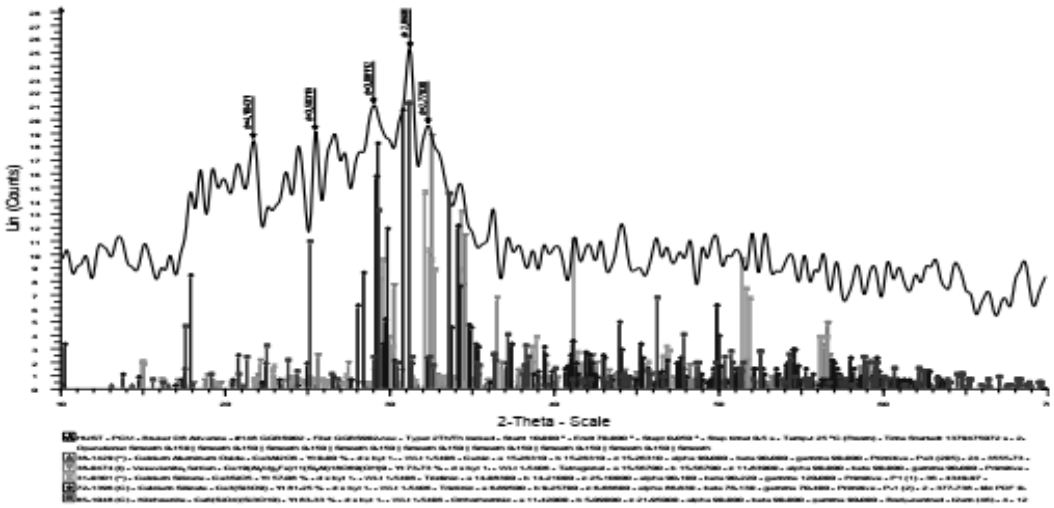
Hình 2. Thành phần hạt của XLC

Từ Hình 3 có thể thấy thành phần pha của xỉ chủ yếu gồm các khoáng:

Khoáng kilchoalite - Ca6(SiO4)(Si3O10) ở các peak d = 3,50319; d = 2,8648 ứng với các góc theta θ = 250 và 31,20.

Khoáng canxi silicat - Ca3(Si3O9) có ở peak d = 3,08112 ứng với góc theta θ = 29,10.

Khoáng Vesuvianite ferrian - Ca19(Al, Fe, Mg)11(Si,Al)18O69(OH)9 có ở peak d = 2,77030 ứng với góc theta θ = 32,20.



Hình 3. Thành phần khoáng vật của XLC

2.3. Tro bay

Đề tài sử dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện Uông Bí có khối lượng riêng 2.15g/cm^3; độ dẻo tiêu chuẩn 24.5%; chỉ số hoạt tính cường độ sau 7 ngày và 28 ngày lần lượt là 71,2% và 92,1%; lượng sót sàng 0.09mm là 2,46% và tỉ diện tích (Blaine) đạt 3280cm^2/g. Phân tích thành

phần hạt bằng Laser được kết quả đường kính hạt trung bình là 45,29 μm. Thành phần hóa được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Thành phần hóa học của tro bay Uông Bí

CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	SO_3	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	TiO_2	MKN
5,33	59,64	19,00	-	-	0,1	10,30	3,34	-	1,97	6,25

Từ các kết quả trên cho thấy, tro bay sử dụng có các tính chất cơ lý cơ bản thuộc loại F theo tiêu chuẩn TCVN 10302:2014.

2.4. Phương pháp thí nghiệm

- Nghiên cứu lý thuyết: Phân tích, tổng hợp lý thuyết nhằm làm sáng tỏ các vấn đề đã nghiên cứu trong và ngoài nước. Trên cơ sở đó đặt ra các nội dung nghiên cứu, các giải pháp kỹ thuật.

- Nghiên cứu thực nghiệm được sử dụng để làm sáng tỏ vấn đề đặt ra, kiểm chứng lại các dự đoán, nhận định nhằm khẳng định tính đúng đắn của các kết luận.

- Ngoài các phương pháp thí nghiệm vật liệu được liệt kê theo các chỉ tiêu như trên, cùng các phương pháp thí nghiệm hỗn hợp vữa và chất kết dính tuân thủ theo các tiêu chuẩn hiện hành, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp xác định độ nhớt của hỗn hợp hồ chất kết dính dựa trên thiết bị SV-10 của công ty A&D. Cơ sở của phương pháp này là thiết bị sẽ xác định và tính toán độ nhớt của hỗn hợp hồ CKD từ việc xác định dòng điện cần thiết để rung hai sensor với tần số không đổi là 30 Hz. Theo phương pháp này, hai tấm sensor được nhúng vào trong mẫu đến vị trí nhất định. Khi hai tấm này dao động với tần số xác định và không đổi, biên độ thay đổi do lực ma sát sinh ra giữa mẫu hỗn hợp hồ CKD và tấm sensor. Do lực ma sát của chất lỏng tỷ lệ thuận với độ nhớt, dòng điện để tạo cho tấm sensor rung với tần số ổn định cũng tỷ lệ trực tiếp với độ nhớt của mỗi mẫu, do đó đó độ nhớt được xác định bởi các mối tương quan giữa dòng điện và độ nhớt. Chỉ tiêu độ chảy loang của hỗn hợp chất kết dính trong nghiên cứu sử dụng côn mini và ống suttard được áp dụng dựa trên cơ sở thí nghiệm độ chảy của vữa.

- Thành phần cấp phối hồ CKD sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Thành phần hỗn hợp các cấp phối hồ CKD nghiên cứu

Ký hiệu cấp phối	Tỷ lệ thành phần vật liệu, %		Lượng dùng vật liệu cho 1 đơn vị CKD, kg				
	M^+	AM	TB	XLC	Dd RHA	NaOH khan	Nước
Ảnh hưởng của hàm lượng TB/CKD							
TB 0	5	1	0	100	0,240	0,042	0,127
TB 20	5	1	20	80	0,240	0,042	0,127
TB 40	5	1	40	60	0,240	0,042	0,127
TB 60	5	1	60	40	0,240	0,042	0,127

Bảng 4. *(tiếp theo)*

Ký hiệu cấp phối	Tỷ lệ thành phần vật liệu, %		Lượng dùng vật liệu cho 1 đơn vị CKD, kg				
	M^+	AM	TB	XLC	Dd RHA	NaOH khan	Nước
TB 80	5	1	80	20	0,240	0,042	0,127
TB 100	5	1	100	0	0,240	0,042	0,127
Ảnh hưởng của hàm lượng kiềm M^+							
M^+ 1	1	1	20	80	0,048	0,008	0,265
M^+ 3	3	1	20	80	0,144	0,025	0,196
M^+ 7	7	1	20	80	0,337	0,059	0,058
M^+ 9	9	1	20	80	0,433	0,076	0
Ảnh hưởng của hàm lượng mô đun kiềm AM							
AM 0,75	5	0,75	20	80	0,240	0,026	0,127
AM 1,25	5	1,25	20	80	0,240	0,058	0,127
AM 1,50	5	1,5	20	80	0,240	0,074	0,127

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay và xỉ lò cao

Geopolymerisation là một quá trình phức tạp bao gồm nhiều bước như hòa tan, kết tủa, tái cấu trúc và polycondensation. Các quá trình này phần lớn được kết hợp với nhau và xảy ra đồng thời. Một số phản ứng như hòa tan hoặc kết tủa bắt đầu ở giai đoạn đầu khi trộn với chất hoạt hóa kiềm ở nhiệt độ môi trường [5]. Do đó, hàm lượng sử dụng của từng thành phần vật liệu có những tác động lớn đến các đặc tính của hỗn hợp chất kết dính.

Từ kết quả được trình bày trong bảng 4, ta thấy rằng khi hàm lượng tro bay thay thế một phần xỉ lò cao càng tăng thì Ntc của hỗn hợp hồ CKD càng giảm gần như tuyến tính từ 33,1 - 30,4%. Ở đây, độ dẻo tiêu chuẩn của hỗn hợp hồ CKD được biểu thị thông qua giá trị lượng nước tiêu chuẩn, Ntc. Do chưa có tiêu chuẩn riêng cho việc xác định lượng nước tiêu chuẩn của hỗn hợp hồ CKD nên đề tài sử dụng phương pháp xác định độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng poóc lăng, TCVN 6017:2015.

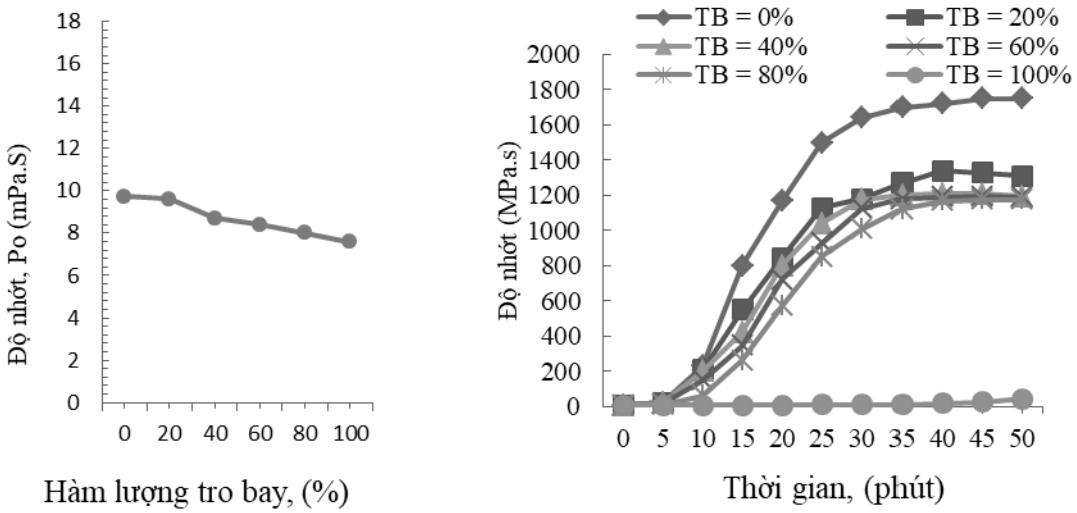
Thời gian đông kết là yếu tố chịu ảnh hưởng lớn nhất từ việc sử dụng tro bay. Khi tỷ lệ tro bay thay thế xỉ lò cao tăng lên từ 0% đến 80%, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của hỗn hợp hồ CKD tăng lên nhanh chóng tương ứng là bắt đầu đông kết từ 20 phút lên 80 phút và kết thúc ở 80 phút tăng lên 185 phút.

Độ lưu động của hỗn hợp hồ CKD được xác định bằng hai đại lượng là độ chảy loang của côn (D) và độ chảy sutart (Dh). Khi hàm lượng tro bay tăng lên thì cả hai giá trị này đều có xu hướng tăng.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tro bay/CKD đến tính chất hỗn hợp hồ CKD

Ký hiệu cấp phối	Tính chất của hỗn hợp hồ CKD					
	N_{tc}, %	$T_{bđđk}$, phút	$T_{ktđk}$, phút	D, mm	D_h, mm	P_o, mPa.s
TB 0	33,1	20	80	238	208	9,7
TB 20	32,6	25	85	245	225	9,2
TB 40	32,2	40	115	254	230	8,7
TB 60	31,3	65	135	275	252	8,4
TB 80	30,8	80	185	303	285	8,0
TB 100	30,4	1533	--	326	311	7,6

Đặc điểm của tro bay có dạng hạt hình cầu tròn trơn tạo nên hiệu ứng ở bi (ball bearing effect) và hiệu ứng phân tán nên có lượng nước cần để bôi trơn toàn bộ bề mặt hạt TB ít hơn lượng nước bôi trơn bề mặt hạt XLC có hình dạng góc cạnh, nội ma sát lớn. Do đó hỗn hợp CKD khi có thành phần tro bay nhiều cũng sẽ linh động hơn.



Hình 4. Ảnh hưởng hàm lượng TB đến độ nhớt hồ CKD

Để đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng TB đến độ nhớt và sự thay đổi độ nhớt của hỗn hợp hồ CKD, các cấp phối khảo sát đều có hàm lượng kiềm M^+ = 5,0% và mô đun kiềm AM = 1,0. Độ nhớt được đo tức thời tại thời điểm ban đầu ngay sau khi trộn và theo thời gian đến khi độ nhớt khá ổn định (khoảng 50 phút sau khi trộn). Độ nhớt ban đầu của hồ CKD có xu hướng giảm khi tăng dần tỷ lệ sử dụng tro bay, điều này là hoàn toàn phù hợp với hiệu ứng bi (ball bearing effect) khiến cho nội ma sát giữa các hạt giảm.

Theo thời gian, độ nhớt của hồ CKD tăng lên nhanh do phản ứng geopolymer bắt đầu xảy ra. Trong quá trình tạo gen, tro bay phản ứng với môi trường kiềm và các dung dịch kích hoạt dẫn đến hình thành vật liệu kết dính, bao gồm alumino - silicat - hydrat (A - S - H) gel. Geopolyme dựa trên tro bay cho thấy độ bền cơ học tốt và độ bền được nâng cao [6]. Tuy nhiên đáng chú ý là khi không có thành phần xỉ lò cao, hỗn hợp gần như không có sự thay đổi về độ nhớt trong thời

gian đầu. Khả năng phản ứng thấp của tro bay thường dẫn đến quá trình đông kết và phát triển độ bền chậm [7], đây là một yếu tố hạn chế, gây cản trở việc sử dụng tro bay trong geopolyme.

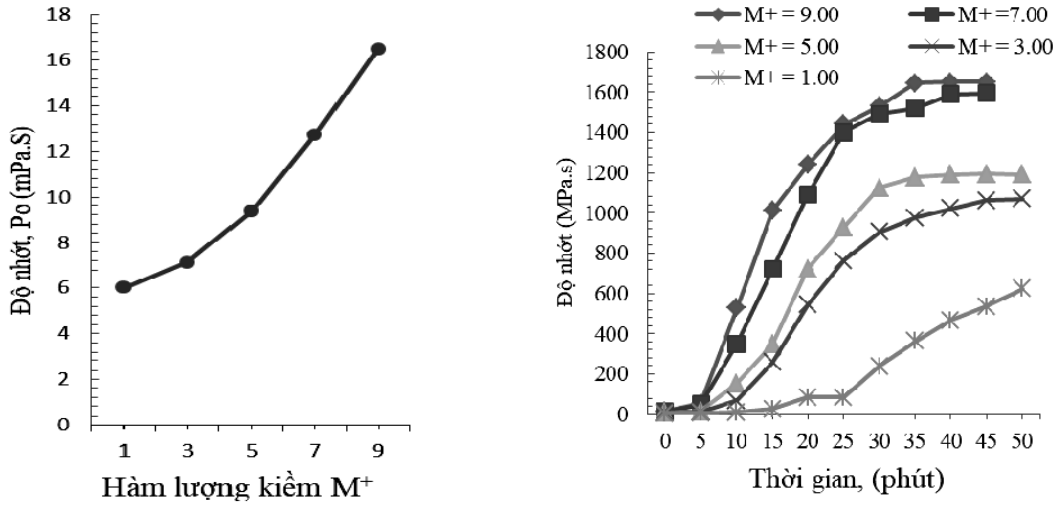
3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng kiềm M^+

Hàm lượng kiềm: $M^+ = \frac{SiO_2}{CKD}.100\%$ theo khối lượng là một giá trị quan trọng biểu thị lượng SiO_2 có trong hỗn hợp CKD hay lượng dùng dung dịch kích hoạt kiềm RHA. Từ kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 5 có thể thấy rằng lượng nước tiêu chuẩn của hỗn hợp hồ CKD chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng kiềm. Giá trị này lớn nhất khi làm lượng kiềm M^+ = 5%. Thời gian đông kết của hồ CKD cũng có thay đổi rất lớn khi hàm lượng kiềm tăng lên tuy nhiên khi giá trị M^+ vượt giá trị 5% thì những thay đổi này không còn quá đáng kể. Điều này chứng tỏ rằng khi giá trị M^+ = 5%, lượng chất kích hoạt là đủ để phản ứng geopolimer xảy ra với tốc độ cao.

Bảng 6. Ảnh hưởng của hàm lượng kiềm M^+ đến tính chất hỗn hợp hồ CKD

Ký hiệu cấp phối	Tính chất của hỗn hợp hồ CKD					
	N_{tc}, %	$T_{bđđk}$, phút	$T_{ktđk}$, phút	D, mm	D_h, mm	P_o, mPa.s
M^+ 1	28,8	125	495	309	279	6,0
M^+ 3	29,9	80	400	284	252	7,1
M^+ 5	32,6	25	85	245	225	9,2
M^+ 7	31,0	45	145	225	197	12,7
M^+ 9	31,2	30	130	207	171	16,5

Độ lưu động của hỗn hợp hồ CKD giảm dần khi hàm lượng kiềm tăng lên do lượng SiO2 có trong hỗn hợp lớn tạo ra độ quánh cao. Khi hàm lượng kiềm M^+ tăng từ 1 đến 9% thì độ chảy loang giảm từ 309mm đến 207mm và độ chảy sutart giảm từ 279mm đến 171mm. Điều này hoàn toàn hợp lý do kết quả đo độ nhớt của hỗn hợp hồ CKD cũng tăng lên đáng kể khi hàm lượng kiềm lớn.



Hình 5. Ảnh hưởng hàm lượng M^+ đến độ nhớt hồ CKD

Biểu đồ tốc độ tăng độ nhớt theo thời gian của các cấp phối có hàm lượng kiềm khác nhau (hình 5) cho thấy rằng lượng SiO_2 có trong hỗn hợp cần đủ lớn để đảm bảo phản ứng geopolimer có thể diễn ra nhanh.

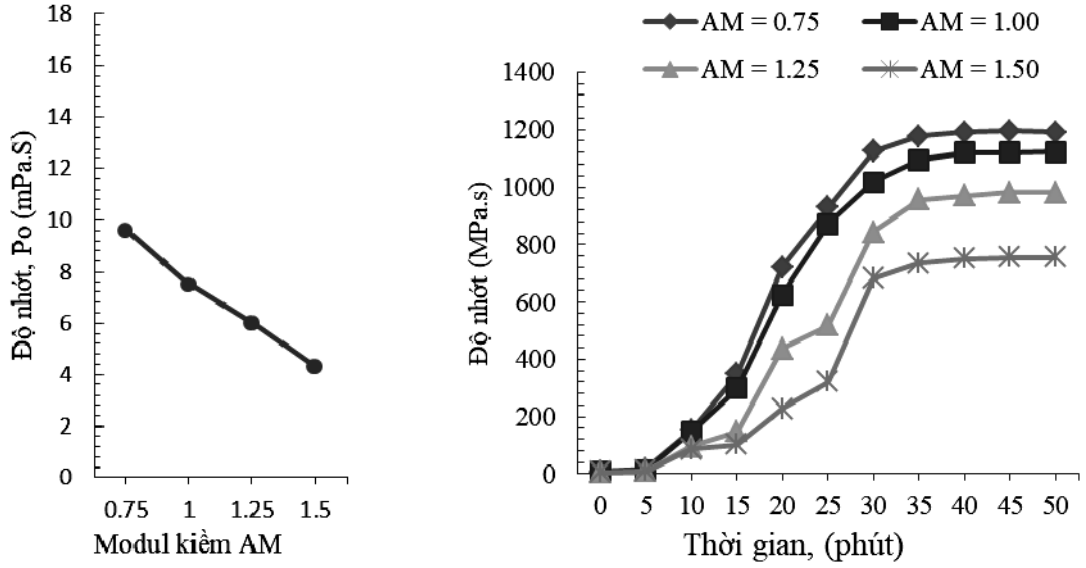
3.3. Ảnh hưởng của mô đun kiềm AM

Cùng với hàm lượng kiềm M^+, mô đun kiềm: $AM = \frac{Na_2O}{SiO_2}$ là giá trị quan trọng để tính toán lượng sử dụng dung NaOH bổ sung tạo môi trường thuận lợi cho việc hòa tan và thúc đẩy phản ứng tạo geopolimer.

Bảng 7. Ảnh hưởng của mô đun kiềm AM đến tính chất hỗn hợp hồ CKD

Ký hiệu cấp phối	Tính chất của hỗn hợp hồ CKD					
	N_{tc}, %	$T_{bđđk}$, phút	$T_{ktđk}$, phút	D, mm	D_h, mm	P_o, mPa.s
AM 0.75	28,8	75	210	267	238	9,6
AM 1.00	32,6	25	85	245	225	9,2
AM 1.25	33,5	30	100	282	255	6,0
AM 1.50	31,9	30	85	287	257	4,3

Từ kết quả được trình bày ở bảng 7, ta thấy rằng tương tự như hàm lượng kiềm (M^+) khi biến thiên chỉ số mô đun kiềm, lượng nước tiêu chuẩn Ntc thay đổi và đạt giá trị lớn nhất khi AM = 1,25. Thời gian đông kết của hỗn hợp CKD cũng có sự thay đổi mạnh khi mô đun kiềm thay đổi. Khi AM tăng từ 0,75 đến 1,0 cả thời gian bắt đầu và thời gian kết thúc đông kết của CKD giảm mạnh nhưng khi tiếp tục tăng AM lên đến 1.5 thì mức độ thay đổi là không đáng kể. Độ lưu động của hỗn hợp hồ CKD cũng chịu ảnh hưởng bởi mô đun kiềm AM tuy nhiên khi mô đun kiềm lớn hơn giá trị AM = 1,25 thì độ lưu động của hỗn hợp gần như không thay đổi.



Hình 6. Ảnh hưởng mô đun kiềm đến độ nhớt hồ CKD

Từ kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của mô đun kiềm đến độ nhớt được trình bày trong hình 6 ta thấy rằng khi tăng tỷ lệ sử dụng NaOH hay tăng mô đun kiềm AM thì độ nhớt ban đầu của hỗn hợp CKD giảm đáng kể từ 9,6 xuống 4,3 P_o, mPa.s khi AM tăng từ 0,75 lên 1,5. Hơn nữa tốc độ tăng độ nhớt của mẫu có chỉ số AM = 1,5 cũng chậm hơn nhiều mẫu có AM = 0,75. Do đó để đảm bảo tốc độ phản ứng geopolymer, mô đun kiềm là một đại lượng cần khống chế.

3.4. Ảnh hưởng của các thành phần vật liệu đến cường độ của CKD đúc tại nhiệt độ phòng

Cường độ kéo khi uốn và cường độ nén của CKD được xác định trên tổ mẫu gồm 03 mẫu vữa tiêu chuẩn có kích thước 40×40×160mm. Hỗn hợp vữa tiêu chuẩn có thành phần bao gồm: tổng lượng CKD = TB + SF + XLC là 450g, cát tiêu chuẩn là 1350g và tỷ lệ N/CKD bằng 0,3. Quy trình chế tạo mẫu dựa trên cơ sở TCVN 6016: 2011. Kết quả thí nghiệm cường độ của CKD được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến cường độ của CKD

STT	Ký hiệu cấp phối	Cường độ của CKD theo thời gian, MPa			
		Ru3	Ru28	Rn3	Rn28
1	TB 0	4,90	8,37	31,80	47,50
2	TB 20	4,10	6,64	32,00	41,30
3	TB 40	4,10	6,36	22,90	36,30
4	TB 60	3,90	4,59	13,80	26,80
5	TB 80	0,00	0,00	0,80	2,70
6	TB 100	0,00	0,00	0,00	0,00
7	M^+ 1	0,00	3,38	0,33	5,58
8	M^+ 3	3,19	4,17	10,76	19,24
9	M^+ 7	5,44	6,90	40,76	59,42
10	M^+ 9	4,13	7,32	34,49	47,57
11	AM 0.75	2,41	3,25	12,25	24,12
12	AM 1.25	5,02	8,92	28,61	65,94
13	AM 1.50	6,35	8,77	39,06	57,58

Tỷ lệ sử dụng tro bay thay thế xỉ lò cao có ảnh hưởng rất lớn tới cường độ của CKD. Cả Ru và Rn của CKD đều giảm dần theo sự tăng lên của tỷ lệ sử dụng tro bay và CKD.

Mô đun kiềm AM ảnh hưởng lớn đến cường độ tiêu chuẩn của CKD. Khi AM càng tăng thì cả cường độ nén và cường độ kéo khi uốn của CKD càng tăng. Tuy nhiên khi tăng mô đun kiềm, AM từ 0,75÷1,25 thì cường độ tăng dần, nhưng khi AM từ 1,25÷1,5 thì cường độ lại có xu hướng giảm. Điều này chứng tỏ tồn tại giá trị AM tối ưu trong khoảng 1,0÷1,25 thì cường độ của

CKD cho cường độ cao nhất. Việc tăng mô đun silic sẽ tăng lượng dùng Na_2O trong dung dịch kiềm RHA. Các ion âm trong dung dịch kiềm hoạt hóa sẽ phản ứng với Ca^{2+} hòa tan từ bề mặt các hạt xỉ và tro bay để hình thành nên dạng cấu trúc C-S-H ban đầu, lượng C-S-H bám trên bề mặt hạt xỉ và tro bay càng dày thì chất kết dính đóng rắn càng nhanh và cho cường độ càng cao, kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Shi [8]. Tuy nhiên, khi AM > 1,25 thì hàm lượng SiO_2 trong dung dịch kiềm RHA lại có xu hướng giảm mạnh nên đã làm giảm khả năng hoạt hóa và tạo cường độ cho CKD. Do đó giá trị AM tối ưu của CKD xung quanh giá trị 1,25.

Khi hàm lượng kiềm M^+ tăng thì ở 28 ngày, cường độ nén của CKD tăng trong khoảng 5,58-59,42 MPa và 3,38-7,32 MPa đối với cường độ kéo khi uốn. Việc tăng hàm lượng kiềm sẽ làm tăng lượng chất hoạt hóa Na_2O và SiO_2 trong hỗn hợp CKD, từ đó tăng cường quá trình hòa tan xỉ và tro bay cũng như khả năng hấp phụ các ion hòa tan trên bề mặt của hạt xỉ, hạt tro bay. Kết quả này cũng phù hợp với các kết quả nghiên cứu đi trước đối với hỗn hợp vữa xỉ kiềm [8]. Tuy nhiên, khi M+ tăng tới 9% thì cường độ nén của CKD lại có xu hướng giảm nhẹ do xảy ra hiện tượng tách kiềm (bề mặt mẫu xuất hiện nở hoa trắng trên bề mặt mẫu).

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể sử dụng dung dịch silicat hoạt hóa từ tro trấu thay thế hoàn toàn dung dịch thủy tinh lỏng thương mại trong sản xuất chất kết dính kiềm hoạt hóa. Cường độ nén mẫu chất kết dính geopolimer đúc trong điều kiện phòng thí nghiệm sử dụng chất kích hoạt kiềm từ tro trấu sau 28 ngày có thể đạt đến 65,94 MPa.

Đề tài đã xác định được các quy luật ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến một số tính chất của chất kết dính kiềm hoạt hóa. Lượng tro bay tăng gây giảm cường độ, giảm lượng nước tiêu chuẩn, tăng thời gian đông kết và tính công tác của hỗn hợp CKD; hàm lượng kiềm M^+ và mô đun kiềm AM cần có tỷ lệ sử dụng hợp lý để đạt hiệu quả tốt nhất cho phản ứng geopolimer xảy ra.

Nghiên cứu tuy chưa làm rõ về vi cấu trúc chất kết dính kiềm hoạt hóa bằng các phương pháp hóa lý hiện đại. Tuy nhiên kết quả nghiên cứu của đề tài là đủ đề làm cơ sở kết hợp với các công nghệ sản xuất tiên tiến từ nước ngoài và các điều kiện thực tế của Việt Nam từ đó xây dựng dây chuyền công nghệ sản xuất bê tông geopolimer cường độ cao đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và thực tế sản xuất hiện nay.

Hiện nay các tiêu chuẩn riêng để đánh giá tính chất của hỗn hợp chất kết dính kiềm hoạt hóa và bê tông geopolimer (kiềm hoạt hóa) cường độ cao còn chưa đầy đủ, cần bổ sung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] J. Davidovits in: *"Geopolymer '99"* Proc. of the 2nd International Conference (1999), p. 9

[2] X.C. Pu, C.C. Gan, S.D. Wang, C.H. Yang. *Summary reports of research on alkaliactivated slag cement and concrete.* Chongqing Inst. Arch. Eng. Chongqing (1988) 1-6 (in Chinese)

[3] Davidovits J. (2005). *Geopolymer chemistry and sustainable development*. The poly (sialate) terminology: a very useful and simple model for the promotion and understanding of green - chemistry. in In: Proceedings of 2005geopolymere conference, pp 9-15

[4] Bernal, S.A., Rodríguez, E.D., de Gutierrez, R.M., Provis, J.L., Delvasto, S., 2012. *Activation of metakaolin /slag blends using alkaline solutions based on chemically modified silica fume and rice husk ash.* Waste Biomass Valorization 3 (1),99-108

[5] Duxson P, Fernandez-Jimenez A, Provis JL, Lukey GC, Palomo A, Van Deventer JSJ (2007). *Geopolymer technology*: the current state of the art. Journal of Materials Science 42, 2917-2933

[6] J.C.SwanepoelC.A.Strydom (2002). *Utilisation of fly ash in a geopolymeric material.* Department of Chemistry, University of Pretoria, Pretoria, 0002, South Africa

[7] Sanjay Kumar • Rakesh Kumar • S. P. Mehrotra (2009). *Influence of granulated blast furnace slag on the reaction, structure and properties of fly ash based geopolymer*. Journal of Materials Science 45, 607-615 (2010)

[8] Shi Caijun, Krivenko Pavel V. and Roy Della (2006). *Alkali-Activated Cements and Concretes.* Taylor & Francis, 388.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC MẪU KHOAN ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO KHI BỬA CỦA BÊ TÔNG

SIZE EFFECT OF CEMENT CONCRETE CORE ON SPLITTING TENSILE STRENGTH

KS. Phan Công Hậu
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: phanconghau94@gmail.com

TÓM TẮT: Cường độ chịu kéo khi bửa của bê tông xi măng là một trong những chỉ tiêu quan trọng trong công tác nghiệm thu kết cấu mặt đường giao công. Thí nghiệm cường độ chịu kéo của bê tông bằng phương pháp khoan rút lõi là một trong những phương pháp phổ biến. Tuy nhiên, phương pháp này còn nhiều hạn chế do những quy định về hệ số chuyển đổi của mẫu khoan, cắt từ các cấu kiện hoặc sản phẩm với mẫu chuẩn còn chưa chặt chẽ, dẫn đến những sai số trong quá trình đánh giá. Nghiên cứu được thực hiện trên các mẫu có tỉ lệ chiều dài trên đường kính (H/D) là 1,0; 1,2; 1,5; 1,7; 1,8; 2,0 để đưa ra các hệ số chuyển đổi và mối quan hệ giữa các yếu tố đặc trưng. Kết quả nghiên cứu được có nhiều ứng dụng phục vụ trong quá trình đánh giá chất lượng bê tông nói chung và các kết cấu giao thông nói riêng.

TỪ KHÓA: Cường độ chịu kéo khi bửa, hiệu ứng kích thước, hệ số chuyển đổi.

ABSTRACT: *Splitting tensile strength of cement concrete is one of the important items in the acceptancing the surface of road structure. Using core to test the splitting tensile strength of concrete is one of the popular methods. However, this method has many limitations because the regulations on conversion coefficient of core samples to control samples are not strict, leading to errors in the evaluation process. The study was carried out on samples with length to diameter (H/D) ratios of 1,0; 1,2; 1,5; 1,7; 1,8; 2,0 to give the conversions coefficient and the relationship between the characteristic. The research results have many applications in the process of assessing the quality of concrete in general and traffic structures in particular.*

KEYWORDS: *splitting tensile strength, size effect, conversion factor.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cường độ chịu kéo của bê tông là một trong những đặc tính quan trọng liên quan trực tiếp đến quá trình phá huỷ của vật liệu. Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông bao gồm: kéo dọc trục, kéo khi uốn và kéo khi bửa. Giữa các cường độ chịu kéo đều có những tương quan nhất định. Cường độ kéo dọc trục thường được sử dụng trong quá trình thiết kế kết cấu bê tông cốt thép (theo TCVN 5574:2018), với các công trình giao thông cường độ chịu kéo khi uốn được sử dụng là một trong những thông số thiết kế ban đầu. Tuy nhiên để kiểm tra cường độ chịu kéo của bê tông tại hiện trường, phương pháp thí nghiệm cường độ chịu kéo khi bửa được lựa chọn do có tính linh hoạt, dễ dàng trong quá trình thực hiện. Với cường độ chịu nén, phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn đã thiết lập được hệ số ảnh hưởng của kích thước hình dạng mẫu, nhưng tiêu chuẩn hiện hành chưa đề cập đến hệ số chuyển đổi liên quan đến hình dạng mẫu với cường độ chịu kéo khi bửa. Điều này rất quan trọng khi đánh giá cường độ chịu kéo khi bửa không phải trên mẫu chuẩn như trường hợp thí nghiệm trên các mẫu khoan từ kết cấu công trình. Hiện nay,

một trong những phương pháp phổ biến để xác định cường độ chịu kéo của kết cấu bê tông là khoan lấy mẫu tại hiện trường. Tuy nhiên, việc đánh giá chính xác kết quả của phương pháp này còn nhiều hạn chế do những quy định về hệ số quy đổi giữa mẫu khoan từ các cấu kiện với mẫu tiêu chuẩn còn chưa chặt chẽ, dẫn đến những sai số trong quá trình đánh giá. Thí nghiệm cường độ chịu kéo khi bửa của bê tông là một phép đo cụ thể về cường độ chịu kéo của bê tông, đặc biệt phục vụ trong quá trình đánh giá chất lượng kết cấu bê tông trong giao thông. Trong phương pháp này, một mẫu hình trụ bê tông được đặt giữa các thớt nén của máy thử sao cho chiều cao của mẫu hình trụ song song với thớt nén của máy thử. Tải trọng nén được đặt lên mẫu thử cho đến khi xảy ra phá huỷ bằng cách tách mẫu dọc theo mặt phẳng đường kính của hình trụ [1]. Cường độ chịu kéo khi bửa là đặc tính quan trọng của bê tông, quyết định tính chất chịu tải của kết cấu bê tông và thường được lấy làm thông số thiết kế [4]. Trong kết cấu bê tông quá trình hình thành và lan truyền vết nứt trên bề mặt phụ thuộc vào cường độ chịu kéo và đặc điểm vết nứt của bê tông [2]. Trong hầu hết các trường hợp, cấu kiện bê tông bị suy giảm khả năng làm việc sau khi hình thành vết nứt. Do đó, việc dự đoán, đánh giá chính xác cường độ chịu kéo của bê tông với độ chính xác hợp lý là rất quan trọng. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của cường độ chịu kéo khi bửa như kích thước mẫu khoan thí nghiệm, loại cốt liệu sử dụng trong cấp phối, tỷ lệ nước/xi măng, điều kiện bảo dưỡng... Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu phân tích về cường độ chịu kéo của bê tông, các nghiên cứu cho thấy rằng kích thước mẫu khoan là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cường độ chịu kéo khi bửa của bê tông xi măng [7]. Khi bê tông được sử dụng trong vật liệu kết cấu, thiết kế không ứng suất kéo là một quy tắc và các nghiên cứu ít khi đề cập đến ứng xử kéo của bê tông so với nén [10]. Hiện nay, các kết cấu lớn như cầu, hầm, đập được xây dựng cũng hạn chế thiết kế chịu kéo đối với bê tông. Cường độ chịu kéo của bê tông thấp hơn rất nhiều so với cường độ chịu nén $f_t < f'_c/10$. Phá hủy nén của bê tông về bản chất là một hiện tượng kéo. Bê tông có độ bền kéo thấp, phá hủy chế độ I (dạng phá hủy kéo) sẽ thường xuyên chiếm ưu thế, trừ khi được tăng cường thép, sợi thêm vào bê tông. Trong hầu hết các trường hợp, phá hủy tổng thể luôn bắt đầu và phát triển từ phá hủy kéo. Quá trình phá hủy của bê tông được xác định từ nhiều thí nghiệm và mô phỏng số ở mức độ cấu trúc của bê tông, quá trình phá hủy trong bê tông thường được chia thành bốn giai đoạn, bao gồm: giai đoạn đàn hồi, giai đoạn nứt vi mô, giai đoạn nứt vĩ mô, giai đoạn bắc cầu các bề mặt nứt. Do có nhiều khó khăn liên quan đến thử nghiệm lực kéo trực tiếp, một số phương pháp gián tiếp đã được phát triển để xác định độ bền kéo. Nói chung, trong các thử nghiệm này, lực nén được tác dụng lên mẫu bê tông sao cho mẫu thử không bị hỏng do ứng suất kéo phát triển trong mẫu. Ứng suất kéo tại đó xảy ra sự cố được gọi là cường độ kéo của bê tông. Các thử nghiệm tách, bửa là các thử nghiệm gián tiếp được biết đến nhiều được sử dụng để xác định cường độ kéo của bê tông đôi khi được gọi là cường độ kéo đứt của bê tông.

Hiện nay, ở Việt Nam việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan từ các kết cấu bằng bê tông vẫn còn hạn chế. Chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về hệ số chuyển đổi giữa mẫu khoan với mẫu tiêu chuẩn gây ra những cản trở, khó khăn trong quá trình đánh giá, nghiệm thu chất lượng công trình. Bài báo này tập trung vào làm rõ yếu tố ảnh hưởng của kích thước mẫu đến cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan, đồng thời đưa ra những kết quả dự đoán về hệ số chuyển đổi mẫu của mẫu khoan so với mẫu tiêu chuẩn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Trong nghiên cứu đã sử dụng xi măng poóc lăng PC40 của Nhà máy Xi măng Bút Sơn có khối lượng riêng bằng 3,1 g/cm³, lượng nước tiêu chuẩn 31%, thời gian bắt đầu đông kết 135 phút, thời gian kết thúc đông kết 195 phút và cường độ chịu nén ở 3 ngày và 28 ngày tuổi tương ứng bằng 33,5 MPa và 50,7 MPa.

Hai loại cốt liệu nhỏ là cát vàng (nguồn Sông Lô) có đun độ lớn là 1,8 và cát nghiền có mô đun độ lớn là 2,9, các tính chất của cốt liệu nhỏ đều thoả mãn yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 7572:2006.

Cốt liệu lớn là đá dăm có khối lượng thể tích khô bằng 2,73 g/cm³, khối lượng thể tích xốp 1440 kg/m³, độ nén dập 11%, hàm lượng hạt thoi dẹt 10%.

Phụ gia khoáng được sử dụng là tro bay của Nhà máy điện Phả Lại có hàm lượng MKN là 1,51% và chỉ số hoạt tính cường độ đối với xi măng sau 28 ngày so với mẫu đối chứng đạt 91,6%.

Phụ gia hoá học sử dụng trong nghiên cứu là SPR3000 của Công ty Silkroad đây là phụ gia thuộc nhóm phụ gia giảm nước tầm cao, với khả năng giảm nước đến 15%.

Nghiên cứu các ảnh hưởng của kích thước mẫu khoan đến cường độ kéo được thực hiện trên mẫu tiêu chuẩn của 2 cấp phối bê tông M1 và M2. Cấp phối được trình bày tại bảng 2.1. Đã tiến hành đổ 2 mẫu bê tông kích thước lớn với kích thước 1000×1000×1000mm, được đầm bằng đầm rung. Sau đó tiến hành khoan các mẫu theo các đường kinh D lần lượt là 150mm, 102mm, 83mm, 75mm. Các mẫu khoan được lấy ở tuổi 21 ngày với 1 tổ 3 viên mẫu, bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn đến 28 ngày và được nén đồng thời cùng với mẫu đúc theo tiêu chuẩn. Các mẫu sau khi khoan có đường kính thực tế tương ứng lần lượt là 142mm, 94mm, 75mm và 67mm, sau đó mẫu được gia công theo các tỷ lệ H/D bằng 1; 1,2; 1,5; 1,7; 1,8 và 2,0.

Để thiết lập giá trị hệ số chuyển đổi mẫu, nghiên cứu đã sử dụng 06 cặp tổ mẫu có kích thước tiêu chuẩn và khác chuẩn.

Bảng 1. Cấp phối thí nghiệm

Tên mẫu	Vật liệu sử dụng							Cường độ chịu nén	Cường độ chịu kéo khi bửa
	Xi măng	Tro bay	Cát vàng	Cát nghiền	Đá dăm	Nước	Phụ gia		
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	lít	MPa	MPa
M1	303	130	563	215	979	178	3,5	45,3	5,0
M2	302	129	560	214	979	165	3,4	50,4	5,4

Phương pháp thí nghiệm sử dụng trong nghiên cứu là các phương pháp quy định trong tiêu chuẩn quốc gia TCVN và tham khảo các tiêu chuẩn nước ngoài liên quan. Việc thí nghiệm cường độ chịu kéo khi bửa tiến hành theo BS EN 12390-6:2009, thiết lập hệ số chuyển đổi giữa mẫu khoan và mẫu tiêu chuẩn được tiến hành theo tiêu chuẩn GOST 10180-2012. Các thí nghiệm được thực hiện tại Viện CN Bê tông - Viện KHCN Xây dựng.

Hình 1. Quá trình khoan và gia công mẫu

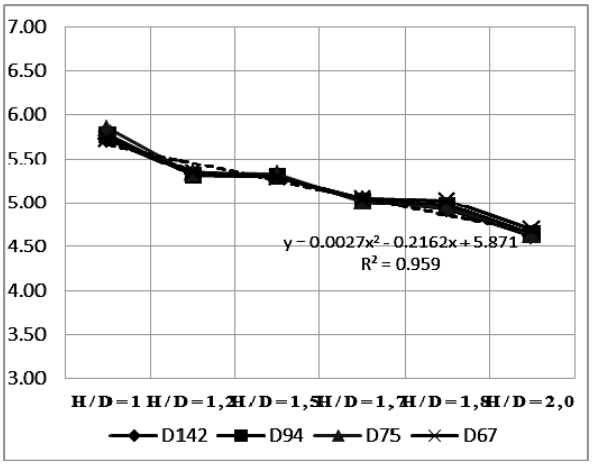
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước đến cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan

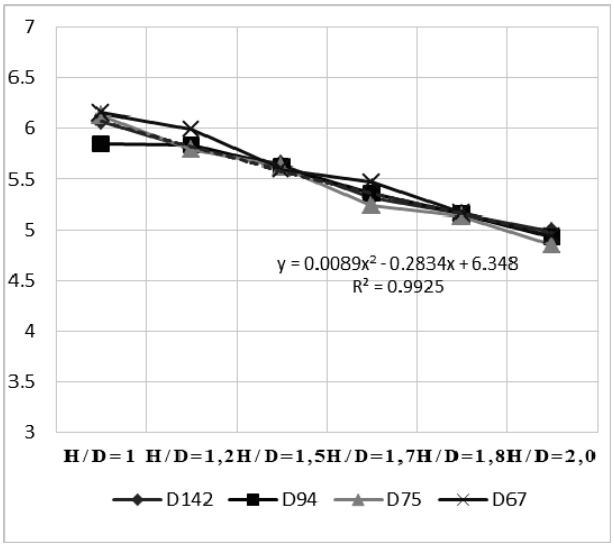
Cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan được trình bày theo bảng 3.1.

Bảng 2. Cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan

Tên cấp phối	Đường kính mẫu, (mm)	Cường độ kéo khi bửa, MPa với tỷ lệ H/D					
		1,0	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0
M1	142	5,72	5,32	5,30	5,04	4,92	4,63
	94	5,77	5,31	5,30	5,02	4,98	4,65
	75	5,84	5,33	5,32	5,01	4,94	4,64
	67	5,72	5,34	5,29	5,05	5,02	4,70
M2	142	6,07	5,80	5,64	5,31	5,15	4,98
	94	5,84	5,83	5,62	5,36	5,15	4,93
	75	6,13	5,79	5,62	5,23	5,13	4,85
	67	6,15	5,99	5,60	5,47	5,17	4,94



Hình 2. Cường độ chịu kéo khi bửa của cấp phối M1



Hình 3. Cường độ chịu kéo khi bửa của cấp phối M2

Kết quả thu được cho thấy cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu M1 ở tỷ lệ H/D = 1 dao động từ 5,72 MPa đến 5,84 MPa, với mẫu M2 cường độ dao động từ 5,84 MPa đến 6,07 MPa. Tương tự với các tỷ lệ H/D còn lại, cường độ giữa các mẫu ở 2 cấp phối không có sự chênh lệch nhiều, đặc biệt tại tỷ lệ H/D = 1,5 cường độ dao động ở mẫu M1 từ 5,29 đến 5,32 và ở mẫu M2 từ 5,60 đến 5,64.

Khi tỷ lệ H/D tăng dần từ 1,2; 1,5; 1,7; 1,8 và 2,0 cường độ chịu kéo khi bửa có xu hướng giảm dần ở các mẫu có đường kính khác nhau. Cụ thể ở cấp phối M1, với mẫu có đường kính 142mm cường độ giảm dần từ 5,72 MPa xuống 4,63 MPa tương ứng với tỷ lệ H/D = 1 và H/D = 2. Tương tự với cấp phối M2, mẫu có đường kính 72mm có xu hướng giảm từ 6,13 MPa tại tỷ lệ H/D = 1 xuống 4,85 MPa tại tỷ lệ H/D = 2. Điều này có thể lý giải như sau diện tích vùng chịu kéo khi bửa của các mẫu là chiều dọc theo mặt phẳng đường kính của hình trụ vì vậy khi tỷ lệ H/D tăng lên thì diện tích vùng phá huỷ lớn hơn dẫn đến cường độ suy giảm, ngược lại khi tỷ lệ H/D nhỏ vùng phá huỷ của mẫu giảm là cường độ của mẫu tăng lên.

3.2. Nghiên cứu hệ số chuyển đổi cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan với mẫu đúc tiêu chuẩn

Trên cơ sở các kết quả thu được từ mẫu khoan theo bảng 3, tiến hành đánh giá hệ số chuyển đổi mẫu căn cứ dựa theo tiêu chuẩn GOST 10180-2012. Các hệ số chuyển đổi và độ lệch chuẩn được trình bày theo bảng 3.2.

Bảng 3. Hệ số chuyển đổi mẫu giữa mẫu khoan và mẫu đúc tiêu chuẩn D150×H300mm

Tên cấp phối	Đường kính mẫu, (mm)	Cường độ kéo khi bửa, MPa với tỷ lệ H/D					
		1,0	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0
M1	142	0,87	0,94	0,94	0,99	1,01	1,08
	94	0,86	0,94	0,94	0,99	1,00	1,07
	75	0,85	0,94	0,94	1,00	1,01	1,08
	67	0,87	0,93	0,94	0,99	0,99	1,06
	Trung bình	0,87	0,94	0,94	0,99	1,01	1,07

Bảng 3. *(tiếp theo)*

Tên cấp phối	Đường kính mẫu, (mm)	Cường độ kéo khi bửa, MPa với tỷ lệ H/D					
		1,0	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0
M2	142	0,88	0,93	0,95	1,01	1,04	1,08
	94	0,92	0,92	0,96	1,00	1,04	1,09
	75	0,88	0,93	0,96	1,03	1,05	1,11
	67	0,87	0,90	0,96	0,98	1,04	1,09
	Trung bình	0,89	0,92	0,96	1,01	1,04	1,09

Bảng 4. Độ lệch chuẩn của tương quan giữa cường độ mẫu khoan và mẫu đúc tiêu chuẩn

Tên cấp phối	Đường kính mẫu,(mm)	Cường độ kéo khi bửa, MPa với tỷ lệ H/D					
		1,0	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0
M1	142	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,05
	94	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
	75	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05
	67	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
M2	142	0,04	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04
	94	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05
	75	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05
	67	0,03	0,02	0,00	0,02	0,04	0,05

Giá trị hệ số chuyển đổi mẫu được thiết lập từ cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan và mẫu đối chứng cho thấy mẫu có tỷ lệ H/D lần lượt là 1,2; 1,5; 1,7; 2,0 cho giá trị hệ số chuyển đổi mẫu trung bình giữa 2 cấp phối tương đương nhau. Thay đổi đường kính mẫu không có nhiều ảnh hưởng đến cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan mà tỷ lệ H/D là yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ đến cường độ chịu kéo khi bửa.

Giá trị trung bình của hệ số chuyển đổi có xu hướng tăng dần theo chiều tăng của tỷ lệ H/D ở tất cả các đường kính mẫu. Cụ thể ở mẫu M1 giá trị chuyển đổi mẫu tăng dần từ 0,87 tương ứng ở tỷ lệ H/D = 1 lên 1,07 tương ứng với tỷ lệ H/D = 2, tương tự với mẫu M2 giá trị tăng dần từ 0,89 lên 1,05. Điều này cho thấy có mối tương quan chặt chẽ giữa hệ số chuyển đổi với tỷ lệ H/D của mẫu.

Điều này có thể lý giải như sau các mẫu khoan có đường kính khác nhau thì tỷ lệ đường đặt lực và chiều cao mẫu là không đổi, tuy nhiên vùng phá huỷ bao gồm vùng chịu nén và kéo tăng lên khi chiều dài mẫu tăng lên. Điều đó dẫn đến cường độ của mẫu có tỷ lệ H/D cao sẽ giảm so với mẫu có tỷ lệ H/D thấp hơn.

Từ các kết quả trên, có thể tham khảo sử dụng các hệ số chuyển đổi cường độ từ mẫu khoan về mẫu chuẩn D150xH300 mm với tỷ lệ H/D như trong nghiên cứu phục vụ quá trình thí nghiệm như bảng sau:

Bảng 5. Hệ số chuyển đổi giữa mẫu khoan và mẫu tiêu đúc tiêu chuẩn D150×H300mm

Tỉ lệ H/D				
1,0	1,2	1,5	1,7	2,0
0,88	0,93	0,95	0,99	1,08

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Cường độ chịu kéo khi bửa không bị ảnh hưởng bởi đường kính của mẫu khoan.

- Với cùng một đường kính, khi tăng tỷ lệ H/D thì cường độ chịu kéo khi bửa của mẫu khoan có xu hướng giảm.

- Nên lựa chọn các ống khoan có đường kính 150mm, 102mm, 83mm để khoan lấy mẫu sẽ cho độ tin cậy về kết quả cường độ chịu kéo khi bửa tốt hơn so với các ống khoan có đường kính nhỏ hơn.

- Dựa trên kết quả thử nghiệm, nhóm tác giả đề xuất bảng hệ số chuyển đổi mẫu đối với mẫu khoan có tỷ lệ H/D là 1,0; 1,2;1,5;1,7;2,0 lần lượt là 0,93; 0,95; 0,99; 1,08.

- Kiến nghị tiến hành một nghiên cứu tương tự với số lượng lớn hơn các hỗn hợp bê tông khác nhau để xác định ảnh hưởng của các thành phần và đặc tính của hỗn hợp bê tông kết quả cường độ chịu kéo khi bửa.

- Cần có các thử nghiệm sâu hơn để xác định chính xác hệ số chuyển đổi giữa mẫu khoan và mẫu tiêu chuẩn đối với các tỷ lệ H/D khác với các mác bê tông khác nhau và tại các vị trí khoan khác nhau trên cùng một kết cấu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ASTM C78/C78M - 18 *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*

[2] Arioglu, N., Girgin, Z.C. and Arioglu, E., *"Evaluation of Ratio between Splitting Tensile Strength and Compressive Strength for Concrete up to 120 MPa and its Application in Strength Criterion"* ACI Materials Journal, Vol.103, No.1, Januraly-February 2006, pp 18-24

[3] British/European code (BS EN 12390-6) 2009. *Testing concrete - Split tensile strength of testspecimens.* BSI - London

[4] TCVN 3120:1993 *Bê tông nặng - Phương pháp thử cường độ kéo khi bửa*

[5] TCVN 3118:1993 *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*

[6] ГОСТ 10180 – 2012 Методы определения прочности по контрольным образцам

[7] Hasegawa T, Shioya T, Okada T. *Size effect on splitting tensile strength of concrete. JCI conference*. Japan Concrete Institute; 1985. p. 309-12

[8] Kadlecek, Sr. V.L., Modry, S. and Kadlecek, Jr. V.L*., "Size effect of test specimens on tensile splitting strength of concrete: general relation"* Materials and Structures, Vol.35, January-February 2002, pp 28-34

[9] K. Yan, H. Xu, G. Shen, P. Liu, Prediction of splitting tensile strength from cylinder compressive strength by support vector machine, Adv. Mater. Sci. Eng. 2013 (2013) 13. Hindawi Publishing Corporation Article ID 597257

[10] Oluokun, F.A., Burdette, E.G. and Deatherage, J.H., *"Splitting tensile strength and compressive strength relationships at early ages",* ACI Materials Journal, Vol.88, No.2, Mar.-Apr. 1991, pp 115-121

[11] Raphael, J.M., "*Tensile strength of concrete"* ACI Journal, Proceedings Vol.81, No.2, Mar.-Apr. 1984, pp 158-165

[12] TCVN 8862:2011, *Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính*

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VỮA KHÔNG CO CƯỜNG ĐỘ CAO DÙNG NEO CHÂN CỘT, MÓNG TUABIN ĐIỆN GIÓ

RESEARCH PRODUCTION OF HIGH STRENGTH NON-SHRINK GROUT FOR ANCHORING PILLAR BASE, TURBINE FOUNDATION OF WIND ELECTRICITY

ThS. Lê Thuận An[1], ThS. Đoàn Thị Thu Lương[2]
[1,2]Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: thuanan82@gmail.com, doanluong.dhxd@gmail.com

TÓM TẮT: Hiện nay, nền kinh tế Việt Nam đang tăng trưởng mạnh mẽ, đồng nghĩa nhu cầu sử dụng năng lượng của người dân ngày càng tăng cao. Trong vòng 20 năm trở lại đây, tốc độ tăng trung bình của sản phẩm điện năng đạt mức 12-13%/năm, gấp hai lần tốc độ tăng trưởng GDP của nền kinh tế. Một trong những nguồn năng lượng đang được Chính phủ quan tâm đầu tư và sử dụng là năng lượng gió. Các nhà máy Điện gió được xây dựng nhiều trong những năm gần đây. Một trong những hạng mục quan trọng của nhà máy Điện gió là máy phát điện tuabin gió. Việc lắp đặt tuabin điện gió yêu cầu rất khắt khe về chất lượng vật tư sử dụng. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo vữa không co cường độ cao neo chân cột, móng tuabin điện gió.

TỪ KHÓA: Điện gió, tuabin điện gió, vữa neo móng tuabin điện gió, vữa không co, vữa cường độ cao.

ABSTRACT: *Currently, Vietnam's economy is growing strongly, which means that people's demand for energy is increasing. Over the past 20 years, the average growth rate of electricity products has reached 12-13% per year, twice the GDP growth rate of the economy. One of the energy sources that the Government is interested in investing and using is wind energy. Wind electricity plants have been built a lot in recent years. One of the important items of a wind electricity plant is a wind turbine generator. The installation of wind electricity turbine is very demanding on the quality of materials used. This paper presents the results of research production of high strength non-shrink grout for anchoring pillar base, turbine foundation of wind electricity.*

KEYWORDS: *Wind electricity, wind electricity turbine, grout for anchoring wind electricity turbine foundation, non-shrink grout, high strength grout.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nền kinh tế Việt Nam đang tăng trưởng mạnh mẽ, đồng nghĩa với việc nhu cầu sử dụng năng lượng của người dân ngày càng tăng cao. Đứng trước nguy cơ các nguồn nhiên liệu ngày càng cạn kiệt, Chính phủ Việt Nam quyết định sử dụng và thúc đẩy phát triển nguồn năng lượng tái tạo nhiều hơn nữa, trong đó có năng lượng gió.

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có đường bờ biển trải dài hơn 3.000 km, vì vậy tiềm năng phát triển năng lượng gió tại Việt Nam vô cùng lớn.

Theo đánh giá của Ngân hàng Thế giới, Việt Nam là nước có tiềm năm gió lớn nhất trong bốn nước của khu vực, với hơn 39% tổng diện tích của Việt Nam được ước tính là có tốc độ gió trung bình hằng năm lớn hơn 6m/s ở độ cao 65m, tương đương công suất 512 GW.

Bảng 1. Tiềm năng gió của Việt Nam ở độ cao 65m

Tốc độ gió trung bình	Thấp < 6m/s	Trung bình 6-7m/s	Tương đối cao 7-8m/s	Cao 8-9m/s	Rất cao > 9m/s
Diện tích (km^2)	197.242	100.367	25.679	2.178	111
Tỷ lệ diện tích (%)	60,6	30,8	7,9	0,7	> 0
Tiềm năng (MW)	-	401.444	102.716	8.748	482

Hiện nay, trên cả nước có gần 50 dự án về điện gió đăng ký với tổng công suất gần 500 MW. Tuy nhiên, các dự án đã đi vào vận hành còn chưa nhiều, chỉ có bảy dự án đang vận hành với tổng công suất 190 MW. Tiêu biểu có thể kể đến các dự án Tuy Phong - Bình Thuận, Phú Lạc, Bạc Liêu, Đầm Nại, ... Số còn lại đang triển khai khá chậm hoặc rơi vào giai đoạn khó khăn của việc tìm nhà đầu tư.

Điện gió với "tiềm năng lớn" chưa thu hút các nhà đầu tư cả trong và ngoài nước. Thông qua các cuộc hội thảo, bàn luận, nhiều lý do được đưa ra tập trung vào các quyết định hành chính, chính sách ưu đãi, nguồn vốn, hạ tầng... Trong kết quả tính của Quy hoạch điện 8, dự kiến đến năm 2030 sẽ có khoảng 19,5 GW điện gió, trong khi hiện nay mới chỉ có 400 MW.

Ngoài những thách thức nêu trên, điện gió ngoài khơi cũng đang là một thách thức lớn đối với ngành năng lượng Việt Nam, khi các nước trên thế giới đang chạy đua lắp đặt với nhiều đặc điểm ưu việt, lợi ích. Ở Việt Nam, điện gió ngoài khơi vẫn được coi là công nghệ mới, khi triển khai chắc chắn sẽ gặp nhiều vấn đề về công nghệ cũng như chi phí phát triển.

Điện gió được xem là nguồn năng lượng sạch vì không tạo ra phát thải các loại khí gây hiệu ứng nhà kính. Tuy nhiên trong thực tế, để phát triển nguồn năng lượng sạch này ở Việt Nam vẫn đang là một thách thức khá lớn đối với Nhà nước, cũng như các doanh nghiệp.

Bộ phận chính của nhà máy Điện gió là tuabin điện gió. Tuabin điện gió là một thiết bị cơ khí cấu tạo không quá phức tạp, hoạt động theo một nguyên lý rất đơn giản. Mượn sức gió để chuyển đổi động năng thành cơ năng và tiếp tục chuyển đổi thành điện năng. Năng lượng của gió làm cho 2 hoặc 3 cánh quạt quay quanh 1 rotor. Mà rotor được nối với trục chính và trục chính sẽ truyền động làm quay trục quay máy phát để tạo ra điện. Các tuabin gió được đặt trên trụ cao để thu hầu hết năng lượng gió.

Tuabin gió có thể đặt trên các cánh đồng rộng lớn vì các cánh quạt phải được trải rộng để đảm bảo được lượng gió hập thụ và cách xa khu dân cư. Các tuabin được đặt ngoài khơi sức gió sẽ tối ưu hơn nhưng chi phí xây dựng và bảo trì cao hơn đáng kể. Tỷ lệ sản sinh ra điện của tuabin sẽ thuận với tỷ lệ độ lớn của cánh quạt. Cánh quạt càng lớn thì khả năng sản sinh điện và phát huy tác dụng của tuabin điện gió càng cao. Tuabin gió được đặt trên trụ cao để đón năng lượng gió giúp tốc độ quay nhanh hơn và ít bị các luồng gió bất thường:

- Khi có gió, chuyển động sẽ tác động lực, đẩy cho cánh quạt quay và dọc theo trục của tuabin. Đó là phần lực cơ học mà cánh quạt tạo ra.

- Từ đó, các bộ phận chuyển động khác của động cơ máy phát điện sẽ quay khi kết nối với trục của tuabin. Đây chính là cơ chế tạo ra năng lượng tái tạo.

Trong thi công tuabin điện gió, phần móng là kết cấu bê tông cốt thép khối lớn đổ tại chỗ. Nhà thầu thực hiện các biện pháp cần thiết để hạ nhiệt khối đổ, hạn chế chênh lệch nhiệt độ trong lòng và bên ngoài khối đổ nhằm hạn chế nứt bê tông. Tuabin được lắp đặt vào móng qua hệ thống bu lông neo chân cột, móng. Đây là quá trình khó khăn, phức tạp, đòi hỏi độ chính xác cao và yêu cầu khắt khe về chất lượng vật tư sử dụng. Vật liệu quan trọng phục vụ công tác neo chân cột, móng tuabin điện gió là sản phẩm vữa không co cường độ cao.

Các dự án điện gió có yêu cầu kỹ thuật cụ thể về sản phẩm vữa neo. Một dự án có thể đề cập ở đây là Điện gió Đắc Nông Việt Nam 300 MW, yêu cầu vữa neo như sau:

- Độ chảy xòe cao: ≥ 31 cm.
- Không co ngót, không tách nước.
- Độ giãn nở: 0,1 ÷ 3,5%.
- Cường độ nén cao: cường độ nén tuổi 28 ngày ≥ 110 MPa.

Trong bài báo này, Viện Chuyên ngành Bê tông trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo vữa không co cường độ cao dùng neo chân cột, móng tuabin điện gió đáp ứng những yêu cầu kỹ thuật trên.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Vật liệu dùng trong nghiên cứu bao gồm xi măng, phụ gia khoáng hoạt tính, phụ gia nở, phụ gia siêu dẻo, phụ gia duy trì độ linh động, cát. Chất lượng vữa phụ thuộc vào chất lượng các thành phần vật liệu đầu vào.

2.1. Xi măng

Nghiên cứu sử dụng xi măng PCB40 Nghi Sơn. Tính chất cơ lý của xi măng PCB40 Nghi Sơn được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất cơ lý của xi măng

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm³	3,05	TCVN 4030:2003
2	Bề mặt riêng	cm²/g	3.890	TCVN 4030:2003
3	Lượng sót trên sàng 0,09 mm	%	1,5	TCVN 4030:2003
4	Độ dẻo tiêu chuẩn	%	29,0	TCVN 6017:2015
5	Thời gian đông kết - Bắt đầu - Kết thúc	 phút phút	 130 205	TCVN 6017:2015
6	Độ ổn định thể tích	mm	1,0	TCVN 6017:2015
7	Độ bền uốn - 3 ngày - 7 ngày - 28 ngày	 N/mm^2 N/mm^2 N/mm^2	 6,9 8,3 9,1	TCVN 6016:2011

Bảng 2. *(tiếp theo)*

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
8	Độ bền nén - 3 ngày - 7 ngày - 28 ngày	 N/mm^2 N/mm^2 N/mm^2	 32,9 44,5 51,0	TCVN 6016:2011

2.2. Phụ gia khoáng hoạt tính

Nghiên cứu sử dụng hai loại phụ gia khoáng hoạt tính là tro bay và silica fume. Lượng dùng phụ gia khoáng hoạt tính có thể dao động từ 5 ÷ 15% khối lượng xi măng, tuỳ theo cường độ và tính công tác yêu cầu, thậm chí có thể nên đến trên 30% khi cần thiết.

Silica fume có tác dụng kép về mặt vật lý và mặt hóa học. Nó có khả năng xâm nhập vào mọi khoảng hở giữa các hạt xi măng, làm tăng độ đặc chắc, tăng khả năng chống thấm nước. Silica fume có hoạt tính puzơlan cao, khi phản ứng hóa học với hydroxit canxi tạo thành gel hydrosilicat canxi, làm tăng cường độ và độ đặc chắc của vữa. Lượng nước yêu cầu tăng khi tăng lượng dùng silica fume, như vậy với hàm lượng sử dụng nhỏ sẽ thuận lợi cho việc giảm tỷ lệ N/CKD, thúc đẩy việc tăng cường độ, cải thiện tính công tác. Đặc biệt silica fume có khả năng thúc đẩy tốc độ phát triển cường độ ở tuổi sớm ngày (3 ÷ 7 ngày), nhưng sau 28 ngày tốc độ phát triển cường độ chậm hơn.

Sử dụng tro bay của nhà máy Nhiệt điện Phả Lại và silica fume của hãng Elkem - Na Uy. Tính chất cơ lý của tro bay được trình bày trong Bảng 3, thành phần hóa học của tro bay được trình bày trong Bảng 4. Tính chất cơ lý của silica fume được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của tro bay

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Độ ẩm tự nhiên	%	0,5	TCVN 10302:2014
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m^3	900	TCVN 6882:2016
3	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,20	TCVN 4030:2003
4	Chỉ số hoạt tính - 7 ngày - 28 ngày	 % %	 84,9 93,8	TCVN 10302:2014

Bảng 4. Thành phần hóa học (% theo khối lượng) của tro bay

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	TiO_2	Khác	MKN
58,72	24,06	7,03	0,65	0,56	3,50	0,42	2,47	2,59

Bảng 5. Tính chất cơ lý của silica fume

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Độ ẩm tự nhiên	%	0,85	TCVN 141:2008
2	Chỉ số hoạt tính cường độ tuổi 7 ngày với xi măng so với mẫu đối chứng	%	115	TCVN 8827:2011
3	Hàm lượng SiO_2	%	90,00	TCVN 7131:2002

2.3. Phụ gia siêu dẻo

Để nâng cao cường độ thì một trong các giải pháp được thực hiện là giảm tỷ lệ N/CKD, nhằm đảm bảo hạn chế về mặt kinh tế tương ứng với nó là biện pháp giảm nhu cầu cần nước sẽ phù hợp hơn việc tăng hàm lượng chất kết dính trong bê tông. Trong chế tạo vữa tự chảy không co cường độ cao, việc sử dụng phụ gia hóa học là cần thiết.

Phụ gia siêu dẻo được đưa vào hệ xi măng pooclăng nhằm điều chỉnh một hoặc nhiều tính chất của vật liệu ở giai đoạn trước khi đóng rắn cũng như sau khi đóng rắn mà bản chất cơ bản của nó là sự tương tác giữa phụ gia hoá học và chất kết dính xi măng.

Nghiên cứu sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước tầm cao dạng bột gốc Polycarboxylate Melflux 2641F của hãng BASF - Đức, có khả năng giảm nước nhào trộn trong hỗn hợp tới 40 ÷ 45%. Việc sử dụng phụ gia siêu dẻo làm tăng cường độ, tăng độ đặc chắc và tính đồng nhất nên hỗn hợp bê tông có độ co thấp.

2.4. Phụ gia nở

Trong quá trình thuỷ hóa đóng rắn vữa có sự thay đổi thể tích. Sau một thời gian ngắn tính từ lúc nhào trộn với nước, thể tích hỗn hợp bê tông bị co lại do bay hơi nước và sự xích lại gần nhau của các sản phẩm thủy hóa. Để khắc phục hiện tượng co ngót, tăng độ chống thấm, phụ gia nở được trộn thêm vào thành phần xi măng. Hiệu ứng dãn nở có được là do sự tạo thành phase ettringite trong đá xi măng từ phase sulphate aluminate calcium $3(CaO.Al_2O_3).CaSO_4$ của phụ gia và các thành phần khác trong hệ xi măng nước.

Nghiên cứu sử dụng phụ gia nở tổng hợp EX-10 của Viện Chuyên ngành Bê tông. Tính chất cơ lý của phụ gia nở được trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Tính chất cơ lý của phụ gia nở

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Lượng sót sàng 90 μm	%	5,8	TCVN 4030:2003
2	Độ nở dài thanh vữa có phụ gia nở - 7 ngày - 28 ngày	 % %	 0,075 0,081	ASTM C157M-08
3	Độ nở dài thanh vữa ở 28 ngày so với ở 7 ngày	%	111	ASTM C157M-08

2.5. Phụ gia duy trì độ linh động

Phụ gia duy trì độ linh động được sử dụng với mục đích là ổn định độ linh động của hỗn hợp vữa trong thời gian công tác, chống hiện tượng tách nước, phân tầng.

Nghiên cứu sử dụng phụ gia duy trì độ linh động Axilat của hãng Synthomer - Anh. Đây là sản phẩm dạng bột mịn có mầu trắng, được sản xuất bằng cách biến tính tinh bột nhờ phản ứng thủy phân, hoặc phương pháp chuyển hóa enzim.

2.6. Cốt liệu

Cốt liệu sử dụng trong nghiên cứu là cát trắng mịn có cỡ hạt lớn nhất 0,315 ÷ 0,63 và cát lọc mịn có cỡ hạt lớn nhất 0,315 ÷ 0,63.

Các chỉ tiêu cơ lý của cát đạt yêu cầu theo TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

2.7. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý của xi măng:

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

+ TCVN 6016:2011 Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ.

+ TCVN 6017:2015 Xi măng - Phương pháp xác định thời gian đông kết và độ ổn định thể tích.

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý của tro bay:

+ TCVN 6882:2016 Phụ gia khoáng cho xi măng.

+ TCVN 10302:2014 Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý của silicafume:

+ TCVN 8827:2011 Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - Silicafume và tro trấu nghiền mịn

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu:

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

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

- Phương pháp xác định các tính chất của vữa và hỗn hợp vữa tự chảy không co:

+ TCVN 9204:2012 Vữa xi măng khô trộn sẵn không co.

+ ASTM C940-10a Standard test method for Expansion and bleeding of Freshly mixed grouts for preplaced - Aggregate concrete in the laboratory.

- Nghiên cứu thiết kế cấp phối vữa bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm:

Yêu cầu kỹ thuật của vữa bao gồm: độ chảy xòe ≥ 31 cm; độ giãn nở 0,1 ÷ 3,5%; cường độ nén tuổi 28 ngày ≥ 110 MPa; không co ngót, không tách nước.

Các nhân tố cơ bản ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kỹ thuật trên là: lượng dùng xi măng; tỷ lệ cát/chất kết dính; tỷ lệ nước/chất khô; lượng dùng các loại phụ gia (phụ gia khoáng hoạt tính, phụ gia siêu dẻo, phụ gia nở, phụ gia duy trì độ linh động).

Cường độ nén 28 ngày là một chỉ tiêu quan trọng. Chọn cường độ nén làm hàm mục tiêu trong quy hoạch thực nghiệm. Các nhân tố được chọn để nghiên cứu ảnh hưởng đến cường độ nén 28 ngày bao gồm:

+ Lượng sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính (% lượng dùng xi măng): SF.

+ Lượng sử dụng phụ gia siêu dẻo (% lượng dùng xi măng): SD.

+ Tỷ lệ nước/chất khô: N/CK.

+ Lượng sử dụng phụ gia duy trì độ linh động: CB.

Các nhân tố SF, SD, N/CK, CB đảm bảo được các yêu cầu cơ bản của biến số: lượng hóa, dễ điều chỉnh, đơn trị, độc lập và ảnh hưởng trực tiếp đến các tính chất của hỗn hợp vữa và vữa đã đóng rắn, đồng thời chúng cũng là những thông số cơ bản cho phép xác định được cấp phối vữa. Các nhân tố đầu vào (còn gọi là biến số độc lập) là: X_1 = SF, X_2 = SD, X_3 = N/CK, X_4 = CB.

Phương trình biểu diễn quan hệ phụ thuộc các tính chất cơ bản của vữa vào các biến số độc lập trên có dạng:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^{n} b_j x_j + \sum_{\substack{j,u=1 \\ j \neq u}}^{n} b_{ju} x_j x_u + \sum_{j=1}^{n} b_{jj} x_j^2 + ... + \quad \forall j,u = 1, n; j \neq u$$

- b_o, b_1, b_{ij}, b_{ii} là các hệ số hồi quy tương ứng với các biến thu được thông qua các việc giải phương trình hồi quy thực nghiệm.

- x_i, x_j, x_{ii} là các biến của phương trình quy hoạch.

- k số lượng các thực nghiệm theo kế hoạch.

- Y là hàm hồi quy tính toán.

$$Y_1 = R_n^{28} = f_1(SF, SD, N/CK, CB) = f_1(x_i) \quad i = 1..4$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Tiến hành thí nghiệm 13 cấp phối với lượng dùng vật liệu theo Bảng 7.

Bảng 7. Các cấp phối thí nghiệm (cấp phối 1.000 g)

Cấp phối	Xi măng	PG nở EX-10	Tro bay	Silica fume	Cát trắng	Cát lọc	Phụ gia duy trì độ linh động	Phụ gia siêu dẻo	Nước
	g	g	g	g	g	g	g	g	%
1	450	15	50	5	480		0,06	0,9	13
2	450	15	50	5	480		0,06	1,2	14
3	450	15	50	5	480		0,06	1,4	13
4	450	15	50	5	480		0,06	2	15,5
5	450	15	50	5	480		0,06	1,4	15,5

Bảng 7. *(tiếp theo)*

Cấp phối	Xi măng	PG nở EX-10	Tro bay	Silica fume	Cát trắng	Cát lọc	Phụ gia duy trì độ linh động	Phụ gia siêu dẻo	Nước
6	450	15	50	5	480		0,06	2,5	15
7	450	15	50	5	480		0,06	1,4	14
8	450	15	50	5	480		0,06	5	13,5
9	450	15	50	5	480		0,06	6	13,5
10	450	15	50	5	480		0,06	7	13,5
11	450	15	50	5	480		0,06	8	13,5
12	450	15	50	5		480	0,06	1,4	14
13	450	15	50	5		480	0,06	2	14

Thí nghiệm độ chảy xòe của hỗn hợp vữa bằng nhớt kế Suttard theo TCVN 9204:2012, kết quả có được theo như Bảng 8.

Bảng 8. Độ chảy xòe của hỗn hợp vữa

Cấp phối	Độ chảy xòe từng lần đo, cm		Độ chảy xòe trung bình, cm
	Lần 1	Lần 2	
1	24,5	25,5	25
2	23	23	23
3	23	22,5	22,75
4	35	34,5	34,75
5	32	31	31,5
6	34	35	34,5
7	22,5	23	22,75
8	27	26	26,5
9	28	28	28
10	32	33	32,5
11	33	33	33
12	20,5	20,5	20,5
13	23	23,5	23,25

Độ chảy xòe của hỗn hợp vữa chịu ảnh hưởng của lượng nước trộn và lượng dùng phụ gia siêu dẻo. Khi lượng nước trộn tăng hoặc lượng dùng phụ gia siêu dẻo tăng thì độ chảy xòe tăng và ngược lại. Các cấp phối 4, 5, 6, 10, 11 đạt yêu cầu độ chảy xòe ≥ 31 cm.

Thí nghiệm độ tách nước của hỗn hợp vữa sau 3 giờ, độ nở của hỗn hợp vữa sau 3 giờ theo ASTM C940-10a, kết quả có được theo như Bảng 9.

Bảng 9. Độ tách nước, độ giãn nở của hỗn hợp vữa sau 3 giờ

Cấp phối	Độ tách nước sau 3 giờ, %	Độ giãn nở sau 3 giờ, %
1	0,0	0,3
2	0,0	0,2
3	0,0	0,2
4	0,0	0,3
5	0,0	0,3
6	0,0	0,1
7	0,0	0,2
8	0,0	0,3
9	0,0	0,2
10	0,0	0,1
11	0,0	0,1
12	0,0	0,3
13	0,0	0,3

Các mẫu vữa trộn theo 13 cấp phối không tách nước và có độ giãn nở nằm trong phạm vi cho phép từ 0,1 - 3,5%, đạt yêu cầu kỹ thuật.

Thí nghiệm cường độ nén của vữa tuổi 3, 7 và 28 ngày theo TCVN 9204:2012, kết quả có được theo như Bảng 10.

Bảng 10. Cường độ nén của vữa tuổi 3, 7 và 28 ngày

Cấp phối	Cường độ nén tuổi 3 ngày, MPa	Cường độ nén tuổi 7 ngày, MPa	Cường độ nén tuổi 28 ngày, MPa
1	49,0	77,4	89,2
2	58,6	78,8	100,2
3	58,9	80,2	106,0
4	52,8	71,6	96,7
5	38,3	69,3	87,2
6	64,8	80,4	111,3
7	58,4	80,8	101,4
8	72,4	85,3	97,3

Bảng 10. *(tiếp theo)*

Cấp phối	Cường độ nén tuổi 3 ngày, MPa	Cường độ nén tuổi 7 ngày, MPa	Cường độ nén tuổi 28 ngày, MPa
9	73,8	88,1	101,2
10	76,8	100,6	111,0
11	81,3	108,1	124,1
12	54,3	74,2	86,7
13	60,9	77,2	96,6

Kết quả thí nghiệm cho thấy cường độ nén của vữa phụ thuộc vào lượng dùng nước và lượng dùng phụ gia siêu dẻo. Khi lượng dùng nước giảm cường độ nén của vữa tăng. Khi lượng dùng phụ gia siêu dẻo tăng thì cường độ nén của vữa tăng và ngược lại. Các cấp phối 6, 10, 11 đạt yêu cầu cường độ nén tuổi 28 ngày ≥ 110 MPa.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu cho thấy Viện Chuyên ngành Bê tông đã chế tạo thành công sản phẩm vữa tự chảy không co cường độ cao dùng cho công tác neo chân cột, móng tuabin điện gió đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật mà các nhà thiết kế, các dự án Điện gió đang đưa ra. Cấp phối tối ưu của nghiên cứu là cấp phối 11, đạt yêu cầu: độ chảy xòe ≥ 31 cm; độ giãn nở 0,1 ÷ 3,5%; cường độ nén tuổi 28 ngày ≥ 110 MPa; không co ngót, không tách nước.

Vữa sử dụng những nguyên liệu có sẵn trong nước như xi măng, cát trắng, cát lọc, tro bay, phụ gia nở và một số sản phẩm nhập khẩu như phụ gia hóa, silica fume nên việc sản xuất nhanh gọn, vấn đề kiểm soát chất lượng được đảm bảo.

Hiện nay, cả nước có gần 50 dự án về điện gió đăng ký với tổng công suất gần 500 MW. Tuy nhiên, các dự án đã đi vào vận hành còn chưa nhiều, công nghệ thi công lắp đặt phức tạp là vấn đề gây khó khăn đối với các nhà thầu Việt Nam. Việc sản xuất được sản phẩm vữa chất lượng cao như nghiên cứu góp phần đem lại hiệu quả kinh tế, đẩy nhanh tiến độ thi công lắp đặt dự án điện gió.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *Điện gió là động lực phát triển chính hướng tới tương lai năng lượng bền vững*. Bộ Công thương. 07/06/2018

[2] *Tiềm năng năng lượng gió của Việt Nam*. Năng lượng Việt Nam. 11/12/2012

[3] Quyết định 2068/QĐ-TTg ngày 25/11/2015. *Phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*

[4] *Điện gió, mặt trời và định hướng phát triển ở Việt Nam*. Năng lượng Việt Nam. 14/10/2019

[5] *Wind energy frequently asked questions*. British Wind Energy Association. 19/4/2006

[6] Phan Thanh Tùng, Vũ Chi Mai, Angelika Wasielke. *Tình hình phát triển điện gió và khả năng cung ứng tài chính cho các dự án ở Việt Nam.* Dự án Năng lượng gió GIZ. 03/2012

[7] Dương Minh Hà, Ngô Thị Tố Nhiên. *Các kịch bản phát triển điện gió ở Việt Nam đến năm 2030,* Sáng kiến chuyển dịch Năng lượng Việt Nam (VIET SE), 12/2019

[8] *Chỉ dẫn kỹ thuật, Bản vẽ thiết kế Dự án Điện gió Đắc Nông Việt Nam 300 MW*, 31/3/2021

[9] Phùng Văn Lự, Phạm Duy Hữu, Phan Khắc Trí. *Vật liệu xây dựng.* Nhà Xuất bản Giáo dục

[10] Andreas Menner, Andreas Pesch, Gert Kurnig. *High streng mortar for frestressed concrete bar*

[11] Rostislav Drochytka and Nikol Zizkova, *PMM for Surface Treatment of Concrete with the Utilization*. International Journal of Concrete Structures and Materials.Vol. 2, No. 1, June 2008

[12] Hoàng Phó Uyên. *Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu chế tạo vữa trộn sẵn gốc xi măng có cường độ kháng nén và kháng uốn cao, không co ngót để sửa chữa chống thấm cho các công trình thuỷ lợi"*. Hà Nội, 2005

[13] Nguyễn Tấn Quí. Nguyễn Thiện Ruệ. *Giáo trình công nghệ bê tông xi măng*. Nhà Xuất bản Giáo dục

[14] Nguyễn Minh Tuyển, Phạm Văn Thiêm. *Kỹ thuật hệ thống công nghệ hoá học.* Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 1997, Tập 1

[15] TCVN 9204:2012 *Vữa xi măng khô trộn sẵn không co*

[16] ASTM C940-10a *Standard test method for Expansion and bleeding of Freshly mixed grouts for preplaced - Aggregate concrete in the laboratory*

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG PHẦN MỀM EPANET ĐỂ THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP NƯỚC TRONG NHÀ

APPLICATION OF EPANET SOFTWARE TO DESIGN WATER SUPPLY SYSTEM IN THE BUILDING

ThS. Nguyễn Thị Hải Yến
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: haiyenbgc@gmail.com

TÓM TẮT: Thiết kế hệ thống cấp nước đảm bảo các tiêu chí về thủy lực là rất quan trọng. Bên cạnh phương pháp tính toán thủ công, truyền thống thì việc sử dụng các phần mềm hỗ trợ tính toán thủy lực là rất cần thiết. Một số phần mềm hỗ trợ tính toán cấp nước, mô phỏng thủy lực đang được áp dụng hiện nay: Epanet (EPA- Mỹ); WaterGEMS (Bentley-Mỹ); Pipe Flow expert (DaxeSoft- Anh); Mike Net (DHI- Đan Mạch)…. Mỗi mô hình đều có ưu nhược điểm riêng, nên khi tính toán hệ thống cấp nước cần cân nhắc chọn mô hình tính phù hợp. Bài viết phân tích về khả năng ứng dụng phần mềm Epanet để tính toán thủy lực cho hệ thống cấp nước trong nhà cao tầng.

TỪ KHÓA: Hệ thống cấp nước, hệ thống cấp nước trong nhà cao tầng, thủy lực, phần mềm Epanet.

ABSTRACTS: *Designing a water supply system to ensure hydraulic criteria is very important. Besides the traditional and manual calculation method, the use of software to support hydraulic calculations is very necessary. Some software supporting water supply calculation and hydraulic simulation are being applied today: Epanet (EPA-USA); WaterGEMS (Bentley-USA); Pipe Flow expert (DaxeSoft- UK); Mike Net (DHI-Denmark)…. Each model has its own advantages and disadvantages, so when calculating the water supply system, it is necessary to consider choosing the appropriate calculation model. The article analyzes the applicability of Epanet software to calculate hydraulics for water supply systems in high-rise buildings.*

KEYWORDS: *water supply systems, water supply systems in high-rise buildings, hydraulics, Epanet software.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống cấp nước trong nhà cao tầng được thiết kế để phục vụ cấp nước đến từng thiết bị dùng nước trong công trình đảm bảo về lưu lượng và áp lực nước theo quy chuẩn, tiêu chuẩn quy định. Trước đây việc tính toán được thực hiện thủ công theo Lobachep, Hardy, Croos, Andriasep,… Theo thời gian, công nghệ thông tin ngày càng phát triển và kết quả tính toán được yêu cầu cao hơn về độ chính xác thì các phần mềm tính toán mô phỏng hệ thống cấp nước cũng được hình thành và vận dụng nhiều hơn trong thực tiễn.

Để phục vụ cho công tác thiết kế hệ thống cấp nước trong công trình đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật và đạt hiệu quả tối ưu trong việc thiết kế, việc ứng dụng các phần mềm hỗ trợ tính toán thủy lực là rất cần thiết.

Hiện nay có nhiều phần mềm hỗ trợ việc tính toán hệ thống cấp nước, mô phỏng thủy lực: Epanet (EPA- Mỹ); WaterGEMS (Bentley-Mỹ); Pipe Flow Expert (DaxeSoft- Anh); Mike Net (DHI- Đan Mạch)… và phần mềm tính toán trên nền cơ sở dữ liệu của phần mềm khác (WaterCad sử dụng trên nền autocad; WaterGem của Bently, Mike Urban của DHI… đều sử dụng số liệu trên nền hệ thống GIS) [4]. Mỗi mô hình đều có ưu nhược điểm riêng, nên khi tính toán hệ thống cấp nước cần cân nhắc chọn mô hình tính phù hợp. Trong đó có phần mềm Epanet

là một chương trình được phát triển bởi khoa cung cấp nước và nguồn nước thuộc tổ chức Bảo vệ môi trường của Mỹ nhằm thực hiện mô phỏng tính chất thủy lực và chất lượng nước theo thời gian trong mạng lưới đường ống có áp.

Epanet được áp dụng chủ yếu cho thiết kế hệ thống cấp nước bên ngoài công trình. Xét thấy các ưu điểm của phần mềm và so sánh hệ thống cấp nước bên ngoài công trình và bên trong công trình, bài viết nghiên cứu về khả năng ứng dụng phần mềm Epanet để tính toán thủy lực hệ thống cấp nước trong nhà cao tầng, thiết kế hệ thống cấp nước đảm bảo về lưu lượng, vận tốc dòng chảy và áp lực nước cấp tới các thiết bị dùng nước.

2. TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM EPANET

2.1. Tổng quan phần mềm Epanet

Epanet đã được phát triển bởi Water Supply and Water Resources Division thuộc U.S.Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory.

Epanet là một chương trình máy tính có khả năng mô phỏng chế độ thủy lực và chất lượng nước trong hệ thống đường ống có áp. Hệ thống được mô phỏng có thể bao gồm đường ống các loại, bơm, van điều khiển, bể chứa… Epanet có thể mô phỏng hoạt động giả định của hệ thống trong giai đoạn thiết kế và vận hành, cung cấp những diễn biến theo thời gian về lưu lượng và lưu tốc trong đường ống, áp suất tại các vị trí trong mạng, chế độ mực nước trong đài và bể; nồng độ và thời gian lưu lại của các hóa chất trong hệ thống cấp nước. Epanet đã được chứng tỏ là một trong những công cụ hữu hiệu để thiết kế hệ thống cấp nước bao gồm cả việc xác định các thông số kỹ thuật của các thiết bị và công trình trên mạng. Khả năng mô phỏng khá mạnh của Epanet cho phép người sử dụng có thể xét đến hầu hết những tình huống thực tế phức tạp trong tính toán cấp nước [1].

Epanet hỗ trợ rất hiệu quả trong việc thiết kế hệ thống cấp nước bên ngoài, với những khả năng tính toán và mô phỏng thủy lực của phần mềm này ta hoàn toàn có thể nghiên cứu ứng dụng phần mềm này vào thiết kế hệ thống cấp nước trong công trình nhà cao tầng.

2.2. Epanet trong tính toán thủy lực mạng lưới cấp nước bên ngoài nhà. Ưu nhược điểm của phần mềm

Epanet được sử dụng khá rộng rãi trong thực tiễn với khả năng mô phỏng hệ thống cấp nước bên ngoài nhà với quy mô bất kỳ [1]:

- Tính toán tổn thất thủy lực theo các công tức Hanzen-Williams, Darcy-Weisbach hay Chezy- Manning.
- Xét đến những tổn thất cục bộ gây ra bởi thiết bị, việc nối ống, các vị trí uốn cong hay thay đổi kích thước trong mạng lưới cấp nước…
- Mô phỏng các loại nguồn nước khác nhau.
- Mô phỏng bơm với các chế độ vận hành cố định hay thay đổi.
- Tính toán hiệu suất bơm và chi phí năng lượng.
- Mô phỏng các loại van khác nhau như van giảm áp, van duy trì áp, van tiết lưu, van một chiều…

- Mô phỏng đài nước và bể chứa với hình dạng bất kỳ.
- Xét đến đồng thời nhiều chế độ dùng nước khác nhau tại các khu vực trong hệ thống.
- Mô phỏng hoạt động của hệ thống cấp nước theo những điều kiện tự động hóa cho trước.
- Mô phỏng về chất lượng nước.

Epanet là hạt nhân của hệ thống WATSYS được cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ phát triển, giúp người dùng phân tích, thiết kế và quản lý hệ thống cấp nước.

Ưu điểm của phần mềm Epanet [1]:

- Có nhiều khả năng mô phỏng hệ thống cấp nước như trên, hỗ trợ việc thiết kế hệ thống cấp nước;
- Là một chương trình hoạt động trong môi trường Windows. Giao diện dễ sử dụng, kết quả được kết xuất dưới dạng bảng, đồ thị, bản đồ, những dữ liệu thống kê.

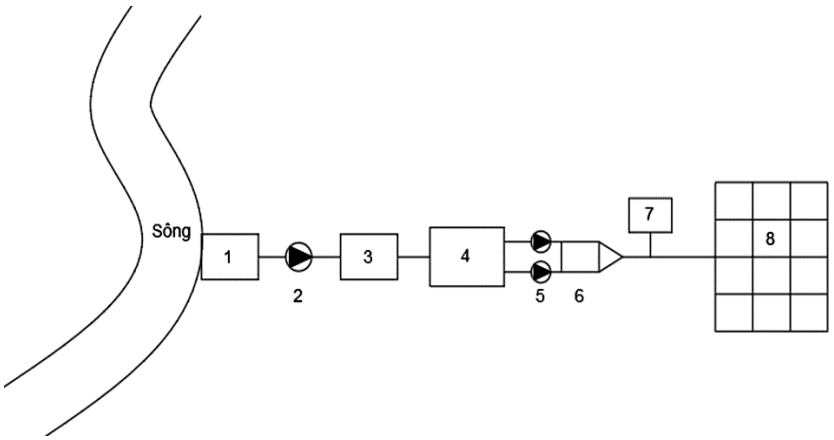
Nhược điểm của phần mềm Epanet [1]:

- Epanet là một mô hình toán học hoạt động theo kiểu: IF-THEN (Nếu-Thì). Kết quả nhận được khi mô phỏng hoàn toàn phụ thuộc vào số liệu cung cấp cho mô hình và quan niệm mô phỏng hệ thống.
- Với Epanet việc lựa chọn lời giải cho một vấn đề thực tế hoàn toàn phụ thuộc vào kinh nghiệm của người sử dụng. Người sử dụng cần phải biết cách khai báo bài toán sao cho có thể mô phỏng các tình huống thực tế một cách gần với hợp lý nhất.

3. NGHIÊN CỨU VIỆC SỬ DỤNG EPANET VÀO TÍNH TOÁN THỦY LỰC HỆ THỐNG CẤP NƯỚC TRONG NHÀ

3.1. Giới thiệu về hệ thống cấp nước ngoài nhà

Hệ thống cấp nước ngoài nhà là một tổ hợp các hạng mục công trình có chức năng và nhiệm vụ khác nhau để cung cấp nước sạch đến tất cả các khu vực được thiết kế. Công trình thu nước làm nhiệm vụ thu nhận nguồn nước. Sau đó nước được làm sạch tại các công trình xử lý. Nước sạch được đưa tới bể chứa để dự trữ và điều hòa nước giữa trạm bơm cấp I và trạm bơm cấp II. Mạng lưới đường ống cấp nước vận chuyển và phân phối nước đến các nơi tiêu thụ.



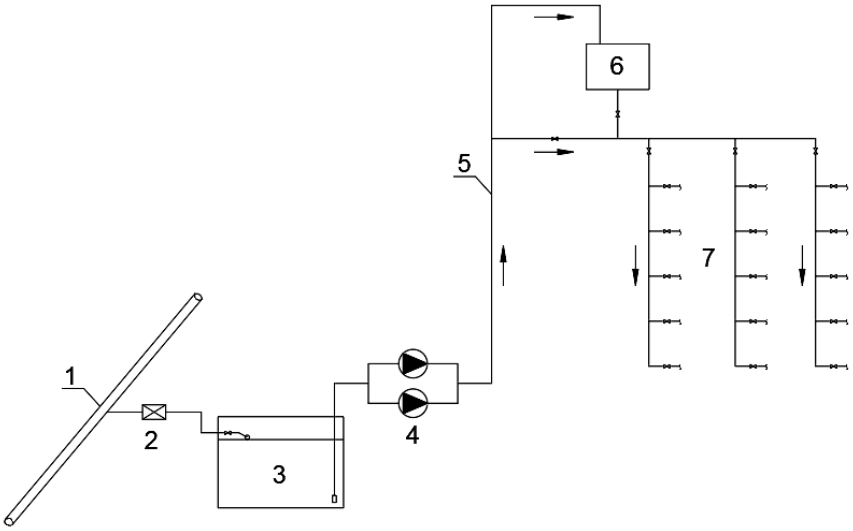
Ghi chú:

1- Công trình thu nước;
2- Trạm bơm cấp I;
3- Các công trình xử lý nước;
4- Bể chứa nước sạch;
5- Trạm bơm cấp II;
6- Đường ống truyền dẫn;
7- Đài nước;
8- Mạng lưới đường ống cấp nước.

Hình 1. Sơ đồ hệ thống cấp nước ngoài nhà (nguồn nước sông) [3]

3.2. Giới thiệu về hệ thống cấp nước trong nhà

Hệ thống cấp nước trong công trình nhà: là hệ thống bao gồm bể chứa nước, bơm cấp nước, két (bể) nước mái, hệ thống đường ống, phụ tùng cấp nước tới các thiết bị tiêu thụ nước trong công trình.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống cấp nước trong nhà [2].

Ghi chú:

1- Ống cấp nước từ mạng lưới;
2- Ống dẫn nước vào nhà và đồng hồ;
3- Bể chứa nước;
4- Trạm bơm cấp nước;
5- Đường ống truyền dẫn;
6- Két nước mái;
7- Mạng lưới đường ống cấp nước.

3.3. Phân tích khả năng của phần mềm Epanet trong tính toán hệ thống cấp nước trong nhà

So sánh sự tương đồng giữa hệ thống cấp nước ngoài nhà và trong nhà:

Bảng 1. Bảng so sánh hai hệ thống cấp nước

STT	Hệ thống cấp nước ngoài nhà	Hệ thống cấp nước trong nhà
1	*Bể chứa nước sạch:* làm nhiệm vụ điều hòa nước giữa trạm bơm cấp I và trạm bơm cấp II, dự trữ lượng nước cho chữa cháy và bản thân trạm xử lý.	*Bể chứa nước sạch:* làm nhiệm vụ dự trữ nước cho nhu cầu sử dụng của công trình, dự trữ nước chữa cháy.
2	*Trạm bơm cấp II:* có nhiệm vụ bơm nước từ bể chứa nước sạch vào mạng lưới cấp nước đô thị. Hoặc cũng có thể là trạm bơm tăng áp trên mạng lưới cấp nước đến các hộ tiêu thụ.	*Trạm bơm cấp nước:* có nhiệm vụ bơm nước từ bể chứa nước đến hệ thống đường ống cấp tới các khu vực dùng nước của công trình để tăng áp cho đường ống ở các khu vực không đảm bảo áp lực của công trình.

Bảng 1. Bảng so sánh hai hệ thống cấp nước *(tiếp theo)*

STT	Hệ thống cấp nước ngoài nhà	Hệ thống cấp nước trong nhà
3	*Đường ống truyền dẫn:* ống đẩy bơm cấp nước	*Ống đẩy lên mái:* ống đẩy bơm cấp nước
4	*Đài nước:* làm nhiệm vụ điều hòa nước lưu lượng giữa trạm bơm cấp II và mạng lưới cấp nước và dự trữ một lượng nước chữa cháy trong 10 phút đầu khi xả ra đám cháy. Ngoài ra đài nước ở trên cao còn làm nhiệm vụ tạo áp lực cung cấp nước cho mạng lưới cấp nước.	*Két nước mái:* làm nhiệm vụ điều hòa nước, dự trữ nước khi thừa và cung cấp nước khi thiếu đồng thời tạo áp lực để đưa nước tới các nơi tiêu thụ. Ngoài ra két nước còn phải dự trữ một phần lượng nước chữa cháy cho tòa nhà.
5	*Mạng lưới đường ống:* làm nhiệm vụ truyền dẫn và phân phối nước tới các điểm dân cư, khu công nghiệp và các điểm tiêu thụ nước.	*Mạng lưới đường ống:* làm nhiệm vụ đưa nước tới mọi thiết bị vệ sinh trong nhà.

Hai hệ thống cấp nước bên ngoài và bên trong công trình có sự tương đồng về các thành phần của hệ thống và chức năng của từng thành phần như bảng 1.

Do đó phần mềm Epanet hoàn toàn có thể mô phỏng được hệ thống cấp nước trong nhà và tính toán thủy lực, tổn thất mạng lưới đường ống của hệ thống cấp nước.

3.4. Ứng dụng vào bài toán thực tế

3.4.1. Đề bài: Thiết kế hệ thống cấp nước cho công trình nhà chung cư

Thiết kế hệ thống cấp nước cho chung cư gồm 1 tầng hầm, 4 tầng căn hộ, 1 tầng tum và tầng mái.

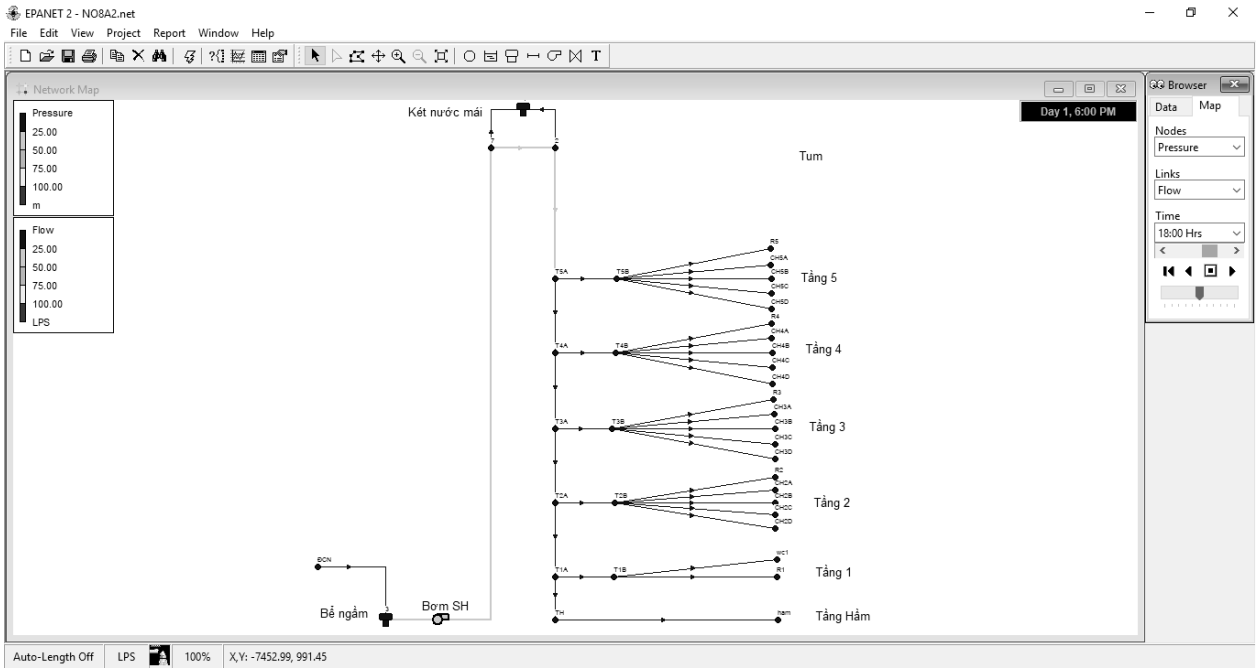
3.4.2. Xây dựng mô hình, tính toán thủy lực hệ thống cấp nước cho tòa nhà

Các bước thực hiện:

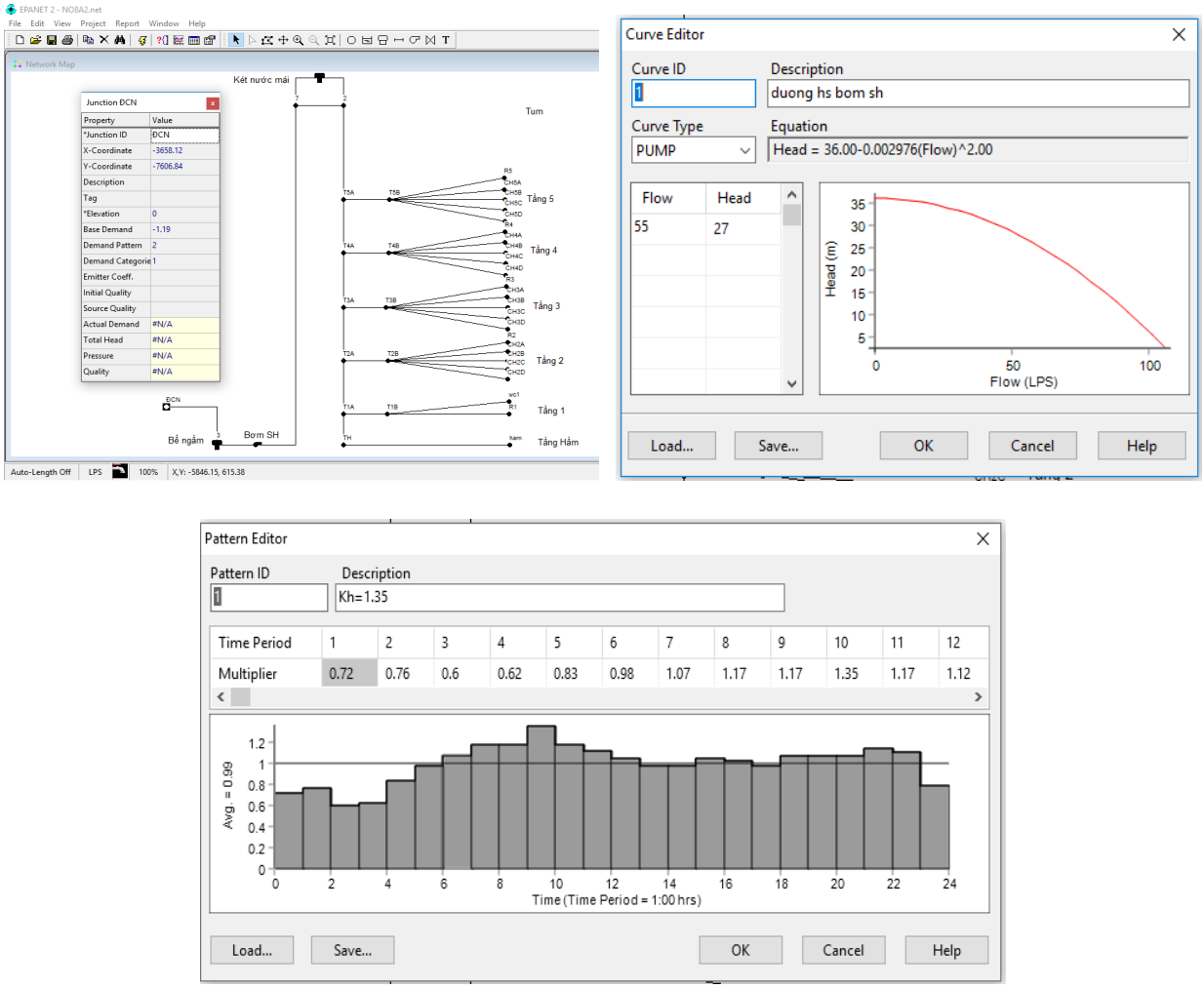
- Dựng sơ đồ hệ thống cấp nước
- Tính toán nhu cầu sử dụng nước
- Nhập thông số
- Chạy và hiệu chỉnh kết quả

Bảng 2. Nhu cầu sử dụng nước của tòa nhà

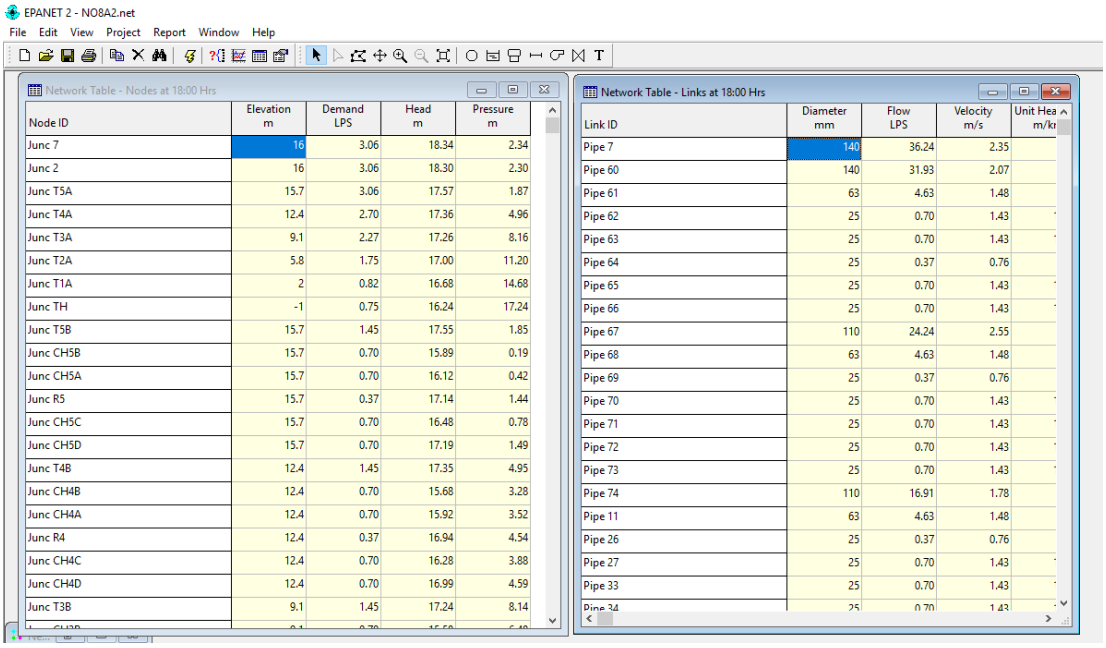
Tầng	Diện tích (m^2)	Tổng số người	Tiêu chuẩn cấp nước	Lưu lượng (m^3/ngđ)
Tầng hầm	1260		1,5	1,89
Tầng 1	500		1,5	0,75
Tầng 2 ~ 5 (4 tầng)		100	200	20,00
Tổng				22,64



Hình 3. Sơ đồ hệ thống cấp nước tòa nhà



Hình 4. Nhập thông số



Hình 5. Kết quả tính toán thủy lực hệ thống cấp nước

Sau khi mô phỏng hệ thống, tiến hành chạy phần mềm và hiệu chỉnh ta xuất ra được kết quả dưới dạng bảng (Hình 5).

Các kết quả chạy phần mềm cho ta số liệu về:

- Kết quả thủy lực ống: đường kính, lưu lượng trong ống, vận tốc dòng chảy, tổn thất
- Kết quả thủy lực nút: Lưu lượng tiêu thụ, tổng cột nước, áp lực dư
- Kết quả tính toán bơm, tính toán tiêu thụ năng lượng của bơm.

Sau khi có kết quả tính toán thủy lực ta sử dụng để lập bản vẽ thiết kế kỹ thuật, thiết kế bản vẽ thi công và thuyết minh hệ thống cấp nước cho công trình.

3.4.3. So sánh kết quả với phương pháp tính truyền thống

Bảng 3. So sánh kết quả hai phương pháp dùng Epanet - Truyền thống

Kết quả	Epanet	Truyền thống
Chọn được đường kính ống	Chọn được đường kính phù hợp	Chọn được đường kính phù hợp
Tính được vận tốc dòng chảy	Thu được kết quả theo từng thời điểm trong ngày	Thu được kết quả cho giờ dùng nước lớn nhất
Tính được tổn thất áp lực trong ống	Thu được kết quả theo từng thời điểm trong ngày	Thu được kết quả cho giờ dùng nước lớn nhất
Tính áp lực dư tại các điểm tiêu thụ	Thu được kết quả theo từng thời điểm trong ngày	Thu được kết quả cho giờ dùng nước lớn nhất
Bể nước ngầm, két nước mái	Thấy được sự tuần hoàn của bể nước ngầm/ két nước mái	Không thấy
Bơm	Chọn được bơm phù hợp với chế độ làm việc của hệ thống	Chọn được bơm phù hợp với chế độ làm việc của hệ thống

4. KẾT LUẬN - KHUYẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Sử dụng phần mềm Epanet trong nghiên cứu tính toán thủy lực hệ thống cấp nước trong công trình nhận thấy:

- Kết quả tính toán thủy lực đã mô phỏng được vận tốc dòng chảy trong hệ thống ống, tổn thất dòng chảy trong từng thời điểm trong ngày.
- Mô phỏng được nhu cầu dùng nước, áp lực nước theo giờ.
- Mô phỏng được chế độ làm việc và năng lượng tiêu thụ của hệ thống bơm cấp nước.

Epanet cũng như các phần mềm khác chỉ có thể cung cấp những hình ảnh dự báo của một giải pháp dự kiến, mà không quyết định thay cho người thiết kế một giải pháp tối ưu.

4.2. Khuyến nghị

Nghiên cứu ứng dụng phần mềm Epanet vào mô phỏng hoạt động của hệ thống cấp nước trong nhà và theo dõi điều khiển vận hành hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hồ Phi Long (2005), *Thiết kế hệ thống cấp nước đô thị với Epanet version 2*

[2] Trần Hiếu Nhuệ, Trần Đức Hạ, Đỗ Hải, Ứng Quốc Dũng, Nguyễn Văn Tín (2012), *Cấp thoát nước,* Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội

[3] Nguyễn Văn Tín, Nguyễn Thị Hồng, Đỗ Hải (2005), *Cấp nước Tập 1- Mạng Lưới cấp nước,* Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật

[4] Nguyễn Minh Ngọc, Vũ Văn Hiểu, Nguyễn Minh Hằng, Nguyễn Bích Ngọc (2015-2016), *Đề tài NCKH "Ứng dụng phần mềm Pipe Flow Expert trong thiết kế mạng lưới cấp nước",* Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG TRO BAY ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH KHÔNG NUNG BÊ TÔNG

EFFECT OF FLY ASH CONTENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF UNBURNT CONCRETE BRICKS

TS. Nguyễn Mai Chí Trung
Khoa Kỹ thuật & Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn, Email: nguyenmaichitrung@qnu.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo này trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến các tính chất cơ lý của gạch không nung bê tông. Thành phần cấp phối bao gồm: chất kết dính, cốt liệu và nước, trong đó chất kết dính gồm xi măng và tro bay. Hàm lượng tro bay dùng để thay thế xi măng trong nghiên cứu lần lượt là 0%, 10%, 20%, 30% và 40%. Kết quả thí nghiệm về độ rỗng, cường độ chịu nén, độ thấm nước và độ hút nước của gạch được đánh giá theo TCVN 6477:2016. Giá thành vật liệu sản xuất gạch giảm đáng kể khi thay thế 20% đến 30% xi măng bằng tro bay trong thành phần chất kết dính.

TỪ KHÓA: Gạch không nung, tro bay, chất kết dính.

ABSTRACTS: *This paper presents a study on the influence of fly ash content on the mechanical properties of unburnt concrete bricks. The composition includes: binder, aggregate and water, in which the binder consists of cement and fly ash. The fly ash content used to replace cement in the study was 0%, 10%, 20%, 30% and 40%, respectively. Test results on porosity, compressive strength, water permeability and water absorption of bricks are evaluated according to TCVN 6477:2016. The cost of brick production materials is significantly reduced when replacing 20% to 30% of cement with fly ash in the binder component.*

KEYWORDS: *unburnt brick, fly ash, binder.*

1. GIỚI THIỆU

Sử dụng vật liệu xây không nung thay thế gạch đất sét nung là xu hướng phát triển tất yếu ở nhiều nước trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Điều này đã được khẳng định qua các chủ trương, chính sách của Nhà nước, thể hiện qua Quyết định số 1469/QĐ-TTg ngày 22 tháng 8 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 [1], gần đây nhất là Quyết định số 1266/QĐ-TTg ngày 18 tháng 8 năm 2020 của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050 [2], trong đó có chiến lược phát triển vật liệu xây không nung (VLXKN), và Thông tư số 13/TT-BXD ngày 08 tháng 12 năm 2017 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về việc Quy định sử dụng vật liệu xây không nung trong các công trình xây dựng [3]. Trong những năm gần đây, vật liệu xây không nung đã phát triển mạnh cả về số lượng và chủng loại. Trong đó, gạch không nung bê tông được kể đến là một trong những vật liệu được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng.

Gạch không nung bê tông được sản xuất từ hỗn hợp bê tông khô theo công nghệ ép hoặc rung ép với các hình dạng và kích thước khác nhau, về cấu tạo có thể đặc chắc hoặc có lỗ. Gạch bê tông đặc được sản xuất với kích thước nhỏ, thông thường bằng kích thước gạch tiêu chuẩn, còn gạch bê tông rỗng được sản xuất với kích thước lớn hơn.

Gạch không nung bê tông được sử dụng khá phổ biến cho nhiều dạng kết cấu xây như tường móng, tường chịu lực và tường không chịu lực. Cùng với việc phát triển mạnh mẽ của gạch bê tông trong những năm gần đây, trong thực tế đã xuất hiện một số vấn đề cần quan tâm nghiên cứu để hoàn thiện hơn sản phẩm này.

Thành phần vật liệu để chế tạo gạch không nung bê tông bao gồm: cốt liệu (mạt đá hoặc cát), chất kết dính (xi măng, hoặc xi măng kết hợp phụ gia khoáng) và nước. Vật liệu để sản xuất gạch không nung bê tông của một số nhà máy trên địa bàn các tỉnh miền Trung, bao gồm: mạt đá hoặc cát, xi măng và nước, dùng mạt đá làm cốt liệu chính với ưu điểm giúp cho cường độ gạch cao, giá thành sản xuất rẻ, tuy nhiên nhược điểm là gạch nhìn khá thô, ngoài ra trong trường hợp đường kính hạt cốt liệu không được kiểm soát tốt dẫn đến khả năng chống thấm của gạch kém do còn khá nhiều kẻ hở.

Trong thành phần chất kết dính ngoài xi măng có thể sử dụng thêm phụ gia khoáng là tro bay, đồng thời sử dụng tro bay để thay thế bớt một phần xi măng nhằm giảm chi phí sản xuất gạch. Khi sử dụng một phần tro bay làm chất kết dính, tính chất cơ lý của gạch sẽ thay đổi so với khi chỉ dùng xi măng làm chất kết dính. Bài báo trình bày thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của loại gạch không nung bê tông hai lỗ và gạch sáu lỗ phổ biến trên thị trường, hàm lượng tro bay trong thành phần chất kết dính thay đổi từ 0% đến 40%.

2. CHƯƠNG TRÌNH THÍ NGHIỆM

2.1. Mục tiêu và nội dung thí nghiệm

Mục tiêu thí nghiệm: thí nghiệm xác định một số tính chất cơ lý của gạch bê tông không nung với bốn trường hợp hàm lượng tro bay khác nhau, từ đó đề xuất định mức thành phần cấp phối tối ưu khi có tro bay.

Nội dung thí nghiệm: thí nghiệm với hai loại gạch, gạch hai lỗ có kích thước 200 mm × 90 mm × 60 mm và gạch sáu lỗ có kích thước 200 mm × 130 mm × 90 mm. Mỗi loại gạch với mỗi phương án hàm lượng tro bay, thí nghiệm xác định bốn chỉ tiêu: độ rỗng, cường độ chịu nén, độ thấm nước và độ hút nước của gạch.

2.2. Tỷ lệ tro bay dùng để thay thế xi măng

Thành phần vật liệu chế tao gạch, gồm: cốt liệu (mạt đá), chất kết dính và nước. Thành phần chất kết dính gồm xi măng và tro bay có tỷ lệ như bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ xi măng - tro bay để chế tạo gạch

Trường hợp	Chất kết dính	
	Xi măng (%)	Tro bay (%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40

2.3. Mẫu thí nghiệm

2.3.1. Thí nghiệm vật liệu dùng để chế tạo mẫu

Vật liệu: cát, xi măng PCB40, mạt đá và tro bay được thí nghiệm xác định các chỉ số cơ lý để làm cơ sở tính toán thành phần cấp phối chế tạo mẫu thí nghiệm.

Khối lượng thể tích xốp của cát, ρ_c = 1424 (kg/m^3); khối lượng riêng và cường độ của xi măng PCB40 ở tuổi 28 ngày, lần lượt là ρ_x = 3,09 (g/cm^3) và R_x = 50,5 (MPa); khối lượng riêng và mô đun độ lớn của mạt đá, lần lượt là ρ_{cl} = 2,72 (g/cm^3) và M_{dl} = 3,38; khối lượng riêng của tro bay, ρ_{pgk} = 2,28 (g/cm^3).

2.3.2. Chế tạo mẫu thí nghiệm

Mác gạch được thiết kế cho cả gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ là M7,5. Cấp phối vật liệu cho 1m^3 bê tông được xác định theo [4], từ đó tính được khối lượng vật liệu cần để chế tạo số lượng mẫu thí nghiệm được trình bày trong bảng 2 và bảng 3.

Bảng 2. Khối lượng vật liệu cho mỗi trường hợp của gạch hai lỗ

Trường hợp	Tỷ lệ X (%) - Tro bay (%)	X (kg)	Tro bay (kg)	Mạt đá (kg)	Nước (lít)	Số mẫu
1	100% - 0%	14	0,00	49	4,5	32
2	90% - 10%	12,6	1,4	49	4,5	32
3	80% - 20%	11,2	2,8	49	4,5	32
4	70% - 30%	9,8	4,2	49	4,5	32
5	60% - 40%	8,4	5,6	49	4,5	32
Tổng cộng:		56	14	245	22,5	160

Bảng 3. Khối lượng vật liệu cho mỗi trường hợp của gạch sáu lỗ

Trường hợp	Tỷ lệ X (%) - Tro bay (%)	X (kg)	Tro bay (kg)	Mạt đá (kg)	Nước (lít)	Số mẫu
1	100% - 0%	20	0,00	69	6	36
2	90% - 10%	18	2	69	6	36
3	80% - 20%	16	4	69	6	36
4	70% - 30%	14	6	69	6	36
5	60% - 40%	12	8	69	6	36
Tổng cộng:		80	20	345	30	180

Mẫu được chế tạo theo công nghệ ép rung tại nhà máy sản xuất gạch ở Bình Định, được đánh số để phân loại và bảo dưỡng 28 ngày sau khi sản xuất.

Hình 1. Mẫu thí nghiệm

2.4. Thí nghiệm gạch không nung bê tông

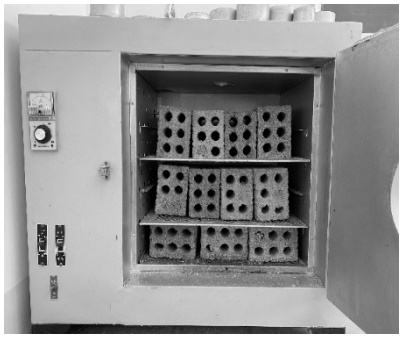
Gạch được thí nghiệm với 4 chỉ tiêu: độ rỗng, cường độ chịu nén, độ thấm nước và độ hút nước của gạch. Quy trình thí nghiệm được tiến hành theo TCVN 6477:2016 [5].

a) Thí nghiệm cường độ chịu nén

b) Ngâm mẫu để chuẩn bị thí nghiệm độ thấm nước và độ hút nước

c) Thí nghiệm độ thấm nước

Hình 2. Thí nghiệm gạch

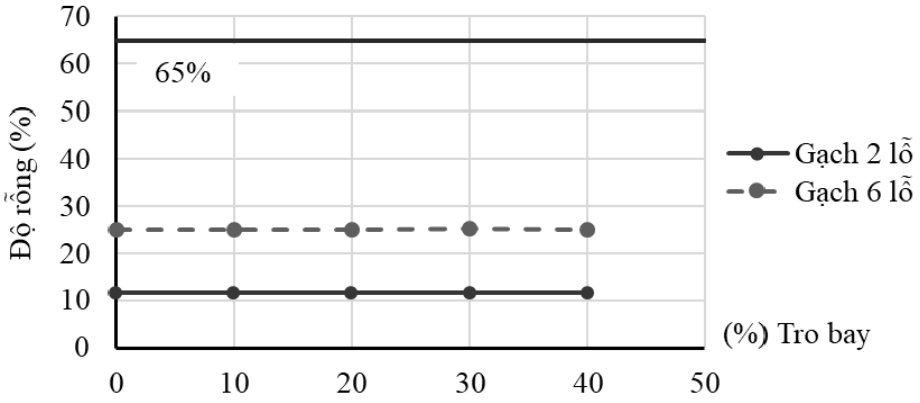


d) Thí nghiệm độ hút nước

Hình 2. Thí nghiệm gạch *(tiếp theo)*

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH

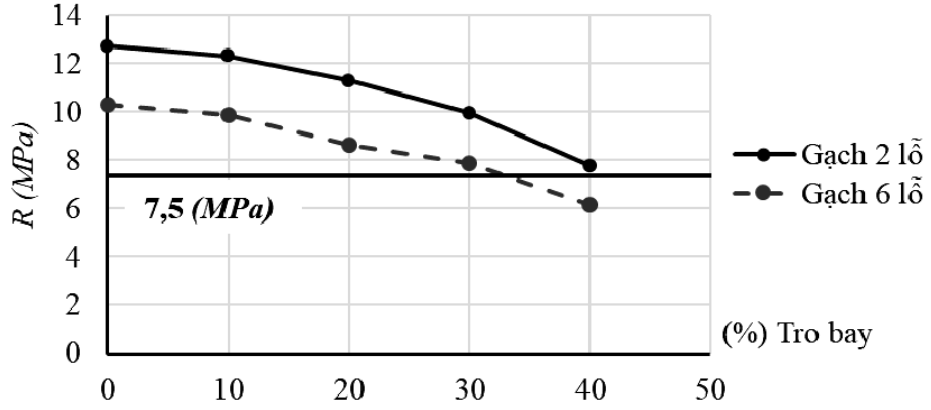
3.1. Độ rỗng



Hình 3. Biểu đồ so sánh độ rỗng của gạch

Từ hình 3 cho thấy, độ rỗng của gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ trong tất cả các trường hợp đều nhỏ hơn 65%, đạt yêu cầu theo TCVN 6477:2016. Giá trị độ rỗng các trường hợp xấp xỉ nhau, chứng tỏ tỷ lệ hàm lượng xi măng và tro bay gần như không ảnh hưởng đến độ rỗng của gạch.

3.2. Cường độ chịu nén



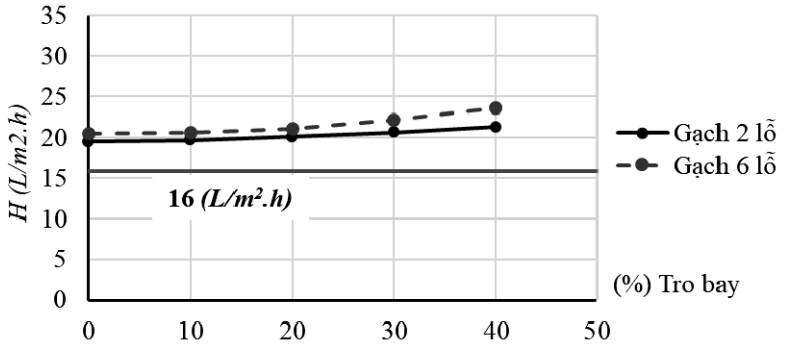
Hình 4. Biểu đồ so sánh cường độ chịu nén của gạch

Từ hình 4 cho thấy, hàm lượng tro bay tăng thì cường độ chịu nén của gạch giảm dần. Đánh giá cường độ chịu nén của gạch theo TCVN 6477:2016:

Với gạch hai lỗ: tất cả 5 trường hợp đều cho giá trị cường độ chịu nén R_i > 6,7 (MPa) và R_{tb} > 7,5 (MPa), do đó gạch đạt yêu cầu về cường độ chịu nén.

Với gạch sáu lỗ: trường hợp 1 đến 4 đạt yêu cầu về giá trị cường độ chịu nén, ngoại trừ trường hợp 5 có R_i < 6,7 (MPa) và R_{tb} < 7,5 (MPa) nên không đạt yêu cầu.

3.3. Độ thấm nước



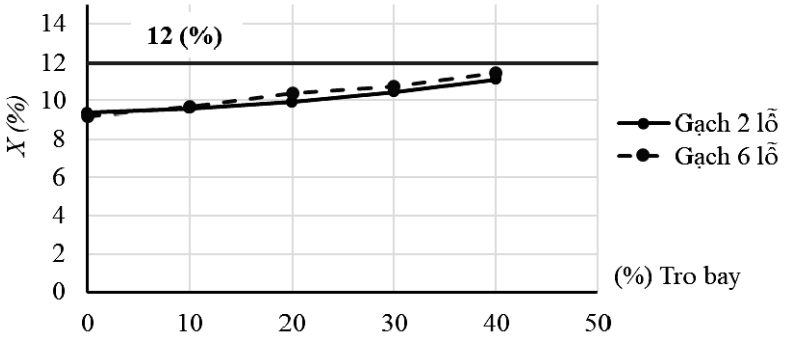
Hình 5. Biểu đồ so sánh độ thấm nước của gạch

Từ hình 5 cho thấy, hàm lượng tro bay tăng thì độ thấm nước của gạch tăng nhưng không đáng kể, cụ thể:

Độ thấm nước của gạch trong trường hợp 2, 3, 4 và 5 tăng so với trường hợp 1, với gạch hai lỗ tỷ lệ tăng lần lượt là 0,94%, 3,00%, 5,50% và 8,50%, với gạch sáu lỗ tỷ lệ tăng này lần lượt là 0,66%, 2,53%, 4,56% và 6,06%.

Đánh giá độ thấm nước của gạch theo TCVN 6477:2016: với gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ đều có $H_{i,}$ H_{tb} > 16 (L/m^2.h) trường hợp gạch xây có trát, do đó trong cả 5 trường hợp gạch không đạt yêu cầu về độ thấm nước. Qua khảo sát tại một số nhà máy sản xuất gạch, hiện nay phần lớn gạch không nung trên thị trường không đạt chỉ tiêu về độ thấm nước, trừ các mẫu được làm thí nghiệm kiểm định chất lượng để cho gạch xuất xưởng ra thị trường, thực tế các mẫu này đã được xử lý qua phụ gia chống thấm trước khi làm thí nghiệm độ thấm nước.

3.4. Độ hút nước



Hình 6. Biểu đồ so sánh độ hút nước của gạch

Từ hình 6 cho thấy, hàm lượng tro bay tăng thì độ hút nước của gạch tăng nhưng không đáng kể, cụ thể:

Độ hút nước của gạch trong trường hợp 2, 3, 4 và 5 tăng so với trường hợp 1, với gạch hai lỗ tỷ lệ tăng này lần lượt là 2,47%, 5,82%, 10,72% và 16% với gạch sáu lỗ tỷ lệ tăng này lần lượt là 3,58%, 13,07% và 18,51%. Độ hút nước của cả hai loại gạch trong năm trường hợp xấp xỉ nhau.

Đánh giá độ hút nước của gạch theo TCVN 6477:2016: với gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ đều có X_i, $X_{tb} < 12$ (%), do đó trong cả 5 trường hợp gạch đạt yêu cầu về độ hút nước.

3.5. Nhận xét

Các phần trên đã trình bày kết quả thí nghiệm của hai loại gạch: gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ, với tổng số lượng mẫu thí nghiệm là 240 mẫu cho các chỉ tiêu về độ rỗng, cường độ chịu nén, độ thấm nước và độ hút nước của gạch. Kết quả thí nghiệm cho thấy:

Về cường độ chịu nén: khi hàm lượng tro bay chiếm 10%, 20%, 30% trong thành phần chất kết dính, cường độ chịu nén của gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ với mác gạch M7,5 đều đạt theo quy định của TCVN 6477-2016.

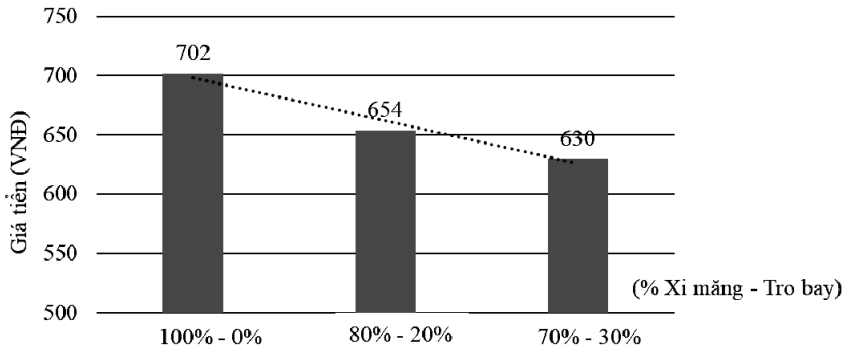
Về độ thấm nước của gạch: tất cả các trường hợp có và không có tro bay của gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ với mác gạch M7,5 đều có độ thấm vượt quá quy định của TCVN 6477-2016.

Về độ hút nước của gạch: tất cả các trường hợp có và không có tro bay của gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ với mác gạch M7,5 đều có độ hút nước đạt theo quy định của TCVN 6477-2016.

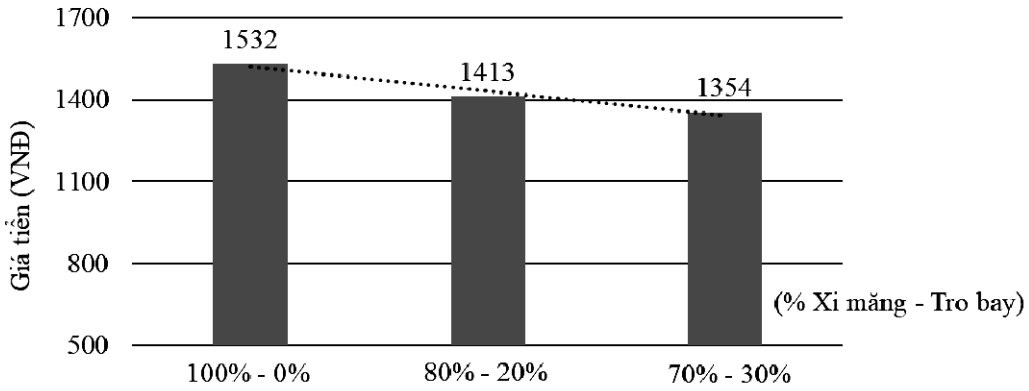
Xi măng dùng để chế tạo gạch loại PBC40 có cường độ khá cao 50,5 MPa nên lượng dùng xi măng giảm, đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến độ thấm nước của gạch tăng.

4. PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ KHI DÙNG TRO BAY THAY THẾ MỘT PHẦN XI MĂNG

Tính toán chi phí vật liệu (chất kết dính, mạt đá, nước) để chế tạo một viên gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ khi tỷ lệ xi măng - tro bay trong thành phần chất kết dính lần lượt là: 100% xi măng và 0% tro bay, 80% xi măng và 20% tro bay, 70% xi măng và 30% tro bay. Chi phí tro bay đã bao gồm giá vật liệu và vận chuyển từ Quảng Ninh đến Bình Định, Phú Yến. Kết quả được thể hiện ở hình 7 và hình 8.



Hình 7. Biểu đồ so sánh chi phí vật liệu cho một viên gạch hai lỗ



Hình 8. Biểu đồ so sánh chi phí vật liệu cho một viên gạch sáu lỗ

Chi phí vật liệu giảm đáng kể khi thay thế 20% đến 30% xi măng bằng tro bay, cụ thể:

Gạch hai lỗ, từ hình 7 cho thấy, khi thay 20% xi măng bằng tro bay, chi phí vật liệu giảm 52 đồng cho một viên gạch, tương ứng giảm 6,8% chi phí vật liệu; khi thay 30% xi măng bằng tro bay, chi phí vật liệu giảm 72 đồng cho một viên gạch, tương ứng giảm 10,3% chi phí vật liệu.

Gạch sáu lỗ, từ hình 8 cho thấy, khi thay 20% xi măng bằng tro bay, chi phí vật liệu giảm 119 đồng cho một viên gạch, tương ứng giảm 7,8% chi phí vật liệu; khi thay 30% xi măng bằng tro bay, chi phí vật liệu giảm 178 đồng cho một viên gạch, tương ứng giảm 11,6% chi phí vật liệu.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã sử dụng tro bay để thay thế bớt một phần xi măng trong thành phần vật liệu sản xuất gạch không nung bê tông, trên cơ sở thí nghiệm các chỉ tiêu của gạch theo quy định của TCVN 6477:2016 và phân tích tính hiệu quả về mặt kinh tế, cho thấy:

Cường độ chịu nén của gạch giảm khi tăng hàm lượng tro bay. Khi hàm lượng tro bay chiếm 20% đến 30% trong tổng khối lượng chất kết dính, cường độ của gạch giảm từ 1,1 đến 1,3 lần khi không dùng tro bay, tuy nhiên cường độ của gạch vẫn đảm bảo theo quy định của TCVN 6477:2016.

Độ thấm nước và độ hút nước của gạch thay đổi không đáng kể khi hàm lượng tro bay chiếm 20% đến 30% trong tổng khối lượng chất kết dính.

Khi thay thế 20% đến 30% xi măng bằng tro bay trong thành phần vật liệu, chi phí vật liệu để sản xuất một viên gạch hai lỗ và gạch sáu lỗ có mác M7,5 giảm gần 12% so với khi không dùng tro bay.

Định mức thành phần cấp phối vật liệu khi sản xuất gạch không nung bê tông nói chung có thể lấy như sau: chất kết dính chiếm 15% đến 20% (trong đó lượng tro bay chiếm từ 20% đến 30% của tổng khối lượng chất kết dính), cốt liệu chiếm 80% đến 85%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Quyết định số 1469/QĐ-TTg ngày 22/8/2014 của Thủ tướng Chính phủ. *Phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030*

[2] Quyết định số 1266/QĐ-TTg ngày 18/8/2020 của Thủ tướng Chính phủ. *Phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050*

[3] Thông tư 13/2017/TT-BXD ngày 08/12/2017 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng. *Quy định sử dụng vật liệu xây không nung trong các công trình xây dựng*

[4] Viện Vật liệu Xây dựng - Bộ Xây dựng (2015). *Tài liệu công nghệ sản xuất gạch bê tông*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội

[5] TCVN 6477:2016 (2016). *Gạch bê tông*. Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội

.

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẾ THẢI XÂY DỰNG VÀ THẢI PHẨM CÔNG NGHIỆP CHẾ TẠO GẠCH BÊ TÔNG RỖNG

UTILIZING RECYCLED AGGREGATE AND AUTOCLAVED AERATED CONCRETE TO DEVELOP PAVING BLOCK CONCRETE

KS. Lâm Duy Nhất
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: lamnhat2703ibst@gmail.com

TÓM TẮT: Phế thải từ phá dỡ các công trình ở Việt Nam hiện nay chưa được quản lý chặt chẽ và gây ra nhiều vấn đề ô nhiễm môi trường, lãng phí tài nguyên có thể tái tạo. Bên cạnh đó, một lượng không nhỏ thải phẩm của các nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng như bê tông khí chưng áp (AAC) không được tái sử dụng mà đang chôn lấp hoặc đổ thải. Việc nghiên cứu tái sử dụng phế thải xây dựng và thải phẩm công nghiệp là rất cần thiết và có ý nghĩa lâu dài. Bài báo đưa ra một số kết quả nghiên cứu sử dụng cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng và thải phẩm công nghiệp là phế phẩm bê tông khí chưng áp (AAC) để chế tạo gạch bê tông rỗng có khả năng thoát nước mưa, ngăn ngừa ngập lụt và góp phần làm giảm hiệu ứng nhiệt đô thị. Kết quả nghiên cứu có lợi ích kép về mặt bảo vệ môi trường. Gạch bê tông rỗng có tổng độ rỗng từ 22,2% đến 41,2% (bao gồm độ rỗng giữa các hạt và độ rỗng bên trong hạt AAC và cốt liệu tái chế), tốc độ thoát nước từ 2,3mm/s đến 9,1mm/s, độ hút nước đạt từ 5,1% đến 16,5%, cường độ nén dao động từ 6,5 MPa đến 19,3 MPa tùy theo độ rỗng thiết kế và hàm lượng AAC sử dụng. Gạch bê tông này phù hợp để ứng dụng tại các bãi đỗ xe, vỉa hè, lối đi bộ, tránh được hiện tượng ngập lụt, đọng nước cũng như có tác dụng giảm hiệu ứng nhiệt đô thị.

TỪ KHOÁ: Phế thải xây dựng; bê tông rỗng; hút nước và giữ nước.

ABSTRACTS: *Construction and demolition waste in Vietnam is currently not strictly managed and causes numorous issues of environmental pollution and waste of renewable resources. Furthermore, a large number of waste by-products from factories manufacturing construction materials, for example, autoclaved aerated concrete (AAC) factories are not reused, and currently dumped. Researching the reuse of construction and demolition waste (CDW) and industrial waste is very essentialand hasa long-term meaning. The article presents research results usingrecycled aggregates from CDW and industrial by-products (autoclaved aerated concrete (AAC) grains) to fabricate paving block concrete with the ability of the management of rainwater, prevention of flooding, and contribute to reduce heat-island effects. The results of the study have dual benefits in terms of environmental protection. Paver block concrete has 22.2 to 41.2% of total porosity (including the porosity between the particles (inter pore) and the porosity of the AAC particle and recycled aggregate (intra pore)), 2.3 mm/s to 9.1 mm/s of the drainage rate, 5.1% to 16.5% of the water absorption reaching, and the compressive strength ranges from 6.5 MPa to 19.3 MPa depending on the design porosity and the used AAC content. This concrete brick is suitable for applications in parking lots, sidewalks, walking way, avoiding flooding area, water stagnation as well as reducing urban heat effects.*

KEYWORDS: *construction and demolition waste; pervious concrete; water absorption and retention.*

1. GIỚI THIỆU

Theo Viện bê tông Mỹ (ACI), bê tông rỗng (pervious concrete) là loại bê tông gần như không có độ sụt, dùng cấp phối hạt gián đoạn gồm có xi măng Portland, cốt liệu lớn, một lượng nhỏ hoặc không cốt liệu nhỏ, nước và phụ gia. Sau khi rắn chắc từ hỗn hợp vật liệu trên, bê tông

sẽ có hệ thống lỗ rỗng thông nhau có kích thước từ 2 mm đến 8 mm, từ đó dễ dàng cho nước chảy qua. Độ rỗng của bê tông có thể thay đổi từ 15% đến 35%, cường độ nén từ 2,8 MPa đến 28 MPa. Tốc độ thoát nước của bê tông này thay đổi tùy theo kích thước cốt liệu và khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, và thường vào khoảng từ 81 đến 730 lít/phút/m^2 [1]. Bê tổng rỗng được dùng để thoát nước qua lớp bề mặt của áo đường và cho phép nước mưa ngấm vào (qua) lớp đất đá (kết cấu nền) hoặc bay hơi, giảm tải đáng kể cho hệ thống cống thoát nước. Ở một số nước có nhiều băng tuyết, bê tông rỗng rất phù hợp để thoát nước do băng tan [2]. Hệ thống lỗ rỗng hở giúp tiếng ồn phát ra từ mặt đường được tiêu tán đi một phần, hơn thế nữa cũng chính hệ thống lỗ rỗng này cho phép hơi nước trong đất đi qua làm giải nhiệt cho bê tông, làm mát môi trường [2]. Tuy nhiên, bê tông rỗng có cường độ không cao, không thể bố trí cốt thép, yêu cầu quá trình bảo trì bảo dưỡng định kỳ tránh làm tắc hệ thống lỗ rỗng, vì vậy cần có những ứng dụng phù hợp để phát huy hết ưu điểm và hạn chế điểm yếu của loại bê tông này.

Độ rỗng và các đặc tính lỗ rỗng quyết định các tính chất của bê tông rỗng. Trong đó, độ rỗng, sự phân bố lỗ rỗng và tính kết nối của các lỗ rỗng theo chiều dọc (theo chiều đổ bê tông) quyết định đến tính thấm nước và khả năng thoát nước. Tốc độ thoát nước tỷ lệ thuận với độ rỗng, quá trình thi công và phương pháp đầm chặt ảnh hưởng đến sự phân bố và tính kết nối của lỗ rỗng [3,4]. Đối với bê tông rỗng, tăng độ rỗng giúp hiệu quả thoát nước tăng nhưng làm giảm mạnh cường độ [5]. Vì vậy việc tính toán để đảm bảo cường độ phù hợp với mục đích sử dụng, vừa đảm bảo khả năng thoát nước là yêu cầu quan trọng trong quá trình thiết kế.

Có một số nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp để nâng cao cường độ của bê tông rỗng trong khi không làm ảnh hưởng đến độ rỗng thiết kế. Saeid Hesami và cộng sự nghiên cứu ảnh hưởng của tro trấu và cốt sợi đến tính chất của bê tông rỗng tiêu thoát nước. Nghiên cứu chỉ ra rằng khi sử dụng thêm tro trấu và cốt sợi thì làm tăng cường độ của bê tông rỗng tiêu thoát nước. Sử dụng tro trấu giúp cải thiện tính chất của chất kết dính, kết hợp với cốt sợi làm tăng khả năng liên kết giữa các hạt cốt liệu [6]. Trong một nghiên cứu khác, nhóm tác giả sử dụng kết hợp phụ gia khoáng trao bay và silicafume kết hợp với phụ gia siêu dẻo nhằm nâng cao tính chất của chất kết dính [7]. Từ đó cải thiện đặc tính cơ lý của bê tông rỗng, cường độ nén có thể đạt 25 - 30 MPa.

Ở Việt Nam hiện nay, lượng chất thải rắn xây dựng đang ngày một gia tăng trong khi cơ chế quản lý và xử lý còn nhiều bất cập. Lượng phế thải xây dựng được tái chế ở Việt Nam không đang kể, cho dù có nhiều mục tiêu được đặt ra và đã có các chính sách rõ ràng [8, 9]. Việc sử dụng cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng để chế tạo bê tông đã khá phổ biến trên thế giới, tuy nhiên ở Việt Nam còn rất hạn chế. Vì vậy, sử dụng cốt liệu tái chế chế tạo bê tông rỗng còn rất mới mẻ ở Việt Nam.

Bê tông rỗng với độ rỗng lớn sẽ khó đạt cường độ cao, khi sử dụng cốt liệu tái chế có chất lượng thấp hoặc trung bình sẽ ảnh hưởng lớn đến đặc tính cơ lý. Cốt liệu tái chế được sử dụng như cốt liệu lớn và có hai loại chính được nghiền từ bê tông và gạch đất sét nung. Cốt liệu tái chế cũng có thể được sử dụng kết hợp với chất kết dính geopolymer đã chế tạo thành công bê tông rỗng [10]. Bê tông này cũng đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và phù hợp với các ứng dụng nhất định. Một số nghiên cứu khác cũng sử dụng cốt liệu tái chế làm bê tông rỗng, nghiên cứu đã chỉ ra rằng có thể sử dụng cốt liệu tái chế như bê tông nghiền, khối xây nghiền để chế tạo loại bê tông rỗng tiêu thoát nước [11]. Quá trình bê tông hóa không chỉ gây ra ngập úng mà hiệu ứng

nhiệt đô thị cũng đang là vấn đề đang được quan tâm giải quyết. Hiện nay, nền nhiệt độ ở các đô thị đang cao hơn các khu vực ngoại ô, đặc biệt là trong các ngày nắng nóng do nhiệt độ bị hấp thụ bởi các vật liệu như bê tông, mặt đường.

Nó có tác động lớn và trực tiếp đến mức tiêu thụ năng lượng của các tòa nhà cho mục đích làm mát. Một số biện pháp kỹ thuật đã được đề xuất, phát triển và áp dụng thành công, trong đó ảnh hưởng của lớp vật liệu bề mặt đến sự gia tăng hiệu ứng nhiệt đô thị là rất quan trọng. Giảm hiệu ứng nhiệt đô thị chủ yếu dựa trên việc sử dụng các bề mặt có khả năng phản xạ cao đối với bức xạ mặt trời, kết hợp với khả năng phát xạ nhiệt cao hoặc sử dụng nhiệt thu trong quá trình bốc hơi nước để giảm bề mặt và nhiệt độ môi trường xung quanh (mặt đường có khả năng giữ nước) [12]. Mặt đường được bổ sung các vật liệu rỗng có khả năng hút và giữ nước so với mặt đường bê tông rỗng thông thường để cho phép nước chảy qua xuống các lớp nền phía dưới và một phần nước được giữ lại trong vật liệu rỗng. Sử dụng phế thải xây dựng và vật liệu có cấu trúc rỗng như bê tông khí chưng áp AAC chế tạo vật liệu bê tông rỗng thoát nước và giữ nước được coi là một trong những biện pháp mang lại nhiều lợi ích và hiệu quả [13,14]. Bài báo này trình bày một số kết quả ban đầu về việc chế tạo gạch block bê tông rỗng sử dụng cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng (phế thải bê tông) và phế phẩm bê tông khí chưng áp với mục tiêu thoát nước bề mặt.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng

Gạch block bê tông rỗng được chế tạo từ các loại nguyên vật liệu: Cốt liệu lớn, hạt bê tông khí chưng áp AAC, xi măng, nước trộn. Trong đó, cốt liệu lớn được sử dụng là cốt liệu tái chế từ phế thải bê tông, kích thước hạt từ 5 mm đến 10 mm, được đập, nghiền và sàng đúng kích thước (trong quá trình chọn lựa và đập nghiền phế thải không thể trách khỏi việc có một hàm lượng gạch nhỏ lẫn trong bê tông với hàm lượng từ 2% đến 3%, ảnh hưởng của hàm lượng gạch trong cốt liệu tái chế sẽ được đề cập đến trong các nghiên cứu khác). Tổng hợp các tính chất của xi măng và các tính chất của cốt liệu tái chế được thể hiện trong Bảng 1 và 2.

Sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp PC40 Bút Sơn, các chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6260:2009

Bảng 1. Các tính chất cơ bản của xi măng poóc lăng PC 40

STT	Tính chất thí nghiệm	Đơn vị	Tiêu chuẩn quy định	Kết quả
1	Lượng sót sàng No.009	%	≤ 10	0,40
2	Độ mịn Blaine	cm^2/g	≥ 2800	4169
3	Khối lượng riêng	g/cm^3	-	3,10
4	Thời gian đông kết: Bắt đầu Kết thúc	phút	 ≥ 45 ≤ 420	 150 230
5	Cường độ nén: Sau 3 ngày Sau 28 ngày	MPa	 ≥ 18 ≥ 40	 29,75 43,00

Bảng 2. Tính chất của cốt liệu tái chế

STT	Tính chất thí nghiệm	Đơn vị	Cốt liệu tái chế
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,65
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m^3	1310
3	Khối lượng thể tích lèn chặt	kg/m^3	1430
4	Khối lượng thể tích hạt ở trạng thái khô hoàn toàn	g/cm^3	2,3
5	Độ hút nước của cốt liệu ở trạng thái bão hòa khô bề mặt	%	6,85
6	Hàm lượng hạt thoi dẹt	g/cm^3	3,9

Phế phẩm bê tông khí AAC được lấy từ nhà máy Bê tông khí Viglacera tại Yên Phong, Bắc Ninh. Các phế phẩm này gồm các đầu thừa khi cắt, các viên gạch block phế phẩm do nứt, vỡ. Tác giả sử dụng phế phẩm của gạch AAC cấp B4 theo TCVN 7959:2017 [15], có cường độ chịu nén trên 5MPa, khối lượng thể tích khô từ 751 kg/m^3 đến 850 kg/m^3 . Phế phẩm AAC được đập nhỏ và sàng lấy kích thước yêu cầu.

2.2. Tính toán cấp phối

Việc tính toán thiết kế cấp phối bê tông rỗng sử dụng cốt liệu tái chế được thực hiện theo Phụ lục 6 của tài liệu ACI 211.3R-02 [17]. Nguyên tắc chung là dựa trên độ rỗng thiết kế và các bảng tra mối quan hệ giữa độ rỗng thiết kế, kích thước cốt liệu lớn với lượng hồ xi măng. Thể tích cốt liệu (cốt liệu tái chế và hạt AAC) được xác định sau khi biết độ rỗng và thể tích hồ xi măng. Tỷ lệ nước/xi măng được chọn là 0,33 (Theo ACI 522R-10, tỷ lệ N/X thường từ 0,26 đến 0,45 [18]), hạt AAC sử dụng có kích thước từ 2,5mm đến 5mm và hàm lượng thay đổi từ 5,10 và 15% (theo thể tích). Tỷ lệ hạt AAC sử dụng dựa trên kết quả các thí nghiệm thăm dò để đảm bảo cường độ bê tông có thể phù hợp với một số ứng dụng. Độ rỗng thiết kế thay đổi từ 15,20, và 25% (Hình 1)(các mức độ rỗng này đảm bảo khả năng thoát nước và không ảnh hưởng quá lớn đến cường độ) [18]. Thành phần cấp phối bê tông rỗng được tổng hợp trong Bảng 3.

Bảng 3. Cấp phối bê tông rỗng

STT	Độ rỗng %	Hàm lượng AAC (% theo thể tích)	Xi măng (kg)	Cốt liệu (kg)	AAC (kg)	Nước (lít)
1	15	0	413,7	1384,5	0	136,5
2		5	413,7	1265,1	40	136,5
3		10	413,7	1145,7	80	136,5
4		15	413,7	1025,4	120	136,5
5	20	0	337,1	1384,5	0	111,3
6		5	337,1	1265	40	111,3
7		10	337,1	1145,7	80	111,3
8		15	337,1	1026,4	120	111,3

Bảng 3. *(tiếp theo)*

STT	Độ rỗng %	Hàm lượng AAC (% theo thể tích)	Xi măng (kg)	Cốt liệu (kg)	AAC (kg)	Nước (lít)
9	25	0	268,2	1372,5	0	88,5
10		5	268,2	1253,2	40	88,5
11		10	268,2	1133,8	80	88,5
12		15	268,2	1014,5	120	88,5

2.3. Phương pháp nghiên cứu

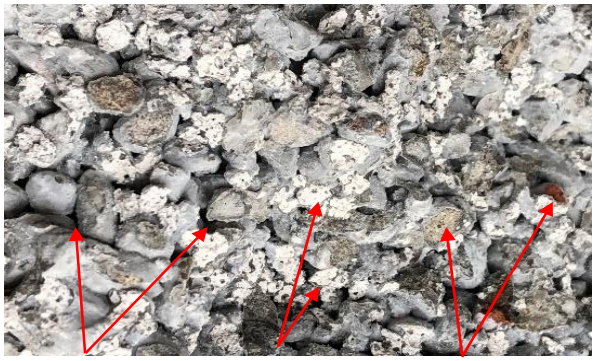
a) Các tiêu chuẩn áp dụng

STT	Tên thí nghiệm	Tiêu chuẩn thí nghiệm
1	Xác định độ rỗng của bê tông	ASTM C138
2	Xác định cường độ nén	TCVN 3118:1993
3	Xác định cường độ uốn	TCVN 3119:1993
4	Xác định các đặc tính thuỷ lực	JIS A5371:2016

b) Quy trình trộn đúc mẫu và bảo dưỡng

Quy trình trộn bê tông rỗng tương tự như quy trình trộn bê tông thông thường. Tuy nhiên, với cốt liệu tái chế và hạt AAC có độ hút nước lớn (tương ứng 6,85% và 75,7%), cao hơn rất nhiều lần so với cốt liệu tự nhiên, nhóm tác giả đề xuất quy trình trộn hai bước. Bước thứ nhất, trộn ẩm cốt liệu tái chế và hạt AAC với lượng nước bằng 80% đến 90% lượng nước tính theo độ hút nước bão hòa khô bề mặt của từng loại cốt liệu (lượng nước này độc lập với tỷ lệ N/X). Quy trình này có hai tác dụng: Một là ngăn không cho hồ xi măng liên kết sâu vào cấu trúc rỗng của hạt AAC, làm giảm khả năng hút nước của hạt AAC. Bước thứ hai của quy trình trộn được tiến hành theo thứ tự: Cốt liệu lớn trộn với xi măng, sau đó thêm nước và hạt AAC được cho vào cuối cùng. Quá trình trộn đảm bảo các hạt AAC không bị phá vỡ cấu trúc, phân bố đều và nằm giữa khoảng trống các hạt cốt liệu tái chế, lỗ rỗng phân bố đồng đều (Hình 2).

Hình 1. Cấp phối bê tông rỗng



Hình 2. Cấu trúc mẫu gạch bê tông quan sát bằng mắt thường sau khi uốn gẫy

Khuôn mẫu được chế tạo theo viên gạch bê tông tiêu chuẩn (TCVN 6477:2016) [19] có kích thước 60×100×21mm. Hỗn hợp bê tông được cho vào khuôn thành 2 lớp, dùng bay kỹ thuật lèn chặt vào các góc, đầm chặt và làm phẳng bề mặt. Mẫu sau khi được bảo dưỡng trong khuôn một ngày được tháo khuôn và ngâm trong nước đến 28 ngày. Mỗi cấp phối được chế tạo 02 tổ mẫu (6 viên) để xác định các chỉ tiêu và thông số kỹ thuật.

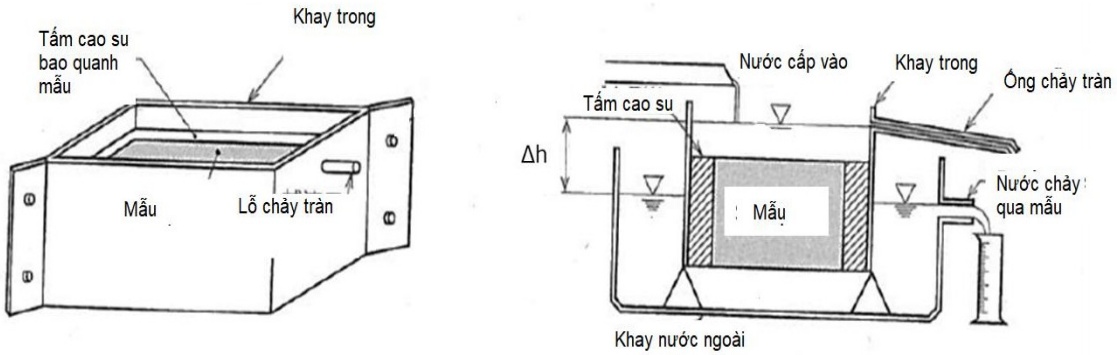
c) Thí nghiệm xác định độ thoát nước (tốc độ thấm nước)

Phương pháp thí nghiệm dựa trên lượng nước chảy qua tiết diện mẫu với dòng chảy ổn định (Constant head). Nguyên tắc thí nghiệm được mô tả trong Hình 3. Tốc độ thoát nước được tính toán thông qua lượng nước chảy qua một diện tích bề mặt mẫu trong khoảng thời gian 30 giây.

Công thức tính toán:

$$K = \left(\frac{L.Q}{F.\Delta h.30.100} \right) (cm/s)$$

trong đó: K - hệ số thoát nước hay tốc độ thấm nước, F - tiết diện ngang của mẫu gạch bê tông, cm^2; L - chiều cao (chiều dài đường thấm) của mẫu, cm; Δh - chiều cao chênh lệch cột nước (giữa khay trong và khay ngoài), cm; Q - lượng nước chảy qua mẫu trong 30 giây, cm^3.



Hình 3. Nguyên lý xác định tốc độ thoát nước

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định độ rỗng của bê tông

Để xác định độ rỗng của bê tông rỗng tiêu thoát nước được tính bằng hàm lượng khí theo phương pháp phân tích trọng lượng theo ASTM C138, ta tiến hành cân trong nước các mẫu trụ có đường kính 10cm và chiều cao 20cm. Trình tự tiến hành như sau: Đầu tiên xác định thể tích của mẫu V_0 rồi ngâm ngập mẫu trong nước trong thời gian 24 giờ. Giỏ lưới được treo vào cân điện tử và thả chìm trong thùng chứa đầy nước, đợi cho mực nước ổn định và dùng bút mực đánh dấu mực nước. Ấn nút cân điện tử về mức 0,00. Sau đó đưa mẫu vào giỏ từ từ, để cho mẫu ổn định thoát hết khí trong mẫu rồi múc bớt nước ra về mực đã đánh dấu. Sau đó ghi lại khối lượng mẫu ở trạng thái cân trong nước. Lấy mẫu ra để ráo nước rồi đưa vào tủ sấy ở 105°C trong 24h. Lấy mẫu ra để nguội và cân khối lượng mẫu khô ngoài không khí.

Độ rỗng của bê tông rỗng tiêu thoát nước được xác định theo công thức:

$$V_r = \left(\frac{W_2 - W_1}{\rho_x . V_{o1}} - 1 \right) .100\%$$

Trong đó: W_1: khối lượng mẫu trong nước, gam;

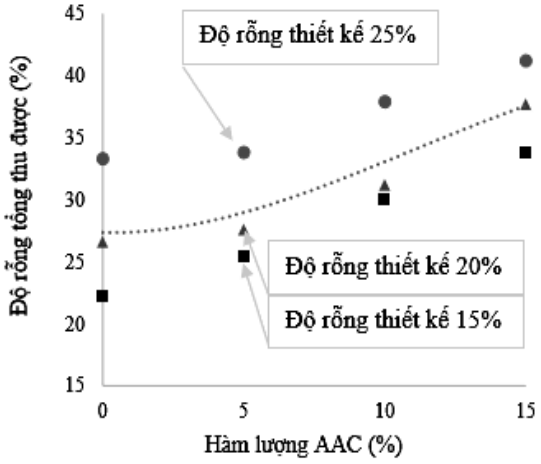
W_2: khối lượng mẫu khô, gam;

V_{0l}: thể tích mẫu, cm^3;

ρ_x: khối lượng riêng của nước, g/cm^3.

Hình 4. Xác định độ rỗng của bê tông thoát nước

Độ rỗng tổng của bê tông rỗng sử dụng AAC là lớn hơn với bê tông không sử dụng AAC (mẫu 0% AAC). Với quan niệm các hạt AAC sử dụng trong hỗn hợp như là một loại cốt liệu (thay thế cốt liệu tái chế theo thể tích), độ rỗng của bê tông bị ảnh hưởng do kích thước AAC và độ rỗng trong hạt AAC. Nhìn vào kết quả cho thấy, tổng độ rỗng tăng lên khi tăng hàm lượng hạt AAC sử dụng. Điều này có thể giải thích do độ rỗng của hạt AAC rất cao, khả năng hút nước khoảng 75% - 80%, do vậy khi cân khối lượng mẫu trong nước ở trạng thái hút nước bão hòa, tổng độ rỗng được xác định đã bao gồm lỗ rỗng trong hạt AAC và rỗng trong cốt liệu tái chế (lỗ rỗng cho phép nước hút vào và chiếm chỗ).



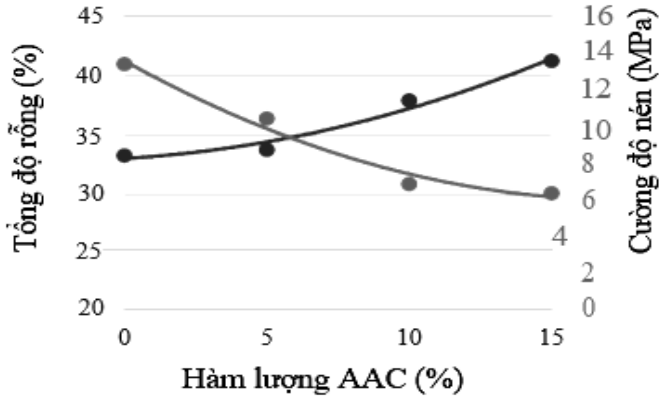
Hình 5. Mối quan hệ giữa hàm lượng AAC và tổng độ rỗng

Nhận xét: Độ rỗng thiết kế tăng lên thì tổng độ rỗng thu được cũng tăng lên tương ứng

3.2. Ảnh hưởng của độ rỗng và hàm lượng AAC đến cường độ

Đặc tính cơ lý phụ thuộc nhiều vào các yếu tố: tổng độ rỗng, độ rỗng thiết kế, cường độ của cốt liệu và hàm lượng của hạt AAC. Hình 6 (Hàm lượng AAC 5%) cho thấy khi tăng độ rỗng thì cường độ giảm mạnh. Trong đó cường độ nén có xu hướng giảm mạnh hơn cường độ uốn. Quy luật là tương tự với các hàm lượng AAC 10% và 15%.

Ở tất cả các độ rỗng thiết kế khác nhau, khi tăng hàm lượng AAC thay thế cốt liệu tái chế thì cường độ của mẫu giảm trong khi tổng độ rỗng (độ rỗng giữa các hạt và độ rỗng trong hạt) tăng lên. Do cường độ hạt AAC là rất yếu, với kích thước hạt nhỏ từ 2,5 - 5 mm, một phần hạt AAC sẽ phân bố giữa khoảng trống giữa các hạt cốt liệu (làm thay đổi cấu trúc rỗng của bê tông), một phần nằm xen kẽ với vai trò như các hạt cốt liệu sẽ làm giảm khả năng chịu lực của bê tông. Quan hệ giữa AAC, tổng độ rỗng và cường độ thể hiện trong Hình 6.

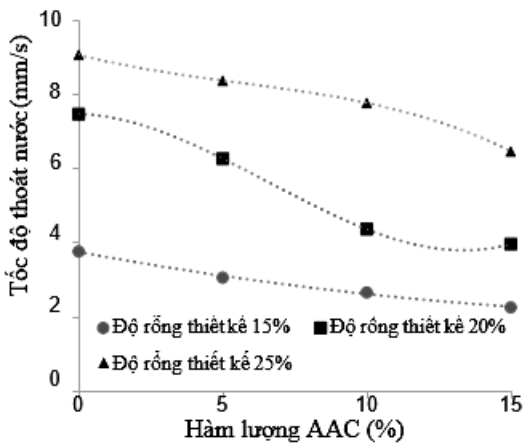


Hình 6. Quan hệ giữa hàm lượng AAC, tổng độ rỗng và cường độ
(Ứng với độ rỗng thiết kế 25%)

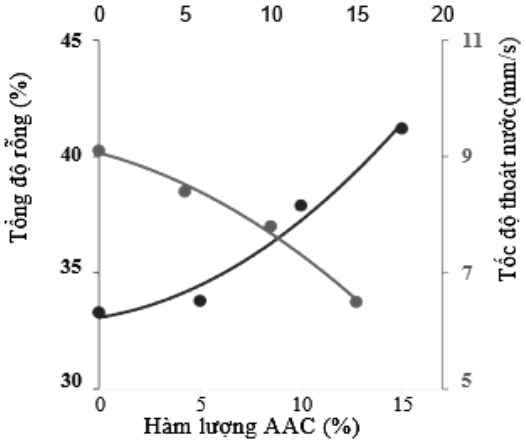
Nhận xét: Lượng AAC càng cao thì ảnh hưởng đến cường độ càng lớn và càng làm tăng tổng độ rỗng của bê tông, quy luật này đúng với tất cả các độ rỗng thiết kế khác nhau.

3.3. Ảnh hưởng của độ rỗng và hàm lượng AAC đến tốc độ thoát nước

Hạt AAC thay thế cốt liệu làm tăng tổng độ rỗng, tuy nhiên, tốc độ thoát nước phụ thuộc vào độ rỗng giữa các hạt chứ không phụ thuộc vào độ rỗng trong các hạt. Vì vậy, tác giả phân tích mối quan hệ giữa tổng độ rỗng, tốc độ thoát nước với hàm lượng AAC sử dụng. Khi tăng hàm lượng AAC, tổng độ rỗng tăng lên, tuy nhiên, tốc độ thoát nước lại giảm đi (Hình 8). Điều này có thể giải thích do các hạt AAC một phần đã phân bố ở khoảng trống giữa các hạt cốt liệu, các hạt AAC có kích thước hạt 2,5 - 5 mm thay thế cốt liệu tái chế có kích thước từ 5 đến 10 mm đã làm thay đổi thành phần hạt và làm giảm độ rỗng giữa các hạt cốt liệu tái chế hoặc làm thay đổi đặc tính của lỗ rỗng (hệ thống lỗ rỗng thông nhau), do đó làm giảm tốc độ thoát nước. Tổng độ rỗng tăng lên là do độ rỗng trong hạt AAC. Độ rỗng này không góp phần làm tăng tốc độ thoát nước. Để khẳng định nhận xét này, tác giả sẽ phân tích trong các nghiên cứu tiếp theo về vai trò và mối quan hệ giữa của loại độ rỗng với tổng độ rỗng và các tính chất của bê tông. Hình 7 cho thấy tốc độ thoát nước phụ thuộc rất lớn vào độ rỗng thiết kế (thể hiện qua sự chênh lệch giữa ba đường).



Hình 7. Mối quan hệ giữa tốc độ thoát nước và hàm lượng AAC

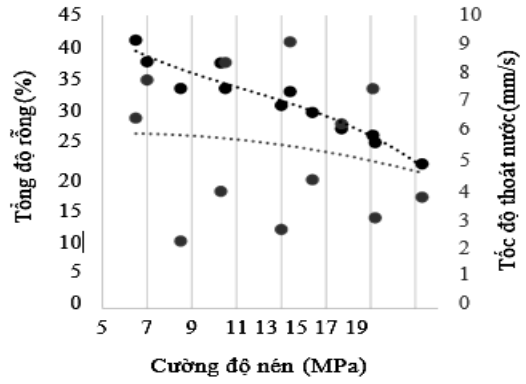


Hình 8. Quan hệ giữa tổng độ rỗng, tốc độ thoát nước và hàm lượng AAC

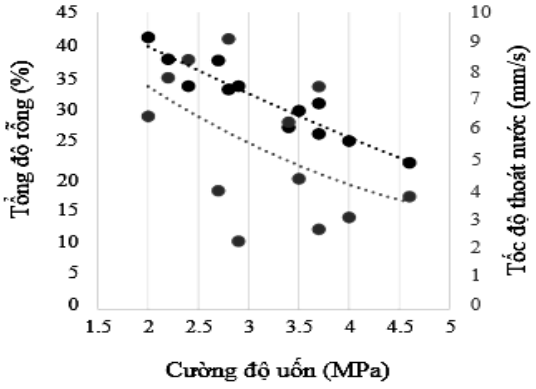
Nhận xét: Độ rỗng thiết kế 15% chỉ cho tốc độ thoát nước từ 2,3 mm/s đến 3,8 mm/s, trong khi độ rỗng thiết kế 25% cho độ thoát nước từ 6,5 mm/s đến 9,1 mm/s. Tuy nhiên, mọi liên hệ giữa tổng độ rỗng, độ rỗng thiết kế và hàm lượng AAC cần được khẳng định trong các nghiên cứu tiếp theo khi đánh giá cụ thể từng thành phần độ rỗng và vai trò của chúng.

3.4. Ảnh hưởng của tổng độ rỗng đến cường độ và tốc độ thoát nước của gạch bê tông

Cường độ nén là đại lượng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó độ rỗng có tính chất quyết định. Đối với gạch bê tông rỗng, việc xác định mối quan hệ giữa độ rỗng, cường độ và tốc độ thoát nước là rất quan trọng. Đặc biệt khi sử dụng hạt cốt liệt AAC, độ rỗng trong bê tông đóng vai trò thoát nước và giữ nước, vì vậy cần thỏa mãn cả khả năng thoát nước, giữ nước và cường độ của gạch bê tông. Hình 9, 10 thể hiện mối quan hệ giữa các đại lượng nêu trên.



Hình 9. Quan hệ giữa cường độ nén với tổng độ rỗng và tốc độ thoát nước



Hình 10. Quan hệ giữa cường độ uốn với tổng độ rỗng và tốc độ thoát nước

Nhận xét: Cường độ uốn và nén đều giảm khi tăng tổng độ rỗng, cường độ nén giao động từ 6.5 MPa đến 19.3 MPa vì vậy, để đáp ứng cường độ chịu uốn, nén phù hợp cho từng ứng dụng, ta cần lựa chọn tổng độ rỗng phù hợp nhưng vẫn đảm bảo độ thoát nước.

Một kết quả đáng chú ý, với cùng một cường độ nén (uốn) có thể có tốc độ thoát nước khác nhau. Điều này phụ thuộc vào độ rỗng thiết kế và hàm lượng hạt AAC sử dụng. Ví dụ, với cường độ nén 10 MPa, có thể có viên gạch tốc độ thoát nước 8,5mm/s hoặc có viên khác có tốc độ chỉ là 4mm/s (Hình 9). Vì vậy, muốn chọn cấp phối nào phù hợp cần căn cứ thêm thông số thứ 3 là tổng độ rỗng, hay nói cách khác là yêu cầu về độ hút nước và giữ nước của bê tông.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên kết quả nghiên cứu, tác giả đưa ra một số kết luận sau: Cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng và thải phẩm công nghiệp hoàn toàn có thể sử dụng để chế tạo gạch bê tông rỗng có khả năng thoát nước và giữ nước. Với gạch bê tông rỗng với cường độ nén từ 6,5MPa đến 19,3MPa, tốc độ thoát nước từ 2,3 mm/s đến 9,1 mm/s. Tùy vào mục đích sử dụng có thể lựa chọn tỷ lệ AAC và độ rỗng thiết kế phù hợp để vừa đáp ứng cường độ, tốc độ thoát nước và khả năng hút và giữ nước.

Kiến nghị cần nghiên cứu thêm đặc tính thuỷ lực, tốc độ nhả nước của gạch bê tông rỗng để đảm bảo đầy đủ chỉ tiêu kỹ thuật để có thể ứng dụng sản phẩm trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ACI 522.1-13. Specification for Pervious Concrete Pavement (ACI 522.1-13). ACI Man. Concr. Pract

[2] C. (Concrete P. Group). Handbook for Pervious Concrete Certification in Greater Kansas City. CPG, Overl. Park. KS, USA

[3] Martin III, W. D., Kaye, N. B., Putman, B. J. (2014). Impact of vertical porosity distribution on the permeability of pervious concrete. Construction and Building Materials, 59:78-84

[4] Neithalath,N.,Sumanasooriya,M.S.,Deo,O.(2010). Characterizing pore volume, sizes, and connectivity in pervious concretes for permeability prediction. Materials Characterization, 61(8):802-813

[5] Lian, C., Zhuge, Y., Beecham, S. (2011). The relationship between porosity and strength for porous concrete. Construction and Building Materials, 25(11):4294-4298

[6] Hesami, S., Ahmadi, S., Nematzadeh, M. (2014). Effects of rice husk ash and fiber on mechanical properties of pervious concrete pavement. Construction and Building Materials, 53:680-691

[7] Dong,N.V.,Hanh,P.H.,Tuan,N.V.,Minh,P.Q.,Phuong,N.V.(2020). Theeffectofmineraladmixture on the properties of the binder towards using in making pervious concrete. CIGOS 2019, Innovation for Sustainable Infrastructure, Springer, 367-372

[8] Tuân, N. K., Sơn, T. H., Hiển, N. X., Kiên, N. T., Huy, V. V., Cường, T. V. (2018). Nghiên cứu hiện trạng quản lý phế thải xây dựng và phá dỡ ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD)ĐHXD, 12(7):107–116

[9] Quyết định số 609/QĐ-TTg(2014). Phê duyệt Quy hoạch xử lý chất thải rắn thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[10] Sata,V.,Wongsa,A.,Chindaprasirt,P.(2013). Properties of pervious geopolymer concrete using recycled aggregates. Construction and Building Materials, 42:33–39

[11] Bhutta, M. A. R., Hasanah, N., Farhayu, N., Hussin, M. W., bin Md Tahir, M., Mirza, J. (2013). Properties of porous concrete from waste crushed concrete (recycled aggregate). Construction and Building Materials, 47:1243–1248

[12] Santamouris, M. (2013). Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island-A review of the actual developments. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26:224–240

[13] Deng, H., Deng, D., Du, Y., Lu, X. (2019). Using Lightweight Materials to Enhance Thermal Resistance of Asphalt Mixture for Cooling Asphalt Pavement. Advances in Civil Engineering, 2019

[14] Liu, Y., Li, T., Yu, L. (2020). Urban heat island mitigation and hydrology performance of innovative permeable pavement: A pilot-scale study. Journal of Cleaner Production, 244:118938

[15] TCVN7959:2017. Bê tông nhẹ- Sản phẩm bê tông khí chưng áp- Yêu cầu kỹ thuật. Tiêu chuẩn quốc gia

[16] TCVN 7570:2006. Cốt liệu cho bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật. Bộ Khoa học và Công nghệ.

[17] ACI 211 Committee (2002). Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete Reported by ACI Committee 211. American Concrete Institute, 2:1–26

[18] ACI (2010). Report on Pervious Concrete

[19] TCVN 6477:2016. Gạch bê tông. Tiêu chuẩn quốc gia

[20] JIS A5371:2016. Precast unreinforced concrete products

ỨNG DỤNG PHONG THỦY Ở HỒ TỊNH TÂM - HUẾ

FENG SHUI APPLICATION IN TINH TAM LAKE - HUE

ThS. Phan Thuận Ý
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: phanthuany@gmail.com

TÓM TẮT: Thuật Phong thủy càng ngày càng bộc lộ rõ tính khoa học hơn là tâm linh, cho thấy sự liên hệ mật thiết giữa điều kiện tự nhiên và công trình kiến trúc. Áp dụng thuật Phong thủy là một bước quan trọng trong việc chọn đất, chọn hướng, cuối cùng mới đến việc bố trí các đơn nguyên kiến trúc để tạo nên một tổng thể hài hòa như chúng ta đang thấy ở di tích Huế hiện nay. Hồ Tịnh Tâm là một vườn ngự vốn không có ý định tạo vườn ngay từ ban đầu, mà được cải tạo từ một khu vực kho của triều đình, nên việc ứng dụng thuật Phong thủy không được theo "quy trình thuận" như vừa kể trên. Chính vì lẽ đó, di tích hồ Tịnh Tâm có một đặc trưng riêng về Phong thủy mà không phải ai cũng có thể nhìn nhận ra.

TỪ KHÓA: Hồ Tịnh Tâm, ứng dụng, Phong thủy.

ABSTRACTS: *The art of Feng Shui is increasingly revealing more science than spirituality, which is an intimate relationship between natural conditions and architecture. The art of Feng Shui is an important step in choosing the land, the direction, and finally, the arrangement of architectural units for creating a harmonious complex as we are seeing in Hue monuments nowaday. Tinh Tam Lake was a royal garden that did not intend to be created as a garden at the beginning, but was renovated from a warehouse area of the court, so the application of Feng Shui art is not according to the "right process" as mentioned above. Because of that, Tinh Tam Lake relic has a unique characteristic of Feng Shui that not everyone can recognize.*

KEYWORDS: *Tinh Tam Lake, Feng Shui.*

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Phong thủy nói chung là một lĩnh vực rộng lớn, có liên quan đến nhiều mặt của cuộc sống con người. Xuất hiện ở Trung Quốc từ hàng nghìn năm trước, cho đến nay, Phong thủy đã lan rộng sang nhiều nước khác trong khu vực, kể cả một số nước phương Tây. Là một nước trong khối đồng văn, từ xa xưa, Việt Nam cũng đã tiếp nhận và ứng dụng trong mọi mặt, đặc biệt trong quy hoạch xây dựng (gồm cả Dương phần và Âm phần). Tuy là một bộ môn chưa được khoa học chứng minh, đối với nhiều người vẫn còn là sự bí ẩn, nhưng nhìn vào tầm ảnh hưởng và sự trường tồn qua thời gian, Phong thủy vẫn là lĩnh vực không thể không quan tâm khi nghiên cứu về bất kỳ di tích nào, đặc biệt là những di tích ở Huế.

1.1. Khái niệm cơ bản về Phong thủy

Trong kỷ yếu hội thảo khoa học 2007 về Phong thủy trong kiến trúc và quy hoạch xây dựng, PGS. TS. KTS Trần Trọng Hanh đã có một số tóm lược tổng quan về ứng dụng thuật Phong thủy như sau:

"Phong thủy là sự kết hợp giữa nghệ thuật và khoa học, nhằm lựa chọn địa điểm xây dựng, bố trí sắp đặt cơ cấu quy hoạch xây dựng… một cách có lợi nhất, để đạt được sự hài hòa với môi

trường xung quanh, nhờ đó mà có được sự phát triển bền vững… Nó là sản phẩm của lịch sử và phục vụ cho cuộc sống con người" [1].

Có rất nhiều tài liệu khác nhau nói về các trường phái trong Phong thủy, tuy xuất phát từ một gốc, nhưng tùy vào từng ứng dụng cụ thể để chia thành các phái, các nhánh khác nhau. Về quy hoạch xây dựng, có thể thấy rõ 2 phái nổi bật có tính bao trùm là Hình thế và Lý khí.

- *Phái Hình thế* chủ yếu lấy địa hình, dừng tụ của sơn mạch, thủy lưu để xác định vị trí và hướng nhà.

- *Phái Lý khí* lại dùng la bàn làm công cụ chính để xác định phương vị, rồi căn cứ vào các lý thuyết của âm dương, ngũ hành, bát quái, cửu tinh, Hà lạc mà tính toán để xác định quan hệ tương sinh, tương khắc, phán đoán điều tốt điều xấu cho gia chủ; phái Lý khí mang tính phán đoán trừu tượng là chính, chứ không quan tâm nhiều đến hình dáng cụ thể của địa hình chung quanh.

PGS. TS. KTS Trần Trọng Hanh đã trích dẫn 3 trường phái Phong thủy cổ trong bài viết của mình:

"- Trường phái môi sinh: sử dụng hiệu quả các điều kiện tự nhiên, trường phái này còn gọi là hình thể hay địa hình;

- Trường phái la bàn: xem xét thiên văn, đoán vận mệnh trên cơ sở dùng la bàn để chọn địa điểm thích hợp xây dựng chỗ ở cho con người. Trường phái này dựa trên kinh dịch, nhằm liên kết các dòng chảy năng lượng tự nhiên của vũ trụ;

- Trường phái trực giác: mô phỏng và đặt tên cho các thế đất mang tính ẩn dụ như long chầu, hổ phục … Trong "Thủy Long kinh", người xưa đã thể hiện chi tiết về những "cuộc đất tốt nhất để xây dựng nhà và cất mồ mả"" [1].

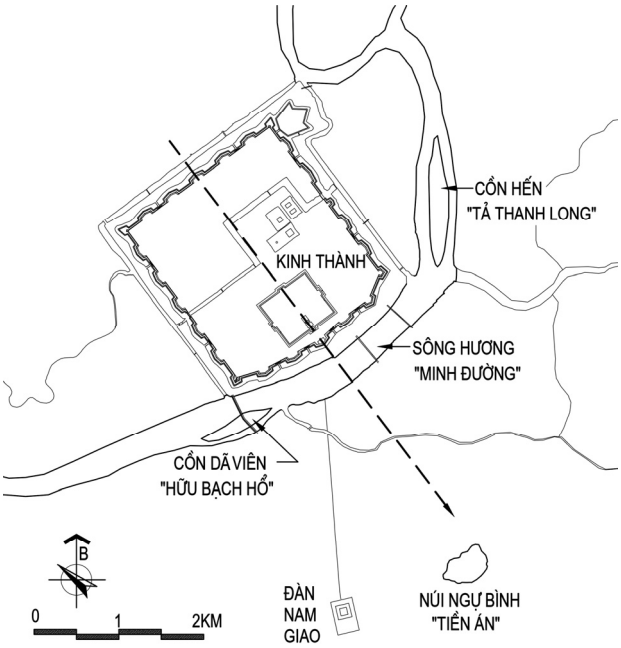
Có thể gộp trường phái môi sinh và trực giác vào nhóm trướng phái Hình thế để dễ nhận biết vì đều dựa trên địa lý tự nhiên hoặc nhân tạo. Dù là thuộc trường phái nào, nguyên lý hoạt động của Phong thủy vẫn được dựa trên 5 yếu tố chính: Đạo, Âm dương, Khí, Ngũ hành và Kinh dịch (bát quái). Và trong khá nhiều trường hợp, người ta vẫn dùng kết hợp hai trường phái với nhau.

1.2. Phong thủy trong quy hoạch xây dựng các di tích triều Nguyễn ở Huế

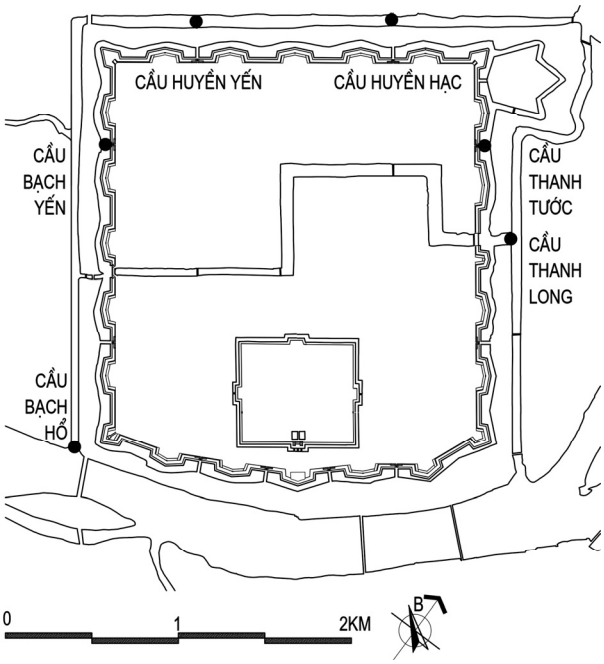
Từ công trình lớn đến công trình bé, từ cung điện ở đến lăng tẩm, thuật Phong thủy luôn có chỗ đứng quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến việc chọn đất, chọn hướng, chọn trục cho công trình chính. Sau đây là một số dẫn chứng tiêu biểu cho ý kiến vừa nêu.

Trước tiên, ví dụ 1 có tính bao quát và rõ rệt nhất chính là quy hoạch Kinh Thành, có sự kế thừa từ các triều đại trước và chính thức được thực hiện vào năm 1804. Các thực thể địa lý tự nhiên đã được hình tượng hóa và đặt tên theo các phương hướng (màu sắc) hoặc chức năng: núi Ngự Bình là "tiền án", đoạn sông Hương trước mặt làm "minh đường", hai cồn đất trên sông Hương được chọn làm "tả thanh long" (cồn Hến) và "hữu bạch hổ" (cồn Dã Viên), dựa vào địa thế đấy, trục chính của Kinh Thành được chọn lựa hơi chếch về phía đông nam (hình 1.a). Ngoài ra, một số cây cầu chung quanh Kinh Thành cũng đã được đặt tên dựa trên phương hướng và màu sắc liên hệ của chúng đối với vị thế trung ương: cầu Thanh Long, cầu Thanh Tước (thanh:

màu xanh) ở phía đông, cầu Bạch Hổ, cầu Bạch Yến (bạch: màu trắng) ở phía tây, cầu Huyền Yến, cầu Huyền Hạc (huyền: màu đen) ở phía bắc (hình 1.b).



Hình 1.a. Kinh Thành Huế với các yếu tố địa lý tự nhiên được hình tượng hóa theo thuật Phong thủy



Hình 1.b. Các cây cầu chung quanh Kinh Thành đầu thế kỷ XIX được đặt tên theo phương hướng

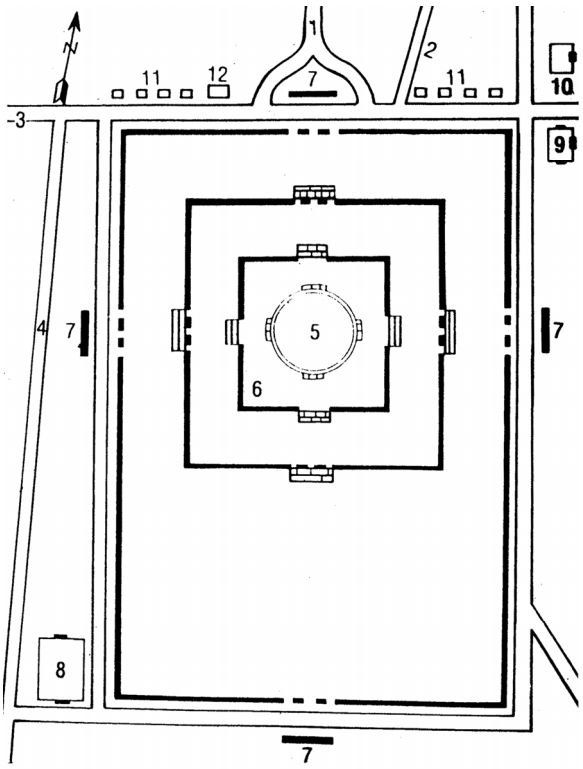
Hình 1. Ứng dụng Phong thủy trong xây dựng Kinh Thành Huế

Ví dụ thứ 2 là lăng Gia Long, nơi yên giấc của vị vua đầu tiên của triều Nguyễn cũng đã được chọn đất một cách kỹ lưỡng, được chính thức xây dựng vào năm 1814, sau khi Thừa Thiên Cao Hoàng hậu mất. Lăng nằm ẩn mình trong không gian kỳ vĩ, chọn 42 ngọn núi chung quanh

Hình 2. Đỉnh núi Đại Thiên Thọ nằm ngay chính giữa hai ngôi mộ của vua và hoàng hậu (nguồn: Reds)

làm "la thành" tự nhiên, trong đó, trục chính của khu vực lăng hướng đến đỉnh núi Đại Thiên Thọ là yếu tố "tiền án", hồ Dài là "minh đường". Lăng làm theo kiểu song táng, hai ngôi mộ của vua và hoàng hậu cách nhau 1 gang tay [2]. Khi nhìn vào vị trí thẳng góc của nơi tiếp giáp giữa phần nóc hai ngôi mộ vua Gia Long và Thừa Thiên Cao Hoàng hậu, sẽ nhận ra đỉnh Đại Thiên Thọ nằm ở vị trí chính giữa (hình 2).

Ví dụ thứ 3 là đàn Nam Giao: Đàn được dời về vị trí hiện tại và chính thức xây dựng vào năm 1806, có vị trí phía nam Kinh Thành Huế. Đàn tế gồm 3 tầng lớn nhỏ chồng lên nhau theo thuyết Tam tài: Thiên - Địa - Nhân. Mỗi tầng mang một hình dạng và màu sắc riêng: trời tròn, đất vuông… Tầng trên hết hình tròn, tượng trưng cho trời, lan can quét vôi màu xanh, đến ngày Tế Giao, một ngôi nhà hình nón lợp vải màu xanh (Thanh Ốc) được dựng lên. Tầng kế hình vuông, tượng trưng cho đất, lan can quét vôi màu vàng, đến ngày lễ, người ta dựng lên ở đó một cái nhà vuông lợp vải vàng (Hoàng Ốc). Tầng dưới cùng cũng hình vuông, lan can quét vôi màu đỏ, tượng trưng cho người (xích tử: con đỏ). Đàn Nam Giao quay mặt về hướng nam, chung quanh khuôn viên là vòng la thành có trổ 4 cửa ở 4 mặt. Trong dịp tế, ở mỗi cửa cắm hai lá cờ đại với màu sắc khác nhau: cửa bắc màu đen, cửa nam màu đỏ, cửa đông màu xanh, cửa tây màu trắng. Như vậy, hình thức, phương hướng và màu sắc của kiến trúc đàn Nam Giao đều áp dụng nguyên tắc Âm dương, Ngũ Hành của Dịch học [3].



Hình 3. Mặt bằng tổng thể đàn Nam Giao

Các ví dụ trên mang tính điển hình, đều là những công trình được xây dựng sớm dưới triều Nguyễn, cho thấy rằng thuật Phong thủy không nhất thiết phải có đầy đủ các yếu tố theo như quy định, và có thể kết hợp các trường phái cổ với nhau (môi sinh, la bàn và trực giác). Suy cho cùng, những ứng dụng Phong thủy này giúp cho chủ nhân tin tưởng rằng cuộc đất được lựa chọn xây dựng công trình có sự tụ khí, sẽ nhận được nguồn năng lượng tốt từ tự nhiên, giúp con người có sự kết nối giao hòa với trời đất thiên nhiên.

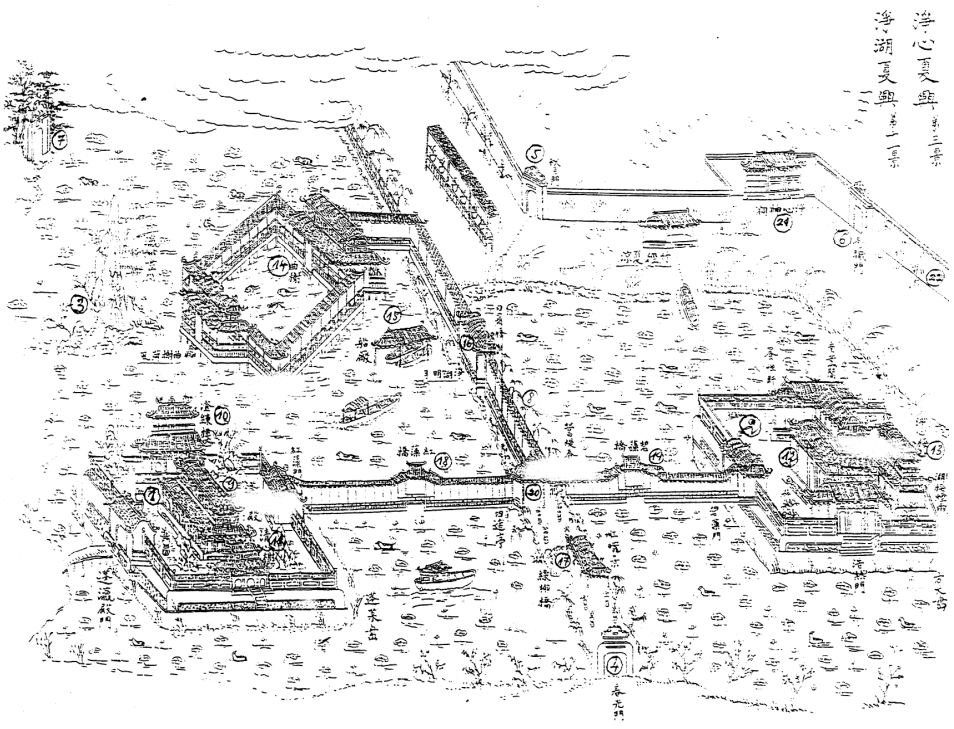
2. DI TÍCH HỒ TỊNH TÂM

2.1. Lịch sử hình thành và xây dựng hồ Tịnh Tâm

Hồ Tịnh Tâm là dấu vết còn lại của đoạn sông Kim Long khi người ta lấp con sông này lại để xây dựng Kinh Thành Huế vào năm 1805, đặt tên là hồ Ký Tế. Trên hồ, đắp 2 bãi nổi để chứa thuốc súng và diêm tiêu. Đến năm 1838, trong một lần đến kiểm tra khu vực kho này, vua Minh Mạng đã cảm nhận được vẻ đẹp cảnh quan nơi đây, nên quyết định dời 2 kho vừa kể qua hồ Học Hải và cải tạo hồ Ký Tế thành vườn Ngự để vui chơi, nghỉ ngơi và đặt tên thành hồ Tịnh Tâm.

Dựa theo sử liệu và khảo sát hiện trạng, hồ Tịnh Tâm với tổng diện tích khoảng 12,88ha, có mặt bằng là hai hình chữ nhật sát cạnh nhau, đê Kim Oanh ở giữa (từ đông sang tây) ngăn cách hồ bắc và hồ nam. Trên mặt hồ Tịnh Tâm có ba hòn đảo: Bồng Lai, Phương Trượng và Doanh Châu được xây dựng rất cầu kỳ, kiểu thức như một vườn ngự uyển bật nhất của Hoàng gia. Chung quanh hồ là hệ thống la thành với 4 cửa ra vào ở 4 hướng: Xuân Quang (phía đông), Thu Nguyệt (phía tây), Hạ Huân (góc tây nam), và Đông Hy (phía bắc). Trên hai đảo lớn là đảo Phương Trượng và Bồng Lai có rất nhiều công trình đa dạng được đặt tên khác nhau, hai đảo này nối với đê Kim Oanh bằng hai chiếc cầu có mái che có tên là Bích Tảo (phía bắc) và Hồng Cừ (phía nam). Trên đê Kim Oanh, có 2 chiếc cầu nhỏ cũng có mái che tên là cầu Lục Liễu (phía đông) và cầu Bạch Tần (phía tây).

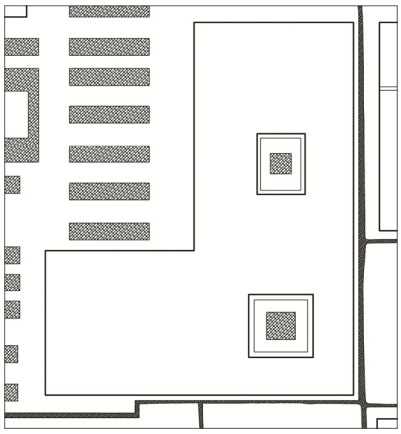
Cơn bão lớn năm 1904 đã phá hủy hầu hết các công trình trong khu vực này. Cảnh sắc nơi đây dần điêu tàn và không được tu sửa lần nào. Năm 1928, vua Bảo Đại cho xây đình Bồng Doanh trên nền điện Bồng Doanh và cầu Hồng Cừ cùng với hệ thống lan can chung quanh đảo. Sau khi triều Nguyễn kết thúc (1945), vào những năm 1947, 1960, 2012, và 2020, đơn vị chủ quản có cho sửa chữa cải tạo một số hạng mục nhỏ. Tổng thể khu vườn hiện đang ở trong tình trạng hư hỏng, xuống cấp, bị nhà dân lấn chiếm nghiêm trọng, khó nhận thấy được vẻ đẹp trước đây đã được vua Thiệu Trị xếp vào vị trí thứ 3 trên 20 thắng cảnh của đất Thần Kinh [4].



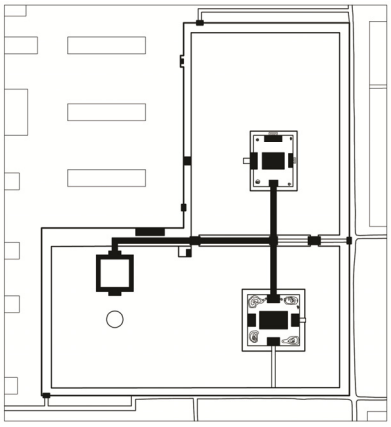
Hình 4. Bản vẽ hồ Tịnh Tâm (Nội Các triều Nguyễn thực hiện năm 1844, nguồn: BAVH, 1922)

Chú thích:

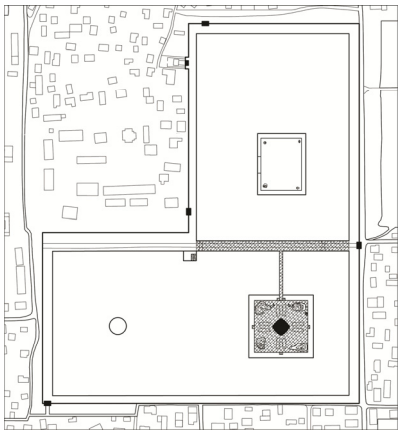
1. Đảo Bồng Lai; 2. Đảo Phương Trượng; 3. Đảo Doanh Châu; 4. Cổng Xuân Quang;
5. Cổng Thu Nguyệt; 6. Cổng Đông Hy; 7. Cổng Hạ Huân; 8. Đê Kim Oanh;
9. Điện Bồng Doanh; 10. Lầu Trừng Luyện; 11. Tạ Thanh Tâm; 12. Gác Nam Huân;
13. Lầu Tịnh Tâm; 14. Khúc Tạ; 15. Thuyền Xưởng; 16. Cầu Bạch Tần;
17. Cầu Lục Liễu; 18. Cầu Hồng Cừ; 19. Cầu Bích Tảo; 20. Đình Tứ Thông; 21. Tịnh Tâm Thần Từ.



Hình 5.a. Mặt bằng ao Ký Tế (1805-1838)



Hình 5.b. Hồ Tịnh Tâm thời kỳ sớm (1839-1904)



Hình 5.c. Hồ Tịnh Tâm thời kỳ muộn (1928-1945)

Hình 5. Sự thay đổi của hồ Tịnh Tâm dưới triều Nguyễn

Hình 6. Tổng thể hồ Tịnh Tâm hiện nay (2021)

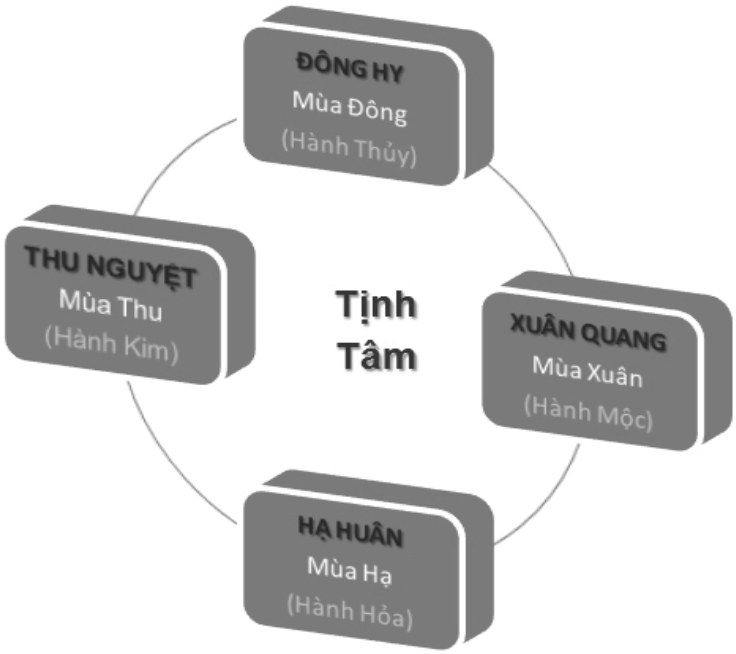
2.2. Ứng dụng Phong thủy ở di tích hồ Tịnh Tâm

Các vị vua triều Nguyễn đều đến đây thưởng cảnh, hóng mát và đã làm rất nhiều bài thơ ca ngợi phong cảnh hồ Tịnh Tâm. Nét đẹp của Hồ đã được miêu tả một cách ngắn gọn như sau: *"Ở hồ Tịnh Tâm có những ngôi điện xinh xắn nằm trên các hòn đảo lởm chởm những hòn dã sơn xen lẫn với nhiều loại cây cối, dây leo và hoa cỏ. Đình điện ở đây có kích thước nhỏ bé hơn các lâu đài thường thấy, nhưng sự cân đối thì mỹ lệ hơn. Những công trình kiến trúc trong hồ tuy lộng lẫy nhưng rất giản dị"* [5]. Nhưng liệu vẻ đẹp của hồ Tịnh Tâm chỉ dừng ở những cảm quan bằng mắt thường hay có hàm ý gì sâu xa hơn thế? Cũng như các vườn Ngự khác ở Huế, hồ Tịnh Tâm là bằng chứng vật chất về một thú chơi cao cấp của các vua thời đó: thú chơi vườn. Những

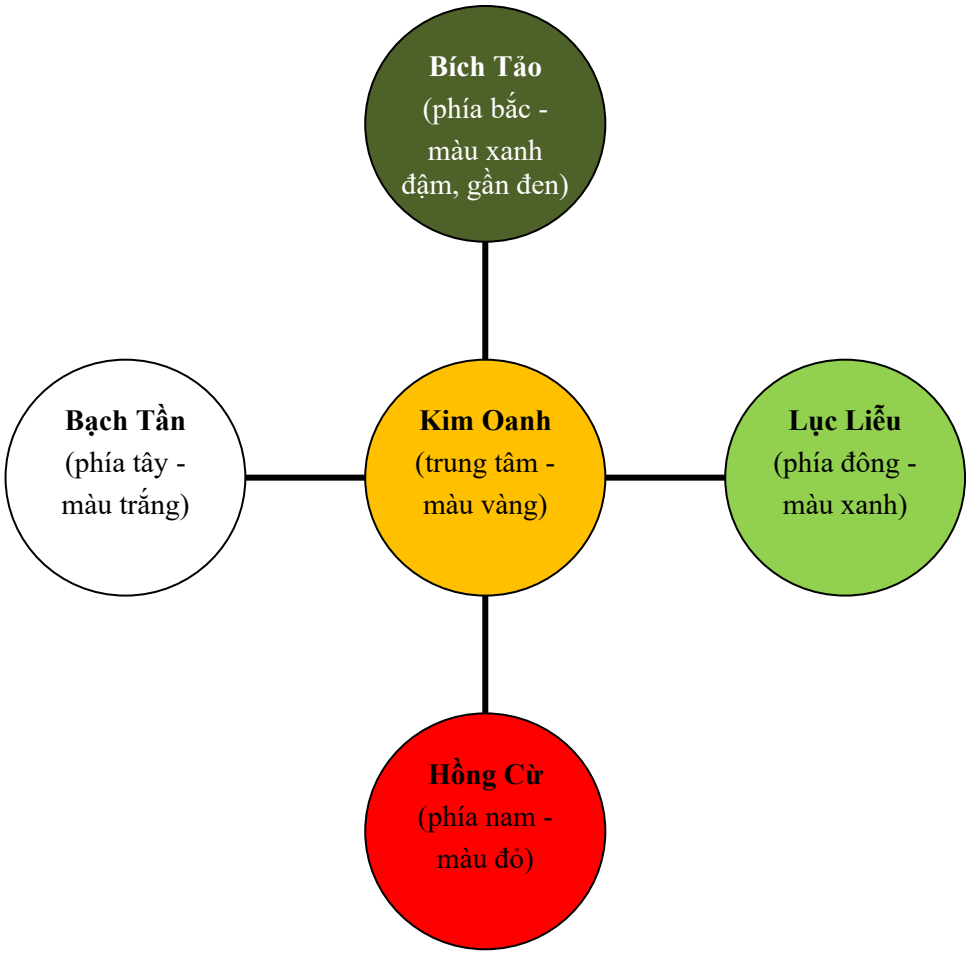
khu vườn thể hiện không những tiềm lực kinh tế, mà còn nói lên sự phong phú trong nội tâm và nhân sinh quan về vũ trụ của chủ nhân. Các tên gọi xưa kia đều được đặt theo chữ Hán là ngôn ngữ chính thức được triều Nguyễn sử dụng vào thời gian đó, thử dịch nghĩa tên gọi từng công trình (có liên quan đến nội dung nghiên cứu) trong tổng thể cụm di tích này:

Bảng 1. Dịch nghĩa tên một số công trình trong cụm di tích hồ Tịnh Tâm

Tên gọi	Vị trí	Dịch nghĩa
Tịnh Tâm	Tịnh: gột rửa, làm cho sạch, Tâm: tấm lòng, Tịnh Tâm: "gột sạch tấm lòng", gột bỏ mọi phiền muộn trong lòng. Tên này được đặt cho Hồ với ý muốn là nơi để vua đến giải muộn, quên hết mọi âu lo vương vấn	
Bốn cổng ở 4 phía		
Xuân Quang	đông	Ánh sáng mùa xuân
Thu Nguyệt	tây	Ánh trăng mùa thu
Hạ Huân	nam	Cơn gió mùa hè
Đông Hy	bắc	Ánh sáng mờ giữa mùa đông
Đê Kim Oanh và 4 cây cầu có mái		
Kim Oanh	Trung tâm	Chim oanh màu vàng
Lục liễu	đông	Cây liễu màu xanh
Bạch Tần	tây	Rau tần màu trắng
Hồng Cừ	nam	Hoa sen màu đỏ
Bích Tảo	bắc	Cây rong màu xanh



Hình 7. Tên các cổng chung quanh hồ Tịnh Tâm được đặt theo 4 mùa trong năm



Hình 8. Tên các cây cầu ở trung tâm hồ Tịnh Tâm được đặt tên theo màu sắc và phương hướng trong Ngũ Hành

Có thể thấy, bốn cổng ở bốn phía của hồ Tịnh Tâm đã được đặt tên theo bốn mùa trong năm (**Xuân** Quang - **Hạ** Huân - **Thu** Nguyệt - **Đông** Hy) để chỉ sự xoay vần, quy luật thay đổi của thời gian, ngoài ra, con đê và bốn cây cầu có mái ở trung tâm của Hồ (**Kim** Oanh - **Lục** Liễu - **Bạch** Tần - **Hồng** Cừ - **Bích** Tảo) cũng đã được đặt tên dựa vào phương hướng và màu sắc được quy định trong nguyên tắc Ngũ Hành của Dịch học. Như vậy, **không gian và thời gian** đều đã được nhắc đến qua cách đặt tên các tổ hợp kiến trúc, đây cũng là hai yếu tố cơ bản và quan trọng tạo nên vũ trụ rộng lớn này.

Việc cải tạo một địa điểm lúc nào cũng khó hơn nhiều so với việc xây dựng mới hoàn toàn từ ban đầu. Do điều kiện tự nhiên tại chỗ không cho phép sử dụng trường phái Hình thế như thường thấy, nên những nhà thiết kế dưới thời Minh Mạng đã sử dụng trường phái La bàn, định vị các hướng dựa theo tên gọi nhằm kết nối dòng chảy năng lượng tự nhiên của vũ trụ vào tổng thể công trình.

3. KẾT LUẬN

Trong khi các di tích khác, các thực thể địa lý khá rõ ràng thì di tích hồ Tịnh Tâm không được như vậy, các tư liệu lịch sử lại không nhắc đến việc ứng dụng thuật Phong thủy trong quá

trình lập vườn ở hồ Tịnh Tâm, điều này gây khá nhiều hoang mang ngay cho những người có kinh nghiệm tiếp cận với di tích Huế từ lâu. Việc tìm hiểu được cách áp dụng như vừa nêu đã giải tỏa những thắc mắc từ trước, đồng thời, giúp hiểu rõ hơn giá trị của công trình. Qua những ví dụ trên, có thể khẳng định luôn có yếu tố Phong thủy trong các công trình mang tính di tích, người tham gia công việc liên quan công tác bảo tồn ở Huế cần tự trang bị kiến thức về Phong thủy để dễ dàng tiếp cận hơn. Nhìn nhận thấu đáo, hiểu rõ tâm ý của người xưa, sẽ là nền tảng trong công tác định hướng phục hồi, tránh bỏ sót hoặc làm giảm giá trị của di tích. Bài viết mong góp phần nhỏ cho công tác phục dựng một trong những khu vườn đẹp nhất của di tích Huế trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Trọng Hanh (2007), *Tổng quan về ứng dụng thuật Phong thủy trong quy hoạch xây dựng và kiến trúc*, Hội thảo khoa học 2007 Phong thủy trong kiến trúc và quy hoạch xây dựng, Hà Nội, tr. 14

[2] Phan Thuận An (2005), *Lăng Gia Long*, Quần thể di tích Huế, NXB Trẻ, Tp. Hồ Chí Minh, tr. 225-226

[3] Sách vừa dẫn, *Đàn Nam Giao*, tr. 285-286

[4] Phân viện KHCN XD Miền Trung (2018), *Dự án bảo tồn, tu bổ, phục hồi di tích hồ Tịnh Tâm*, Huế, tr. 4-6

[5] Michel Đức Chaigneau, *Souvenir de Hué, Edition Ty-phong,* Shanghai, 1941, tr. 149

XỬ LÝ BỀ MẶT DI TÍCH KIẾN TRÚC CHAMPA TRONG TU BỔ BẢO TỒN

BEHAVIOR SURFACE OF CHAMPA ARCHITECTURE IN THE PRESERVATION

ThS. Đặng Thị Oanh[1], ThS. Nguyễn Xuân Thiện[2], ThS. Hoàng Ngọc Hiệp[3], CN. Hoàng Công Thái Long[4]
[1,2,3,4] Viện Khoa học công nghệ xây dựng
Email: dangoanhibst@gmail.com; xthienibst@gmail.com;
hiepcocoibst@gmail.com; thailongibst@yahoo.com.vn

TÓM TẮT: Đến nay, di tích Champa vẫn là một điều thú vị về cả kiến trúc lẫn kết cấu vật liệu trong xây dựng, việc nghiên cứu di tích này nói chung và xử lý bề mặt di tích cổ này nói riêng là cần thiết trong điều kiện hiện nay, nhằm bảo tồn nét độc đáo mà nó đã và đang để lại.

TỪ KHÓA: gạch; vi nấm, hư hỏng gạch công trình; xử lý bề mặt.

ABSTRACT: *Up to now, Champa relics are still an interesting thing in terms of both architecture and material structure in construction, it is necessary to study this brick block monument in general and to behavior surface of this ancient monument in particular, in current conditions, in order to preserve the uniqueness that it has been and are remaining.*

KEYWORDS: *brick block; moss; fungi; damaged brick works; behavior surface.*

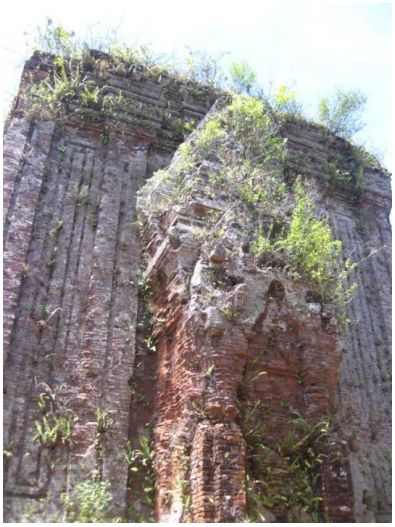
1. VẤN ĐỀ

Những viên gạch Chăm hiện nay gặp trường hợp đen sạm do vi sinh vật tấn công (rêu mốc, nấm mốc), đặc biệt là ở các viên gạch phục chế. Quá trình trùng tu bằng gạch hiện đại có tính đến việc kế thừa quy trình sản xuất gạch Chăm cổ lại xuất hiện nhiều hơn hiện tượng rêu mốc bề mặt, nhiều viên gạch còn xuất hiện hiện tượng bạc màu do quá trình muối hoá khi bóc tách lớp rêu mốc bên ngoài ra trong quá trình trùng tu tháp.

Khảo sát thực tế các tháp Chăm hiện nay, chúng tôi nhận thấy rằng ăn mòn vi sinh vật, mà cụ thể là hiện tượng nấm mốc rất thường gặp đối với thể xây là gạch, với đặc tính hút nước nhiều, gạch rất dễ bị ẩm nên đây là điều kiện thuận lợi để các yếu tố vi sinh vật tồn tại và phát triển. Khảo sát dạng ăn mòn này trên các công trình thực tế, nhận thấy:

Dạng ăn mòn sinh học do vi sinh vật khá phổ biến tại các công trình tháp Chăm hiện nay. Bởi vi sinh vật tạo ra một số độc tố có tính ăn mòn vật liệu thể xây, chủ yếu là độc tố có tính axit. Nhìn bề ngoài chúng phủ lên công trình một vẻ "cổ kính, rêu phong", tuy nhiên khi có những tác động cơ học đủ lớn, những lớp vi sinh vật bám ở khối xây sẽ bị bong tróc ra, và dĩ nhiên kéo theo cả một mảng lớn bề mặt lớp ngoài viên xây, lớp tiếp giáp này đã bị ăn mòn và có thể bị tách ra khỏi cấu trúc viên xây.

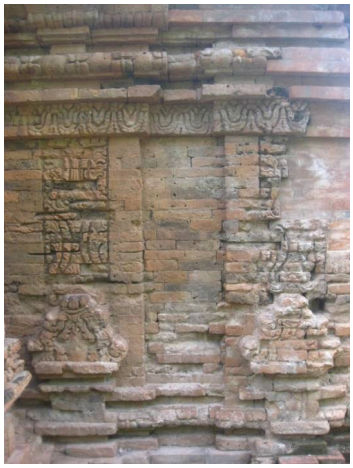
Một số hình ảnh về hiện trạng ăn mòn ở một số tháp:



Tháp Chiên Đàn

Tháp Ponagar

Tháp Hòa Lai



Tháp Podam

Tháp Mỹ Sơn

Gần đây một số nghiên cứu chống rêu mốc trên gạch đã thực hiện trong phòng thí nghiệm [2, 3]. Để có kết quả trực tiếp hơn đã tiến hành thử nghiệm 01 phương án dùng gia nhiệt + dầu rái trên khối xây thực tại điều kiện ngoài trời - nơi có những thông số kỹ thuật tự nhiên khác xa phòng thí nghiệm.

2. MẪU THỬ NGHIỆM

Mẫu là khối xây từ các viên gạch "vồ" non cỡ (3 × 15 × 30) mm, chúng được xây mài chập (với nhớt bời lời) tạo thành khối cỡ (1,0 × 1,0 × 1,0) m cách đây hơn 10 năm (khoảng 2004) và đã dùng thử nghiệm gia cường bề mặt khối xây gạch bằng gia nhiệt. Trước khi thử nghiệm lần này, tình trạng khối xây như sau: Bề mặt gạch bị rêu mốc xâm hại, nhất là ở vị trí chân khối xây thuộc 4 mặt (nơi tích ẩm). Tại thời điểm quan sát (T4/2013), thời tiết khá nắng nóng, phía trên khối xây, rêu mốc chết, khô lại và để lại trên bề mặt những vệt đen bám chặt trên bề mặt; phía dưới tại những hàng gạch tiếp xúc với đế khối xây, do vẫn tiếp xúc với độ ẩm từ mặt đất lên, nên rêu mốc vẫn tươi còn phát triển (rêu mốc có màu xanh, mềm). Tại các đường góc của các mặt khối xây, gạch bị mòn, tròn góc; lớp gạch trên cùng của khối xây bị mất liên kết giữa các viên; bề mặt có chỗ bong vảy, mất màng ngoài.

3. XỬ LÝ BỀ MẶT KHỐI XÂY THỬ NGHIỆM

- Làm bằng mặt trên của khối gạch bằng vữa xi măng dày 7 mm;

- Bốn mặt còn lại được vệ sinh bằng nước và bàn chà, cạo sạch rêu mốc và làm sạch phần cỏ phía dưới. Đánh dấu 4 mặt khối xây theo ký hiệu như sau:

+ M-0: Không xử lý hóa chất sau khi đã làm sạch bề mặt;

+ M-1: Sau khi làm sạch bề mặt, phun cồn cao độ, quét dầu rái và đốt bằng đèn khò gas toàn bộ bề mặt;

+ M-2: Sau khi làm sạch bề mặt, phun cồn cao độ, quét dầu rái và tiến hành đốt bằng đèn khò toàn bộ bề mặt, sau đó quét 02 nước hóa chất chống thấm không màu waterseal (hợp chất đẩy nước gốc Silicone);

+ M-3: Sau khi làm sạch bề mặt, phun cồn cao độ, quét dầu rái và tiến hành đốt bằng đèn khò toàn bộ bề mặt, sau đó quét 02 nước hóa chất Sikagard (hợp chất phủ gốc Epoxy).

Hình 1. Tình trạng của khối xây lúc ban đầu (tình trạng suy thoái mủn khối xây)

Hình 1. Tình trạng của khối xây lúc ban đầu (tình trạng suy thoái mủn khối xây) *(tiếp theo)*

Hình 2. Bề mặt khối xây sau khi cạo rêu mốc, mủn mặt (sau khi xử lý bề mặt)

4. QUAN SÁT KHỐI XÂY

Hàng tháng ghi nhận tình trạng bề mặt khối xây sau khi được xử lý nhiệt và hóa chất; kết quả cho thấy:

4.1. Ngay sau khi xử lý

Các mẫu dầu rái khi đốt cháy có ngọn lửa khác với ngọn lửa đèn cồn, chứng tỏ dầu rái tham gia vào thành phần ngọn lửa, bề mặt gạch có độ bóng.

4.2. Sau 06 tháng theo dõi

Màu sắc: Về cơ bản ở 06 tháng đầu, màu sắc của khối gạch không thay đổi nhiều so với lúc mới xử lý.

Tình trạng: bề mặt tại các vị trí vẫn cứng chứng tỏ khối xây chưa bị hóa mềm.

Hình 3. Tình trạng bề mặt gạch ngay sau khi xử lý

Mặt M-0 sau 06 tháng

Mặt M-1 sau 06 tháng

Mặt M-0 sau 06 tháng

Mặt M-1 sau 06 tháng

Mặt M-2 sau 06 tháng

Mặt M-2 sau 06 tháng

Mặt M-3 sau 06 tháng

Mặt M-3 sau 06 tháng

Tình trạng rêu mốc:

Sau hơn 06 tháng, màng dầu rái ở các mặt M-1, M-2, M-3 bị bong tróc ở mức độ khác nhau, theo đó là tác dụng chống rêu mốc của các phương án xử lý khác nhau.

Mặt M-1: Tình trạng rêu mốc đã xâm chiếm trên bề mặt đặc biệt là tại các khe giữa các viên gạch và phần đế nơi tiếp giáp khối xây với mặt đất.

Mặt M-2: Rêu mốc chưa xuất hiện trên bề mặt, chỉ tại các vị trí liên kết các viên gạch (khe) thì đã bắt đầu nhìn thấy dấu hiệu "định cư" của một vài vi sinh vật. Và lớp dấu rái trên bề mặt đang có dấu hiệu bong tróc.

Mặt M-3: Chưa thấy dấu hiệu của rêu mốc, nhưng lớp bảo vệ có dấu hiệu bong tróc.

4.3. Sau 12 tháng

Tình trạng phong hóa vẫn tiếp diễn ở các vị trí góc cạnh của khối xây, gạch sử dụng có màu sắc và độ cứng khác nhau. Trên bề mặt, tại một số vị trí được cho là gạch mềm hơn có bề mặt lồi lõm, ngược lại những viên gạch có màu đỏ sẫm, bề mặt vẫn phẳng.

M-0: Mặt gạch không được bảo vệ, tình trạng bề mặt bị ẩm ướt, và dưới tác động của khí hậu, rêu mốc xuất hiện xanh đen phủ kín bề mặt.

M-1: Do chỉ quét lớp 01 dầu rái, các vị trí bị rêu mốc xâm chiếm như lúc đầu chưa xử lý, Đây là chất hữu cơ nên qua thời gian, màng dầu rái bị bong tróc, mất liên kết với khối gạch. Cũng có thể do nguồn gốc hữu cơ nên đã tạo điều kiện cho các vi sinh vật như rêu mốc có điều kiện thuận lợi hơn để phát triển.

Mặt M-0 sau 12 tháng

Mặt M-0 sau 12 tháng

Mặt M-1 sau 12 tháng

Mặt M-1 sau 12 tháng

Mặt M-2 sau 12 tháng

Mặt M-2 sau 12 tháng

Hình 4. Ảnh các mặt khối gạch sau hơn 12 tháng thí nghiệm

Mặt M-3 sau 12 tháng

Mặt M-3 sau 12 tháng

Hình 4. Ảnh các mặt khối gạch sau hơn 12 tháng thí nghiệm *(tiếp theo)*

M-2: Giai đoạn sau 2-3 tháng, bề mặt vẫn cách nước, tuy nhiên sau thời điểm 6 tháng trở đi, màng dầu rái + waterseal tỏ ra không bền với môi trường.

M-3: Đến giai đoạn trên 06 tháng, bề mặt vẫn cách nước, và hạn chế rêu mốc khá hiệu quả, tuy nhiên hiện tượng lốm đốm trắng bắt đầu xuất hiện. Như vậy, đến giai đoạn này nên chăng phải xử lý lại.

Sau 5 năm trải qua một khoảng thời gian đủ dài, với thời tiết mưa nắng, các mặt khối xây có sự thay đổi và được đánh giá như sau:

Mặt M-0 sau 05 năm

Mặt M-0 sau 05 năm

Mặt M-1 sau 05 năm

Mặt M-1 sau 05 năm

Hình 5. Ảnh các mặt khối gạch sau 05 năm quan sát và thí nghiệm

Mặt M-2 sau 05 năm

Mặt M-2 sau 05 năm

Mặt M-3 sau 05 năm

Mặt M-3 sau 05 năm

Hình 5. Ảnh các mặt khối gạch sau 05 năm quan sát và thí nghiệm *(tiếp theo)*

5. KẾT LUẬN & KIẾN NGHỊ

1. Đối với mặt gạch không được xử lý hóa chất và mặt xử lý chỉ với dầu rái được gia nhiệt thì hiện tượng ăn mòn sinh học xảy ra mãnh liệt. Như vậy để bảo vệ bề mặt khối xây khỏi hiện tượng này kiến nghị không nên để "trơ" bề mặt gạch. Việc quét dầu rái và đốt ở nhiệt độ đèn khò không hạn chế được ăn mòn sinh học mà ngược lại qua 05 năm thí nghiệm và quan sát thấy nó còn tạo điều kiện cho rêu mốc phát triển mãnh liệt hơn.

2. Sử dụng hóa chất Sikagard để hạn chế vấn đề ăn mòn sinh học trong trường hợp này rất khả quan. Tuy nhiên cần có sự bảo quản tiếp theo sau một giai đoạn thời gian (khoảng 01 năm/lần) ở những vị trí chân khối gạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Minh Đức và các cộng tác viên. *Tổng kết công nghệ kỹ thuật sử dụng vữa dầu rái để trùng tu di tích*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp viện. Hà Nội 2012.

[2] Trần Minh Đức, Đặng Thị Oanh. *Nghiên cứu giải pháp chống các nấm thuộc chủng Aspergil- lus và Penecilium trên tháp chăm Ponaga*, Tuyển tập báo cáo khoa học kỷ niệm 50 năm thành lập Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng 1963 - 2013, 2013.

[3] Hoàng Ngọc Hiệp. *Nghiên cứu gia cường khối xây tháp Chăm bằng hóa chất cố kết*. Tuyển tập Hội nghị cán bộ khoa học trẻ Viện KHCNXD lần thứ IX, 2006.

ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC CHÙA KIẾN AN CUNG

ARCHITECTURE FEATURES OF KIEN AN CUNG PAGODA

KTS. Lương Ngọc Tuấn[1], KTS. Nguyễn Văn Hồng[2], ThS. Phan Nhật Nam[3], HS. Đoàn Sỹ Lạng[4]
[1,2,3,4] Viện khoa học công nghệ xây dựng,
Email: lngtuan91@gmail.com; kts_hong@yahoo.com;
nhatnam205@gmail.com; langsy.ibst@gmail.com

TÓM TẮT: Chùa Kiến An Cung là một di tích kiến trúc độc đáo được người Hoa gốc Phúc Kiến xây dựng. Kiến trúc của chùa khá tỉ mỉ. Những đường nét, họa tiết, hoa văn, biểu tượng rất công phu, tinh xảo mang đậm nét văn hóa kiến trúc Trung Hoa.

TỪ KHÓA: kiến trúc, kết cấu chịu lực, hệ thống trang trí.

ABSTRACTS: *Kien An Cung Pagoda is a unique architectural monument built by the Hokkien Chinese. The architecture of the temple is quite meticulous. The lines, textures, patterns, and miniatures are very elaborate and sophisticated with bold Chinese architectural culture.*

KEYWORDS: *Architecture, bearing structure, decorative systems.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Di tích Chùa Kiến An Cung (hay còn được gọi là Chùa Ông Quách là một di tích cấp quốc gia nằm ở trung tâm thành phố Sa Đéc, tỉnh Đồng Tháp. Đây là một ngôi chùa Hoa cổ được xây dựng từ năm 1924 và đến năm 1927 thì hoàn thành. Chùa được xây dựng từ những người di cư từ Phúc Kiến bất mãn với chế độ nhà Mãn Thanh của Trung Quốc lúc bấy giờ. Trải qua hàng trăm năm tồn tại, đến nay chùa vẫn giữ được nét kiến trúc độc đáo và là nơi sinh hoạt cộng đồng, sinh hoạt văn hóa tâm linh của cộng đồng người Hoa nói riêng và nhân dân khu vực thành phố Sa Đéc nói chung.

Đến nay trải qua thăng trầm của biến cố lịch sử và tác động của môi trường, nhu cầu thay đổi công năng, chức năng công trình đã tác động đến tiêu cực đến di tích. Hiện nay Chùa Kiến An Cung đã xuống cấp và cần được tu bổ tổng thể để tiếp tục được gìn giữ cho các thế sau. Nội dung bài viết sẽ trình bày các đặc điểm kiến trúc nổi bật của ngôi chùa này.

2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ DI TÍCH CHÙA KIẾN AN CUNG

2.1. Tổng quan về lịch sử hình thành và phát triển

Kiến An Cung được khởi công xây dựng năm Giáp Tý (1924) đến năm Đinh Mão (1927) thì hoàn thành. Người có vai trò quan trọng trong việc xây dựng công trình này là cụ Huỳnh Thuận (Huỳnh Cẩm Thuận), một người Hoa gốc Phúc Kiến, cụ đã đứng ra vận động, quyên góp cộng đồng người Hoa và người Việt trong khu vực, bản thân cụ cũng đóng góp một phần lớn kinh phí để xây dựng công trình.

Theo các cụ cao niên kể lại, Kiến An Cung đã trải qua 2 lần trùng tu lớn vào những năm 1967 và 1990. Năm 1967 thay đổi toàn bộ nền gạch trong khu Điện; năm 1990 phục hồi khu nhà Tả đã sập hỏng trước đó.

Năm 1977 - 1978, khi nhà nước giải phóng mặt bằng một nghĩa trang người Hoa trên địa phương, một số đồ thờ cúng (tự) đã được đưa từ khu nhà Tả như hệ thống cửa võng, bàn thờ, khám thờ… được đưa từ đó về các gian phía sau của khu nhà Tả.

Năm 1995 thay toàn bộ gạch nguyên gốc đã vỡ nát bằng gạch ceramic cho 2 khu nhà Tả và nhà Hữu.

Năm 2011 lập tượng Quan Âm trong gian nhà Tả.

Năm 2016 trước tệ nạn mất cắp cổ vật, đồ thờ, Ban trị sự Chùa đã xin làm hệ thống rào chắn hoa sắt hiện nay.

Ngoài ra còn một số lần sửa chữa nhỏ theo nhu cầu sinh hoạt của cộng đồng.

2.2. Các giá trị của di tích

Giá trị lịch sử văn hóa

Di tích Kiến An Cung tọa lạc tại phường 2 - thành phố Sa Đéc, giữa khu cổ xưa nhất của thị xã Sa Đéc trước đây. Chức năng đầu tiên của di tích này là ngôi miếu Vũ do người Hoa gốc Phúc Kiến xây dựng nên công trình có kiến trúc đậm nét dân tộc Hoa. Tên chính thức của quần thể công trình là Kiến An Cung, dân gian trong vùng vẫn gọi là chùa Ông Quách.

Tương truyền trong 3 năm xây dựng chùa, có rất nhiều người thợ từ Phúc Kiến sang thi công tạo nên những đường nét, họa tiết, hoa văn, tiểu tượng rất công phu, tinh xảo mang đậm nét văn hóa kiến trúc Trung Hoa… để trở thành một công trình kiến trúc uy nghiêm, rực rỡ theo phong cách đền miếu của Trung Hoa.

Đã một thế kỷ trôi qua, Kiến An Cung ngày ngày vẫn tỏa khói hương nghi ngút… nhân dân Việt - Hoa luôn thành tâm, ngưỡng vọng thánh đức; cùng chung sức chung lòng xây dựng quê hương, đoàn kết gắn bó trong cộng đồng dân cư Sa Đéc. Chùa ông Quách là một công trình kiến trúc độc đáo, một tác phẩm nghệ thuật tiêu biểu mang đậm bản sắc văn hoá phương Đông.

Giá trị kiến trúc, nghệ thuật

Về quy hoạch tổng thể Kiến An Cung được xây dựng theo kiểu kiến trúc "Nội Công Ngoại Quốc" với tổng thể gồm 3 nhóm công trình hợp khối theo hình chữ Quốc (國).

Về thẩm mỹ kiến trúc công trình chính là Tiền điện và Chính điện có quy mô diện tích lần lượt là 90 m^2 và 141 m^2 với hình thức kiến trúc 3 gian, tường và cột gỗ chịu lực, phía trên là hệ vì theo kiểu chồng rường giá chiêng, mái lợp ngói ống, hệ thống trang trí, giao giống đắp nổi khảm sành sứ. Đây là nét đặc sắc và tiêu biểu của toàn bộ di tích.

Về giá trị Văn hóa Kiến An Cung mang đậm nét văn hóa của người Hoa. Đặc biệt, ban đầu chùa được xây dựng với nhiều vật liệu trang trí mang từ Phúc Kiến sang. Kiến trúc của chùa khá tỉ mỉ. Những nét chạm trổ, điêu khắc hình thù mang đậm nét kiến trúc xưa. Vì là chùa Hoa nên việc thờ cúng không chỉ là tượng Phật mà còn đạo giáo, những vị anh hùng Trung Hoa trước đây.

3. CÁC ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC CHÙA KIẾN AN CUNG

3.1. Tổng thể

3.1.1. Quy hoạch

Kiến An Cung được xây dựng với tổng thể gồm 3 nhóm công trình hợp khối theo hình chữ Quốc (國), có cổng vào riêng biệt nhưng lại liên trông với nhau gồm Khu nhà thờ (Kiến An Cung), Khu nhà Tả (Phước Kiến Công Sở) và khu nhà Hữu (Trường học Phước Kiến). Phần Cung ở giữa được xây dựng hình chữ Công (工) gồm ba gian Tiền điện, Chính điện và Đông lang, Tây lang và khu chính điện thì rộng hơn 2 khu nhà bên.

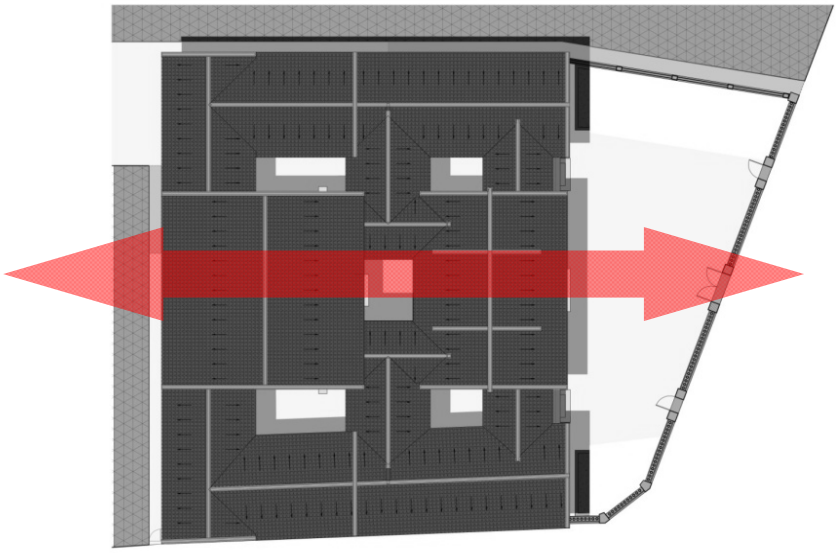
Chùa Kiến An Cung tọa lạc trên khu đất rộng khoảng 1.200m^2 trong đó diện tích phần công trình khoảng 900m^2 , diện tích sân vườn (chủ yếu là sân phía trước Chùa) khoảng 300m^2 lát gạch 250×250 chống trơn. Đối diện với Chùa qua đường Phan Bội Châu là đài tưởng niệm chi đội Trần Phú (di tích cấp Tỉnh - Thành phố). Trước đây bao quanh chùa là một lớp hàng rào cây, đến năm 1970 hàng rào cây này được thay thế bằng lớp rào bê tông xây cho đến ngày nay.

Hiện nay phía Tây và phía Nam Chùa đã bị lấn chiếm, một số vị trí phía Nam các công trình lấn chiếm đã xây sát với bức tường hậu của Chùa.

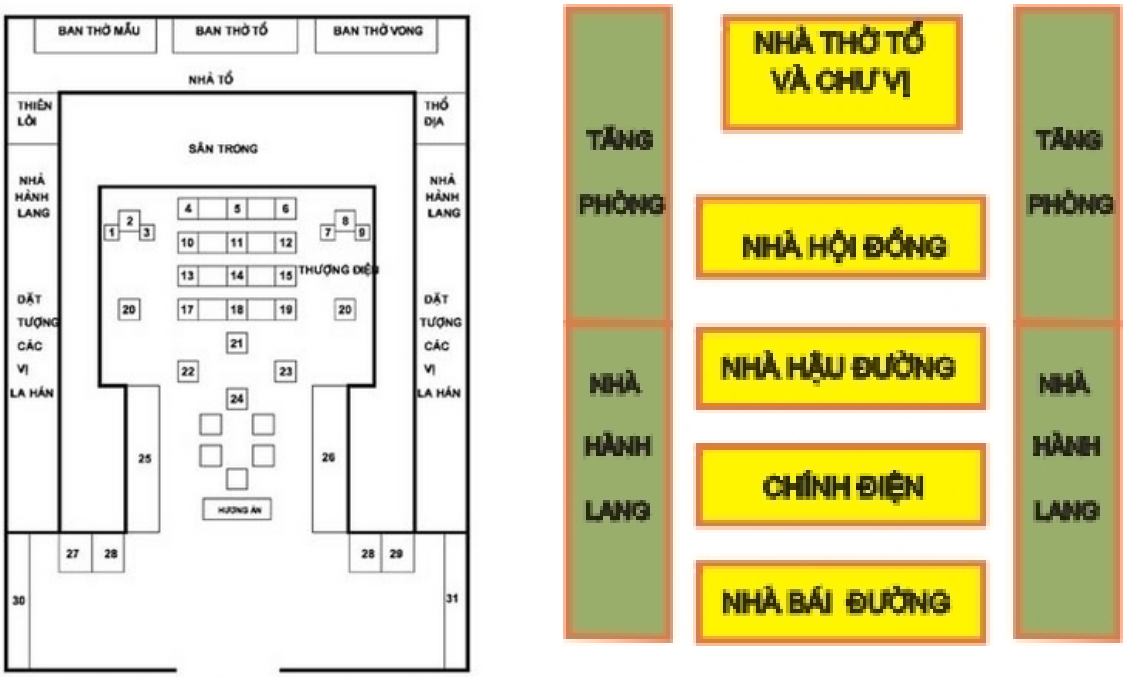
Chùa Kiến An Cung người xưa xây dựng gồm 3 hạng mục với 3 chức năng riêng biệt hợp khối với nhau gồm Khu Điện (có chức năng thờ tự); Khu nhà Tả (có chức năng hội họp) và Khu nhà Hữu (có chức năng dạy tiếng Hoa cho con em cư dân trong khu vực).

3.1.2. Tiếp cận (Giao thông)

Tiếp cận cụm công trình là cổng nối liền Tiền điện và Chính điện. Ở đây ta thấy sự liên hoàn Cổng, Tiền điện, Chính điện được xem như là trục chính công trình (như là trục Thần đạo - Dũng đạo ở các Di tích Huế).

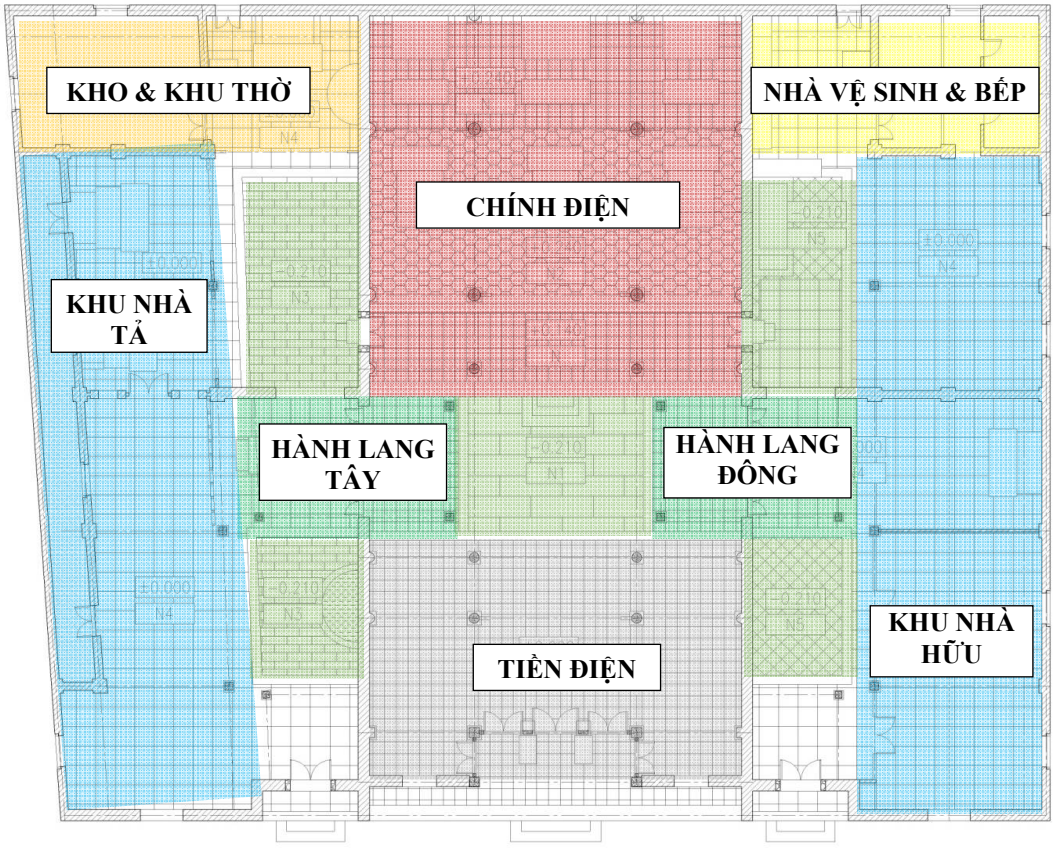


Hình 1. Trục chính cụm công trình
Mặt bằng tổng thể Chùa Kiến An Cung



Hình 2. Kiểu kiến trúc "Nội Công Ngoại Quốc" (nguồn ảnh: Internet)

3.1.3. Công năng



Hình 3. Mặt bằng Chùa Kiến An Cung

Chùa Kiến An Cung người xưa xây dựng gồm 3 hạng mục với 3 chức năng riêng biệt hợp khối với nhau gồm Khu Điện (có chức năng thờ tự); Khu nhà Tả (có chức năng hội họp) và Khu nhà Hữu (có chức năng dạy tiếng Hoa cho con em cư dân trong khu vực).

Khu Điện:

Khu Điện gồm các công trình Tiền điện, Hậu điện và Hành lang Đông, Hành lang Tây. Những dòng người Phước Kiến (Trung Hoa) sang định cư tại đây, phần lớn là di thần nhà Minh bỏ xứ tha hương từ thế kỷ XVIII do không thần phục triều Mãn Thanh. Ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, người Phước Kiến là một trong ba cộng đồng gồm Kinh, Hoa và Khmer sống chan hòa bao đời nay; nhưng họ luôn giữ được bản sắc văn hóa, tâm linh suốt nhiều thế hệ sinh sôi, trưởng thành trên đất khách. Kiến An Cung là một minh chứng về năm hóa tâm linh cũng như văn hóa thẩm mỹ, kỹ thuật xây dựng của họ. Năm 1954 toàn bộ nền khu Điện đã được thay thế bằng gạch hoa xi măng 200×200mm.

Tiền Điện:

Nhà Tiền điện gồm 3 gian, 4 hàng cột rộng 8,5m dài 12m kết cấu gỗ trên các cấu kiện gỗ đều có được trang trí trạm trổ. Tường hồi chịu lực với hệ thống cột giả và hệ thống bích họa bệ Tả là tích chuyện Tam Quốc Diễn Nghĩa, bên hữu là tích chuyện Phong Thần Diễn Nghĩa), mái lợp ngói ống; hệ thống tường bờ nóc bờ quyết đều được trang trí khảm sành sứ và đắp con giao, con giống; tại các đầu bờ quyết có đắp các hình tượng nhà, phủ theo các tích xưa. Nền lát gạch hoa 200x200mm; bó vỉa, chân tảng, con kê bậu cửa… bằng đá cát kết.

Hành lang Đông và Hành lang Tây

Hai hành lang có kích thước tương đồng (3,5×4,5m) và cùng kết cấu gỗ mái lợp ngói ống. Trên hệ thống hành lang này có cửa bức bàn liên thông san Khu nhà Tả và nhà Hữu. Tường được trang trí bích họa theo các tích chuyện Tây Du Ký.

Chính điện:

Nhà Chính điện gồm 3 gian, 4 hàng cột rộng 12x12m kết cấu gỗ đặc trưng của văn hóa thời Minh trên các cấu kiện gỗ đều có được trang trí trạm trổ tinh xảo. Tường hồi, tường hậu chịu lực với hệ thống cột giả và hệ thống bích họa các danh tướng, mái gian chính điện lợp ngói ống; hệ thống tường bờ nóc bờ quyết đều được trang trí rồng chầu châu khảm sành sứ. Nền lát gạch hoa 200×200 kết hợp đá hình lục giác; bó vỉa, chân tảng, con kê bậu cửa… bằng đá cát kết.

Khu nhà Tả:

Khu nhà Tả trước đây có chức năng như một ngôi trường nhỏ dạy tiếng hoa cho con em cộng đồng dân cư khu vực này. Hiện nay cổng vào khu nhà Tả vẫn còn tấm hoành phi ghi "Trường Học Phước Kiến". Hiện nay khu nhà Tả đang là nơi thờ Tam Thế, Phật bà Quan Thế Âm Bồ Tát và lưu giữ tro cốt của một số người trong cộng đồng. Các chức năng liên thông sang nhau bằng hệ thống cửa vòm và 2 ô giếng trời.

Khu nhà Hữu:

Khu nhà Hữu trước đây có chức năng như một trụ sở họp của Ban Trị sự của người Hoa trao đổi thông tin và giao thương buôn bán. Nay cổng vào khu nhà Tả vẫn còn tấm hoành phi ghi

"Công sở Phước Kiến". Hiện nay khu nhà Hữu đang được sử dụng làm nơi sinh hoạt, nghỉ ngơi của người trông coi Chùa gồm khu vực nghỉ, khu bếp nấu, kho và 1 khu vệ sinh. Một phần không gian được dùng làm nơi thờ ông Huỳnh Cẩm Thuận là người sáng lập ra ngôi chùa và bà vợ ông là Nguyễn Thị Kén; ông Huỳnh Thủy Lê con trai ông Huỳnh Cẩm Thuận và phu nhân.

3.2. Mô tả đặc điểm kiến trúc

Chùa Kiến An Cung xây dựng theo kiểu chữ "Công" gồm có 3 gian. Bên tả và bên hữu bằng nhau. Gian giữa (điện thờ) rộng hơn. Mái ngói gồm 3 lớp, mặt trên ngói, giữa gạch, dưới là ngói. Ngói được lợp theo gợn sóng, trải nền cho những ngọn sóng cong vút lên cao, tạo mái ngói theo kiểu "Ngũ hành". Mỗi đầu ngọn sóng là một cung điện thu nhỏ, bao gồm có 6 cung điện, toàn bộ chùa không có kèo, chỉ có đòn tay ráp mộng lại chịu lực trên những cột gỗ tròn. Ở mặt chính trên vách chùa có trang trí những cây cối, chim thú, tượng người ghép bằng mảng gốm màu thu nhỏ tạo thành những bức tranh nằm theo các đường gờ lắp kính 5mm. Mái trước cửa ra vào có 4 chậu hoa bằng gỗ sơn son thếp vàng đỡ 6 con sơn chạm trổ hoa lá, ở giữa có tấm hoành phi "Kiến An Cung", trang trí rồng, mây, nai, hạc. Trên cửa ra vào có 6 con lân gỗ thếp vàng đội 6 con sơn. Trên mặt của mỗi cánh cửa có vẽ cảnh sinh hoạt của vua quan. Hai bên cửa chính có hai câu đối trang trí hoa văn chạy xung quanh và nền chạm hoa mai và hạc thếp vàng. Trên cửa chính có tranh vẽ màu và trên cửa hai bên có chạm khắc bông sen, chim thú.

Vào cửa là phần chính điện, trên mái ở gian giữa có treo một tấm hoành phi chạm trổ hoa lá sơn son thếp vàng. Dưới là một bức tranh vẽ màu hai mặt chạy dài suốt 3 gian. Phía dưới có một bao lam trang trí chim trĩ, công, bông sen, nho, sóc hai mặt giống nhau và thếp vàng. Hai câu đối cặp theo cột gắn với bao lam. Phần trên của mỗi câu đối có khắc đầu rồng, cành mai, phần dưới có khắc bát tiên.

Đối diện với chính điện, trên các cột có gắn 2 câu đối thếp vàng, nền chạm trổ mai hạc, ở hai bên có hai câu đối nền sơn vàng và viền khung, bên cạnh có 2 bức tranh vẽ màu. Giữa các cột có gắn các đầu hình rồng đỡ những cây xà ngang có tranh vẽ màu. Trên xà ngang lại có 6 con sơn có tranh vẽ màu đội các cây xà dọc của mái.

Gian bên phải có khắc đôi cá hóa long hai mặt giống nhau thếp vàng cặp sát theo góc cột thay thế con sơn. Ở vách phải có 40 bích họa màu và ở vách đối diện có 30 bích họa màu. Phần vách ở dưới đều trang trí hoa văn màu xanh. Mặt sau của gian chính điện cũng trang trí giống như mặt trước của chính điện. Ở 4 cột có gắn 4 câu đối. Phần trên của 2 câu đối có chạm hình con dơi, phần dưới chạm chậu hoa, hai câu đối chạm hoa lá bướm, chim thú.

Phần mái hai bên có hai con lân đội hai con sơn, hai con sơn này lại đội xà ngang. Hai cột sát vách có gắn 2 câu đối bằng xi măng. Ở 2 cột giữa có gắn hai câu đối của chính điện đối diện với hai câu đối của điện thờ.

Phần giữa của chính điện và điện thờ có một khoảng để trống lấy ánh sáng, hai bên của phần này nối chính điện và điện thờ thành hai gian đối xứng nhau. Mỗi bên đều có 8 cánh cửa chạm

trổ hoa lá, ong bướm, chim muông qua bên trái là trụ sở và bên hữu là trường học. Bốn câu đối nền vàng viền đỏ gắn ở 4 cột đối diện với 2 gian nối.

Phần điện thờ, mặt ngoài ở gian giữa có hai câu đối trang trí hoa sen, cành đào gắn ở cột, phía trên có một bức hoành phi "Bảo quốc an dân" trang trí hoa lá, chùm nho sơn son thếp vàng, dưới có một bao lam khắc khỉ, nai, chim phượng hai bên có hai câu đối chạm trổ rồng phượng gắn vào cột.

Phía trên các khánh thờ có một hoành phi đề bốn chữ Hán "Phú bảo an đông". Hai bên cột có đôi liễn:

Đông thôn chúc thánh đức thành cung hách trạc thạnh trùng tu

Phú Mỹ tạ thần ân, khánh hạ nguy nga hưng miếu tự

Gian trái có bức hoành phi "Thanh thủy tể sư", gian phải có bức hoành phi "Bảo sanh đại đế". Trên các xà ngang có 4 con lân đỡ 4 con sơn. Ở dưới xà ngang có 6 đầu rồng đỡ xà ngang gắn với cột.

Phần dưới điện thờ có bao lam chạm nổi cuốn thư, hoa cúc, hoa sen, chim trĩ, chim sâu sơn son thếp vàng. Hai bên của mỗi bao lam đều có 2 bức họa chạm trổ gắn chặt bao lam với cột gỗ, đứng trên bệ đá. Trên hai cột đều treo hai câu đối trang trí hoa văn chữ "Vạn" và có điểm thêm hoa cúc. Hai đầu của các câu đối có trang trí cây cỏ, chim muông, thú vật. Đặc biệt chữ viết trên hai câu đối theo kiểu chữ "Hình lư hương".

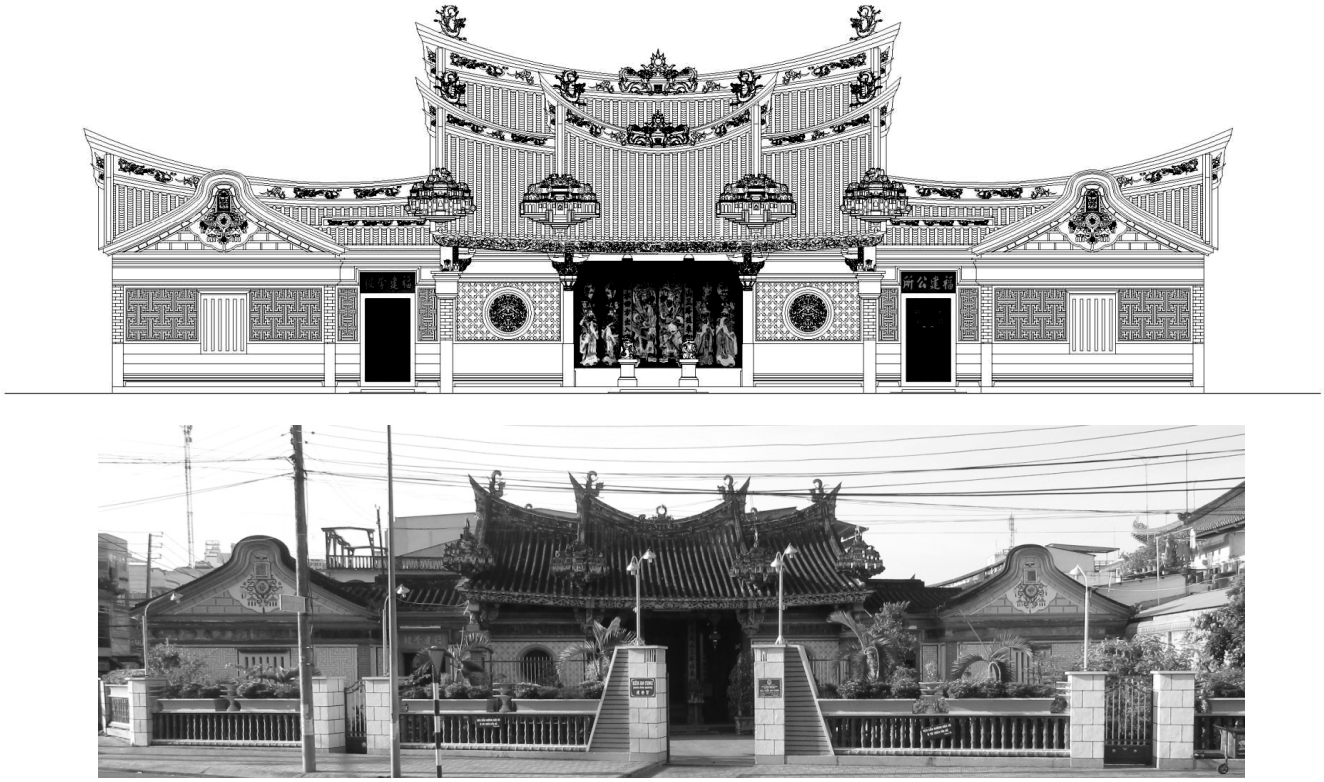
Phía ngoài, ở giữa có một bàn thờ hình chữ nhật. Hai bên có hai bàn thờ nhỏ. Trên các bàn thờ đều có lư hương bằng đồng, hai con hạc đồng, hai chân đèn bằng đồng, một bát hương bằng gốm.

Bên ngoài có 3 bàn thờ hình chữ nhật bằng gỗ đặt ngang trên các bàn thờ đều có lư hương, 2 chân đèn đồng, 3 cây hương trượng, giữa các bàn thờ có 4 bộ bát bửu đặt xuôi theo cột. Hai vách của các gian này có bích họa, mỗi bên có 32 tranh vẽ.

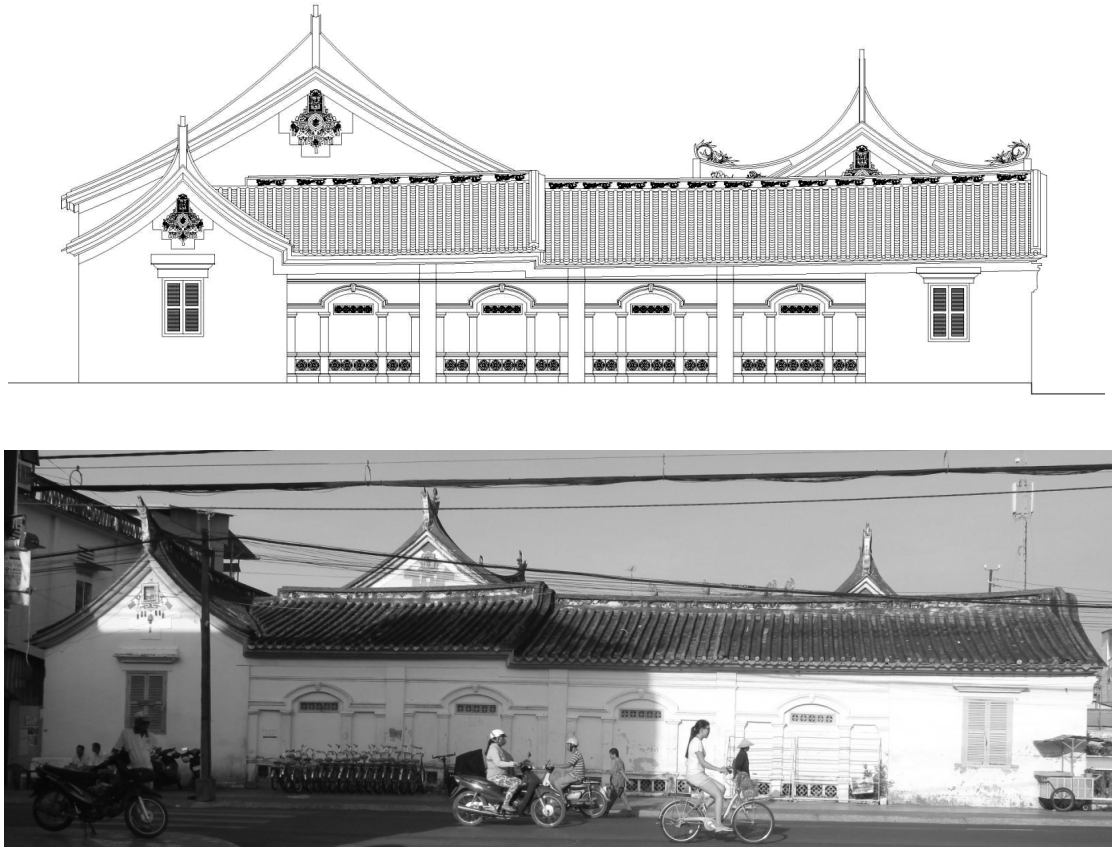
Phần điện thờ có 3 gian: Gian giữa có khám thờ Quảng Trạch Tôn Vương. Phần trên của khám trang trí 2 rồng tranh châu, hoa lá sơn son thếp vàng. Hai bên có khám thờ "Bảo sanh đại đế" bên trái thờ "Thanh thủy tể sư" cũng trang trí hoa lá rồng mây, sơn son thếp vàng.

Trước các khám thờ có 3 bàn thờ hình chữ nhật bằng gỗ. Trên mỗi bàn có đặt một lư hương và hai hộp bằng đồng đựng đèn sáp. Riêng bàn thờ giữa có đặt thêm ba hộp kính đựng tượng.

Phía ngoài điện thờ trên sát mái chùa có treo ba hoành phi đối diện với khánh thờ "Thanh Thủy Tể Sư", Quảng Trạch Tôn Vương, Bảo Sanh Đại Đế, đặt trên 6 đầu dư hình rồng nhô ra đỡ lấy các hoành phi, dưới các đầu dư hình rồng có 3 bức tranh vẽ màu trên gỗ. Ngoài Quảng Trạch Tôn Vương còn có hai vị thần được thờ ở hai bên trong gian chánh điện. Bên tả là Thanh Thủy Tể Sư, nguyên là thầy thuốc chữa bệnh cho nhân dân. Bên hữu là Bảo Sanh Đại Đế, có nhiệm vụ bảo vệ sanh mệnh các vị vua chúa.



Hình 4. Mặt đứng Chùa Kiến An Cung nhìn từ đường Phan Bội Châu



Hình 5. Mặt đứng Chùa Kiến An Cung nhìn từ đường Trần Hưng Đạo

3.3. Kết cấu chịu lực

Nền móng: Cote nền công trình cao hơn cote sân. Toàn bộ cột được đặt trên hệ thống chân táng bằng đá.

Tường: tường vừa đóng vai trò bao che công trình vừa chịu lực.

Hệ khung: xuất hiện kiểu "chồng rường, giá chiêng", đấu củng, kẻ bảy,… (là các hình thức kiến trúc gỗ miền Bắc).

Toàn bộ ngôi chùa được thiết kế không có kèo, chỉ có đòn tay ráp mộng chịu lực trên những cột gỗ tròn có đường kính 30cm.

Bộ khung nhà (bộ vì) được liên kết theo kiểu "chồng rường, giá chiêng". Vì giá chiêng, có hình giống như cái giá để treo chiêng, gồm hai trụ chống và thanh bắc ngang trên hai trụ. Trụ có thể được chuyển hoá thành đấu hay cột trốn, giữa giá chiêng có thể có tấm ván trang trí hình lá đề hoặc hình quầng lửa. Vì chồng rường được tạo bởi các dầm gỗ có độ dài thu dần chồng lên nhau tạo thành hình tam giác, các dầm đặt trực tiếp lên nhau hoặc có những đấu gỗ đệm. Ở vì kèo truyền thống thì có câu đầu nối ngang 2 vì, chồng rường xếp trên xà nách.

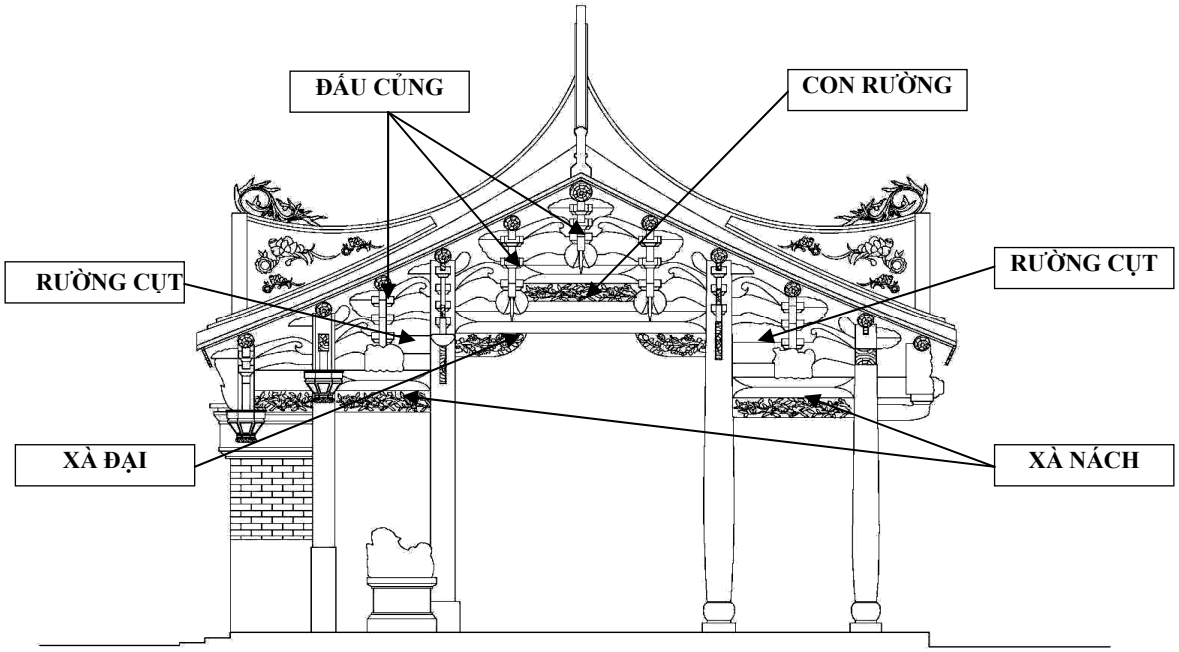
Hình 6. Bộ vì Tiền điện liên kết theo kiểu "chồng rường- giá chiêng"

Con rường là các đoạn gối đỡ mái dạng dầm gỗ hộp để đỡ hoành mái, được đặt chồng lên nhau. Chiều dài của chúng thu ngắn dần cân theo chiều vát của mái, càng các con rường bên trên càng ngắn. Ở vì nóc các con rường nằm chồng lên câu đầu.

Con lợn còn gọi là rường bụng lợn: là con rường trên cùng, gối lên con rường bên dưới qua hai đoạn cột ngắn gọi là trụ trốn, và làm nhiệm vụ đỡ xà nóc (thượng lương). Bên dưới rường bụng lợn (giữa hai trụ trốn) là ván lá đề thường để điêu khắc trang trí. Con lợn có thể được thay bằng giá chiêng.

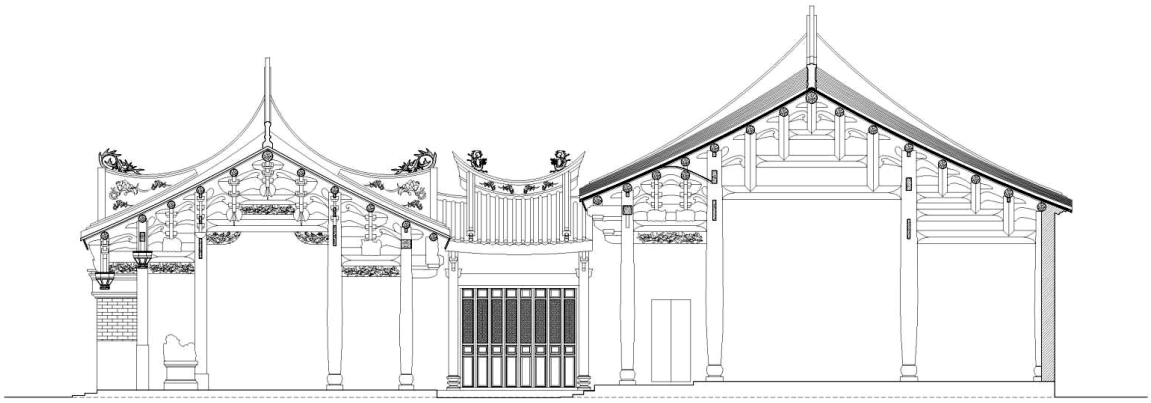
Rường cụt là loại rường nằm ở vì nách (giữa cột cái và cột quân), chúng nằm chồng trên xà nách, chúng cũng đỡ hoành và vẫn thu dần chiều dài khi lên cao theo độ dốc mái.

Phía dưới bộ vì là hệ cột bao gồm cột cái và cột quân. Cột mập và phình to ở giữa, trên đầu mỗi cột đều có đòn tay ráp mộng.



Hình 7. Mặt cắt qua nhà Tiền điện

Hệ kết cấu mái gồm hệ thống rui là các dầm phụ trung gian, đặt dọc theo chiều dốc mái (trực giao với đòn tay), gối lên hệ thống đòn tay.



Hình 8. Mặt cắt Chùa Kiến An Cung

3.4. Mỹ thuật trang trí

3.4.1. Đặc điểm chung

Công trình là một thể thống nhất từ ngoại đến nội thất, từ thống thể đến chi tiết; cùng phong cách trang trí, đề tài thể hiện đến vật liệu… tạo nên một công trình kiến trúc và mỹ thuật độc đáo; đồng thời tạo nên diện mạo riêng mang tính điển hình và âm hưởng của một cộng đồng

người Hoa nói chung. Theo dòng chảy thời gian và lịch sử phát triển xã hội; cộng đồng ấy đã tồn tại và phát triển cùng với cộng đồng khác trong vùng tạo nên dấu ấn rõ nét về đời sống văn hóa xã hội đến ngày nay. Sự kết hợp giao thoa và đồng điệu có sức lan tỏa đem lại những giá trị về vô hình và hữu hình.

Công trình Chùa Kiến An là một minh chứng về phong cách kiến trúc và nghệ thuật trang trí truyền thống; Sự hài hòa về việc bảo tồn và phát triển luôn có sự kết nối gìn giữ những tinh hoa giữa các thế hệ; mặt khác nó ẩn chứa trong đó những giá trị về đời sống tâm linh của các cộng đồng người khác nhau có sự tương đồng về bản chất Đạo và Đời. Trong tiềm thức họ đều hướng đến cái Chân - Thiện - Mỹ.

Trong phần này chúng tôi đề cập một số nét điển hình và tiêu biểu trong nghệ thuật và nghệ thuật trang trí.

3.4.2. Về đề tài trang trí; liên quan cấu kiện công năng kết cấu công trình

Ngoại thất: Con giống bờ mái; ô học bờ mái, đầu đốc

Về đặc điểm chung mang phong cách kiến trúc cổ giống như các công trình kiến trúc cổ của chúng ta. Sự ảnh hưởng có tính kế thừa và liên tục qua thời gian phát triển lịch sử văn hóa xã hội. Tuy nhiên cơ sở để nhận diện rất khác biệt dựa vào các bộ phận cấu thành kiến trúc thì hệ thống bờ mái và trang trí bờ mái là nét đặc trưng của công trình. Kiến An Cung là công trình điển hình; Cũng là đề tài Lưỡng long tranh châu, rồng chầu .. Giao hóa ở các bờ chảy. Đặc biệt tại các góc giao nhau của bờ quyết trên mái có đắp cho cụm nhà cửa, con người… Mô phỏng cảnh sinh hoạt của cộng đồng quần cư dân tộc và có sự gắn kết giữa các giai tầng trong xã hội. Đề cao tính cộng đồng và sắp xếp tuần tự theo phân tầng xã hội (Lão giáo). Mặt khác mang tính giáo dục cao cho thế hệ mai sau.

Hệ thống ô học trên bờ nóc chiếm diện tích không lớn. Nhưng cấu thành đầy đủ bộ phận kiến trúc công trình. Đề tài chính là cây cảnh, hoa lá, chim thú, không bị bó buộc bởi khung ô. Điều này cho thấy nghệ thuật trang trí không giới hạn. Phóng tác theo bản năng của người thợ (Nghệ nhân) thể theo sự hoà hợp thiên nhiên… mà trên đó có cây, hoa chim thú; như Mẫu đơn, mai chim Phụng, chim Trĩ. Tất cả vạn vật đều có thật và được cách điệu bằng cách khái quát và đơn giãn tạo nên bức phù điêu có tính mỹ thuật cao.

Riêng các đầu hồi thì đề tài trang trí là các kiểu thức mang tính biểu tượng. Mặt Dơi (phúc) chữ Thọ, cái Khánh, Hộp thư. Các biểu tượng Lão giáo; sự trường tồn phúc thọ và trí tuệ.

Nội thất

Các kiểu thức trang trí phổ biến:

+ Hồi văn chữ Công, chữ Vạn;

+ Các con vật trong bộ Tứ linh Rồng-Phụng-Lân-Quy.

+ Cây cỏ, hoa trái, chim muôn vạn vật theo tự nhiên được khái quát theo bố cục và vị trí trên các ô khoảng không gian TT kiến trúc.

Hồi văn chữ Công, chữ Vạn, dây lá được cách điệu khái quát thành kiểu thức TT phổ biến và giới hạn ở không gian đóng như ô cửa, ô thoáng ha các mảng tường được viền khung nẹp thành thừng ô tại các vị trí riêng biệt.

+ Hán tự (Thư pháp và tranh thủy mạc được xem là quốc họa lúc bấy giờ).

Hoành phi câu đối: Hệ thống hoành phi câu đối bày biện trong nội thất công trình dày đặc từ ngoài vào trong theo thứ tự hàng lớp khác nhau. Với sắc đỏ vàng óng ánh tràn ngập toàn bộ không gian nội thất. Mỗi một Hán tự là thư pháp thì mỗi hoành phi câu đối là một bức tranh. Trong bức tranh ấy có thể hiện các lớp lang rõ nét, lồi lõm, chính phụ... Vì vậy, tự nó đã tạo ra không gian của bức tranh bằng thủ thuật chạm khắc và sơn son phủ hoàng kim. Ngoài tính thẩm mỹ thì các bức hoành phi câu đối hàm chưa nhiều nội dung ý nghĩa. Trong đó các câu đối thường là vinh danh ca ngợi các bậc tiên đế hay ca ngợi cảnh sắc quê hương hoặc các câu đối có nội dung giáo dục các thế hệ con cháu được lưu truyền trong đời sống văn hóa xã hội.

Tranh thủy mặc, tượng tròn nhân vật và các con thú:

+ Các nhân vật trong dân gian và thi ca bên cạnh có những nhân vật có thật trong lịch sử được nhân cách hóa thành THÁNH, THẦN;

+ Ngoài ra còn có các bức vẽ mô phỏng đời sống sinh hoạt của Vua quan thuộc bậc Quân vương. Các nhân vật vẽ ở ô cửa theo lối tả thực và khái quát Áo mão, các vật dụng cũng như thần thái điển hình nhân vật dựa trên nhân chủng học người Á đông cân xứng về tỷ lệ hài hòa về trang phục. Đồng thời mang tính biểu cảm rõ nét thần thái nhân vật (đề cao Lão giáo trong hệ thống đạo giáo người Hoa, "Tao nhã tự tại và trí tuệ").

3.4.3. Phong cách thể hiện: liên quan cấu kiện công năng kết cấu công trình

Dù là thể hiện trên chất liệu nào thì nghệ thuật trang trí công trình tác tạo thành các tác phẩm nghệ thuật thống nhất và phong cách biểu đạt.

Bố cục đầy đặn nhưng không khiếm khuyết lệch hay thiếu hoặc thừa. Cân xứng về nhịp điệu và tiết tấu nét cong uyển chuyển, nét gấp khúc kỹ hà mạnh mẽ. Các khoảng trống của nền tự nó đã tạo những không có nhịp điệu và mãng miếng làm nền rất đa dạng và về hình học; làm nền cho các chi tiết tranh trí chính. Chi tiết dày đặc mà không rối rắm nhờ thủ thuật khéo léo này. Từ chạm trổ đến chạm lọng điều đem lại hiểu ứng thẩm mỹ rất cao.

+ Chạm khắc cấu kiện gỗ…. Chạm lọng cho tiết khám thờ, khung cửa võng.

+ Các bức bích họa trên tường thể hiện theo lối Thủy mặc. Nhất thi nhất họa: vẽ các tích trong cổ tích Tây Du Ký; Tam Quốc.

+ Các nhân vật vẽ theo lối mô phỏng nhân cách điển hình… Mô phỏng theo lối tả thực được khái quát hóa; trang phục mũ mão, hài.. các phụ kiện theo nhân vật cụ thể khác nhau.

Ngoài ra còn có bức bích họa vẽ trên các ô như liên ba, tường cổ diềm thể hiện cảnh sinh hoạt lao động văn hóa thường nhật người xưa. Lối vẽ giản đơn, mô phỏng khung cảnh là chính, các nhân vật chỉ sắp xếp theo hoạt cảnh.

Không thể hiện sắc thái riêng của từng nhân vật.

+ Đắp nổi, khảm cẩn sành sứ (con giống bờ mái, ô hộc bờ mái).

Riêng phần (ngõa) đắp khảm, cẩn sành sứ con giống và ô hộc bờ mái mang phong cách của công trình kiến trúc Trung Hoa rõ rệt.

Rồng nhỏ có cấu trúc nhỏ gọn mang tính biểu tượng là chính. Kỹ thuật đắp cẩn khảm sành sứ không dày chỉ điểm các bộ phận của con giống phần da cũng để lộ ra khá nhiều. Nét độc đáo ở đây là các loại màu của mảnh sành; thể hiện ở mảng mảnh sành thuộc từng bộ phận con giống và tạo nên chính phụ rõ ràng về cấu trúc hình dáng, mảng khối nhẹ nhàng thanh thoát không kém phần uyển chuyển.

3.4.4. Màu sắc trang trí

Màu sắc theo quy luật màu ngũ hành:

+ Theo triết học cổ Trung Hoa, tất cả vạn vật đều phát sinh từ năm nguyên tố cơ bản và luôn luôn trải qua năm trạng thái được gọi là: Mộc, Hỏa, Thổ, Kim và Thủy. Năm trạng thái này, gọi là Ngũ hành, không phải là vật chất như cách hiểu đơn giản theo nghĩa đen trong tên gọi của chúng mà đúng hơn là cách quy ước của người Trung Hoa cổ đại để xem xét mối tương tác và quan hệ của vạn vật.

Học thuyết Ngũ hành diễn giải sự sinh hoá của vạn vật qua hai nguyên lý cơ bản (生 - Sinh) còn gọi là Tương sinh và (克 - Khắc) hay Tương khắc trong mối tương tác và quan hệ của chúng.

Trong quan niệm phong thủy cổ đại, màu sắc là một phần rất quan trọng trong phong thủy. "Màu sắc trong phong thủy chủ yếu hướng đến việc cân bằng năng lượng Âm và Dương để đạt đến sự hài hoà lý tưởng. Âm là sắc tối yên tĩnh hấp thu màu và Dương là sắc sáng chuyển động phản ánh màu".

Năm nguyên tố và các nguyên lý cơ bản của Ngũ hành đã ảnh hưởng mạnh mẽ đến nhiều lĩnh vực hoạt động của người Trung Hoa cũng như một số quốc gia và vùng lãnh thổ xung quanh như: Việt Nam, và các nước trong khu vực… từ thời cổ đại đến nay trong nhiều lĩnh vực khác nhau; đặc biệt trong kiến trúc và hội họa. Năm yếu tố ngũ hành có các thuộc tính khác nhau và màu sắc chúng đại diện là khác nhau sẽ tác động những nguồn năng lượng khác nhau.

- Phân chia màu sắc theo ngũ hành:

+ Màu đỏ - hành Hỏa;

+ Màu vàng - hành Thổ;

+ Màu trắng - hành Kim;

+ Màu xanh - hành Mộc;

+ Màu đen - hành Thủy.

3.4.5. Giá trị vật liệu truyền thống

Vật liệu chính sử dụng của công trình: gạch, ngói nung; vôi tôi, đá cát kết.

Mảnh sành sứ các màu khảm cẩn mảnh sành sứ trên con giống bờ má và ô hộc bờ nóc, bờ quyết. Theo tông màu Pháp lam là loại nem được phủ trên cốt đồng, đất và nung ở nhiệt độ cao

tạo ra các màu tinh tế đặc sắc trong nghệ thuật và nghệ thuật trang trí. Nghề men sứ và men lam (Pháp lam) đã phát triển rực rỡ sắc của người Trung Hoa lúc bấy giờ. Có lẽ vì thế các màu men được lựa chọn rất kỹ để đưa về phục vụ cho việc gắn khảm sành sứ cho công trình. Màu chủ đạo lam, xanh ngọc, vàng, trắng, đỏ tía (hồng cánh sen).

Phần mộc là các loại gỗ quý hiếm (Tứ thiết) toàn bộ công trình được sơn son (Sơn mài truyền thống) Đặc biệt các thành phần bộ phận kiến trúc cũng như đồ thờ, tượng tròn được trang trí được sơn son thếp vàng nguyên. Như đố cúng; trụ đội; vì vỏ cua … Đặc biệt hệ thống hoành phi câu đối; khám thờ, khung cửa võng. Sắp xếp không gian thờ tự cùng với sắc son đỏ và vàng bao phủ phần lớn nội thất công trình. Tạo nên giá trị hiệu ứng thẩm mỹ độc đáo của công trình.

3.4.6. Giá trị thẩm mỹ sự biểu cảm của Nghệ thuật trang trí (Nghệ thuật không bị bó buộc đóng khung)

Ngoài giá trị về kiến trúc thì nghệ thuật trang trí của Kiến An Cung là công trình đặc sắc còn lại đến nay ở vùng miền. Trong một tổng thể hài hòa về đề tài, chất liệu, phong cách… màu sắc trang trí; thì công trình còn mang lại giá trị thẩm mỹ khác đó là sự không giới hạn theo kiểu thức định có sẵn. Gợi mở phong cách thoáng đãng chừng mực của nơi linh thiêng. Gần gửi với thiên nhiên với con người cộng đồng xung quanh. Đề tài có thật nhân vật có thật hoặc thể theo các cổ tích xưa mà ai ai cũng biết và hiểu thông qua giá trị tinh thần. Đề cao vai trò con người là chủ thể giữa Đạo và Đời hướng đến cái thiện lòng nhân từ và trí tuệ. Hòa quyện giữa con người và vạn vật cảnh sắc vũ trụ. Hướng đến sự phồn thịnh ấm no của dân tộc. Vì vậy mà dù cộng đồng người Hoa, Kinh, Khơmer đều quy tụ về đây và xem như nơi thờ cúng chung của cộng đồng khác nhau.

Nhìn nhận từ thực tế công trình vẫn nơi sinh hoạt của phần dân cư ở địa và khách thập phương quy tụ hoặc một đôi lần ghé qua cúng bái đến nay vẫn cảm nhận được sự trang nghiêm linh thiêng của Kiến An Cung. Luôn tạo sự ấm cúng, gần gũi với dân nhân nói chung và cư dân ở địa phương nói riêng. Là nơi sinh hoạt tâm linh được gìn giữ bảo tồn nguyên vẹn về giá trị vật chất và tinh thần tâm linh tín ngưỡng của vùng đồng bằng sông Cửu Long.

4. KẾT LUẬN

Chùa Kiến An Cung là công trình kiến trúc độc đáo, hệ thống trang trí tinh xảo. Biểu trưng cho nền văn hóa của người Hoa ở Việt Nam nói chung và ở Nam Bộ nói riêng thời bấy giờ.

Chùa Kiến An Cung là nơi sinh hoạt tâm linh của cộng đồng người Hoa và người Việt khu vực Sa Đéc; Với lối kiến trúc mang đậm phong cách Trung Hoa, với một nền văn hóa truyền thống đặc sắc, Kiến An Cung đã được Bộ Văn hóa Thông tin công nhận là di tích lịch sử - văn hóa cấp quốc gia vào ngày 27/4/1990.

Chùa Kiến An Cung là điểm sinh hoạt văn hóa tâm linh cho các dân tộc khu vực Thành phố Sa Đéc nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long nói chung. Chùa Kiến An Cung là điểm đến hấp dẫn cho du khách, gìn giữ những giá trị văn hóa - nghệ thuật - kiến trúc đặc sắc của cha ông ta trong giai đoạn lập đất giữ đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nhà sưu khảo Huỳnh Minh (1971), *Sa Đéc xưa và nay,* NXB Cánh Bằng

[2] Wikipedia, *Kiến An Cung,* https://vi.wikipedia.org/wiki/Ki%E1%BA%BFn_An_Cung

[3] KTS. Nguyễn Lê Giang và các cộng sự, *Ý tưởng đầu tư Tu bổ, phục hồi Chùa Kiến An Cung,* Báo cáo ý tưởng đầu tư Tu bổ, phục hồi Chùa Kiến An Cung - Sở Văn hóa, Thể thao và Du lịch tỉnh Đồng Tháp, năm 2017

.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CỐT LIỆU LÀM TỪ XỈ THÉP BÀ RỊA -VŨNG TÀU TỚI CƯỜNG ĐỘ VÀ CO NGÓT CỦA BÊ TÔNG

RESEARCH ON EFFECTS OF BA RIA - VUNG TÀU STEEL AGGREGATE TO THE STRENGTH AND SHRINKAGE OF CONCRETE

ThS. Nguyễn Thành Thái
Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Email: nguyenthai@ibst.vn

TÓM TẮT: Xỉ thép là một sản phẩm phụ của quá trình sản xuất thép. Xỉ thép chủ yếu là oxit sắt được nghiền thành hạt kích thước khác nhau sử dụng như cốt liệu lớn và nhỏ cho bê tông. Trong nghiên cứu này, xỉ thép được sử dụng để thay thế 100% lần lượt cốt liệu lớn và nhỏ để sản xuất bê tông. Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể sản xuất bê tông có cường độ nén đến 70 MPa. Cường độ của bê tông sử dụng xỉ thép tương đương hoặc cao hơn, độ co nhỏ hơn so với bê tông sử dụng cốt liệu thông thường.

ABSTRACT: *The steel slag is a byproduct of steel processing. The steel slag consists mainly of iron oxide, which is crushed into different sizes having similar size, such as coarse aggregates and fine aggregates for concrete use. In this study, steel slag were analyzed in physical properties and chemistry, then slag is used to replace 100% respectively coarse aggregates and fine aggregates in concrete high intensity for compressive strength of 70MPa. The strength of concrete using steel slag is equivalent or higher, the shrinkage is smaller than that of concrete using conventional aggregates (stone, sand).*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bê tông cốt liệu chiếm một khối lượng lớn, có thể từ 50% đến 70%. Bê tông thông thường sử dụng cốt liệu tự nhiên là đá, cát, cát nghiền. Hệ quả là, tài nguyên tổng hợp thô tự nhiên trở nên cạn kiệt, khan hiếm dần. Xỉ thép là phế thải của công nghiệp, một sản phẩm phụ của sản xuất thép có nhiều tính chất cơ lý tương tự như cốt liệu, nên việc nghiên cứu ứng dụng xỉ thép làm cốt liệu để sản xuất bê tông là việc cần thiết.

Năm 2009, Hisham Qasrawi đã nghiên cứu sử dụng xỉ thép phế thải không qua xử lý và có hàm lượng CaO thấp, làm cốt liệu nhỏ thay cát trong bê tông. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, xỉ thải sử dụng với hàm lượng 30%-50% làm cho cường độ chịu nén tăng 1,2 lần, cường độ chịu kéo tăng 1,4 lần. Ngoài ra, độ sụt của hỗn hợp bê tông giảm xuống khi hàm lượng xỉ thép sử dụng tăng lên. Năm 2017, tác giả Radhu Chandini đã nghiên cứu "Sử dụng xỉ thép trong bê tông làm cốt liệu mịn". Nghiên cứu tiến hành thay thế cát bằng xỉ thép với tỷ lệ lần lượt là 15%, 30%, 50% và 100%. Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị cường độ tối ưu khi thay cát bằng xỉ thép từ 30-50%. Các nghiên cứu thường thay thế môt phần xỉ thép và tập trung ở cường độ từ 25-45 MPa.

Các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy cốt liệu xỉ thép có ảnh hưởng tốt tới các tính chất cơ lý của bê tông (cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo, mô đun đàn hồi) phù hợp để sản xuất bê tông. Trong nghiên cứu này mục đích là thay thế xỉ thép cho toàn bộ cốt liệu đá và cát để chế tạo bê tông có cường độ đến 70 MPa. Thông qua đó, đánh giá cường độ của bê tông xỉ thép trong các điều kiện dưỡng hộ và nghiên cứu ảnh hưởng của cốt liệu xỉ thép đến co ngót của bê tông.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu khả năng thay thế cốt liệu lớn và nhỏ trong bê tông bằng xỉ thép, sự ảnh hưởng của xỉ thép đến cường độ và co ngót của bê tông trong các điều kiện dưỡng hộ khác nhau.

2.2. Nguyên vật liệu sử dụng

Trong nghiên cứu này sử dụng thành phần cấp phối bê tông cường độ cao là xi măng PC40 - Hà Tiên, cát vàng, đá 5 × 20, xỉ thép mịn, xỉ thép thô và phụ gia siêu dẻo.

Xi măng: Nhóm nghiên cứu đã sử dụng loại xi măng PC40 - Hà Tiên có đặc tính kỹ thuật sau:

Bảng 1. Chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng PC40 - Hà Tiên

Chỉ tiêu kỹ thuật	Kết quả	Tiêu chuẩn áp dụng
Khối lượng riêng, g/cm^3	3,08	TCVN 4030:2003
Khối lượng thể tích, g/cm^3	1,10	TCVN 4030:2003
Độ nghiền mịn phương pháp Blaine, cm^2/g	3.790	TCVN 4030:2003
Độ dẻo tiêu chuẩn, %	28,0	TCVN 6017:2015
Độ ổn định thế tích, mm	1,4	TCVN 6017:2015
Thời gian đông kết, phút Bắt đầu: Kết thúc:	 120 226	TCVN 6017:2015
Cường độ nén, MPa - Ở tuổi 3 ngày: - Ở tuổi 28 ngày:	 29,3 46,2	TCVN 6016:2011

Bảng 2. Thành phần hóa của xi măng PC40 - Hà Tiên

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	MKN	CKT
19,68	4,79	3,39	62,86	1,86	2,43	0,08	0,81	3,12	0,98

Phụ gia hóa học: đề tài sử dụng phụ gia MIGHTY 3000-PC2 là phụ gia siêu dẻo thế hệ mới dùng cho bê tông có độ chảy cao. Đây là một loại phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylic Ether (PCE) phù hợp tiêu chuẩn ASTM C494 loại G và loại F.

Cốt liệu nhỏ: Cát vàng có nguồn gốc từ Sông Dinh có các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 7570:2006, một số chỉ tiêu kỹ thuật của cát vàng như sau:

Bảng 3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của cát

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn áp dụng
Khối lượng riêng	g/cm^3	2,62	TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích xốp	g/cm^3	1,39	TCVN 7572-6:2006
Mô đun độ lớn	-	2,57	TCVN 7572-2:2006
Hàm lượng bụi mùn sét	%	0,04	TCVN 7572-8:2006
Hàm lượng tạp chất hữu cơ	-	Nhạt hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006
Độ hút nước	%	0,53	TCVN 7572-4:2006

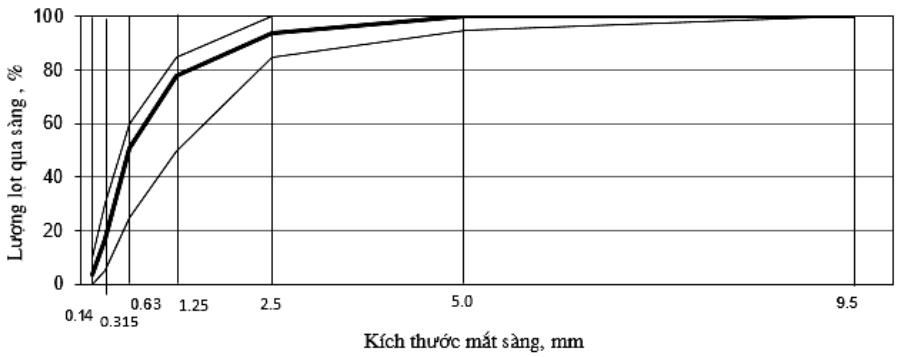
Cốt liệu lớn: Đá có nguồn gốc Tân Cang - Đồng Nai là loại đá có cấp phối hạt 5 × 20 mm, các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng yêu cầu theo TCVN 7570:2006, một số chỉ tiêu kỹ thuật của đá như sau:

Bảng 4. Chỉ tiêu kỹ thuật của đá

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn áp dụng
Khối lượng riêng	g/cm^3	2,72	TCVN 7572-5:2006
Khối lượng thể tích xốp	g/cm^3	1,36	TCVN 7572-6:2006
Độ hút nước	%	0,33	TCVN 7572-4:2006
Hàm lượng bụi mùn sét	%	0,41	TCVN 7572-8:2006
Độ mài mòn Los Angeles	%	15,70	TCVN 7572-12:2006

Xỉ thép: xỉ thép được lấy của Công ty TNHH Vật Liệu Xanh nhãn hiệu Ecoslag, công ty đã đầu tư xây dựng dự án thu gom xỉ thép từ các nhà máy luyện thép trên địa bàn tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, sử dụng công nghệ nghiền sàng di động để tái chế xỉ thép thành các sản phẩm sử dụng vào các mục đích khác nhau. Trong nghiên cứu này lấy 02 loại cỡ hạt: xỉ thép mịn và xỉ thép thô để lấy làm cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn trong bê tông.

Xỉ thép mịn: được lấy sau khi nghiền mịn thành cỡ hạt nhỏ, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 7570:2006 dùng để thay thế cốt liệu nhỏ (cát vàng), có một số chỉ tiêu kỹ thuật như sau:



Hình 1. Thành phần cấp phối hạt của xỉ thép mịn

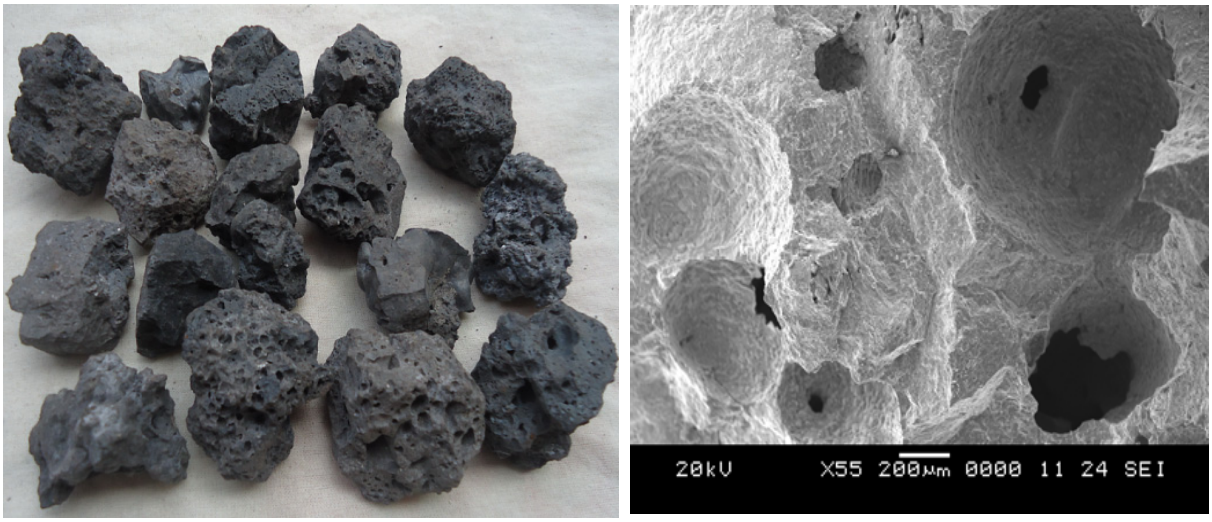
Bảng 5. Chỉ tiêu kỹ thuật của xỉ thép mịn

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn áp dụng
Khối lượng riêng	g/cm^3	3,39	TCVN 7572-5:2006
Khối lượng thể tích xốp	g/cm^3	1,64	TCVN 7572-6:2006
Mô đun độ lớn	-	2,70	TCVN 7572-2:2006
Hàm lượng tạp chất hữu cơ	-	Nhạt hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006
Độ hút nước	%	2,40	TCVN 7572-4:2006

Xỉ thép thô: được lấy tại bãi xỉ thô, sàng lại tương ứng với cỡ hạt 5 × 20mm và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 7570:2006 dùng để thay thế cốt liệu lớn (đá), một số chỉ tiêu kỹ thuật như sau:

Bảng 6. Chỉ tiêu kỹ thuật của xỉ thép thô

Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn áp dụng
Khối lượng riêng	g/cm^3	3,49	TCVN 7572-5:2006
Khối lượng thể tích xốp	g/cm^3	1,69	TCVN 7572-6:2006
Độ hút nước	%	1,79	TCVN 7572-4:2006
Hàm lượng bụi mùn sét	%	0,24	TCVN 7572-8:2006
Độ mài mòn Los Angeles	%	18,00	TCVN 7572-12:2006



Hình 2. Mẫu xỉ thép và hình chụp SEM của mẫu

Quan sát hình chụp SEM của mẫu xỉ thép có thể thấy cấu trúc của xỉ thép gồm nhiều lỗ rỗng liên kết với nhau.

2.3. Cấp phối bê tông nghiên cứu

Trong nghiên cứu này sử dụng 3 cấp phối với độ sụt 14±2cm để so sánh, đối chứng, các cấp phối có chung hàm lượng xi măng là 447kg/m^3 và tỷ lệ N/X khác nhau. Cấp phối 1: Sử dụng cốt liệu cát và đá; Cấp phối 2: Thay thế cốt liệu đá bằng xỉ thép thô và cấp phối 3: Thay thế cả cốt liệu đá và cát lần lượt bằng xỉ thép thô và xỉ thép mịn. Các loại cốt liệu được ngâm nước 24 giờ và trộn vào bê tông ở trạng thái bão hòa nước.

Bảng 7. Cấp phối bê tông nền và cấp phối bê tông xỉ thép

Ký hiệu	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Xỉ thép mịn (kg)	Xỉ thép thô (kg)	Phụ gia (lít)	Nước (lít)	N/X
CP0	447	795	1090	-	-	4,47	143	0,32
CP1	447	795	-	-	1315	4,47	157	0,35
CP2	447	-	-	915	1315	4,47	189	0,42

Mỗi cấp phối được bảo dưỡng trong điều kiện khác nhau, môi trường bảo dưỡng ngâm nước và môi trường khô trong phòng thí nghiệm sau đó mang đi nén ở các ngày tuổi 3, 7, 14, 28 và 56 ngày.

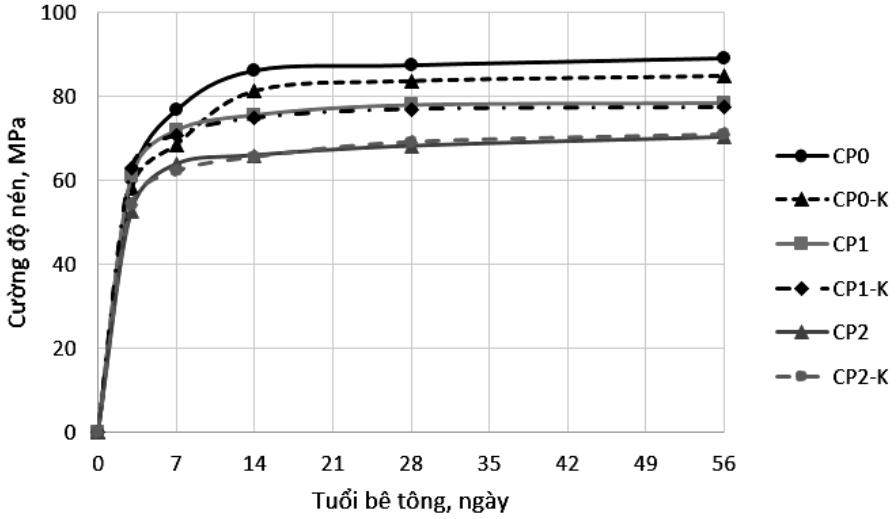
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của xỉ thép đến cường độ nén của bê tông cường độ cao trong điều kiện bảo dưỡng khác nhau

Kết quả cường độ nén của bê tông được thể hiện qua bảng 8 và hình 3. Mẫu ký hiệu CP0, CP1, CP2 là mẫu được dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn (ngâm trong nước), mẫu ký hiệu CP0-K, CP1-K, CP2-K là các mẫu được để trong phòng thí nghiệm nhưng không được bảo dưỡng trong nước.

Bảng 8. Tốc độ phát triển cường độ nén của các mẫu bê tông, MPa

Ngày / Cấp phối	3	7	14	28	56
CP0	60,3	76,7	86,2	87,5	89,1
CP0-K	58,0	68,4	81,1	83,5	84,7
CP1	61,1	71,9	75,5	77,9	78,4
CP1-K	62,9	70,7	74,8	76,9	77,4
CP2	52,7	63,8	65,9	68,1	70,2
CP2-K	54,1	62,2	65,6	69,2	71,0



Hình 3. Biểu đồ phát triển cường độ nén của các mẫu bê tông

Nhận xét:

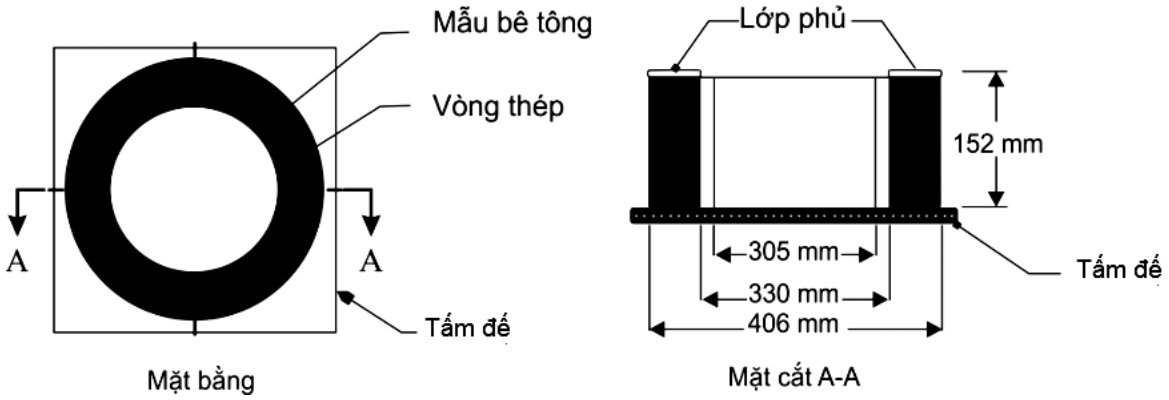
Ở tuổi 28 ngày, bê tông đạt cường độ 70MPa với cấp phối CP0, CP0-K, CP1, CP1-K; bê tông chưa đạt cường độ thiết kế với cấp phối với cấp phối CP2, CP2-K. Cường độ của cấp phối CP1, CP2 so với cấp phối nền CP0 lần lượt là 89,02% và 77,83%; cường độ của cấp phối CP1-K, CP2-K so với cấp phối CP0-K lần lượt là 92,01% và 82,87%. Ở tuổi 56 ngày, bê tông đạt cường độ 70MPa với tất cả các cấp phối: CP0, CP0-K, CP1, CP1-K, CP2, CP2-K. Do xỉ thép có bề mặt gồ ghề nên tạo diện tích bám nhiều hơn cho hồ xi măng, qua đó bê tông xỉ thép phải sử dụng thể tích hồ xi măng và lượng N/X lớn hơn bê tông thông thường tại cùng một độ sụt. Khi lượng N/X tại cấp phối sử dụng xỉ thép lớn hơn gây giảm về cường độ bê tông, do vậy cấp phối CP2, CP2-K chưa đạt được cường độ ở tuổi 28 ngày.

So sánh trong các điều kiện bảo dưỡng khác nhau ta thấy cường độ cấp phối CP0 không được dưỡng hộ thấp hơn khá nhiều khi được dưỡng hộ ở 3, 7 và 28 ngày lần lượt là 96,1%, 89,1% và 95,5%. Nhưng với cấp phối CP1 và CP2 khi thay thế cốt liệu cát, đá bằng xỉ thép thì cường độ khi không dưỡng hộ và dưỡng hộ gần như tương đồng nhau. Ở độ tuổi 28 ngày cấp phối CP1, CP2 so với khi dưỡng hộ là 98,7% và 101,6%. Khi bê tông trong quá trình đóng rắn cần một lượng nước nhất định trong quá trình hydrat hóa hình thành cường độ, với bê tông sử dụng cốt liệu cát đá thông thường khi không được dưỡng hộ, nước cần cho phản ứng hóa học bị mất đi làm cho bê tông thiếu nước, cường độ bê tông không được dưỡng hộ sẽ có xu hướng thấp hơn khi được dưỡng hộ. Khi bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép được làm ướt trước, nước trong các lỗ rỗng của xỉ thép dễ dàng giải phóng lượng nước cần thiết thúc đẩy tối đa hóa quá trình hydrat hóa của xi măng và pozzolans trong bê tông, qua đó góp phần duy trì cường độ bê tông.

3.2. Ảnh hưởng của xỉ thép tới độ co của bê tông trong vòng thép hạn chế

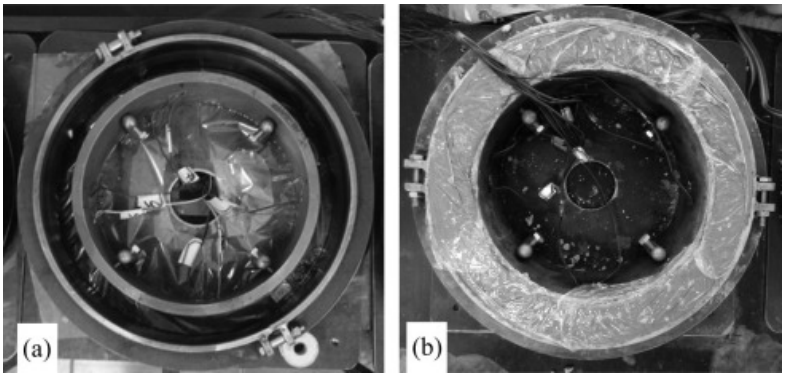
Thí nghiệm xác định nứt và co ngót của bê tông cường độ cao sử dụng xỉ thép được xác định bằng vòng thép hạn chế theo tiêu chuẩn ASTM C1581-04, chỉ đo trong điều kiện dưỡng hộ theo tiêu chuẩn quy định, mô hình thí nghiệm được thể hiện ở hình 4. Các mẫu bê tông sau khi chế

tạo được tháo khuôn, thời điểm này là thời điểm (t = 0) xác định biến dạng của vòng thép. Trong phương pháp thí nghiệm này, vòng tròn bê tông tạo ra biến dạng co ngót sẽ tạo áp lực lên vòng thép. Biến dạng co ngót của vòng bê tông càng lớn thì biến dạng trên vòng thép càng lớn. Mức độ biến dạng của vòng thép được xác định thông qua tezomet điện trở (strain gages) gắn vào mặt trong của vòng thép.



Hình 4. Mô hình thí nghiệm co ngót hạn chế

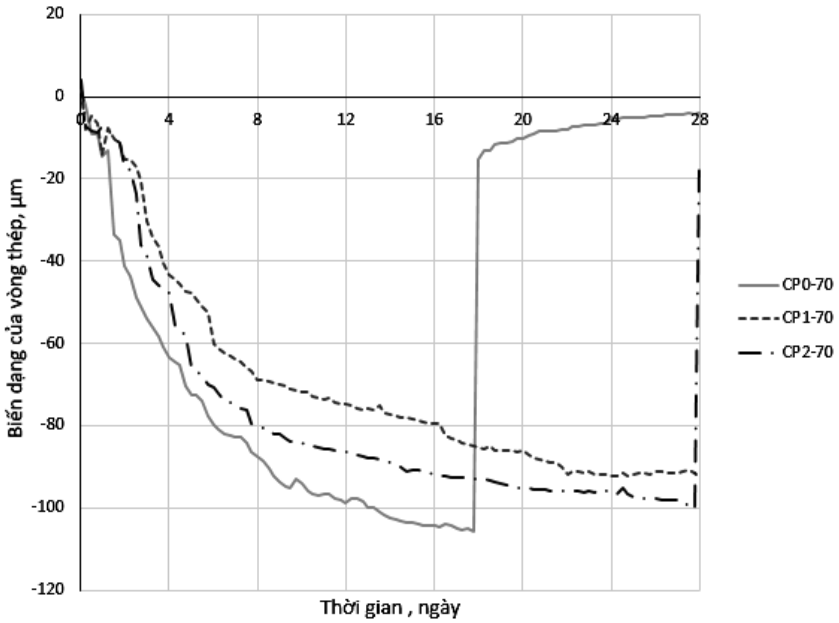
Thí nghiệm xác định thời điểm nứt, co ngót của bê tông cường độ cao sử dụng cốt liệu xỉ thép bằng vòng thép hạn chế được thể hiện như hình 5. Kết quả biến dạng của vòng thép do co ngót của vòng bê tông được thể hiện qua hình 6. Qua tính toán, ta có ứng suất kéo của bê tông theo thời gian qua hình 7.



Hình 5. Mẫu thí nghiệm co ngót bị hạn chế

Với mẫu bê tông sử dụng cốt liệu cát, đá thông thường thời gian xuất hiện vết nứt là 18 ngày. Với mẫu bê tông thay thế cốt liệu lớn bằng xỉ thép thô thì đến 28 ngày chưa thấy xuất hiện vết nứt. Còn mẫu bê tông thay thế cả cốt liệu lớn và nhỏ bằng xỉ thép thô và xỉ thép mịn xuất hiện vết nứt tại tuổi 28 ngày, điều này được giải thích với cấp phối có tỷ lệ N/X lớn thì khả năng gây nứt cũng lớn hơn. Nhìn chung, sự có mặt của xỉ thép ngậm nước có vai trò lớn trong việc hạn chế nứt trong bê tông khi co ngót, qua đó làm chậm quá trình hình thành vết nứt.

Cốt liệu xỉ thép có bề mặt nhám ráp sẽ tạo liên kết tốt hơn với hồ xi măng qua đó làm tăng ứng suất kéo trong bê tông. Các nghiên cứu trên thế giới cũng cho thấy cường độ kéo của bê tông sử dụng xỉ thép có thể tăng đến 1,4 lần so với bê tông cốt liệu cát, đá. Cường độ kéo của bê tông được cải thiện qua đó khả năng gây nứt sẽ được hạn chế. Ngoài ra, bê tông sử dụng xỉ thép thì trong suốt quá trình đóng rắn của bê tông lượng nước trong lỗ rỗng xỉ được cung cấp liên tục trong quá trình hình thành khoáng hóa, nước vật lý ít được lấy đi nên hạn chế việc giảm thể tích của bê tông, qua đó hạn chế việc co ngót trong bê tông.



Hình 6. Biểu đồ biến dạng của vòng thép trong thí nghiệm co ngót hạn chế

4. KẾT LUẬN

Dựa trên kết quả nghiên cứu đạt được, một số kết luận được rút ra như sau:

- Có thể sử dụng xỉ thép Bà Rịa - Vũng Tàu để sản xuất bê tông có cường độ nén đến 70 MPa.

- Kết quả thí nghiệm co ngót hạn chế cho thấy, bê tông sử dụng cốt liệu cát, đá thông thường độ co lớn hơn so với bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép. Mẫu bê tông sử dụng xỉ thép bị nứt ở tuổi 21 ngày, các mẫu bê tông sử dụng xỉ thép bão hòa nước tuy lượng N/X lớn hơn nhưng bị nứt ở tuổi dài ngày hơn (lớn hơn 28 ngày tuổi). Từ đó cho thấy hiệu quả sử dụng xỉ thép để hạn chế việc co ngót và gây nứt trong bê tông.

- Bê tông sử dụng xỉ thép trong điều kiện không cần dưỡng hộ vẫn phát triển cường độ tương đương với bê tông khi dưỡng hộ, trong khi đó với bê tông sử dụng cốt liệu cát đá thì thấp hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Mien Van Tran, Chanh Van Nguyen, Toyoharu NAWA and Boonchai Stitmannaithum4, "*Properties of high strength concrete using steel slag coarse aggregate*", 2013

[2] Nguyễn Công Thắng, Phạm Hữu Hanh, Nguyễn Văn Tuấn, "*Ảnh hưởng của sợi thép phân tán đến khả năng chống nứt do co ngót của bê tông chất lượng siêu cao*", Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2015

[3] M. Exeberria, C. Pacheco, J.M. Meneses and I. Berridi, "*Properties of concrete using metallurgical industrial by-products as aggregates*", Construction and Building Materials, Vol.24, pp. 1594 - 1600, 2010

[4] M. Maslehuddin, Alfarabi M. Sharif, M. Shameem, M. Ibrahim and M.S.Barry, "*Comparision of properties of steel slag and crushed limestone aggregate concretes*", Construction and Building Materials, Vol.17, pp. 105 - 112, 2003

[5] Hisham Qasrawi, Faisal Shalabi and Ibrahim Asi, "*Use of low CaO unprocessed steel slag in concrete as fine aggregate*", Construction and Building Materials, Vol.23, pp. 1118 - 1125, 2009

[6] Tran, M.V., Stitmannaithum, B. and NAWA, T., "*Simulation of chloride penetration into concrete structures subjected to both flexural cyclic loads and tidal effects*", Computers and Concrete, Vol.6, No. 5, pp. 421 - 435, 2009

.

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ CAO HẠT MỊN KHÔNG XI MĂNG SỬ DỤNG HỖN HỢP TRO BAY NHIỆT ĐIỆN VÀ XỈ LÒ CAO HOẠT TÍNH

THE RESEARCH AND MANUFACTURE OF HIGH-STRENGTH FINE - GRAINED CONCRETE WITHOUT CEMENT USING A MIXTURE OF FLY ASH AND BLAST FURNACE SLAG

TS. Tăng Văn Lâm
Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Email: lamvantang@gmail.com

TÓM TẮT: Trong bài viết này đã cho thấy tiềm năng chế tạo bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính không xi măng từ hỗn hợp phế thải công nghiệp ở Việt Nam. Trong đó, tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát được sử dụng như là vật liệu alumino-silicat, dụng dịch NaOH với nồng độ mol/lít là 10 M và Na_2SiO_3 có modun silic 2,5 được sử dụng như là dung dịch kiềm kích hoạt. Tỷ lệ giữa dung dịch hoạt hóa với vật liệu alumino-silicat được khảo sát là 0,40. Tỷ lệ tro bay-xỉ lò cao được nghiên cứu từ 65/35 đến 35/65 theo khối lượng. Tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định bằng độ xòe trong côn vữa và cường độ của mẫu thí nghiệm được xác định trên khuôn hình lăng trụ kích thước 40x40x160 mm. Mục tiêu của nghiên cứu này là hỗn hợp bê tông có độ chảy xòe từ 20 đế 25 cm và cường độ nén thiết kế ở tuổi 28 ngày đạt trên 70 MPa.

TỪ KHÓA: Bê tông cường độ cao hạt mịn, xỉ lò cao, tro bay, dung dịch kiềm hoạt, cường độ nén.

ABSTRACT: *In this article, fly ash in thermal power plants combined with blast furnace slag is used to make high-strength fine-grained concrete without using cement. In which, fly ash "Vung Ang" and blast furnace slag "Hoa Phat" are used as alumino-silicate materials, NaOH 10 M and Na_2SiO_3 solutions are used as the alkali-activator solution. The ratio between the activator solution and the alumino-silicate material is 0.40. The ratio of fly ash to blast furnace slag was studied from 65/35 to 35/65 by mass. The workability of the concrete mixture is determined by a flow of a truncated cone and the strength of the test specimen is determined on a prismatic mold with dimensions of 40x40x160 mm. The objectives of the research are to make a fine-grained concrete mix with the spread from 20 to 25 cmand compressive strength at the age of 28 days reaching over 70MPa.*

KEYWORDS: *High-strength fine-grained concrete, Blast furnace slag, Fly ash, Alkali-activator, Compression strength.*

1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây, Việt Nam đã tập trung vào việc xử lý, sử dụng tro bay nhiệt điện, xỉ luyện kim… của các nhà máy nhiệt điện, luyện kim để làm nguyên liệu sản xuất vật liệu và trong các công trình xây dựng [1, 2]. Nhưng do nhiều nguyên nhân khác nhau, việc xử lý, tiêu thụ tro, xỉ… vẫn chưa đạt được mục tiêu đề ra, sản lượng tiêu thụ chất thải chưa cân bằng với lượng phát thải. Mặt khác, tổng khối lượng tro, xỉ lưu giữ tại bãi chứa của các nhà máy hiện còn rất lớn và vẫn tiếp tục tăng cao; nhiều bãi thải chỉ còn khả năng lưu chứa trong một vài năm tới [3, 4].

Bên cạnh đó, với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong giai đoạn cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 ở Việt Nam, nhu cầu sử dụng năng lượng điện đốt than và các loại hợp kim như:

gang, thép, hợp kim… ngày càng cao. Điều này dẫn tới lượng phát thải tro xỉ lò cao ngày càng lớn, các nguồn phế thải rắn này đang tồn chứa tại các bãi thải ngày càng nhiều [5]. Nếu không được xử lý đúng cách, nó có thể gây ô nhiễm nước và đất, phá vỡ các chu kỳ sinh thái và gây nguy hiểm cho môi trường [6, 7].

Để khắc phục những vấn đề này, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chỉ thị số 08/CT-TTg ngày 26/03/2021 [4] về việc tiếp tục đẩy mạnh xử lý, sử dụng các nguồn tro bay và xỉ lò cao… làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và sử dụng trong các công trình xây dựng.

Mặt khác, việc sản xuất nhiều các loại xi măng Portland khác nhau đã gây ra nhiều tác hại về môi trường, đặc biệt là phát thải khí nhà kính, khói bụi và cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên [8, 9, 10].

Với mục tiêu giảm áp lực xử lý các loại chất thải công nghiệp, đặc biệt là tro bay nhiệt điện và xỉ luyện kim, xỉ lò cao... đồng thời giảm thiểu ảnh hưởng độc hại, khói bụi, khí nhà kính của quá trình sản xuất xi măng Portland, cũng như góp phần giải quyết bài toán sản xuất các loại vật liệu xây dựng "xanh", định hướng theo chiến lược phát triển xây dựng bền vững và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn, việc nghiên cứu chế tạo các loại bê tông không xi măng từ 100% phế thải tro bay nhệt điện, xỉ lò cao kết hợp với dung dịch hoạt hóa để phục vụ cho các hoạt động xây dựng tại Việt Nam là hết sức quan trọng trong giai đoạn hiện nay.

Mục đích chính của nghiên cứu này là chế tạo bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng sử dụng hỗn hợp tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát kết hợp với dung dịch kiềm hoạt hóa. Trong đó, tro bay và xỉ lò cao được sử dụng như là vật liệu alumino-silicat giàu nhôm và silic, dụng dịch NaOH 10M và Na_2SiO_3 với modun Silica M_s = 2,5 được sử dụng như dung dịch kiềm kích hoạt các hạt tro xỉ. Nghiên cứu này đã khảo sát tỷ số giữa tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao dao động từ 65/35 đến 35/65. Ngoài ra, tỷ lệ giữa dung dịch kiềm kích hoạt với vật liệu alumino-silicat được khảo sát tại giá trị 0,40. Những kết quả thu được cho thấy triển vọng tái sử dụng triệt để hơn các nguồn chất thải rắn công nghiệp để chế tạo bê tông cường độ cao, bê tông chất lượng cao… với thành phần không chứa xi măng tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng

a) Tro bay nhiệt điện Vũng Áng

b) Xỉ lò cao Hòa Phát

c) Natri hidroxit dạng rắn

d) Dung dịch Natri silicat

Hình 1. Các loại vật liệu sử dụng

2.1.1. Nguyên liệu giàu nhôm và silic gọi là vật liệu Alumino-silicat (ALS) được sử dụng gồm: tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát

(i). Tro bay (TB) loại F của nhà máy nhiệt điện "Vũng Áng" được lấy từ kho "Thiêu Kết" của nhà máy nhiệt điện Formosa, thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 10302:2014 và ASTM C618. Đây là loại tro bay đã qua tuyển để loại bỏ bớt hàm lượng tạp chất không có lợi cho bê tông và lượng than chưa cháy.

(ii). Xỉ lò cao hoạt hóa nghiền mịn S95 (Xi) được mua từ Khu liên hợp gang thép "Hòa Phát", thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 11586:2016. Các tính chất vật lý cơ bản và thành phần hóa học của tro bay và xỉ được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Tính chất vật lý của Tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát

Loại vật liệu	Ký hiệu	Tỷ diện bề mặt riêng (m^2/g)	Khối lượng riêng (g/cm^3)	Khối lượng thể tích khô (kg/m^3)
Tro bay	TB	5,12	2,35	1580
Xỉ lò cao	Xi	0,39	2,92	1550

Bảng 2. Thành phần hóa học của Tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát

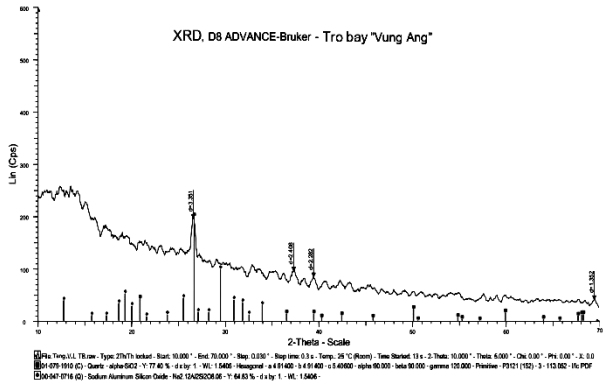
Loại vật liệu	Hàm lượng các ôxít có trong vật liệu (%)								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	K_2O	Na_2O	CaO	Thành phần khác	Lượng mất khi nung
Tro bay	52,2	23,3	9,8	2,5	2,3	2,1	1,2	2,4	4,2
Xỉ lò cao	36,3	12,5	3,4	4,3	0,4	0,3	40,1	1,3	1,4

Bên cạnh đó, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) trên thiết bị "D8 Advance-Bruker" để nghiên cứu thành phần pha, thành phần khoáng và cấu trúc tinh thể của tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát.

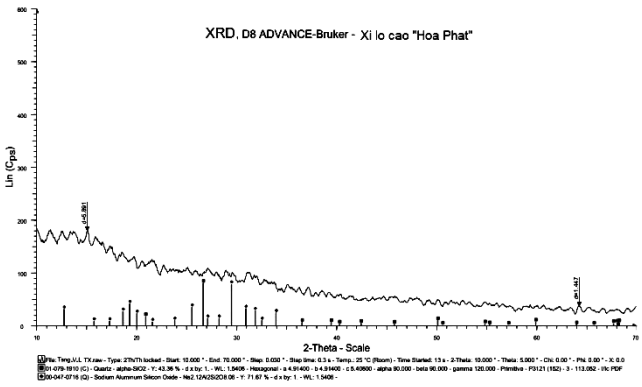
Từ kết quả XRD của mẫu tro bay Vũng Áng (Hình 2) và xỉ lò cao Hòa Phát (Hình 3) có thể thấy thành phần pha chủ yếu của mẫu tro bay và xỉ lò cao là ở dạng vô định hình và một phần pha tinh thể, cụ thể là:

(i) - Thành phần pha vô định hình (SiO_2 và Al_2O_3 hoạt tính) trong mẫu vật liệu dễ dàng bị hòa tan trong quá trình hoạt hoá vật liệu nên mẫu tro bay và xỉ lò cao trong nghiên cứu này có tiềm năng để tạo vật liệu không nung tự đóng rắn.

(ii) - Thành phần pha tinh thể đặc trưng nhất của mẫu tro bay là quatz và mullite, đây là pha khó bị hòa tan trong dung dịch kiềm mạnh (NaOH và Na_2SiO_3) [6, 10]. Đối với mẫu xỉ lò cao, thành phần pha tinh thể là không đáng kể. Nên xỉ lò cao dễ bị hoà tan hơn bởi dung dịch kiềm hoạt hoá. Do đó, khi tỷ lệ tro bay/xỉ lò cao thay đổi có ảnh hưởng đến các tính chất của bê tông sử dụng chất kết dính trên cơ sở thành phần tro bay, xỉ lò cao và dung dịch kiềm hoạt hóa [11, 12].



Hình 2. Giản đồ nhiễu xạ XRD của tro bay nhiệt điện Vũng Áng



Hình 3. Giản đồ nhiễu xạ XRD của xỉ lò cao Hòa Phát

2.1.2. Dung dịch kiềm kích hoạt

Do thành phần của loại bê tông nghiên cứu không chứa xi măng Portland, đồng thời các loại tro xỉ không có phản ứng thủy hóa với nước trong điều kiện thường. Vì vậy, trong thành phần loại bê tông này phải sử dụng dung dịch kiềm mạnh để hòa tan vật liệu Alumino-silicat.

Hỗn hợp dung dịch kiềm kích hoạt có vai trò là chất hoạt hóa, thúc đẩy quá trình geopolymer hóa, khử nguyên tử Al, Si trong Al_2O_3 và SiO_2, đồng thời hòa tan các hạt tro bay và xỉ trong nguyên vật liệu alumino-silicate để tạo thành các khoáng có tính chất kết dính trong thành phần của hỗn hợp bê tông.

Dung dịch hoạt hóa trong nghiên cứu này sử dụng là hỗn hợp của Natri hydroxit-NaOH (dạng rắn) và dung dịch Natri silicat-Na_2SiO_3.

a) Natri hydroxyt (NaOH) sử dụng ở dạng rắn (dạng vảy khô) có tên là "Caustic Soda Flake 99%" được đặt mua tại công ty hóa chất Việt Nhật. Natri hydroxyt có màu trắng đục và độ tinh khiết 99%. Natri hydroxit thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 3794:2009 và TCVN 3793:1983. Dung dịch Natri hydroxyt thu được bằng cách pha NaOH dạng dạng rắn vào nước để đạt được nồng độ mol theo yêu cầu. Quá trình chuẩn độ dung dịch này nhằm mục đích tạo ra dụng dịch NaOH với nồng độ mol/lít là 10 M với thành phần được xác định là 31,4% NaOH (dạng rắn) được pha chế với 68,6% nước. Khối lượng riêng của dung dịch NaOH 10 M được xác định là 1,41 g/cm^3.

b) Dung dịch Natri silicat (Na_2SiO_3) được mua có nguồn gốc từ nhà máy hóa chất Việt Nhật có modun silic SiO_2/Na_2O = 2,5. Dung dịch Natri silicat có thành phần gồm 11,8% Na_2O; 29,5% SiO_2 và 58,7% H_2O, thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn 64TCN 38:198. Khối lượng riêng của dung dịch Na_2SiO_3 được xác định là 1,55 g/cm^3.

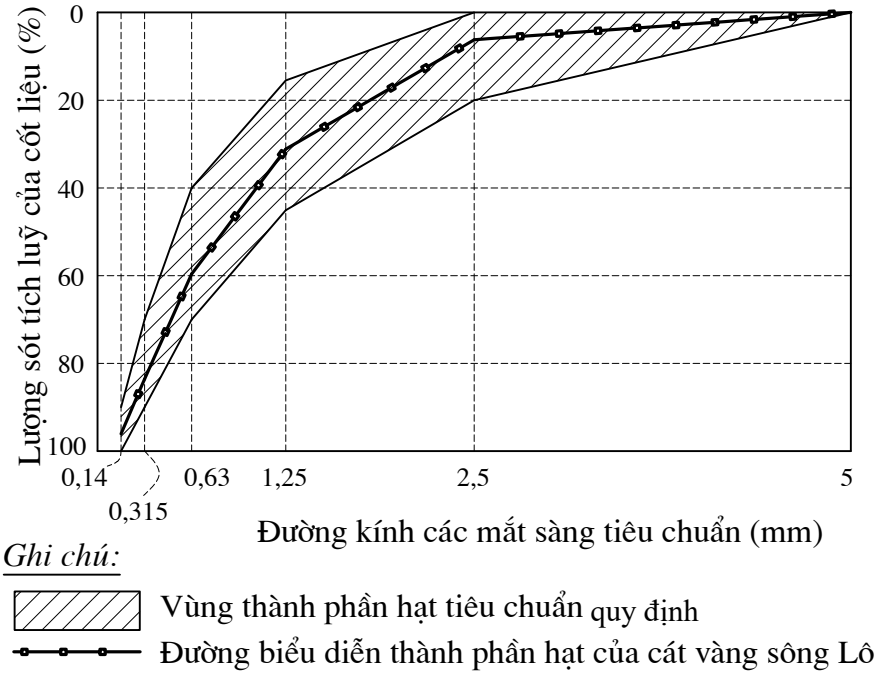
2.1.3. Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ sử dụng trong nghiên cứu này là cát vàng sông Lô (C), loại hạt thô, chất lượng tốt, thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Do trong thành phần của bê tông hạt mịn không có cốt liệu thô. Vì vậy, cát vàng sông Lô là thành phần cốt liệu chính trong loại bê tông này. Các tính chất vật lý của cát vàng sông Lô được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Tính chất vật lý của cát vàng sông Lô

STT	Chỉ tiêu xác định	Phương pháp thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	TCVN 7572- 4:2006	g/cm^3	2,65
2	Khối lượng thể tích xốp	TCVN 7572- 4:2006	kg/cm^3	1560
3	Độ rỗng	TCVN 7572- 4:2006	%	44,5
4	Mô đun độ lớn	TCVN 7572- 2:2006	-	3,0
5	Độ ẩm tự nhiên	TCVN 7572- 7:2006	%	0,43
6	Tạp chất mi ca	TCVN 7572- 20:2006	%	Cho phép
8	Tạp chất bùn, sét, bụi	TCVN 7572- 8:2006	%	0,25
9	Tạp chất hữu cơ	TCVN 7572- 9:2006	So mầu	Cho phép

Biểu đồ thành phần hạt của cát vàng sông Lô được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ thành phần hạt của cát vàng sông Lô

2.1.4. Phụ gia siêu dẻo giảm nước

Phụ gia siêu dẻo SR 5000F «SilkRoad» (SD) có khối lượng riêng 1,12 g/m^3 ở nhiệt độ 25 ± 5°C. Đây là loại phụ gia siêu dẻo thế hệ 3, có thành phần dựa trên gốc Polycarboxylate. Phụ gia này được sử dụng nhằm mục đích tăng độ lưu động của hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn. Phụ gia siêu dẻo SR 5000F thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 8826:2011.

2.1.5. Nước

Nước sạch (N) được sử dụng để làm dung môi để chuẩn độ dung dịch kiềm hoạt hóa, đồng thời được dùng để bảo dưỡng mẫu sau khi thí nghiệm, thỏa mãn của tiêu chuẩn TCVN 4506:2012.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này sử dụng các phương pháp nghiên cứu theo các tiêu chuẩn sau:

1 - Thành phần hạt của cát được xác định trên bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước mắt sàng lần lượt là: 0,14 mm; 0,315 mm; 0,63 mm; 1,25 mm; 2,5 mm; 5 mm theo tiêu chuẩn TCVN 7572-2:2006.

2 - Thành phần hỗn hợp bê tông không xi măng được tính toán và xác định theo phương pháp thể tích tuyệt đối và kết hợp với điều chỉnh bằng thực nghiệm.

3 - Do thành phần bê tông hạt mịn chỉ chứa cốt liệu có kích thước từ 0,14 mm đến 5 mm nên tính công tác của hỗn hợp bê tông hạt mịn thí nghiệm được xác định bằng độ xòe của côn hình nón cụt có kích thước 100×70×60 mm theo phương pháp xác định độ lưu động của vữa tươi, phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 3121-3:2003 (Hình 5a).

4 - Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông được xác định bằng phương pháp cân khối lượng và đo thể tích trong thùng đong tiêu chuẩn (thùng đong có thể tích 1 lít), phù hợp với TCVN 3108:1993. Bên cạnh đó, khối lượng thể tích của mẫu thí nghiệm sau khi đã cứng rắn được xác định bằng phương pháp cân mẫu và đo thể tích trực tiếp trên mẫu thí nghiệm, phù hợp với TCVN 3115: 1993.

5 - Vì loại bê tông thí nghiệm không chứa thành phần cốt liệu thô, nên cường độ kéo khi uốn và cường độ nén của mẫu thí nghiệm được xác định trên khuôn vữa tiêu chuẩn kích thước 40x40x160 mm, phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 6016:2011. Kết quả thí nghiệm cường độ của mẫu thí nghiệm được xác định trên hệ thống máy nén uốn tự động ADVANTEST 9 (Controls - Italia) (Hình 5b).

(a) (b)

Hình 5. Xác định độ chảy xòe của hỗn hợp bê tông (a)
và mẫu bê tông kích thước 40x40x160 mm

2.3. Xác định cấp phối nghiên cứu của hỗn hợp bê tông không xi măng

2.3.1. Mục tiêu đối với hỗn hợp bê tông và bê tông cường độ cao không xi măng

(i) Mục tiêu về tính công tác là hỗn hợp bê tông không chứa xi măng có tính công tác tốt với độ xòe trong côn vữa dao động từ 20 cm đến 25 cm. Hỗn hợp bê tông này có thể được thi công toàn khối theo phương pháp bê tông bơm, phương pháp vữa dâng hoặc phương pháp đúc rót trong xây dựng các công trình hạ tầng ở Việt Nam.

(ii) Mục tiêu về tính chất cơ học của loại bê tông này là có cường độ nén thiết kết ở tuổi 28 ngày dao động trên 70 MPa, được xác định trên các viên mẫu hình lăng trụ kích thước 40×40×160 mm.

2.3.2. Lựa chọn các tỷ lệ của nguyên vật liệu sử dụng

Các tỷ lệ nguyên vật liệu cơ sở trong nghiên cứu này đã được lựa chọn dựa trên kết quả của các nghiên cứu về bê tông hạt mịn cường độ cao (không có cốt liệu thô) ở nhiều nước trên thế giới và ở Việt Nam.

a). Tỷ lệ tro bay/xỉ lò cao, trong nghiên cứu này đã lựa chọn tỷ lệ tro bay/xỉ lò cao (TB/Xi) dao động trong khoảng từ 65/35 đến 35/65, dựa trên các kết quả nghiên cứu của nhiều nghiên cứu đã thực hiện [6, 13, 14].

(b). Hàm lượng cốt liệu, trong nghiên cứu này không sử dụng cốt liệu lớn, thành phần cốt liệu chỉ có kích thước từ 0,14 mm đến 5 mm. Theo kết quả của nghiên cứu [15, 16], tỷ lệ cát/vật liệu Alumino-silicat (C/ALS) là 1,3. Theo [17], tỷ lệ cát/chất kết dính là 1,2. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ C/ALS đã chọn là 1,25.

(c). Dung dịch kiềm kích hoạt, hàm lượng dung dịch kiềm kích hoạt (DDHH) hợp lý là một vấn đề rất quan trọng, sẽ giảm bớt được lượng NaOH còn dư lại trong cấu trúc sản phẩm sau khi tạo hình. Mặt khác, nếu hàm lượng của dung dịch kiềm hoạt hóa nhỏ sẽ ảnh hưởng đến quá trình tạo thành các ion $[SiO(OH)_3]^-$ và $[Al(OH)_4]^-$, cũng như ảnh hưởng đến quá trình hòa tan bề mặt của các hạt tro bay và xỉ lò cao. Với nhiều nghiên cứu [15, 18, 19], tỷ lệ DDHH/ALS dao động trong khoảng khá rộng từ 0,3 đến 0,45. Trong nghiên cứu này đã khảo sát tỷ lệ DDHH/ALS không đổi và bằng 0,40.

(d). Tỷ lệ Na_2SiO_3/NaOH, theo nhiều kết quả nghiên cứu về bê tông không xi măng trên nền tảng Geopolymer đã cho thấy, tỷ lệ Na_2SiO_3/NaOH trong thành phần của bê tông kiềm hoạt hóa dao động trong phạm vi khá rộng từ 0,4 đến 2,5 [5, 6, 10, 20]. Trong giới hạn của nghiên cứu tỷ lệ Na_2SiO_3/NaOH được giữ cố định và bằng 2,0. Tỷ lệ Na_2SiO_3/NaOH = 2,0 còn được biện giải một phần là do chi phí của dung dịch Natri silicat rẻ hơn đáng kể so với của dung dịch Natri hydroxit.

(e). Lượng nước nhào trộn, do hỗn hợp bê tông không chứa xi măng Portland, nên lượng nước sử dụng chỉ là phần nước dùng để pha chế NaOH (dạng rắn) thành dung dịch kiềm với nồng độ mol/lít là 10 M. Ngoài ra, lượng nước còn được tính toán thêm vào 5% để thấm ướt bề mặt của cốt liệu nhỏ (cát vàng) [21, 22].

(f). Hàm lượng phụ gia siêu dẻo, nghiên cứu này đã chọn hàm lượng phụ gia siêu dẻo SR5000F cố định và bằng 1% tổng hàm lượng vật liệu ALS [15, 16].

(g). Hàm lượng không khí cuốn vào khi nhào trộn, do điều kiện phòng thí nghiệm không có thiết bị hút không khí cuốn vào trong hỗn hợp bê tông khi nhào trộn, đồng thời bê tông không có cốt liệu thô, nên nghiên cứu này đã chọn hàm lượng không khí là 3% thể tích hỗn hợp bê tông [23, 24, 25].

2.3.3. Cấp phối bê tông cường độ cao không sử dụng xi măng Portland

Tính toán theo phương pháp thể tích tuyệt đối dựa trên các giá trị tỷ lệ vật liệu lựa chọn và hiệu chỉnh cấp phối phù hợp với các tính chất của vật liệu sử dụng, đề tài khảo sát 02 cấp phối của hỗn hợp bê tông cường độ cao có thành phần như trong Bảng 4.

Bảng 4. Cấp phối sơ bộ của hỗn hợp bê tông cường độ cao không xi măng

Mẫu TN	TB/Xi	ASL (kg)	Cấp phối của hỗn hợp bê tông (kg/m^3)									Nước/Rắn
			BT	Xi	C	SD	Dung dịch		Chất rắn		Nước	
							NaOH	Na_2SiO_3	NaOH	Na_2SiO_3		
BT-01	65/35	857	557	300	1071	8,57	114	228	35,9	94,4	213	0,215
BT-02	55/45	863	475	388	1079	8,63	115	230	36,1	95,1	214	0,215
BT-03	45/55	870	391	478	1087	8,70	116	232	36,4	95,8	216	0,215
BT-04	35/65	876	307	569	1095	8,76	117	234	36,7	96,5	214	0,215

Trong đó: Thành phần "rắn", với thành phần "rắn" gồm hỗn hợp tro bay, xỉ lò cao và phần rắn của dung dịch hoạt hóa (NaOH và Na_2SiO_3) được coi là "xi măng" trong loại bê tông này.

2.3.4. Điều kiện bảo dưỡng mẫu

Trong nghiên cứu này, tất cả các mẫu thí nghiệm bê tông cường độ cao không xi măng được tĩnh định sau 24 giờ trong khuôn đúc. Sau đó các mẫu thử được đưa đi sấy trong tủ sấy ở khoảng nhiệt độ 60÷80^{o}C trong vòng 1 giờ, sau đó đưa đi bảo dưỡng trong môi trường nước ở nhiệt độ phòng thí nghiệm (ở 25±2)^{o}C cho đến tuổi thí nghiệm yêu cầu. Mục đích quá trình dưỡng hộ nhiệt này là nhằm mục đích đẩy nhanh tốc độ đông kết và rắn chắc của hỗn hợp bê tông sau khi tạo hình viên mẫu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm đã xác định khối lượng thể tích và độ chảy xòe của hỗn hợp bê tông không xi măng ở trạng thái dẻo. Bên cạnh đó, một số tính chất của bê tông cường độ cao ở trạng thái rắn cũng đã được xác định. Các kết quả thực nghiệm đã được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông cường độ cao không xi măng

STT	Tính chất	Mẫu bê tông thí nghiệm			
		BT-01	BT-02	BT-03	BT-04
1	Độ chảy xòe (cm):				
	+ Ngay sau khi nhào trộn	23	22	21	19
	+ Sau 20 phút nhào trộn	22	22	20	18,5
	+ Sau 40 phút nhào trộn	18	17,5	17	17
	+ Sau 60 phút nhào trộn	15	15	15	15
2	Khối lượng thể tích (kg/m^3):				
	+ Của hỗn hợp bê tông sau khi trộn	2275	2291	2312	2328
	+ Của bê tông ở tuổi 28 ngày	2244	2265	2296	2317

Bảng 5. *(tiếp theo)*

STT	Tính chất	Mẫu bê tông thí nghiệm			
		BT-01	BT-02	BT-03	BT-04
3	Cường độ kéo khi uốn (MPa) tại tuổi 28 ngày	6,67	7,09	8,11	8,28
4	Cường độ nén (MPa) tại tuổi:				
	3 ngày	23,5	24,2	29,1	30,9
	7 ngày	42,3	45,9	49,7	53,2
	14 ngày	58,4	59,5	65,8	68,8
	28 ngày	70,4	72,9	80,3	81,5

3.1. Tính chất của hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn

Từ kết quả thực nghiệm trong Bảng 5 cho thấy, khi kết hợp tro bay và xỉ lò cao với tỷ lệ thay đổi từ 65/35 đến 35/65 thì độ lưu độ của hỗn hợp bê tông thay đổi đáng kể. Độ xòe ngay sau khi nhào trộn của hỗn hợp bê tông giảm từ 23 cm xuống 19 cm. Hỗn hợp thu được có độ lưu động cao hơn bê tông xi măng truyền thống mặc dù tỷ lệ Nước/rắn = 0,215. Điều này được giải thích một phần do loại bê tông này không sử dụng xi măng Portland nên không cần nước cho xi măng thủy hóa, lượng nước sử dụng chỉ để pha chế NaOH dạng rắn thành dung dịch NaOH có nồng độ 10 M. Mặt khác, tác động tương hỗ của phụ gia siêu dẻo SR 5000F nên hỗn hợp sau khi nhào trộn vẫn có tính công tác rất tốt, độ chảy cao, độ đồng nhất tốt, không có hiện tượng phân tầng tác lớp giữa các thành phần trong bê tông tông sau khi nhào trộn.

Từ kết quả trên Bảng 5 cho thấy, sau 20 phút, 40 phút và 60 phút nhào trộn xong, tính công tác của hỗn hợp bê tông đã giảm nhẹ. Sau 20 phút nhào trộn, độ lưu động của hỗn hợp bê tông giảm không đáng kể, thậm trí là không giảm. Đặc biệt sau 60 phút nhào trộn, độ lưu động đã tổn thất khoảng từ 20 - 35% so với thời điểm vừa trộn xong. Điều này được biện giải bởi tốc độ hòa tan và phản ứng giữa các hạt tro - xỉ với dung dịch kiềm hoạt hóa xảy ra chậm hơn nhiều so với phản ứng thủy hóa của xi măng Portland với nước [19, 20]. Với đặc điểm này đã ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc và phát triển cường độ của mẫu thí nghiệm theo thời gian.

Mặt khác, quá trình tăng hàm lượng xỉ lò cao từ 35% lên 65% đã làm hàm lượng vôi (ôxít canxi - CaO). Ôxít CaO tồn tại trong xỉ lò cao ở dạng vô định hình và dễ hòa tan trong nước và dung dịch kiềm [5, 6, 18]. Sự hòa tan Cation Ca^{2+} từ CaO trong xỉ lò cao là một nguyên nhân dẫn đến lượng nước dư thừa giảm, kết quả là giảm dần độ xòe của hỗn hợp bê tông sau nhào trộn. Đó là nguyên nhân tác động đến tính công tác của hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn đã giảm từ 23 cm xuống 19 cm.

Hơn nữa, khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông không xi măng được xác định theo phương pháp tiêu chuẩn trong thùng đong có thể tích 1 lít. Giá trị khối lượng thể tích trung bình của các cấp phối bê tông này vào khoảng 2,3 tấn/m^3, giá trị này nhỏ hơn so với khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông xi măng truyền thông. Điều này được giải thích là do trong thành phần

không có cốt liệu thô và khối lượng riêng của thành phần vật liệu Alumino-silicat trong hỗn hợp bê tông này đều nhỏ hơn khối lượng riêng của xi măng Portland.

3.2. Tính chất cơ lý của bê tông cường độ cao sau khi rắn chắc

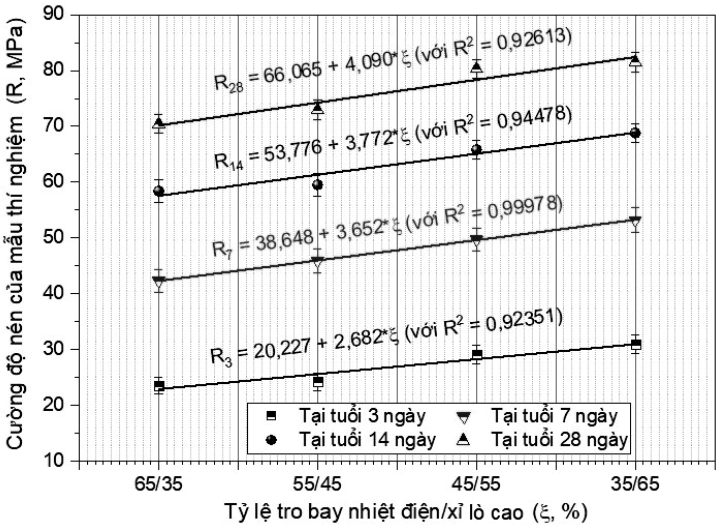
Từ số liệu trong Bảng 5 cho thấy các cấp phối bê tông cường cao hạt mịn không chứa xi măng đều có giá trị cường độ nén trung bình đạt trên 70 MPa ở tuổi 28 ngày, đạt được mục tiêu về cường độ thiết kế ban đầu.

Do bê tông nghiên cứu không sử dụng xi măng Portland, tốc độ geopolymer hóa xảy ra chậm hơn nên tốc độ phát triển cường độ theo thời gian chậm hơn bê tông xi măng truyền thống [20, 22]. Cường độ nén trung bình ở tuổi 3, 7 và 14 ngày tuổi lần lượt đạt khoảng 35%, 63% và 83% so với cường độ nén ở tuổi 28 ngày. Mặt khác trong nghiên cứu này đã sử dụng nồng độ NaOH ở giá trị trung bình, điều này không những giảm hàm lượng pha rắn, mà còn tăng hàm lượng dung môi (nước). Đó cũng là một trong những nguyên nhân làm cho tốc độ geopolymer hóa trong bê tông này xảy ra chậm hơn.

Hơn nữa, tỷ số cường độ kéo khi uốn/cường độ nén của các mẫu thí nghiệm dao động khoảng 1/10÷1/9. Tỷ số này tương đồng so với bê tông xi măng truyền thống. Điều này cho thấy giá trị cường độ kéo khi uốn của loại bê tông này tuy được gia tăng nhưng tỷ số cường độ kéo khi uốn/cường độ nén thay đổi không đáng kể.

Mặt khác, khối lượng thể tích trung bình của các mẫu thí nghiệm sau khi rắn chắc 28 ngày được xác định ở trạng thái bão hòa nước khô mặt là 2,28 tấn/m^3. Từ giá trị khối lượng thể tích này có thể khẳng định loại bê tông cường độ cao hạt mịn dùng chất kết dính không xi măng được xếp vào loại đá nhân tạo tương đối nặng. Tuy nhiên, giá trị này đã giảm được khoảng 5÷10% so với khối lượng thể tích của bê tông xi măng truyền thống được quy định trong TCVN 2737:2020 [26].

Ảnh hưởng của tỷ lệ tro bay nhiệt điện/xỉ lò cao đến cường độ nén của mẫu bê tông hạt mịn không xi măng theo thời gian bảo dưỡng được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ tro bay nhiệt điện/xỉ lò cao đến cường độ nén của mẫu bê tông cường độ cao không xi măng

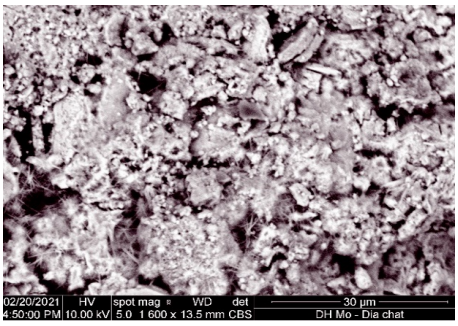
Từ Hình 6 cho thấy hàm lượng xỉ lò cao tăng từ 35% lên 65% thì cường độ nén của các mẫu thí nghiệm ở các tuổi 3, 7, 14, 28 ngày đều tăng lên tương ứng. Hiệu ứng tăng tính chất cơ học khi hàm lượng xỉ luyên kim tăng trong bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính kiềm hoạt hóa đã được biện giải bởi nhiều nguyên nhân như sau:

(i)- Tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao đóng vai trò chính là vật liệu giàu nhôm và silic, cung cấp nguyên tử Si và Al cho quá trình polymer hóa và tạo ra các thành phần hoạt tính $[SiO(OH)_3^-]$ và $[Al(OH)_4^-]$. Kết quả của quá trình này là hình thành các gel Geopolymer có dạng $CaO\text{-}Al_2O_3\text{-}SiO_2\text{-}H_2O$ (C-(A)-S-H) và $Na_2O\text{-}Al_2O_3\text{-}SiO_2\text{-}H_2O$ (N-A-S-H), liên kết các thành phần hạt cốt liệu rời rạc lại với nhau [5, 11, 12].

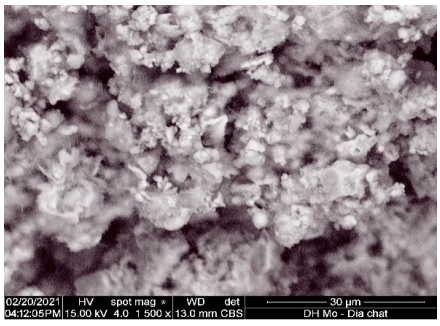
(ii)- Trong quá trình geopolymer hoá của bê tông, ôxít canxi trong xỉ lò cao bị hòa tan tạo thành ion Ca^{2+}, cation này có vai trò hỗ trợ quá trình hòa tan SiO_2 và Al_2O_3 của vật liệu Alumino-silicat. Sự khác biệt cơ bản giữa vai trò của Na^+ và Ca^{2+} thể hiện mức độ gây "thiệt hại" cho vi cấu trúc vật liệu, cụ thể là cation Ca^{2+} làm phá vỡ cấu trúc của các pha vô định hình mạnh hơn, làm cho thành phần tro xỉ hòa tan triệt để hơn [6, 8].

(iii)- Bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính gồm hỗn hợp tro bay và xỉ lò cao sau khi hoạt hóa bởi dung dịch NaOH và Na_2SiO_3 sẽ cho sản phẩm gồm cả hai loại poly-sialates gel gồm: N-A-S-H) (sản phẩm chính của phản ứng kiềm hoạt hóa tro bay) và C-(A)-S-H gel với tỷ lệ Ca/Si thấp và có cấu trúc không gian với mật độ cao (sản phẩm chính của phản ứng kiềm hoạt hóa xỉ lò cao) [10, 12]. Các sản phẩm này lấp đầy các lỗ rỗng xuất hiện trong vi cấu trúc của sản phẩm nên đã tăng tính chất cơ học của sản phẩm. Nhận xét này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Wardhono và các công sự [13].

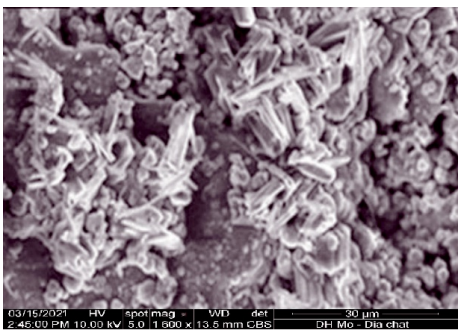
Vi cấu trúc của bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng đã được xác định và thể hiện trên Hình 7.



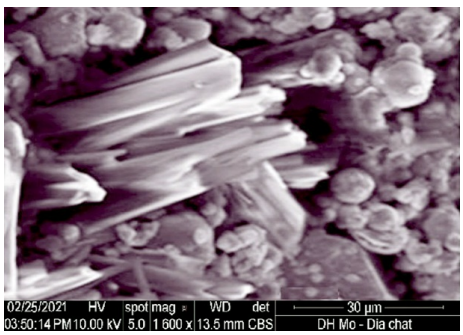
a) Với tỷ lệ tro bay/Xỉ = 65/35



b) Với tỷ lệ tro bay/Xỉ = 55/45



c) Với tỷ lệ tro bay/Xỉ = 45/55



d) Với tỷ lệ tro bay/Xỉ = 35/65

Hình 7. Vi cấu trúc của bê tông cường độ cao không xi măng
với tỷ lệ tro bay nhiệt điện/xỉ lò cao khác nhau tại tuổi 28 ngày

Vi cấu trúc của mẫu bê tông cường độ cao không xi măng được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM) tại phòng thí nghiệm Viện công nghệ cao - Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Kết quả ảnh vi cấu trúc của các mẫu từ BT-01 (TB/Xi = 65/35) đến mẫu BT-04 (TB/Xi = 35/65) đã được thể hiện trên Hình 7. Quan sát hình ảnh SEM bề mặt mẫu từ kính hiển vi điện tử quét cho thấy không các mẫu bê tông nghiên cứu không có vết nứt trong vi cấu trúc và bề mặt mẫu nhẵn nhưng đã có sự thay đổi về độ rỗng khi tỷ lệ tro bay/xỉ lò cao khác nhau. Khi hàm lượng xỉ lò cao tăng, quan sát bởi ảnh SEM, đã thấy được trong vi cấu trúc vật liệu các pha vô định hình liên tục và sít đặc hơn. Theo Zang và cộng sự [27] cho rằng chỉ có pha vô định hình (SiO_2, Al_2O_3 vô định hình) trong vật liệu Alumino-silicat (tro bay, xỉ luyện kim, xỉ lò cao…) mới tham gia quá trình geopolymer hóa, còn các pha tinh thể như Quatz, mullite ... hầu như không phản ứng geopolymer hóa từ nguyên vật liệu ban đầu. Với ảnh vi cấu trúc ở tuổi 28 ngày cũng đã cho thấy, khi hàm lượng xỉ lò cao lớn, mẫu bê tông cường độ cao thu được có cấu trúc đặc sít và bề mặt mịn hơn nhờ lượng gel geopolymer có dạng Ca-O-Si, Ca-O-Al, N-A-S-H, C-(A)-S-H đã điền đầy vào trong cấu trúc của vật liệu. Vì vậy, chính nhờ cấu trúc vô định hình liên tục và đặc sít này là nguyên nhân làm cho mẫu bê tông nghiên cứu có cường độ nén cao hơn [14, 15].

Sau khi chế tạo và bảo dưỡng trong môi trường không khí, các mẫu thí nghiệm có hiện tượng bị riêu mốc, "mọc lông"… trên bề mặt. Hiện tưởng này do nguyên nhân là dung dịch kiềm kích hoạt còn dư thừa, tồn đọng trong các lỗ rỗng hở và trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Trong môi trường ẩm và chứa khí cacbonic (CO_2), NaOH tác dụng với khí CO_2 … có sẵn trong không khí để tạo thành các muối -sản phẩm làm riêu mốc, "mọc lông"… trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Do đó cần có các nghiên cứu thêm về hàm lượng tối ưu dung dịch kiềm kích hoạt được sử dụng trong bê tông cường độ cao không sử dụng xi măng.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nguồn vật liệu, thải phẩm hiện có trong nước và từ kết quả thực nghiệm trong phạm vi của phòng thí nghiệm đã rút ra một số kết luận như sau:

- Khi hàm lượng xỉ lò cao tăng từ 35% đến 65% trong thành phần bê tông thì độ xòe của hỗn hợp giảm từ 23 cm xuống 19 cm, nhưng khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông tăng từ 2275 kg/m^3 đến 2328 kg/m^3. Đồng thời, sau 60 phút khi nhào trộn hỗn hợp phối liệu xong thì tính công tác của hỗn hợp bê tông đã giảm khoảng từ 20÷35%.

- Trong phạm vi nghiên cứu và từ kết quả thực nghiệm cho thấy, khối lượng thể tích trung bình của hỗn hợp bê tông là 2,3 tấn/m^3 và khối lượng thể tích mẫu bê tông sau khi rắn chắc 28 ngày khoảng 2,28 tấn/m^3. Từ đó cho thấy mẫu bê tông cường độ cao không xi măng nhẹ hơn mẫu bê tông xi măng truyền thống khoảng 5÷10%.

- Khi giảm tỷ lệ tro bay/xỉ lò cao từ 65/35 xuống 35/65 thì các mẫu bê tông cường độ cao hạt mịn không chứa xi măng có cường độ nén dao động từ 70,4 MPa đến 81,5 MPa tại tuổi 28 ngày. Nhưng tỷ số giữa cường độ kéo khi uốn với cường độ nén của các mẫu thí nghiệm tương đồng so với bê tông truyền thống, dao động khoảng 1/10÷1/9.

- Hỗn hợp bê tông sử dụng chất kết dính không xi măng có tốc độ rắn chắc chậm, giá trị cường độ nén trung bình ở tuổi 3, 7 và 14 ngày tuổi lần lượt đạt khoảng 35%, 63% và 83% so với cường độ ở tuổi 28 ngày.

- Từ kết quả SEM của mẫu thí nghiệm cho thấy, khi thành phần xỉ lò cao lớn, hàm lượng ôxít CaO hòa tan trong dung dịch kiềm hoạt hóa tăng, cation Ca^{2+} hòa tan đóng vai trò đầu mối liên kết giữa các lớp geopolymer với các hạt xỉ lò cao tao thành các gel Ca-O-Si; Ca-O-Al; C-S-H hoặc C-(A)-S-H. Các gel này có một vai trò quan trọng là kết dính các hạt cốt liệu cũng như các hạt tro xỉ lại với nhau để tạo thành một khối thống nhất.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung của bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ năm 2021, mã số 2021-MDA *"Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính không xi măng dùng trong xây dựng công trình chịu tác động ăn mòn của nước biển".* Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo; nhóm nghiên cứu mạnh *"Địa kỹ thuật, vật liệu và phát triển bền vững"* của Trường Đại học Mỏ - Địa chất đã trợ để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Thủ tướng Chính phủ (2014). Một số giải pháp thực hiện xử lý tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất phân bón để làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng, theo Quyết định 1696/QĐ-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 23/09/2014

[2] Thủ tướng Chính phủ (2017). Đề án đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và trong các công trình xây dựng, theo Quyết định 426/QĐ-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 12/04/2017

[3] Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diến (2020). Khả năng sử dụng xỉ thải của công nghiệp luyện kim trong sản xuất vật liệu xây dựng. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Bộ công thương, số 43, tháng 10/2020

[4] Thủ tướng Chính phủ (2021). Đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và trong các công trình xây dựng, theo Chỉ thị số 08/TC-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 26/03/2021

[5] Trần Việt Hưng, Đào Văn Đông, Nguyễn Ngọc Long, (2017). Nghiên cứu các tính chất cơ học của bê tông Geopolymer tro bay, Tạp chí Giao thông Vận tải, Số 1/2017

[6] Nguyễn Thanh Bằng, Đinh Hoàng Quân, Nguyễn Tiến Trung (2021). Nghiên cứu sử dụng kết hợp tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao để chế tạo bê tông chất kết dính kiềm hoạt hóa (không sử dụng xi măng) dùng cho các công trình thủy lợi làm việc trong môi trường biển góp phần bảo vệ môi trường. Đề tài NCKH cấp Quốc gia mã số KC.08.21/16-20

[7] Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Нго Суан Хунг, Нгуен Дык Винь Куанг, (2017). Определение деформации мелкозернистого бетона в жидкой сульфатной среде. Журнал «Промышленное и гражданское строительство». №8. С. 82 - 86

[8]. Hwang C.L., Huynh T.P., (2015). Effect of alkali-activator and rice husk ash content on strength development of fly ash and residual rice husk ash-based geopolymers. Construction and Building Materials, 101, 1-9

[9] Kiều Quý Nam, Nguyễn Ánh Dương (2020). Chất kết dính geopolymer trong sản xuất vật liệu xây dựng không nung. Tạp chí Địa chất, loạt A năm 2020, tr.647 -659

[10] Nguyễn Thắng Xiêm (2013). Khả năng ứng dụng tro bay làm phụ gia trong vữa và bê tông trên nền geopolymer. Tạp chí khoa học - Công nghệ thủy sản. Số 1/2013

[11] Ferdous M.W., Kayali O., Khennane A., (2013). A detailed procedure of mix design for fly ash based geopolymer concrete. Conference on FRP in Structures (APFIS 2013), Australia (11-13)

[12] Kumar S., Kumar R., Mehrotra S.P., (2010). Influence of granulated blast furnace slag on the reaction, structure and properties of fly ash based geopolymer. Journal of materials science, 45(3), 607-615

[13] Nguyễn Thanh Bằng, Nguyễn Tiến Trung, Đinh Hoàng Quân (2020). Ảnh hưởng của độ mịn xỉ lò cao đến cường độ bê tông chất kết dính kiềm hoạt hóa. Tạp chí KH&CN Thủy lợi. Số 61, 16-23

[14] `Nguyễn Thanh Bằng, Nguyễn Tiến Trung, Đinh Hoàng Quân (2019). Nghiên cứu đánh giá chất lượng tro xỉ của nhà máy nhiệt điện, luyện kim ở Việt Nam. Tạp chí KH&CN Thủy lợi. 57, 27-38

[15] Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., (2021). Возможность использования золошлаковых отходов и золы рисовой шелухи на геополимерных бетонов для строительства сооружений во Вьетнаме. BDU Journal of Science & Technology, Vol.03 №.01, 2021. 26-40

[16] Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diến, Ngô Xuân Hùng, Bulgakov B.I., Đỗ Minh Chiến, Nguyễn Văn Dương (2020). Sử dụng mô hình thực nghiệm để nghiên cứu các tính chất của bê tông chất lượng cao hạt mịn. Tạp chí Khoa học Kỹ thật Mỏ -Địa chất. Vol, 62(1), 73-84

[17] Tang Van Lam, Kim, D. V., Bulgakov, B. I., & Bazhenova, S. I. (2020). Mathematical Simulation of Bottom Ash Effect and Expanded Polystyrene on the Polystyrene Concrete Properties. In Materials Science Forum (Vol. 974, pp. 312-318). Trans Tech Publications Ltd. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.974.312

[18] Rangan B.V., (2008). Low-calcium, fly-ash-based geopolymer concrete. Concrete construction engineering handbook, Chapter 26, Taylor & Francis

[19] Rattanasak U., Chindaprasirt P., (2009). Influence of NaOH solution on the synthesis of fly ash geopolymer. Minerals Engineering, 22(12), 1073-1078

[20] Lloyd N.A., Rangan B.V., (2010). Geopolymer concrete with fly ash. Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Italy

[21] Nguyễn Như Quý, Mai Quế Anh (2020). Lý thuyết bê tông, NXB Xây dựng, Hà Nội, 210 Tr.

[22] Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Hữu Hanh, Nguyễn Công Thắng, Lê Trung Thành, Văn Viết Thiên Ân, Hoàng Tuấn Nghĩa (2018). Bê tông chất lượng siêu cao, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2018, 300 Tr

[23] Tiêu chuẩn Việt Nam (2014). TCVN 10306:2014. Bê tông cường độ cao - Thiết kế thành phần mẫu hình trụ. Hà Nội

[24] Баженов Ю.М. (2011). Технология бетона. М.: Изд. АСВ., (2011), 528 с. (Bazhenov Yu.M. Công nghệ bê tông. Moscow. Nhà xuất bản ASV., (2011), 528 trang)

[25] Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А., Воронин В.В., Гольденберг Л.Б., (1998). Мелкозернистый бетон. М.: Изд. АСВ., (1998). 148 с. (Bazhenov Yu.M., Magdeev U.Kh., Alimov L.A., Voronin V.V., Goldenberg L.B., (1998). Bê tông hạt mịn. Nhà Xuất bản ASV., (1998). 148 trang)

[26] Tiêu chuẩn Việt Nam (2020). TCVN 2737:2020. Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế. HN

[27] Zhang, G., He, J., Gambrell, R.P., (2010). Synthesis, characterization, and mechanical properties of red mud–based geopolymers. Transportation research record, 2167(1), 1-9

TÍN NGƯỠNG THỜ CÚNG HÙNG VƯƠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG BẢO TỒN PHÁT HUY GIÁ TRỊ DI TÍCH ĐỀN THỜ HÙNG VƯƠNG TẠI HUYỆN TÂN PHÚ TỈNH ĐỒNG NAI

HUNG KINGS WORSHIP AND ORIENTATION FOR CONSERVATION AND PROMOTION OF THE VALUE OF HUNG KING'S TEMPLE IN TAN PHU DISTRICT, DONG NAI PROVINCE

KTS. Phạm Văn Tá[1], KTS. Lê Thị Khánh Hòa[2], ThS. Nguyễn Minh Khôi[3]
[1,2,3] Viện Khoa học công nghệ xây dựng
Email: quocta8285@gmail.com; lekhanhhoa89@gmail.com; nmk.ibst@gmail.com

TÓM TẮT: Trong tiến trình lịch sử của dân tộc Việt Nam, thời đại các vua Hùng đánh dấu một mốc quan trọng, là nền tảng cho việc từng bước hình thành phát triển quốc gia. Với truyền thống nhớ ơn tổ tiên, đền thờ Hùng Vương được lập và xây dựng ở nhiều tỉnh thành trong cả nước. Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương là một tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên độc đáo, giàu bản sắc văn hóa của người Việt. Theo đó, vào năm 1960, người dân xã Phú Sơn, huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai đã xây dựng ngôi đền thờ Hùng Vương, thể hiện tấm lòng nhớ về cội nguồn dân tộc. Thấy được giá trị lớn lao của Đền, Uỷ ban nhân dân tỉnh Đồng Nai quyết định xếp hạng di tích cấp tỉnh và đề ra phương án tôn tạo phát huy giá trị lịch sử của di tích này. Bài viết với nội dung tập hợp những thông tin quan trọng về tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương và đề xuất một số định hướng bảo tồn, phát huy giá trị di tích đền thờ Hùng Vương tại huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai.

TỪ KHÓA: đền thờ, Hùng Vương, bảo tồn di tích.

ABSTRACTS: *In the historical process of Vietnam, the era of Hung Kings marked an important milestone. This was the foundation for the national development. Hung King temple was established and built in many provinces in the tradition of remembering ancestors. Worshiping Hung King is a unique ancestor worship belief of Vietnamese. Accordingly, in 1960, the people of Phu Son commune, Tan Phu district, Dong Nai province built a temple to worship Hung King, expressing their nostalgia for the nation. The People Committee of Dong Nai was seeing the great value of the temple and decided to rank the provincial relic and proposed a plan to embellish and promote the historical value of this relic. This article gathers important information about Hung King worshipng beliefs and proposes some orientation to preserve and promote the value of Hung King temple relic in Tan Phu distric, Dong Nai province.*

KEYWORDS: *temple, Hung King, relic preservation.*

1. TÍN NGƯỠNG THỜ CÚNG HÙNG VƯƠNG Ở VIỆT NAM

Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương là một tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên độc đáo, giàu bản sắc văn hóa của người Việt. Theo PGS.TS. Đặng Văn Bài, tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương là đỉnh cao và là sự thăng hoa từ tín ngưỡng thờ tổ tiên của người Việt Nam. GS.TS. Trương Quốc Bình đã nhận xét: Xuất phát từ những đặc điểm địa - chính trị và địa - văn hóa, ở Việt Nam, tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên còn được phát triển thành tín ngưỡng thờ Quốc Tổ, khi cả quốc gia dân tộc tự coi mình là có chung một nguồn gốc (đồng bào), rồi lập nên một khu mộ tổ chung và đặt ra một ngày giỗ chung để thực hành những nghi lễ thờ cúng và tưởng niệm Vua Hùng - vị Quốc Tổ chung của

cả quốc gia dân tộc Việt Nam". GS.TS. Lê Hồng Lý cũng đã nhìn nhận: Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở nước ta như một sự tiếp nối của tín ngưỡng thờ cúng để trở thành một biểu tượng phản ánh sự cố kết của cộng đồng các dân tộc Việt Nam. Từ tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên đến tín ngưỡng thờ cúng Vua Hùng là một quá trình hình thành và xây dựng một biểu tượng quốc gia. Biểu tượng ấy nhằm củng cố cộng đồng trước nhu cầu tồn tại và phát triển quốc gia. Trong *Lời giới thiệu* sách *Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Việt Nam*, GS.TS. Tạ Ngọc Tấn cũng đã nhận định: Trên thế giới có nhiều tộc người, nhiều quốc gia thờ cúng tổ tiên ở các mức độ và dạng thức khác nhau, nhưng thờ cúng Hùng Vương dưới dạng thờ Quốc Tổ thì chỉ có ở người Việt và ở Việt Nam.

Những giá trị nổi bật về sự phổ cập rộng rãi và truyền thống lâu đời của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương, sự đóng góp tích cực của cộng đồng người Việt trong việc bảo tồn sức sống của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương trên mọi miền Tổ quốc, lan tỏa rộng rãi trong cộng đồng người Việt ở nước ngoài như một bản sắc văn hóa truyền thống được duy trì, kế tục và phát huy chính là một trong những tiêu chí để ngày 6-12-2012, UNESCO công nhận tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Phú Thọ (Việt Nam) là di sản văn hóa phi vật thể đại diện của nhân loại. Và tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương cũng là di sản văn hóa thế giới duy nhất ở loại hình tín ngưỡng. Nghiên cứu về giá trị và sức sống của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương, theo GS.TS. Trương Quốc Bình: Từ hàng ngàn đời này, trong đời sống tâm linh của người Việt, vua Hùng vẫn luôn luôn có vị trí quan trọng đặc biệt như một biểu tượng văn hóa cụ thể, một thực thể tâm linh thiêng liêng khác hẳn với những biểu tượng tín ngưỡng tôn giáo trên thế giới. Chính vì thế, từ hàng trăm năm nay, từ cội nguồn của dân tộc ở châu thổ Bắc Bộ, tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương được cha ông ta mang theo như một tài sản quý trong suốt hành trình mở cõi trên những vùng đất mới mà hệ thống các di tích thờ Hùng Vương là những minh chứng sinh động về sự lan tỏa của hình thức tín ngưỡng đặc biệt này. Cho đến nay, có thể khẳng định, tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương tụ nguồn từ tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên truyền thống với triết lý "con người có tổ có tông" và "uống nước nhớ nguồn", cơ sở của đạo lý đoàn kết, thương yêu, đùm bọc lẫn nhau được phổ cập và thực hành như một trong những sinh hoạt văn hóa tâm linh không thể thiếu trong xã hội đương đại.

Về ngày lễ giỗ tổ Hùng Vương, nhà nghiên cứu văn hóa dân gian Phạm Bá Khiêm đã tổng kết: Năm 1917, Nhà nước định lệ chính thức Giỗ Tổ Hùng Vương vào ngày mùng mười tháng 3 âm lịch hàng năm. Ngày 18/2/1946, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã ký sắc lệnh cho người lao động được nghỉ ngày mồng 10 tháng 3 âm lịch hàng năm để tổ chức các hoạt động Giỗ Tổ Hùng Vương. Ngày 6 tháng 11 năm 2001, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Nghị định số 82/2001/NĐ-CP về nghi lễ Nhà nước; trong đó quy định chi tiết vế nghi lễ tổ chức giỗ Tổ Hùng Vương hàng năm (năm tròn, năm chẵn, năm lẻ quy theo năm dương lịch). Ngày 11/4/2007, chủ tịch nước Cộng hòa XHCN Việt Nam đã ký Lệnh công bố Luật sửa đổi, bổ sung Điều 73 của bộ Luật Lao động. Theo đó người lao động được nghỉ làm việc, hưởng nguyên lương trong ngày giỗ Tổ mùng 10 tháng 3 âm lịch hàng năm để tham gia các hoạt động hướng về cội nguồn dân tộc.

2. ĐỀN THỜ HÙNG VƯƠNG Ở PHÚ THỌ

Đền thờ Hùng Vương ở Phú Thọ hay Khu di tích lịch sử Đền Hùng chính là điểm xuất phát của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương của dân tộc ta. Các di tích chính hình thành nên Không gian văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương (phần vận thể) tại Khu di tích lịch sử Đền Hùng được chúng tôi trích dẫn từ sách *Đền Hùng và Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương* của nhà nghiên cứu dân gian Phạm Bá Khiêm. Cụ thể các hạng mục chính như sau:

- Núi Hùng (núi Nghĩa Lĩnh, núi Cả): là ngọn núi lớn nhất vùng (có độ cao 175m so với mặt biển), cùng với núi Trọc, núi Vặn đều có độ cao vượt trội trên 100m, là ba ngọn tổ sơn được cư dân địa phương truyền ngôn là "Tam sơn cấm địa" (3 ngọn núi cấm, núi thiêng). Cho đến nay, chúng ta vẫn còn thấy sự phong phú của các dạng hình kiến trúc và tín ngưỡng hiện còn phổ biến trên núi Hùng. Đó là tín ngưỡng thờ Phật tại ngôi chùa Thiên Quang, thờ thần núi - Các Vua Hùng là những người có công với nước tại đền Hạ, đền Trung, đền Thượng và thờ 2 bà công chúa Tiên Dung - Ngọc Hoa con Vua Hùng thứ 18 tại đền Giếng.

- Cổng đền: Được xây dựng vào năm Khải Định thứ 2 (1917).

- Nhà bia: Được xây dựng năm 1917, trước đây đặt tấm bia ghi việc làm sửa đường lên núi Hùng, hiện nay đặt tấm bia đá, nội dung ghi lời căn dặn của Chủ tịch Hồ Chí Minh khi Người về thăm Đền Hùng ngày 19 tháng 9 năm 1954: *"Các Vua Hùng đã có công dựng nước, Bác cháu ta phải cùng nhau giữ lấy nước"*.

- Đền Hạ: Đền Hạ được xây dựng lại trên nền đất cũ vào thế kỷ XVII-XVIII. Tương truyền nơi đây, Mẹ Âu Cơ sinh ra bọc 100 trứng, sau nở thành 100 người con trai, nguồn gốc của cộng đồng người Việt, nghĩa "đồng bào" (cùng bọc) được bắt nguồn từ đây.

- Đền Trung (Hùng Vương Tổ Miếu): Tương truyền là nơi Vua Hùng cùng các Lạc Hầu, Lạc Tướng du ngoạn ngắm cảnh thiên nhiên và họp bàn việc nước. Căn cứ vào phế tích các vật liệu kiến trúc xây dựng đã tìm được qua các cuộc khai quật khảo cổ học, cho thấy: Vào thời Trần và có thể trước đó, tại khu vực Đền Trung cũng như khu vực Đền Hạ và Đền Thượng, đã xuất hiện các kiến trúc tín ngưỡng và tôn giáo. Đền Trung là công trình kiến trúc tín ngưỡng thờ các Vua Hùng được xây dựng lại, kiểu dáng kiến trúc còn tồn tại đến ngày nay. Năm 1998 đền được đại trùng tu.

- Đền Thượng và lăng Hùng Vương: Đền Thượng: "Kính Thiên Lĩnh Điện" (điện thờ trời trên núi Nghĩa Lĩnh). Tương truyền rằng thời Hùng Vương, Vua Hùng thường lên đỉnh núi Nghĩa Lĩnh để tiến hành nghi lễ tín ngưỡng của cư dân nông nghiệp thờ trời đất, thờ thần lúa, cầu mong mưa thuận gió hòa, mùa màng tươi tốt, nhân khang vật thịnh. Thời Nguyễn đền được tôn tạo và mở mang qua các đời vua, từ Minh Mệnh - Tự Đức - Duy Tân đến Khải Định. Đặc biệt từ năm 1914 đến 1922, triều đình nhà Nguyễn cấp tiền, cử quan tuần phủ về giám sát, tu sửa và mở rộng đến Thượng. Kiểu dáng kiến trúc được giữ nguyên từ đó đến nay; Lăng Hùng Vương: Tương truyền là mộ của Vua Hùng thứ 6, lăng nằm ở phía đông Đền Thượng. Xưa có thể là mộ đất, thời Tự Đức năm thứ 27 (1870) cho xây mộ, dựng lăng. Thời Khải Định tháng 7 (1922), trùng tu lại.

- Đền Giếng (tên chữ là Ngọc Tỉnh): Tương truyền là nơi hai bà công chúa Tiên Dung, Ngọc Hoa (con gái của Vua Hùng thứ 18) thường soi gương, vấn tóc khi theo cha đi kinh lý qua vùng này. Đền xây dựng vào thế kỷ XVIII. Năm Khải Định thứ 7 (1922) trùng tu lại. Năm 1998 được đại trùng tu.

- Đền Quốc Mẫu Âu Cơ: Được bắt đầu xây dựng năm 2001 và khánh thành tháng 12 năm 2004. Đền được xây dựng trên núi Ốc Sơn (Núi Vặn).

- Đền thờ Quốc Tổ Lạc Long Quân: Đến Lạc Long Quân được xây dựng tại đồi Sim, cách núi Nghĩa Lĩnh khoảng 1km. Ngôi đền được đưa vào sử dụng đầu năm 2009.

Hình 1. Toàn cảnh đền thờ Hùng Vương ở Phú Thọ (nguồn: Internet)

3. BẢO TỒN VÀ PHÁT HUY GIÁ TRỊ DI SẢN VĂN HÓA PHI VẬT THỂ TÍN NGƯỠNG THỜ CÚNG HÙNG VƯƠNG

Về sự lan tỏa của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương, PGS.TS. Đặng Văn Bài đã nhận định: Theo số liệu thống kê của Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch, hiện nay trong cả nước có 1417 di tích thờ Hùng Vương và các nhân vật liên quan đến thời đại Hùng Vương (Lạc Long Quân, Âu Cơ, các tướng lĩnh của Vua Hùng...). Việc lập đền thờ Vua Hùng tại nhiều tỉnh thành phố từ Bắc chí Nam chứng minh rằng tín ngưỡng thờ Quốc Tổ có vai trò quan trọng trong đời sống con dân Đất Việt từ xưa đến nay và đặc biệt thời gian gần đây, tín ngưỡng thờ Hùng Vương thể hiện rõ rệt nhất về nhu cầu trở về cội nguồn dân tộc, ý thức dân tộc ngày càng được khắc sâu trong tâm thức mọi người. Việc xây dựng mạng lưới các đình, đền thờ Hùng Vương trên khắp cả nước và tạo lập ra các hình thức nghi lễ, phong tục tập quán, lối sống, đặc biệt là lễ hội truyền thống làm cho mạng lưới các thiết chế tín ngưỡng thờ Vua Hùng cắm rễ sâu vào đời sống văn hóa của cộng đồng cư dân các địa phương một cách vững chắc và liên tục nhiều đời là bằng chứng vật chất về sáng tạo văn hóa Việt Nam. Cũng theo PGS.TS. Đặng Văn Bài, cấu trúc về không gian và nội dung cốt lõi trong tín ngưỡng thờ Quốc Tổ như sau: Hệ thống các công trình kiến trúc (đền, đình, miếu thờ, các khu tưởng niệm) được xây dựng trong khu vực cảnh quan thiên nhiên đẹp hoặc các khu công viên văn hóa... đó là những không gian vật chất có tính thiêng dành cho các hoạt động tín ngưỡng dân gian; Hệ thống các huyền thoại, truyền thuyết, thần phả, sắc phong liên quan tới

các Vua Hùng và các vị tướng lĩnh; Hệ thống các nghi thức thiêng liêng, lễ hội truyền thống dưới hình thức ngày Giỗ Tổ hoặc dâng hương tưởng niệm Vua Hùng; Các đồ thờ tự trong nội thất các ngôi đền, đình miếu thờ cùng các đồ lễ, vật phẩm (hương hoa, oản quả) dâng cúng trong ngày Giỗ Tổ.

Nghiên cứu về bảo tồn và phát huy giá trị của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương, PGS.TS. Lê Vĩnh Lợi đã đề xuất một số giải pháp bảo tồn và phát huy giá trị của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương như sau: Đẩy mạnh việc nghiên cứu để có nhận thức thống nhất về thời đại Hùng Vương; Nghiên cứu toàn diện, trên cơ sở tiếp cận mới, góc nhìn mới để nhận diện chính xác hệ giá trị văn hóa và ý nghĩa của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương trong thời đại ngày nay; Tiếp tục tiến hành bổ sung, cập nhật danh mục thống kê về di sản văn hóa của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương; Xây dựng chính sách chung cũng như đề án bảo vệ, phát huy vai trò của các giá trị văn hóa của tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương trong đời sống xã hội; Đẩy mạnh tuyên tuyền, giáo dục, nâng cao nhận thức của cán bộ và mọi người dân về các giá trị văn hóa đặc sắc và ý nghĩa của văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương đối với sự nghiệp xây dựng và bảo vệ Tổ quốc; Khuyến khích, tạo điều kiện và hỗ trợ để các cộng đồng thực hiện vai trò chủ thể của các hoạt động sáng tạo, duy trì và chuyển giao cho các thế hệ sau giá trị văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương; Tăng cường quản lý nhà nhà nước đối với hoạt động tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương.

4. TÍN NGƯỠNG THỜ CÚNG HÙNG VƯƠNG Ở NAM BỘ

Theo PGS.TS. Phan An trong nghiên cứu về Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Nam Trung Bộ và Nam Bộ: Trong hành trình mở cõi, hành trang của những thế hệ cư dân Việt ban đầu ấy không chỉ dựa trên sức mạnh, kinh nghiệm mà còn tìm là chỗ dựa tâm linh, truyền thống cội nguồn. Trước tiên đó là sự phù trợ của ông bà, tổ tiên cho con cháu trong công cuộc khai hoang mở đất. Thờ cúng Vua Hùng là một dạng thức thờ cúng tổ tiên, cầu mong tổ tiên và các Vua Hùng phù trợ cho con cháu đang lang bạt nơi cùng trời cuối đất phương Nam. Cũng theo PGS.TS. Phan An, tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Nam Trung Bộ và Nam Bộ có những nét tương đồng với nhiều vùng miền ở phía Bắc nước ta. Hùng Vương được người dân xem như một vị tổ có công dựng nước Việt Nam. Thờ cúng Hùng Vương là tỏ lòng biết ơn các thế hệ cha ông có công dựng nước và giữ nước. Tuy nhiên, do những điều kiện lịch sử nhất định, tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở phía Nam cũng có những nét riêng. Đó là tâm thức về Hùng Vương còn xen lẫn với các vị thần linh, những vị thánh một thời dựng nước và giữ nước như Quốc mẫu Âu Cơ, Lạc Long Quân, Thánh Gióng và cả Trần Hưng Đạo, Lê Văn Duyệt...

Ở một nghiên cứu khác về tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương tại thành phố Hồ Chí Minh và vùng phụ cận, PGS.TS. Huỳnh Quốc Thắng cũng đã cung cấp một số thông tin sau: Với điều kiện lịch sử riêng, đền thờ và việc thờ phụng cùng các sinh hoạt tưởng niệm Vua Hùng ở Thành phố Hồ Chí Minh và các vùng phụ cận xuất hiện khá muộn so với các địa phương ở Trung Bộ và Bắc Bộ: Bắt đầu từ những năm 1950, việc thờ phụng diễn ra tại đền, miếu riêng gọi là chính tự (thờ chính) và tại các thiết chế tín ngưỡng dân gian như đình, đền, lăng, miếu gọi là phối tự (thờ phụ) hoặc gắn với các thiết chế văn hóa mới, tiêu biểu như:

- Đền thờ Quốc Tổ Hùng Vương ở Kiên Giang (ấp Đông Bình, xã Thạnh Đông B, huyện Tân Hiệp) hình thành từ năm 1957, ngoài thờ các Vua Hùng còn phối tự thờ Trần Hưng Đạo, Chủ tịch Hồ Chí Minh và Cửu Huyền Thất Tổ.

- Đền thờ Hùng Vương ở tỉnh Đồng Nai (khu phố 3, phường Bình Đa, thành phố Biên Hòa) xây năm 1968, khánh thành 1971, ngoài thờ Quốc Tổ Hùng Vương còn kết hợp thờ quan văn, quan võ và Chủ tịch Hồ Chí Minh.

- Đền thờ Vua Hùng ở tỉnh Bình Phước (như một thiết chế văn hóa của đồn điền cao su Phú Riềng) thành lập năm 2000 nhân kỷ niệm 70 năm thành lập Đảng, 55 năm ngày Quốc khánh 2/9.

- Các nơi thờ Hùng Vương ở Thành phố Hồ Chí Minh:

+ Đền thờ Hùng Vương ở Thảo Cầm Viên: được xây dựng từ thời Pháp thuộc, ban đầu thờ Khổng Tử. Sau năm 1975, cơ sở thờ tự này được đổi tên là Đền Hùng Vương, đối tượng thờ chủ yếu là thờ Vua Hùng và các anh hùng dân tộc;

+ Khu tưởng niệm các Vua Hùng tại công viên văn hóa Thành phố (vườn Tao Đàn cũ) được xây dựng năm 1992;

+ Năm 1995, Khu du lịch văn hóa Suối Tiên (Thành phố Hồ Chí Minh trực tiếp chỉ đạo xây dựng) khánh thành và bắt đầu hoạt động, trong đó có một khu tưởng niệm các Vua Hùng;

+ Quy mô lớn nhất là Khu tưởng niệm các Vua Hùng trong Khu công viên lịch sử - văn hóa dân tộc với công trình trung tâm là Đền tưởng niệm các Vua Hùng giai đoạn khánh thành năm 2009.

Hình 2. Đền tưởng niệm các vua Hùng, quận 9, thành phố Hồ Chí Minh (nguồn: Internet)

Bên cạnh tâm thức chung, thờ cúng các Vua Hùng ở Thành phố Hồ Chí Minh và các vùng phụ cận còn mang những nét đặc thù nhất định cả về nội dung lẫn ý nghĩa, mang tính chất vùng miền, địa phương trong mối quan hệ với tiến trình lịch sử dân tộc. Đó chính là tinh thần thủy chung son sắt luôn hướng về cội nguồn dân tộc, về tổ tiên xưa đã dày công tạo dựng bờ cõi đất nước. Hàng chục nơi thờ cúng các Vua Hùng tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh Nam Bộ tuy mang tính chất "thờ vọng" nhằm hướng về đất tổ bằng tấm lòng thành, nhưng nội dung và hình thức lễ hội không kém phần trang trọng, thiêng liêng, đông đảo người tham dự với một tâm thức đặc biệt.

5. TÍN NGƯỠNG THỜ CÚNG HÙNG VƯƠNG Ở ĐỒNG NAI

Đồng Nai là địa phương có nhiều cư dân từ nhiều vùng miền trong cả nước tập trung về làm ăn sinh sống. Để thể hiện tinh thần hướng về nguồn cội, hướng về tổ tiên nhiều đền thờ vọng Quốc tổ Hùng Vương đã được các cộng đồng dân cư tại Đồng Nai thiết lập như: Đền Hùng Vương ở phường Bình Đa, thành Phố Biên Hòa, Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương ở xã Phú Sơn, huyện Tân Phú, công viên văn hóa Hùng Vương ở thị trấn Trảng Bom, huyện Trảng Bom. Bên cạnh đó, còn có nhiều điểm kết hợp thờ Quốc Tổ Hùng Vương tại các đình làng (Ví dụ: đình Hưng Lộc, xã Hưng Lộc, huyện Thống Nhất...). Ngoài ra, nhiều ngôi trường lớn trong tỉnh cũng được đặt tên là Hùng Vương tại thành phố Biên Hòa, Long Khánh, các huyện Vĩnh Cửu, Trảng Bom, Định Quán.

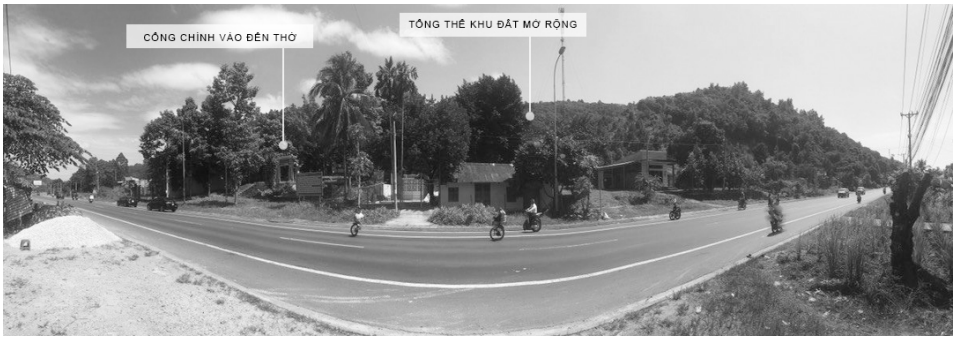
Hàng năm, vào dịp giỗ tổ, tại các điểm thờ Quốc tổ Hùng Vương đều tổ chức các nghi thức giỗ tổ trang trọng với sự tham gia của chính quyền, người dân địa phương và du khách trên địa bàn đến dâng hương, hướng về cội nguồn dân tộc. Cùng với lễ giỗ tổ, nhiều hoạt động văn hóa cũng được tổ chức như: nấu bánh chưng, bánh giầy; kết mâm ngũ quả; biểu diễn đờn ca tài tử; trình diễn thư pháp, ẩm thực; trò chơi dân gian… Các nơi thờ tự Quốc tổ Hùng Vương và các hoạt động nghi lễ, sinh hoạt văn hóa trong dịp giỗ tổ tại Đồng Nai chính là sự thể hiện đậm nét lòng thành kính, vun đắp và lưu truyền tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương để thể hiện sự biết ơn với vị thủy Tổ, cũng như mong được phù hộ cho quốc thái - dân an của nhân dân nơi đây. Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương chính là nét đẹp văn hóa truyền thống hướng về đất Tổ của người dân Đồng Nai, nâng cao truyền thống đạo lý "uống nước nhớ nguồn" và lòng tôn kính đối với tổ tiên của dân tộc Việt Nam. Lễ giỗ tổ được tổ chức hàng năm tại các địa phương ở Đồng Nai cũng nhằm quảng bá các giá trị văn hóa, góp phần thúc đẩy phát triển du lịch của tỉnh.

Hình 3. Công viên văn hóa Hùng Vương, Trảng Bom, Đồng Nai (nguồn: Internet)

6. DI TÍCH ĐỀN THỜ QUỐC TỔ HÙNG VƯƠNG Ở HUYỆN TÂN PHÚ, ĐỒNG NAI

Đền thờ Quốc Tổ Hùng Vương được xây dựng vào năm 1960 do cư dân các tỉnh miền Bắc (Vĩnh Phúc, Hà Đông, Cao Bằng, Lạng Sơn...) di cư vào vùng Phú Sơn lập nên trên khu đất công của làng. Ban đầu, đền có diện tích khoảng 30m^2 bằng các vật liệu địa phương (gỗ, tranh, tre, nứa, lá) để thờ cúng Vua Hùng và các vị Phúc Thần. Sau một thời gian, công trình bị xuống cấp,

năm 1973, ngôi đền được trùng tu và thay thế một số vật liệu có tính vững bền hơn: bộ khung gỗ, mái tôn, vách ván gỗ. Năm 1991, công trình được trùng tu một lần nữa bằng các loại vật liệu kiên cố hơn: mái ngói, tường gạch, vì kèo gỗ, nền láng xi măng; ngoài ra Tiền điện, miếu thờ Thổ công cũng đã được xây vào thời gian này. Ban Quý tế đã đưa mẹ Âu Cơ và Chủ tịch Hồ Chí Minh vào thờ trong Chánh điện.



Hình 4. Tổng thể khu đất mở rộng nhìn từ đường quốc lộ 20 (nguồn: Tác giả)

Đối tượng thờ cúng bao gồm: Quốc tổ Hùng Vương, Mẹ Âu Cơ, Đức thánh Trần Hưng Đạo, Chủ tịch Hồ Chí Minh. Các lễ hội tại di tích bao gồm: lễ chính là lễ giỗ Tổ Hùng Vương (10/3 âm lịch) và lễ phụ là lễ giỗ Đức thánh Trần Hưng Đạo (20/8 âm lịch); lễ dâng hương ngày 2/9 (ngày mất Bác Hồ); lễ Thượng Ngươn ngày 10/1 âm lịch; lễ Tất niên ngày 20/12 âm lịch.

Cổng - bình phong - sân đền - điện thờ

Điện thờ chính nhìn từ hướng Tây Nam

Miếu thờ Thổ địa

Tiền điện và chính điện

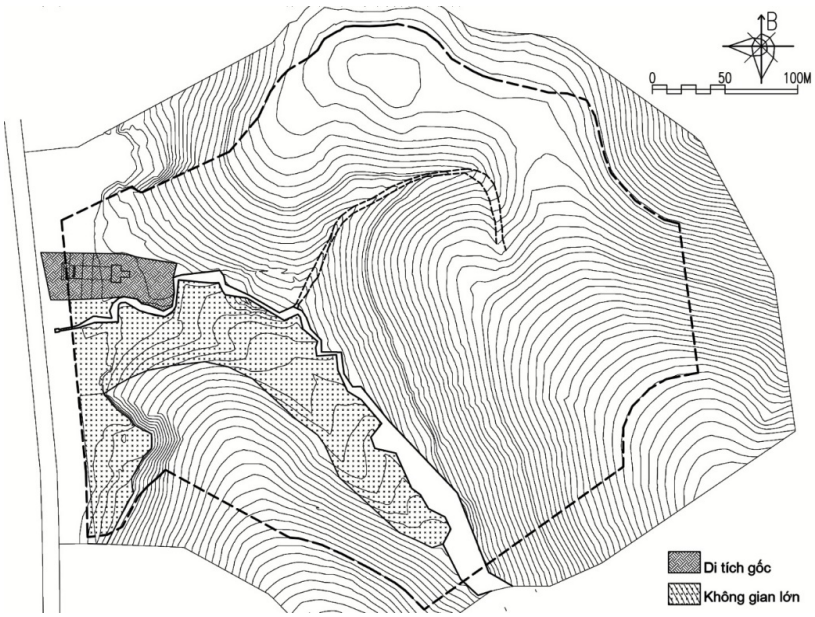
Hình 5. Hiện trạng một số hạng mục trong di tích đền thờ Quốc tổ Hùng Vương, huyện Tân Phú, Đồng Nai (nguồn: Ảnh chụp bởi tác giả)

Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương xã Phú Sơn, huyện Tân Phú mang nhiều giá trị lịch sử. Đây là một trong những đền thờ Hùng Vương được xây dựng sớm nhất trên địa bàn tỉnh của những lớp người Việt di cư từ các tỉnh thành miền Bắc vào định cư, lập nghiệp tại Đồng Nai. Việc xây dựng đền thờ Quốc tổ Hùng Vương trên quê hương mới thể hiện đạo lý "Uống nước nhớ nguồn", tưởng nhớ, tri ân vua Hùng - vị Quốc tổ đã có công dựng lên Nhà nước Văn Lang - Nhà nước đầu tiên của dân tộc Việt Nam, hướng con người về với cội nguồn dân tộc; là cầu nối quá khứ với hiện tại và tương lai, khơi dậy lòng tự hào về truyền thống dân tộc.

Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương và hoạt động lễ Giỗ tổ hùng Vương hàng năm của chính quyền và nhân dân xã Phú Sơn, huyện Tân Phú mang nhiều trị văn hóa, giáo dục truyền thống, góp phần kết nối cộng đồng, xây dựng và củng cố tình đoàn kết các dân tộc sinh sống tại địa phương tạo nên sức mạnh chống chọi với sự khắc nghiệt của tự nhiên và đấu tranh chống ngoại xâm xứng danh con cháu Rồng-Tiên; là điểm tựa tinh thần, sợi chỉ đỏ tâm linh vững chắc tạo nên sự cố kết bền chặt trong quốc gia, dân tộc.

7. ĐỊNH HƯỚNG BẢO TỒN, TÔN TẠO VÀ PHÁT HUY GIÁ TRỊ DI TÍCH ĐỀN THỜ QUỐC TỔ HÙNG VƯƠNG, HUYỆN TÂN PHÚ, TỈNH ĐỒNG NAI

Kể từ khi được khởi dựng từ năm 1960 cho đến nay, Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương đã trải qua 02 lần trùng tu mở rộng để có được hình ảnh như ngày nay. Sau 60 năm kể từ ngày Đền được tạo lập, cộng đồng dân cư ở huyện Tân Phú đã phát triển không ngừng, kéo theo nhu cầu sinh hoạt văn hóa, tín ngưỡng ngày càng tang. Không những vậy, trong các dịp nghi lễ, bên cạnh người dân địa phương, Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương tại Tân Phú còn có sự tham gia của nhân dân các địa bàn lân cận. Với diện tích tổng thể hiện trạng khoảng 2.700m^2 (bao gồm kiến trúc và khuôn viên), di tích Đền thờ Hùng Vương hiện nay cần mở rộng quy mô để đáp ứng nhu cầu sinh hoạt tín ngưỡng, tinh thần đoàn kết, hướng về nguồn cội của nhân dân ngày càng tăng. Cùng với đó, với lợi thế nằm trong một khung cảnh tự nhiên rộng lớn, việc hình thành một không gian tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương tại Đền thờ Hùng Vương, huyện Tân Phú nhằm góp phần bảo tồn, duy trì di sản văn hóa phi vật thể đã được UNESCO công nhận tại khu vực Nam Bộ là hợp lý và cần thiết.



Hình 6. Mối tương quan giữa khu vực di tích gốc và không gian lớn xung quanh (nguồn: Tác giả)

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu về tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương đã nêu, một số vấn đề cần quan tâm trong công tác bảo tồn, tôn tạo và phát huy giá trị di tích Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương, huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai như sau:

- Các kết quả nghiên cứu về Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương tại Việt Nam cho thấy, việc bảo tồn tôn tạo và phát huy giá trị di tích Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương tại Tân Phú chính là sự kế thừa và tiếp nối truyền thống một bản sắc văn hóa truyền thống của dân tộc, góp phần gắn kết cộng đồng xã hội, giáo dục lòng yêu nước, thành kính với tổ tiên. Ngoài ra, công tác bảo tồn, tôn tạo phải hướng đến sự hình thành không gian văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương đã được thừa nhận giá trị trên toàn cầu.

- Các hạng mục thuộc Khu di tích Đền Hùng tại Phú Thọ chính là những thông tin tham khảo cho công tác tôn tạo và phát huy giá trị di tích Đền thờ Quốc Tổ Hùng Vương tại huyện Tân Phú, Đồng Nai. Qua đó, hình thành không gian văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương cho tổng thể di tích.

- Từ các nghiên cứu về bảo tồn và phát huy giá trị Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương cho thấy, việc bảo tồn tôn tạo Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương ở Tân Phú là hoàn toàn phù hợp với các định hướng của các chuyên gia. Thứ nhất, Đền thờ Hùng Vương ở Tân Phú nằm trong một vùng cảnh quan thiên nhiên đẹp, mang đầy đủ các lễ nghi, lễ hội truyền thống đã được công nhận là di tích cấp tỉnh. Thứ hai, việc bảo tồn tôn tạo sẽ góp phần đẩy mạnh hơn nữa tuyên tuyền, giáo dục, nâng cao nhận thức của cán bộ và mọi người dân về các giá trị văn hóa đặc sắc và ý nghĩa của văn hóa tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương đối với cộng đồng dân cư đang ngày càng phát triển tại Tân Phú. Thứ ba, việc bảo tồn tôn tạo Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương ở Tân Phú chính là sự chung tay của các cơ quan quản lý nhà nước với cộng đồng dân cư - những chủ thể văn hóa.

Hình 7. Một đề xuất phương án cho dự án Quy hoạch Tổng thể Bảo tồn, Tôn tạo Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương

- Qua các nghiên cứu về Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Nam Bộ, có thể nói, việc hình thành Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương tại huyện Tân Phú, Đồng Nai là một tất yếu khách quan của lịch sử. Nó thể hiện nhu cầu về văn hóa, tín ngưỡng, hướng về nguồn cội của người dân Nam Bộ

mà cộng đồng dân cư ở Tân Phú, Đồng Nai là một bộ phận. Công tác bảo tồn, tôn tạo Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương tại Tân Phú sẽ góp phần bảo tồn và phát huy giá trị tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương tại khu vực Nam Bộ nói riêng và trên cả nước nói chung.

- Các thông tin về Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Đồng Nai và các địa điểm thờ tự trong đó có Đền thờ Hùng Vương ở Tân Phú cho thấy rằng, nhân dân Đồng Nai luôn có ý thức hướng về nguồn cội, kính ngưỡng tổ tiên. Ý thức đó luôn được gìn giữ, lưu truyền và ngày càng được bồi đắp phát triển, góp phần gìn giữ, cố kết khối đại đoàn kết dân tộc. Quá trình hình thành trong lịch sử và công tác bảo tồn, tôn tạo và phát huy giá trị Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương tại Tân Phú chính là một trong những minh chứng cho điều này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ban Quản lý di tích Danh thắng Đồng Nai (2017). *Lý lịch khoa học Di tích lịch sử Đền thờ Quốc tổ Hùng Vương, xã Phú Sơn, huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai*. Đồng Nai

[2] Phạm Bá Khiêm (2013). *Đền Hùng và Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương.* NXB Văn hóa Thông tin, Hà Nội

[3] Tạ Ngọc Tấn chủ biên (2015). *Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương ở Việt Nam.* NXB Lý luận Chính trị, Hà Nội

[4] Thu Giang, Minh Vương (2019). *Đậm nét văn hóa Hùng Vương ở Đồng Nai.* http://baophutho.vn/den-hung/201904/dam-net-van-hoa-hung-vuong-o-dong-nai-164073

[5] Ly Na (2019). *Đền thờ Hùng Vương, ngưỡng vọng tiền nhân.* https://www.dongnai.gov.vn/Pages/newsdetail.aspx?NewsId=164899&CatId=112

.

NHỮNG PHÁT HIỆN BAN ĐẦU VỀ NHÓM THÁP CHĂM KHƯƠNG MỸ - QUẢNG NAM

INITIAL FINDINGS ABOUT THE TEAM OF KHUONG MY TOWER GROUP - QUANG NAM

KS. Lê Khắc Thái Sơn[1], ThS. Phạm Hồng Trường[2], HS. Nguyễn Thượng Hỷ[3]
[1,2,3]Viện Khoa học công nghệ xây dựng
Email: khacson1009@gmail.com; Hongtruong.ibst@gmail.com

TÓM TẮT: Di tích Khương Mỹ thuộc xã Tam Xuân 1, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam, cách thành phố Tam Kỳ 2km về phía Nam. Nhóm tháp Khương Mỹ gồm 3 tháp, xếp thành hàng theo trục Bắc Nam, cửa ra vào ở hướng Đông, là kiểu tháp Champa truyền thống với mặt bằng gần vuông, mái tháp gồm 3 tầng, tầng trên là hình ảnh thu nhỏ của phần dưới, trên cùng có chóp bằng sa thạch. Trong quá trình thi công tu bổ dự án: Bảo tồn, tu bổ phục hồi tháp Bắc tháp Giữa thuộc di tích tháp Chăm Khương Mỹ; hạng mục: Phần thân tháp và cửa hướng Đông. Nhóm tác giả có những phát hiện như sau: Về hoa văn và các đề tài chạm khắc: thể hiện các hình ảnh về thần Vishnu, về con thú thiêng như chim thần Garuda (bằng gạch trên tháp Giữa), hình con khỉ trang trí ở chân đế tháp, phải chăng đây là khu vực trung tâm của khu đền thờ thần Vishnu. Từ những trang trí này so sánh với bản vẽ người Pháp để lại thì những hoa văn, những đề tài trang trí khá phong phú. Có thể người Pháp đã không phát hiện được và có thể đây là hình ảnh của những sử thi? Biểu tượng mà theo các nhà chuyên môn cho rằng: các trang trí này có liên quan đến thần Vishnu. Các hoa văn chạm trên đá và gạch ở chân đế, dẫu muộn hơn nhưng vẫn theo mô típ chạm khắc của thân tường tháp; Qua việc phát hiện mới này giúp những người tham gia trùng tu di tích, đặc biệt di tích kiến trúc Chăm hiểu thêm về đền tháp, những nhà nghiên cứu rõ thêm về kiến trúc Chăm.

TỪ KHÓA: Phát hiện mới kiến trúc Chăm - Khương Mỹ.

ABSTRACT: *Khuong My relic is located in Tam Xuan 1 commune, Nui Thanh district, Quang Nam province, 2km south of Tam Ky city. Khuong My tower group consists of 3 towers, lined up along the North-South axis, the door is in the East, is a traditional Champa tower with a nearly square floor plan, the roof of the tower consists of 3 floors, the upper floor is a miniature image of the section. bottom, top with a sandstone tip. During the construction and renovation of the project: Preservation, restoration and restoration of the North Tower of the Mid Tower belonging to the relics of Khuong My Cham Tower; Items: Tower body and East door . The authors have the following findings: About patterns and carving topics: showing images of Vishnu, sacred animals like Garuda bird (with bricks on the middle tower), monkeys decorated at the base of the tower, is this the area? central area of the temple of Vishnu. From these decorations compareWith the drawings and drawings left by the French, the patterns and decorative themes are quite rich. Maybe the French didn't notice and maybe this is the picture of the epic? The symbol that experts say: these decorations are related to the god Vishnu. The patterns carved on stone and bricks at the base, although later, still follow the carved motif of the tower wall; Through this new discovery, it helps those involved in the restoration of relics, especially Cham architectural monuments, to understand more about temples and towers, and researchers to know more about Cham architecture.*

KEYWORDS: *New discovery of Cham architecture - Khuong My.*

1. GIỚI THIỆU

Di tích Khương Mỹ thuộc xã Tam Xuân 1, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam, cách thành phố Tam Kỳ 2km về phía Nam. Nhóm tháp Khương Mỹ gồm 3 tháp, xếp thành hàng theo trục Bắc Nam, cửa ra vào ở hướng Đông, là kiểu tháp Champa truyền thống với mặt bằng gần vuông, mái tháp gồm 3 tầng, tầng trên là hình ảnh thu nhỏ của phần dưới, trên cùng có chóp bằng sa thạch.

Trong quá trình thi công tu bổ dự án: Bảo tồn, tu bổ phục hồi tháp Bắc tháp Giữa thuộc di tích tháp Chăm Khương Mỹ; hạng mục: Phần thân tháp và cửa hướng Đông. Nhóm tác giả có những phát hiện như sau: Về hoa văn và các đề tài chạm khắc: thể hiện các hình ảnh về thần Vishnu, về con thú thiêng như chim thần Garuda (bằng gạch trên tháp Giữa), hình con khỉ trang trí ở chân đế tháp, phải chăng đây là khu vực trung tâm của khu đền thờ thần Vishnu. Từ những trang trí này so sánh với bản vẽ người Pháp để lại thì những hoa văn, những đề tài trang trí khá phong phú. Có thể người Pháp đã không phát hiện được và có thể đây là hình ảnh của những sử thi? Biểu tượng mà theo các nhà chuyên môn cho rằng: các trang trí này có liên quan đến thần Vishnu. Các hoa văn chạm trên đá và gạch ở chân đế, dẫu muộn hơn nhưng vẫn theo môtip chạm khắc của thân tường tháp.

2. NHỮNG PHÁT HIỆN BAN ĐẦU

2.1 . Các trang trí trên thân tháp đã lộ rõ

Các cửa giả của những tầng tháp nhìn chung đều trang trí với những hình lá đề có chi tiết với những tai lá cách hình ngọn lửa, các ô cửa giả này không cân đối nhau thậm chí bên trái hay bên phải của một tầng tháp.

Được thể hiện đa số bằng chất liệu đất nung gắn luôn vào kiến trúc của tháp với đề tài: Chim thần Garuda, rắn thần Naga, người cưỡi voi, cưỡi ngựa, các chiến sĩ bay… Một số phù điêu bằng đá sa thạch đã tháo chuyển đến trưng bày tại Bảo tàng Chăm Đà Nẵng từ trước năm 1940, nay còn những ô trống lõm vào tường gạch xen kẽ với những ô điêu khắc hoa lá bằng gạch. Một số tai đá có chốt gắn vào các góc tháp của các tầng tháp cũng được phát hiện.

2.2. Phần chân tường được phát lộ

Cạnh hướng Tây: có chiều dài 12m, ngay vị trí cửa giả chúng tôi tìm thấy hai khối đá vuông gồm 2 thớt đá ghép lại với tiết diện mặt trên 0.29x0.41m có dấu mộng đuôi cá đế dưới 0.37x0.66m được chạm 3 mặt có hình lá đề nổi cao ở mặt chính bên trong, hoa văn dây lá, những hình ô hình thoi, gờ chỉ; phần nền sau chạm gờ cánh se, trên lá đề trang trí hoa văn lặp lại hình thoi (Hình 1)

Hình 1. Hoa văn khối đá cạnh hướng Tây tháp Giữa

2.2.1. Tháp Giữa

Cạnh hướng Đông: Do đặc thù dự án chúng tôi chỉ hạ nền phần hướng Đông chiều sâu từ 0.3-0.6m so với đất tự nhiên hiện trạng, phát lộ ra phần chân đế gồm những khối đá Sa thạch có kích thước 0.6x0.5x0.4 được xếp liền nhau cách chân móng tháp từ 0.4-0.5m, phần giữa chân móng với các khối Sa thạch được xây gia cố bằng gạch. Các khối đá này cũng được chạm 3 mặt có hình lá đề nổi cao ở mặt chính bên trong, hoa văn dây lá, những hình ô hình thoi, gờ chỉ; phần nền sau chạm gờ cánh sen, trên lá đề trang trí hoa văn lặp lại hình thoi (Hình 2). Đặc biệt chúng tôi bắt gặp hiện trạng xây mới chèn giữ với lớp gạch bên trên nhưng không tìm thấy phần đế Sa thạch bên dưới, chỉ hỗn hợp gạch đất đá bị vỡ chèn bên dưới (Hình 3).

Hình 2. Hoa văn trên đá chân đế tháp Giữa

Hình 3. Gạch xây chèn giữa các khối đá chân đế

Cạnh hướng Đông: Chúng tôi chỉ lấy đi lớp đất mỏng từ 30 đến 40 cm đã phát hiện lan can bậc cấp đá Sa thạch 0.5x0.65x1.08m bị gảy phần đầu xen kẽ các khối đá là khối xây gạch cách chân móng tháp 0,6m, giữa khối đá Sa thạch với chân móng tháp được gia cố bằng gạch.

Hình 4.

2.2.2. Tháp Bắc

Cạnh hướng Tây: Sau khi hạ nền từ 0.3-0.5m so với đất hiện trạng từ đế tháp phát hiện khối đá Sa thạch, phần trên được chạm hoa văn dây lá, phần dưới là đề tài trang trí hình con khỉ, voi với động tác sinh động. Các khối Sa thạch của chân đế không xếp liền kề nhau mà xen kẽ là các thành phần gạch được chạm khắc thành các họa tiết liên tục. Đặc biệt ở vị trí cửa giả là khối đá sa thạch chạm khắc hình người chắp tay cầu nguyện.

Hình 5. Phần chân đế tháp Bắc hướng Bắc

2.2.3. Những chi tiết về tác phẩm điêu khắc chân đế

Trên gạch gồm các hoa văn phỏng theo hoa văn trên thân tháp đa số bị hỏng sức (Hình 6)

Hình 6. Hoa văn trên gạch phần chân đế tháp Bắc

Trên đá Sa thạch: Chủ yếu là những phù điêu chạm sâu, gồm khối đặt đứng dài 0.4-0.5m cao 0.8-0.9m thể hiện hình người cầu nguyện, khỉ, voi.

Hình 7. Tượng người cầu nguyện tháp Bắc

Hình 8. Tượng Voi tháp Bắc

Hình 9. Tượng Khỉ tháp Bắc

Hình 10. Tượng Khỉ tháp Bắc

3. VÀI NHẬN XÉT BAN ĐẦU

Về kiến trúc: Quan sát khoảng giữa của phần chân đế gạch bên trong và chân đế đá bên ngoài xen kẽ phần gia cố gạch ở giữa dẫn đến kết luận: Chân tháp xây bằng gạch có niên đại sớm, bằng đá có niên đại muộn như Mỹ Sơn A1, Chiên Đàn (Quảng Nam), Hưng Thạnh, Dương Long (ý kiến của nhà nghiên cứu Trần Kỳ Phương).

Về hoa văn và các đề tài chạm khắc: thể hiện các hình ảnh về thần Vishnu, về con thú thiên như chim thần Garuda (bằng gạch trên tháp Giữa), hình con khỉ trang trí ở chân đế tháp, phải chăng đây là khu vực trung tâm của khu đền thờ thần Vishnu. Từ những trang trí này so sánh với bản vẽ người Pháp để lại thì những hoa văn, những đề tài khá phong phú. Có thể người Pháp đã không phát hiện được và có thể đây là hình ảnh các sử thi.

Các hoa văn chạm trên đá và gạch ở chân đế, dẫu muộn hơn nhưng vẫn theo mô típ chạm khắc của thân tường tháp.

Qua việc phát hiện mới này giúp những người tham gia trùng tu di tích, đặc biệt di tích kiến trúc Chăm hiểu thêm về đền tháp, những nhà nghiên cứu rõ thêm về kiến trúc Chăm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hồ Xuân Tịnh *"Di tích Chăm ở Quảng Nam",* NXB Đà Nẵng, 1998, trang 37

[2] Xem Thông tin số 17/2006 về Danh mục các hiện vật Chăm ở Quảng Nam, trang 30

[3] Đọc Nguyễn Thượng Hỷ *"Những phát hiện về kiến trúc nhóm tháp Khương Mỹ - Quảng Nam"*, Kiến trúc Việt Nam số 1/2001, trang 40-42

BẤT CẬP KHI ÁP DỤNG ĐỊNH MỨC TRONG QUÁ TRÌNH LẬP DỰ TOÁN CHI PHÍ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH TU BỔ DI TÍCH

SHORTCOMINGS WHEN APPLYING NORMS IN THE PROCESS OF ESTIMATING CONSTRUCTION COSTS FOR MONUMENTS AND RENOVATION WORKS

ThS. Đặng Phước Vĩnh[1], ThS. Lê Anh Minh[2]
[1,2] Viện Khoa học công nghệ xây dựng
Email: phuocvinh03kx2003@gmail.com; leanhminh85@gmail.com

TÓM TẮT: Dự toán đầu tư xây dựng công trình là một trong những yếu tố quan trọng nhất quyết định tính khả thi của mỗi dự án cũng như thành công hay thất bại của nhà thầu. Trong đó định mức xây dựng là yếu tố cốt lõi của dự toán. Việc áp dụng định mức như thế nào cho mỗi công tác đòi hỏi biện pháp thi công, chỉ dẫn kỹ thuật, trình độ cũng như kinh nghiệm của cán bộ lập dự toán. Đối với các công trình tu bổ di tích nói riêng, việc áp dụng định mức hiện nay tồn tại một số bất cập khi áp dụng dẫn đến việc xuất giảm giá trị khi công trình thực hiện việc thanh tra và kiểm toán. Bài viết này nhằm mục đích phân tích một số bất cập thường gặp và cách giải quyết vấn đề từ đó tổng hợp kinh nghiệm cho việc lập dự toán sau này.

TỪ KHÓA: Dự toán, định mức, di tích.

ABSTRACTS: *Construction cost estimating is one of the most important factors determining the feasibility of each project as well as the success or failure of the contractor. The construction norm is the core element of the cost estimating. Applying the norm for each construction work depends on construction methods, technical instructions, qualifications and so as to the experience of estimating engineer. In particular, the current application of the national norms in the monument works has some shortcomings, leading to a decrease of the cost when the construction is inspected and audited. The article aims to analyze some common inadequacies and norminate several methods to solve them, and then drawing experience gathering for future monument cost estimation.*

KEYWORDS: *Estimating, norms, monuments.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự toán xây dựng công trình (gọi tắt là dự toán) là toàn bộ chi phí cần thiết dự tính để xây dựng công trình. Dự toán được xác định theo khối lượng tính toán từ thiết kế xây dựng (bản vẽ), các chỉ dẫn kỹ thuật, yêu cầu công việc phải thực hiện, kế hoạch của công trình, điều kiện thi công, biện pháp thi công và định mức xây dựng, giá các loại vật tư, nhân công, máy thi công và các quy định khác có liên quan được áp dụng phù hợp với công trình.

Trong cơ cấu thành phần của dự toán, định mức là yếu tố quyết định lớn nhất đến giá thành của dự toán công trình. Hệ thống định mức xây dựng bao gồm định mức kinh tế - kỹ thuật (định mức cơ sở và định mức dự toán) và định mức chi phí.

Định mức dự toán là mức hao phí cần thiết về vật liệu, nhân công, máy và thiết bị thi công được xác định phù hợp với yêu cầu kỹ thuật, điều kiện thi công và biện pháp thi công cụ thể để

hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây dựng công trình [1]. Hiện nay có nhiều bộ định mức khác nhau được sử dụng ứng với tính chất của từng công việc, từng công trình (định mức xây dựng công trình; định mức lắp đặt hệ thống kỹ thuật; định mức sửa chửa, bảo dưỡng công trình xây dựng; định mức dự toán bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh,….). Do đó, một công tác xây dựng có thể được áp nhiều mã định mức khác nhau tùy vào tính chất công trình, quy mô công việc, chỉ dẫn kỹ thuật, biện pháp thi công và kinh nghiệm, quan điểm, chủ quan của người lập dự toán. Bất cập nảy sinh từ khâu vận dụng mã định mức nào, định mức dự toán nào cho từng công tác. Việc áp dụng mã định mức khác nhau cũng dẫn đến sự thay đổi giá trị xây dựng tương đối lớn.

Định mức chi phí gồm định mức tính bằng tỷ lệ % và định mức tính bằng giá trị. Định mức chi phí là cơ sở để xác định giá xây dựng công trình, dự toán chi phí của một số loại công việc, chi phí trong đầu tư xây dựng như chi phí gián tiếp, thu nhập chịu thuế tính trước, chi phí quản lý dự án, chi phí tư vấn đầu tư xây dựng và một số nội dung chi phí khác [1]. Trong đó tùy vào phân cấp từng công trình mà áp dụng các hệ số của định mức chi phí cũng khác nhau. Việc áp dụng các hệ số này có quy định cụ thể theo thông tư hiện hành do Bộ Xây dựng ban hành. Tuy nhiên, bất cập cũng nảy sinh trong việc áp dụng các hệ số này như thế nào cho phù hợp.

Bài viết này nhằm mục đích phân tích một số bất cập thường gặp trong việc áp dụng định mức và cách giải quyết để tổng hợp kinh nghiệm cho việc lập dự toán sau này. Giới hạn bài viết này chỉ tập trung vào các dự án sử dụng vốn ngân sách (cơ quan thẩm định là cơ quan quản lý nhà nước), giới hạn trong việc chỉ phân tích một vài bộ định mức dự toán xây dựng công trình hiện hành, phổ biến. Ngoài ra chỉ tập trung vào công tác có chênh lệch giá trị xây lắp lớn.

2. TỔNG QUAN

2.1. Những quan điểm, nguyên tắc trùng tu cơ bản đối với công trình tu bổ di tích

Việt Nam có lịch sử văn hóa truyền thống lâu đời. Trải qua mấy ngàn năm lịch sử dựng nước và giữ nước, tổ tiên đã để lại cho chúng ta những di sản văn hóa (di sản vật thể và phi vật thể) vô cùng quý báu. Trong đó, di sản vật thể bao gồm các loại hình như di tích lịch sử văn hóa, di tích kiến trúc nghệ thuật, di tích khảo cổ và danh lam thắng cảnh được xếp hạng (gọi chung là di tích lịch sử văn hóa, danh lam thắng cảnh). Trong đó phần lớn các di tích này chứa đựng những giá trị lịch sử, văn hóa, khoa học do bàn tay con người sáng tạo ra. Những di sản văn hóa này là sản phẩm tinh thần, vật chất có giá trị lịch sử, văn hóa, khoa học được lưu truyền từ thế hệ này qua thế hệ khác. Di tích lịch sử văn hóa, danh lam thắng cảnh Việt Nam hết sức đa dạng, phong phú về cấu trúc, đặc trưng nghệ thuật thể hiện nền văn hóa, nghệ thuật của các thời đại. Đặc biệt các công trình di tích được xây dựng phần lớn sử dụng thợ thủ công, nghệ nhân có tay nghề cao, có kỹ thuật chế tác tinh xảo... Qua năm tháng, bí quyết và truyền thống xây dựng đã được những nghệ nhân, thợ thủ công bảo tồn, phát huy và truyền lại cho đời sau. [2]

2.1.1. Quan điểm

Ưu tiên giữ giá trị nổi bật; trưng bày giới thiệu các giá trị còn lại.

Ưu tiên cho bảo quản yếu tố gốc, tu bổ nếu cần thiết, có thể phục hồi khi đủ điều kiện.

Gia cường hợp lý để đáp ứng điều kiện sử dụng hiện tại.

Việc phục hồi phải phù hợp với đặc điểm văn hóa.

Gìn giữ/tái hiện không gian cảnh quan lịch sử.

2.1.2. Nguyên tắc

Tuân thủ luật Di sản Văn hóa của Việt Nam, các Công ước quốc tế về bảo tồn di tích. Tiếp thu các kết quả nghiên cứu về lịch sử, văn hóa, kiến trúc, mỹ thuật; Tổ chức các chuyên đề nghiên cứu về di tích.

Bảo tồn và hạn chế can thiệp vào các yếu tố gốc của di tích; cụ thể là giữ nguyên cấu trúc hiện còn, gia cố với phương pháp tác động ít nhất đến yếu tố gốc; phần cấu kiện còn lại bị hư hỏng được phục hồi trên cơ sở tái định vị các chi tiết, bộ phận công trình.

Dựa trên những căn cứ chính xác để đưa ra các quyết định phục hồi: các chuyên đề nghiên cứu được kiểm tra bằng thông tin nhân chứng, các cuộc họp bảo vệ phương án tu bổ, bảo tồn di tích. Lấy ý kiến chuyên gia trong lĩnh vực bảo tồn di sản.

Khảo sát, phân tích và đánh giá toàn diện về di tích làm cơ sở cho công tác phục hồi.

Đảm bảo cho di tích vững chắc, có tuổi thọ lâu dài.

2.2. Những bộ định mức đơn giá đang áp dụng cho công tác tu bổ, phục hồi di tích

Do những đặc điểm, tính chất, quan điểm, nguyên tắc tu bổ, phục hồi các công trình di tích nêu trên, căn cứ các quy trình, quy phạm kỹ thuật về thiết kế, thi công, các số liệu, tài liệu thu thập và tổng hợp về công tác tu bổ di tích trong cả nước, Bộ Văn hóa - Thông tin đã ban hành bộ định mức dự toán bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh theo quyết định số 13/2004/QĐ-BVHTT ngày 01/04/2004 (gọi tắt là định mức 13). Đây là bộ định mức đã được sử dụng phổ biến đối với các công trình tu bổ, tôn tạo di tích ở hầu hết các địa phương.

Ngoài ra đối với những công tác không có trong bộ định mức 13 thì áp dụng mã định mức của các bộ định mức phù hợp với tính chất công việc, trong đó phổ biến là bộ định mức theo thông tư 10/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 của Bộ Xây dựng (gọi tắt là định mức XDCB); Định mức duy trì cây xanh đô thị (theo quyết định số 593/QĐ-BXD ngày 30/05/2014 của Bộ Xây dựng) và các định mức hiện hành khác.

3. BẤT CẬP TRONG VIỆC ÁP DỤNG ĐỊNH MỨC DỰ TOÁN

3.1. Đối với công tác tu bổ, phục hồi cấu kiện gỗ

Các công trình với kết cấu bộ khung và hệ mái bằng gỗ chiếm đa số trong các công trình di tích cần tu bổ và phục hồi. Giá trị của phần gia công cấu kiện gỗ chiếm xấp xỉ trong khoảng 30-35% giá trị xây lắp của một hạng mục hoặc công trình. Tuy nhiên, việc áp dụng định mức phần gia công cấu kiện gỗ còn nhiều bất cập và tranh cãi. Tùy thuộc vào cơ quan thẩm định và cán bộ thẩm định trong giai đoạn thẩm định báo cáo Kinh tế kỹ thuật hoặc thẩm định hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công, định mức gia công cấu kiện gỗ xoay quanh hai bộ định mức XDCB và

định mức 13. Theo quan điểm của cơ quan thẩm định và cán bộ thẩm định, những cấu kiện phục hồi (thay mới) thì sử dụng định mức XDCB mặc dù đó là công trình di tích.

Trong thuyết minh của định mức 13, thành phần công việc bao gồm *chuẩn bị dụng cụ, phương tiện làm việc, vận chuyển vật liệu trong phạm vi 30m. Xác định kích thước, lấy mực theo phương pháp thủ công dân gian. Gia công cấu kiện theo trình tự gia công thủ công truyền thống. Hoàn chỉnh sản phẩm theo đúng yêu cầu kỹ, mỹ thuật.* Trong khi đó, thành phần công việc gia công cấu kiện gỗ của định mức XDCB gia công và lắp dựng các cấu kiện gỗ, vận chuyển vật liệu trong phạm vi 30m. Rõ ràng, với bộ định mức XDCB, công tác gia công cấu kiện gỗ kích thước theo các mô đun định sẵn, gia công hàng loạt theo công nghiệp. Do đó hao phí nhân công của công tác gia công cấu kiện gỗ của hai bộ định mức đã khác nhau và chênh lệch nhau rất nhiều. Lấy ví dụ một công tác gia công, lắp dựng 1m^3 cấu kiện kẻ, bẩy (kèo) trong bộ khung gỗ (lấy theo đơn giá vật liệu và nhân công tại thời điểm tháng 08 năm 2021 trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế), chênh lệch nhân công giữa hai bộ định mức lớn hơn 2 lần (bảng 1 và bảng 2).

Ngoài ra, chủng loại cấu kiện của bộ khung và hệ mái của công trình gỗ rất nhiều (cột, kèo, xà, xuyên, trến, đòn tay, rui, diềm, dũi,…..), tuy nhiên bộ định mức XDCB chỉ có gia công cấu kiện vì kèo gỗ và gia công cấu kiện đòn tay (xà gồ) và cầu phong (rui). Do đó, đối với công tác gia công các cấu kiện khác thuộc hệ khung, buộc phải vận dụng định mức gia công vì kèo gỗ. Vì vậy, việc sử dụng mã định mức trên đã không phản ảnh đúng tính chất, nguyên tắc tu bổ, phục hồi cũng như độ tinh xảo trong chế tác đối với việc gia công cấu kiện gỗ. Ngoài ra, chênh lệch giá trị thành tiền khi việc sử dụng mã định mức của hai bộ định mức khác nhau tương đối lớn, làm ảnh hưởng đến chi phí xây lắp và tổng mức đầu tư xây dựng của công trình. Bảng 3 thể hiện chênh lệch trong công tác gia công, lắp dựng một số cấu kiện của hệ khung, mái gỗ.

Bảng 1. Chi phí trực tiếp của công tác gia công, lắp dựng 1m^3 kèo gỗ theo bộ định mức XDCB

STT	MÃ HIỆU ĐƠN GIÁ	TÊN CÔNG VIỆC / THÀNH PHẦN HAO PHÍ	ĐƠN VỊ	ĐỊNH MỨC HAO PHÍ	ĐƠN GIÁ VẬT TƯ	HỆ SỐ	THÀNH TIỀN
1	AH.11111	Gia công, lắp dựng vì kèo gỗ mái ngói khẩu độ ≤ 6,9m	m³				
		Vật liệu (VL)					*34.952.500*
		Gỗ nhóm 2	m³	1,120	30.000.000		33.600.000
		Bu lông M16 × 330	cái	82,500	15.000		1.237.500
		Đinh đỉa d6 ×120	cái	42,500	2.000		85.000
		Đinh mũ	kg	1,500	20.000		30.000
		Nhân công (NC)					*1.791.012*
		Nhân công 3,5/7 - nhóm 2	công	8,110	220.840		1.791.012
		Chi phí trực tiếp		VL+NC+M			*36.744.000*

Bảng 2. Chi phí trực tiếp của công tác gia công, lắp dựng 1m^3 kèo gỗ theo bộ định mức 13

STT	MÃ HIỆU ĐƠN GIÁ	TÊN CÔNG VIỆC / THÀNH PHẦN HAO PHÍ	ĐƠN VỊ	ĐỊNH MỨC HAO PHÍ	ĐƠN GIÁ VẬT TƯ	HỆ SỐ	THÀNH TIỀN
1	03.04.12	Tu bổ, phục hồi các loại kẻ, bẩy và các cấu kiện tương tự phức tạp	m^3				
		Vật liệu (VL)					*36.915.000*
		Gỗ nhóm 2	m³	1,150	30.000.000		34.500.000
		Vật liệu khác	%	7,000			2.415.000
		Nhân công (NC)					*35.253.376*
		Nhân công 5,0/7 - nhóm 3	công	86,010	281.862		24.242.914
		Công nghệ nhân 2/2	công	20,160	546.154		11.010.462
		Chi phí trực tiếp		VL+NC+M			*72.168.376*
2	03.13.11	Lắp dựng cấu kiện thuộc hệ kết cấu khung cột, xà, bẩy	m^3				
		Vật liệu (VL)					*176.000*
		Gỗ chèn	m³	0,040	4.000.000		160.000
		Vật liệu khác	%	10,000			16.000
		Nhân công (NC)					*3.471.227*
		Nhân công 5,0/7 - nhóm 3	công	8,130	281.862		2.291.535
		Công nghệ nhân 1/2	công	2,000	589.846		1.179.692
		Chi phí trực tiếp		VL+NC+M			*3.647.000*

Bảng 3. Chênh lệch giá trị của công tác gia công, lắp dựng các cấu kiện gỗ điển hình giữa áp dụng định mức 13 và định mức XDCB

Thành tiền chi phí trực tiếp (đơn vị: VNĐ)	Tên công tác (đơn vị 1m^3)				
	Gia công, lắp dựng cột	Gia công, lắp dựng kèo	Gia công, lắp dựng ấp quả, trụ đội	Đòn tay	Rui, dũi, lách,..
Sử dụng định mức 13	60.182.068	75.815.603	63.869.012	58.298.290	58.298.290
Sử dụng định mức XDCB	36.743.512	36.743.512	36.743.512	33.876.735	33.854.651
Chênh lệch (1)/(2)	1,638	2,063	1,738	1,721	1,722

3.2. Đối với công tác chống mối cấu kiện gỗ

Cũng như công tác gia công cấu kiện gỗ, công tác chống mối các cấu kiện gỗ trong các công trình tu bổ di tích tồn tại ba bộ định mức đang sử dụng hiện nay: định mức 13; Định mức và đơn giá phòng trừ mối trong công trình xây dựng và xử lý côn trùng gây hại theo quyết định số 32/TWH ngày 08/04/2014 của Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam (gọi tắt là định mức theo QĐ 32); Định mức dự toán điều tra, khảo sát và xử lý mối theo văn bản số 120/BNN-XD ngày 14/01/2008 của Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn (gọi tắt là định mức theo CV 120).

Đối với công tác chống mối của bộ định mức theo QĐ 32, chỉ dẫn kỹ thuật chỉ đề cập đến phương pháp xử lý tương ứng với chủng loại, yêu cầu và mục đích sử dụng chống mối và côn trùng gây hại cho cấu kiện gỗ và lâm sản, không đề cập cụ thể là loại gỗ nào: các cấu kiện gỗ cũ, tái sử dụng (đối với các công trình di tích) hay gỗ mới. Trong khi đó đối với các cấu kiện gỗ tái sử dụng của các công trình di tích (là quan điểm, nguyên tắc cơ bản quan trọng nhất đối với công tác bảo tồn, tu bổ di tích là bảo tồn và hạn chế can thiệp vào các yếu tố gốc của di tích) thì việc áp dụng định mức theo QĐ 32 chưa phù hợp.

Chỉ dẫn kỹ thuật đối với công tác chống mối mọt cho cấu kiện gỗ của định mức 13 đã liệt kê đầy đủ quy trình, thành phần công việc chống mối mọt cho cả cấu kiện gỗ mới phục hồi và cấu kiện gỗ tái sử dụng tuân thủ theo nguyên tắc, quan điểm tu bổ phục hồi di tích, luật Di sản Văn hóa của Việt Nam, các Công ước quốc tế về bảo tồn di tích.

Đối với định mức theo CV 120, hướng dẫn áp dụng đã chỉ rõ *định mức dự toán áp dụng để xác định đơn giá điều tra, khảo sát và xử lý mối, làm cơ sở lập dự toán, tổng dự toán, tổng mức đầu tư và quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quản lý.* Mã định mức M.141 được áp dụng cho diệt và phòng mối trong cấu kiện gỗ, và cũng như định mức theo QĐ 32 chưa đề cập cụ thể, xem xét các cấu kiện gỗ cũ, tái sử dụng.

Như vậy, đối với các cấu kiện gỗ tái sử dụng, bảo quản bề mặt thì định mức chống mối của hai bộ định mức theo QĐ 32 định mức theo CV 120 không phù hợp để áp dụng. Ngoài ra, tương ứng với mỗi mã định mức của bộ định mức khác nhau, hao phí nhân công cho công tác chống mối cũng khác nhau dẫn đến chênh lệch lớn trong giá trị xây lắp khi áp dụng định mức cho công tác chống mối cấu kiện gỗ đối với công trình di tích (bảng 4).

Bảng 4. Hao phí nhân công của công tác chống mối cấu kiện gỗ của mỗi bộ định mức

STT	Định mức áp dụng	Hao phí nhân công/m^2 (công)
1	Định mức 13	0,500
2	Định mức theo QĐ 32	0,130
3	Định mức theo CV 120	0,150

Tuy nhiên việc áp dụng định mức cho công tác phòng chống mối đối với công trình di tích vẫn còn bất cập và tranh cãi trong quá trình thẩm định hồ sơ dự toán thiết kế. Quan điểm của cơ quan thẩm định mặc dù có mã định mức của công tác phòng chống mối của bộ định mức 13, nhưng do có nhiều bộ định mức có thể áp dụng, nên ưu tiên chọn bộ định mức nào có hao phí

nhân công thấp nhất, do đó chỉ cho phép áp dụng một trong hai bộ định mức theo QĐ 32 và theo CV 120.

4. BẤT CẬP TRONG VIỆC ÁP DỤNG ĐỊNH MỨC CHI PHÍ

4.1. Định mức chi phí áp dụng riêng cho từng loại công việc

Hệ số định mức chi phí gián tiếp (chi phí chung, chi phí một số công việc không xác định được khối lượng từ thiết kế), thu nhập chịu thuế tính trước trong định mức chi phí tùy từng loại công trình được quy định cụ thể trong thông tư 09/2019/TT-BXD (nay đã được thay thế bằng thông tư 11/2021/TT-BXD).

Tuy nhiên khi áp dụng các hệ số trên đã nãy sinh một số vấn đề trong việc phân loại hạng mục di tích và hạng mục còn lại trong một dự án. Một dự án tổng thể ngoài các hạng mục/công trình di tích bao giờ cũng bao gồm các hạng mục phụ trợ, hạ tầng kỹ thuật,… Trong một hạng mục/công trình thuộc loại công trình di tích bao gồm nhiều công việc khác nhau, và bao gồm nhiều mã định mức của các loại bộ định mức khác nhau. Chính từ việc có nhiều bộ định mức trong một hạng mục/công trình tu bổ di tích dẫn đến bất cấp quan điểm áp dụng hệ số định mức chi phí. Quan điểm của một số cơ quan thẩm định thì công tác nào có mã định mức của bộ định mức 13 thì áp dụng hệ số định mức chi phí ứng với loại công trình di tích, còn lại các mã định mức khác áp dụng hệ số định mức ứng với loại công trình dân dụng (chủ yếu ở chi phí chung). Do đó yêu cầu đơn vị lập dự toán tách ra phần công việc có mã định mức của bộ định mức 13 và các công việc còn lại. Đây là bất cập tồn tại qua nhiều năm và nhiều công trình. Như đã đề cập ở phần trên, đối với công trình di tích có quan điểm, nguyên tắc tu bổ, phục hồi rất chặt chẽ, tuân thủ theo các công ước, các luật, nghị định,… Các công tác áp dụng mã định mức không thuộc bộ định mức 13 bởi vì trong bộ định mức 13 không có các mã định mức tương ứng với tính chất công việc đó, nên phải áp dụng các mã định mức của bộ định mức khác.

Đơn cử công tác đào đất hố móng, đào đất phát lộ các cấu kiện ngầm của công trình (công tác phổ biến nhất đối với các công trình tu bổ di tích). Công việc này mang tính chất quan trọng nhất trước khi tiến hành việc tu bổ, phục hồi. Vì khi khảo sát, đào thám sát công trình, không thể đào toàn bộ khu vực công trình nên việc khảo sát các yếu tố ngầm của công trình đôi khi có xảy ra sai sót, hoặc không phát lộ các di tích gốc nằm bên dưới công trình dẫn đến việc đưa ra phương án thiết kế, tu bổ phục hồi chưa đúng theo nguyên gốc của di tích. Do đó trong quá trình đào đất hố móng, đào đất phát lộ các cấu kiện ngầm không diễn ra như đào đất của các công trình dân dụng về dụng cụ, phương tiện, tiến độ đào đất. Việc đào đất trong các công trình di tích vừa mang tính chất tương tự của khảo cổ học. Trong quá trình đào đất phát lộ các yếu tố di tích mới, những yếu tố khác với hồ sơ khảo sát và thiết kế buộc đơn vị thi công phải tạm ngưng để các đơn vị liên quan tiến hành đo đạc, khảo sát, đánh giá cấu kiện, lên phương án thiết kế bổ sung (nếu có), tổ chức các cuộc họp, hội thảo, chuyên đề để lấy ý kiến các chuyên gia, các nhà nghiên cứu. Từ đó tổng hợp để đưa ra phương án, hồ sơ thiết kế điều chỉnh bổ sung. Thời gian từ khâu khảo sát, đo vẽ đến lúc hồ sơ điều chỉnh bổ sung được phê duyệt không lường trước được, có thể kéo dài đến 1 năm. Do đó, việc áp dụng hệ số định mức chi phí của loại công trình dân dụng cho công tác đào đất trong hạng mục/công trình di tích không hợp lý.

Bảng 5. Tổng hợp chi phí xây dựng của một hạng mục công trình di tích - tách ra thành hai bảng tổng hợp tương ứng với bộ định mức áp dụng

STT	NỘI DUNG CHI PHÍ	CÁCH TÍNH	GIÁ TRỊ	KH
	2A. Hạng mục: Nhà trù (Phần việc áp dụng định mức tu bổ di tích)			
I	CHI PHÍ TRỰC TIẾP			
1	Chi phí vật liệu	VL	135.820.930	VL
2	Chi phí nhân công	NC	122.308.277	NC
3	Chi phí máy thi công	M		M
	Chi phí trực tiếp	VL+NC+M	258.129.207	T
II	CHI PHÍ GIÁN TIẾP			
1	Chi phí chung	T*11,6%	29.942.988	C
2	Chi phí nhà tạm để ở và điều hành thi công	T*1,2%	3.097.550	LT
3	Chi phí một số công việc không xác định được khối lượng từ thiết kế	T*2,5%	6.453.230	TT
	Chi phí gián tiếp	C+LT+TT	39.493.769	GT
III	THU NHẬP CHỊU THUẾ TÍNH TRƯỚC	(T+GT)*5,5%	16.369.264	TL
	Chi phí xây dựng trước thuế	T+GT+TL	313.992.240	G
IV	THUẾ GIÁ TRỊ GIA TĂNG	G*10%	31.399.224	GTGT
	Chi phí xây dựng sau thuế	G+GTGT	345.391.464	G_{XD}
	2B. Hạng mục: Nhà trù (Phần việc áp dụng định mức xây dựng cơ bản)			
I	CHI PHÍ TRỰC TIẾP			
1	Chi phí vật liệu	VL	55.436.892	VL
2	Chi phí nhân công	NC	41.045.035	NC
3	Chi phí máy thi công	M	2.658.553	M
	Chi phí trực tiếp	VL+NC+M	99.140.479	T
II	CHI PHÍ GIÁN TIẾP			
1	Chi phí chung	T*7,3%	7.237.255	C
2	Chi phí nhà tạm để ở và điều hành thi công	T*1,2%	1.189.686	LT
3	Chi phí một số công việc không xác định được khối lượng từ thiết kế	T*2,5%	2.478.512	TT
	Chi phí gián tiếp	C+LT+TT	10.905.453	GT
III	THU NHẬP CHỊU THUẾ TÍNH TRƯỚC	(T+GT)*5,5%	6.052.526	TL
	Chi phí xây dựng trước thuế	T+GT+TL	116.098.458	G
IV	THUẾ GIÁ TRỊ GIA TĂNG	G*10%	11.609.846	GTGT
	Chi phí xây dựng sau thuế	G+GTGT	127.708.304	G_{XD}

Điều bất cập nhất ở đây là việc phân tách trên không được quy định cụ thể trong các thông tư, nghị định và cũng không được áp dụng đồng loạt ở các cơ quan thẩm định, các địa phương. Việc này chỉ xuất phát chủ yếu từ quan điểm chủ quan của mỗi cán bộ phụ trách theo từng giai đoạn, từng năm hoặc từng dự án. Do đó, việc phân tách như trên chủ yếu dựa vào chủ quan của người thẩm định.

4.2. Định mức chi phí không được áp dụng đối với công việc áp dụng mã định mức 13

Nội dung của dự toán xây dựng theo quy định tại Điều 8 Nghị định 68/2019/NĐ-CP của Chính phủ ngày 09 tháng 02 năm 2021 về Quản lý chi phí đầu tư xây dựng. Các thành phần chi phí trong dự toán được quy định cụ thể theo điều Điều 8 Thông tư 09/2019/TT-BXD của Bộ Xây dựng về việc xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng. Trong đó chi phí xây dựng bao gồm chi phí trực tiếp, chi phí gián tiếp, thu nhập chịu thuế tính trước, thuế giá trị gia tăng. Chi phí gián tiếp bao gồm chi phí chung, chi phí nhà tạm, chi phí một số công việc không xác định được khối lượng từ thiết kế. Như vậy đối chiếu với những nội dung trong thông tư 09/2019/TT-BXD thì chi phí gián tiếp được áp dụng cho toàn bộ các loại công trình xây dựng nói chung.

Tuy nhiên căn cứ kết luận thanh tra số 355/KL-TTCP ngày 04/03/2021 của thanh tra Chính phủ về việc thực hiện pháp luật về quản lý sử dụng đất đai; hoạt động thăm dò, khai thác cát, sỏi; quản lý đầu tư xây dựng trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế, cụ thể thanh tra tại gói thầu số 09 "Thiết kế và xây lắp" (gói thầu hỗn hợp EC) thuộc dự án Bảo tồn, tu bổ hệ thống Tường và Cổng Tử Cấm Thành (giai đoạn 1), kết luận có nêu rõ các hạng mục, đầu công việc sử dụng mã định mức của định 13 không được áp dụng hệ số chi phí nhà tạm, chi phí một số công việc không xác định được khối lượng từ thiết kế. Lý giải điều này, cán bộ thanh tra nêu trong nội dung của định mức 13, trang 3 có quy định áp dụng: *Định mức dự toán bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh là định mức Kinh tế kỹ thuật xác định hao phí cần thiết về vật liệu, nhân công để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích từ khâu chuẩn bị đến khi kết thúc*. Điều đó có nghĩa hao phí trong định mức đã bao gồm các chi phí trực tiếp và gián tiếp để hoàn thành một đơn vị khối lượng công việc, do đó không cần thêm chi phí lán trại và chi phí trực tiếp khác. Chính điều này đã dẫn đến việc xuất toán giá trị của công trình.

Bất cập ở đây là nội dung quy định áp dụng giữa thông tư 09/2019/TT-BXD của Bộ Xây dựng và quy định áp dụng trong định mức 13 đã mâu thuẫn lẫn nhau theo quan điểm chủ quan của từng người. Điều bất cập hơn là việc xuất giảm này chỉ áp dụng đối với những công trình nào nằm trong diện thanh tra của đoàn thanh tra Chính phủ giai đoạn đó, còn những công trình khác không thuộc diện thanh tra và các công trình từ trước đến hay không bị xuất giảm.

5. GIẢI PHÁP XỬ LÝ

Những bất cập trên chủ yếu do chủ quan, quan điểm của người lập và thẩm định dự toán. Về bất cập đối với định mức chi phí diễn ra không nhiều dự án chỉ tập trung số ít ở cơ quan thẩm định và chưa thuyết phục được cán bộ thẩm định nên chưa có giải pháp xữ lý vấn đề này.

Đối với việc áp dụng mã định mức dự toán cho từng công tác (bất cập diễn ra hầu hết ở các dự án) theo như phân tích ở trên thì giải pháp có tính thuyết phục nhất là:

Đối với hồ sơ bản vẽ thiết kế thi công, chỉ dẫn kỹ thuật, thuyết minh quy trình thi công các công tác chính, quy trình thực hiện phải nêu rõ, nhấn mạnh quan điểm, nguyên tắc tu bổ, phục hồi và tôn tạo công trình di tích, tuân thủ luật di sản, công ước quốc tế về bảo tồn di tích một cách khắt khe. Mọi công việc (nếu có) phải có chỉ dẫn kỹ thuật rõ ràng, đầy đủ để hướng đến bảo vệ được định mức đã lựa chọn.

Chứng minh bằng hồ sơ dự toán của các công trình tương tự đã thực hiện, đã được kiểm toán, quyết toán hoàn thành để chứng minh, bảo vệ cho việc sử dụng các định mức dự toán nào phù hợp.

6. KẾT LUẬN

Bất cập trong việc áp dụng định mức dự toán và định mức chi phí là vấn đề tồn tại từ lâu và xảy ra tranh cãi trong mỗi lần lập dự toán và thẩm định dự toán. Bất cập này không mang tính phổ biến mà tùy thuộc vào cá nhân, cơ quan thẩm định và theo từng giai đoạn, từng dự án. Dưới áp lực tiến độ dự án buộc chủ đầu tư, đơn vị tư vấn thiết kế phải chấp nhận với quan điểm của cơ quan thẩm định đưa ra, từ đó tạo tiền lệ cho các dự án sau. Chính việc này dẫn đến hệ lụy đơn giá xây dựng thấp không tương ứng với đơn giá thực tế của thị trường, do đó có thể không lựa chọn được nhà thầu thi công do giá dự thầu của các nhà thầu vượt quá đơn giá gói thầu. Ngoài ra, sự bất cập trên còn dẫn đến sự không thống nhất trong việc lập dự toán của các công trình di tích tương tự nhau về tính chất công việc.

Bất cập trong việc áp dụng định mức chi phí, tần suất gặp phải không nhiều, chỉ tập trung rất ít dự án và cũng chưa có giải pháp xử lý thích hợp. Do chênh lệch giá trị khi áp dụng định mức chi phí theo mã định mức công việc không nhiều (chênh lệch hệ số chi phí chung), nên để đảm bảo tiến độ dự án hầu như phải chấp nhận yêu cầu của cán bộ thẩm định.

Đối với bất cập trong việc sử dụng định mức dự toán (ảnh hưởng lớn đến giá trị công trình) giải pháp khả thi nhất để thuyết phục cơ quan thẩm định hiện nay là chú trọng trong hồ sơ kỹ thuật (bản vẽ, thuyết minh, chỉ dẫn kỹ thuật chặt chẽ, đề cao tính mỹ thuật trong công tác gia công thủ công truyền thống). Ngoài ra còn chứng minh bằng các công trình tương tự đã được quyết toán hoàn thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nghị định 10/2021/NĐ-CP của Chính phủ ngày 09 tháng 02 năm 2021 về Quản lý chi phí đầu tư xây dựng

[2] Định mức dự toán bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh theo quyết định số 13/2004/QĐ-BVHTT ngày 01/04/2004 của Bộ Văn hóa - Thông tin

[3] Định mức dự toán xây dựng công trình theo thông tư 10/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 của Bộ Xây dựng

[4] Định mức và đơn giá phòng trừ mối trong công trình xây dựng và xử lý côn trùng gây hại theo quyết định số 32/TWH ngày 08/04/2014 của Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam

[5] Định mức dự toán điều tra, khảo sát và xử lý mối theo văn bản số 120/BNN-XD ngày 14/01/2008 của Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn (gọi tắt là định mức theo CV 120)

[6] Thông tư 11/2019/TT-BXD ngày 26 tháng 12 năm 2019 của Bộ xây dựng về việc xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng

[7] Kết luận thanh tra số 355/KL-TTCP ngày 04/03/2021 của thanh tra Chính phủ về việc thực hiện pháp luật về quản lý sử dụng đất đai; hoạt động thăm dò, khai thác cát, sỏi; quản lý đầu tư xây dựng trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế