

NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN CỦA BÊ TÔNG CỐT SỢI POLYVINYL ALCOHOL THI CÔNG BẰNG CÔNG NGHỆ TRỘN - ĐÚC VÀ TRỘN - PHUN TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC BIỂN

STUDY ON THE DURABILITY OF POLYVINYL ALCOHOL FIBER REINFORCED
CONCRETE CONSTRUCTED BY MIXING - CASTING AND MIXING - SPRAYING
TECHNOLOGY IN SEAWATER

NGUYỄN THANH BÌNH^{a,*}, NGUYỄN HÙNG MINH^a, LƯU VĂN NAM^a, NGUYỄN THANH HẰNG^a

^aViện KHCN Xây dựng

*Tác giả đại diện: Email: ngtbinhibst@yahoo.com

Ngày nhận 20/2/2024, Ngày sửa 11/3/2024, Chấp nhận 14/3/2024

<https://doi.org/10.59382/j-ibst.2024.vi.vol1-6>

Tóm tắt: *Bê tông cốt sợi (BTCS) polyme với nhiều tính năng ưu việt, đã giải quyết được một số hạn chế của bê tông thường. Tuy nhiên, để BTCS polyme đảm bảo được độ bền lâu trong môi trường nước biển thì cần phải kết hợp nhiều yếu tố như yêu cầu chất lượng vật liệu sử dụng, độ bền của bê tông đã đóng rắn và công nghệ chế tạo bê tông,... Trong phạm vi bài báo này, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của độ bền (cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén) của BTCS polyme (sử dụng sợi polyvinyl alcohol – PVA) chế tạo bằng công nghệ trộn – đúc và trộn – phun trong môi trường nước biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy, BTCS PVA có sự phát triển cường độ và độ bền tương tự như bê tông thông thường ở trong cả môi trường nước thường và nước biển. Cường độ của BTCS PVA được bảo dưỡng trong môi trường nước biển ở tuổi dài ngày (90 và 180 ngày) thấp hơn so với bảo dưỡng trong nước thường đến 4,5%.*

Từ khóa: *Môi trường nước biển, bê tông cốt sợi, sợi PVA, công nghệ trộn – đúc và công nghệ trộn – phun.*

Abstract: *Polyme fiber-reinforced concrete, with many superior features has solved some limitations of regular concrete. However, polyme fiber reinforced concrete to ensures long-term durability in sea water environments, it is necessary to combine many factors such as quality requirements material, durability and production technology of concrete,... This paper presents the experimetal results on the influence of durability (flexural strength, compressive strength) of polyme fiber (used polyvinyl alcohol fiber – PVA) reinforced concrete using mixing - casting and mixing - spraying technology in sea water environment. The experimental results show that PVA fiber reinforced concrete has the same strength development as normal concrete in both normal water and seawater. The strength of PVA fiber*

reinforced concrete cured in seawater environment at long-term ages (90 and 180 days) lower than that cured in normal water is 4.5%.

Keywords: *Sea water environment, polyme fiber reinforced concrete, PVA fiber, mixing - casting and mixing - spraying technology.*

1. Giới thiệu

BTCS polyme là vật liệu tổng hợp trong đó sợi polyme được đưa vào thành phần của hỗn hợp bê tông, nhằm nâng cao tính chất cơ lý và tính linh hoạt của bê tông [15, 16], cũng như cải thiện tính “giòn” là một hạn chế của bê tông thông thường. Các sợi polyme được làm từ các vật liệu như Polyvinyl Alcohol (PVA), polypropylen, polyester hoặc polyetylen.

Sợi PVA với hàm lượng phù hợp trong BTCS có tác dụng tăng cường tính chất cơ lý, cải thiện tính thẩm mỹ, tăng khả năng chống cháy, giảm trọng lượng và giúp BTCS có tính năng vượt trội so với bê tông thông thường. Một số tác động chính của sợi PVA trong BTCS [12, 14]:

- Làm tăng độ bền cơ lý của BTCS, đặc biệt là khả năng chịu kéo và giảm nguy cơ nứt của bê tông;
- Sợi có tính chất dẻo và đàn hồi, giúp BTCS chống lại sự co ngót và biến dạng trong quá trình đóng rắn, do đó làm giảm thiểu sự xuất hiện các vết nứt và vết rạn trên bề mặt BTCS;
- Làm giảm sự xuất hiện của vết nứt từ đó giữ cho bề mặt của BTCS mịn màng hơn;
- Không cháy và có trọng lượng nhẹ, nên làm giảm trọng lượng của sản phẩm BTCS;
- Có độ bền nhiệt và bền vững trong môi trường có độ ẩm cao;

- BTCS PVA có khả năng uốn cong và linh hoạt, tính chất này giúp dễ dàng tạo ra các sản phẩm có hình dạng và thiết kế đa dạng;

- Là một vật liệu không độc hại và không gây ô nhiễm môi trường.

Từ các kết quả nghiên cứu của đề tài [11] cho thấy sợi PVA đem lại hiệu quả cao về kinh tế và kỹ thuật trong sản xuất BTCS so với việc sử dụng các loại sợi polyme khác.

Mặc dù, đã có một số nghiên cứu về BTCS polyme tại Việt Nam [12, 13], nhưng chưa có nghiên cứu, đánh giá độ bền của BTCS sản xuất bằng các công nghệ khác nhau ở tuổi dài ngày trong môi trường nước biển. Bài báo này sẽ tóm tắt một số kết quả nghiên cứu, khảo sát ảnh hưởng của môi trường nước biển đến cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn của BTCS PVA sản xuất theo công nghệ trộn – đúc và trộn – phun đến 180 ngày tuổi. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở cho việc sử dụng BTCS phi kim trong môi trường nước biển.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu chế tạo BTCS PVA nghiên cứu gồm:

- Xi măng: PCB40 Nghi Sơn đáp ứng yêu cầu chất lượng theo TCVN 6260:2020 [1];

- Phụ gia khoáng: Tro bay Phả Lại đáp ứng yêu cầu TCVN 10302:2014 [5]; Silicafume đáp ứng yêu cầu TCVN 8827:2014 [4];

- Cát: Cát vàng Sông Lô đáp ứng yêu cầu TCVN 7570:2006 [2].

- Phụ gia hóa học:

+ Phụ gia giảm nước: phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate (Sika viscocrete 3000-20M), đáp ứng yêu cầu TCVN 8826:2011 [3], như sau:

* Độ pH: 4,1;

* Hàm lượng chất khô: 26,4%;

* Giảm nước (khi giữ nguyên độ sụt): 34 ÷ 35%.

+ Phụ gia tái phân tán Vinapas: sử dụng sản phẩm thương mại do công ty Wacker cung cấp, đáp ứng yêu cầu TCVN 8826: 2011 [3], như sau:

* Tỷ trọng (dung dịch 50% chất khô): 1,03 kg/lít;

* Độ pH (dung dịch 50% chất khô): 6,4;

* Độ nhớt (dung dịch 50% chất khô): 367,6 Pa.s (Nhớt kế Brookfield).

- Sợi PVA: chiều dài 6mm, đường kính 27,5 μ m đáp ứng yêu cầu TCVN 12392-2:2018 [6].

- Nước: nước máy phù hợp với TCVN 4506:2012.

Tính chất của vật liệu sử dụng cho trong Bảng 1.

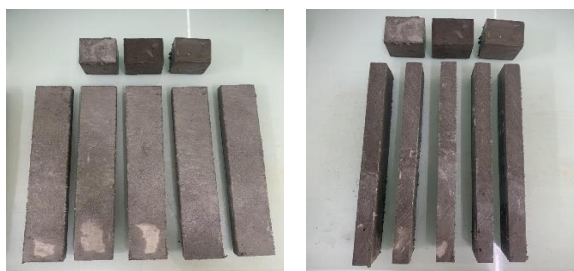
Bảng 1. Tính chất cơ lý của vật liệu sử dụng

Tính chất cơ lý	Xi măng	Tro bay	Silica fume	Cát vàng
Mô đun độ lớn	-	-	-	2,51
Khối lượng riêng, g/cm ³	3,07	2,24	2,05	2,63
Thời gian đông kết, phút				
Bắt đầu	40	-	-	-
Kết thúc	380	-	-	-
Lượng sót sàng 45 μ m, %		16,3	6,5	-
Hàm lượng MKN, %	3,5	3,7	1,0	-
Cường độ nén, MPa				
3 ngày	27,2	-	-	-
28 ngày	45,9	-	-	-
Chỉ số hoạt tính cường độ nén tuổi 7 ngày, %	-	80,0	118,4	-

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm xác định tính chất của hỗn hợp bê tông và BTCS được thực hiện theo các TCVN và tiêu chuẩn nước ngoài.

Bê tông dùng cốt liệu nhỏ, cường độ nén mẫu BTCS xác định trên mẫu 50x50x50mm theo TCVN 12393:2018 [7]; Cường độ uốn 04 điểm xác định trên 5 mẫu có kích thước 350x50x16 mm theo EN 1170-5:1998 [9].



Hình 1. Mẫu nén và mẫu uốn



Hình 2. Nén và uốn mẫu

3. Nghiên cứu ảnh hưởng của môi trường nước biển đến độ bền của BTCS PVA

3.1 Cấp phối, quy trình trộn và chế độ bảo dưỡng BTCS PVA

3.1.1 Cấp phối BTCS PVA nghiên cứu

Từ kết quả nghiên cứu đề tài [11], chọn thành phần cấp phối BTCS nghiên cứu cho trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần cấp phối BTCS PVA

TT	Thành phần	Đơn vị	Khối lượng
1	Xi măng PCB40	kg	579
2	Tro bay	kg	165
3	Silica Fume	kg	83
4	Cát (qua sàng 2,5mm)	kg	1167
5	Nước	kg	261
6	Sợi PVA	kg	12
7	Phụ gia siêu dẻo	kg	24
8	Vinapas	kg	1,1

3.1.2 Quy trình trộn

Máy trộn sử dụng trong nghiên cứu là máy trộn tốc độ cao, dung tích trộn 5 lít. Quy trình trộn theo tài liệu [10] như sau: các thành phần khô được trộn đều trong máy ít nhất 3 phút; sau đó cho 100% lượng nước vào và trộn đều ít nhất 3 phút; sau khi hỗn hợp đã đều, cho từ từ cốt sợi vào hỗn hợp trong vòng 1 phút và trộn đều tiếp ít nhất 3 phút. Độ chảy của hỗn hợp BTCS PVA xác định theo BS EN 1170-1[8].

Công đoạn tạo hình có hai cách [10]: Phun vữa làm đầy khuôn bằng máy phun chuyên dụng gọi là công nghệ trộn-phun và đổ đầy khuôn rồi đầm chặt bằng con lăn hoặc đầm rung gọi là công nghệ trộn-đúc.

3.1.3 Chế độ bảo dưỡng

Chuẩn bị mẫu:

- Mẫu kiểm tra cường độ nén: kích thước

50x50x50 (mm), số lượng: 3 viên/tổ x 6 tổ (3, 7, 28, 90, 180 và 360 ngày) x 2 công nghệ (trộn - đúc và trộn - phun) x 2 (chế độ bảo dưỡng) = 72 mẫu. Mẫu được đúc theo TCVN 3105, sau đó lưu mẫu trong 24 giờ trong điều kiện phòng thí nghiệm;

- Mẫu kiểm tra cường độ chịu kéo khi uốn 4 điểm: kích thước 350x50x16 mm. Số lượng mẫu: 5 viên/tổ x 6 tổ (3, 7, 28, 90, 180 và 360 ngày) x 2 công nghệ x 2 (chế độ BD) = 120 mẫu. Mẫu được đúc theo BS EN 1170-5 [9], thành các tấm 500x800x16 mm, trước khi ngâm bảo dưỡng được cắt thành các thanh có kích thước 50x350x16 mm (theo BS EN 1170 – 5 [9]).

Chế độ bảo dưỡng:

Các mẫu bảo dưỡng bằng nước thường trong thùng 160 lít có nắp đậy và để trong phòng thí nghiệm.

Các mẫu bảo dưỡng trong nước biển được chứa trong các bao lưới được buộc dây cố định để tránh thất thoát mẫu trong thời gian ngâm mẫu.

Khi đến ngày thí nghiệm, các mẫu được lấy ra và để khô tự nhiên trong phòng thí nghiệm 24 giờ. Sau đó mẫu được thử nghiệm trên máy nén và máy uốn chuyên dụng.



Hình 3a. Bảo dưỡng mẫu bằng nước thường



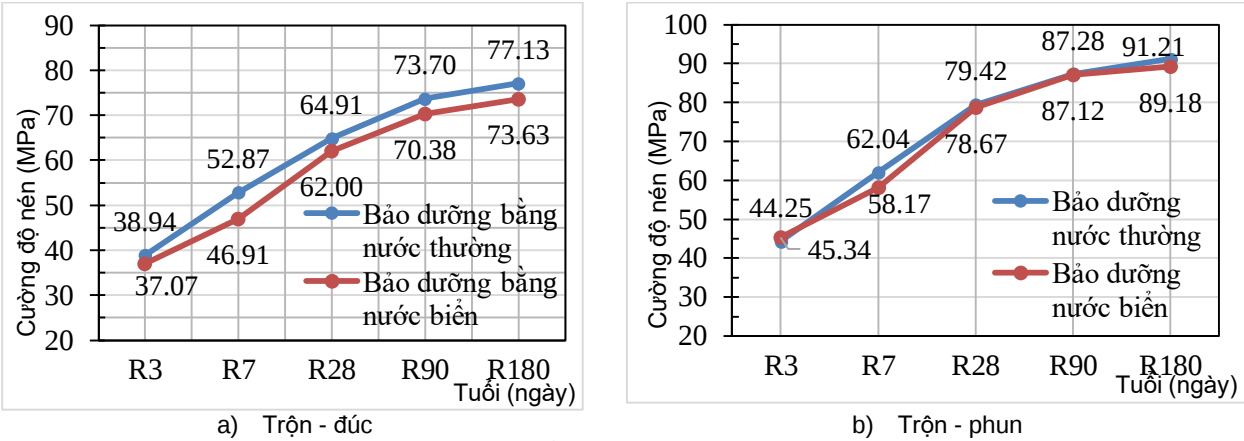
Hình 3b. Bảo dưỡng mẫu bằng nước biển

3.2 Ảnh hưởng của nước biển đến cường độ nén của BTCS theo công nghệ trộn – đúc và trộn – phun

Kết quả về sự phát triển cường độ nén của BTCS PVA theo công nghệ trộn – đúc, trộn - phun được bảo dưỡng trong môi trường nước thường và nước biển cho trong Bảng 3 và biểu diễn trên đồ thị trên Hình 4.

Bảng 3. Kết quả cường độ nén của BTCS PVA theo công nghệ trộn – đúc, trộn – phun được bảo dưỡng trong nước thường và nước biển

STT	Mẫu thí nghiệm	Đơn vị	Môi trường nước thường					Môi trường nước biển				
			R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀	R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀
I	Công nghệ trộn - đúc											
1	N1	MPa	40,10	54,25	66,10	74,49	78,67	38,10	46,93	62,93	70,99	74,66
2	N2	MPa	38,61	52,48	63,73	74,13	76,49	36,60	46,48	60,92	70,72	73,20
3	N3	MPa	38,10	51,87	64,88	72,48	76,22	36,50	47,33	62,16	69,44	73,02
TB		MPa	38,94	52,87	64,91	73,70	77,13	37,07	46,91	62,00	70,38	73,63
Tỷ lệ R _i /R ₂₈		%	60,0	81,5	100,0	113,6	118,8	59,8	75,7	100	113,5	118,7
Tỷ lệ (1- R _i ^{Sea} /R _i Th)		%	4,8	11,3	4,5	4,5	4,5	-	-	-	-	-
Trung bình		%	5,9					-				
II	Công nghệ trộn - phun											
1	N1	MPa	44,92	59,94	80,54	87,29	91,44	43,28	57,72	79,26	86,26	89,41
2	N2	MPa	43,29	61,30	78,26	86,26	92,84	45,43	57,64	76,59	88,50	89,24
3	N3	MPa	44,54	64,88	79,46	88,28	89,34	47,32	59,16	80,17	86,61	88,89
TB		MPa	44,25	62,04	79,42	87,28	91,21	45,34	58,17	78,67	87,12	89,18
Tỷ lệ R _i /R ₂₈		%	55,7	78,1	100,0	109,9	114,8	57,6	73,9	100,0	110,7	113,4
Tỷ lệ (1- R _i ^{Sea} /R _i Th)		%	-2,5	6,2	0,9	0,2	0,2	-	-	-	-	-
Trung bình		%	1,4					-				
Ghi chú: - Mẫu ở tuổi 360 ngày chưa đến thời gian, chưa có kết quả đánh giá; - R _i /R ₂₈ là tỷ lệ cường độ nén của mẫu ở tuổi thứ i ngày và cường độ nén của mẫu ở tuổi 28 ngày; - R _i Th /R _i ^{Sea} là tỷ lệ cường độ nén của mẫu được bảo dưỡng trong nước thường và cường độ nén của mẫu được bảo dưỡng trong nước biển ở tuổi thứ i ngày.												



Hình 4. Sự phát triển cường độ nén của BTCS PVA

Từ kết quả nghiên cứu, có một số nhận xét như sau:

- Cường độ nén của BTCS PVA tăng theo thời gian như bê tông thông thường ở cả điều kiện bảo dưỡng trong nước thường và trong nước biển, cụ thể:
 - + Với công nghệ trộn - đúc, cường độ nén của BTCS ở tuổi 90 và 180 ngày tăng (so với 28 ngày) tương ứng 13,6% và 18,8% khi bảo dưỡng trong nước thường, tăng tương ứng 13,5% và 18,7% khi bảo dưỡng trong nước biển;
 - + Với công nghệ trộn - phun, BTCS có cường độ nén của BTCS ở tuổi 90 và 180 ngày tăng (so với 28 ngày) tương ứng 9,9% và 14,8% khi bảo dưỡng trong nước thường, tăng tương ứng 10,7% và 13,4% khi bảo dưỡng trong nước biển.
- Cường độ nén của BTCS sản xuất bằng công nghệ trộn – phun ở tất cả các ngày tuổi đều cao hơn cường độ nén của BTCS sản xuất bằng công nghệ trộn – đúc với cùng điều kiện bảo dưỡng;

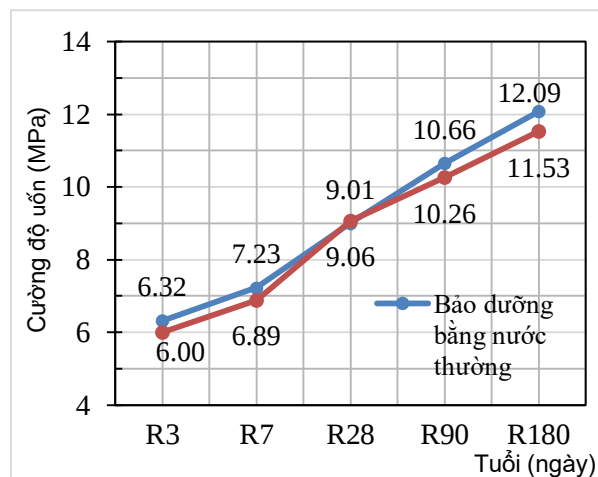
- Cường độ nén của BTCS ở tuổi dài ngày (90 và 180 ngày) khi bảo dưỡng trong nước thường đều cao hơn so với bảo dưỡng trong nước biển, cụ thể:
 - + Với công nghệ trộn - đúc, cường độ nén của BTCS ở tuổi (90 và 180 ngày) bảo dưỡng trong nước thường (là **73,70 và 77,13 MPa**), trong khi cường độ nén của mẫu bảo dưỡng trong nước biển (là **70,30 và 73,63 MPa**);
 - + Với công nghệ trộn - phun, cường độ nén của BTCS ở tuổi (90 và 180 ngày) bảo dưỡng trong nước thường (là **87,28 và 91,21 MPa**), trong khi cường độ nén của mẫu bảo dưỡng trong nước biển (là **87,12 và 89,19 MPa**).
- 3.3 Ảnh hưởng của môi trường nước biển đến cường độ chịu uốn của BTCS PVA theo công nghệ trộn - đúc và trộn - phun**
- Kết quả về sự phát triển cường độ chịu uốn của BTCS PVA theo công nghệ trộn – đúc và trộn - phun bảo dưỡng trong nước thường và trong nước biển được cho trong Bảng 4 và biểu diễn trên đồ thị Hình 5.

Bảng 4. Kết quả cường độ chịu uốn của BTCS PVA theo công nghệ trộn – đúc và trộn – phun bảo dưỡng trong nước thường và trong nước biển

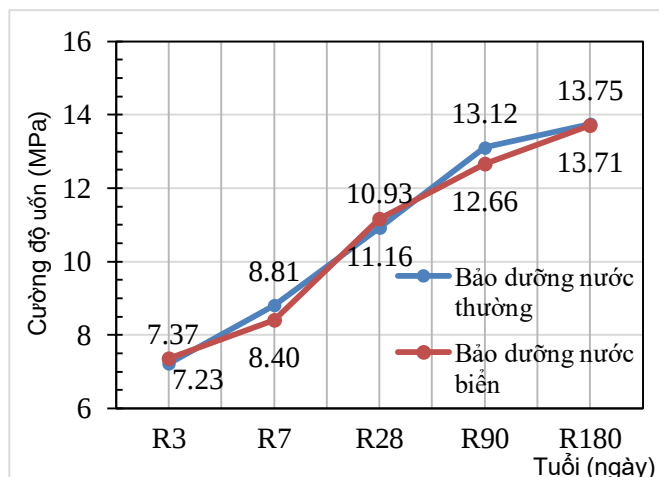
STT	Mẫu thí nghiệm	Đơn vị	Môi trường nước thường					Môi trường nước biển				
			R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀	R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀
I	Công nghệ trộn - đúc											
1	U1	MPa	6,26	7,31	8,96	10,36	11,62	5,99	7,00	8,58	9,89	11,13
2	U2	MPa	6,63	6,92	9,31	10,20	11,89	6,28	6,56	8,90	9,73	11,37
3	U3	MPa	6,28	7,66	8,95	11,36	11,68	5,96	7,32	8,95	11,32	11,08
4	U4	MPa	6,42	7,10	8,69	10,23	12,69	6,08	6,73	9,52	9,75	12,14
5	U5	MPa	6,01	7,16	9,12	11,15	12,56	5,70	6,84	9,36	10,62	11,91
TB		MPa	6,32	7,23	9,01	10,66	12,09	6,00	6,89	9,06	10,26	11,53
Tỷ lệ R _i /R ₂₈		%	70,2	80,3	100,0	118,4	134,2	66,2	76,0	100	113,2	127,2

VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

STT	Mẫu thí nghiệm	Đơn vị	Môi trường nước thường					Môi trường nước biển				
			R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀	R ₃	R ₇	R ₂₈	R ₉₀	R ₁₈₀
Tỷ lệ (1- R _i ^{Sea} /R _i Th)		%	5,0	4,7	-0,6	3,7	4,6	-	-	-	-	-
Trung bình		%	3,5					-				
II	Công nghệ trộn - phun											
1	U1	MPa	6,89	8,29	11,39	13,5 9	14,3 6	7,32	8,93	11,3 6	12,6 8	14,21
2	U2	MPa	7,69	8,82	10,65	13,2 0	13,2 6	7,56	7,98	10,9 5	14,2 6	13,12
3	U3	MPa	7,62	8,96	11,56	12,2 3	13,8 9	7,63	8,42	10,6 9	11,2 8	13,92
4	U4	MPa	6,96	8,32	9,68	12,5 8	13,9 5	7,21	8,00	11,6 3	12,6 9	13,68
5	U5	MPa	6,98	9,68	11,36	13,9 8	13,2 8	7,13	8,69	11,2 6	12,3 8	13,61
TB		MPa	7,23	8,81	10,93	13,1 2	13,7 5	7,37	8,40	11,1 6	12,6 6	13,71
Tỷ lệ R _i /R ₂₈		%	66,1	80,7	100,0	120, 0	125, 8	66,1	75,3	100, 0	113, 4	122,9
Tỷ lệ (1- R _i ^{Sea} /R _i Th)		%	-2,0	4,7	-2,1	3,5	0,3	-	-	-	-	-
Trung bình		%	0,9					-				
Ghi chú: - Mẫu ở tuổi 360 ngày chưa đến thời gian, chưa có kết quả đánh giá; - R _i /R ₂₈ là tỷ lệ cường độ uốn của mẫu ở tuổi thứ i ngày và cường độ uốn của mẫu ở tuổi 28 ngày - R _i Th /R _i ^{Sea} là tỷ lệ cường độ uốn của mẫu được bảo dưỡng trong nước thường và cường độ uốn của mẫu được bảo dưỡng trong nước biển ở tuổi thứ i ngày.												



a) Trộn - Đúc



b) Trộn - Phun

Hình 5. Sự phát triển cường độ chịu uốn của BTCS PVA

Từ kết quả nghiên cứu có một số nhận xét sau:

- Cường độ chịu uốn BTCS PVA tăng theo thời gian như bê tông thông thường ở cả điều kiện bảo dưỡng trong nước thường và trong nước biển, cụ thể:

+ Với công nghệ trộn – đúc, cường độ chịu uốn của BTCS ở tuổi 90 và 180 ngày tăng (so với 28 ngày) tương ứng 18,4% và 34,2%, khi bảo dưỡng trong nước thường, tăng tương ứng 13,2% và 27,2% khi bảo dưỡng trong nước biển;

+ Với công nghệ trộn – phun, cường độ chịu uốn

của BTCS ở tuổi 90 và 180 ngày tăng (so với 28 ngày) tương ứng 20,0% và 25,8% khi bảo dưỡng trong nước thường, tăng tương ứng 13,4% và 22,9% khi bảo dưỡng trong nước biển.

- Cường độ chịu uốn của BTCS sản xuất bằng công nghệ trộn – phun ở tất cả các ngày tuổi đều cao hơn sản xuất bằng công nghệ trộn – đúc với cùng điều kiện bảo dưỡng;

- Cường độ chịu uốn của BTCS ở tuổi dài ngày (90 và 180 ng) khi bảo dưỡng trong nước thường đều cao hơn so với bảo dưỡng trong nước biển, cụ thể

là:

+ Với công nghệ trộn – đúc, cường độ chịu uốn của BTCS ở tuổi (90 và 180 ngày) bảo dưỡng trong nước thường (là: **10,66 và 12,09 MPa**), trong khi cường độ chịu uốn của mẫu bảo dưỡng trong nước biển (là: **10,26 và 11,53 MPa**).

+ Với công nghệ trộn – phun, cường độ chịu uốn của BTCS ở tuổi (90 và 180 ngày) bảo dưỡng trong nước thường (là: **87,28 và 91,21 MPa**), trong khi cường độ chịu uốn của mẫu bảo dưỡng trong nước biển (là: **87,12 và 89,19 MPa**).

Nhận xét chung:

Từ kết nghiên cứu sự phát triển cường độ của BTCS PVA được chế tạo bằng công nghệ (trộn – đúc và trộn - phun) bảo dưỡng trong nước thường và trong nước biển đã cho thấy:

- Cường độ của BTCS được bảo dưỡng trong nước thường và nước biển theo thời gian tương tự như bê tông thường. Cường độ nén và cường độ chịu uốn của BTCS đều cao, đáp ứng được các yêu cầu về khả năng chịu kéo cao;

- Cường độ (cường độ nén, cường độ chịu uốn) của BTCS sản xuất bằng công nghệ trộn – phun ở tất cả các ngày tuổi đều cao hơn sản xuất bằng công nghệ trộn – đúc với cùng điều kiện bảo dưỡng;

- Ở các tuổi dài ngày, BTCS bảo dưỡng trong nước biển có cường độ thấp hơn so với bảo dưỡng trong nước thường. Cơ chế và cơ sở khoa học của hiện tượng này có thể do lý giải như sau:

+ Mẫu đúc xong để tại phòng thí nghiệm 24 giờ rồi đem đi bảo dưỡng, lúc này BTCS đang trong quá trình phát triển cường độ và quá trình đặc chắc cấu trúc. Nếu ngâm mẫu trong nước biển sẽ có một lượng nhất định các muối hòa tan ngấm vào trong bê tông, từ đó sẽ ảnh hưởng tới quá trình phát triển cường độ bê tông ở tuổi dài ngày. Điều này thấy rõ trong công nghệ trộn – phun đã tạo ra cấu trúc đặc chắc hơn, mức độ ảnh hưởng sẽ thấp hơn;

+ Nước biển chứa các muối hòa tan, chủ yếu là natri clorua, magie sunfat và canxi sunfat. Những muối này phản ứng với các thành phần của bê tông trong một quá trình gọi là ăn mòn sunfat. Các sunfat phản ứng với canxi hydroxit trong bê tông để tạo thành thạch cao, chiếm nhiều thể tích hơn nên làm

tăng nội ứng suất và gây nứt. Phản ứng hóa học của muối nước biển – Ion sunfat phản ứng với canxi hydroxit và canxi aluminat hydrat trong bê tông cũng tạo thành thạch cao và ettringite. Những phản ứng này dẫn đến sự giãn nở và mất cường độ. Các ion magie trong nước biển có thể thay thế canxi trong canxi silicat hydrat, làm suy yếu lớp gel C-S-H là sản phẩm mang lại độ bền cho đá xi măng.

Tất cả các tác động hóa học và hoạt động sinh học gây hại nói trên đều góp phần làm suy giảm cường độ và độ bền của BTCS trong môi trường nước biển theo thời gian.

4. Kết luận

4.1 Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu nêu trên, có thể rút ra một số nhận định sau:

- BTCS PVA chế tạo bằng công nghệ trộn – phun có cường độ cao hơn bằng công nghệ trộn – đúc ở tất cả các ngày tuổi, sẽ đem lại hiệu quả về kỹ thuật, nhất là trong môi trường biển;

- BTCS PVA có tốc độ phát triển cường độ tương tự như bê tông thường ở cả môi trường nước thường và nước biển;

- Ở tuổi dài ngày (90 và 180 ngày), BTCS PVA được bảo dưỡng trong nước thường có cường độ cao hơn bảo dưỡng trong nước biển;

- BTCS PVA có cường độ và sự phát triển cường độ tốt, có độ bền cao ở tuổi dài ngày trong môi trường nước biển tương tự như bê tông thường;

- Cần thiết kế, xây dựng và bảo trì BTCS phù hợp có thể kéo dài tuổi thọ của chúng theo thời gian.

4.2 Kiến nghị

- Tiếp tục nghiên cứu sản xuất BTCS PVA bằng công nghệ "Phun" nhằm tối ưu thành phần cấp phối, hoàn thiện công nghệ, thiết bị phun;

- Tiếp tục theo dõi sự phát triển BTCS PVA trong môi trường khí hậu biển ở tuổi dài ngày làm cơ sở xây dựng các công trình có độ bền lâu trong tương lai;

- Cần triển khai thêm các dự án xây dựng thử nghiệm các công trình dân dụng, công nghiệp trong vùng khí hậu biển, đảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 6260:2020. Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.
- [2] TCVN 7570: 2006. Cốt liệu cho bê tông và bê tông -

Yêu cầu kỹ thuật.

- [3] TCVN 8826:2011. Phụ gia hóa học cho bê tông.
- [4] TCVN 8827:2011. Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - Silicafume và tro trấu nghiền mịn.
- [5] TCVN 10302:2014. Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng.
- [6] TCVN 12392-2:2018. Sợi cho bê tông cốt sợi – Phần 2 Sợi polyme.
- [7] TCVN 12393:2018. Bê tông cốt sợi – Yêu cầu kỹ thuật và Phương pháp thử.
- [8] BS EN 1170-1:1998. Precast concrete products – Test method for glass-fibre reinforced cement. Part 1. Measuring the consistency of the matrix – ‘Slump test’ method.
- [9] BS EN 1170-5:1998. Precast concrete products – Test method for glass-fibre reinforced cement. Part 5. Measuring bending strength- ‘Complete bending test method’.
- [10] The International Glassfibre Reinforced Concrete Association (GRCA); *“Specification for the Manufacture, Curing & Testing of Glassfibre Reinforced Concrete (GRC) Products”*, Published by: The International Glassfibre Reinforced Concrete Association (GRCA) This edition published: January 2017.
- [11] Nguyễn Hùng Minh, và các cộng tác viên (2020). *“Nghiên cứu chế tạo bê tông cốt sợi phi kim để sản xuất các cấu kiện bê tông đúc sẵn thành mỏng sử dụng cho các công trình xây dựng dân dụng ở khu vực biển, đảo”*. Báo cáo tổng kết đề tài mã số TD 145-17, Hà Nội, 159 trang.
- [12] Nguyễn Hùng Minh và Cao Duy Bách, (2023). *“Nghiên cứu chế tạo bê tông cốt sợi phi kim sử dụng trong công trình biển đảo”*. Hội nghị khoa học quốc tế Kỷ niệm 60 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng, pp 304-312.
- [13] Nguyễn Quang Phú, (2018). *“Nghiên cứu xác định hàm lượng cốt sợi hợp lý để chế tạo bê tông có khả năng chịu nén và chịu uốn tốt, bền trong môi trường biển”*. Khoa học Kỹ thuật Thủy Lợi và Môi trường. Số 61.
- [14] Alexandra Akkari, Primary Author Minnesota Department of Transportation; *“Evaluation of a Polyvinyl Alcohol Fiber Reinforced Engineered Cementitious Composite for a Thin-Bonded Pavement Overlay”*; March 2011, Research Project Final Report 2011-11
- [15] Masoud Abedini, Ebrahim Akhlaghi, Javad Mehrmashhadi, Mohamed H.Mussa, Mohammad Ansari, Tohid Momeni, (2017). *“Evaluation of concrete structures reinforced with fiber reinforced polymers bars: A Review”*. Journal of Asian Scientific Research, 2017, 7(5): 165-175.
- [16] O Deaconu and GC Chitonu, (2022). *“Using fibers in construction”*. Materials Science and Engineering 1242 (2022) 012013.