

GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG ĐỘ VÀ TÍNH BỀN CHO BÊ TÔNG SỬ DỤNG TRONG CÁC KẾT CẤU BÊ TÔNG BẢO VỆ MÁI ĐÊ BIỂN

Nguyễn Quang Phú¹, Đỗ Đoàn Dũng¹

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu việc sử dụng kết hợp phụ gia khoáng hoạt tính siêu mịn và phụ gia siêu dẻo trong thành phần bê tông để tăng cường độ và tính bền cho bê tông sử dụng trong các kết cấu kè lát mái bảo vệ đê biển. Cấp phối bê tông có sử dụng kết hợp 20% Tro bay và 10% Silica fume với 0,5% phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao HWR100, CP5-F₂₀S₁₀P_{0,5} bê tông đạt cường độ ở tuổi 28 ngày là 49MPa, độ thấm ion Clo sau 6 tháng tại điểm đo vào sâu bên trong bê tông 4cm là 0,022% thỏa mãn các yêu cầu về độ đặc chắc, độ bền cao cho bê tông.

Từ khóa: Bê tông tính năng cao; Tro bay; Muội silic; Phụ gia; Phụ gia siêu dẻo.

1. MỞ ĐẦU

Các công trình bảo vệ bờ biển như kè đê biển phải chịu các tác động hóa học, tác động cơ học từ nước biển, sóng biển làm hư hỏng, xâm thực bê tông của kết cấu bảo vệ mái đê. Việc chịu tác động từ nước biển, sóng biển trong một thời gian dài khiến cho tuổi thọ của công trình giảm, phá hủy các công trình. Ngoài ra, đặc điểm khí hậu của nước ta cũng gây ra những tác động tiêu cực lên các kết cấu bê tông làm việc trong môi trường biển. Khi điều này xảy ra, thì những tác động tiêu cực tới từ môi trường biển không được kiểm soát, hậu quả tác động đến an ninh - kinh tế - xã hội của các khu hưởng lợi vùng ven biển là rất lớn. Vì vậy, việc nghiên cứu các nguyên nhân gây ra hư hỏng cho bê tông đê biển và tìm ra được các giải pháp nhằm tăng độ bền cho bê tông của kết cấu bảo vệ mái đê biển, tăng khả năng chống lại những tác động của môi trường biển là vô cùng cấp thiết đối với Việt Nam.

Trong các loại xâm thực bê tông bảo vệ mái đê biển phải kể đến việc thấm của ion Clo vào kết cấu bê tông, nó kết hợp với Fe tạo ra FeCl₃ và tăng thể tích, gây nội ứng suất, làm nứt bê tông, đặc biệt khi lớp bê tông bảo vệ cốt thép bị nứt nẻ thì nước biển thấm vào bê tông, hiện tượng xâm thực bê tông và cốt thép xảy ra sẽ nhanh và mạnh hơn. Khi đó, hiện tượng xâm thực của môi trường biển sẽ xảy ra mạnh hơn, làm phá hủy các kết cấu bê tông một cách nhanh chóng.

Việc sử dụng một loại bê tông có tính bền cao vào thi công các kết cấu bảo vệ mái đê biển là rất cần thiết, trong nghiên cứu đã sử dụng loại bê tông thay thế một phần xi măng bằng phụ gia khoáng siêu mịn là Silica fume kết hợp với Tro bay trong thành phần bê tông nhằm nâng cao độ bền cho các kết cấu bê tông bảo vệ mái đê biển.

2. VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM

2.1. Xi măng

Sử dụng xi măng Vicem Bút Sơn PC40. Kết quả thí nghiệm xi măng được thể hiện như trong bảng 1.

¹ Đại học Thủy lợi.

Bảng 1. Các chỉ tiêu tính chất cơ lý của xi măng PC40 Vicem Bút Sơn

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Quy định trong TCVN 2682:2009
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3.1	...
2	Độ nghiền mịn:			
	- Phần còn lại trên sàng 0.09mm - Bề mặt riêng – Phương pháp Blaine	% cm ² /g	0.20 3730	≤ 10 ≥ 2800
3	Độ dẻo tiêu chuẩn	%	27.7	...
4	Thời gian đông kết:			
	- Bắt đầu - Kết thúc	phút phút	150 230	≥45 ≤375
5	Độ ổn định thể tích - Lechatelier	mm	1.00	≤ 10
6	Giới hạn bền nén			
	- Sau 3 ngày ± 45 phút - Sau 28 ngày ± 45 phút	N/mm ² N/mm ²	32.40 48.0	≥21 ≥40

Nhận xét: Xi măng đạt tiêu chuẩn Xi măng Poocăng PC40 theo TCVN 2682:2009.

2.2. Phụ gia khoáng

2.2.1. Tro bay

Tro bay sử dụng trong đề tài là tro bay Phả

Lại. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu theo phiếu xuất xưởng của nhà máy như trong bảng 2.

Bảng 2. Tính chất vật lý của tro bay nhiệt điện Phả Lại

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	TCVN 4030: 2003	g/cm ³	2,20
2	Khối lượng thể tích xốp	TCVN 4030: 2003	kg/m ³	1084
3	Chỉ số hoạt tính tuổi 7 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108:1999	%	78,50
4	Chỉ số hoạt tính tuổi 28 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108:1999	%	85,00
5	Hàm lượng mất khi nung	TCVN 8262:2009	%	4,0
6	Hàm lượng SiO ₂	TCVN 8262:2009	%	85,10
7	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	1,75
8	Hàm lượng Al ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	9,87
9	Hàm lượng CaO	TCVN 8262:2009	%	1,09

Nhận xét: Phụ gia khoáng tro bay đạt tiêu chuẩn của phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn dùng cho bê tông theo TCVN 10302:2014.

2.2.2. Silica Fume:

Đề tài sử dụng Silica fume của hãng Castech có các tính chất vật lý được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất vật lý của Silica Fume

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	TCVN 4030: 2003	g/cm ³	2,10
2	Khối lượng thể tích xốp	TCVN 4030: 2003	kg/m ³	925
3	Hàm lượng mất khi nung	TCVN 8262:2009	%	4,20
4	Hàm lượng SiO ₂	TCVN 8262:2009	%	93,45
5	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	0,52
6	Hàm lượng Al ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	0,92
7	Hàm lượng CaO	TCVN 8262:2009	%	1,57

2.3. Cốt liệu**2.3.1. Cốt liệu mịn (Cát)**

Cát sử dụng để làm thí nghiệm là cát Sông Lô. Kết quả các chỉ tiêu cơ lý của cát được

tiến hành tại phòng thí nghiệm LAS 381 như trong bảng 4; thành phần hạt và mô đun độ lớn của cát đạt yêu cầu của TCVN 7570:2006.

Bảng 4. Các chỉ tiêu cơ lý của cát

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
Khối lượng riêng	g/cm ³	2,68
Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1520
Độ hồng	%	43,3
Độ ẩm	%	3,85
Hàm lượng bùn bụi sét	%	0,95
Tạp chất hữu cơ	-	Đạt tiêu chuẩn

2.3.2. Cốt liệu thô (Đá dăm)

Đá dăm cỡ 10-40mm Kiện Khê được thí

thí nghiệm tại phòng LAS 381 có kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đá dăm

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
Khối lượng riêng	g/cm ³	2,73
Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1530
Độ hồng	%	44,0
Hàm lượng bùn bụi sét	%	0,45
Hàm lượng hạt thoi dẹt	%	3,50

Nhận xét: Đá dăm cỡ 10-40mm đạt yêu cầu dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006.

2.4. Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học được sử dụng là phụ gia siêu dẻo giảm nước cao gốc Polycarboxylate. Đây là loại phụ gia thuộc thể hệ ba, gốc cao phân tử

tổng hợp, có khả năng giảm nước cao có thể lên tới 40%. Trong thí nghiệm đã sử dụng phụ gia siêu dẻo mã hiệu HWR100 của hãng Castech. Phụ gia được cung cấp ở dạng bột, khi sử dụng cần phải pha với nước trước khi trộn bê tông. Lượng dùng phụ gia theo khuyến cáo của đơn vị

sản xuất là từ 0,3÷0,5% so với lượng dùng chất kết dính theo khối lượng.

2.5. Nước trộn và bảo dưỡng bê tông

Sử dụng nước từ nguồn cấp nước sinh hoạt để thí nghiệm. Chất lượng nước đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012.

3. THIẾT KẾ CẤP PHỐI BÊ TÔNG VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Thiết kế cấp phối bê tông thí nghiệm

Dựa vào thực tế hình dạng và kích thước cầu kiện, cùng với điều kiện thi công các tấm lát mái bảo vệ đê biển vùng Nam Định mà đề tài cấp Nhà nước KC08/11-15 đã thực hiện, đề tài sơ bộ thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông có độ lưu động ban đầu (khi chưa pha phụ gia khoáng và phụ gia hóa học) đạt 5-6cm; mác bê tông thiết kế đạt M30.

Kết quả tính toán theo lý thuyết thành phần bê tông M30 được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Thành phần bê tông M30 theo lý thuyết

Xi măng	Nước	Cát	Đá
(kg)	(lít)	(kg)	(kg)
350	180	702	1215

Tổ mẫu thí nghiệm đúc với cấp phối ở bảng 6 được xem là mẫu đối chứng, ký hiệu là CP1 (chất kết dính hoàn toàn là xi măng).

Đề tăng tính bền cho bê tông (tính chống

thấm, chống xâm thực, chống mài mòn...) sử dụng trong các công trình bảo vệ bờ biển, mà ở đây là các kết cấu bê tông bảo vệ mái đê biển thuộc huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định, đề tài đã sử dụng loại bê tông thay thế 20% tro bay (FA) và 5-10% silica fume (SF) cho xi măng trong thành phần chất kết dính (CKD).

Đối với phụ gia siêu dẻo dùng để tăng độ lưu động của bê tông, sử dụng thay đổi từ 0 đến 0,5% so với khối lượng CKD. Lượng nước trộn được hiệu chỉnh đảm bảo cho hỗn hợp bê tông của các tổ mẫu thí nghiệm có cùng độ sụt đạt 10-12cm.

Các tổ mẫu thí nghiệm khác nhau có pha thêm phụ gia khoáng thay thế cho xi măng và phụ gia hóa học thay đổi đảm bảo độ sụt yêu cầu, cụ thể như sau:

+ Tro bay - Fly Ash (FA): **F = 20%**; Ký hiệu là: **F₂₀**

+ Muối silic - Silica Fume (SF): **S = 10% và 5%**; Ký hiệu là: **S₅ và S₁₀**

+ Phụ gia siêu dẻo - Super Plasticizer (SP): **P = 0%; 0,3%; 0,4%; 0,5%**; Ký hiệu là: **P₀; P_{0,3}; P_{0,4} và P_{0,5}**.

3.2. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông

Thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông được tiến hành cho các tổ mẫu ở 3, 7 và 28 ngày tuổi, kết quả được trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông

Cấp phối	N/CKD	Cường độ nén (MPa)		
		3 ngày	7 ngày	28 ngày
CP1 - F ₀ S ₀ P ₀	0,51	28	31	38
CP2 - F ₂₀ S ₁₀ P ₀	0,54	23	26	32
CP3 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,3}	0,53	31	35	44
CP4 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,4}	0,50	31	34	46
CP5 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,5}	0,46	32	36	49
CP6 - F ₂₀ S ₅ P ₀	0,53	22	24	36
CP7 - F ₂₀ S ₅ P _{0,3}	0,50	30	34	46
CP8 - F ₂₀ S ₅ P _{0,4}	0,46	30	33	47
CP9 - F ₂₀ S ₅ P _{0,5}	0,43	35	38	50

Nhận xét: Sự phát triển cường độ nén của các tổ mẫu theo thời gian cho thấy:

+ Các cấp phối có sử dụng phụ gia khoáng và sử dụng thêm phụ gia siêu dẻo để đạt độ sụt yêu

cầu (các hỗn hợp bê tông có cùng độ sụt) đều có cường độ ở tuổi 28 ngày cao hơn so với mẫu đối chứng. Những cấp phối có sử dụng phụ gia khoáng, nhưng không sử dụng phụ gia siêu dẻo

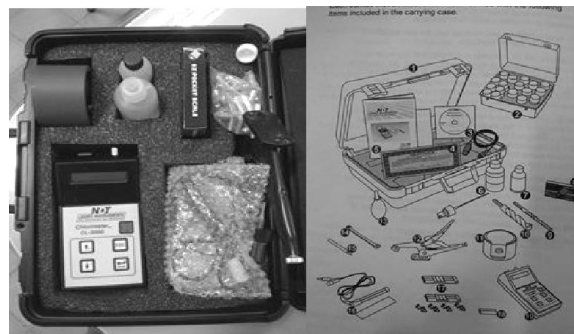
mà tăng lượng nước trộn để đạt được độ sụt yêu cầu nên tỷ lệ N/CKD lớn hơn cấp phối đối chứng, làm giảm cường độ của bê tông.

+ Cường độ bê tông ở 28 ngày tuổi của các tổ mẫu có pha phụ gia khoáng và phụ gia siêu dẻo (CP3, CP4, CP5 tương ứng so với CP7, CP8, CP9) không chênh lệch quá nhiều khi thay thế tỷ lệ của SF từ 5 đến 10%, FA = 20%. Điều đó cho thấy việc lựa chọn cấp phối bê tông tính năng cao có pha phụ gia khoáng trong phạm vi cho phép và sử dụng phụ gia siêu dẻo để đạt được độ sụt yêu cầu là rất cần thiết trong khi thiết kế thành phần bê tông.

3.3. Kết quả thí nghiệm độ thấm ion Clo của bê tông

Mẫu bê tông sau khi được bảo dưỡng trong bể nước có điều kiện tương tự môi trường nước biển vùng Giao Thủy - Nam Định (nước được

vận chuyển từ vùng biển Nam Định về phòng thí nghiệm của trường Đại học Thủy lợi) sau 6 tháng mẫu được lấy để làm thí nghiệm độ thấm ion Clo. Thiết bị đo là máy thí nghiệm như trong hình 1. Kết quả thí nghiệm được nêu trong bảng 8.



Hình 1. Máy thí nghiệm xác định nồng độ ion Clo

Bảng 8. Độ thấm ion Clo (%) sau 6 tháng tại các điểm đo khác nhau

Cấp phối	Vị trí điểm đo		
	Tại bề mặt	Vào sâu 2cm	Vào sâu 4cm
CP1 - F ₀ S ₀ P ₀	0,791	0,212	0,102
CP2 - F ₂₀ S ₁₀ P ₀	0,789	0,082	0,038
CP3 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,3}	0,778	0,072	0,030
CP4 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,4}	0,780	0,069	0,028
CP5 - F ₂₀ S ₁₀ P _{0,5}	0,774	0,061	0,022
CP6 - F ₂₀ S ₅ P ₀	0,768	0,086	0,044
CP7 - F ₂₀ S ₅ P _{0,3}	0,776	0,074	0,036
CP8 - F ₂₀ S ₅ P _{0,4}	0,770	0,071	0,032
CP9 - F ₂₀ S ₅ P _{0,5}	0,769	0,066	0,026

Nhận xét: Độ thấm ion Clo đo được sau 6 tháng ở 3 vị trí: tại bề mặt, sâu vào trong 2cm và sâu vào trong 4 cm cho thấy:

+ Tại bề mặt các mẫu có pha phụ gia, hàm lượng Clo xâm nhập nhỏ hơn so với mẫu đối chứng nhưng chênh lệch không lớn là do mức độ tiếp xúc với môi trường nước có chứa Clo là như nhau.

+ Khi vào sâu hơn ở mức độ 2cm và 4cm, thì hàm lượng ion Clo ở các mẫu có chứa phụ gia giảm hẳn so với mẫu đối chứng (mẫu không có phụ gia khoáng SF và FA). Điều này cho thấy

hiệu quả của việc sử dụng phụ gia khoáng kết hợp với phụ gia giảm nước làm giảm lượng nước trộn, tức là giảm nước tự do trong bê tông, tăng độ đặc chắc cho bê tông, nên giảm thiểu cơ hội nước chứa các thành phần hóa học có hại thâm nhập sâu vào bên trong bê tông.

+ Nếu dựa theo tiêu chí về độ thấm ion Clo, với ý nghĩa tương đương với tiêu chí về độ đặc chắc của bê tông thì cấp phối CP5-F₂₀S₁₀P_{0,5} có lượng thấm ion clo thấp nhất, có nghĩa là độ đặc chắc, độ bền là cao nhất.

4. KẾT LUẬN

Trong quá trình thiết kế thành phần bê tông có yêu cầu đảm bảo tính bền cao thì phụ gia khoáng siêu mịn như silica fume (SF) và tro bay (FA) là không thể thiếu. Khi sử dụng kết hợp hai loại phụ gia khoáng này sẽ hạn chế được sự xâm nhập của ion Clo vào trong bê tông. Bên cạnh đó, để đảm bảo được độ sụt và cường độ yêu cầu cho bê tông thì nhất thiết phải sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước. Tỷ lệ, hàm lượng và cách sử dụng các loại phụ gia này cần được thực hiện nghiêm ngặt theo hướng dẫn của nhà

sản xuất và cần phải được thực nghiệm trong phòng cũng như ngoài hiện trường xây dựng.

Qua các kết quả thí nghiệm, nhận thấy cấp phối CP5-F₂₀S₁₀P_{0,5} có cường độ ở tuổi 28 ngày đạt 49MPa, độ thấm ion Clo thấp hơn so với các cấp phối khác (trong 09 cấp phối thí nghiệm). Vì các kết cấu bê tông kê lát mái đê biển luôn luôn chịu tác động của môi trường nước biển cần thiết phải tăng độ bền, tăng khả năng chống lại những tác động tiêu cực của nước biển có thể tham khảo kết quả thí nghiệm của cấp phối này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Xây dựng (2012): *Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại.*
- [2]. Cao Duy Tiên & nnk (1999): "*Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu các điều kiện kỹ thuật nhằm đảm bảo độ bền lâu cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở vùng biển Việt Nam*" - Viện khoa học Công nghệ Xây dựng.
- [3]. Cao Duy Tiên: *Hiện tượng ăn mòn kết cấu bê tông cốt thép dưới tác động khí hậu ven biển Việt Nam.* Hội thảo quốc tế bê tông bền biển 1994.
- [4]. PGS.TS Nguyễn Việt Trung & nnk (2012): *Phụ gia và hóa chất dùng cho bê tông.*
- [5]. TCVN 2682-2009: *Xi măng Poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.*
- [6]. TCVN 3105-1993: *Bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.*
- [7]. TCVN 3106-1993: *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt.*
- [8]. TCVN 3118-1993: *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén.*
- [9]. TCVN 7570-2006: *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*
- [10]. TCVN 7572-2006: *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử.*
- [11]. TCVN 4506-2012: *Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*
- [12]. TCVN 8262-2009: *Tro bay - Phương pháp phân tích hóa học.*
- [13]. TCVN 10302-2014: *Phụ gia khoáng hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng.*
- [14]. TCVN 8827-2011: *Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - Silicafume và tro trấu nghiền mịn.*
- [15]. TCVN 141-2008: *Xi măng - Phương pháp phân tích hóa học.*
- [16]. TCVN 6882-2001: *Phụ gia khoáng cho xi măng.*
- [17]. TCVN 8826-2011: *Phụ gia hóa học cho bê tông.*

Abstract

THE SOLUTION TO INCREASE THE COMPRESSIVE STRENGTH AND DURABILITY OF CONCRETE USED IN THE CONCRETE STRUCTURES PAVED EMBANKMENT PROTECTING SEA DIKES

This paper presents the using of ultra-fine mineral admixtures to combine with super-plasticizer in concrete component to increase the compressive strength and durability of concrete used in the concrete structures paved embankment protecting sea dikes. The concrete mixed in combination with 20% Fly ash and 10% Silica fume with 0.5% High range water reducing admixture HWR100, CP5-F₂₀S₁₀P_{0,5} gets the compressive strength at 28 days is 49MPa, chloride ion permeability after 6 months at the measurement point deep inside the concrete in 4 cm is 0.022 % its satisfy the requirements of the dense, high durability of concrete.

Keywords: Concrete; Fly Ash; Silica Fume; Admixture; Super-plasticizer.

BBT nhận bài: 12/5/2015

Phản biện xong: 22/5/2015