

SỬ DỤNG PHỤ GIA KHOÁNG SIÊU MỊN VÀ PHỤ GIA SIÊU DẸO THỂ HỆ MỚI ĐỂ THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG CÓ ĐỘ MÀI MÒN THẤP, KHẢ NĂNG CHỐNG THẨM TỐT DÙNG CHO CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Nguyễn Quang Phú¹, Đoàn Minh Trí², Đặng Xuân Lộc³

Tóm tắt: *Thiết kế thành phần bê tông tính năng cao khi thay thế chất kết dính bằng 15% Silica fume, kết hợp lượng dùng phụ gia siêu dẻo hợp lý sẽ chế tạo được bê tông có mức chống thấm đạt W14 và độ mài mòn 0,175 g/cm². Bê tông thiết kế đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật dùng cho một số hạng mục công trình Thủy lợi có yêu cầu chống thấm cao và chịu mài mòn tốt.*

Từ khóa: Bê tông tính năng cao; Silica Fume; Phụ gia siêu dẻo; Độ mài mòn; Chống thấm nước.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông là loại vật liệu xây dựng có nhiều ưu điểm và thuộc loại vật liệu bền vững. Trong số các vật liệu xây dựng công trình, nó chiếm tỉ lệ các kết cấu, hạng mục công trình cao (Phạm Duy Hữu, 2008). Bên cạnh đó những hạng mục công trình ngày càng đòi hỏi khả năng chịu lực, khả năng chống lại sự phá hủy của môi trường. Vì vậy các tính năng của bê tông sử dụng trong công trình cần được nâng cao.

Hiện nay trong xây dựng các công trình Thủy lợi, rất nhiều hạng mục công trình cần phải sử dụng bê tông có tính năng cao: Cường độ cao, khả năng chống thấm tốt, chống xâm thực và chống mài mòn cao (Nguyễn Quang Phú, 2015). Khi sử dụng bê tông tính năng cao sẽ đảm bảo được tính bền rất tốt của các hạng mục công trình mà bê tông thông thường khó đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đó. Khi chế tạo bê tông, việc lựa chọn vật liệu phù hợp để sản xuất bê tông tính năng cao không những mang lại hiệu quả kinh tế cao mà còn đảm bảo được chất lượng công trình. Các loại vật liệu dùng để chế tạo bê tông tính năng cao cần được lựa chọn và phân tích một cách hợp lý. Trong việc sử dụng vật liệu để chế tạo, ngoài các thành phần cơ bản

như xi măng, cát, đá, nước thì phụ gia hóa học đóng vai trò rất quan trọng trong việc thiết kế và thi công bê tông tính năng cao (Nguyễn Viết Trung & nnk, 2012; Thái Duy Sâm, 2006). Yêu cầu đặt ra là dùng vật liệu như thế nào để chế tạo bê tông tính năng cao đáp ứng được những yêu cầu kỹ thuật nhất định, qua đó đề xuất các phương án thiết kế cấp phối là một nhiệm vụ hết sức cần thiết.

Bài báo tập trung lựa chọn các loại vật liệu để thiết kế cho bê tông thông thường (xi măng, cát, đá, nước) kết hợp với phụ gia khoáng siêu mịn (silica fume) và phụ gia siêu dẻo thể hệ mới để thiết kế bê tông tính năng cao thi công một số hạng mục cho các công trình Thủy lợi.

2. VẬT LIỆU VÀ CẤP PHỐI BÊ TÔNG THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu sử dụng trong thí nghiệm

Xi măng Pooc lăng PC40 Chinfon - Hải Phòng đạt cường độ nén 49,5MPa, thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 2682:2009. Cốt liệu mịn (cát) sử dụng cát sông Hồng có sẵn tại phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng - Viện Thủy công, thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Cốt liệu thô (đá dăm) sử dụng kết hợp 32% đá có $D_{\max} = 10\text{mm}$ và 68% đá có $D_{\max} = 20\text{mm}$ (theo khối lượng). Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của xi măng, cát, đá được thể hiện trong Bảng 1, 2 và 3 tương ứng.

¹ Bộ môn VLXD, Khoa Công trình, Đại học Thủy lợi.

² Sinh viên lớp 55CT1.

³ Sinh viên lớp 55N-QL.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng PC40 Chinfon - Hải Phòng

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả TNo
1	Khối lượng riêng	TCVN: 4030-2003	g/cm ³	3,12
2	Độ mịn (Lượng sót trên sàng 0,09)	nt	%	3,2
3	Lượng nước tiêu chuẩn	TCVN: 6017-1995	%	28,2
4	Thời gian bắt đầu đông kết	nt	phút	110
	Thời gian kết thúc đông kết	nt	phút	305
5	Độ ổn định thể tích	nt	mm	2,2
6	Giới hạn bền nén tuổi 3 ngày	TCVN: 6016-1995	N/mm ²	34,0
	Giới hạn bền nén tuổi 28 ngày	nt	N/mm ²	49,5

Bảng 2. Tính chất cơ lý của cát

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả TNo
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,67
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,61
3	Độ hồng	%	39,7
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,96
5	Mô đun độ lớn	-	3,06
6	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
7	Thành phần hạt	-	Đạt

Bảng 3. Tính chất cơ lý của đá dăm

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả TNo
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,75
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,68
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,58
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	18,2
5	Hàm lượng hạt mềm yếu	%	1,10
6	Độ hút nước	%	0,43
7	Thành phần hạt	-	Đạt

Phụ gia khoáng siêu mịn sử dụng Silica fume thay thế thành phần xi măng trong các cấp phối bê tông thiết kế. Silica fume có kích thước hạt rất nhỏ, hầu hết < 1µm, tỷ diện tích Blaine

khoảng 20.000 m²/kg. Các tính chất kỹ thuật của Silica fume được phân tích tại Viện Khoa học Công nghệ xây dựng (IBST), kết quả như Bảng 4.

Bảng 4. Tính chất kỹ thuật của Silica fume

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu kỹ thuật ASTM C 1240-00
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,40	
2	Độ ẩm	%	2,76	
3	Hàm lượng mất khi nung	%	2,82	≤ 6,0
4	Hàm lượng SiO ₂	%	88,15	SiO ₂ ≥ 85,0
5	Hàm lượng SO ₃	%	0,05	< 2,0
6	Hàm lượng CaO	%	0,66	< 1,0
7	Hàm lượng Cl ⁻	%	0,01	< 0,3

Phụ gia hóa học được sử dụng trong thí nghiệm là phụ gia siêu dẻo AM-S50 gốc Polycarboxylate (PC). AM-S50 phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C-494 phụ gia loại A và G, không chứa chất ăn mòn clo. Phụ gia được sử dụng có tác dụng tăng tính công tác của hỗn hợp bê tông, giảm lượng dùng nước và tăng độ đặc chắc của bê tông.

2.2. Cấp phối bê tông thí nghiệm

Thiết kế thành phần bê tông tính năng cao theo phương pháp ACI 211.1-91, qua đó thay đổi lượng dùng Silica Fume (SF) để thay thế xi măng trong thành phần bê tông và giữ nguyên lượng

phụ gia siêu dẻo và các thành phần vật liệu khác của bê tông. Các thí nghiệm được tiến hành trên bê tông tính năng cao với mẫu đối chứng mác 60 MPa. Để đạt được cường độ cao với tỷ lệ N/CKD thấp và hỗn hợp bê tông đạt được tính công tác tốt thì phụ gia siêu dẻo được sử dụng hợp lý. Thành phần vật liệu của bê tông thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 5. Trong thí nghiệm, tỷ lệ N/CKD là 0,28 và liều lượng của phụ gia siêu dẻo AM-S50 là 5,5 lít/m³ bê tông. Lượng phụ gia khoáng Silica fume thay thế lần lượt là 5%; 10%; 15%; 20% và 25%.

Bảng 5. Thành phần vật liệu của các cấp phối bê tông thí nghiệm

Cấp phối	N/CKD	XM (kg)	Cát (kg)	Đá dăm (kg)	Nước (lít)	AM-S50 (lít)	Silica fume (kg)
CP1	0,28	515,00	775	1050	144	5,5	0,00
CP2	0,28	489,25	775	1050	144	5,5	25,75
CP3	0,28	463,50	775	1050	144	5,5	51,50
CP4	0,28	437,75	775	1050	144	5,5	77,25
CP5	0,28	412,00	775	1050	144	5,5	103,00
CP6	0,28	386,25	775	1050	144	5,5	128,75

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Trộn các hỗn hợp bê tông với cấp phối đã thiết kế, tiến hành xác định độ lưu động theo TCVN 3106-1993. Thí nghiệm xác định độ lưu động của các hỗn hợp bê tông cho các cấp phối khác nhau, tiến hành giữ hỗn hợp bê tông sau 30 phút để kiểm tra lại độ lưu động. Đúc các mẫu

thí nghiệm hình lập phương (LP): 15x15x15cm, xác định cường độ nén của bê tông ở tuổi 7 và 28 ngày theo tiêu chuẩn TCVN 3118-2007. Độ mài mòn của bê tông được xác định theo TCVN 3114-1993. Các mẫu thử mác chống thấm sau bảo dưỡng 28 ngày theo TCVN 3116-2007. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của bê tông thí nghiệm

Cấp phối	Sn (mm)	Sn (mm) sau 30 phút	Rn ⁷ (MPa)	Rn ²⁸ (MPa)	Độ mài mòn (g/cm ²)	Mác chống thấm W, at
CP1	95	92	52,9	60,2	0.351	W8
CP2	83	78	56,5	63,6	0.206	W10
CP3	78	75	59,1	66,5	0.189	W12
CP4	72	68	60,0	71,8	0.175	W14
CP5	66	60	59,5	67,8	0.174	W14
CP6	60	57	57,6	64,2	0.182	W12

Nhận xét kết quả:

+ Khi giữ nguyên các thành phần vật liệu trong cấp phối bê tông, hàm lượng Silica Fume thay thế xi măng tăng lên, thì độ sụt của hỗn hợp bê tông giảm xuống. Điều này được giải

thích như sau: Do độ mịn của Silica Fume rất cao (khoảng 20.000 m²/kg), nên độ hút nước nhiều hơn, làm giảm độ sụt của hỗn hợp bê tông. Tuy nhiên, khi HPC có thay thế một phần xi măng bằng phụ gia khoáng Silica Fume thì

độ giảm độ lưu động của hỗn hợp bê tông theo thời gian (sau 30 phút) vẫn đảm bảo về tính công tác của hỗn hợp bê tông thiết kế. Điều này được lý giải là do trong thành phần HPC có sử dụng phụ gia hóa dẻo thể hệ mới sẽ duy trì được độ lưu động của hỗn hợp bê tông trong quá trình thi công.

+ Với các vật liệu đã được lựa chọn để thiết kế thành phần HPC đều đạt mức thiết kế yêu cầu, đạt trên 60 MPa. Khi thay thế hàm lượng Silica Fume từ 5 đến 25% khối lượng xi măng trong thành phần bê tông thì cường độ của bê tông ở tuổi 28 ngày đều vượt mức thiết kế. Tuy nhiên khi thay thế 15% Silica fume (CP4) thì cường độ của bê tông ở 28 ngày tuổi là cao nhất (71,8 MPa), sau đó cường độ giảm dần khi hàm lượng Silica fume thay thế tăng lên. Điều này có thể do thực tế là phản ứng pozzolanic không hết với thành phần hoạt tính $\text{SiO}_2^{\text{VDH}}$ và hiệu ứng điền đầy của phụ gia Silica fume chưa triệt để.

+ Từ kết quả thí nghiệm về độ mài mòn cho thấy khi HPC có phụ gia khoáng hoạt tính siêu mịn thì bê tông có độ mài mòn thấp hơn rất nhiều khi HPC không sử dụng phụ gia khoáng. Ngoài ra, bê tông có hàm lượng phụ gia khoáng siêu mịn hợp lý (CP4, CP5) thì độ mài mòn là thấp nhất. Điều này phù hợp với cường độ chịu nén của bê tông.

+ Khi thiết kế bê tông có phụ gia khoáng siêu mịn (SF) thì mức chống thấm tăng lên rõ rệt, tăng từ W8 (bê tông không có phụ gia khoáng) lên W10 ÷ W14 (bê tông có pha phụ gia SF).

+ Khi thiết kế thành phần bê tông tính năng cao với hàm lượng pha trộn phụ gia khoáng (SF) và phụ gia siêu dẻo giảm nước (AM S50) hợp lý sẽ được một loại bê tông có mức chống thấm rất cao, có thể sử dụng cho tất cả các công trình Thủy lợi có yêu cầu cao về chống thấm, mức chống thấm đạt tới W12 đến W14.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở của các kết quả thí nghiệm có thể đưa ra các kết luận sau đây:

+ Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén, mức chống thấm, độ mài mòn cho thấy HPC là một loại bê tông sử dụng rất hiệu quả cho các hạng mục công trình Thủy lợi có yêu

cầu cao về cường độ chịu nén, mức chống thấm, tính xâm thực và mài mòn.

+ Khi thiết thành phần HPC nhất thiết phải sử dụng các loại phụ gia khoáng siêu mịn, phụ gia giảm nước bậc cao để giảm tỷ lệ N/CKD đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra của bê tông thiết kế. Quy trình thiết kế cấp phối cho bê tông tính năng cao sử dụng Silica fume và phụ gia siêu dẻo được xây dựng theo phương pháp ACI là hợp lý, ngoài ra còn có thể tham khảo thêm một số phương pháp thiết kế khác về bê tông tính năng cao đã được nghiên cứu.

+ Hàm lượng Silica fume thay thế xi măng trong thành phần của bê tông tính năng cao tăng lên thì tương ứng làm tăng cường độ nén bê tông, hàm lượng Silica fume tăng lên đến 15% (CP4) thì cường độ nén của bê tông cao nhất, tuy nhiên sau đó giảm dần khi hàm lượng Silica fume tăng lên (CP5 và CP6). Do đó sự thay thế tối ưu của Silica fume trong thành phần của HPC khuyến cáo sử dụng trong khoảng là 10- 15%.

+ Tỷ lệ phần trăm thay thế của xi măng bằng Silica fume tăng thì tính công tác của hỗn hợp bê tông giảm khi giữ nguyên các thành phần vật liệu khác trong cấp phối của bê tông. Vì vậy, cần có sự lựa chọn cường độ thiết kế hợp lý và phù hợp với công trình xây dựng để có biện pháp điều chỉnh thành phần vật liệu một cách hợp lý.

+ Thành phần bê tông được thiết kế với các loại vật liệu trong nước hiện đang được sử dụng cho các công trình xây dựng; mức bê tông thiết kế phù hợp với yêu cầu tăng cường độ và tính bền của bê tông các công trình xây dựng, vì vậy kết quả thí nghiệm có thể là tài liệu tham khảo cho các công trình bê tông có mức thiết kế phù hợp trong khoảng 60 đến 70MPa.

+ Trong bài báo chỉ mới nghiên cứu được cấp phối HPC có sự ảnh hưởng của phụ gia khoáng như Silica fume cũng như loại phụ gia hóa học có tại phòng thí nghiệm. Trên thực tế còn rất nhiều phụ gia khoáng khác có những tác dụng khác nhau, như tro bay, metacaolan, xỉ quặng, tro trấu..... Trước những yêu cầu ngày càng cao của thực tế sản xuất, cần phải chế tạo ra những loại bê tông với những yêu cầu cao hơn, tiết kiệm hơn, cũng như tận dụng các vật

liệu địa phương sẵn có. Do vậy cần phải có những nghiên cứu sâu hơn về tác dụng của nhiều yếu tố khác nhau đến các tính chất của HPC. Cần thiết phải kết hợp một số loại phụ gia khác nhau để thiết kế thành phần HPC dùng trong các công trình xây dựng nói chung và các công trình Thủy lợi nói riêng.

+ Từ nghiên cứu trong phòng thí nghiệm để

đưa ra công trình sản xuất thì các cấp phối bê tông nghiên cứu cần được hiệu chỉnh một cách phù hợp với các vật liệu tại hiện trường xây dựng, điều chỉnh lượng nước trộn phù hợp với độ ẩm của cốt liệu (cát, đá) tại mỗi thời điểm thi công, cũng như được thí nghiệm hiện trường đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật của bê tông xây dựng đặt ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Quang Phú, (2015), "*Thiết kế cấp phối bê tông tính năng cao sử dụng Silica Fume và phụ gia siêu dẻo*", Tạp chí Thủy lợi và Môi trường, 9/2015.

Nguyễn Viết Trung & nnk, (2012), "*Phụ gia và hóa chất dùng cho bê tông*".

Phạm Duy Hữu, (2008), "*Công nghệ bê tông và bê tông đặc biệt*", Nhà xuất bản xây dựng.

TCN 108:1999: "*Phụ gia khoáng nghiền mịn cho bê tông và vữa – Phương pháp thử*"

TCVN 2682:2009: "*Xi măng Pooc-lăng- Yêu cầu kỹ thuật*"

TCVN 3106 – 1993: "*Hỗn hợp Bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*"

TCVN 3114-1993: "*Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn*"

TCVN 3116-1993: "*Bê tông - Phương pháp thử độ chống thấm nước*"

TCVN 3118-2007: "*Xác định cường độ chịu nén của bê tông nặng*"

TCVN 4506- 2012: "*Nước trộn Bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*"

TCVN 7572-2006: "*Cốt Liệu Dùng Cho Bê tông Và Vữa - Phương Pháp Thử*"

Thái Duy Sâm (2006), "*Nghiên cứu và ứng dụng bê tông chất lượng cao*", báo cáo kết quả đề tài.

Abstract:

USING THE ULTRA-FINE MINERAL ADDITIVES AND NEW GENERATION SUPERPLASTICIZER TO DESIGN THE CONCRETE COMPONENTS WITH LOW ABRASION, GOOD WATERPROOF RESISTANCE FOR THE HYDRAULIC CONSTRUCTIONS

Design the high performance concrete components when replacing adhesive by 15% silica fume, combined use of reasonable superplasticizer, the concrete will be manufactured with waterproof achieved W14 and abrasion 0.175 g/cm². The designed high performance concrete to meet the technical requirements for some of irrigation works require high waterproof and good abrasion resistance.

Keywords: High performance concrete; Silica Fume (SF); Super-plasticizer; Abrasion; Waterproof.

BBT nhận bài: 28/02/2017

Phản biện xong: 21/3/2017