

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA HÓA HỌC GIẢM CO NGÓT ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG TÍNH NĂNG CAO

Nguyễn Quang Phú

Nguyễn Thái Huy

Tóm tắt:

Bài báo trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia hóa học giảm co ngót đến tính công tác và một số tính chất cơ lý của bê tông tính năng cao trong phòng thí nghiệm

Từ khóa: *Bê tông tính năng cao; muội silic; tro bay; xỉ lò cao; phụ gia giảm co ngót; phụ gia giảm nước bậc cao; cường độ nén; cường độ kéo; mô đun đàn hồi.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

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. Khi sử dụng bê tông tính năng cao sẽ đảm bảo được tính bền rất tốt (tính chống ăn mòn, chống xâm thực, chống mài mòn...) của các hạng mục công trình mà bê tông thông thường khó đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đó. 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. 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.

2. CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

2.1. Các yêu cầu đối với hỗn hợp bê tông tươi

Bê tông tính năng cao (HPC) cần đáp ứng các tổ hợp tính năng về cường độ và độ bền, cũng như những yêu cầu khác cho các kết cấu công trình. Bê tông sử dụng các thành phần nguyên liệu, áp dụng các công nghệ trộn, đổ, bảo dưỡng đặc biệt. HPC còn có cường độ sớm, $f_{c3} \geq 0,85 f_{c28}$. Cường độ chịu nén tối thiểu tuổi 28 ngày $\geq 60,0 \div 100\text{MPa}$ (theo Viện Bê tông Hoa Kỳ). Độ bền cao hơn bê tông thường tùy theo yêu cầu được kiến nghị sử dụng.

Nhiệt độ bê tông tươi $t_B < 20^\circ\text{C}$, nhiệt độ này đảm bảo bê tông khối lớn không bị nứt do nhiệt độ trong giai đoạn đầu (1-10 ngày). Mức chênh nhiệt độ bên ngoài và trong lõi khối bê tông không vượt quá mức chênh nhiệt độ gây nứt.

Nói chung bê tông tính năng cao nên được đổ có độ sụt thấp nhất mà vẫn đảm bảo việc vận chuyển và đổ khuôn dễ dàng. Độ sụt từ 5 - 10cm là phổ biến. Tuy nhiên đối với các kết cấu có mật độ cốt thép và khoảng cách giữa các cốt thép là rất nhỏ, độ sụt của bê tông chọn từ 15 ÷ 20cm. Thời gian giữ độ sụt khoảng 1 - 2 giờ.

Ở trạng thái tươi khả năng chảy (độ sụt) là một đặc tính quan trọng, nó thể hiện trạng thái dễ dàng hoặc khó khăn của việc đổ bê tông phụ thuộc vào các thiết bị hiện có. Độ sụt được xác định bằng dụng cụ đo độ sụt (côn Abrams) tại trạng thái trước khi đổ bê tông. Độ sụt yêu cầu $18 \pm 2\text{cm}$ và phải giữ được tối thiểu là 1 giờ. Yêu cầu thời gian giữ độ sụt lớn hơn thời gian thi công hoàn thiện kết cấu.

2.2. Các yêu cầu đối với vật liệu

Vật liệu chế tạo HPC có yêu cầu về các chỉ tiêu chặt chẽ hơn so với bê tông thường và được qui định theo tiêu chuẩn ASTM. Các vật liệu chính là: xi măng, các hợp chất hóa học, các vật liệu khoáng siêu mịn, nước, cốt liệu, các chất tăng dẻo, các chất làm chậm ngưng kết.

2.2.1. Xi măng

Tất cả các loại xi măng được sử dụng phải là xi măng Portland thường (ASTM C150)^[1] hoặc TCVN 2682-1992^[2] đối với xi măng PC40 và PC50. Cần có các thí nghiệm xác định mức độ ảnh hưởng của chất bột khi sử dụng xi măng PCB40.

Khi không cần thiết thì hạn chế sử dụng xi măng kiểu III theo ASTM^[1].

Lượng xi măng cao có thể dẫn đến nhiệt độ tăng cao trong khối bê tông vì vậy cần qui định

lượng xi măng tối đa là 525kg/m^3 bê tông. Trong trường hợp cần có cường độ cao hơn nên sử dụng tỷ lệ N/X thấp (từ $0,35 \div 0,26$) để vẫn đảm bảo được cường độ mà lượng xi măng dùng không quá lớn gây các hiệu ứng phụ không có lợi cho bê tông (toả nhiệt, từ biến và co ngót lớn).

2.2.2. Phụ gia khoáng hoạt tính

Có thể khẳng định phụ gia khoáng hoạt tính (PGKHT) là loại phụ gia không thể thiếu được trong bê tông tính năng cao. Vai trò chính của PGKHT là bổ sung hạt mịn cho bê tông nhằm tăng tính dính kết giữa các hạt rắn, làm giảm nguy cơ tách nước trong bê tông, cải thiện tính đồng nhất trong bê tông. Ngoài ra, PGKHT còn có tác dụng khác như giảm phản ứng kiềm-cốt liệu.

PGKHT có thể bao gồm một trong các loại sau: Tro bay (FA), Silica fume (SF), Xi lò cao (Slag). Ngoài ra, cũng có thể dùng tro trấu nghiền mịn hoặc mêtacaulanh.

2.2.3. Phụ gia hóa học

Các hợp chất hóa học nói chung đều được sản xuất từ licnin sunphonat, các axit cacboniclic (phenol cao phân tử) được hydrat hóa, các nhóm hydrat-cacbon, melamin, naptalin, các chất gia tốc vô cơ và hữu cơ dưới các dạng công thức khác nhau. Việc chọn loại và liều lượng cần tiến hành bằng các thực nghiệm. Các hợp chất hóa học góp phần tăng đáng kể cường độ nén, kiểm soát tốc độ đóng rắn, thúc đẩy nhanh cường độ, cải thiện khả năng làm việc và độ bền lâu.

2.2.4. Cốt liệu thô

Cốt liệu thô thông thường được sử dụng là đá dăm. Việc lựa chọn đá dăm để chế tạo bê tông HPC cần có kích thước tối đa của cốt liệu không lớn hơn 25mm và có phần trăm lỗ rỗng thấp. Thể tích đã lèn chặt của đá cho bê tông HPC thường từ $0,65 \div 0,72$.

Với bê tông có cường độ nén nhỏ hơn 60MPa thì cường độ tối thiểu của đá gốc phải lớn hơn 100MPa. Với bê tông có cường độ nén từ $62 \div 100\text{MPa}$ ($D=19,5-12,5\text{mm}$) cường độ chịu nén tối thiểu của đá từ $100 \div 120\text{MPa}$.

Cốt liệu lý tưởng là cốt liệu sạch dạng khối có cạnh và có ít nhất lượng các hạt dẹt và dài, có cường độ cao.

Thành phần hạt của cốt liệu lớn phải phù hợp với thành phần hạt của tiêu chuẩn được ghi trong TCVN 7570-2006^[3], ASTM D448, tiêu chuẩn Châu Âu N13043-2002.

Lượng ngậm các chất có hại và khả năng phản ứng kiềm cốt liệu trong sỏi hoặc đá dăm nhỏ hơn các quy định của tiêu chuẩn 7572-2006^[3].

2.2.5. Cốt liệu mịn

Cốt liệu mịn cũng là một phần rất quan trọng của hỗn hợp bê tông mà nó ảnh hưởng lên khả năng làm việc trong quá trình đổ. Nói chung, HPC có thể được sản xuất khi sử dụng một loại cát tròn tự nhiên hoặc nghiền từ đá vôi với mô đun độ lớn từ 2,6 đến 3,2. Thành phần cốt liệu mịn phù hợp với yêu cầu tiêu chuẩn AASHTO:

Cốt liệu mịn phải có hạt bền, cứng và sạch, không lẫn bụi, bùn, sét, chất hữu cơ và những tạp chất khác. Việc phân tích thành phần hạt của cốt liệu mịn phải thực hiện theo TCVN 7570-2006^[3] hoặc AASHTO-T27.

Hàm lượng các tạp chất có hại trong cốt liệu mịn không được vượt quá giới hạn quy định trong TCVN7572-14-06^[4].

2.2.6. Nước

Các loại nước sử dụng trong bê tông HPC cho việc trộn, bảo dưỡng hoặc các ứng dụng khác phải là nước uống được, ngoài ra nước sử dụng cho HPC phải đảm bảo độ sạch hợp lý và không lẫn dầu, muối, axit, chất kiềm, thực vật và bất kỳ chất nào khác gây hư hỏng đối với sản phẩm hoàn thiện.

3. THÍ NGHIỆM ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA HÓA HỌC SRA ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA HPC

3.1. Các loại vật liệu sử dụng trong thí nghiệm

3.1.1. Xi măng

Xi măng Pooclăng có cường độ 49,7MPa ở tuổi 7 ngày và 60MPa ở tuổi 28 ngày. Thành phần hóa học và các thuộc tính vật lý được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học và thuộc tính vật lý của xi măng Pooclăng

Một số thành phần khoáng vật (%)							Khối lượng riêng (g/cm ³)	Đặc trưng bề mặt (m ² /kg)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Loss		
20,60	5,03	64,11	1,46	4,38	1,72	1,18	3,15	450

3.1.2. Phụ gia khoáng

Phụ gia khoáng được sử dụng trong thí nghiệm gồm có: Silica fume (SF), tro bay (FA), và xi lò cao. Thành phần hóa học và các thuộc tính vật lý của các loại phụ gia khoáng được thống kê trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học và thuộc tính vật lý của các phụ gia khoáng

Phụ gia khoáng	Một số thành phần hóa học							Khối lượng riêng (g/cm ³)	Đặc trưng bề mặt (m ² /kg)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Loss		
Silica fume	93,15	0,97	1,01	0,43	0,88	0,50	1,50	2,10	24000
Tro bay	49,39	33,36	4,92	4,13	0,85	1,96	2,49	2,20	615
Xi lò cao	33,12	11,80	1,17	34,95	10,75	0,69	1,23	2,89	439

3.1.3. Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ được sử dụng trong thí nghiệm là cát tự nhiên. Các thuộc tính của cốt liệu nhỏ (cát) được thống kê trong bảng 3.

Bảng 3. Các thuộc tính của cốt liệu nhỏ (cát)

Khối lượng thể tích ở trạng thái khô (g/cm ³)	Khối lượng thể tích (g/cm ³)	Độ hút nước (%)	Môđun độ lớn
2,66	1,65	1,50	2,90

3.1.4. Cốt liệu lớn

Cốt liệu lớn sử dụng trong thí nghiệm là đá. Thành phần của đá có cỡ từ 5 - 10 mm chiếm 60%, cỡ từ 10 - 20 mm chiếm 40%. Các thuộc tính của cốt liệu lớn được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Các thuộc tính của cốt liệu lớn

Khối lượng thể tích ở trạng thái khô (g/cm ³)	Khối lượng thể tích (g/cm ³)	Độ hút nước (%)
2,76	1,70	0,50

3.1.5. Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học sử dụng trong thí nghiệm gồm có phụ gia giảm co ngót (SRA) và phụ gia giảm nước bậc cao (HRWR). Bảng 5 chỉ rõ tên nhãn hiệu, tên hóa học, màu, và khối lượng riêng của các phụ gia được sử dụng.

Bảng 5. Các thuộc tính của phụ gia hóa học

Tên phụ gia	Nhãn hiệu	Tên hóa học và thành phần	Màu	Khối lượng riêng (g/cm ³)
HRWR	PCA (1)	Poly-naphthalene sulfonate	Nâu đen	1,04
SRA	JMSBT-SRA	Glycol ether	Vàng sáng	1,02

3.2. Lượng dùng phụ gia trong thí nghiệm

Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của phụ gia hóa học, trong thí nghiệm đưa ra cách trộn bê tông với 2 tỷ lệ N/X là 0,22 và 0,4. Ứng với mỗi tỷ lệ trộn đó thí nghiệm với 4 tỷ lệ % của SRA là 0%, 1%, 2%, và 4% để kiểm tra. Ba phụ gia khoáng được trộn là: Silica fume, tro bay, xỉ lò cao. Các phụ gia khoáng gồm 25% FA và 25% xỉ lò cao được sử dụng trong thí nghiệm ứng với tỷ lệ trộn có N/X=0,4 và 15% SF và 25% FA được sử dụng trong thí nghiệm ứng với tỷ lệ trộn có N/X=0,22. Sự pha trộn HPC được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Tỷ lệ trộn bê tông (theo khối lượng)

N/X	Tro bay (kg/m ³)	Silica fume (kg/m ³)	Xỉ lò cao (kg/m ³)	Xi măng (kg/m ³)	Đá (kg/m ³)	Cát (kg/m ³)	Nước (kg/m ³)	HRWR (PCA-I) (kg/m ³)
0,4	100	0	100	200	1110	740	160	2,8
0,22	155	93	0	372	1150	630	136,4	15,5

3.3. Phương pháp thí nghiệm

Bê tông được trộn bằng máy trộn. Đúc mẫu hình khối lập phương với kích thước 100 mm x 100 mm x 100 mm và kiểm tra ở tuổi 3, 7, 28 và 90 ngày tuổi theo GBJ82-85. Đúc mẫu hình khối với kích thước 100 mm x 100 mm x 300 mm và đo môđun đàn hồi ở 7 và 28 ngày tuổi theo ASTM C469 và GB/T 50081-2002. Quá trình đúc mẫu phải được lắc và rung kỹ, sau đó đánh ký hiệu phân biệt từng mẫu riêng rẽ. Các mẫu được bảo quản ở 20⁰C và độ ẩm 50%.

3.4. Kết quả thí nghiệm

Kết quả kiểm tra bê tông tươi với các tỷ lệ trộn phụ gia SRA khác nhau khác nhau được thống kê ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả kiểm tra bê tông tươi

N/X	SRA (%)	Trọng lượng riêng (kg/m ³)	Độ sụt (cm)
0,4	0	2380	21,4
	1	2370	21,8
	2	2270	22,0
	4	2150	23,4
0,22	0	2520	14,2
	1	2520	14,2
	2	2490	14,8
	4	2450	15,3

Kết quả kiểm tra Cường độ nén được thống kê ở bảng 8; Cường độ kéo trong bảng 9; Mô đun đàn hồi trong bảng 10.

Bảng 8. Kết quả kiểm tra cường độ nén của bê tông

Tuổi (Ngày)	Cường độ nén f _c ' (MPa)							
	N/X = 0,4				N/X = 0,22			
	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA
3	21,42	21,19	18,73	16,50	62,35	60,74	54,02	50,25
7	37,50	36,75	36,24	31,69	75,69	74,54	69,08	57,68
28	57,94	56,90	56,79	52,31	106,49	99,85	99,05	88,45
90	71,93	68,93	68,62	61,86	112,26	109,47	100,18	98,36

Bảng 9. Kết quả kiểm tra cường độ kéo của bê tông

Tuổi	Cường độ kéo f _{sp} ' (MPa)
------	--------------------------------------

(Ngày)	N/X = 0,4				N/X = 0,22			
	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA
3	1,89	1,88	1,85	1,58	4,54	3,84	3,83	3,69
7	2,75	2,53	2,34	2,28	5,22	4,77	4,69	4,68
28	4,46	4,30	4,38	4,26	6,56	6,34	6,27	5,95
90	5,15	4,85	4,26	4,48	7,40	7,15	6,57	6,05

Bảng 10. Kết quả kiểm tra mô đun đàn hồi của bê tông

Tuổi (Ngày)	Mô đun đàn hồi E_c (GPa)							
	N/X = 0,4				N/X = 0,22			
	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA	0% SRA	1% SRA	2% SRA	4% SRA
7	35,82	35,51	34,06	31,26	46,60	46,48	46,00	40,62
28	41,85	41,75	40,22	38,69	49,71	48,98	48,20	48,08

4. KẾT LUẬN

Phụ gia SRA ảnh hưởng đến khối lượng riêng và độ sụt của hỗn hợp bê tông. Khi tăng hàm lượng SRA thì độ sụt tăng lên và trọng lượng riêng của hỗn hợp bê tông giảm xuống.

Đối với hỗn hợp bê tông sau khi đóng rắn thì phụ gia SRA ảnh hưởng đến cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo và mô đun đàn hồi của bê tông. Khi tăng hàm lượng SRA thì cường độ nén, cường độ kéo và mô đun đàn hồi đều giảm xuống. Tuy nhiên, trong thành phần của HPC cần có phụ gia giảm co ngót để đảm bảo tính bền và tránh hiện tượng co ngót của bê tông. Vì vậy, trong thiết kế thành phần bê tông tính năng cao cần có phụ gia giảm co ngót SRA.

Tóm lại, phụ gia SRA là một phụ gia hóa học khá quan trọng trong việc thiết kế hỗn hợp bê tông tính năng cao. Khi sử dụng cần tính toán một cách hợp lý vì ngoài tác dụng làm tăng độ sụt cho hỗn hợp bê tông nó là nguyên nhân dẫn đến giảm cường độ. Tuy nhiên trong các thí nghiệm về độ co ngót cho HPC thì đây là phụ gia giảm co ngót rất hiệu quả. Phần nghiên cứu này sẽ được đề cập ở các bài báo tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn ASTM C150.
2. Tiêu chuẩn TCVN 2682-1992.
3. Tiêu chuẩn TCVN 7570-2006.
4. Tiêu chuẩn TCVN7572-14-06.
5. American Concrete Institute (ACI) Committee 209R-92. 1992. Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures. ACI Manual of Concrete Practice. Farmington Hills: American Concrete Institute.
6. American Concrete Institute (ACI) Committee 223-98. 1998. Standard Practice for the use of Shrinkage Compensating Concrete, ACI Manual of Concrete Practice Part I: Materials and General Properties of Concrete. Detroit: American Concrete Institute.
7. ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates, ASTM C 138M-01a: Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete. ASTM International, United States.
8. ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates, ASTM C 143M-03: Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. ASTM International, United States.
9. ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates, ASTM C 157M-03: Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete. ASTM International, United States.
10. GBJ 82-85: Chinese standard, Test Methods of Durability and Long-term Performance of Ordinary Concrete, Beijing, 1985.
11. GB/T 50081-2002: Chinese standard, Test Method of Mechanical Properties on Ordinary Concrete.

Abstract:

Study on the influence of shrinkage reduced admixture to some mechanical properties of high performance concrete

This paper presents studying the influence of shrinkage reduced admixture to workability and some mechanical properties of high performance concrete in the laboratory.

Keywords: *High-performance concrete (HPC); silica fume (SF); fly ash (FA); slag; shrinkage-reducing admixture (SRA); high-range water-reducing admixture (HRWR); compressive strength; elastic modulus; splitting tensile strength*