

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA MỊN BỘT ĐÁ VÔI VÀ TRO BAY NHIỆT ĐIỆN ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG BƠM

TS. NGUYỄN NHƯ QUÝ
Trường Đại học Xây dựng

Giới thiệu chung

Hiện nay việc sử dụng hỗn hợp bê tông bơm trộn sẵn ngày càng phổ biến nhờ những ưu điểm vượt trội về chất lượng, độ ổn định, giảm diện tích sử dụng trong quá trình xây dựng công trình và góp phần làm giảm ô nhiễm môi trường do quá trình vận chuyển vật liệu rời gây ra.

Hỗn hợp bê tông bơm tại thời điểm vận chuyển bằng bơm cần có độ sụt trong khoảng SN=8-12 cm [1]. Mặt khác, như đã biết, để đảm bảo tính bơm đạt yêu cầu, hỗn hợp bê tông bơm cần có hàm lượng vữa đủ lớn cho phép tạo ra lớp vữa bôi trơn thành ống. Kết quả nghiên cứu và thực tiễn ứng dụng cho thấy lượng vữa trong hỗn hợp bê tông bơm phải nằm trong khoảng tương ứng với hàm lượng cốt liệu nhỏ từ 40-44%.

Xuất phát từ yêu cầu trên, sự có mặt của phụ gia hoá dẻo và một hàm lượng bột lớn là hai yếu tố quan trọng giúp bảo đảm tính bơm của hỗn hợp bê tông.

Trong đề tài này việc tối ưu hoá lượng dùng phụ gia siêu dẻo theo phương pháp đo độ chảy loang của vữa do TS. Nguyễn Như Quý đề xuất kết hợp với việc

sử dụng phụ gia mịn bột đá vôi (BĐV) và tro bay nhiệt điện (TBNĐ) đã góp phần làm tăng tính hiệu quả của hỗn hợp bê tông bơm, cụ thể là:

- + Hàm lượng phụ gia siêu dẻo tối ưu cho phép phát huy tốt khả năng hoá dẻo mà không gây phân tầng tách nước.

- + Sự có mặt của phụ gia mịn giúp giảm lượng dùng xi măng góp phần giảm nhiệt thủy hoá do vậy giảm thiểu sự nứt nhiệt và trong phạm vi nhất định, giúp tiết kiệm xi măng, giảm giá thành.

- + Sự có mặt của phụ gia mịn có khả năng cải thiện tính chất của hỗn hợp bê tông bơm, hạn chế quá trình tổn thất độ sụt, làm tăng phạm vi ứng dụng của loại bê tông này.

1. Vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

1.1. Vật liệu sử dụng

1.1.1. Xi măng

Đề tài sử dụng xi măng PCB-30 do nhà máy xi măng Chinfon Hải Phòng sản xuất đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn TCVN 6260-1997. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB-30 được nêu trong bảng 1.

Bảng 1. Các tính chất cơ lý của xi măng Chinfon Hải Phòng PCB-30

Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ mịn Blaine (cm ² /g)	Độ dẻo tiêu chuẩn (%)	Độ ổn định thể tích (mm)	Thời gian đông kết (phút)		Giới hạn bền nén (MPa)	
				BĐĐK	KTĐK	3 ngày	7 ngày
3,04	3440	30	0,5	100	195	18,4	31,5

1.1.2. Cốt liệu mịn

Đề tài sử dụng tro bay qua tuyển của nhà máy nhiệt điện Phả Lại đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn kỹ thuật ASTM C618 thuộc loại F và BĐV Yên Bái. Một số tính chất cơ lý của phụ gia mịn được nêu trong bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất cơ lý của phụ gia mịn

Loại phụ gia mịn	Độ mịn Blaine (cm ² /g)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ ẩm (%)	Tiêu chuẩn thí nghiệm
TBNĐ (TBNĐ)	3400	2,14	2,7	ASTM C618
BĐV (BĐV)	5400	2,70	0,2	JIS

1.1.3. Cốt liệu

Cốt liệu lớn là đá dăm cacbonát D_{max}=20mm của mỏ đá Kiện Khê, Hà Nam đáp ứng yêu cầu TCVN

1771-1987. Cốt liệu nhỏ là cát vàng Sông Lô đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn TCVN 1770-1986. Các tính chất cơ lý và thành phần hạt của cốt liệu được nêu trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Các tính chất cơ lý của cốt liệu

Loại cốt liệu	Khối lượng thể tích xốp (kg/m ³)	Khối lượng thể tích khô chộc chặt (kg/m ³)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ rỗng trạng thái khô chộc chặt (%)	Môđun độ lớn
Cát vàng	1430	1610	2,64	39,0	2,4
Đá dăm	1410	1630	2,65	38,5	-

* Ghi chú: Khối lượng thể tích xốp xác định theo TCVN 340-86 và khối lượng thể tích ở trạng thái khô chộc chặt xác định theo ASTM C29.

Bảng 4. Thành phần hạt của cốt liệu (lượng sót tích lũy, %)

Loại cốt liệu	Cỡ sàng (mm)								
	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Cát vàng	-	-	-	0	8,7	19,6	39,8	71,6	98,7
Đá dăm	-	5,0	73,0	22,0	-	-	-	-	-

1.2. Phương pháp nghiên cứu

1.2.1. Phương pháp xác định điểm bão hòa phụ gia siêu dẻo

Để xác định điểm bão hòa phụ gia siêu dẻo trong hỗn hợp vữa xi măng-cát có và không có phụ gia mịn đã sử dụng phương pháp đo độ chảy loãng của vữa trên bàn nhảy tiêu chuẩn do TS. Nguyễn Như Quý đề xuất [3].

1.2.2. Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia mịn đến tính chất của hỗn hợp bê tông bơm

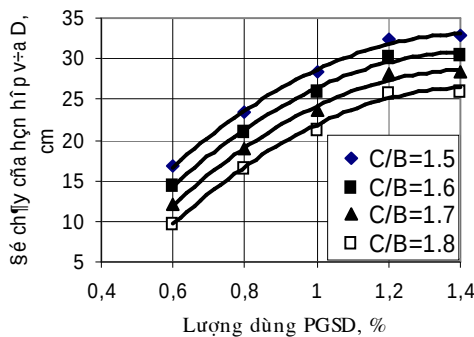
Để nghiên cứu ảnh hưởng của sự có mặt của phụ gia mịn đến tính chất của hỗn hợp bê tông bơm, đề tài đã sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm 3 nhân tố bậc hai trực giao tâm xoay, đó là hàm lượng phụ gia mịn X1 (BĐV= 25-30%, TBNĐ= 15-50%), độ chảy loãng của vữa X2 (D= 21-26cm) và hệ số dư vữa X3 (K_d = 2-2,52).

Các tính chất của hỗn hợp hợp bê tông bơm và bê tông gồm: tính công tác, khối lượng thể tích, cường độ nén được xác định theo phương pháp TCVN 3106-1993, TCVN 3108-1993, TCVN 3118-1993. Độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm được xác định ngay sau khi trộn, sau 30 phút, 60 phút, 90 phút và 120 phút.

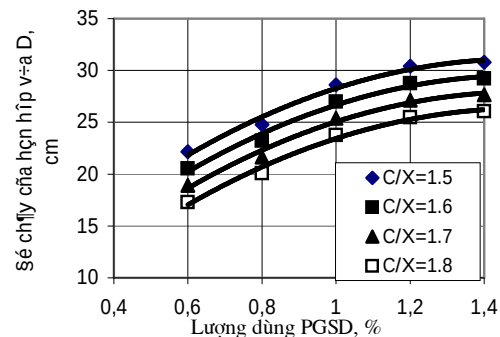
2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Xác định điểm bão hòa phụ gia siêu dẻo trong vữa xi măng-cát

Chọn tỷ lệ N/X=0,45, tỷ lệ C/X=1,0-2,0 với bước nhảy 0,2; hàm lượng phụ gia siêu dẻo (PGSD) Sikament R4= 0,4-1,4 lít/100kg xi măng với bước nhảy 0,2. Kết quả đo độ chảy loãng cho thấy trong khoảng nghiên cứu mối tương quan giữa độ chảy và tỷ lệ C/X là tỷ lệ nghịch. Mặt khác khi hàm lượng Sikament R4 tăng thì độ chảy loãng của vữa tăng nhưng theo hướng giảm dần.



Hình 1. Quan hệ giữa độ chảy loãng D và tỷ lệ PGSD khi tỷ lệ C/B thay đổi (khi có mặt BĐV)



Hình 2. Quan hệ giữa độ chảy loãng D và tỷ lệ PGSD khi tỷ lệ C/X thay đổi (khi có mặt TBNĐ)

Từ kết quả nghiên cứu, chúng ta có thể rút ra kết luận là hàm lượng PGSD hợp lý dao động trong khoảng 1-1,2%, khi vượt quá giới hạn này độ chảy của vữa tăng chậm kéo theo hiện tượng phân tầng tách nước của vữa.

2.2. Xác định điểm bão hòa PGSD trong vữa XM-cát với sự có mặt của PG mịn BĐV và TBNĐ

Thí nghiệm được tiến hành trên hỗn hợp vữa như phần 3.1 thay thế 27,5% xi măng bằng BĐV và 32,5% xi măng bằng TBNĐ theo thể tích tuyệt đối. Kết quả đo độ chảy loang D với các hàm lượng PGSD khác nhau khi tỷ lệ C/X thay đổi được nêu trong các hình 2 và 3.

Kết quả cho thấy điểm bão hoà PGSD khi có mặt phụ gia mịn BĐV và TBNĐ tăng và đạt giá trị trong khoảng 1,2-1,4% so với tổng lượng dùng bột.

2.3. Ảnh hưởng của lượng dùng phụ gia mịn, độ chảy loang của vữa và hệ số dư vữa đến tính chất của hỗn hợp bê tông bơm và bê tông đã rắn chắc

2.3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng BĐV, độ chảy của vữa và hệ số dư vữa đến độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm xác định tại các thời điểm khác nhau

Mối tương quan này được thể hiện qua các phương trình hồi quy sau:

- Ngay sau khi trộn: $SN_0 = 18,4 + 2,58X_2 + 2,76X_3 - 1,56X_2X_3 - 1,28X_2^2 - 1,70X_3^2$.
- Sau khi trộn 30 phút: $SN_{30} = 14,40 + 2,12X_2 + 2,44X_3 - 1,06X_2X_3 - 1,31X_2^2 - 1,56X_3^2$.
- Sau khi trộn 60 phút:
 $SN_{60} = 10,40 + 1,24X_2 + 1,47X_3 - 1,56X_2X_3 - 1,13X_3^2$.
- Sau khi trộn 90 phút: $SN_{90} = 7,80 + 1,22X_3 - 0,68X_3^2$.
- Sau khi trộn 120 phút: $SN_{120} = 5,60 + 1,21X_3 - 0,48X_3^2$.

Từ kết quả thu được cho thấy hàm lượng BĐV trong khoảng khảo sát ít ảnh hưởng đến độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm. Độ dẻo của vữa tức tỷ lệ cát: bột có ảnh hưởng đến độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm tuy nhiên khi thời gian tăng lên, độ sụt giảm thì ảnh hưởng của độ dẻo vữa giảm. Trong khi đó hệ số dư vữa ảnh hưởng lớn đến độ sụt của hỗn hợp bê tông và sau 90-120 phút, hệ số dư vữa là nhân tố duy nhất có ảnh hưởng làm thay đổi tính công tác của hỗn hợp bê tông bơm.

2.3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng TBNĐ, độ chảy của vữa và hệ số dư vữa đến độ sụt của hỗn hợp bê tông bơm xác định tại các thời điểm khác nhau

Mối tương quan này được thể hiện qua các phương trình hồi quy sau:

- Ngay sau khi trộn:
 $SN_0 = 19,20 + 2,51X_2 + 2,83X_3 - 1,56X_2X_3 - 1,37X_2^2 - 1,71X_3^2$.
- Sau khi trộn 30 phút:
 $SN_{30} = 15,60 + 2,53X_2 + 2,50X_3 - 1,44X_2X_3 - 1,30X_2^2 - 1,88X_3^2$.
- Sau khi trộn 60 phút:
 $SN_{60} = 12,30 + 2,04X_2 + 1,84X_3 - 1,64X_3^2$.
- Sau khi trộn 90 phút:
 $SN_{90} = 11,20 + 1,86X_2 + 1,48X_3 - 0,81X_2^2 - 1,73X_3^2$.
- Sau khi trộn 120 phút:
 $SN_{120} = 7,80 + 1,04X_2 + 0,97X_3 - 0,97X_3^2$.

Kết quả cho thấy hàm lượng TBNĐ trong khoảng khảo sát ít ảnh hưởng đến độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm trong khi đó tỷ lệ cát: bột hay độ dẻo của vữa và hệ số dư vữa là hai yếu tố ảnh hưởng quyết định đến độ sụt của hỗn hợp hợp bê tông bơm trong suốt thời gian thí nghiệm.

2.3.3. Ảnh hưởng của lượng dùng BĐV, độ chảy và hệ số dư vữa đến KLTT và cường độ của bê tông.

- Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm:

$$\gamma_0^{BĐV} = 2414 - 14,00X_1 - 10,80X_2 - 19,70X_3.$$

- Cường độ của bê tông ở tuổi 28 ngày:

$$R_{28}^{BĐV} = 277,40 - 21,4X_1 + 8,20X_2 + 14,50X_3 + 10,30X_1^2 - 12,40X_2^2 - 12,40X_3^2.$$

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng hàm lượng BĐV, độ chảy của vữa và hệ số dư vữa khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm giảm. Mặt khác khi tăng hàm lượng bột đá vôi, cường độ 28 ngày của bê tông giảm.

2.3.4. Ảnh hưởng của lượng dùng TBNĐ, độ chảy và hệ số dư vữa đến khối lượng thể tích và cường độ của bê tông.

- Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm:

$$\gamma_0^{TBNĐ} = 2396,2 - 15,90X_1 - 12,20X_2 - 20,20X_3.$$

- Cường độ của bê tông ở tuổi 28 ngày:

$$R_{28}^{TBNĐ} = 285,60 - 24,00X_1 + 9,40X_2 + 15,80X_3 + 10,80X_1^2 - 14,10X_2^2 - 13,80X_3^2.$$

Kết quả cho thấy khi tăng hàm lượng TBNĐ, độ chảy và hệ số dư vữa khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm giảm. Trong khi đó với hàm lượng TBNĐ nhỏ từ 15-32,5% (mức $X_1=0$) cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày tăng.

Độ chảy và hệ số dư vữa tăng thì cường độ bê tông ít bị ảnh hưởng khi hai trị số này ở mức thấp. Khi vượt quá giá trị nhất định (mức $X_1 = -1$) sẽ làm giảm cường độ.

2.4. So sánh khối lượng thể tích, sự tổn thất độ sụt và sự phát triển cường độ của hỗn hợp bê tông bơm khi có mặt PGMBĐV và TBNĐ

2.4.1. So sánh khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm có và không có mặt PGMBĐV và TBNĐ

Kết quả cho thấy khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm giảm khi có mặt phụ gia mịn BĐV và TBNĐ. Tro bay làm giảm khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông mạnh hơn so với BĐV.

2.4.2. So sánh sự tổn thất độ sụt của hỗn hợp bê tông bơm có và không có mặt PGMBĐV và TBNĐ

Kết quả cho thấy sau 90 phút, hỗn hợp bê tông không có phụ gia mịn có $SN < 8\text{cm}$ không cho phép sử dụng bơm trong khi đó hỗn hợp bê tông có phụ gia mịn có $SN > 8\text{cm}$ vẫn có thể bơm được. Sau 120 phút chỉ có hỗn hợp bê tông có TBNĐ là có thể bơm được.

2.4.3. So sánh sự phát triển cường độ của bê tông có và không có mặt PGM BĐV và TBNĐ

Sự có mặt của phụ gia mịn BĐV và TBNĐ với hàm lượng tương ứng ở mức 0 là 27,5% và 32,5% làm giảm cường độ của bê tông ở tất cả các tuổi 3, 7 và 28 ngày, nguyên nhân là do trong xi măng PCB đã có chứa một lượng phụ gia khoáng xấp xỉ 40% do đó nếu bổ sung thêm một lượng lớn phụ gia mịn cường độ bê tông ở tuổi sớm ngày càng giảm mạnh.

3. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu thu được trong phạm vi các loại vật liệu sử dụng có thể rút ra một số kết luận sau đây:

- Độ chảy của vữa xi măng-cát, vữa xi măng-cát-cốt liệu mịn tỷ lệ nghịch với tỷ lệ cát/bột khi tỷ lệ N/bột không đổi.
- Đối với vữa có mặt phụ gia mịn, điểm bão hoà phụ gia siêu dẻo cao hơn so với vữa đối chứng không có phụ gia mịn.
- Khi lượng dùng phụ gia mịn BĐV, đặc biệt là TBNĐ tăng thì khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông bơm giảm.
- Phụ gia mịn BĐV và TBNĐ làm tăng độ sụt của hỗn hợp bê tông bơm, duy trì khả năng bơm được của hỗn hợp bê tông tốt hơn so với hỗn hợp bê tông không chứa phụ gia mịn.
- Phụ gia mịn BĐV và TBNĐ sử dụng với hàm lượng từ 22-32% làm giảm cường độ của bê tông ở tuổi 3, 7 và 28 ngày của bê tông chế tạo từ xi măng PCB30, đặc biệt là khi được sử dụng với hàm lượng lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. NGUYỄN NHƯ QUÝ. Lý thuyết về công nghệ bê tông xi măng - *Bài giảng Cao học ngành Vật liệu Xây dựng, ĐH Xây dựng, 2002.*
2. ETUO SAKAI, HARUTAKE IMOTO AND MASAKI DAIMON. Sự hydrat hoá của xi măng Poóclăng đá vôi. *Tuyển tập Hội thảo khoa học quốc tế về Xi măng và Công nghệ bê tông, Hà Nội, 2003.*
3. NGUYỄN NHƯ QUÝ, NGUYỄN TẤN QUÝ. Thí nghiệm vữa siêu dẻo và bê tông cường độ cao, độ sụt lớn với sự có mặt của tro bay qua tuyển Phả Lại. *Hội thảo về Công nghệ Xi măng và Bê tông - Nghiên cứu và ứng dụng, Hà Nội 1998.*
4. NGUYỄN NHƯ QUÝ. Nghiên cứu chế tạo bê tông tự lèn từ vật liệu tại chỗ của Việt Nam. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ, Hà nội, 2003.*
5. Joseph J. Waddell, Joseph A. Dobrowolski - Concrete construction handbook "Pumped and sprayed concrete and mortar".
6. Stark, J. et al. Investigation into the Influence of Limestone Additions to Portland Cement Clinker Phases on the Early Phase of Hydration. *Proc. of International Conference held at the University of Dundee, Scotland, UK. on 8-10, Sept. 1999, Edited by Ravindrak. Dhir, Thomas D. Dyer, pp. 69-77.*
7. Chen Yilan and Wen Ziyum. Research on Activity of Limestone for Cement Admixture. *Proc. of Fifth International Symposium on Cement and Concrete Technology, Oct. 1998, Beijing, China, International Academic Publisher, Beijing.*
8. Quy, N.N. et al. Test on Self-Compacting Concrete in Presence of Limestone Powder and Fly Ash. *Proc. of International Conference on Building Materials, 14 IBAUSIL, 20-23 Sept., 2000, Bauhaus-Universitat, Weimar, Germany.*
9. Quy, N.N. e al. Investigation into effect of Fine Fillers on The Properties of High-Fluidity Mortar. *Proc. of ICCMC/IBST International Conference on Advance Technologies in Design, Construction and Maintenance of Concrete Structures, 28-29 Mar., Hanoi, Vietnam, pp. 588-594.*
10. Li Buxin. Study on Portland Limestone Cement Performance. *Proc. of Fifth International Symposium on Cement and Concrete Technology, Oct. 1998, Beijing, China, International Academic Publisher, Beijing.*
11. Daimon and Sakai, E. Limestone Powder Application. *Proc. of Fifth International Symposium on Cement and Concrete Technology, Oct. 1998, Beijing, China, International Academic Publisher, Beijing.*