

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG HẠT MỊN CHẤT LƯỢNG CAO DÙNG LÀM BÊ TÔNG PHUN TRONG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

ThS. Tăng Văn Lâm

Khoa Xây dựng - Trường Đại học Mở - Địa Chất

Tóm tắt. Bài viết này trình bày một số kết quả nghiên cứu về loại bê tông hạt mịn chất lượng cao, trên cơ sở các loại vật liệu sẵn có trong nước. Từ các kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, hỗn hợp bê tông hạt mịn có độ chảy cao, tốc độ rắn chắc nhanh. Bê tông sau khi cứng rắn có cường độ kháng nén ở tuổi 28 ngày từ 50MPa ÷ 80MPa. Đặc biệt do sử dụng cốt sợi Polypropylene, đã làm tăng cường độ kéo khi uốn của loại bê tông này cao hơn 70% khi so với bê tông không dùng cốt sợi; thích hợp dùng để chế tạo các lớp bê tông phun có chiều dày nhỏ trên bề mặt công trình ngầm hoặc dùng làm neo chống giữ đường lò, hỗn hợp vữa bơm xi măng mác cao để gia cố các đường hầm, đường lò trong công nghiệp Mỏ hoặc các công trình dân dụng khác.

1. Đặt vấn đề

Theo quyết định số: 2427/QĐ-TTg ngày 22/ 12 / 2011 của Thủ tướng Chính phủ, về việc phê duyệt chiến lược khoáng sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 [1], đã nêu rõ: “Mục tiêu của ngành Khoáng sản than: Đẩy mạnh thăm dò phân sâu dưới -300m đối với các mỏ ở bể than Quảng Ninh, Thái Nguyên, Quảng Nam; lựa chọn một số khu vực có triển vọng nhất ở vùng đồng bằng Sông Hồng, thăm dò đến mức sâu -1000 m. Đầu tư mới và cải tạo, mở rộng khai thác phân sâu một số mỏ ở bể than Quảng Ninh; cải tạo nâng cấp các khu công nghiệp tuyển than tập trung tại Quảng Ninh, Thái Nguyên đảm bảo các tiêu chuẩn an toàn môi trường; lựa chọn phương pháp khai thác thử nghiệm tại một số khu vực thuộc bể than đồng bằng Sông Hồng bảo đảm an toàn môi trường, không ảnh hưởng tới phát triển kinh tế - xã hội trên mặt đất, làm cơ sở đề xuất giải pháp khai thác tổng thể bể than giai đoạn sau năm 2020”.

Để đáp ứng được chiến lược phát triển đó, đáp ứng được nhu cầu sử dụng than của nền kinh tế quốc dân, hàng năm Tập đoàn Than khoáng sản phải đào hàng trăm nghìn mét lò các loại, thi công nhiều công trình ngầm với công năng và nhiệm vụ khác nhau. Mặt khác từ các kết quả khảo sát địa chất và thực tế khai thác cho thấy, càng xuống sâu thì điều kiện địa chất càng phức tạp, tính chất cơ lý của đất đá càng biến đổi khó lường trước, gây khó khăn cho công tác đào chống lò. Cụ thể, nhiều đoạn lò đào qua đất đá mềm yếu, phay phá làm cho công tác chống giữ rất khó khăn, các giải pháp, vật liệu chống giữ đã và đang áp dụng bộc lộ nhiều hạn chế. Ngoài ra các yếu tố khác như: Nâng cao tốc độ đào chống lò, hạ giá thành đào chống, ổn định đường lò, tận dụng nguồn vật liệu hiện có để chế tạo kết cấu chống lò là những yếu tố hết sức quan trọng trong công tác đào chống lò. Để giải quyết các vấn đề trên, nhiều thành tựu khoa học công nghệ hiện đại đã được ứng dụng. Một trong số đó là công nghệ bê tông phun đã được ứng dụng để thi công các đường hầm trong công trình ngầm và mỏ của nước ta.

Bê tông phun chống giữ các công trình ngầm và các đường lò trong khai thác mỏ là một công nghệ được các nước công nghiệp phát triển ứng dụng rộng rãi trong mấy thập niên gần đây. Ở Việt Nam, bê tông phun đã được sử dụng để chống giữ các đường hầm của nhiều ngầm trên cả nước [2], như: Thủy điện Hòa Bình, Thủy điện Yali; hầm đường bộ qua đèo Hải Vân, hầm đường bộ Kim Liên, gần đây bê tông phun còn được ứng dụng trong hầm đường bộ qua Đèo Cả và nhiều ứng dụng khác của loại vật liệu này.

Trong công nghiệp mỏ, mặc dù bê tông phun được sử dụng từ rất sớm [3] để chống giữ các đường lò ở Công ty than Mạo Khê, ở Mông Dương, Khe Chàm... nhưng đến nay mức độ triển khai và sử dụng bê tông phun còn nhiều hạn chế. Để ứng dụng rộng rãi loại vật liệu này trong công tác chống giữ và gia cố các đường lò của ngành than cũng như các công trình ngầm dân dụng cần phải quan tâm đến các yếu tố như: Thiết bị thi công, công nghệ, phụ gia, cấp phối vật liệu và các yêu cầu kỹ thuật khác.

Trong bài viết này, tác giả giới thiệu khả năng ứng dụng loại bê tông hạt mịn chất lượng cao dùng làm bê tông phun trong xây dựng công trình ngầm và mỏ.

2. Các khái niệm cơ bản về bê tông chất lượng cao

Bê tông chất lượng cao là loại bê tông không những có cường độ cao mà còn được đặc trưng bởi sự vượt trội so với bê tông thông dụng về các tính năng khác như: Độ lưu động cao hơn, tốc độ rắn chắc nhanh, mô đun đàn hồi lớn hơn, cường độ kháng nén, kháng uốn cao hơn, độ thấm nước thấp hơn, khả năng chịu mài mòn lớn hơn... Bê tông chất lượng cao được chế tạo từ chính các nguyên vật liệu dùng để chế tạo bê tông thông dụng, tức là từ xi măng poocăng, cát, đá dăm, nước và phụ gia. Sự khác nhau là ở chỗ bê tông chất lượng cao được chế tạo với tỷ lệ nước trên xi măng ($\frac{N}{X}$) thấp hơn so với bê tông thường.

So với bê tông thông dụng, trong thành phần của bê tông chất lượng cao còn có một cấu tử không thể thiếu là phụ gia siêu dẻo [4] được dùng để cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông mà không cần tăng lượng nước nhào trộn. Hơn nữa, tỷ lệ $\frac{N}{X}$ này rất gần với giá trị tỷ lệ $\frac{N}{X}$ lý thuyết, cần thiết để xi măng poocăng thủy hoá hoàn toàn. Một thành phần khác thường sử dụng trong bê tông chất lượng cao là phụ gia khoáng hoạt tính cao, có tác dụng giảm lượng dùng xi măng, cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông, tăng độ đặc chắc và độ bền của bê tông.

2.1. Các ưu điểm

Khi sử dụng bê tông hạt mịn chất lượng cao có những ưu điểm sau đây:

- Có khả năng tạo cấu trúc hạt nhỏ đặc chắc, đồng nhất cao.
- Có tốc độ thi công nhanh, quá trình phun bắn dễ dàng, tốc độ phun cao.
- Cường độ kháng nén cao, cường độ kháng kéo khá cao. Đặc biệt khi có mặt thành phần cốt sợi phân tán ngẫu nhiên thì loại bê tông này có tính mềm dẻo cao, khả năng kháng nứt khi chịu tải trọng và bền trong môi trường.
- Tỷ lệ (nước/chất kết dính) thấp nhưng vẫn đảm bảo tính công tác tốt, dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông cũng như quá trình vận chuyển hỗn hợp bê tông dễ dàng.
- Có tốc độ đông kết và rắn chắc nhanh, có lực dính bám vào bề mặt đất đá tốt.
- Sau khi đóng rắn, bê tông có độ ổn định thể tích, độ co ngót thấp và có khả năng làm việc kết hợp, liên kết tốt với các vật liệu khác.
- Phương pháp thi công, chế tạo và sử dụng đa dạng: Có thể thi công bằng phun bắn, bơm đổ trực tiếp hoặc sử dụng hỗn hợp khô trộn sẵn đảm bảo chất lượng cao và kiểm soát chất lượng dễ dàng.
- Có khả năng sử dụng để thi công kết cấu vòm hoặc vỏ mỏng có mật độ cốt thép dày, các lớp mỏng, siêu mỏng không có cốt thép và những bề mặt kết cấu công trình ngầm khác.

Việc nghiên cứu chế tạo loại bê tông hạt mịn chất lượng cao với tính công tác tốt, cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn lớn từ các loại vật liệu có sẵn ở Việt Nam dùng trong các đường hầm dân dụng cũng như các đường lò của ngành than có ý nghĩa rất thiết thực.

2.2 Khả năng ứng dụng

Sử dụng bê tông phun với vật liệu là bê tông hạt mịn chất lượng cao được ứng dụng như sau:

- Kết hợp cùng với cốt sợi phân tán (sợi thép, sợi các bon) chế tạo lớp bê tông phun có chiều 2 ÷ 5cm hoặc lớn hơn [5], cường độ kháng nén cao, lực dính với lớp đất đá tốt, cho phép thi công hầm ngầm với kích thước lớn.
- Dùng làm lớp bê tông phun phủ nhẵn, làm phẳng bề mặt của kết cấu.
- Được ứng dụng làm lớp lót cho các công trình ngầm trong hầm.
- Được dùng trong sửa chữa kết cấu, hưng hỏng các công trình.
- Được dùng chế tạo neo bê tông cốt thép hoặc làm hỗn hợp vữa bơm xi măng mác cao.

3. Nghiên cứu chế tạo

3.1. Vật liệu sử dụng

Vật liệu đã sử dụng là các nguyên vật liệu có sẵn ở trong nước, bao gồm:

- Chất kết dính là xi măng Pooclang PC 40 Bút Sơn, có khối lượng riêng là $3,10 \text{ g/cm}^3$.
- Cốt liệu là Cát vàng sông Lô, có khối lượng riêng là $2,65 \text{ g/cm}^3$, khối lượng thể tích xốp là 1445 kg/m^3 , mô đun độ lớn là 3,0.
- Phụ gia siêu dẻo thế hệ mới Glenium Ace 388 của BASF, có Tỷ trọng : $1,1 \text{ g/cm}^3$, độ pH: $6,0 \div 7,5$.
- Phụ gia khoáng mịn bao gồm Silicaufume của Elkem có khối lượng riêng là $2,2 \text{ g/cm}^3$ và Tro bay nhiệt điện Phả Lại, có khối lượng riêng là $2,45 \text{ g/cm}^3$.



Cát vàng sông Lô



Silicaufume Elkem



Xi măng PC 40 Bút Sơn

Hình 1. Nguyên vật liệu chế tạo

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng Bút Sơn PC40

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Phương pháp thử	Đơn vị	Tiêu chuẩn	Kết quả	
Cường độ nén	TCVN 6016:1995	MPa	≥ 18	25,4	
- 72 giờ \pm 45 phút - 28 ngày \pm 2 giờ		MPa	≥ 40	45,3	
Thời gian đông kết	TCVN 6017:1995	Phút	≥ 45	140	
- Bắt đầu đông kết - Kết thúc đông kết		Phút	≤ 375	230	
Độ mịn	TCVN 4030:2003	%	≤ 15	5,6	
- Lượng sót trên sàng 0,08mm - Bề mặt riêng, theo Blaine		cm^2/g	≥ 2700	3524	
Độ dẻo tiêu chuẩn	TCVN 4030:2003	%	-	28,5	
Độ ổn định thể tích	TCVN 6017:1995	mm	≤ 10	1,25	
Khối lượng riêng	TCVN 6017:1995	g/cm^3	-	3,10	
Thành phần hạt của xi măng					
% cỡ hạt có kích thước < D (μm)	10	25	50	75	90
Đường kính hạt (μm)	3,324	8,965	19,41	44,12	72,10
Đường kính hạt trung bình (μm)	29,5838				

Bảng 2. Tính chất và thành phần hạt của silicafume Elkem

% hàm lượng cỡ hạt có kích thước < D	10	25	50	75	90
Đường kính hạt, (μm)	0,119	0,129	0,141	0,154	0,167
Kích thước hạt trung bình, (μm)	0,142				
Khối lượng riêng, (g/cm^3)	2,2				
Khối lượng thể tích, (kg/m^3)	250				
Diện tích bề mặt, (cm^2/ml)	429 900				

Bảng 3. Tính chất vật lý của cát vàng

STT	Chỉ tiêu xác định	Phương pháp thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả
1	Loại cát, nguồn gốc	Cát vàng sông Lô		
2	Khối lượng riêng	TCVN 7572- 4 : 2006	g/cm ³	2,65
3	Khối lượng thể tích xốp	TCVN 7572- 4 : 2006	kg/m ³	1445
4	Độ rỗng	TCVN 7572- 4 : 2006	%	44,8
5	Mô đun độ lớn	TCVN 7572- 2 : 2006		3,0
6	Độ ẩm tự nhiên	TCVN 7572- 7 : 2006	%	0,43
8	Tạp chất mi ca	TCVN 7572- 20 : 2006	%	Cho phép
9	Tạp chất bùn, sét, bụi	TCVN 7572- 8 : 2006	%	0,22
10	Tạp chất hữu cơ	TCVN 7572- 9 : 2006	So màu	Cho phép

3.2. Cấp phối bê tông chất lượng cao

Theo phương pháp thể tích tuyệt đối, thể tích 1m³ bê tông đã lên chặt coi như là tổng thể tích của nước, xi măng, phụ gia khoáng, cốt liệu, phụ gia siêu dẻo và thể tích không khí cuốn vào trong quá trình nhào trộn.

$$\text{Do đó: } \frac{N}{\gamma_N} + \frac{X}{\gamma_X} + \frac{TB}{\gamma_{TB}} + \frac{SF}{\gamma_{SF}} + \frac{C}{\gamma_C} + \frac{PG}{\gamma_{PG}} + 1000.A = 1000$$

Trong đó

N, X, TB, SF, C, PG: là khối lượng nước, xi măng, tro bay, silicafume, cát, phụ gia siêu dẻo, đơn vị là kg.

$\gamma_N, \gamma_X, \gamma_{TB}, \gamma_{SF}, \gamma_C, \gamma_{PG}$: là khối lượng riêng của nước, xi măng, tro bay, silicafume, cát, phụ gia siêu dẻo, đơn vị là kg/lít.

A: là thể tích rỗng do không khí cuốn vào trong hỗn hợp bê tông, đơn vị là %.

Trên cơ sở kết quả thu được [4] gốc các hệ số tỷ lệ vật liệu đã được chọn như sau:

Bảng 4. Các tỷ lệ vật liệu sử dụng

Tỷ lệ	$\frac{N}{X}$	$\frac{C}{CKD}$	$\frac{SF}{X}$	$\frac{TB}{X}$	$\frac{PG}{X}$	A
Giá trị	0,34	1,5	0,1	0,6	0,015	3%

Trong đó: Chất kết dính (CKD) = Xi măng (XM) + Silicafume(SF) + Tro bay(TB).

Tính toán dựa trên các giá trị tỷ lệ vật liệu, tính toán cấp phối trên thực nghiệm ta thu được cấp phối hợp lý của hỗn hợp bê tông hạt mịn có thành phần như sau:

Bảng 5. Cấp phối hợp lý của hỗn hợp bê tông hạt mịn chất lượng cao (ở trạng thái khô)

Vật liệu	Ký hiệu	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Nguồn cung cấp	Hàm lượng (kg/m ³)
Cát	C	2,65	Cát vàng Sông Lô	1256
Xi măng	X	3,10	PC 40 Bút Sơn	520
Tro bay	TB	2,45	Nhiệt điện Phả Lại	312
Silicafume	SF	2,2	Elkem	52,0
Nước	N	1	Nước máy sạch	168
Phụ gia siêu dẻo	PG	1,1	Glenium Ace 388	7,8

4. Xác định các tính chất của bê tông chất lượng cao hạt mịn

Kế hoạch thí nghiệm tính chất gồm các hỗn hợp bê tông như sau:

- Hỗn hợp bê tông hạt mịn có cấp vừa được xác định, các vật liệu khô, chưa tính đến lượng nước thấm ướt bề mặt cốt liệu và sử dụng 1,25kg sợi Polypropylen cho 1m³ bê tông, ký hiệu CP₁. Mục đích của thí nghiệm này là xác định ảnh hưởng của cốt sợi phân tán đến cường độ kháng kéo của bê tông.

- Hỗn hợp bê tông hạt mịn có cấp phối vừa xác định, vật liệu khô, chưa tính đến lượng nước thấm ướt bề mặt cốt liệu, không sử dụng sợi phân tán, ký hiệu là CP₂.

- Hỗn hợp bê tông hạt mịn không sử dụng phụ gia siêu mịn Silicafume; lượng bột mịn được sử dụng bao gồm: 40% tro bay nhiệt điện Phả Lại và 30% bột cát quắc nghiền mịn, không dùng cốt sợi phân tán, ký hiệu CP₃.

Bảng 6. Cấp phối của các mẫu bê tông thí nghiệm

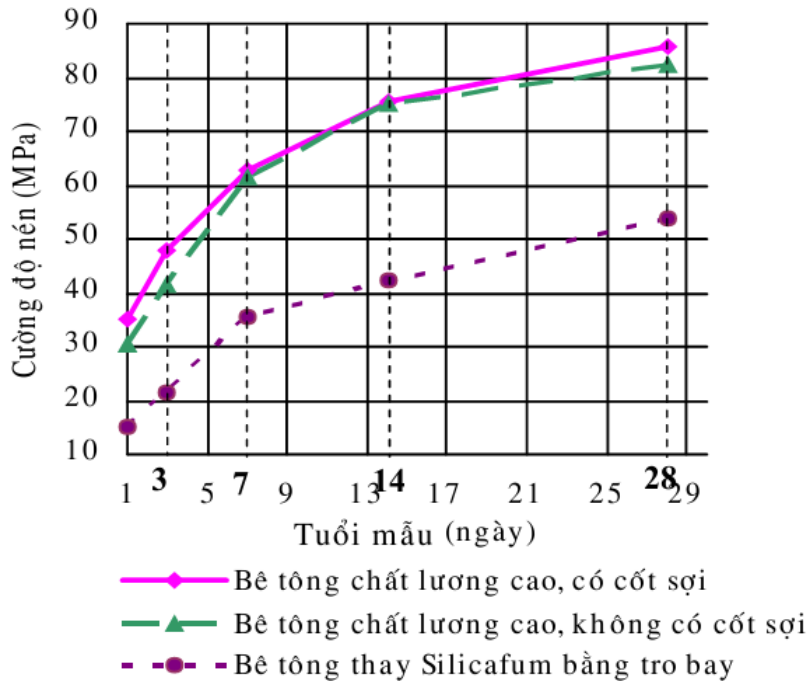
Vật liệu	Kí hiệu	Lượng dùng vật liệu cho 1m ³ bê tông, (kg/m ³)		
		CP ₁	CP ₂	CP ₃
Xi măng PC40 Bút Sơn	X	519	520	522
Tro bay nhiệt điện	TB	312	312	209,5
Bột cát quắc	BD	0	0	157
Silicafume	SF	51,9	52,0	0
Cát vàng sông Lô	C	1256	1256	1263
Nước	N	168	168	170
Phụ gia siêu dẻo Ace 388	PG	7,8	7,8	7,8
Sợi polypropylene	PP	1,25	0	0

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm tính công tác của hỗn hợp bê tông hạt mịn

Tính chất của hỗn hợp bê tông	Các cấp phối thí nghiệm		
	CP ₁	CP ₂	CP ₃
Độ chảy loang của côn vữa, (cm)	28,5	29,5	25
Độ chảy loang của côn Abraham, (cm)	65	68	67
Khối lượng thể tích, (kg/m ³)	2340	2320	2300

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ học bê tông hạt mịn

Các tính chất của bê tông		Tiêu chuẩn thí nghiệm	Các mẫu thí nghiệm		
			CP ₁	CP ₂	CP ₃
Cường độ nén, (MPa)	1 ngày	TCVN 3118:1993	35,2	30,5	15,1
	3 ngày		47,8	41,6	21,3
	7 ngày		62,7	61,6	35,5
	14 ngày		75,6	75,3	42,4
	28 ngày		85,7	82,4	53,7
Cường độ kéo khi uốn ở tuổi 28 ngày, (MPa)		TCVN 3119:1993	32,9	19,1	12,1

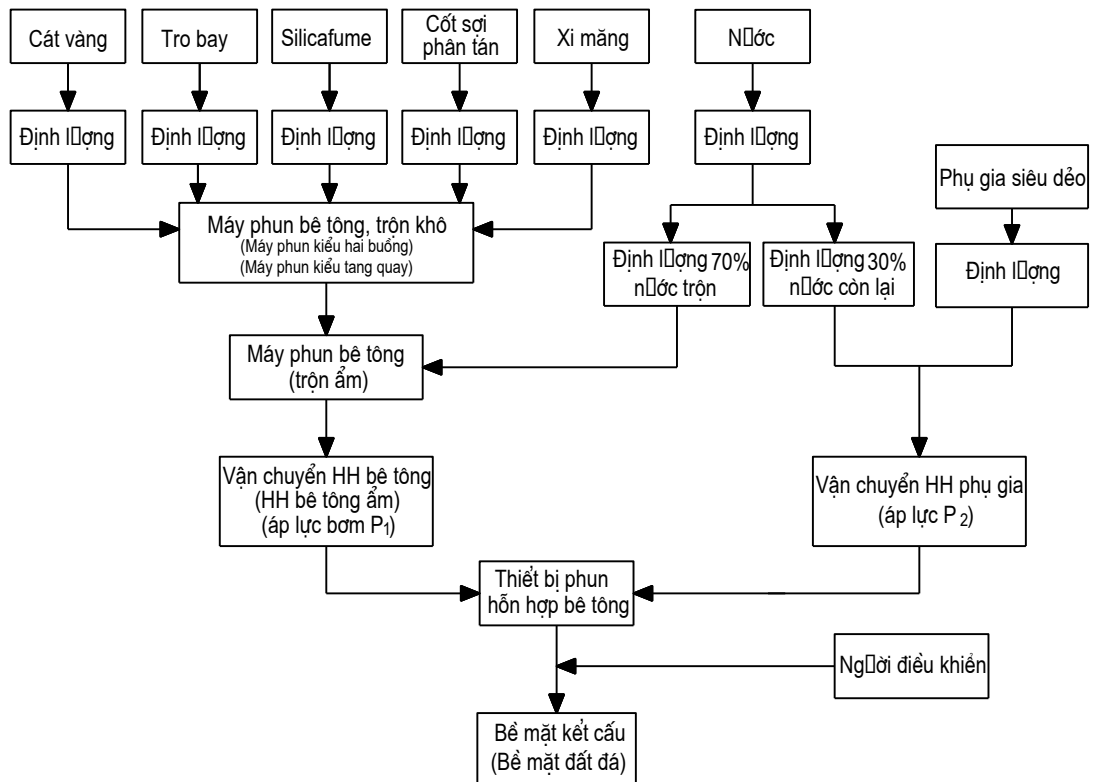


Hình 2. Biểu đồ sự phát triển cường độ nén của bê tông theo thời gian

Từ kết quả thu được ta thấy, vai trò của phụ gia siêu dẻo Silicafume là rất quan trọng, cấp phối bê tông không dùng Silicafume có cường độ kháng nén thấp hơn khoảng 60% cấp phối bê tông có Silicafume.

5. Công nghệ chế tạo bê tông hạt mịn chất lượng cao

Từ quá trình nghiên cứu các tính chất của bê tông hạt mịn chất lượng cao, với mục đích để hạt silicafume và cốt sợi phân tán được phân bố đồng đều vào trong cấu trúc bê tông. Tác giả đề xuất sơ bộ dây chuyền công nghệ sản xuất hỗn hợp bê tông phun như sau.



Hình 3. Sơ đồ công nghệ sản xuất bê tông hạt mịn chất lượng cao

Theo sơ đồ dây chuyền công nghệ đã nêu trên: Hỗn hợp vật liệu gồm cát vàng, tro bay, xi măng, silicafume và cốt sợi phân tán được định lượng theo tỷ lệ cấp phối đã thiết kế rồi trộn đồng

đều khô trong thùng trộn của máy phun bê tông. Quá trình này nhằm mục đích tạo điều kiện tốt nhất để các loại phụ gia khoáng mịn (tro bay), phụ gia khoáng siêu mịn (silicafume) và cốt sợi phân tán được đánh tan và phân tán đồng đều vào trong cấu trúc của hỗn hợp bê tông, tạo ra được các tính chất mong muốn của bê tông sau khi cứng rắn.

Một điểm cần chú ý của công nghệ này đó là nước và phụ gia siêu dẻo được định lượng bằng thể tích hoặc khối lượng, nước được cho vào máy trộn làm hai lần: lần thứ nhất đưa vào máy trộn khoảng 70% lượng nước nhào trộn để làm ẩm bề mặt các vật liệu thành phần của hỗn hợp bê tông nhằm tăng hiệu quả thấm ướt của phụ gia siêu dẻo sau này. Tiếp theo cho toàn bộ phụ gia siêu dẻo vào 30% lượng nước còn lại khuấy đều, mục đích của quá trình này là tạo điều kiện để lượng phụ gia phân bố đồng đều và phát huy tác dụng tăng dẻo, giảm nước cho hỗn hợp bê tông.

Sau khi hỗn hợp bê tông đã được trộn ẩm trong máy phun, bê tông được vận chuyển bằng áp lực P_1 đến thiết bị bơm. Đồng thời với quá trình đó là quá trình bơm hỗn hợp nước và phụ gia đến thiết bị bơm với áp lực P_2 . Tại thiết bị bơm hỗn hợp bê tông ẩm và hỗn hợp phụ gia được nhào trộn đồng đều dưới áp lực của khí nén trước khi được phun vào bề mặt lớp đất đá.

6. Kết luận

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu chế tạo bê tông hạt mịn chất lượng cao, cho phép rút ra những kết luận sau:

- Từ những loại vật liệu thông thường sẵn có ở trong nước, có thể chế tạo được bê tông hạt mịn chất lượng cao: Có độ chảy loang trong côn vữa của hỗn hợp bê tông $D = 25\text{cm} \div 28\text{cm}$, độ chảy loang của côn Abraham $D = 65\text{cm} \div 68\text{cm}$, cường độ kháng nén ở tuổi 28 ngày trong khoảng $50\text{MPa} \div 80\text{MPa}$.

- Với cùng một cấp phối thí nghiệm, bê tông sử dụng cốt sợi polypropylene có cường độ kéo khi uốn cao hơn 70% so với bê tông không sử dụng cốt sợi.

- Trong quá trình nghiên cứu thí nghiệm, mẫu đối chứng không có cốt sợi phá hủy rất nhanh sau khi tải trọng đạt đến giá trị giới hạn. Bên cạnh đó, ở mẫu bê tông có cốt sợi thì vết nứt hình thành chậm, vết nứt mở rộng từ từ và mẫu thử sau khi phá hủy không bị gãy rời. Điều đó chứng tỏ cốt sợi đã phát huy tốt khả năng làm việc của chúng.

- Tốc độ phát triển cường độ của bê tông hạt mịn tương đối nhanh, cường độ kháng nén 1 ngày có thể đạt từ $15\text{MPa} \div 30\text{MPa}$.

Qua quá trình nghiên cứu, xin đưa ra một số kiến nghị như sau:

- Tiến hành nghiên cứu bê tông hạt mịn chất lượng cao sử dụng phụ gia khoáng mịn là tro bay nhiệt điện, xỉ nhiệt điện, xỉ lò cao để thay thế thành phần Silicafume trong bê tông.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại cốt sợi gián đoạn khác nhau (sợi các bon, sợi thép, sợi tổng hợp...) đến các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông hạt mịn chất lượng cao.

- Nghiên cứu thêm quá trình phun, công nghệ phun và quỹ đạo của vòi phun khi sử dụng hỗn hợp bê tông hạt mịn chất lượng cao.



Vật liệu chế tạo



Hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn



Thí nghiệm độ chảy trong côn vữa



Độ chảy của hỗn hợp bê tông



Mẫu thí nghiệm kháng nén



Mẫu bê tông thí nghiệm kéo khi uốn

Hình 4. Một số hình ảnh chế tạo và thí nghiệm mẫu bê tông nghiên cứu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thủ tướng chính phủ. Quyết định số: 2427/QĐ-TTg ngày 22 tháng 12 năm 2011 của Thủ tướng Chính phủ, về việc “*Phê duyệt chiến lược khoáng sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*”
- [2]. Phùng Mạnh Đắc: *Bê tông phun trong xây dựng mỏ với quá trình tăng trưởng của ngành than*. Hội thảo: Công nghệ bê tông phun trong xây dựng Mỏ và công trình Ngầm, Hà Nội năm 2002.
- [3]. Nguyễn Quang Phích: *Khả năng sử dụng bê tông phun trong xây dựng công trình ngầm và mỏ*. Hội thảo: Công nghệ bê tông phun trong xây dựng Mỏ và công trình Ngầm, Hà Nội năm 2002.
- [4]. Tăng Văn Lâm. *Nghiên cứu chế tạo bê tông hạt mịn chất lượng cao dùng cho mặt đường sân bay* – Luận văn Thạc sỹ - Trường Đại học Xây dựng năm 2010
- [5] Nguyễn Đức Toàn: *Bê tông phun (Shotcrete)*. Tạp chí cầu đường Việt Nam năm 2002.

SUMMARY

Research on Manufacturing Fine-Grained High Performance Concrete in Underground and Mining Constructions

Tang Van Lam

University of Mining and Geology

This article presents some results of research on fine-grained high performance Concrete, on the basis of the material available in Viet Nam. From the research results obtained showed that a mixture of fine-grained concrete with high flow, solid fast speed. Concrete after tough resistance at 28-day compressive strength of 50MPa to 80MPa. Particularly due to the use of fiber reinforced polypropylene, increased tensile strength when bending of concrete is higher than 70% compared non-fiber reinforced concrete; suitable for fabrication of the shotcrete layer thickness small surface or underground use as anchor fight to keep the furnace, high pumping cement mortar to reinforce the tunnels, industrial furnace in mine or other civil