

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG CỐT SỢI THÉP PHÂN TÁN (RESEARCH FOR MANUFACTURING STEEL FIBRE DISPERSION)

TS Trần Bá Việt
Viện Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng

BẢN TÓM TẮT

Sử dụng sợi thép phân tán RADMIX 38mm làm tăng độ bền cơ, giảm tính giòn của bê tông. Loại bê tông có thể ứng dụng cho những lớp phủ bề mặt cần cường độ cao như đường băng sân bay, đường bê tông cao cấp, đập tràn, chống thấm sửa chữa và gia cường kết cấu.

ABSTRACT

Using steel fibre dispersion RADMIX 38mm for mechanical strength increase and brittle decrease of concrete. This concrete can be applied on many aspects such as coating surface in which the high strength is required , runway , highway ; water resistance of storage dam ; structural repair and structural consolidation.

1. Mở đầu.

Khi xây dựng các công trình như đường cao tốc, mặt cầu, mặt đường băng, sân bay, mặt đập tràn có mặt thoáng lớn, tunel, hầm chìm, các kết cấu chịu tải trọng lớn, hoặc bê tông sửa chữa kết cấu công trình v.v... ngoài chỉ tiêu cường độ cao, bê tông còn cần các tính chất khác như: chịu biến dạng dưới tải trọng, dẻo dai cao, chịu mài mòn, hạn chế nứt, chịu va đập tốt v.v... Loại bê tông sử dụng thích hợp cho các yêu cầu trên là bê tông cốt sợi thép phân tán, tự chảy cường độ cao, có khả năng tự điền đầy.

Trong bài này sẽ trình bày một số kết quả *Nghiên cứu chế tạo bê tông tự chảy cường độ cao cốt sợi thép phân tán*. Loại bê tông này cần phải đạt được các yêu cầu kỹ thuật sau:

1. Hỗn hợp bê tông không bị tách nước, phân tầng ;
2. Hỗn hợp bê tông có độ lưu động cao (độ chảy xòe đạt ≥ 60 cm).
3. Ổn định thể tích tốt; chống thấm tốt.
4. Bê tông có khả năng liên kết tốt với bê tông nền, bê tông cũ và cốt thép;
5. Tăng cường độ chịu kéo, cường độ chịu uốn, tăng khả năng chịu biến dạng dưới tải trọng, tăng khả năng kháng nứt, chống mài mòn cao; tăng tính dẻo dai.

2. Nguyên vật liệu.

- **Xi măng:** xi măng PC40.

- **Cốt liệu lớn:** đá granit, có $d_{max}=20$ mm

- **Cốt liệu nhỏ:** cát sông Lô

- **Phụ gia siêu dẻo:** Glenium SP51 của hãng MBT.

- **Phụ gia khoáng hoạt tính siêu mịn:** Sử dụng phụ gia MICROS-T sản xuất tại Viện KH-CN Xây dựng.

- **Cốt sợi thép phân tán:** sợi thép phân tán RADMIX (Hàn Quốc), kích thước sợi $\phi \times l = 0,7 \times 38$ mm, lượng sợi khoảng 8500 sợi/1kg, sợi có neo ở hai đầu, cường độ kéo tối thiểu 1200 MPa.

3. Kết quả nghiên cứu.

3.1. Xác định thành phần cấp phối hợp lý.

Cấp phối hợp lý được lựa chọn trên các tiêu chí sau:

- Đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật:

- Tính công tác: hỗn hợp bê tông phải không tách nước, không phân tầng. Khả năng điền đầy, độ chảy xòe đạt ≥ 60 cm.
- Cường độ cao và tốc độ phát triển cường độ sau 3 ngày đạt >200 daN/cm², sau 7 ngày đạt ≥ 500 daN/cm²

- Tính kinh tế: giá thành thấp nhất.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu sơ bộ, chọn một số cấp phối khảo sát, kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm xác định thành phần cấp phối.

Ký hiệu	Đ, kg	C, kg	X M, kg	MIC ROS-T, %X M	SD, %X M	N/C KD	Độ xòe, cm	Tách nước, %
CP1	900	700	450	10	1,2	0,350	72	Không
CP2	950	800	450	10	0,8	0,358	60	Không
CP3	1000	750	450	10	0,6	0,360	45	Không
CP4	1050	680	450	10	1,0	0,358	64	Có dấu hiệu
CP5	1050	740	460	7	1,0	0,356	59	Không
CP6	1050	740	460	7	1,1	0,362	68	Không
CP7	1060	760	460	7	1,1	0,361	66	Không
CP8	1060	770	460	7	1,1	0,360	64	Không

Nhận xét: Kết quả cho thấy các cấp phối đa số đáp ứng được các chỉ tiêu về độ chảy xòe lớn hơn 60cm, không tách nước, không phân tầng. Tuy nhiên một số cấp phối có thành phần nghiên cứu nằm ở giới hạn biên không đáp ứng được đồng thời các yêu cầu về độ chảy xòe, độ lưu động, tách nước, phân tầng, tỷ lệ N/CKD còn cao hoặc không hiệu quả về mặt kinh tế.

Trên cơ sở bảng 1 chọn được cấp phối số 7 và số 8 là những cấp phối đồng thời thỏa mãn các yêu cầu về tính công tác, tỷ lệ N/CKD nhỏ nhất và có hiệu quả kinh tế (hàm lượng phụ gia siêu dẻo Glenium SP51, phụ gia tro trấu ít nhất). Tiếp tục tiến hành thử cường độ nén ở tuổi 1 ngày và 3 ngày để chọn ra cấp phối hợp lý nhất khi xét đến chỉ tiêu cường độ.

Bảng 2: Kết quả cường độ nén của bê tông.

Ký hiệu	Tro, %x m	SD, %X M	N/CKD	Độ xòe, cm	Tách nước, %	R _{n1} , daN/cm ²	R _{n3} , daN/cm ²
CP7	7	1,1	0,361	66	Không	245,0	490,5
CP8	7	1,1	0,360	64	Không	269,4	505,0

Nhận xét: cả hai cấp phối này đều cho cường độ nén R_{n1}, R_{n3} cao, độ xòe đạt > 60cm, không tách nước, không phân tầng thỏa mãn về tính công tác và cường độ. Cấp phối số 8 cho cường độ lớn hơn, được chọn làm cấp phối đối chứng và tiến hành khảo sát sự ảnh hưởng của hàm lượng cốt sợi đến tính công tác và cường độ của bê tông trên cơ sở cấp phối này.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng cốt sợi thép tới tính công tác của hỗn hợp bê tông.

Trên cơ sở cấp phối số 8, (ký hiệu: M0), bổ sung sợi thép với các tỷ lệ khác nhau để khảo sát ảnh

hưởng của hàm lượng sợi đến tính công tác của hỗn hợp bê tông.

Bảng 3: Các tỷ lệ sợi thép sử dụng.

Ký hiệu mẫu	M0	M20	M35	M50
Hàm lượng sợi thép, kg/m ³ .	0	20	35	50

Kết quả xác định thành phần cấp phối hợp lý cho bê tông cốt sợi được cho ở bảng 3.4:

Bảng 4: Thành phần cấp phối của bê tông cốt sợi.

Ký hiệu	Tro, %X M	SD, %X M	N/C KD	Độ xòe, cm	Tách nước, %	γ, kg/m ³	R _{n1} , daN/cm ²	R _{n3} , daN/cm ²
M0	7	1,1	0,360	64	Không	2500	269,4	505,0
M20	7	1,1	0,362	62	Không	2520	255,8	498,8
M35	7	1,1	0,362	61	Không	2530	230,4	494,2
M50	7	1,1	0,362	60	Không	2545	246,3	488,8

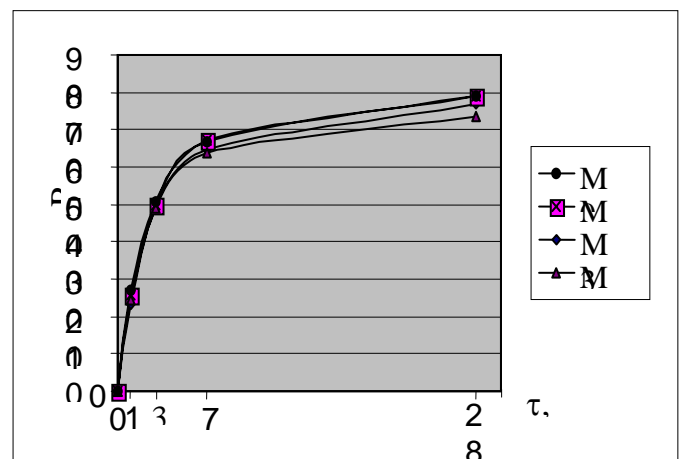
Nhận xét: Qua bảng trên ta thấy việc bổ sung sợi thép ít ảnh hưởng tới độ chảy xòe, độ lưu động của hỗn hợp bê tông. Khi tỷ lệ sợi tăng, độ chảy xòe giảm đi do sợi thép gây cản trở khả năng dịch chuyển của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông.

3.3. Cường độ chịu nén của BTCS thép theo thời gian.

Kết quả nghiên cứu cường độ nén của BTCS thép được cho trong bảng 5 và hình 1:

Bảng 5: Sự phát triển cường độ chịu nén của bê tông cốt sợi theo thời gian.

Ký hiệu	R _{n1}		R _{n3}		R _{n7}		R _{n28}
	daN/cm ²	% R _{n28}	daN/cm ²	% R _{n28}	daN/cm ²	% R _{n28}	daN/cm ²
M0	269,4	35	505,0	66	667,7	85	790,0
M20	255,8	32	498,8	63	670,0	85	789,2
M35	230,4	30	494,2	64	647,5	84	770,8
M50	246,3	34	488,8	67	636,3	87	733,1



Hình 1: Sự phát triển cường độ

Nhận xét: Cường độ chịu nén của BTCS cùng với bê tông đối chứng tăng đồng biến theo thời gian. Từ ngày tuổi đầu tiên đến 7 ngày, cường độ nén của BTCS cũng như mẫu đối chứng đều phát triển rất nhanh sau đó chậm lại nhưng tăng khá đều tới tuổi 28 ngày. Như vậy tỷ lệ sợi thép phân tán RADMIX không ảnh hưởng tới tốc độ phát triển và ảnh hưởng ít đến cường độ chịu nén của bê tông.

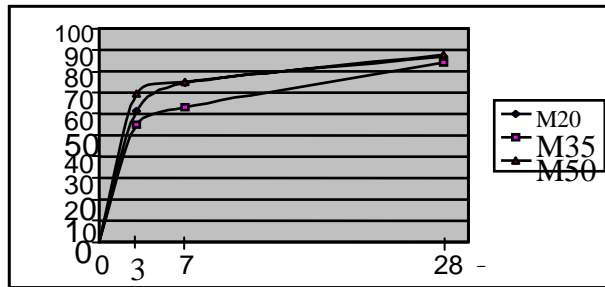
3.4. Cường độ chịu uốn của BTCS thép theo thời gian.

Đây là một trong những chỉ tiêu, mục đích quan trọng cần cải thiện khi thêm các tỷ lệ sợi thép vào cấp phối nền. Kết quả khảo sát cường độ chịu uốn được cho trong bảng 6 và hình 2.

Bảng 6: Sự phát triển cường độ chịu uốn của bê tông cốt sợi theo thời gian.

Ký hiệu mẫu	R_{u3}		R_{u7}		R_{u28}	
	daN/cm ²	% R_{u28}	daN/cm ²	% R_{u28}	daN/cm ²	% R_{u28}
M0	-	-	-	-	82,6	100
M20	55,2	66	63,0	75	84,2	100
M35	61,2	70	74,6	86	86,9	100
M50	69,6	79	73,9	84	87,6	100

Nhận xét: Cũng như cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn của bê tông cốt sợi phát triển đồng biến theo thời gian và phát triển khá nhanh ở các ngày tuổi đầu tiên. Cường độ chịu uốn của bê tông tăng đáng kể khi bổ sung sợi thép và đồng biến với tỷ lệ sợi thép. Điều đó chứng tỏ có sợi thép gia tăng khả năng chịu uốn cho bê tông.



Hình 2: Sự phát triển cường độ chịu uốn

3.5. Khả năng bám dính của BTCS thép.

Khả năng bám dính của bê tông nghiên cứu với bê tông nền đặc trưng cho tính làm việc đồng thời của nó với bê tông nền được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7: Khả năng bám dính của bê tông cốt sợi với bê tông nền mác 300.

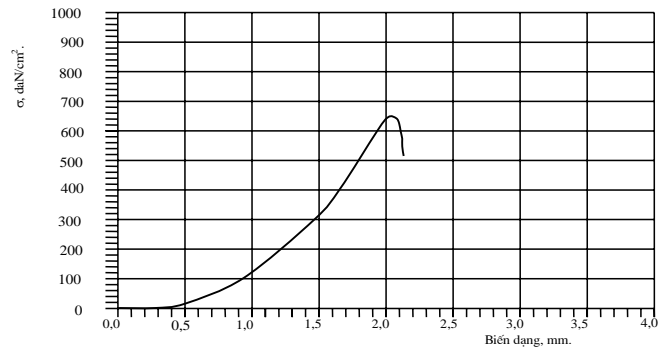
Ký hiệu mẫu	Lực nhổ đứt, kN	R_{lk} , daN/cm ²	Tình trạng đứt của mẫu.
M0	5,7	15,7	Nhổ sâu xuống nền khoảng 1cm và bật đá.
M35	5,7	15,8	Đứt tại vị trí tiếp giáp với bê tông nền, có mẫu sâu xuống nền 0,6cm

Nhận xét: Qua bảng trên cho thấy bê tông đều liên kết tốt với nền bê tông, đồng thời việc bổ sung sợi không ảnh hưởng không tới độ bám dính với bê tông nền.

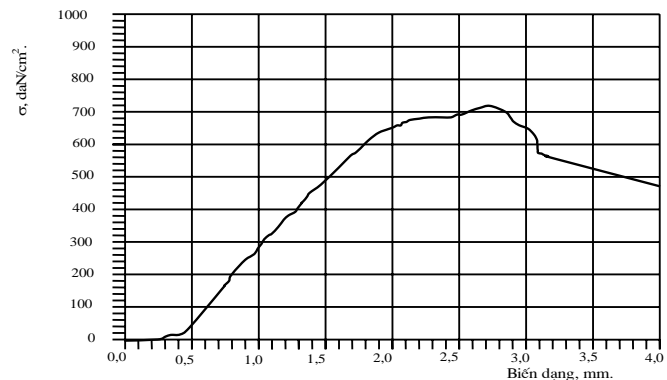
3.6. Xác định đường cong ứng suất nén - biến dạng khi nén.

Đây là một chỉ tiêu cơ lý quan trọng, nó đặc trưng cho bản chất cấu trúc của vật liệu, mức độ bền dai, khả năng chịu biến dạng và khoảng làm việc an toàn của vật liệu khi chịu ứng suất tới hạn của vật liệu mà không bị phá hủy cấu trúc.

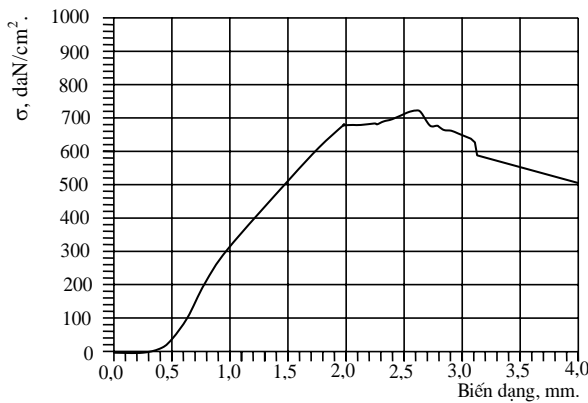
Để kiểm tra vai trò của sợi thép phân tán, ta xác định đường cong ứng suất nén - biến dạng khi nén của các mẫu thử M0, M20, M35 có kích thước 10×10×10cm sau 28 ngày tuổi, kết quả cho trong bảng 8 và các hình 3-5:



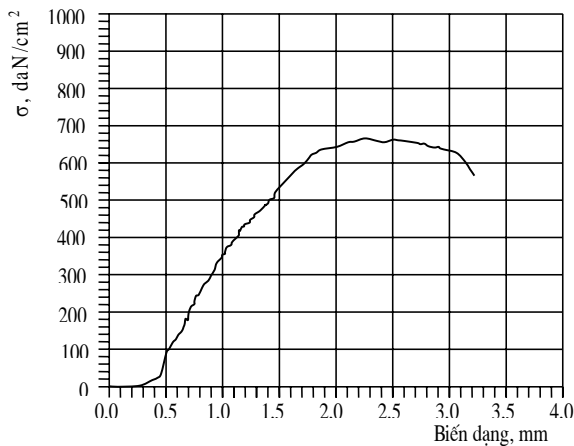
Hình 3: Đường cong ứng suất nén biến dạng của mẫu M0.



Hình 4: Đường cong ứng suất nén biến dạng của mẫu M20.



Hình 5: Đường cong ứng suất nén biến dạng của mẫu M35.



Hình 6: Đường cong ứng suất nén biến dạng của mẫu M50.

Bảng 10: Kết quả biến dạng của bê tông bê tông cốt sợi.

Ký hiệu mẫu	σ_{th} , daN/cm ²	σ_{kd} , daN/cm ²	Δl , mm	% Δl_{M0}
M0	650,4	520,3	0,2	100
M20	715,8	572,6	0,9	450
M35	718,9	575,1	1,5	750
M50	664,9	531,9	1,7	850

Nhận xét:

Với mẫu đối chứng: khi ứng suất nén tăng đến giới hạn, mẫu bị phá huỷ giòn, biến dạng tuyệt đối bằng 0,2mm. Trong khi mẫu có sợi M20, M35, M50 biến dạng tuyệt đối lần lượt là 0,9; 1,5; 1,7mm, tăng cùng với tỷ lệ sợi thép và lớn hơn so với mẫu đối chứng. Biến dạng của mẫu M50 gấp 8,5 lần so với M0. Điều này chứng tỏ sợi thép đã ảnh hưởng trực tiếp đến tính biến dạng của bê tông. Chính tác dụng này của sợi cũng khắc phục được cho các mẫu bê tông sợi không bị nổ cấu trúc như mẫu đối chứng, do sợi thu hút năng lượng của ngoại lực mà khả năng chịu bền kéo, biến dạng của sợi cao hơn hẳn một cấp so với bê tông thường nên đã làm giảm đáng

kể tính giòn trong cấu trúc của bê tông. Điều này còn được minh chứng ở trạng thái phá huỷ của mẫu: khi ứng suất nén tăng đến giới hạn, hầu hết các mẫu đối chứng bị vỡ vụn ra. Còn các mẫu sợi do có tác dụng cầu nối, "neo" của sợi thép đã hấp thụ năng lượng của ngoại lực làm tăng độ bền dai, khả năng chịu biến dạng của vật liệu tốt hơn so với mẫu đối chứng nên không bị vỡ vụn. Chứng tỏ sự làm việc đồng thời của sợi cùng với các thành phần khác của vật liệu thể hiện qua trạng thái biến dạng của sợi như: duỗi neo, dẫn sợi. Nói cách khác sợi thép làm tăng tính dẻo dai cho bê tông.

Các kết quả trên cho thấy sử dụng sợi thép phân tán RADMIX 38mm đặc biệt hiệu quả đối với việc cải thiện cấu trúc của bê tông, tăng tính dẻo dai, chịu biến dạng dưới tải trọng tốt, giảm thiểu tính giòn của bê tông, và tăng rõ rệt khoảng làm việc an toàn của bê tông khi chịu ứng suất nén của ngoại lực tác dụng.

4. Kết luận.

- Với các nguyên liệu sẵn có trong nước, kết hợp với một số nguyên liệu nhập ngoại (phụ gia siêu dẻo, sợi thép) hoàn toàn có thể chế tạo BTCS thép phục vụ các yêu cầu đặc biệt trong lĩnh vực xây dựng;
- Khi tăng hàm lượng sợi thép phân tán RADMIX, cường độ chịu nén giảm ít, cường độ chịu uốn tăng đáng kể, giảm độ mài mòn, ứng suất biến dạng dưới tải trọng tăng, tăng tính dẻo dai của vật liệu nên khoảng làm việc an toàn của vật liệu cao hơn.
- Bê tông cốt sợi thép hoàn toàn có thể ứng dụng trong thực tế, đảm bảo thi công tốt (độ chảy xòe ≥ 60 cm, độ sụt ≥ 27 cm), đạt mác trên 700 daN/cm². Có thể dùng cho các lớp phủ có bề mặt có cường độ cao như: đường băng, sân bay, đường cao tốc, đập tràn, chống thấm, sửa chữa và gia cường kết cấu (dầm, cầu, v.v...), tuy nêl, các kết cấu chịu tải trọng cao hoặc chịu tải trọng hỗn hợp.

Tài liệu tham khảo

1. **Trần Bá Việt, Triệu Lưu Long Vũ.** *Chế tạo bê tông và vữa tính năng cao sử dụng Microsilica từ Ximăng Pooclăng*, T/c Hoạt động khoa học 04/1999.
2. **Trần Bá Việt, Triệu Lưu Long Vũ.** *Chế tạo bê tông và vữa tính năng cao bằng cách dùng tro trấu thay Silicafume*, T/c Xây Dựng 08/1999.

3. **Catalog.** *Steel Fibers As Shear Reinforcement In High Strength Concrete Beams*, QUBIX-2002.
4. **Design and Construction of Self - Compacting Concrete in Thailand.** *International Workshop on Self - Compacting Concrete*, August ,1998.
5. **Self - Compact concrete in Sweden.** *Research and Application, Intetnational on Self - Compacting Concrete.* August, 1998.

