

SỬ DỤNG CỐT SỢI THỦY TINH ĐỂ THIẾT KẾ BÊ TÔNG CÓ CƯỜNG ĐỘ KHÁNG UỐN CAO ỨNG DỤNG TRONG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Nguyễn Quang Phú¹

Tóm tắt: Sử dụng phụ gia siêu dẻo và sợi thủy tinh để thiết kế bê tông M20÷M50 có cường độ kháng uốn cao sử dụng cho các công trình thủy lợi. Trong thành phần của bê tông thiết kế, thay thế 10% tro bay và 1,5% sợi thủy tinh với chiều dài $l \geq 50$ mm. Cường độ nén tăng từ 15 đến 36%, cường độ kháng uốn tăng 15 đến 30% so với các mẫu đối chứng. Bê tông cốt sợi thủy tinh tăng khả năng chịu uốn, làm giảm hiện tượng nứt mặt của bê tông và không bị ăn mòn trong môi trường nước biển. Bê tông cốt sợi thủy tinh phù hợp cho các công trình thủy lợi có yêu cầu chống ăn mòn cao.

Từ khóa: Sợi thủy tinh; Bê tông cốt sợi; Cường độ nén; Cường độ kháng uốn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một số công trình thủy lợi vùng ven biển như đê chắn sóng, kè lát mái đê biển cần phải có tính mềm dẻo và đạt cường độ, cũng như độ bền của bê tông cao (tính chống thấm, chống xâm thực, chống mài mòn). Bê tông sử dụng không bị co ngót, nứt do tác động cơ học của sóng biển và sự ổn định của mái dốc. Nếu sử dụng bê tông thông thường có thể không đáp ứng được yêu cầu làm việc của các kết cấu đó.

Bê tông cốt sợi là loại vật liệu composite trong đó phần vật liệu nền là bê tông thông thường, phần vật liệu cốt là các loại sợi nhỏ. Sự có mặt của cốt sợi làm cho bê tông có khả năng chống lại sự co ngót và nứt trong quá trình rắn chắc; đồng thời làm tăng cường độ kéo, uốn và nâng cao độ mềm dẻo của các kết cấu bê tông khi chịu lực.

Do có các đặc tính ưu việt hơn so với bê tông thông thường, bê tông cốt sợi sẽ trở thành loại vật liệu tiên tiến trong xây dựng và được ứng dụng cho những công trình chất lượng cao như: kết cấu đường băng sân bay, cầu cảng, nhà vòm, nhà cao tầng, nhà công nghiệp, gia cố đường hầm xuyên núi, kết cấu chống nổ, bể bơi, xi lô chứa vật liệu....v.v. Sử dụng bê tông cốt sợi trong xây dựng sẽ tiết kiệm không gian, tiết kiệm cốt thép, giảm nhẹ kết cấu móng (Eng.

Pshtivan N. Shakor, Prof.S.S. Pimplikar, 2011) và tạo ra nhiều giải pháp kết cấu mới mà với bê tông thông thường sẽ không thực hiện được. Đặc biệt bê tông cốt sợi thủy tinh (sợi thủy tinh loại kháng kiềm AR - Glass Fiber) được sử dụng cho các loại kết cấu bê tông xây dựng trong môi trường ăn mòn. Theo Ir. Richard Summers Quality Control Consultants Ltd, Hong Kong (2000), thì những ưu điểm của bê tông cốt sợi thủy tinh so với bê tông cốt sợi khác như PP Fiber hoặc Steel Fiber đó là: Cường độ uốn, kéo và va đập cao hơn; sợi thủy tinh nhẹ hơn và như vậy làm giảm sức nặng của công trình; làm tăng khả năng chống lại sự phá hủy của môi trường có tác nhân hóa học, đặc biệt là không xảy ra hiện tượng ăn mòn cốt thép của i-on Cl⁻; bê tông cốt sợi thủy tinh không bị gỉ, không bị ăn mòn; bền trong môi trường nước ô nhiễm và thân thiện với môi trường.

Vì vậy việc nghiên cứu và thiết kế bê tông cốt sợi thủy tinh sẽ là triển vọng áp dụng cho các kết cấu bê tông bảo vệ bờ biển của nước ta, cũng như tăng khả năng chống ăn mòn, tăng tuổi thọ cho các công trình thủy lợi thường xuyên làm việc trong môi trường nước có các tác nhân ăn mòn.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU

2.1. Xi măng

Đề tài sử dụng xi măng PC40 Kim Đình có giới hạn bền nén ở tuổi 28 ngày đạt 49,2 MPa,

¹ Khoa Công trình, Đại học Thủy lợi, Việt Nam.

các chỉ tiêu kỹ thuật khác đạt tiêu chuẩn xi măng Pooclang PC40 theo TCVN 2682-2009.

2.2. Tro bay

Sử dụng vật liệu tro bay Phả Lại. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của tro bay đạt yêu cầu theo TCVN1032:2014 “Phụ gia khoáng hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây dựng và xi măng”.

2.3. Cát

Cát vàng sông Lô được đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu - Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thí nghiệm. Cát thí nghiệm là cát loại vừa, có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý đạt tiêu chuẩn TCVN 7570-2006.

2.4. Đá dăm

Đá dăm granit dùng thi công công trình Nước Trong - Quảng Ngãi, đá dăm cỡ hạt: 5-20mm có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý đạt tiêu chuẩn TCVN 7570-2006.

2.5. Cốt sợi thủy tinh

Sợi thủy tinh chống kiềm được sử dụng có chiều dài 50 mm, khối lượng riêng 2.7 g/cm^3 , có cường độ kéo đạt 3500MPa và các chỉ tiêu cơ lý đạt tiêu chuẩn ACI 440.3R-12.

2.6. Phụ gia hóa học

Để hỗn hợp bê tông của cấp phối đối chứng (bê tông không pha sợi thủy tinh) có tính công tác tốt, có tính chảy tốt thì hỗn hợp bê tông phải đạt được độ sụt $22 \div 25 \text{ cm}$, hỗn hợp bê tông không có sự phân tầng và tách nước, bê tông cần phải sử dụng phụ gia siêu giảm nước bậc cao gốc Polycarboxylate (PC). Lý do hỗn hợp

bê tông cần có độ sụt cao và không phân tầng ngay từ đầu vì sợi thủy tinh có đường kính rất nhỏ cỡ khoảng 14 micromet, lượng dùng khoảng 4 đến 8 kg/m^3 bê tông sẽ làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông xuống rất thấp, độ sụt chỉ đạt $3 \div 5 \text{ cm}$ do đặc tính hút nước hấp phụ bề mặt lớn.

Đề tài sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao Grace ADVA 181. Lượng dùng theo hướng dẫn của nhà cung cấp.

2.7. Nước

Nước sử dụng để trộn và bảo dưỡng bê tông phù hợp tiêu chuẩn TCVN 4560 : 2012, "Nước trộn bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật".

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Thiết kế cấp phối bê tông thí nghiệm

Thiết kế cấp phối bê tông cốt sợi dựa theo tiêu chuẩn ACI 211-4R: 1993.

Yêu cầu thiết kế bê tông mẫu đối chứng có cường độ nén ở tuổi 28 ngày đạt M20, M30, M40, M50; hỗn hợp bê tông có độ sụt $22 \div 25 \text{ cm}$, hỗn hợp bê tông đối chứng phải có độ linh động cao, đảm bảo hỗn hợp không phân tầng, không tách nước và có độ nhớt phù hợp giúp phân tán sợi tốt trong hỗn hợp bê tông, tạo sự đồng nhất và phát huy hiệu quả của cốt sợi trong bê tông. Trong thiết kế đã thay thế 10% chất kết dính là tro bay (theo khối lượng); sử dụng hàm lượng sợi 1,5% chất kết dính (Eng. Pshtiwan N. Shakor & Prof. S. S. Pimplikar, 2011). Kết quả thiết kế thành phần vật liệu cho các cấp mác bê tông như trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần vật liệu cho 1 m^3 bê tông cốt sợi

Mác thiết kế	Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Cát (kg)	Đá dăm (kg)	Phụ gia siêu dẻo ADVA 181 (lít)	Nước (lít)	Sợi thủy tinh (kg)	Tỉ lệ N/CKD
M20	301	34.0	810	1113	4,5	187	5.10	0.55
M30	341	38.5	800	1008	5,2	186	5.78	0.48
M40	385	43.5	785	1015	5,7	183	6.53	0.42
M50	429	48.5	780	1063	6,4	180	7.28	0.37

3.2. Kết quả thí nghiệm

Để thí nghiệm cường độ nén, đúc các mẫu thí nghiệm hình lập phương có kích thước $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$, mẫu kiểm tra khả năng chịu uốn hình lăng trụ có kích thước $40 \times 10 \times 10 \text{ cm}$. Mẫu

đúc thử nghiệm được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 3105 : 1993.

Kết quả thí nghiệm cường độ nén và cường độ kéo khi uốn ở 3, 7 và 28 ngày tuổi như trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả cường độ nén và cường độ uốn ở 3, 7 và 28 ngày tuổi

Mác thiết kế	Ngày tuổi	Độ sụt, cm		Cường độ nén, MPa		Cường độ kéo khi uốn, MPa	
		Không sợi	Có sợi	Không sợi	Có sợi	Không sợi	Có sợi
M20	3	22	2.5	14.8	18.8	-	-
	7			17.6	21.5	3.5	4.2
	28			21.8	29.6	4.2	5.4
M30	3	25	2.5	19.6	22.5	-	-
	7			25.8	29.6	5.1	5.9
	28			31.5	37.8	5.6	6.5
M40	3	25	3	23.5	28.1	-	-
	7			32.8	38.8	7.4	8.8
	28			42.6	48.9	8.5	9.8
M50	3	25	3	34.5	37.5	-	-
	7			42.5	49.2	8.6	10.6
	28			50.5	57.8	9.1	11.2

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm trong bảng 2 về cường độ nén và cường độ kéo khi uốn của bê tông cốt sợi khi sử dụng cốt liệu thô (đá dăm) cỡ 5x20mm ($D_{\max} = 20\text{mm}$) và chiều dài của sợi thủy tinh dài $l = 50\text{mm}$, thì kết quả cường độ nén của bê tông sử dụng cốt sợi thủy tinh tăng hơn 15÷36% so với bê tông không có sợi và tương ứng cường độ kéo khi uốn của mẫu bê tông có sợi tăng từ 15÷30%. Tuy nhiên, độ sụt của hỗn hợp bê tông giảm rất mạnh, giảm từ 22÷25 cm xuống còn 2.5÷3cm khi pha cốt sợi thủy tinh. Vì vậy phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao sử dụng cho hỗn hợp bê tông cốt sợi là hợp lý.

4. KẾT LUẬN

Thông qua một số thí nghiệm trong phòng về bê tông cốt sợi, có thể rút ra một số kết luận như sau:

+ Phụ gia Grace ADVA 181 là phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate (PC) là phụ gia thế hệ thứ 3, gốc cao phân tử tổng hợp. Nó có thể giảm nước tới 40%. Đặc tính của loại phụ gia này có thể đáp ứng những yêu cầu đặc biệt của bê tông như: bê tông với tỷ lệ N/X thấp, duy trì được tính linh động của bê tông lâu và bê tông đạt được cường độ cao. Ngày nay người ta đã dùng rộng rãi loại phụ gia Polymer thế hệ mới có khả năng giảm nước cao và duy trì độ linh động tốt để có

thể sản xuất bê tông có chất lượng cao.

+ Với lượng dùng cốt sợi thủy tinh ($l = 50\text{mm}$) là 1,5% chất kết dính thì cường độ chịu kéo khi uốn và cường độ nén của các mẫu thí nghiệm đều tăng từ 15 đến 30%.

+ Khi sử dụng cốt sợi thủy tinh ($l \geq 50\text{mm}$), tính công tác (độ sụt) của hỗn hợp bê tông giảm đi nhiều (từ 22÷25 cm xuống còn 2.5÷3 cm), vì vậy khi chế tạo bê tông cốt sợi cần sử dụng phụ gia siêu dẻo, giảm nước bậc cao (loại phụ gia thế hệ 3, có thể giảm tới 40% lượng nước dùng cho bê tông) để đảm bảo tính công tác cho hỗn hợp bê tông tươi có thể thi công được.

+ Khi chế tạo hỗn hợp bê tông cốt sợi thủy tinh, chiều dài của sợi phải đạt ít nhất 2 lần đường kính $D_{\max}$ của cốt liệu thì mới có tác dụng, cụ thể với $D_{\max} = 20\text{mm}$ thì chiều dài sợi thủy tinh $l \geq 50\text{ mm}$.

+ Sợi thủy tinh có nguồn gốc là một loại khoáng làm tăng khả năng chịu uốn của bê tông, làm giảm hiện tượng nứt mặt của bê tông và không bị ăn mòn trong môi trường nước biển. Với tính năng chịu kéo cao gấp 2 đến 3 lần cốt thép và không bị ăn mòn, trong thiết kế thành phần bê tông có thể sử dụng kết hợp sợi thủy tinh trong hỗn hợp bê tông để thay thế cốt thép thường ứng dụng cho các công trình xây dựng thủy lợi làm việc trong môi trường nước biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

ACI Committee 211, *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete*.

ACI 440.3R-12, *Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Reinforcing or Strengthening Concrete and Masonry Structures*.

Eng. Pshtivan N. Shakor, Prof.S.S. Pimplikar (2011), “Glass Fiber Reinforced Concrete Use in Construction” International Journal of Technology and Engineering System: Jan – March 2011 – Vol.2.No.2.

Ir. Richard Summers Quality Control Consultants Ltd, Hong Kong (2000), “Glass Fiber Reinforced Concrete as a material, its properties, manufacture and applications”.

TCVN 3118 : 1993, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén*.

TCVN 3119 : 1993, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn*.

TCVN 3105 : 1993, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*.

Abstract:

USING THE GLASS FIBER TO DESIGN THE REINFORCED CONCRETE WITH HIGH SPLIT TENSILE STRENGTH TO APPLY FOR THE HYDRAULIC CONSTRUCTION

Using the Super-plasticizer and glass fiber to design the concrete of M20 ÷ M50 with high split tensile strength used for Hydraulic constructions. In the composition of the concrete design, to replace 10% Fly ash and 1.5% glass fibers with a length of more than 50 mm. The compressive strength increased from 15 to 36%, and split tensile strength of 15 to 30% increasing to compare with the control samples. Glass fiber reinforced concrete increased the split tensile strength, reduced the cracking of the concrete surface and concrete corrosion in the seawater. The glass fiber reinforced concrete suitable for irrigation works its requiring the high corrosion resistance.

Keywords: Glass Fiber; Fiber reinforced concrete; Compressive strength; Split tensile strength.

BBT nhận bài: 09/6/2016

Phản biện xong: 12/8/2016