

SỬ DỤNG CỐT SỢI THỦY TINH KHÁNG KIỀM VÀ CỐT LIỆU TÁI CHẾ ĐỂ SẢN XUẤT BÊ TÔNG ỨNG DỤNG CHO CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

USING ALKALI-RESISTANT GLASS FIBER AND RECYCLED AGGREGATES TO PRODUCTION FIBER REINFORCED CONCRETE APPLICATIONS FOR IRRIGATION WORKS

PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚ

Khoa Công trình, Trường đại học Thủy lợi

*Tác giả liên lạc: phuvlxd99@gmail.com

Tóm tắt: Sử dụng cốt sợi thủy tinh kháng kiềm, kết hợp tro bay với cốt liệu tái chế và phụ gia siêu dẻo giảm nước để chế tạo bê tông cốt sợi có cường độ nén từ M30 đến M40. Bê tông cốt sợi thiết kế có tính công tác tốt, cường độ nén, cường độ kéo uốn cao và mác chống thấm cao, đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật cho thi công các công trình thủy lợi. Bê tông cốt sợi thủy tinh kháng kiềm 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.

Từ khóa: Bê tông cốt sợi; cốt sợi thủy tinh kháng kiềm; tro bay; phụ gia siêu dẻo; cốt liệu tái chế, xỉ thép.

Abstract: Using alkali-resistant glass fiber, combining fly ash with recycled aggregates and water reducing superplasticizers to manufacture fiber-reinforced concrete with compressive strength from M30 to M40. Fiber-reinforced concrete is designed with good workability, high compressive strength, high split tensile strength and high waterproofing grade, meeting the technical requirements for construction of irrigation works. Alkali-resistant glass fiber reinforced concrete increases the flexural strength of concrete, reduces surface cracking of concrete and does not corrode in seawater environment.

Key words: fiber-reinforced concrete; alkali-resistant glass fiber; fly ash; superplasticizer; recycled aggregates; steel slag.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, một số khu chung cư cũ trong thành phố sẽ được phá bỏ và xây dựng mới lại hoàn toàn, lúc đó một lượng rất lớn phế thải xây dựng được thải ra. Bên cạnh đó, công nghiệp luyện gang thép phát triển rất mạnh, khi đó hàng năm sẽ thải ra một

lượng xỉ thép rất lớn (Trịnh Hồng Tùng, 2010; Báo cáo môi trường Quốc gia, 2011). Do lượng phế thải nhiều, nên chúng ảnh hưởng rất nghiêm trọng tới nền kinh tế, xã hội và môi trường sống của chúng ta, như: Tổ chức thải tồn kém; bãi thải chiếm nhiều diện tích; ô nhiễm môi trường nước và không khí. Vì vậy, việc nghiên cứu và đưa vào sử dụng nguồn phế thải xây dựng và phụ phẩm công nghiệp (xỉ quặng) làm cốt liệu sản xuất bê tông là vô cùng cần thiết, giải quyết kịp thời vấn đề khan hiếm nguồn cốt liệu tự nhiên sản xuất bê tông, nhằm mang lại hiệu quả kinh tế và góp phần bảo vệ môi trường (Lê Việt Hùng, 2007).

Đứng trước nhu cầu thực tiễn xây dựng các công trình thủy lợi và các công trình biển, thiết kế và sử dụng bê tông cốt sợi là giải pháp mới có hiệu quả, giúp tăng cường độ kéo uốn cho bê tông thông qua các vật liệu dạng sợi, giảm hiện tượng co ngót và từ biến trong bê tông, giảm hiện tượng xâm thực bê tông (Ir. Richard, 2000; Eng.Pshtivan, N.Shakor, S.S. Pimplikar, 2011). Thông qua các kết quả nghiên cứu, đề tài nhằm tìm ra loại cốt sợi phù hợp và thiết kế bê tông cốt sợi tối ưu, khắc phục những nhược điểm của bê tông thông thường; từ đó đưa ra kiến nghị và một số giải pháp áp dụng vào thi công các công trình thủy lợi, đảm bảo tăng độ bền và tăng tuổi thọ của công trình.

Sử dụng phế thải xây dựng và phụ phẩm của công nghiệp luyện gang thép làm cốt liệu để sản xuất bê tông là phương pháp tận dụng được các nguồn vật liệu phế thải vô cơ, tiết kiệm nguồn tài nguyên thiên nhiên, biến vật liệu thải thành nguồn nguyên liệu có giá trị; tiết kiệm chi phí xử lý chất thải và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, tại Việt Nam phương pháp này đang còn khá mới mẻ, cần nghiên cứu chi tiết, cụ thể để có những quy chuẩn

VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

chung về vấn đề này, từ đó áp dụng vào thực tế một cách hiệu quả và an toàn. Vì vậy, cần định hướng nghiên cứu để tận dụng, sử dụng hiệu quả về công nghệ sản xuất cốt liệu tái chế cho bê tông từ việc tái sử dụng các chất thải xây dựng và phụ phẩm công nghiệp, đánh giá đặc tính kỹ thuật của bê tông cốt liệu tái chế, từ đó đề xuất cần thiết để có thể áp dụng các loại vật liệu này trong xây dựng cho hầu hết các công trình ở Việt Nam.

Trong nghiên cứu sẽ sử dụng một số cốt liệu tái chế có thể sử dụng làm cốt liệu thô để sản xuất bê tông. Tuy nhiên, phạm vi nghiên cứu của đề tài là sử dụng xỉ thép được lấy ở khu công nghiệp luyện gang

thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương và các mẫu bê tông thí nghiệm đập nhỏ (các mẫu bê tông này đã được nén thí nghiệm và thải ra của phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng - Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi) làm cốt liệu lớn để chế tạo bê tông cốt sợi ứng dụng cho các công trình thủy lợi.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Xi măng

Đề tài sử dụng xi măng PC40 thiết kế bê tông cốt sợi; kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý của xi măng đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2009 như trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý của xi măng

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,15
2	Độ mịn (Lượng sót trên sàng 0,09)	%	3,2
3	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,1
4	Thời gian bắt đầu đông kết	phút	112
	Thời gian kết thúc đông kết	phút	316
5	Độ ổn định thể tích	mm	2,1
6	Giới hạn bền nén tuổi 3 ngày	N/mm ²	36,5
	Giới hạn bền nén tuổi 28 ngày	N/mm ²	49,8

2.2 Tro bay

Phụ gia khoáng là tro bay được sử dụng trong việc thay thế một phần xi măng trong thành phần bê tông thiết kế. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của tro bay trong bảng 2 đạt yêu cầu theo TCVN 1032:2014.

Bảng 2. Tính chất cơ lý của tro bay Phả Lại

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Độ ẩm	%	0,28
2	Lượng nước yêu cầu	%	27,8
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	944
4	Tỷ trọng	g/cm ³	2,24
5	Hàm lượng mất khi nung	%	3,08
6	Hàm lượng SiO ₂	%	50,98
7	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	%	10,34
8	Hàm lượng Al ₂ O ₃	%	31,27
9	Hàm lượng SO ₃	%	0,15

2.3 Cốt liệu mịn (cát)

Cát dùng trong thí nghiệm là cát lấy ở công trình xây dựng và được đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu để thí nghiệm. Cát thí nghiệm là cát

loại vừa, có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý phù hợp TCVN 7570-2006. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của cát được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của cát

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,67
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,61
3	Độ hồng	%	39,7
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,96
5	Mô đun độ lớn	-	3,06
6	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
7	Thành phần hạt	-	Đạt

2.4 Cốt liệu thô (đá dăm)

Đá dăm dùng trong thí nghiệm được lấy từ công trình thi công thực tế và được đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu để thí nghiệm. Đá dăm cỡ hạt (5-20)mm có thành phần hạt và tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn TCVN 7570-2006 được trình bày tại bảng 4.

Bảng 4. Tính chất cơ lý của đá dăm

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,75
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,68
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,58
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	18,2
5	Hàm lượng hạt mềm yếu	%	1,10
6	Độ hút nước	%	0,43
7	Thành phần hạt	-	Đạt

2.5 Cốt liệu tái chế

Trong đề tài sử dụng các cốt liệu tái chế thay thế cho cốt liệu thô tự nhiên đá dăm, bao gồm:

* Cốt liệu xỉ thép

Xỉ thép được lấy ở khu công nghiệp luyện gang thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương và đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu để thí nghiệm và phân loại thành phần hạt sao cho đạt cỡ hạt (5-20)mm theo tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu xỉ thép như trong bảng 5.

Bảng 5. Tính chất cơ lý của xỉ thép

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,28
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	2,06
3	Độ hút nước	%	2,62

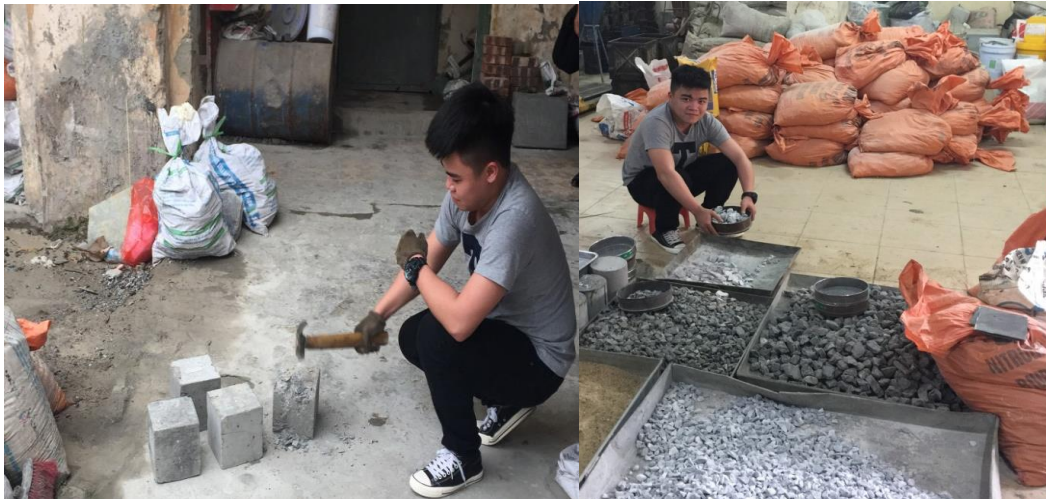
* Cốt liệu bê tông tái chế

Đối với cốt liệu thô được lấy từ các mẫu nén bê tông đã thí nghiệm phá hoại, sau đó dùng búa đập và sàng để phân cấp phối như mong muốn

(hình 1). Cốt liệu bê tông tái chế (BTTC) có thành phần hạt đạt yêu cầu của đá cỡ hạt (5-20)mm. Kết quả của một số chỉ tiêu cơ lý như trong bảng 6.

Bảng 6. Tính chất cơ lý của cốt liệu bê tông tái chế

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,65
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,26
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,84
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	3,2
5	Hàm lượng hạt mềm yếu	%	1,05
6	Độ hút nước	%	4,25
7	Thành phần hạt	-	Đạt



Hình 1. Xử lý cốt liệu bê tông tái chế

2.6 Nước

Nước sử dụng để trộn và bảo dưỡng bê tông là nước sinh hoạt lấy tại phòng thí nghiệm vật liệu, nước phù hợp tiêu chuẩn TCVN 4560: 2012.

2.7 Phụ gia hóa học

Vì sợi thủy tinh có đường kính rất nhỏ, cỡ khoảng 14 micromet, do đặc tính của cốt sợi là hút nước hấp phụ bề mặt lớn nên sẽ làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông xuống rất thấp. Vì vậy bê tông cốt sợi cần phải sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao gốc Polycarboxylate (PC). Đề tài sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao Grace ADVA 181 với lượng dùng thông qua các thí nghiệm cụ thể để xác định tỷ lệ pha trộn hợp lý, đảm bảo tính công tác yêu cầu của hỗn hợp bê tông.

2.8 Cốt sợi thủy tinh

Cốt sợi thủy tinh kháng kiềm (AR - Glass Fiber) được sử dụng có chiều dài 50 mm, khối lượng riêng 2.7 g/cm³, có cường độ kéo đạt 3500MPa và các chỉ tiêu cơ lý đạt tiêu chuẩn ACI 440.3R-12.

3. Thiết kế cấp phối bê tông và kết quả thí nghiệm

3.1 Thiết kế cấp phối bê tông cốt sợi

Sử dụng phương pháp thiết kế thành phần bê tông cốt sợi theo tiêu chuẩn ACI 211-4R:1993. Trên cơ sở các loại vật liệu sử dụng để chế tạo bê tông đã nghiên cứu ở trên, đề tài đã kết hợp các loại vật liệu đó với cốt sợi thủy tinh kháng kiềm (AR - Glass Fiber) và phụ gia siêu dẻo thế hệ mới (GRACE ADVA 181) để thiết kế bê tông cốt sợi với yêu cầu của mẫu đối chứng (mẫu bê tông không có cốt sợi) có cường độ nén ở tuổi 28 ngày đạt M30 (MPa); hỗn hợp bê tông 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, sử dụng hàm lượng sợi 1,5% chất kết dính (Eng. Pshtiwan N. Shakor & Prof. S. S. Pimplikar, 2011), kết hợp với phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao ADVA 181 hợp lý.

Lấy (CP1) sử dụng cốt liệu thô tự nhiên là đá dăm làm cấp phối đối chứng, lần lượt thay đá dăm bằng xỉ thép (CP2) và bê tông tái chế (BTTC) (CP3). Thành phần vật liệu cho các cấp phối bê tông cốt sợi thiết kế như trong bảng 7.

Bảng 7. Thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông cốt sợi, cốt liệu tái chế

Cấp phối	Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Nước (lít)	Cát (kg)	Sợi thủy tinh (kg)	Cốt liệu thô			PGSD (lít)
						Đá dăm (kg)	Xỉ thép (kg)	BTTC (kg)	
CP1	341	38,5	186	800	5,7	1008	-	-	5,2
CP2	341	38,5	186	855	5,7	-	1265	-	5,2
CP3	341	38,5	186	792	5,7	-	-	1002	5,2

Sau khi thiết kế thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông, tiến hành phối trộn vật liệu đúng tiêu chuẩn hiện hành và thí nghiệm xác định độ sụt của các hỗn hợp bê tông. Sau đó đúc mẫu thí nghiệm cường độ nén, cường độ kéo khi uốn và mác chống thấm của tất cả các cấp phối bê tông cốt sợi thiết kế.

3.2 Kết quả thí nghiệm độ sụt của các HHTB cốt sợi sử dụng cốt liệu tái chế

Tiến hành trộn vật liệu các cấp phối đã thiết kế như bảng 7, thí nghiệm xác định độ sụt của các hỗn hợp bê tông theo tiêu chuẩn, tiến hành giữ hỗn hợp bê tông sau 30 phút để kiểm tra lại độ sụt. Kết quả kiểm tra độ sụt của các hỗn hợp bê tông cốt sợi thể hiện như trong bảng 8.

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm độ sụt các hỗn hợp BTCS

Cấp phối	Độ sụt (cm)	
	Có PGSD	Có PGSD, sau 30 phút
CP1	15,8	14,3
CP2	12,7	11,4
CP3	10,9	9,1

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm độ sụt ở bảng 8, có thể thấy các hỗn hợp bê tông cốt sợi thiết kế có pha PGSD với hàm lượng hợp lý thì tất cả các cấp phối bê tông đều có độ sụt thỏa mãn yêu cầu thiết kế, đều đảm bảo về tính công tác cho bê tông thi công các công trình Thủy lợi và công trình biển theo TCVN 8218:2009 và TCVN 9139:2012. Tuy nhiên, hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu BTTC (CP3) có độ sụt thấp nhất, tiếp đến là cấp phối sử dụng xỉ thép (CP2) và cuối cùng là cấp phối sử dụng đá dăm (CP1) có độ sụt cao nhất, điều này phù hợp với độ hút nước khác nhau của các loại cốt liệu thô đã sử dụng trong thiết kế.

Bên cạnh đó, thì mức giảm độ sụt của các hỗn hợp bê tông theo thời gian (sau 30 phút) vẫn đảm bảo về tính công tác của các hỗn hợp bê tông cốt

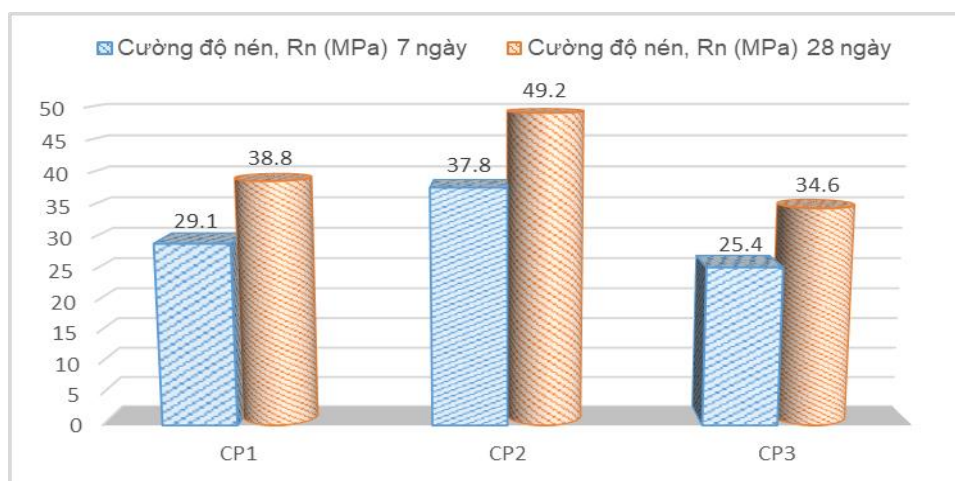
sợi thiết kế. Điều này là do trong thành phần của bê tông có sử dụng phụ gia hóa dẻo thế hệ mới gốc Polycarboxylate sẽ duy trì được độ lưu động của hỗn hợp bê tông trong quá trình thi công rất tốt. Vì vậy, trong thiết kế thành phần bê tông cốt sợi nói chung và BTCS sử dụng cốt liệu tái chế nói riêng, nhất thiết phải sử dụng PGSD giảm nước bậc cao.

3.3 Kết quả thí nghiệm cường độ nén của BTCS sử dụng cốt liệu tái chế

Để thí nghiệm cường độ nén, đúc các tổ mẫu thí nghiệm hình lập phương có kích thước (15x15x15)cm, mẫu đúc thí nghiệm được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 3105:1993. Kết quả thí nghiệm cường độ nén ở 7 và 28 ngày tuổi như trong bảng 9 và biểu đồ hình 2.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm cường độ nén các cấp phối BTCS, cốt liệu tái chế

Cấp phối	Cường độ nén, MPa	
	7 ngày	28 ngày
CP1	29,1	38,8
CP2	37,8	49,2
CP3	25,4	34,6



Hình 2. Biểu đồ so sánh cường độ nén của các cấp phối BTCS, cốt liệu tái chế

Nhận xét: So với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm thì bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép (CP2) có cường độ nén cao hơn 29,9% ở tuổi 7 ngày và 26,8% ở tuổi 28 ngày. Điều này có thể giải thích như sau: xỉ thép có tính chất cơ học tốt hơn đá tự nhiên, vì xỉ thép có thành phần cấu trúc tinh thể đặc biệt mà thành phần chủ yếu là các khoáng chất tương tự thành phần của xi măng; xỉ thép nặng hơn, ma sát tốt hơn, độ bền cao hơn đá dăm tự nhiên, do vậy bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép sẽ cho cường độ cao hơn.

Còn bê tông sử dụng cốt liệu BTTC (CP3) có cường độ nén thấp hơn ở các ngày tuổi tương ứng là 12,71% (tuổi 7 ngày) và 10,82% (tuổi 28 ngày) so với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm. Điều này có thể do độ rỗng của cốt liệu BTTC (52,45%) cao hơn

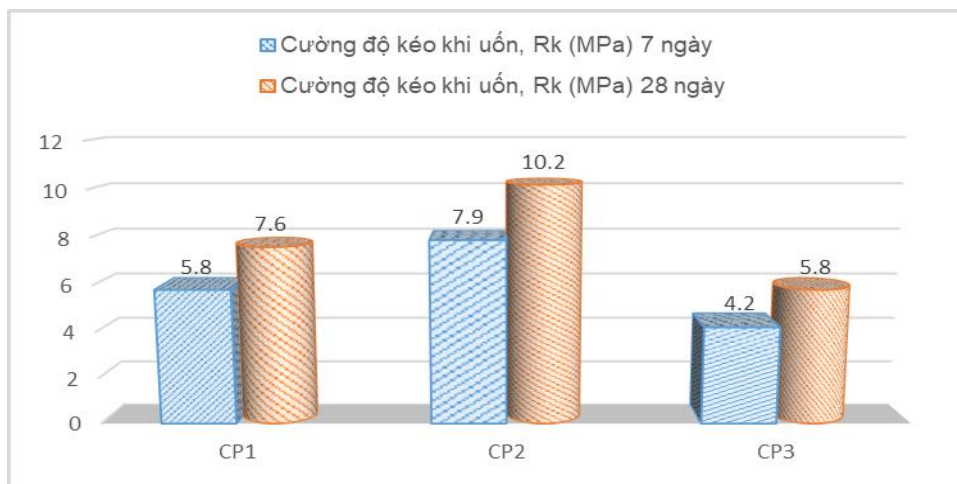
đá dăm (38,90%) và trong cốt liệu BTTC có nhiều hàm lượng hạt bụi mịn sẽ làm cho khả năng gắn kết giữa đá xi măng và BTTC kém hơn so với khi sử dụng đá dăm. Tuy nhiên, khi sử dụng BTTC làm cốt liệu thô để sản xuất BTCS vẫn đảm bảo được mức thiết kế yêu cầu, đạt trên 30MPa ở tuổi 28 ngày.

3.4 Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn của BTCS sử dụng cốt liệu tái chế

Để thí nghiệm cường độ kéo khi uốn, mẫu thí nghiệm có kích thước hình lăng trụ (10x10x40)cm. Mẫu đúc thử nghiệm được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 3105:1993. Bảo dưỡng mẫu trong điều kiện môi trường tiêu chuẩn và tiến hành kiểm tra cường độ kéo khi uốn của các tổ mẫu bê tông. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn ở 7 và 28 ngày tuổi như trong bảng 10 và biểu đồ hình 3.

Bảng 10. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn các cấp phối BTCS, cốt liệu tái chế

Cấp phối	Cường độ kéo khi uốn, MPa	
	7 ngày	28 ngày
CP1	5,8	7,6
CP2	7,9	10,2
CP3	4,2	5,8



Hình 3. Biểu đồ so sánh cường độ kéo khi uốn của các cấp phối BTCS, cốt liệu tái chế

Nhận xét: Tương tự cường độ nén, việc thay thế cốt liệu BTTC (CP3) đã làm giảm cường độ kéo khi uốn của bê tông cốt sợi từ 23,68 ÷ 27,59% so với bê tông cốt sợi sử dụng đá dăm (CP1). Cường độ kéo khi uốn của bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu BTTC thấp là do cường độ bản thân hỗn hợp cốt liệu BTTC thấp và trong hạt cốt liệu có nhiều khuyết tật vết nứt và lỗ rỗng xốp. Còn bê tông cốt sợi sử dụng xỉ thép (CP2) thì có cường độ kéo khi uốn cao

hơn bê tông cốt sợi đá dăm khoảng 34,21 ÷ 36,20%, vì bản thân xỉ thép đã có cường độ và độ bền cao hơn đá dăm.

Ngoài ra, với bê tông xi măng thông thường (không có cốt sợi) thì cường độ kéo chỉ bằng 1/15 đến 1/10 (từ 6,67 ÷ 10)% cường độ chịu nén, nhưng khi trong thành phần của bê tông có cốt sợi thủy tinh đã làm tăng cường độ chịu kéo của bê tông lên

từ (16,54 ÷ 20,90)% Rn.

3.5 Kết quả thí nghiệm mác chống thấm của BTCS sử dụng cốt liệu tái chế

Các mẫu bê tông thí nghiệm mác chống thấm sử dụng lần lượt đối với 03 loại cốt liệu thô: đá dăm,

xỉ quặng, BTTC được chuẩn bị và thí nghiệm theo TCVN 3116:2007. Mẫu được bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn, sau đó tiến hành kiểm tra mác chống thấm. Kết quả thí nghiệm xác định mác chống thấm của bê tông cốt sợi sau 28 ngày thể hiện trong bảng 11.

Bảng 11. Kết quả thí nghiệm mác chống thấm của các cấp phối BTCS, cốt liệu tái chế

STT	Cấp phối	Mác chống thấm W, at
1	CP1	12
2	CP2	14
3	CP3	10

Nhận xét: Tất cả các mẫu bê tông đều đạt mác chống thấm yêu cầu của bê tông dùng cho các công trình Thủy lợi theo TCVN 8218:2009 và TCVN 9139:2012. Mẫu bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu BTTC (CP3) có mác chống thấm W10 thấp hơn 1 cấp so với mẫu bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu là đá dăm (W12) và mẫu bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu xỉ thép (CP2) đạt W14, cao hơn 1 cấp. Điều này cũng phù hợp với độ đặc chắc và cường độ nén, cường độ kéo khi uốn của các cấp phối bê tông cốt sợi tương ứng.

Trong thiết kế, để tăng mác chống thấm cho bê tông cốt sợi thiết kế, cần thiết phải điều chỉnh hàm lượng phụ gia siêu dẻo một cách hợp lý nhất, nhằm giảm lượng nước trộn bê tông, tăng độ đặc chắc của bê tông và làm tăng mác chống thấm cho bê tông.

4. Kết luận

- Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén, cường độ kéo khi uốn, mác chống thấm của các cấp phối BTCS sử dụng cốt liệu thô là đá dăm, xỉ thép và bê tông tái chế cho thấy bê tông cốt sợi là một loại bê tông sử dụng hiệu quả cho các hạng mục công trình thủy lợi và công trình biển có yêu cầu cao về mác chống thấm, BTCS đặc biệt có khả năng kháng nứt, giảm co ngót tốt hơn vì có cường độ chịu kéo khi uốn tốt hơn nhiều so với bê tông thông thường;

- Sợi thủy tinh có nguồn gốc là một loại khoáng làm tăng khả năng chịu kéo uốn của bê tông, làm giảm hiện tượng nứt mặt của bê tông và không bị ăn mòn trong môi trường nước biển, bền trong môi trường kiềm. Với tính năng chịu kéo cao gấp 2 đến 3 lần cốt thép và không bị ăn mòn, vì vậy khi ứng dụng cho các công trình thủy lợi làm việc trong môi trường

nước có các tác nhân xâm thực mạnh như môi trường nước biển, môi trường nước thải của các khu công nghiệp có thể sử dụng kết hợp sợi thủy tinh để thay thế cốt thép thường;

- Những loại sợi thủy tinh E - Glass sử dụng trong bê tông đều bị phân hủy trong môi trường kiềm của xi măng Poóclăng. Chính vì vậy, sợi thủy tinh bền kiềm (*sợi thủy tinh kháng kiềm: AR - Glass Fiber*) thay thế sợi thủy tinh E - Glass trong chế tạo bê tông cốt sợi là phù hợp;

- Cốt sợi có nhiều loại khác nhau, với mỗi hạng mục công trình xây dựng cần được nghiên cứu và thí nghiệm thực tế cho các loại cốt sợi khác nhau để đưa loại bê tông này vào xây dựng hiệu quả hơn. Khi sử dụng cốt sợi thủy tinh, bê tông sẽ có ưu điểm hơn so với các loại bê tông cốt sợi khác như Poly-Propylene Fiber, Steel Fiber... đó là: Cường độ uốn, kéo và va đập cao hơn; sợi thủy tinh nhẹ hơn làm giảm sức nặng của công trình; làm tăng khả năng chống lại sự phá hủy của môi trường có các tác nhân hóa học, đặc biệt là không xảy ra hiện tượng ăn mòn cốt thép của ion Cl; bê tông cốt sợi thủy tinh không bị gỉ, không bị ăn mòn, bền trong môi trường nước và thân thiện với môi trường. Đây là loại bê tông cốt sợi rất phù hợp với đặc điểm, tính chất làm việc của các công trình thủy lợi, cần được nghiên cứu kỹ để áp dụng vào thực tiễn;

- Bê tông cốt sợi khi sử dụng cốt liệu xỉ thép sẽ cho cường độ nén, cường độ kéo khi uốn cao hơn so với bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu đá dăm tự nhiên, bê tông cốt sợi chế tạo được có khả năng chống mài mòn, chống xâm thực, rất hiệu quả với các công trình thủy lợi vì trong xỉ thép có các thành phần khoáng vật có độ đặc chắc và cường độ rất

cao. Ngoài ra, bê tông cốt sợi sử dụng cốt liệu bê tông tái chế đạt cường độ tuy thấp hơn một chút so với bê tông cốt sợi sử dụng đá dăm, nhưng vẫn đảm bảo được các yêu cầu thiết kế kỹ thuật cho các hạng mục công trình thủy lợi và công trình biển;

- Sử dụng cốt liệu tái chế làm cốt liệu trong sản xuất bê tông mang lại rất hiệu quả về mặt kinh tế và môi trường, nhằm đa dạng hóa các loại VLXD mới trong xây dựng, góp phần cải thiện môi trường xây dựng. Tận dụng nguồn phụ phẩm và tái sử dụng các loại cốt liệu sẽ giảm thiểu hiện tượng ô nhiễm nguồn nước và môi trường. Hàng năm lượng phế thải xây dựng và xỉ quặng thải ra hàng triệu tấn, cần phải nghiên cứu sử dụng nguồn nguyên liệu này làm cốt liệu để sản xuất bê tông là tiết kiệm nguồn tài nguyên thiên nhiên, biến vật liệu thải thành nguồn nguyên liệu có giá trị, tiết kiệm chi phí xử lý chất thải và bảo vệ môi trường. Bên cạnh đó, cần thiết phải chủ động và sử dụng hiệu quả về công nghệ sản xuất cốt liệu tái chế cho bê tông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ACI 440.3R-12, Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Reinforcing or Strengthening Concrete and Masonry Structures.
2. ACI Committee 211, Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete.
3. ASTM C494-86: Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete.
4. Báo cáo môi trường Quốc gia (2011), Chất thải rắn, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
5. Công ty TNHH Vật Liệu Xanh (2012), Dự án đầu tư nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng từ xỉ lò điện hồ quang tại Khu công nghiệp Phú Mỹ I, huyện Tân Thành - tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.
6. Eng.Pshtivan, N.Shakor, S.S. Pimplikar (2011), Glass Fiber Reinforced Concrete Use in Construction, *International Journal of Technology and Engineering System: Jan - Mach 2011, Vol.2, No.2.*
7. European Commission Report (1999), Construction and demolition waste management practices and their economic impacts.
8. Ir. Richard (2000), Glass Fiber Reinforced Concrete as a material, its properties, manufacture and applications. *Summers Quality Control Consultants Ltd, Hong Kong.*
9. JBIC (2003), Environment improvement and Pollution Prevention by Effective Recycling of Industrial and Domestic Waste in Vietnam, *Draft Final Report.*
10. Lê Ngọc Lan (2018), Thực trạng phế thải xây dựng và định hướng tái sử dụng phế thải xây dựng ở Việt Nam, *Tạp chí xây dựng, Khoa Quản lý Xây dựng, Học viện AMC.*
11. Lê Việt Hùng (2007), Nghiên cứu sử dụng phế thải phá dỡ công trình làm bê tông và vữa xây dựng, *Báo cáo tổng kết đề tài - Mã số MT 17-07, Viện Vật liệu Xây dựng, Bộ Xây dựng.*
12. Mirjana Malešev, Vlastimir Radonjanin and Snežana Marinković (2010), Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production, *Sustainability, 1204-1225.*
13. Phạm Duy Hữu (2011), Công nghệ bê tông và bê tông đặc biệt, *Nhà xuất bản Xây dựng.*
14. Tăng Văn Lâm; Ngô Xuân Hùng (2016), Nghiên cứu sử dụng phế thải luyện kim làm cốt liệu chế tạo bê tông, *Báo cáo tổng kết đề tài, Trường Đại học Mở - Địa chất.*
15. Trần Văn Miên, Công ty TNHH Lê Phan (2011), Sử dụng xỉ thép làm cốt liệu thay thế đá dăm làm bê tông asphalt ứng dụng làm lớp áo đường trong công trình giao thông, Đề tài khoa học công nghệ cấp TP. Hồ Chí Minh.
16. Trịnh Hồng Tùng (2010), Sử dụng phế thải phế liệu để sản xuất Vật liệu Xây dựng, Bài giảng dành cho Cao học ngành Vật liệu Xây dựng, *Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.*
17. Vũ Lê (2017), Thí điểm tái chế phế thải xây dựng: Lợi ích kép trong quản lý đô thị, *Báo kinh tế đô thị.*

Ngày nhận bài: 15/10/2021.

Ngày nhận bài sửa: 27/10/2021.

Ngày chấp nhận đăng: 27/10/2021.

¹Họ và tên: Nguyễn Quang Phú

Học vị: Phó giáo sư, Tiến sĩ

Nơi công tác: Bộ môn Vật liệu Xây dựng, khoa Công trình - Đại học Thủy lợi

Địa chỉ: 175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 0366.721.968

Email: phuvlxd99@gmail.com

Tôi xin khẳng định kết quả của nghiên cứu này chưa được công bố.
