

NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ KỸ THUẬT CỦA TỶ LỆ THAY THẾ ĐÁ DẦM BẰNG CỐT LIỆU XỈ THÉP TRONG CHẾ TẠO BÊ TÔNG THỦY CÔNG

STUDYING THE TECHNICAL EFFECTIVENESS OF THE RATIO OF CRUSHED STONE AGGREGATE REPLACEMENT WITH STEEL SLAG AGGREGATE IN HYDRAULIC CONCRETE

NGUYỄN QUANG PHÚ^{a,*}

^aTrường Đại học Thủy lợi

*Tác giả đại diện: Email: phuvlxd99@gmail.com

Ngày nhận 02/8/2024, Ngày sửa 23/8/2024, Chấp nhận 30/8/2024

<https://doi.org/10.59382/j-ibst.2024.vi.vol3-6>

Tóm tắt: Trong nghiên cứu sử dụng phụ gia khoáng là Tro bay và Xi lò cao hoạt tính, cốt liệu thô là đá dăm và xỉ thép thay thế đá dăm lần lượt là 25%, 50%, 75%, 100% để thiết kế thành phần bê tông đạt mác thiết kế từ M40 đến M50. Khi hàm lượng cốt liệu xỉ thép thay thế cốt liệu đá dăm từ 75% đến 100% thì cường độ nén của bê tông tăng lên rất cao, tăng từ 30,37% đến 41,72% ở 7 ngày tuổi và 6,11% đến 13,10% ở 28 ngày tuổi, mác chống thấm của bê tông thiết kế đạt từ W10 đến W14, phù hợp thi công các công trình Thủy lợi.

Từ khóa: Tro bay, xỉ lò cao hoạt tính, xỉ thép.

Abstract: In the study, used mineral additives such as Fly Ash (FA) and Granulated Blast Furnace Slag (GBFS), coarse aggregates such as crushed stone and Steel slag replaces crushed stone at 25%, 50%, 75%, 100% respectively to design concrete components reaching design grades from M40 to M50. When the content of steel slag aggregate replaces crushed stone aggregate from 75% to 100%, the compressive strength of concrete increases very high, increasing from 30,37% to 41,72% at 7 days old and 6,11 % to 13,10% at 28 days of age, the waterproofing grade of the designed concrete ranges from W10 to W14, it's suitable for irrigation works.

Keywords: Fly ash, Granulated blast furnace slag, steel slag.

1. Đặt vấn đề

Cốt liệu xỉ quặng là cốt liệu được tái sử dụng từ phụ phẩm công nghiệp (các loại xỉ than, xỉ gang thép) qua quá trình nghiền, phân loại, phân cỡ hạt và xử lý với quy trình hợp lý, có thể sử dụng làm cốt liệu thay thế cho cốt liệu tự nhiên (đá dăm, sỏi) trong sản xuất bê tông, đặc biệt là bê tông ứng dụng cho các công trình Thủy lợi.

Sử dụng 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 cần có nghiên cứu sâu hơn việc sử dụng loại xỉ thép này thay một phần đá dăm làm cốt liệu lớn cho bê tông, tìm ra những ưu điểm vượt trội của chúng để ứng dụng cho bê tông các công trình Thủy lợi, từ đó áp dụng vào thực tế một cách hiệu quả và an toàn. Vì vậy, cần định hướng nghiên cứu để tận dụng và sử dụng hiệu quả về công nghệ sản xuất cốt liệu tái chế cho bê tông từ việc tái sử dụng các phụ phẩm công nghiệp, đánh giá đặc tính kỹ thuật của bê tông, từ đó có những đề xuất cần thiết để có thể áp dụng các loại vật liệu này trong xây dựng Thủy lợi nói riêng và cho hầu hết các công trình xây dựng ở Việt Nam nói chung.

Trong thành phần của bê tông có cốt liệu xỉ thép sẽ cải thiện được đặc tính cơ học, vì xỉ thép có nhiều góc cạnh nên khả năng gắn kết với đá xi măng rất tốt, bên cạnh đó trong thành phần của cốt liệu xỉ thép có nhiều thành phần khoáng được hình thành ở nhiệt độ cao trong lò luyện gang thép nên bê tông sản xuất từ cốt liệu xỉ thép có khả năng chống mài mòn rất tốt khi ứng dụng cho bê tông các công trình Thủy lợi.

Do lượng phụ phẩm công nghiệp 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 ngầm và môi trường không khí. Ngoài ra, tận dụng nguồn Tro bay (phụ phẩm của các nhà máy nhiệt điện đốt than) và Xi lò cao hoạt tính (phụ phẩm của các nhà máy sản xuất gang thép) làm phụ gia khoáng trong sản xuất bê tông cũng góp phần giảm giá thành xây dựng.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu và đưa vào sử dụng các phụ phẩm công nghiệp làm cốt liệu và phụ gia khoáng để sản xuất bê tông là vô cùng cần thiết và hữu ích, giải quyết kịp thời vấn đề khan hiếm về cốt liệu tự nhiên sản xuất bê tông, nhằm mang lại hiệu quả kinh tế và góp phần bảo vệ môi trường. Hơn nữa, bê tông có sử dụng phụ gia khoáng thay thế một phần xi măng Poocăng sẽ làm cho bê tông đặc chắc hơn, bê tông có khả năng chống xâm thực bê tông trong môi trường nước rất tốt và bê tông có mức

chống thấm rất cao, phù hợp thi công các công trình Thủy lợi.

2. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

2.1 Xi măng

Đề tài sử dụng xi măng PC40 Chinfon Hải Phòng thiết kế bê tông; kết quả thí nghiệm một số tính chất của xi măng như trong bảng 1 đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2009.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm một số tính chất của xi măng

TT	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)	%	5,5
3	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,6
4	Thời gian bắt đầu đông kết	phút	118,5
	Thời gian kết thúc đông kết	phút	315,5
5	Độ ổn định thể tích	mm	2,60
6	Giới hạn bền nén tuổi 3 ngày	N/mm ²	25,5
	Giới hạn bền nén tuổi 28 ngày	N/mm ²	49,6

2.2 Phụ gia khoáng (Tro bay)

Tro bay Phả Lại (từ nhà máy nhiệt điện Phả Lại - Hải Dương) được sử dụng thay thế một phần xi

măng trong các cấp phối bê tông thiết kế. Các tính chất cơ lý và thành phần hóa học của Tro bay được phân tích, kết quả như bảng 2 đạt yêu cầu theo TCVN 10302:2014.

Bảng 2. Tính chất cơ lý và thành phần hóa học của tro bay Phả Lại

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Độ ẩm	%	0,26
2	Lượng nước yêu cầu	%	28,2
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	948
4	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,25
5	Hàm lượng mất khi nung	%	3,15
6	Hàm lượng SiO ₂	%	53,6
7	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	%	12,5
8	Hàm lượng Al ₂ O ₃	%	33,8
9	Hàm lượng SO ₃	%	0,18

2.3 Phụ gia khoáng (Xi lò cao hoạt tính)

Xi lò cao hoạt hóa nghiền mịn từ công ty Hòa Phát (khu công nghiệp luyện gang thép Hòa Phát -

Kinh Môn - Hải Dương), xi lò cao hoạt tính có các chỉ tiêu cơ lý như bảng 3, thỏa mãn theo TCVN 11586:2016.

Bảng 3. Tính chất của xỉ lò cao hoạt tính

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,95
2	Chỉ số hoạt tính với xi măng	%	110,5
3	Hàm lượng mất khi nung	%	2,65
4	Độ mịn	cm ² /g	3600

2.4 Cốt liệu thô (Xi thép)

Xi thép từ khu công nghiệp luyện gang thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương và đưa về để thí nghiệm

phân loại thành phần hạt đạt cỡ hạt (5-20) mm theo TCVN 7570:2006. Các tính chất của cốt liệu xi thép như trong bảng 4.

Bảng 4. Tính chất cơ lý của xỉ thép

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,55
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	2,06
3	Độ hút nước	%	2,55
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,22
5	Thành phần hạt	-	Đạt

2.5 Cốt liệu thô (Đá dăm)

Để đánh giá và so sánh một số tính chất của bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép, trong nghiên cứu đã thiết kế mẫu bê tông đối chứng sử dụng cốt liệu thô

tự nhiên là đá dăm. Đá dăm lấy ở công trình xây dựng và đưa về để thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý và thành phần hạt của đá dăm cỡ hạt (5-20) mm ở bảng 5 đạt TCVN 7570-2006.

Bảng 5. Tính chất cơ lý của đá dăm

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,72
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,68
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,05
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	2,5
5	Hàm lượng hạt mềm yếu	%	1,10
6	Độ hút nước	%	0,55
7	Thành phần hạt	-	Đạt

2.6 Cốt liệu mịn (Cát)

Cát tự nhiên: Trong thí nghiệm sử dụng là cát sông, cát được lấy từ công trình về thí nghiệm. Kết

quả thí nghiệm cát dùng chế tạo bê tông có thành phần hạt và các tính chất cơ lý phù hợp TCVN 7570-2006 trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Tính chất cơ lý của cát

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,68
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,66
3	Độ hồng	%	38,10
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	1,05
5	Mô đun độ lớn	-	2,86
6	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
7	Thành phần hạt	-	Đạt

2.7 Nước

Nước sử dụng để trộn và bảo dưỡng bê tông là nước sinh hoạt lấy tại phòng thí nghiệm, nước sử dụng trong thí nghiệm phù hợp tiêu chuẩn TCVN 4506:2012.

2.8 Phụ gia hóa học

Để hỗn hợp bê tông có tính công tác và khả năng đầm chặt tốt thì hỗn hợp bê tông thiết kế không được phép xảy ra hiện tượng phân tầng và tách nước. Trong nghiên cứu chế tạo bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép đã sử dụng phụ gia giảm nước bậc cao gốc Polycarboxylate (PC) phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C494, với lượng dùng theo hướng dẫn của nhà cung cấp. Tuy nhiên, cần phải thí nghiệm để xác định tỷ lệ

pha trộn hợp lý, đảm bảo tính công tác yêu cầu của hỗn hợp bê tông và mác bê tông thiết kế.

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

3.1 Thiết kế cấp phối bê tông

Nghiên cứu với mẫu bê tông đối chứng sử dụng cốt liệu đá dăm, ứng dụng thi công cho các công trình Thủy lợi, chọn độ sụt yêu cầu SN = 10±2cm, mác bê tông thiết kế ở tuổi 28 ngày của mẫu đối chứng đạt 40MPa. Tính toán khối lượng các loại vật liệu cho 1m³ bê tông và ký hiệu mẫu thí nghiệm như sau: (CP10 - CP14) cùng tro bay, thay thế 0, 25, 50, 75 và 100% đá dăm bằng xỉ thép; (CP14 - CP15) cùng 100% cốt liệu lớn xỉ thép nhưng phụ gia mịn tro bay và xỉ khác nhau. Thành phần vật liệu cho các cấp phối bê tông thiết kế như trong bảng 7.

Bảng 7. Thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông thiết kế

Cấp phối	XM (kg)	FA (kg)	GBFS (kg)	Nước (lít)	Cát (kg)	Cốt liệu thô		PGSD (lít)
						Đá dăm (kg)	Xỉ thép (kg)	
CP10	315	105	-	168	747	1120	0	5,04
CP11	315	105	-	168	747	840	342,5	5,04
CP12	315	105	-	168	747	560	685,0	5,04
CP13	315	105	-	168	747	280	1027,5	5,04
CP14	315	105	-	168	747	0	1370,0	5,04
CP15	315	-	105	168	747	-	1370,0	5,04

Từ cấp phối thiết kế thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông như bảng 7, tiến hành phối trộn vật liệu đúng tiêu chuẩn 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, mác chống thấm của tất cả các cấp phối bê tông thiết kế để đánh giá ảnh hưởng của các loại cốt liệu thô (đá dăm và xỉ thép) đến tính chất kỹ thuật của bê tông (CP10, CP11, CP12, CP13 và CP14) và đánh giá ảnh hưởng của hai loại phụ gia khoáng (Tro bay: FA và Xỉ lò cao hoạt tính: GBFS) đến cường độ,

mác chống thấm của bê tông sử dụng 100% cốt liệu xỉ thép (CP14, CP15).

3.2 Kết quả thí nghiệm độ sụt

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

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

TT	Cấp phối	Độ sụt, SN (cm)		
		Không PGSD	Có PGSD	Có PGSD, sau 30 phút
1	CP10	11,5	15,0	14,5
2	CP11	9,5	13,5	12,0
3	CP12	8,0	11,5	10,0
4	CP13	7,5	10,5	9,5
5	CP14	7,0	10,0	8,5
6	CP15	7,0	9,5	8,0

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm độ sụt ở bảng 8, có thể thấy các hỗn hợp bê tông (HHBT) thiết kế khi chưa có PGSD thì chỉ có HHBT sử dụng 100% đá dăm (CP10), 75% đá dăm (CP11) và 50% đá dăm (CP12) thỏa mãn yêu cầu thiết kế. Khi các HHBT 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, đảm bảo yêu cầu thi công bê tông theo TCVN 8218:2009 và TCVN 9139:2012.

HHBT sử dụng 100% cốt liệu xỉ thép, PGK tro bay (CP14) có độ sụt thấp hơn rất nhiều HHBT sử dụng 100% cốt liệu đá dăm, PGK tro bay (CP10) vì xỉ thép có độ hút nước cao hơn rất nhiều đá dăm. Còn khi HHBT giữ nguyên cốt liệu xỉ thép, chỉ thay đổi loại PGK thì HHBT tro bay (FA: CP14) có độ sụt cao hơn HHBT xỉ lò cao hoạt tính (GBFS: CP15) vì chính trong thành phần của GBFS có những thành phần khoáng vật có khả năng kết hợp với nước và hút nước mạnh hơn FA, sẽ làm giảm độ sụt của HHBT.

Việc làm giảm độ sụt của các HHBT là một trong các nhược điểm cần xét đến của loại bê tông này. Tỷ lệ thay thế cốt liệu xỉ thép bằng đá dăm càng nhiều

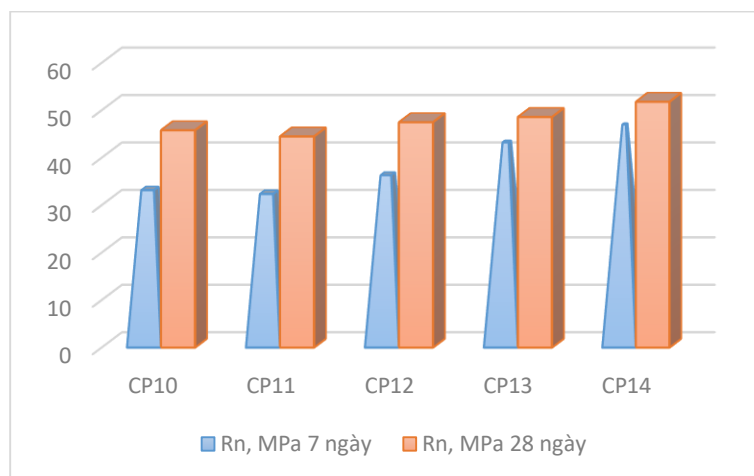
thì độ sụt càng giảm. Từ kết quả về sự giảm độ sụt của các HHBT theo thời gian (*sau 30 phút*) nhận thấy: các HHBT vẫn đảm bảo về tính công tác của bê tông thiết kế. Điều này là do trong thành phần của bê tông có sử dụng phụ gia siêu dẻo sẽ duy trì được độ lưu động của các HHBT trong quá trình thi công.

Trong quá trình làm thí nghiệm, quan sát các HHBT thí nghiệm sau khi trộn cũng thấy được độ đồng nhất của các HHBT rất tốt, không có hiện tượng phân tầng và không xuất hiện tách nước tại mép rìa ngoài của HHBT sau khi trộn và sau khi làm thí nghiệm kiểm tra độ sụt.

3.3 Kết quả thí nghiệm cường độ nén

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 3105:2022.

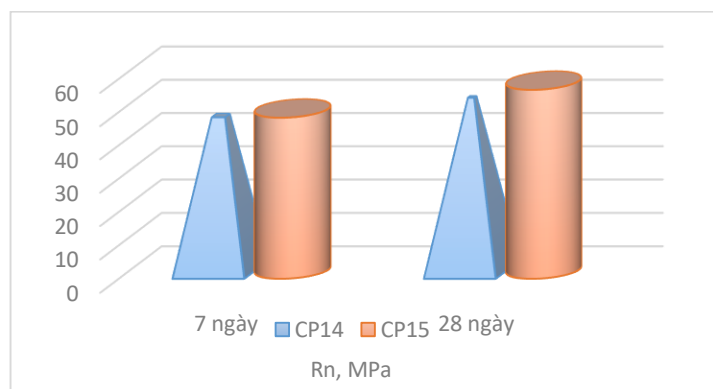
Kết quả thí nghiệm cường độ nén ở 7 và 28 ngày tuổi của các cấp phối bê tông thiết kế như biểu đồ hình 1 và 2



Hình 1. Biểu đồ so sánh Rn của các cấp phối bê tông

Nhận xét: Về cường độ nén, so với mẫu bê tông đối chứng sử dụng 100% cốt liệu đá dăm (CP10) thì bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép thay thế đá dăm dưới 50% (CP11 và CP12) có cường độ nén chưa được cải thiện nhiều, chỉ tăng khoảng 9,5% ở 7 ngày tuổi và 3,7% ở 28 ngày tuổi khi xỉ thép thay thế 50% đá dăm. Khi hàm lượng cốt liệu xỉ thép thay thế cốt liệu đá dăm từ 75% đến 100% thì cường độ nén của bê tông tăng lên rất cao, tăng từ 30,37% đến 41,72% ở 7 ngày tuổi

và 6,11% đến 13,10% ở 28 ngày tuổi. 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 đá xi măng; xỉ thép nặng hơn, ma sát tốt hơn nên khả năng gắn kết giữa cốt liệu xỉ thép và đá xi măng tốt hơn, độ bền của xỉ thép cao hơn đá dăm tự nhiên, do vậy bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép sẽ cho cường độ nén cao hơn.



Hình 2. Biểu đồ so sánh R_n của các cấp phối bê tông (CP14 và CP15)

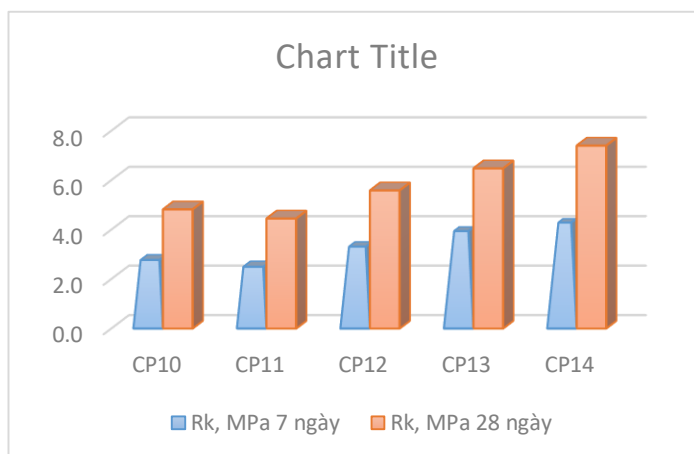
Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén của CP14 và CP15 ở đồ thị hình 2, cho thấy bê tông CP15 sử dụng cốt liệu thô là xỉ thép kết hợp với Xi lò cao hoạt tính (GBFS) cho cường độ nén ở tuổi thiết kế rất cao ($R_{n28} = 56,7 \text{ MPa}$), cao hơn bê tông cốt liệu xỉ thép kết hợp với PGK Tro bay (CP14) tương ứng 4,55% ở 7 ngày tuổi và 9,46% ở 28 ngày tuổi. Qua đó cho thấy, khi sử dụng cốt liệu xỉ thép để sản xuất bê tông, cần thiết phải sử dụng kết hợp thêm với PGK là Xi lò cao hoạt tính để một số thành phần khoáng vật trong Xi lò cao hoạt tính có thể sẽ tác dụng với các thành phần hóa học có hại trong xỉ thép để hạn chế việc phát thải

ra môi trường sau này, từ đó làm tăng cường độ của bê tông (CP15).

3.4 Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn

Thí nghiệm cường độ kéo khi uốn theo TCVN 3119:2022, đúc các tổ mẫu thí nghiệm hình lập phương có kích thước (15x15x60)cm, mẫu đúc thí nghiệm được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 3105:2022.

Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi uốn ở 7 và 28 ngày tuổi của các cấp phối bê tông thiết kế như biểu đồ hình 3.



Hình 3. Biểu đồ so sánh R_k của các cấp phối bê tông

Nhận xét: Bê tông sử dụng cốt liệu xỉ thép từ 50% đến 100% (CP12, CP13 và CP14) có cường độ kéo uốn cao hơn bê tông cốt liệu đá dăm (CP10) tương ứng tăng 19,46%, 42,22%, 54,60% ở 7 ngày tuổi và 15,91%, 34,41%, 53,49% ở 28 ngày tuổi (tương ứng thay thế 50%, 75% và 100% cốt liệu xỉ thép), vì bản thân xỉ thép có độ bền rắn chắc và cường độ cao hơn đá dăm. Mặt khác cốt liệu xỉ thép gắn kết tốt hơn với đá xi măng, nên vùng chuyển tiếp

giữa đá xi măng và cốt liệu đặc chắc làm cho cường độ kéo uốn tăng lên.

3.5 Kết quả thí nghiệm mác chống thấm

Các mẫu bê tông thử mác chống thấm được chuẩn bị và thí nghiệm theo TCVN 3116:2007. Mẫu được bảo dưỡng 28 và 90 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn. Kết quả thí nghiệm mác chống thấm của bê tông sau 28 và 90 ngày thể hiện trong bảng 9.



Bảng 9. Kết quả thí nghiệm mác chống thấm

Cấp phối	Mác chống thấm W, at	
	28 ngày	90 ngày
CP10	W8	W10
CP11	W8	W10
CP12	W8	W10
CP13	W10	W12
CP14	W12	W14
CP15	W12	W14

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 có yêu cầu mác chống thấm từ W8 đến W14. Khi hàm lượng cốt liệu xi thép thay thế cốt liệu đá dăm từ 25% đến 50% thì mác chống thấm của bê tông chưa có sự thay đổi so với mẫu bê tông đối chứng (đều đạt từ W8 đến W10). Đặc biệt, bê tông chế tạo sử dụng 100% xi thép kết hợp với phụ gia khoáng Xi lò cao hoạt tính (CP15) thì mác chống thấm của bê tông đạt W12 ở tuổi 28 ngày và W14 ở tuổi 90 ngày, tăng từ 1 đến 2 cấp so với bê tông đối chứng (CP10). Như vậy bê tông chế tạo sử dụng 100% cốt liệu xi thép kết hợp PGK Tro bay hay Xi lò cao hoạt tính, với lượng dùng PGSD hợp lý sẽ có độ đặc chắc rất cao, hạn chế hiện tượng xâm thực cho bê tông, tăng tính bền cho bê tông, phù hợp cho thi công các công trình Thủy lợi.

Trong thiết kế cấp phối bê tông, để tăng mác chống thấm cho bê tông thiết kế, cần kết hợp các loại PGK khác nhau để tối ưu hóa điều kiện chống thấm cho bê tông các công trình Thủy lợi. Bên cạnh đó, cần thiết phải điều chỉnh 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. Vì vậy, đối với các công trình Thủy lợi thường xuyên làm việc trong môi trường nước, bê tông và bê tông cốt thép chịu tác động rất lớn từ các tác nhân gây nên xâm thực (*xâm thực hóa*

học, xâm thực cơ học....) cần thiết phải có biện pháp tăng khả năng chống thấm của bê tông.

4. Kết luận và kiến nghị

- Cốt liệu xi thép có độ hút nước mạnh hơn cốt liệu đá dăm, vì vậy khi sản xuất bê tông sử dụng cốt liệu xi thép cần thiết phải kết hợp với các loại phụ gia khoáng và phụ gia giảm nước bậc cao với hàm lượng hợp lý, để duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong quá trình thi công bê tông các công trình Thủy lợi;

- Khi sử dụng cốt liệu xi thép thay thế cốt liệu đá dăm trong sản xuất bê tông thì hàm lượng xi thép thay thế trên 50% mới phát huy hết hiệu quả của cốt liệu xi thép so với đá dăm. Hiệu quả nhất khi thay thế 100% cốt liệu xi thép, làm tăng cường độ nén, cường độ kéo khi uốn, đặc biệt là tăng mác chống thấm cho bê tông từ 1 đến 2 cấp, phù hợp thi công cho các công trình Thủy lợi theo TCVN 9139:2012 và TCVN 8218:2009;

- Hàng năm lượng xỉ quặng thải ra hàng chục triệu tấn, cần phải nghiên cứu sử dụng nguồn nguyên liệu này làm cốt liệu để sản xuất bê tông, nên chủ động và sử dụng hiệu quả về công nghệ sản xuất *cốt liệu xi thép* cho bê tông. *Cốt liệu xi thép* còn chưa được nghiên cứu nhiều trong sản xuất bê tông vì những lo ngại về vấn đề môi trường, vì vậy cần thí nghiệm và kiểm soát nghiêm ngặt tỷ lệ các thành phần vật liệu.

Bên cạnh đó, cũng cần ban hành các quy định, tiêu chuẩn về việc sử dụng cốt liệu xỉ thép trong sản xuất bê tông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 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.
- [2] Báo cáo Môi trường Quốc gia (2011), *Chất thải rắn của Bộ Tài nguyên và Môi trường*.
- [3] JBIC (2003), *Environment improvement and Polution Prevention by Effective Recycling of Industrial and Domestic Waste in Vietnam*, Draft Final Report.
- [4] 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*.
- [5] 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.
- [6] Nguyễn Văn Du (2013), *Nghiên cứu việc sử dụng xỉ thép trong sản xuất bê tông nhựa nóng để làm đường ô tô trên thế giới và khả năng áp dụng làm mặt đường ô tô ở khu vực phía Nam*, Đề tài NCKH cấp trường, Trường Đại học GTVT.
- [7] Lê Việt Hùng và nnk, (2016). “Báo cáo dự án điều tra chất lượng tro xỉ các nhà máy nhiệt điện than tại Việt Nam”. Viện Vật liệu Xây dựng.
- [8] Vụ Vật liệu Xây dựng - Bộ Xây dựng (2017). “Kỷ yếu Hội thảo sử dụng tro xỉ nhà máy nhiệt điện tại Đồng bằng sông Cửu Long”. TP.Cần Thơ.
- [9] Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC71 (2016): “TCVN 11586:2016. Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa” Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [10] Quyết định số 430/QĐ-BXD ngày 16/05/2017. Chỉ dẫn kỹ thuật “Xỉ gang và xỉ thép sử dụng làm vật liệu xây dựng” của Bộ Xây dựng.
- [11] TCVN 11586:2016, “Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa”.
- [12] Chí Quốc, *13,6 triệu tấn tro xỉ của 9 nhà máy nhiệt điện than ĐBSCL sẽ đi đâu?*, Báo tuổi trẻ.
- [13] European Commission Report (1999), *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*.
- [14] TCVN 3106:2007: *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*.
- [15] TCVN 3118:2022: *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*.
- [16] TCVN 3119:2022: *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn*.
- [17] TCVN 3105:2022: *Hỗn hợp bê tông và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*.
- [18] ASTM C1138:05, *Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete (Underwater Method)*.
- [19] TCVN 8218:2009, *Bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật. Hydraulic concrete - Technical requirements*.
- [20] TCVN 9139:2012, *Công trình Thủy lợi - Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - Yêu cầu kỹ thuật*.
- [21] M.N. Hisyamudin, A.K.A. R, S. Yokoyama (2012), *Dissolution behavior of hazardous materials from EAF slag in water with wet grinding method*, The International Conference on Civil and Environmental Engineering Sustainability, Johor Bahru, Malaysia.
- [22] H. Yi, G. Xu, H. Cheng, J. Wang, Y. Wan, H. Chen (2012), *An overview of utilization of steel slag*, Procedia Environmental Sciences 16 791-801.
- [23] B. Das, S. Prakash, P. Reddy, V. Misra (2007), *An overview of utilization of slag and sludge from steel industries*, Resources, conservation and recycling 50(1) 40-57.
- [24] J.M. Manso, J.J. Gonzalez, J.A. Polanco (2004), *Electric arc furnace slag in concrete*, Journal of materials in civil engineering 16(6) 639-645.
- [25] J.P. Patel (2008), *Broader use of steel slag aggregates in concrete*, Master Thesis, Cleveland State University.
- [26] H. Qasrawi (2014), *The use of steel slag aggregate to enhance the mechanical properties of recycled aggregate concrete and retain the environment*, Construction and Building Materials 54 298-304.
- [27] L. Rohde, W. P. Nunez and J. A. P. Ceratti (2003), *Electric Arc Furnace Steel Slag*, Transportation Research Record 1819, Transportation Research Board, Washington, D.C. pp. 201-207.
- [28] TCVN 10302:2014: *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*.
- [29] ASTM C494-86: *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.
- [30] TCVN 4506:2012: *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*.