

SỬ DỤNG XI THÉP VÀ PHỤ GIA SIÊU DẸO THỂ HỆ MỚI THIẾT KẾ BÊ TÔNG ỨNG DỤNG TRONG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Nguyễn Quang Phú¹

Tóm tắt: Sử dụng phụ gia siêu dẻo Grace ADVA 181 và xi thép để chế tạo bê tông đạt mác $Rn^{28} = 43,5MPa$; $Rn^{28} = 48,8MPa$; $Rn^{28} = 49,6MPa$ khi sử dụng phụ gia khoáng lần lượt là Tro bay, Tro trấu, Silica fume và mác chống thấm đạt W10 đến W12, đặc biệt bê tông có tính bền cao phù hợp cho các công trình Thủy lợi. Sử dụng nguồn phụ phẩm công nghiệp (xi quặng) làm cốt liệu sản xuất bê tông là vô cùng cần thiết và hữu ích, giải quyết 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.

Từ khóa: Bê tông; Xi thép; Phụ gia siêu dẻo; Chống thấm nước

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguồn cốt liệu tự nhiên để sản xuất bê tông (đá dăm, sỏi) ngày càng cạn kiệt nguồn khai thác bởi tốc độ xây dựng và quá trình đô thị hóa diễn ra rất mạnh như hiện nay.

Ở nước ta hiện nay công nghiệp luyện gang thép đã và đang được phát triển mang tính chủ động về nguồn thép sản xuất trong nước, điển hình là các nhà máy sản xuất thép Formosa Hà Tĩnh, Thái Nguyên, FuCo, Ponima, Nhà máy Thép Phú Mỹ, Khu liên hợp Gang thép Hòa Phát tại Kinh Môn - Hải Dương....., hàng năm sẽ thải ra một lượng xỉ rất lớn (Lê Việt Hùng, 2007).

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 môi trường không khí.

Hiện nay vùng đồng bằng sông Cửu Long là nơi xuất khẩu gạo lớn nhất ở nước ta, đi kèm theo đó là lượng trấu thải ra hàng triệu tấn mỗi năm. Nếu đốt trấu để sản xuất phụ gia khoáng tro trấu, sẽ mang lại hiệu quả kinh tế rất cao,

giải quyết vấn đề nhập khẩu phụ gia khoáng siêu mịn là Silica fume (Nguyễn Quang Phú, 2015). Ngoài ra tận dụng nguồn tro bay là phụ phẩm của các nhà máy nhiệt điện, cũng góp phần phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường.

Chính vì những lý do đó, việc nghiên cứu và đưa vào sử dụng nguồn phụ phẩm công nghiệp (xi quặng thải ra từ các nhà máy luyện gang thép) làm cốt liệu 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 (Nguyễn Quang Phú, 2018). Bên cạnh đó, kết hợp với các nguồn phụ gia khoáng có sẵn trong nước như tro bay, đặc biệt là có thể thay thế tro trấu bằng Silica fume trong chế tạo bê tông, sẽ giảm được việc nhập khẩu loại phụ gia khoáng siêu mịn này như hiện nay.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các loại vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

2.1.1. Xi măng:

Đề tài sử dụng xi măng PC40 Kim Đình thiết kế bê tông; kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý của xi măng như trong Bảng 1.

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

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	TCVN: 4030-2003	g/m^3	3,12
2	Độ mịn (Lượng sót trên sàng 0,09)	TCVN: 4030-2003	%	3,2
3	Lượng nước tiêu chuẩn	TCVN: 6017-2015	%	29,1
4	Thời gian bắt đầu đông kết	TCVN: 6017-2015	phút	112

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội, Việt Nam

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả
5	Thời gian kết thúc đông kết	TCVN: 6017-2015	phút	316
6	Độ ổn định thể tích	TCVN: 6017-2015	mm	2,1
7	Giới hạn bền nén tuổi 3 ngày	TCVN: 6016-2011	N/mm ²	36,0
8	Giới hạn bền nén tuổi 28 ngày	TCVN: 6016-2011	N/mm ²	49,2

Nhận xét: Xi măng PC40 Kim Đình đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2009

2.1.2. Tro bay: bê tông. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của tro Phụ gia khoáng là tro bay Phả Lại được sử dụng thay thế một phần xi măng trong thành phần bay như trong Bảng 2.

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/m 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

Nhận xét: Tro bay Phả Lại sử dụng trong nghiên cứu đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 10302:2014

2.1.3. Silica fume: Trong đề tài sử dụng phụ gia khoáng siêu mịn là Silica fume (SF) của hãng Sika để thay thế một phần xi măng trong bê tông. Khi bê tông có pha phụ gia khoáng siêu mịn sẽ làm tăng độ đặc chắc, tăng khả năng lấp nhét các lỗ rỗng gen và lỗ rỗng mao quản trong cấu trúc của bê tông, giảm lỗ rỗng vùng chuyển tiếp giữa đá xi măng và cốt liệu, tăng cường độ và tính bền của bê tông. Phụ gia khoáng Silica fume có các tính chất cơ lý và thành phần hóa học được thể hiện Bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ lý và thành phần hóa học của Silica fume

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu kỹ thuật ASTM C 1240-00
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,46	-
2	Độ ẩm	%	2,25	-
3	Hàm lượng mất khi nung	%	2,85	≤ 6,0
4	Hàm lượng SiO ₂	%	91,2	SiO ₂ ≥ 85,0
5	Hàm lượng SO ₃	%	0,05	< 2,0
6	Hàm lượng CaO	%	0,76	< 1,0
7	Hàm lượng Cl	%	0,01	< 0,3

Nhận xét: Kết quả cho thấy Silica fume đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo ASTM C1240-00.

2.1.4. Tro trấu: bê tông và so sánh với bê tông sử dụng Silica fume và tro bay. Một số tính chất cơ lý và thành phần hóa học của tro trấu được thể hiện Bảng 4

Bảng 4. Tính chất cơ lý và thành phần hóa học của tro trấu

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,21
2	Độ ẩm	%	0,95
3	Độ hút vôi	mg/g	305
4	Chỉ số hoạt tính với xi măng	%	95,5
5	Hàm lượng SiO ₂	%	89,8
6	Hàm lượng Al ₂ O ₃	%	0,88
7	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	%	0,62
8	Hàm lượng CaO	%	1,35
9	Hàm lượng MgO	%	0,55
10	Hàm lượng mất khi nung	%	4,80

Nhận xét: Kết quả cho thấy tro trấu đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 8827:2011.

2.1.5. Cốt liệu mịn (Cát): phòng thí nghiệm. Cát thí nghiệm là cát loại to, cát dùng trong thí nghiệm là cát sông Đồng Nai lấy ở công trình xây dựng và được đưa về trình bày trong Bảng 5

Bảng 5. Tính chất cơ lý của cát

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,65
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,63
3	Độ hồng	%	38,5
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,88
5	Mô đun độ lớn	-	3,10
6	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
7	Thành phần hạt	-	Đạt

Nhận xét: Cát dùng chế tạo bê tông có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý phù hợp TCVN 7570:2006.

2.1.6. Cốt liệu thô: và đưa về phòng thí nghiệm phân loại thành phần hạt
+ Xi thép: Xi thép được lấy ở khu công nghiệp sao cho đạt cỡ hạt (5-20) mm theo tiêu chuẩn. Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu xi thép như trong Bảng 6

Bảng 6. Tính chất cơ lý của xi thép

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,58
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	2,06
3	Độ hút nước	%	1,82
4	Thành phần hạt	-	Đạt

Nhận xét: Xi thép có các tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006.

+ **Đá dăm:** Đá dăm khai thác từ mỏ đá Phước Tân - Đồng Nai, lấy ở công trình xây dựng và được đưa về phòng thí nghiệm, đá dăm cỡ hạt (5-20) mm có thành phần hạt đạt tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Tính chất cơ lý của đá dăm được trình bày tại Bảng 7.

Bảng 7. 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	2,71
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,66
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,05
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	2,5
5	Hàm lượng hạt mềm yếu	%	1,05
6	Độ hút nước	%	0,45
7	Thành phần hạt	-	Đạt

Nhận xét: Đá dăm có các tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006.

2.1.7. Nước:

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

2.1.8 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 chế tạo bê tông sử dụng cốt liệu xi thép đã 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 (phụ gia thuộc thế hệ 3) với lượng dùng 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.

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

Đề tài nghiên cứu với bê tông sử dụng cho kết cấu chịu lực của các công trình Thủy lợi được thi công bằng phương pháp thủ công, chọn SN = 10±2cm, mác bê tông thiết kế ở tuổi 28 ngày của mẫu đối chứng (cốt liệu thô là đá dăm và phụ gia khoáng là tro bay) đạt 30MPa.

Sau khi tính toán được khối lượng các loại vật liệu cho 1m³ bê tông của mẫu đối chứng (CP1), đề tài thay đá dăm bằng xi thép (CP2) và thay thế tro bay bằng tro trấu (CP3) và Silica fume (CP4). Hàm lượng phụ gia khoáng tro bay thay thế xi măng là 25%, phụ gia khoáng tro trấu và Silica fume thay thế xi măng là 10%. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo ADVA 181 là 0,8 lít/100 kg CKD. Thành phần vật liệu cho các cấp phối bê tông thiết kế như trong Bảng 8.

Bảng 8. Thành phần vật liệu cho 1 m³ bê tông thiết kế

Cấp phối	Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Tro trấu (kg)	Silica fume (kg)	Cát (kg)	Nước (lít)	Phụ gia ADVA 181 (lít)	Đá dăm (kg)	Xi thép (kg)
CP1	262,5	87,5	-	-	772	158	2,8	1142	-
CP2	262,5	87,5	-	-	825	158	2,8	-	1315
CP3	315,0	-	35	-	825	158	2,8	-	1315
CP4	315,0	-	-	35	825	158	2,8	-	1315

Kiểm tra độ sụt của các hỗn hợp bê tông theo TCVN 3106:2007, sau đó đúc các mẫu bê tông và bảo dưỡng trong điều kiện môi trường tiêu chuẩn để kiểm tra cường độ nén ở tuổi 28 ngày

theo TCVN 3118:2012, mức chống thấm ở tuổi 28 và 90 ngày theo TCVN 3116:2007. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông được thể hiện trên Bảng 9.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông

Cấp phối	Độ sụt (cm)		Cường độ nén R ₂₈ (MPa)	Mức chống thấm (at)	
	Không PGSD	Có PGSD		28 ngày	90 ngày
CP1	8,6	13,5	36,8	W8	W10
CP2	7,3	10,5	43,5	W8	W10
CP3	5,9	8,7	48,8	W10	W12
CP4	5,5	8,2	49,6	W10	W12

Từ các kết quả thí nghiệm về độ sụt, cường độ nén, mức chống thấm ở bảng 9 cho thấy:

+ Về độ sụt: Các hỗn hợp bê tông thiết kế khi chưa có PGSD thì chỉ có hỗn hợp bê tông sử dụng đá dăm thỏa mãn yêu cầu thiết kế. Khi hỗn hợp bê tông 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. Do đó, trong thiết kế thành phần bê tông sử dụng cốt liệu xi thép và phụ gia khoáng siêu mịn, nhất thiết phải sử dụng PGSD giảm nước bậc cao.

+ Về cường độ nén: So với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm thì bê tông sử dụng cốt liệu thô là xi thép cho cường độ nén rất cao ($R_n^{28} = 43,5\text{MPa}$; $R_n^{28} = 48,8\text{MPa}$; $R_n^{28} = 49,6\text{MPa}$, cao hơn mức bê tông đối chứng tương ứng 18,2%; 32,6% và 34,8% khi sử dụng phụ gia khoáng lần lượt là tro bay, tro trấu và Silica fume). Điều này có thể giải thích như sau: xi thép có tính chất cơ học tốt hơn đá tự nhiên, vì xi 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; xi thép nặng hơn, ma sát tốt hơn, độ bền cao hơn đá tự nhiên, do vậy bê tông sử dụng cốt liệu xi thép sẽ cho cường độ cao hơn.

+ Tất cả các mẫu bê tông đều đạt mức chống thấm yêu cầu của bê tông dùng cho các công trình Thủy lợi. Trong thiết kế, để tăng mức chống thấm cho bê tông thiết kế, 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 mức chống thấm cho bê tông. Đặc biệt khi sử dụng phụ gia khoáng siêu mịn như tro trấu và Silica fume thay thế tro bay thì mức chống thấm tăng

lên một cấp ở cả hai ngày tuổi là 28 và 90 ngày.

3. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén, mức chống thấm cho thấy bê tông khi sử dụng cốt liệu xi thép sẽ cho cường độ nén cao hơn so với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm tự nhiên.

Sử dụng xi thép làm cốt liệu trong sản xuất bê tông mang lại rất nhiều hiệu quả về mặt kinh tế và môi trường. Đặc biệt bê tông khi sử dụng cốt liệu xi thép có cường độ nén cao, bê tông có khả năng chống mài mòn, rất hiệu quả với các công trình Thủy lợi.

Pha phụ gia siêu dẻo thể hệ mới (phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao) để giảm tỷ lệ nước/chất kết dính (N/CKD) đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra của bê tông thiết kế. Việc sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao là vô cùng cần thiết, nó giúp bê tông đạt cường độ sớm, tính công tác cao, dễ thi công. Thêm vào đó, nó giúp giảm lượng nước trộn bê tông, tăng độ đặc chắc cho bê tông và tăng mức chống thấm, tăng độ bền cho bê tông.

Hàng năm lượng xi 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.

Từ kết quả thí nghiệm cường độ nén và mức chống thấm của CP3 (PGK là tro trấu) và CP4 (PGK là Silica fume) cho thấy có thể thay thế phụ gia khoáng siêu mịn Silica fume bằng tro trấu trong sản xuất bê tông dùng cho các công trình Thủy lợi là hoàn toàn có thể. Bên cạnh đó, sẽ chủ động được nguồn phụ gia khoáng siêu mịn này trong thực tế, khi đốt trấu để sản xuất tro trấu làm phụ gia khoáng cho bê tông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Báo cáo Môi trường Quốc gia (2011), *Chất thải rắn của Bộ Tài nguyên và Môi trường*.
- 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*.
- Lê Ngọc Lan (2017), *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.
- Nguyễn Quang Phú, (2015), “*Thiết kế cấp phối bê tông tính năng cao sử dụng Silica Fume và phụ gia siêu dẻo*”, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Vol. 3, No. 50, 44-48, 9/2015.
- Nguyễn Quang Phú, (2018), “*Sử dụng phụ gia siêu dẻo thế hệ mới và cốt liệu tái chế để thiết kế bê tông ứng dụng trong các công trình Thủy lợi*”, Tạp chí Khoa học Lạc Hồng, Vol. 2, 6/2018.
- Dam Van Tom và các cộng sự (2012), *Sustainable concrete pavements: A manual of practice, final report, National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University*.
- European Commission Report (1999), *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*.
- JBIC (2003), *Environment improvement and Pollution Prevention by Effective Recycling of Industrial and Domestic Waste in Vietnam, Draft Final Report*
- Patrick J. Dolan và các cộng sự (1999), *Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste, USACERL Technical Report 99/58, US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories*.
- 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.
- TCVN 2682:2009, *Xi măng Pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*.
- TCVN 3105:1993, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*.
- TCVN 3116:2007, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước*.
- TCVN 3118:2012, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*.
- TCVN 4506:2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*.
- TCVN 7570:2006, *Cốt liệu dùng cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*.
- TCVN 8827:2011, *Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - silicafume và tro trấu nghiền mịn*

Abstract:

USING OF STEEL SLAG AND NEW SUPER-PLASTICIZER TO DESIGN CONCRETE FOR HYDRAULIC WORKS

Using the super-plasticizer Grace ADVA181 and steel slag to design the concrete of 43,5MPa; 48,8MPa; 49,6MPa compressive strength at 28 days when using of mineral additives are fly ash, rice husk ash, silica fume and waterproof grades reach W10 to W12 (at), especially, the highly durable concrete is suitable for Hydraulic works. Using the source of industrial by-products (granulated blast furnace slag) as aggregates for concrete production are extremely necessary and useful, to solve the problem of scarcity about of the natural aggregates for concrete production, in order to bring about economic efficiency and contribute to environmental protection.

Keywords: Concrete; Steel slag; Super-plasticizer; Waterproof

Ngày nhận bài: 01/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 18/6/2018