



SỬ DỤNG PHỤ GIA SIÊU DÈO THỂ HỆ MỚI VÀ CỐT LIỆU TÁI CHẾ ĐỂ THIẾT KẾ BÊ TÔNG ỨNG DỤNG TRONG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

USING OF NEW SUPER-PLASTICIZER AND RECYCLED AGGREGATES TO DESIGN CONCRETE FOR HYDRAULIC WORKS

Nguyễn Quang Phú^{1*}

¹Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội, Việt Nam
phuvlxd99@gmail.com

TÓM TẮT. Sử dụng phụ gia siêu dẻo Grace ADVA 181 và cốt liệu tái chế (xi thép và bê tông tái chế) để chế tạo bê tông đạt mức M30 và mức chống thấm đạt W6 đến W8 và đặc biệt bê tông có tính bền cao phù hợp cho các công trình Thủy lợi. Sử dụng nguồn phế thải xây dựng và các 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, cốt liệu tái chế, phụ gia siêu dẻo, chống thấm nước

ABSTRACT. Using the super-plasticizer Grace ADVA181 and recycled aggregates (steel slag and recycled concrete aggregate) to design the concrete of M30 (MPa) and waterproof grades reach W6 to W8 (at) and especially, the highly durable concrete is suitable for Hydraulic works. Using the source of construction waste and industrial by-products (granulate 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, recycled aggregates, super-plasticizer, waterproof

1. GIỚI THIỆU

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 (các công trình xây dựng Giao thông, Thủy lợi và Xây dựng dân dụng) và quá trình đô thị hóa diễn ra rất mạnh như hiện nay.

Hiện nay, một số khu chung cư cũ trong thành phố đã xây dựng lâu năm bị xuống cấp nghiêm trọng, cần phải phá bỏ và xây dựng mới lại hoàn toàn, lúc đó một lượng rất lớn phế thải xây dựng được thải ra [2].

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 [3, 11].

Do lượng phế thải xây dựng và 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 và môi trường không khí.

Chính vì những lý do đó, việc nghiên cứu và đưa vào sử dụng nguồn phế thải xây dựng và các 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.

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. Xi măng PC40 Kim Đình đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2009 [12].

2.1.2 Tro bay

Phụ gia khoáng là tro bay Phá Lại được sử dụng thay thế một phần xi măng trong thành phần bê tông. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của tro bay đạt yêu cầu theo TCVN10302:2014 có kết quả như trong Bảng 2. Tro bay Phá Lại sử dụng trong nghiên cứu đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 10302:2014 [19].

2.1.3 Cốt liệu mịn (Cát)

Cát dùng trong thí nghiệm là cát sông Đồng Nai lấy ở công trình xây dựng và được đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu, Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam để thí nghiệm. Cát thí nghiệm là cát loại vừa, kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của cát được trình bày trong Bảng 3. Cát dùng chế tạo bê tông có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý phù hợp TCVN 7570:2006 [18].

Received: May, 19th 2018

Accepted: July, 30th 2018

*Corresponding Author

Email: phuvlxd99@gmail.com

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

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/m ³	3,12
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
5	Thời gian kết thúc đông kết	phút	316
6	Độ ổn định thể tích	mm	2,1
7	Giới hạn bền nén tuổi 3 ngày	N/mm ²	36,0
8	Giới hạn bền nén tuổi 28 ngày	N/mm ²	49,2

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

Bảng 3. Tính chất cơ lý của cát

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	1,63
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

2.1.4 Cốt liệu thô

Trong đề tài sử dụng các cốt liệu tái chế là xi thép và bê tông tái chế thay thế cho cốt liệu thô tự nhiên là đá dăm:

+ Cốt liệu xi thép:

Xi thép được lấy ở khu công nghiệp luyện gang thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương và đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu, Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam để thí nghiệm phân loại thành phần hạt sao cho đạt cỡ hạt (5-20) mm theo tiêu chuẩn. Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu xi thép như trong Bảng 4. Xi thép có các tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006 [18].

+ Cốt liệu bê tông tái chế:

Cốt liệu bê tông tái chế (BTTC) được lấy từ các mẫu bê tông đã thí nghiệm phá hoại, các mẫu bê tông phá hoại này có mác M30 được thí nghiệm kiểm tra cho bê tông công trình Thủy lợi đê kè lát mái sông Yên - Tĩnh Gia, Thanh Hóa, sau đó dùng búa đập và sàng để phân cấp phối

như mong muốn (Hình 1). Cốt liệu 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 5. BTTC có các tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006 [18].

+ Đá dăm:

Để đánh giá một số tính chất của bê tông sử dụng cốt liệu tái chế là xi thép và bê tông tái chế, trong đề tài thiết kế mẫu bê tông đối chứng sử dụng cốt liệu thô tự nhiên là đá dăm để so sánh. Đá dăm lấy ở công trình xây dựng và được đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu, Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam để 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 6. Đá dăm có các tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông theo TCVN 7570:2006 [18].

Bảng 4. 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

Bảng 5. Tính chất cơ lý của BTTC

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,66
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	%	3,55
7	Thành phần hạt	-	Đạt

Bảng 6. 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



Hình 1. Xử lý cốt liệu bê tông tái chế

2.1.5 Nước

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

2.1.6 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 tái chế đã sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao gốc Polycacboxylate (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 các 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 đạt 30MPa.

Sau khi tính toán được khối lượng các loại vật liệu cho 1m³ bê tông với cốt liệu thô tự nhiên là đá dăm (CP1), đề tài lần lượt thay đá dăm bằng xi thép (CP2) và bê tông tái chế (BTTC) (CP3). Hàm lượng phụ gia khoáng tro bay thay thế xi măng là 25%. 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 7.

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

Cấp phối	Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Cát (kg)	Nước (lít)	Phụ gia ADVA 181 (lít)	Đá dăm (kg)	Xi thép (kg)	BTTC (kg)
CP1	262,5	87,5	772	158	2,8	1142	-	-
CP2	262,5	87,5	825	158	2,8	-	1315	-
CP3	262,5	87,5	768	158	2,8	-	-	1137

Kiểm tra độ sụt của các hỗn hợp bê tông theo TCVN 3106:2007, sau đó đúc các mẫu bê tông kích thước

(15x15x15)cm để thí nghiệm cường độ nén, mẫu (10x10x40)cm để thí nghiệm cường độ kéo khi uốn ở 7 và

28 ngày tuổi và mẫu kích thước (15x15x15)cm để thí nghiệm mác chống thấm ở 28 ngày tuổi. Bảo dưỡng mẫu trong điều kiện môi trường tiêu chuẩn theo TCVN 3105:1993. Kiểm tra cường độ nén theo TCVN 3118:2012,

cường độ chịu kéo khi uốn theo TCVN 3119:2012 và mác chống thấm theo TCVN 3116:2007. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông được thể hiện trên Bảng 8.

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông

Cấp phối	Độ sụt (cm)		Cường độ nén (MPa)		Cường độ kéo khi uốn (MPa)		Mác chống thấm (at)
	Không PGSD	Có PGSD	7 ngày	28 ngày	7 ngày	28 ngày	
CP1	8,6	13,5	23,5	36,8	3,5	4,1	W8
CP2	7,3	10,5	28,8	43,5	4,8	5,6	W8
CP3	5,8	8,8	18,4	31,6	2,3	3,2	W6

Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén, mác chống thấm, cường độ kéo khi uốn ở bảng 8 cho thấy: 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; tuy nhiên, hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu BTTC (CP3) có độ sụt thấp nhất, tiếp đến là cấp phối sử dụng xi thép (CP2) và cuối cùng là cấp phối sử dụng đá dăm (CP1) có độ sụt rất cao, điều này phù hợp với độ hút nước khác nhau của các loại cốt liệu thô đã sử dụng trong thiết kế. Do đó, trong thiết kế thành phần bê tông sử dụng cốt liệu tái chế, 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 xi thép có cường độ nén cao hơn 22,6% ở tuổi 7 ngày và 18,2% ở tuổi 28 ngày. 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.

Còn bê tông sử dụng cốt liệu BTTC có cường độ nén thấp hơn ở các ngày tuổi tương ứng là 21,7% (tuổi 7 ngày) và 14,1% (tuổi 28 ngày) so với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm. Điều này có thể do độ rỗng của BTTC (52,6%) cao hơn đá dăm (38,7%), khả năng gắn kết giữa đá xi măng và BTTC kém hơn so với khi sử dụng đá dăm.

+ Tương tự cường độ nén, việc thay thế cốt liệu BTTC đã làm giảm cường độ kéo khi uốn của bê tông từ 22÷34,3% so với bê tông sử dụng đá dăm, nguyên nhân là do cường độ bản thân cốt liệu BTTC thấp và trong hạt cốt liệu có nhiều khuyết tật vết nứt và lỗ rỗng xốp. Còn bê tông sử dụng xi thép thì có cường độ uốn cao hơn bê tông đá dăm khoảng 37%, vì bản thân xi thép có độ bền và cường độ cao hơn đá dăm.

+ Tất cả các mẫu bê tông đều đạt mác chống thấm yêu cầu của bê tông dùng cho các công trình Thủy lợi. Tuy chỉ có các mẫu bê tông sử dụng cốt liệu BTTC có mác chống thấm thấp hơn 1 cấp so với mẫu bê tông sử dụng cốt liệu là đá dăm và xi thép. Điều này cũng phù hợp với cường độ của bê tông sử dụng cốt liệu BTTC. Trong thiết kế, để tăng mác 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 mác chống thấm cho bê tông.

3. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thí nghiệm về cường độ nén, mác chống thấm, cường độ kéo khi uốn cho thấy bê tông khi sử dụng cốt liệu xi thép sẽ cho cường độ nén, cường độ kéo khi uốn cao

hơn so với bê tông sử dụng cốt liệu đá dăm tự nhiên. Bê tông sử dụng cốt liệu bê tông tái chế tuy đạt cường độ thấp hơn một chút, nhưng vẫn đạt được các yêu cầu thiết kế cho các hạng mục công trình Thủy lợi.

Sử dụng cốt liệu tái chế 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 các loại cốt liệu xi thép có cường độ nén và cường độ kéo khi uốn tăng, bê tông có khả năng chống thấm, chống mài mòn, chống xâm thực tốt, rất hiệu quả với các công trình Thủy lợi.

Pha phụ gia siêu dẻo thế 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 mác chống thấm, tăng độ bền cho bê tông.

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chí Quốc. 13,6 triệu tấn tro xi của 9 nhà máy nhiệt điện than ĐBSCL sẽ đi đâu?. *Báo Tuổi Trẻ*, 2017.
- [2] *Báo cáo Môi trường Quốc gia*. Chất thải rắn của Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011.
- [3] Công ty TNHH Vật Liệu Xanh. *Dự án đầu tư nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng từ xi lò điện hồ quang tại Khu công nghiệp Phú Mỹ I, huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu*, 2012.
- [4] Đại học Thủy Lợi, Giáo trình Vật liệu xây dựng, Nhà Xuất Bản Xây dựng, 2006.
- [5] Dam Van Tom và các công sự. *Sustainable concrete pavements: A manual pf practice*. Final report. National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University, 2012.
- [6] European Commission Report. *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*, 1999.
- [7] JBIC. *Environment improvement and Pollution Prevention by Effective Recycling of Industrial and Domestic Waste in Vietnam*. Draft Final Report, 2003.
- [8] Lê Ngọc Lan. *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, 2017.
- [9] Lê Việt Hùng. *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, 2007.
- [10] Patrick J. Dolan và các công sự. *Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste*, USACERL Technical Report 99/58. US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratoris, 1999.
- [11] Trịnh Hồng Tùng. *Sử dụng phế thải 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, 2010.
- [12] TCVN 2682. Xi măng Pooc Lăng - Yêu Cầu Kỹ Thuật, 2009.
- [13] TCVN 3105. Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử, 1993.

- [14] TCVN 3116. Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước, **2007**.
- [15] TCVN 3118. Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén, **2012**.
- [16] TCVN 3119. Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn, **2012**.
- [17] TCVN 4506. Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, **2012**.
- [18] TCVN 7570. Cốt liệu dùng cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, **2006**.
- [19] TCVN 10302. Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng, **2014**.