

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHẤT KẾT DÍNH KIỂM HOẠT HÓA ĐỂ CHẾ TẠO BÊ TÔNG ỨNG DỤNG CHO CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Nguyễn Quang Phú¹

Tóm tắt: *Sử dụng dung dịch kiềm hoạt hóa (NaOH và Na₂SiO₃), hỗn hợp phụ gia khoáng (Xi lò cao hoạt tính và Tro bay) và phụ gia siêu dẻo giảm nước chế tạo bê tông Geopolymer có cường độ nén thiết kế từ M30 đến M60. Bê tông Geopolymer thiết kế có tính công tác tốt, cường độ nén đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật cho thi công các công trình Thủy lợi. Bê tông Geopolymer là một loại bê tông xanh thân thiện với môi trường.*

Từ khóa: Bê tông Geopolymer; Tro bay; Xi lò cao; Dung dịch kiềm hoạt hóa; Phụ gia siêu dẻo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, các công trình xây dựng nói chung và công trình Thủy lợi nói riêng đã được xây dựng và phát triển ngày càng nhiều nhằm đáp ứng yêu cầu công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Đa số các công xây dựng đều theo hướng sử dụng bê tông với chất kết dính xi măng Poocăng truyền thống. Đây là chất kết dính truyền thống có ưu điểm về tính dễ thi công và đảm bảo độ tin cậy. Tuy nhiên, việc sản xuất xi măng Poocăng được cho là gây ô nhiễm môi trường sống của chúng ta hết sức nghiêm trọng do mức độ phát thải khí CO₂ và bụi nhiều. Các nghiên cứu cho thấy, việc sản xuất một tấn xi măng phát ra khoảng hơn một tấn Carbon dioxide (CO₂) vào bầu khí quyển, điều này dẫn tới nhiều hệ lụy, đặc biệt là vấn đề ô nhiễm môi trường (L. K. Turner và F. G. Collins, 2013). Thêm vào đó các nguồn nguyên liệu như đá vôi, quặng sắt và đất sét để sản xuất xi măng truyền thống đang bị hao hụt dần và khai thác không kiểm soát, làm ảnh hưởng tới môi trường sống cũng như an ninh nguồn nước ngầm.

Để từng bước hạn chế việc sử dụng xi măng Poocăng làm chất kết dính bê tông trong xây dựng, thì một loại chất kết dính kiềm hoạt hoá mới đã và đang được nghiên cứu, dần dần từng bước ứng dụng vào thực tế xây dựng. Chất kết dính kiềm hoạt hoá đó sử dụng dung dịch hoạt

hóa gồm dung dịch NaOH (xút) và dung dịch Na₂SiO₃ (thuỷ tinh lỏng), kết hợp sử dụng phụ gia khoáng vật hoạt tính với một số hoá chất thông thường khác (Davidovits, J, 2011). Cơ chế của chất kết dính mới này chủ yếu là quá trình polymer hoá các thành phần dioxit silic có trong phụ gia khoáng để tạo ra lực kết dính, hình thành bộ khung vô cơ bền vững, có khả năng chịu lực tốt. Chất kết dính mới này gọi là chất kết dính Geopolymer. Bê tông được sản xuất từ loại chất kết dính này gọi là bê tông Geopolymer hay còn gọi là “*bê tông xanh*”, bê tông thân thiện với môi trường.

Tại Việt Nam, theo báo cáo của Bộ Công thương, hiện nay có khoảng 21 nhà máy nhiệt điện than đang hoạt động, mỗi năm thải ra gần 20 triệu tấn tro xỉ, cần một diện tích bãi thải khoảng hơn 800 ha. Dự kiến đến năm 2020, cả nước có thêm 12 dự án nhiệt điện than đi vào hoạt động, khi đó sẽ thải thêm ra khoảng 23÷25 triệu tấn tro xỉ mỗi năm, như vậy nguy cơ không có đủ diện tích trống để làm bãi thải lượng tro xỉ thải ra, gây ô nhiễm nguồn nước và môi trường. Trong khi đó đã có một số ngành tận dụng tro xỉ để sản xuất vật liệu xây dựng, san lấp nền, sản xuất vật liệu không nung, làm đường giao thông, xây dựng đập Thủy lợi thủy điện..., tuy nhiên lượng sử dụng tro xỉ còn hạn chế, chỉ khoảng 5÷10 triệu tấn/năm (Đào Văn Đông, 2017).

Trong quá trình đốt cháy than để sản xuất điện, khoảng trên dưới 20% chất vô cơ không cháy và

¹ Bộ môn Vật liệu xây dựng, Khoa Công trình

cả lượng than chưa cháy hết bị dính vón thành các hạt lớn và rơi xuống đáy lò gọi là xỉ than hay tro đáy. Còn lại 80% chất vô cơ không cháy còn lại sẽ bay theo khói lò thoát ra ngoài thành tro bay. Tro bay từ đốt than thường được thu hồi bằng hệ thống lọc bụi tĩnh điện. Với thành phần hạt có trọng lượng nhẹ, kích thước hạt rất nhỏ (tương đương 1/3 hạt xi măng), tro xỉ có thể bay tự do trong không khí, phát tán khắp nơi. Đây là nỗi lo sợ của cư dân gần nhà máy nhiệt điện và xung quanh nơi chôn lấp tro bay. Không chỉ phát tán trong không khí, chỉ cần có mạch nước ngầm nhỏ cũng có thể đem tro đi khắp mọi ngõ ngách trong lòng đất, với các thành phần của tro bao gồm những oxit kim loại nặng như SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , NaO , TiO_2 ,... làm ô nhiễm nguồn nước, gây ra nhiều căn bệnh nguy hiểm. Tuy nhiên, loại chất thải này lại có thể tái sử dụng làm nguyên liệu sản xuất xi măng, bê tông và nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng.

Bên cạnh đó, 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 gang thép rất lớn. Do lượng xỉ gang thép thải ra nhiều, nên công tác tổ chức xử lý tồn kém và cần diện tích lớn để chứa xỉ, gây nên hiện tượng ô nhiễm môi trường và nguồn nước ngầm. Do đó cần nghiên cứu và xử lý, tận dụng nguồn xỉ lò cao hoạt tính làm phụ gia khoáng để sản xuất bê tông mang lại hiệu quả kinh tế cao, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Xuất phát từ những ý tưởng trên, đề tài đã

nghiên cứu và ứng dụng các nguồn phụ phẩm công nghiệp (*Xỉ lò cao hoạt tính và Tro bay*) làm phụ gia khoáng kết hợp với dung dịch hoạt hóa (dung dịch NaOH và Na_2SiO_3) để sản xuất bê tông Geopolymer ứng dụng cho các công trình Thủy lợi. Bê tông Geopolymer thiết kế có cường độ và tính bền cao, mác chống thấm vượt trội so với bê tông truyền thống, đặc biệt là khả năng chống xâm thực rất tốt. Bê tông Geopolymer là loại “*bê tông xanh*” thân thiện với môi trường, khi được nghiên cứu và đưa vào ứng dụng trong xây dựng sẽ mang lại hiệu quả về kinh tế và góp phần bảo vệ môi trường.

Trong đề tài sẽ kết hợp sử dụng phụ gia khoáng (Tro bay và Xỉ lò cao hoạt tính) với dung dịch hoạt hóa (NaOH và Na_2SiO_3) và các vật liệu xây dựng (cát, đá dăm) để thiết kế thành phần bê tông Geopolymer có mác thiết kế từ M30 đến M60. Bê tông Geopolymer (BT GPM) có tính bền và mác chống thấm cao phù hợp thi công các công trình Thủy lợi.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phụ gia khoáng

2.1.1. Tro bay

Tro bay (FA): dùng loại tro bay nhiệt điện lấy trực tiếp chưa tuyển có độ ẩm 1,15%; khối lượng riêng $2,19 \text{ g/cm}^3$; khối lượng thể tích xấp $0,955 \text{ g/cm}^3$ và thành phần hóa học của loại tro bay này như ở bảng 1.

Tro bay được phân tích và thí nghiệm tại phòng thí nghiệm, kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu ở bảng 1 cho thấy loại tro bay nghiên cứu phù hợp với tro bay hoạt tính loại F dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng theo **TCVN 10302:2014** và **ASTM C618-03**.

Bảng 1. Thành phần hoá học của tro bay

Thành phần	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	Na_2O	K_2O	Cl^-	CaO_{td}	MKN
% theo khối lượng	52,3	30,65	7,61	0,29	0,18	0,15	0,007	0,0	2,84

2.1.2. Xỉ lò cao hoạt tính

Xỉ lò cao hoạt tính nghiên mìn được mua từ công ty Hòa Phát (khu công nghiệp luyện gang thép Hòa Phát - Kinh Môn - Hải Dương), Khối lượng riêng $2,67 \text{ g/cm}^3$, tỷ diện

tích bề mặt (độ mịn) $3600 \text{ cm}^2/\text{g}$. Xỉ lò cao hoạt tính có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn theo **TCVN 11586:2016** và **BS EN 15167-1:2006**, thành phần hóa học cơ bản thể hiện ở bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Thành phần hoá học của xỉ lò cao hoạt tính

Thành phần	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MKN
% theo khối lượng	36,38	15,76	0,55	1,25	0,91

2.2. Cốt liệu**2.2.1. Cốt liệu mịn**

Cốt liệu mịn (cát) cũng là một phần rất quan trọng của hỗn hợp bê tông, nó ảnh hưởng đến độ sụt của hỗn hợp bê tông trong quá trình trộn và đúc mẫu;

trong thí nghiệm sử dụng cát tự nhiên, cát được lấy từ công trình và đưa về tại phòng thí nghiệm. Cát dùng chế tạo bê tông 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	2,66
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,62
3	Độ rỗng	%	39,1
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,91
5	Mô đun độ lớn	-	2,56
6	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
7	Thành phần hạt	-	Đạt

2.2.2. Cốt liệu thô

Cốt liệu thô (đá dăm) lấy ở công trình xây dựng và được đưa về phòng 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	2,78
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,68
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,08
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	4,5
5	Độ hút nước	%	0,55
6	Thành phần hạt	-	Đạt

2.3. Dung dịch hoạt hóa

Dung dịch hoạt hóa là hỗn hợp của dung dịch Natri hydroxyt (NaOH) và thủy tinh lỏng (Na₂SiO₃).

Natri hydroxyt dạng vảy khô có độ tinh khiết trên 98%, khối lượng riêng là 2,13 g/cm³. Dung dịch Natri hydroxyt được pha chế bằng cách cho NaOH dạng vảy khô vào nước để đạt được nồng độ mol theo yêu cầu là 16M. Sau khi cho NaOH vào thùng chứa nước, sẽ dùng thìa thủy tinh khuấy cho tan hết để tạo thành dung dịch NaOH.

Dung dịch Natri silicat (Na₂SiO₃) được đặt

mua có tỷ lệ SiO₂/Na₂O = 2,5 (còn gọi là modun silic), %Na₂O = 11,8; %SiO₂ = 29,5 và nước 58,7% theo khối lượng. Dung dịch Na₂SiO₃ sử dụng có tỷ trọng 1,42±0,01 g/cm³

Dung dịch kiềm hoạt hóa phải được chuẩn bị bằng cách hòa tan dung dịch NaOH và dung dịch Na₂SiO₃ theo tỷ lệ đã định trước. Cả hai quá trình hòa tan và trộn này đều là các phản ứng tỏa nhiệt (*hiệt độ hỗn hợp vào khoảng 70°C*). Do vậy, nên pha chế dung dịch kiềm hoạt hóa ít nhất một ngày trước khi trộn vào bê tông để kích hoạt Tro bay và Xi lò cao.

2.4. Phụ gia siêu dẻo

Để hỗn hợp BT GPM có tính công tác và khả năng lên chặt tốt thì hỗn hợp bê tông thiết kế không được phép xảy ra hiện tượng phân tầng và tách nước. Khi chế tạo BT GPM đề tài nghiên cứu đã sử dụng phụ gia siêu dẻo giảm nước bậc cao **AM-S50 gốc Polycarboxylate**, giảm nước khoảng 40%, thông qua 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 BÊ TÔNG GEOPOLYMER VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Thiết kế thành phần bê tông Geopolymer

* Các yêu cầu cần thiết khi thiết kế thành phần BT GPM:

Thiết kế thành phần BT GPM là sự lựa chọn thành phần phối trộn hợp lý của các vật liệu (Phụ gia khoáng, dung dịch kiềm kích hoạt, cốt liệu) nhằm thu được bê tông có: hỗn hợp bê tông đạt được tính công tác tốt nhất và cường độ nén thiết kế yêu cầu phù hợp với các hạng mục công trình xây dựng. Về nguyên tắc, cũng giống như bê tông xi măng, khi thiết kế thành phần BT GPM cần đảm bảo yêu cầu như sau:

- Yêu cầu về tính năng bê tông: Cường độ nén, tuổi cần đạt được cường độ thiết kế hoặc các tính năng đặc biệt khác (chống thấm, chống xâm thực, mài mòn...).

- Yêu cầu về điều kiện thi công đặc trưng cho tính chất của hỗn hợp bê tông, như: Hình dạng và kích thước kết cấu, mật độ cốt thép; Thời gian cần để thi công, nhiệt độ môi trường, phương tiện vận chuyển hỗn hợp bê tông, phương tiện để đổ bê tông ...

- Yêu cầu về một số tính chất cơ lý của các loại vật liệu chế tạo bê tông.

Vì chưa có tiêu chuẩn thiết kế thành phần bê tông Geopolymer nên trong đề tài lựa chọn phương pháp thiết kế thành phần bê tông GPM theo Rangan (Rangan. B.V, 2008).

Từ kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của một số loại vật liệu xây dựng chế tạo BT GPM như trên, tiến hành thiết kế và lựa chọn thành phần các loại vật liệu như sau:

+ Phụ gia khoáng (PGK) gồm Tro bay và Xi lò cao hoạt tính với tỷ lệ FA: GBFS = 75:25

+ Cốt liệu (cát và đá dăm) chiếm 75% khối lượng bê tông.

+ Dung dịch hoạt hóa (DD) được sử dụng trong thí nghiệm để kích hoạt quá trình geopolymer hóa của bê tông. Dung dịch này là sự kết hợp giữa NaOH và Na_2SiO_3 . Tỷ lệ khối lượng dung dịch $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ là 2,5

+ Tỷ lệ DD/PGK = 0,35; 0,40; 0,45 và 0,50

Dựa vào các tỷ lệ lựa chọn như trên, tiến hành tính toán thành phần vật liệu cho các cấp phối bê tông khác nhau như ở trong bảng 5.

Bảng 5. Thành phần vật liệu của các cấp phối bê tông GPM thiết kế

Cấp phối	DD/PGK	PGK		DDHH		Cốt liệu		PGSD
		FA	GBFS	Na_2SiO_3	NaOH	Cát	Đá	
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
CP1	0,50	300,00	100,00	142,86	57,14	540	1260	4,8
CP2	0,45	310,34	103,45	133,00	53,20	540	1260	5,0
CP3	0,40	321,43	107,14	122,45	48,98	540	1260	5,1
CP4	0,35	333,33	111,11	111,11	44,44	540	1260	5,3

Tiến hành trộn các mẫu bê tông thiết kế theo cấp phối ở bảng 5, thí nghiệm kiểm tra tính công tác của các hỗn hợp bê tông (độ sụt, Sn). Khi các hỗn hợp bê tông đạt yêu cầu về tính công tác, tiếp tục đúc mẫu kiểm tra cường độ nén (Rn) cho các cấp phối bê tông.

3.2. Kết quả thí nghiệm độ sụt của hỗn hợp bê tông GPM

Trộn các hỗn hợp bê tông GPM với cấp phối đã thiết kế như trong bảng 5, sử dụng nón sụt tiêu chuẩn thí nghiệm xác định độ sụt của các hỗn hợp bê tông (HHBT) theo tiêu chuẩn **TCVN 3106:2007**. Kết quả thí nghiệm độ sụt (Sn, cm) của các hỗn hợp bê tông thể hiện như trong bảng 6.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm độ sụt các hỗn hợp bê tông GPM

Cấp phối	DD/CKD	Độ sụt, S_n (cm)	
		Không PGSD	Có PGSD
CP1	0,50	16,8	22,5
CP2	0,45	16,0	21,0
CP3	0,40	14,5	20,2
CP4	0,35	12,0	18,6

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm độ sụt của các HHTBT GPM ở bảng 6 nhận thấy: Các cấp phối bê tông thiết kế đều thỏa mãn yêu cầu về tính công tác cho bê tông thi công các công trình Thủy lợi theo **TCVN 8218:2009** (*Bê tông Thủy công - Yêu cầu kỹ thuật*) và **TCVN 9139:2012** (*Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - Yêu cầu kỹ thuật*).

Khi quan sát hỗn hợp BT GPM sau khi trộn cũng thấy được độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông tươi rất tốt, không có hiện tượng phân tầng, không xuất hiện tách nước tại mép rìa ngoài của hỗn hợp sau khi trộn và sau khi làm thí nghiệm kiểm tra độ sụt.

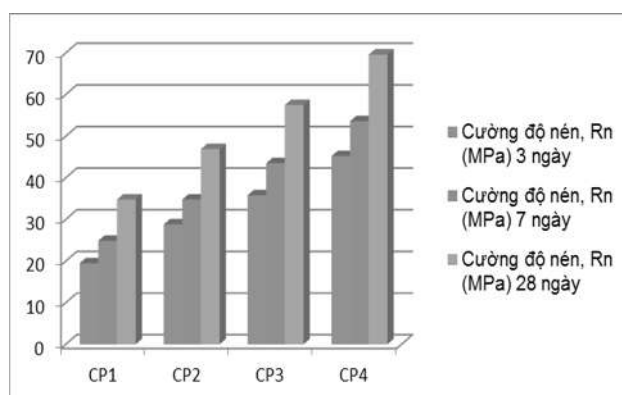
Ngoài ra, từ kết quả về độ sụt của HHTBT khi **không sử dụng PGSD** và **có PGSD** cho thấy tác dụng rất hiệu quả của PGSD trong thành phần của BT GPM, nó không những tăng độ sụt của HHTBT (tăng từ 5,0 đến 6,6 cm) mà còn duy trì được độ sụt của các HHTBT theo thời gian. Điều này được lý giải là do trong thành phần GPM có sử dụng phụ gia hóa dẻo thế hệ mới (phụ gia siêu dẻo giảm nước gốc Polycarboxylate) sẽ duy trì được độ lưu động của hỗn hợp bê tông trong quá trình vận chuyển và thi công.

3.3. Kết quả thí nghiệm cường độ nén của bê tông GPM

Để kiểm tra cường độ nén cho các cấp phối bê tông GPM, tiến hành đúc các tổ mẫu kích thước (15x15x15)cm, mẫu đúc thí nghiệm được chế tạo theo **TCVN 3105:1993**, các mẫu bê tông sau khi đúc 48 giờ, mẫu được tháo khuôn rồi cho vào tủ sấy dưỡng hộ ở nhiệt độ 60°C trong 24 giờ. Kết thúc quá trình bảo dưỡng trong tủ sấy, mẫu được lấy ra và bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn cho đến khi mẫu đủ ngày tuổi thí nghiệm; thí nghiệm kiểm tra cường độ nén của các cấp phối bê tông GPM ở 3, 7 và 28 ngày tuổi.

Để xác định cường độ nén của bê tông sau khi bảo dưỡng bằng phương pháp phá hủy mẫu theo tiêu chuẩn **TCVN 3118:2012**.

Kết quả thí nghiệm cường độ nén ở 3, 7 và 28 ngày tuổi của các cấp phối bê tông GPM thiết kế như trong hình 1.



Hình 1. Biểu đồ so sánh cường độ nén của các cấp phối BT GPM

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm cường độ nén của các cấp phối bê tông GPM thiết kế nhận thấy: tất cả các cấp phối bê tông GPM thiết kế có cường độ nén ở tuổi 28 ngày đều đạt mức trên 30, 40, 50 và 60 MPa tương ứng với các tỷ lệ Dung dịch hoạt hóa (DD)/Phụ gia khoáng (PGK): DD/PGK = 0,50; 0,45; 0,40 và 0,35; mức bê tông GPM thiết kế phù hợp với một số mức bê tông thi công cho các công trình Thủy lợi.

Nếu so sánh sự phát triển cường độ nén của BT GPM ở 3 ngày và 7 ngày tuổi so với cường độ nén bê tông ở 28 ngày tuổi thì nhận thấy: Sau 3 ngày tuổi dưỡng hộ, cường độ nén đã đạt được từ 56,03% đến 64,94% cường độ nén ở 28 ngày tuổi. Còn sau 7 ngày tuổi thì cường độ nén đạt tương ứng 71,55% đến 77,01% cường độ nén ở 28 ngày

tuổi. Điều này cho thấy, với BT GPM sự phát triển cường độ ở tuổi sớm rất nhanh, sau khi được kích hoạt bằng dung dịch hoạt hóa và sấy dưỡng hồ ở nhiệt độ 60°C trong 24 giờ thì các phản ứng tạo Geopolymer diễn ra nhanh, tạo môi trường thuận lợi cho dung dịch hoạt hóa ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$) phá hủy các khoáng Al và Si trong Tro bay và Xi lò cao hoạt tính tạo hệ gel liên kết nhanh, sẽ làm tăng sự phát triển cường độ của BT GPM ở 3÷7 ngày tuổi; đây cũng là thuận lợi cho các công trình xây dựng cần sớm đưa vào khai thác và sử dụng như các công trình Thủy lợi.

Khi tỷ lệ Dung dịch hoạt hóa/Phụ gia khoáng (DD/PGK) giảm đi thì cường độ nén của bê tông GPM thiết kế tăng lên, vì vậy cần phải dựa vào mác bê tông thiết kế yêu cầu của công trình xây dựng để điều chỉnh hàm lượng PGK cho phù hợp, sau đó tính liều lượng dung dịch hoạt hóa ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$) một cách hợp lý nhất, nhằm đảm bảo được yêu cầu thiết kế kỹ thuật.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thí nghiệm được của đề tài, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

Từ nguồn vật liệu sẵn có trong nước như: cốt liệu (cát và đá dăm), phụ gia khoáng (Tro bay và Xi lò cao hoạt tính) và dung dịch hoạt hóa (Na_2SiO_3 và NaOH) có thể chế tạo được bê tông Geopolymer với mác từ M30 đến M60. Bê tông Geopolymer thiết kế có độ bền và mác chống thấm cao, bê tông Geopolymer có tính bền sunfat, bền axit, ổn định nhiệt, ít co ngót, hạn chế rạn nứt, phù hợp ứng dụng thi công cho các công trình Thủy lợi.

Đề tài đã đưa ra một giải pháp kỹ thuật mới là: không sử dụng chất kết dính xi măng Poocăng, mà tận dụng nguồn phụ phẩm công nghiệp của các nhà máy nhiệt điện than (Tro bay) và các nhà máy sản xuất gang thép (Xi lò cao hoạt tính) kết hợp với dung dịch hoạt hóa làm

chất kết dính kiềm hoạt hóa để chế tạo thành công bê tông Geopolymer. Sản phẩm bê tông Geopolymer là một loại **“bê tông xanh”** thân thiện với môi trường sẽ góp phần đa dạng hóa sự lựa chọn về các loại bê tông trong xây dựng, giảm thiểu các chất thải công nghiệp, góp phần bảo vệ môi trường.

Khi thiết kế thành phần bê tông Geopolymer thì cường độ nén cũng như một số tính chất kỹ thuật của bê tông Geopolymer phụ thuộc nhiều vào thành phần SiO_2 và Al_2O_3 có trong phụ gia khoáng và sự kích hoạt của dung dịch hoạt hóa (dung dịch Na_2SiO_3 và NaOH). Vì vậy cần thiết phải đánh giá ảnh hưởng của các loại phụ gia khoáng, tỷ lệ dung dịch hoạt hóa và phụ gia khoáng, cũng như nồng độ của dung dịch hoạt hóa đến các tính chất của bê tông Geopolymer. Bên cạnh đó, để đẩy nhanh quá trình Geopolymer thì việc bảo dưỡng gia nhiệt cho các mẫu bê tông sau khi chế tạo là rất cần thiết.

Đến nay, vật liệu bê tông Geopolymer vẫn đang trong giai đoạn phát triển. Để được chấp nhận rộng rãi trên thế giới cũng như tại Việt Nam như là một sản phẩm thay thế cho bê tông xi măng Poocăng thì cần thiết phải:

- + Thiết kế hỗn hợp bê tông Geopolymer theo một phương pháp hay công thức cố định, đề xuất các giải pháp sử dụng nhiều nguồn nguyên liệu khoáng khác nhau, cần ưu tiên sử dụng hàm lượng phụ gia khoáng lớn nhằm đa dạng các loại bê tông Geopolymer thiết kế có chất lượng cao.

- + Xây dựng được quy trình thiết kế, thi công và bảo dưỡng bê tông Geopolymer đạt được các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Cần sớm ban hành thành các tiêu chuẩn cụ thể để áp dụng cho tất cả các lĩnh vực xây dựng.

- + Tiếp tục nghiên cứu và đánh giá đầy đủ các tính chất vật lý, tính chất cơ học của bê tông Geopolymer.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đào Văn Đông (2017), “Nghiên cứu các tính chất cơ học của bê tông Geopolymer tro bay”, Tạp chí Giao thông Vận tải, Số 1/2017.
- Bakri, A.M.M.A., H.Kamarudin, and M.Binhussain, *Microstructure study in optimization of high strength fly ash based geopolymer*. Advanced Material Research. 2012: p. 2173-2180.

- Barbosa V.F.F. and MacKenzie K.J.D., (2003) *Synthesis and Thermal Behavior of Potassium Sialate Geopolymer*, Materials Letters, 57, 1477-1482.
- Davidovits. J (2011), *Geopolymer Chemistry and Application*, 3rd edition, Geopolymer Institute.
- Davidovits. J., Properties of Geopolymer Cement. *Proceedings first International conference on Alkaline cements and concretes*. 1994.
- Glukhovskiy Vd. Rostovskaja Gs& Rumyna Gv. (1980) *High strength slag alkaline cements. Proceeding of the seventh international congress on the chemistry of cement*, pp 164-168.
- Khoa Tan Nguyen, Namshik Ahn, Tuan Anh Le và Kihak Lee (2016), *Theoretical and experimental study on mechanical properties and flexural strength of fly ash-geopolymer concrete*, *Construction and Building Materials*. 106, pp. 65-77.
- Olivia. M., *Durability Related Properties of Low Calcium Fly ash based Geopolymer Concrete*, in *Civil Engineering 2011*, Curtin University of Technology.
- Rangan. B. V, (2008), *Chapter 26: Low-calcium, fly-ash-based geopolymer concrete*, *Concrete Construction Engineering Handbook - 2 edition*, ed, Taylor & Francis, New York, USA.
- SARKER. P., *A constitutive model for fly ash based Geopolymer concrete*. Architecture Civil Engineering Environment. 2008.
- Turner. L. K và Collins. F. G (2013), *Carbon dioxide equivalent (CO₂-e) emissions: A comparison between geopolymer and OPC cement concrete*, *Construction and Building Materials*. 43, pp. 125-130
- XU. H, VAN DEVENTER. J.S.J (2000), *The geopolymerisation of aluminosilicate minerals*, *International Journal of Mineral Processing*, vol.59, pp. 247-266.

Abstract:

STUDY ON USING OF BINDER ALKALINE-ACTIVATED TO MANUFACTURE THE POLYMER CONCRETE APPLICATIONS FOR IRRIGATION WORKS

Using Alkaline-activated solution (NaOH và Na₂SiO₃), a mixture of mineral additives (Blast Furnace Granulated Slag and Fly ash) and Superplasticizer to manufacture the Geopolymer concrete with compressive strength from M30 to M60 (MPa). The designed Geopolymer concrete with good workability and compressive strength to meet the technical requirements for the construction of irrigation works. Geopolymer concrete is an environmentally friendly green concrete.

Keywords: Geopolymer concrete; Fly ash; Blast Furnace Granulated Slag; Alkaline-activated solution; Superplasticizer.

Ngày nhận bài: 20/5/2020

Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2020