NGHIÊN CỨU VAI TRÒ CỦA CATION KIỀM ĐẾN CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG GEOPOLYMER

STUDY OF THE ROLE OF CATIONGEOPOLYMER CONCRETE MEASUREMENT

PHAN PHÚ LỘC[1], PHAN ĐỨC HÙNG[2]
[a]Học viên cao học, Khoa Xây dựng, Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM
[b]Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM

Tóm tắt: Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm so sánh và đánh giá kết quả so sánh với thí nghiệm được công bố. Nội dung của bài báo là nghiên cứu vai trò của cation kiềm khi thay đổi tỷ lệ thủy tinh lỏng với cation kiềm, thay đổi nồng độ mol của dung dịch Cation kiềm và thay đổi thời gian dưỡng hộ bê tông Geopolymer từ tỷ lệ và nồng độ trước đó ảnh hưởng như thế nào đến cường độ chịu nén.

Từ khóa: Geopolymer, Bê tông Geopolymer, Cation kiềm, NaOH, KOH.

Abstract: This paper uses theoretical research methodology combined with comparative experiments and results evaluation compared with published experiments. The content of the paper is to study the role of alkaline cations when changing the ratio of liquid glass to alkaline cation, changing the molar concentration of alkaline solution and changing the time of concrete cure Geopolymer from proportions and concentrations How does the previous degree affect the Compressive strength?

Key words: Geopolymer, Geopolymer Concrete, Alkaline Cation, NaOH, KOH.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Khái niệm Geopolymer lần đầu tiên được sử dụng bởi giáo sư Joseph Davidovits từ những năm 1970. Nguyên lý chế tạo vật liệu Geopolymer dựa trên khả năng phản ứng của các vật liệu aluminosilicate trong môi trường kiềm để tạo ra sản phẩm có các tính chất và cường độ tốt hơn. Nguyên liệu để chế tạo vật liệu Geopolymer bao gồm hai thành phần chính là các nguyên liệu ban đầu và chất hoạt hóa kiềm.

Dung dịch phổ biến là NaOH và KOH kết hợp với thủy tinh lỏng nhằm tạo môi trường kiềm và tham gia vào các phản ứng Geopolymer hóa.

Trong bài báo này nghiên cứu vai trò của cation kiềm khi thay đổi tỷ lệ thủy tinh lỏng với cation kiềm, thay đổi nồng độ mol của dung dịch Cation kiềm và thay đổi thời gian dưỡng hộ bê tông ảnh hưởng như thế nào đến cường độ chịu nén của bê tông Geopolymer.

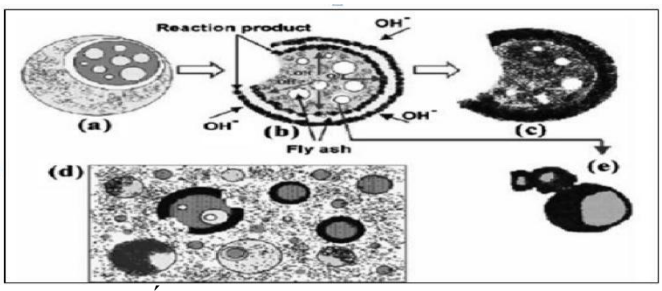
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Cơ chế phản ứng trong quá trình Geopolymer hóa

Quá trình tổng hợp để tạo thành vật liệu Geopolymer được gọi là quá trình Geopolymer hóa các nguyên vật liệu Aluminosilicate ban đầu nhờ vào các dung dịch hoạt hóa kiềm. Quá trình hoạt hóa kiềm cho các vật liệu Aluminosilicate là một quá trình phức tạp và đến nay vẫn chưa được mô tả một cách rõ ràng

Về bản chất, quá trình Geopolymer hóa là quá trình kiềm hóa các loại vật liệu giàu SiO_2 và Al_2O_3. Từ đó, sản phẩm cuối cùng được tạo ra là một loại chất kết dính

Hình 2.2 Mô hình quá trình họat hóa của dung dịch kiềm Alkali đối vơi tro bay [15]



có cấu trúc mạng vô định hình Poly-Sialate với công thức hóa học như sau:

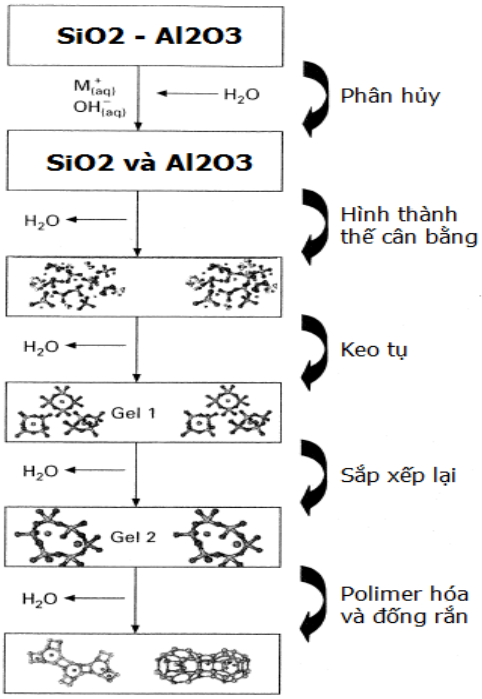
$$M_n[-(SiO_2)_z - AlO_2]_n.wH_2O$$

Trong đó :

M : là các ion dương kiềm như Ka+, Na+

n : là mức độ trùng ngưng của phản ứng Z: hệ số có giá trị 1,2,3

Theo một số nghiên cứu trước thì quá trình tổng hợp Geopolymer có thể được mô tả thông qua những bước như sau :



Hình 2.1 Quá trình Geopolymer hóa

3.1.1. Dung dịch thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3)

Dung dịch thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) là dung dịch có màu trắng đục, có đặc tính sệt, sánh, dễ hòa tan trong nước, có khả năng tác dụng với nhiều chất ở dạng rắn, lỏng, khí. Thủy tinh lỏng dễ bị các acid phân hủy ngay cả Carbonic acid và tách ra kết tủa keo đông tụ silic acid.

Dung dịch Sodium Silicat dùng trong thí nghiệm có tỷ trọng 1.42 □ 0.01 g/ml và có hàm lượng Na_2O và SiO_2 dao động từ 36 – 38 %.

3.1.2. Dung dịch NaOH

Đối với việc sử dụng dung dịch NaOH, yêu cầu độ sạch của dung dịch NaOH phải đạt mức 99%. Yêu cầu cần phải xác định trước nồng độ dung dịch cần thiết để từ đó pha trộn dung dịch với nồng độ Mol đúng nhất từ công thức xác định nồng độ Mol, từ đó suy ra được

3. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

3.1. Nguyên vật liệu

Tro bay : Tro bay loại F được sử dụng để chế tạo bê tông Geopolymer Thành phần hóa học được trình bày bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học của tro bay

Oxit	Hàm lượng (%)
SiO_2	51,7
Al_2O_3	31,9
Fe_2O_3	3,48
CaO	1,21
K_2O và Na_2O	1,02
MgO	0,81
SO_3	0,25
MKN	9,63

khối lượng NaOH khan cần pha trộn vào dung dịch như sau:

$$m_{NaOH} = \frac{C_M \times M \times V_{dd} \times 100}{1000 \times P}$$

Trong đó:

m_{NaOH} là khối lượng NaOH khan cần cho vào

M là khối lượng Mol của NaOH (M=40)

V_{dd} là thể tích dung dịch cần pha trộn

P là độ tinh khiết của dung dịch chế từ NaOH.

3.1.3. Dung dịch KOH

Đối với việc sử dụng dung dịch KOH, yêu cầu độ sạch của dung dịch KOH phải đạt mức 90%. Yêu cầu cần phải xác định trước nồng

độ dung dịch cần thiết để từ đó pha trộn dung dịch với

nồng độ Mol đúng nhất từ công thức xác định nồng độ Mol, từ đó suy ra được khối lượng KOH khan cần pha trộn vào dung dịch.

3.1.4. Cát :

Cát dùng cho nghiên cứu phải thoả mãn các yêu cầu của TCVN 7570 : 2006 "Cát xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật".

Cát được sử dụng là cát sạch ở sông Đồng Nai, cỡ hạt thô. Các tính chất cơ lý như khối lượng riêng, khối lượng thể tích, thành phần hạt … cũng được thí nghiệm theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

3.1.5. Đá dăm:

Đá dăm được sử dụng cho bê tông có Dmax = 20mm theo TCXD7570:2006 "cốt liệu cho bê tông và vữa. Đá được rửa sạch, phơi khô trước khi sử dụng .

3.2. Cấp phối

Bảng 2: Cấp phối bê tông Geopolymer ($1m^3$)

Mẫu	Đá	Cát	Tro	TTL	Cation kiềm	TTL/ cation kiềm	Mol
M11	1079	593	420	87	173	0.5	14M
M12	1079	593	420	130	130	1	14M
M13	1079	593	420	173	87	2	14M
M14	1079	593	420	185	75	2.5	14M
M21	1079	593	420	87	173	0.5	16M
M22	1079	593	420	130	130	1	16M
M23	1079	593	420	173	87	2	16M
M24	1079	593	420	185	75	2.5	16M

3.3 Quy trình thí nghiệm:

Bước 1: Chuẩn bị nguyên vật liệu, khuôn mẫu: Các vật liệu được tính cho từng tổ mẫu (03 mẫu/1 tổ) được tính toán và cân đong từng chủng loại.

Bước 2: Nhào trộn và đúc mẫu

Trộn khô đá, cát và tro bay. Sau khi đều thì tiến hành đổ dung dịch vào và tiếp tục trộn đều cho đến khi bê tông đạt yêu cầu.

Đổ bê tông vào khuôn thành 2 lớp và tiến hành đầm bằng que đầm (25-30 lần/ lớp).

Làm phẳng bề mặt mẫu sau khi đúc và lưu mẫu tại phòng thí nghiệm trong thời gian 5 ngày. Sau đó tháo khuôn và tiến hành dưỡng hộ nhiệt.

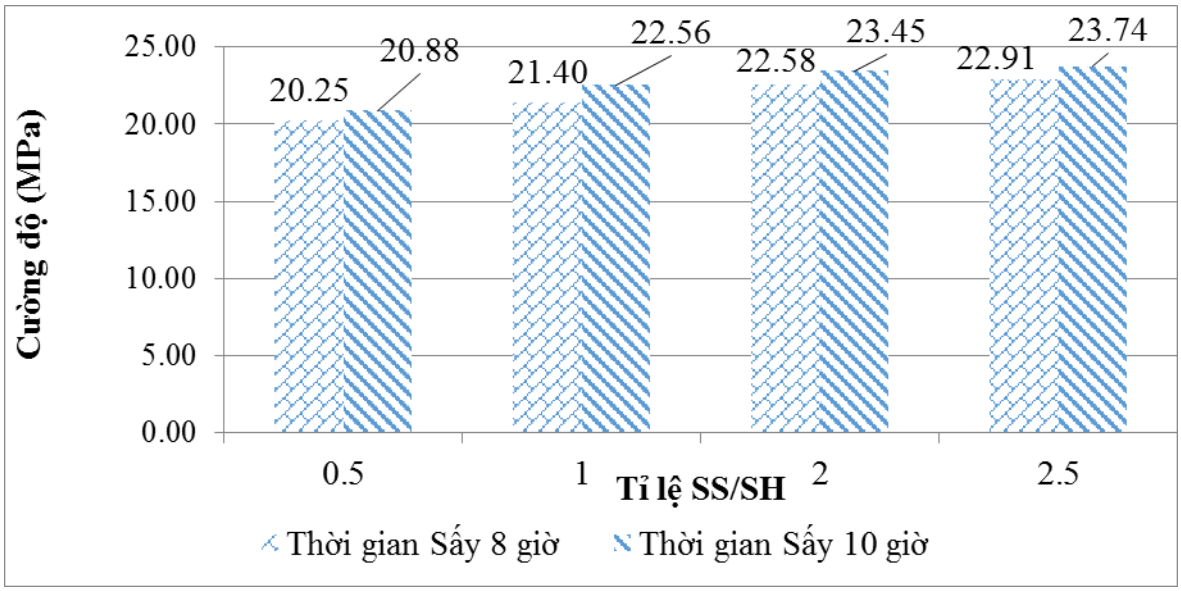
Bước 3: Dưỡng hộ nhiệt

Mẫu được dưỡng hộ nhiệt ở nhiệt độ 100^0C với hai khoảng thời gian 8 giờ và thời gian 10 giờ. Sau đó mẫu được lưu tại điều kiện thường trong khoảng từ 5-7 ngày trước khi tiến hành nén mẫu.

Bước 4: Nén mẫu thí nghiệm kiểm tra cường độ.

4. KẾT QUẢ

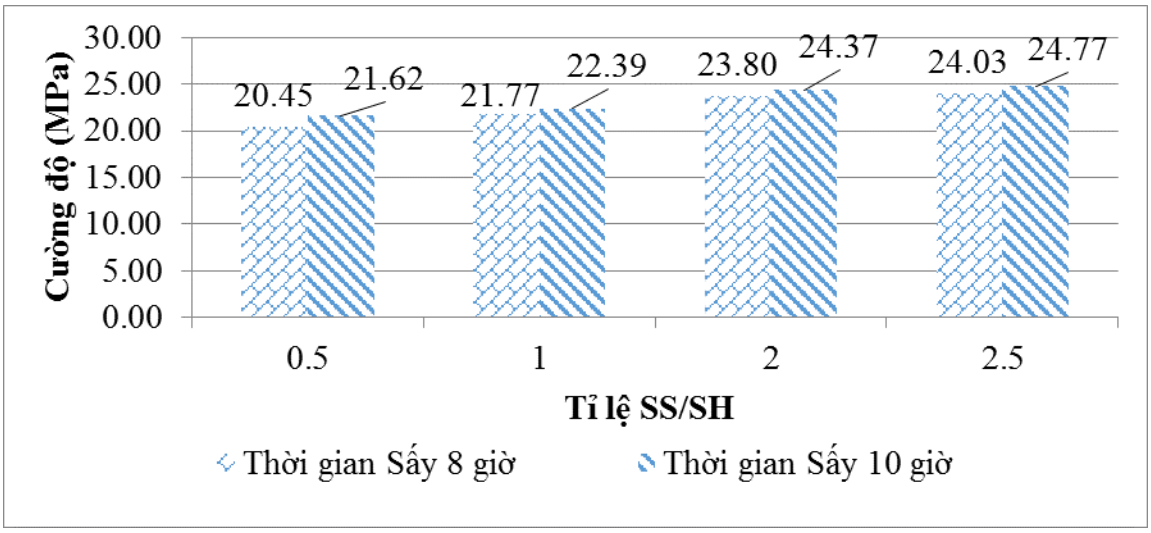
4.1. Kết quả so sánh theo thời gian dưỡng hộ nhiệt



Biểu đồ 4.1 So sánh cường độ khi thay đổi thời gian dưỡng hộ nhiệt của cation kiềm NaOH cùng nồng độ là 14M

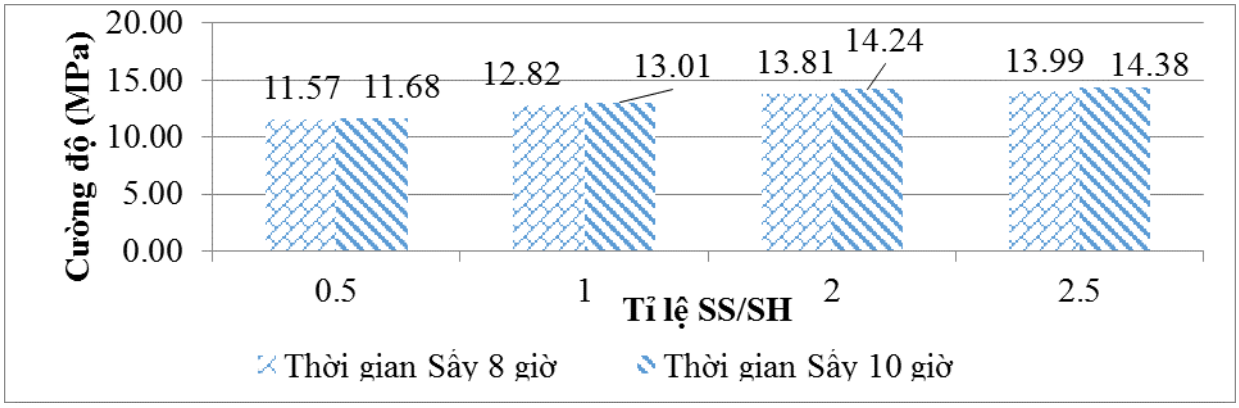
Nhận xét: Thời gian sấy 8 giờ thì cường độ phát triển tăng dần từ 5.6% và cao nhất là13.1% ở tỷ lệ SS/SH = 2.5

Thời gian sấy 10 giờ cường độ phát triển nhanh ở tỷ lệ từ 0.5 lên đến tỷ lệ 1.0 từ tỷ lệ SS/SH =2.0 đến tỷ lệ SS/SH =2.5 phát triển chậm lại nhưng cường độ cao nhất vẫn ở tỷ lệ 2.5 cường độ tăng từ 8.1% đến 13.7%.

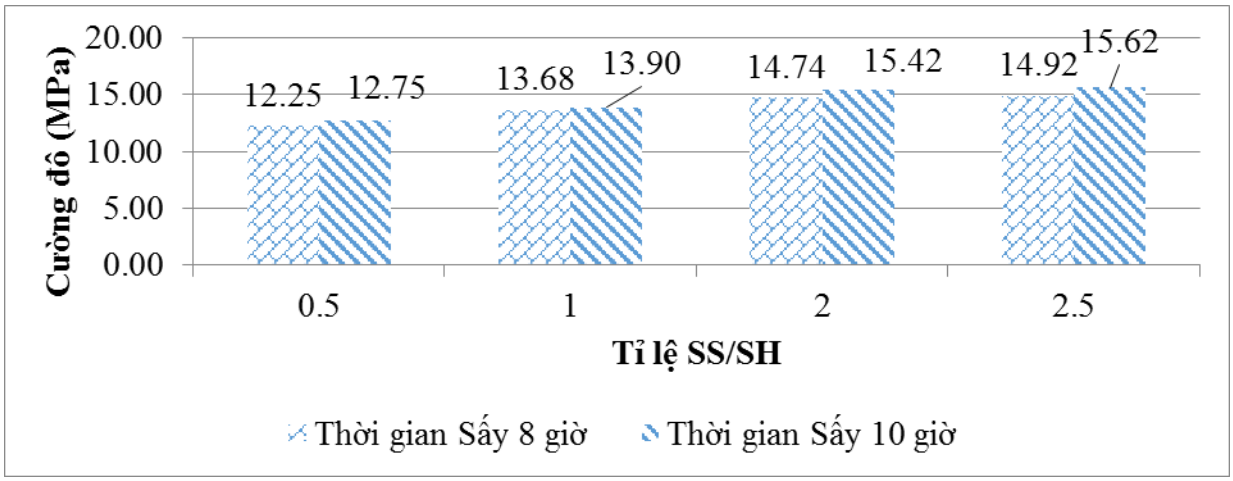


Biểu đồ 4.2 So sánh cường độ khi thay đổi thời gian dưỡng hộ nhiệt của cation kiềm NaOH cùng nồng độ là 16M

Nhận xét: khi nồng độ 16M đối với thời gian sấy 8 giờ cường độ tăng từ 6.45% đến 15.04% khi thời gian sấy 8 giờ và cường độ tăng từ 3.4% đến 14.6% khi sấy 10 giờ.



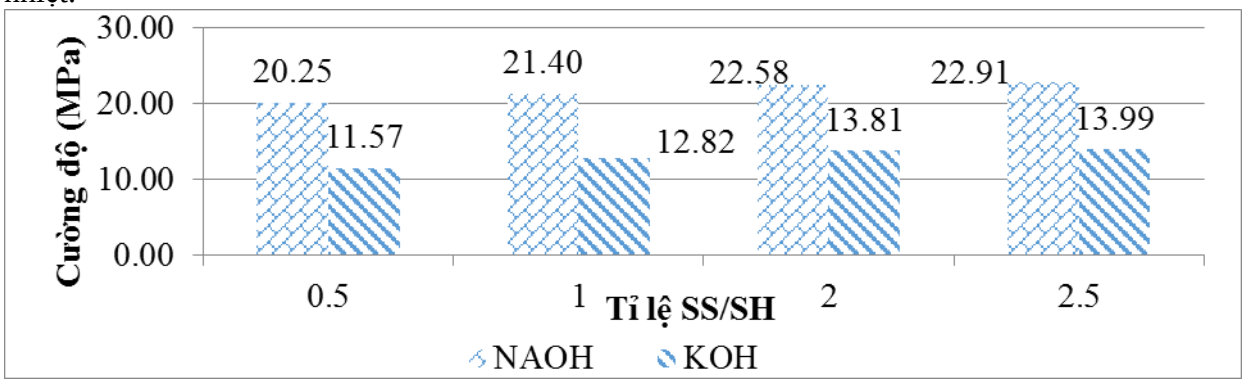
Biểu đồ 4.3 So sánh cường độ khi thay đổi thời gian dưỡng hộ nhiệt của cation kiềm KOH cùng nồng độ là 14M



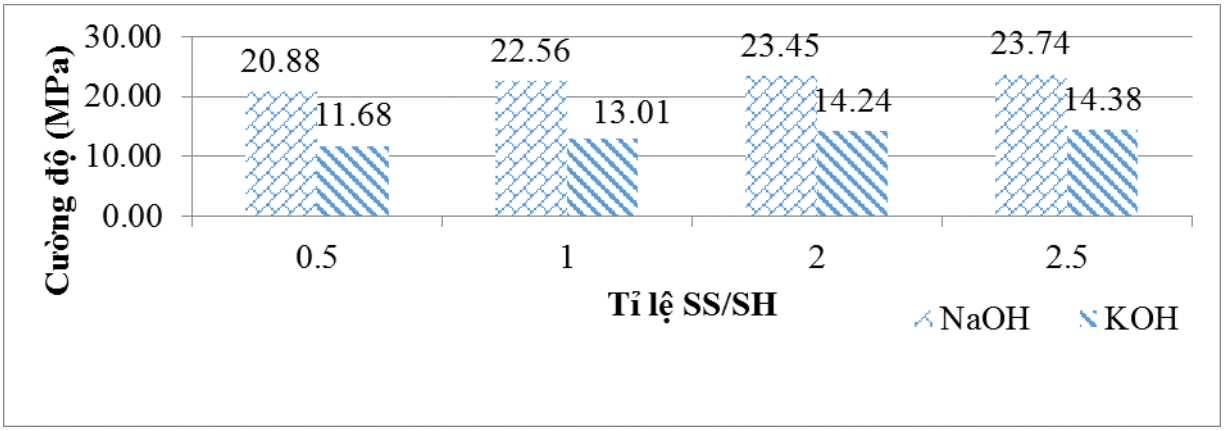
Biểu đồ 4.4 So sánh cường độ khi thay đổi thời gian dưỡng hộ nhiệt của cation kiềm KOH cùng nồng độ là 16M

Nhận xét: Thời gian dưỡng hộ nhiệt 10 giờ có cường độ cao hơn thời gian dưỡng hộ nhiệt là 8 giờ khi cùng tỷ lệ SS/SH, cùng nồng độ mol qua đó cho thấy rằng thời gian dưỡng hộ lâu hơn thì quá trình geopolymer ngày càng hoàn thiện giúp tổng hợp các chuỗi monomer hòa thiện hơn dẫn đến cường độ bê tông geopolymer tăng.

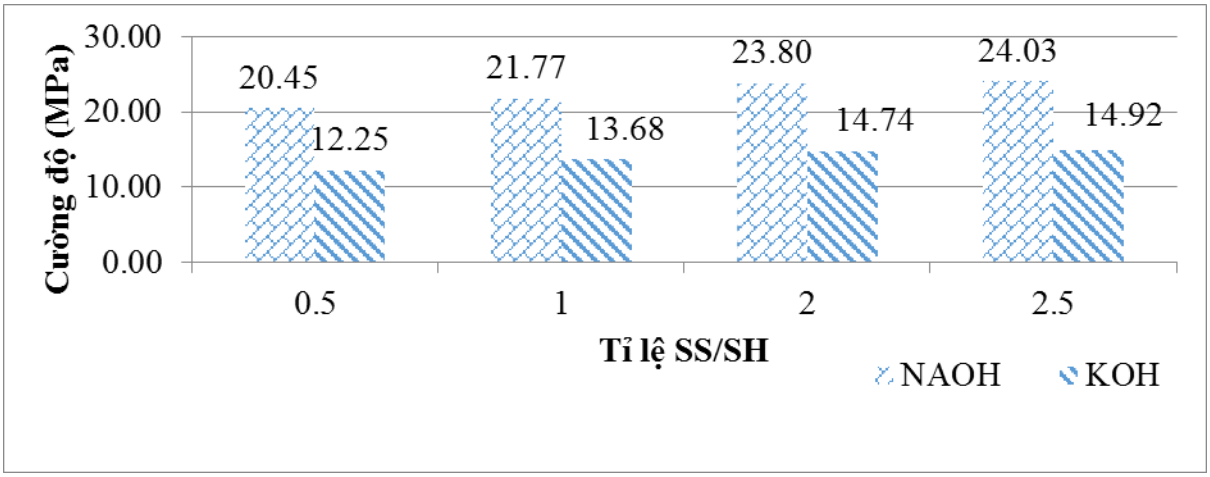
4.2 So sánh cường độ chịu nén của NaOH và KOH cùng nồng độ và cùng thời gian dưỡng hộ nhiệt.



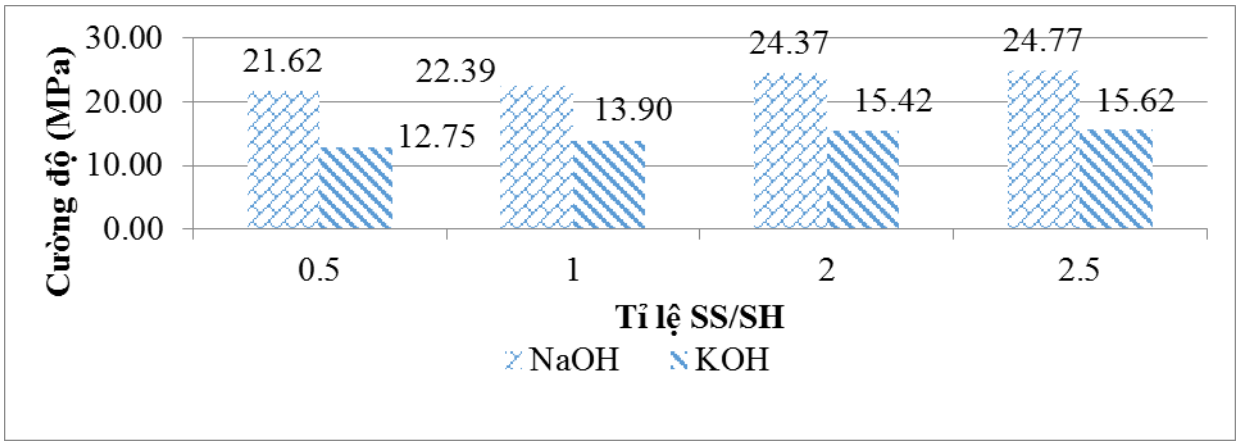
Biểu đồ 4.5 So sánh cường độ của dung dịch NaOH và dung dịch KOH, cùng nồng độ là 14 M và cùng thời gian bảo dưỡng là 8 giờ



Biểu đồ 4.6 So sánh cường độ của dung dịch NaOH và dung dịch KOH, cùng nồng độ là 14 M và cùng thời gian bảo dưỡng là 10 giờ



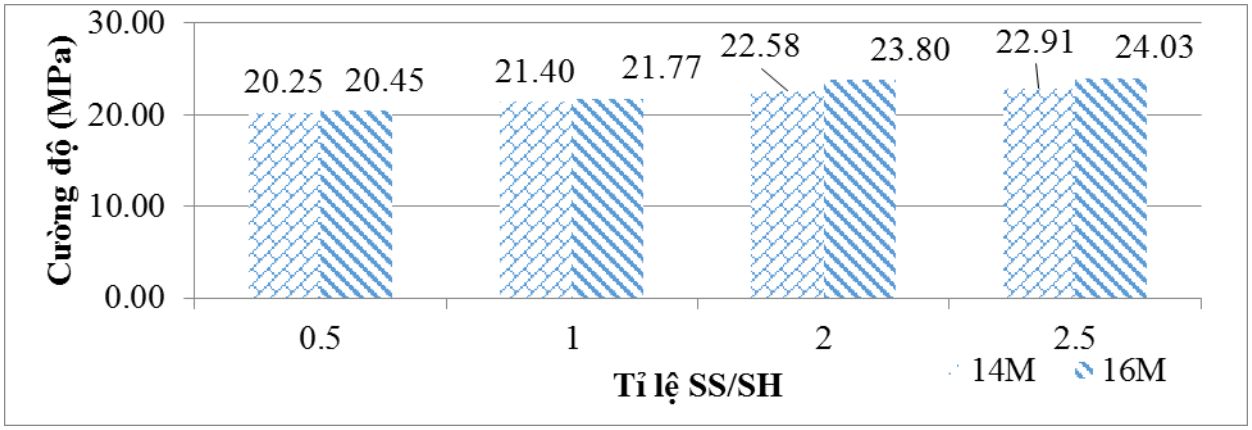
Biểu đồ 4.7 So sánh cường độ của dung dịch NaOH và dung dịch KOH cùng nồng độ là 16 M và cùng thời gian bảo dưỡng là 8 giờ



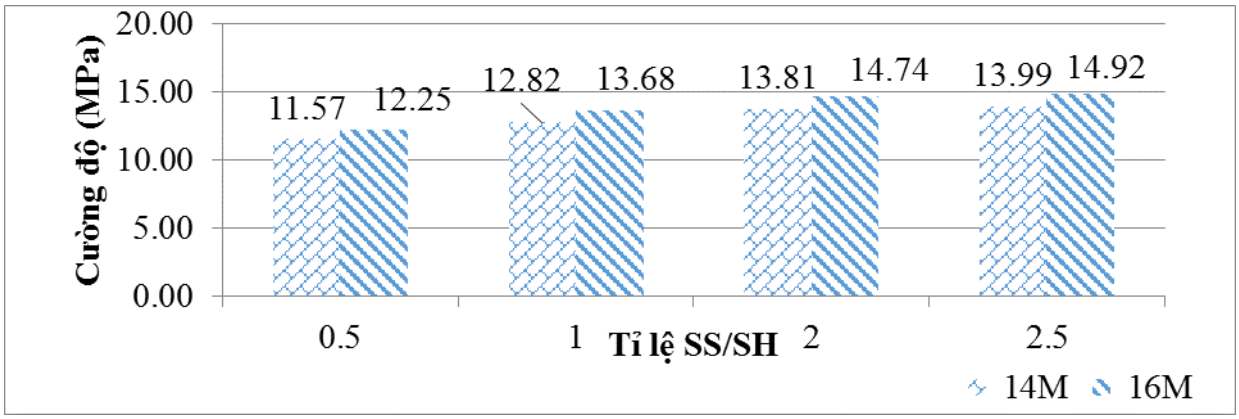
Biểu đồ 4.8 So sánh cường độ của dung dịch NaOH và dung dịch KOH, cùng nồng độ là 16 M và cùng thời gian bảo dưỡng là 10 giờ

Nhận xét: Cường độ chịu nén của mẫu bê tông khi sử dụng cation kiềm NaOH luôn cao hơn khi sử dụng cation Kiềm KOH khi cùng tỷ lệ TTL/dung dịch, cùng nồng độ mol và cùng thời gian bão dưỡng từ 60% đến 64%.

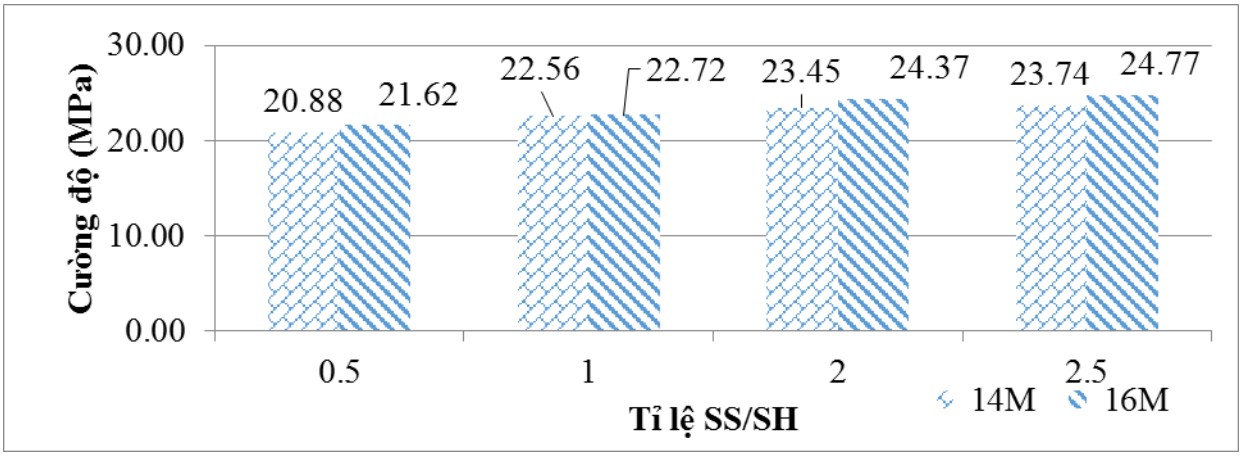
4.3. So sánh cường độ khi thay đổi nồng độ mol.



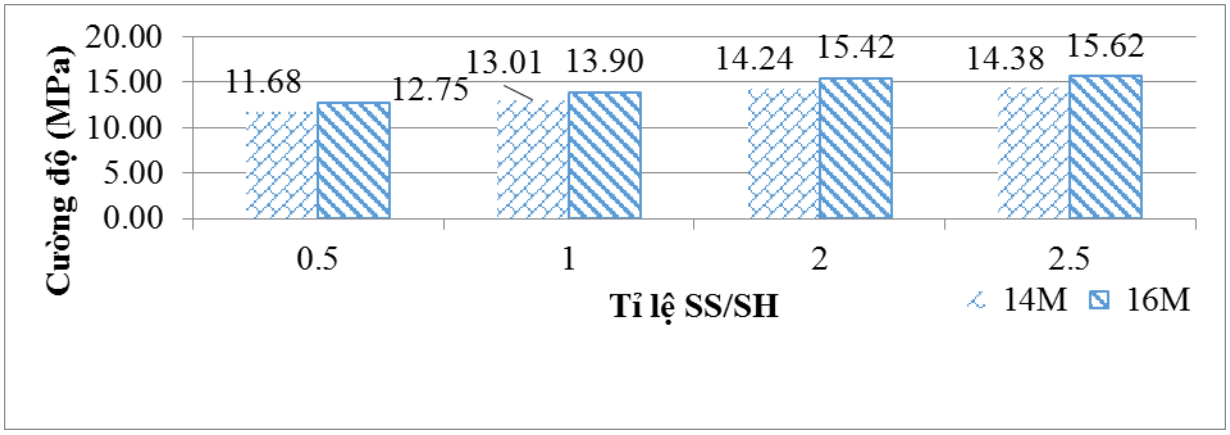
Biểu đồ 4.9 So sánh cường độ khi thay đổi nồng độ của dung dịch dung dịch kiềm NaOH cùng tỷ lệ và cùng thời gian bảo dưỡng là 8 giờ



Biểu đồ 4.10 So sánh cường độ khi thay đổi nồng độ của dung dịch dung dịch kiềm KOH cùng tỷ lệ và cùng thời gian bảo dưỡng là 8 giờ



Biểu đồ 4.11 So sánh cường độ khi thay đổi nồng độ của dung dịch dung dịch kiềm NaOH cùng tỷ lệ và cùng thời gian bảo dưỡng là 10 giờ



Biểu đồ 4.12 So sánh cường độ khi thay đổi nồng độ của dung dịch dung dịch kiềm KOH cùng tỷ lệ và cùng thời gian bảo dưỡng là 10 giờ

Nhận xét: Khi thay đổi nồng độ mol thì cường độ bê tông geopolymer thay đổi đáng kể Với thời gian dưỡng hộ 10 giờ nồng độ mol tăng từ 14M lên 16M thì cường độ chịu nén của bê tông geopolymer tăng khoảng 38%.

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả thí nghiệm ta thấy các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ mẫu bê tông Geopolymer bao gồm:

Khi thay đổi Tỷ lệ TTL/ cation kiềm cường độ bê tông Geopolymer sẽ thay đổi và Tỷ lệ là 2.5 cho cường độ cao hơn khi cùng nồng độ mol, cùng thời gian dưỡng hộ nhiệt.

Nồng độ mol (M): Khi thay đổi nồng độ mol thì cường độ bê tông Geopolymer thay đổi đáng kể với thời gian dưỡng hộ là 8 giờ nồng độ mol thay đổi từ 14M đến 16M thì cường độ bê tông tăng khoảng 15.6% tuy nhiên khi tăng khi tăng thời gian dưỡng hộ lên 10 giờ thì cường độ bê tông tăng lên khoảng 38%.

Thời gian dưỡng hộ: Thời gian dưỡng hộ Lâu hơn thì quá trình geopolymer hóa càng hoàn thiện giúp tổng hợp các chuỗi monomer hoàn thiện hơn dẫn đến cường độ bê tông geopolymer tăng.

So sánh cường độ giữa dung dịch kiềm NaOH và dung dịch kiềm là KOH có một số điểm tương đồng có nghĩa các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ mẫu bao gồm TTL/cation kiềm, nồng độ mol, điều kiện dưỡng hộ và thời gian dưỡng hộ đều tăng và phù hợp với các kết quả đã nghiên cứu.

Tuy nhiên khi lựa chọn dung dịch kiềm NaOH và dung dịch KOH thì khuyến cáo sử dụng dung dịch NaOH sẽ cho kết quả tốt hơn.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy vai trò của cation kiềm đến cường độ bê tông geopolymer là rất quan trọng vì khi thiếu cation kiềm không thể tạo thành dung dịch kiềm hoạt hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Davidovit J., "*Geopolymer chemistry and Applications*", Institute Geopolymer, Saint Quentin, France. 2rd Ed, 2008.

[2] Hardjito, "*Study on fly ash-based geopolymer concrete*". Curtin University of Technology Perth, Autralia, 2005.

[3] TCVN 5574:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – tiêu chuẩn thiết kế.*

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Phan Phú Lộc

Đơn vị:

Điện thoại: 0988.988.640

Email: phulocag@gmail.com

Xác nhận của giảng viên hướng dẫn

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.