



VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG



ĐOÀN TNCS HỒ CHÍ MINH BỘ XÂY DỰNG

TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC CÁN BỘ TRẺ

LẦN THỨ XVI



HÀ NỘI - 11/2021



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

ISBN: 978 - 604 - 82 - 6534 - 2

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Ban tổ chức và Ban khoa học

Tiểu ban: Bê tông - Vật liệu xây dựng - Các lĩnh vực xây dựng khác

Session: Concrete and Construction Materials

1. Nghiên cứu sử dụng tro bay chế tạo bê tông khối lớn có cường độ cao
ThS. Đoàn Anh Thái 3
2. Nghiên cứu chế tạo bê tông tòa nhiệt thấp cho kết cấu dầm chuyển
KS. Đỗ Ngọc Khoa 11
3. Nghiên cứu sử dụng cát nghiền chế tạo bê tông cường độ chịu nén đạt 120 MPa
KS. Trần Quốc Hoàn 20
4. Nghiên cứu ảnh hưởng của xi măng và phụ gia khoáng hoạt tính đến độ bền sun phát của chất kết dính
ThS. Trần Văn Sơn 30
5. Nghiên cứu sử dụng tro xi của các nhà máy nhiệt điện TKV làm nền đường
TS. Lê Phương Ly, ThS Lê Thuận An 43
6. Nghiên cứu chế tạo xi măng có khối lượng riêng lớn
TS. Lê Phương Ly, ThS Lê Thuận An 50
7. Ảnh hưởng của tốc độ đùn ép đến tính chất của tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép
ThS. Đoàn Thị Thu Lương, ThS. Lê Thuận An, KS. Đặng Đức Trung 56
8. Nghiên cứu ứng dụng tro trấu trong chế tạo vật liệu kích hoạt kiềm
KS. Đinh Ngọc Đức, ThS. Nguyễn Huy Bình 62
9. Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước mẫu khoan đến cường độ chịu kéo khi búa của bê tông
KS. Phan Công Hậu 74
10. Nghiên cứu chế tạo vữa không co cường độ cao dùng neo chân cột, móng tuabin điện gió
ThS. Lê Thuận An, ThS. Đoàn Thị Thu Lương 82
11. Nghiên cứu khả năng ứng dụng phần mềm epanet để thiết kế hệ thống cấp nước trong nhà
ThS. Nguyễn Thị Hải Yến 93
12. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến tính chất cơ lý của gạch không nung bê tông
TS. Nguyễn Mai Chí Trung 101

13. Nghiên cứu sử dụng phế thải xây dựng và thải phẩm công nghiệp chế tạo gạch bê tông rỗng
KS. Lâm Duy Nhất 110
14. Ứng dụng phong thủy ở hồ Tịnh Tâm - Huế
ThS. Phan Thuận Ý 121
15. Xử lý bề mặt di tích kiến trúc Champa trong tu bổ bảo tồn
ThS. Đặng Thị Oanh, ThS. Nguyễn Xuân Thiện, ThS. Hoàng Ngọc Hiệp, CN. Hoàng Công Thái Long 130
16. Đặc điểm kiến trúc chùa kiến An Cung
KTS. Lương Ngọc Tuấn, KTS. Nguyễn Văn Hồng, ThS. Phan Nhật Nam, HS. Đoàn Sỹ Lạng 140
17. Nghiên cứu ảnh hưởng của cốt liệu làm từ xi thép Bà Rịa - Vũng Tàu tới cường độ và co ngót của bê tông
ThS. Nguyễn Thành Thái 155
18. Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng sử dụng hỗn hợp tro bay nhiệt điện và xi lò cao hoạt tính
TS. Tăng Văn Lâm 164
19. Tín ngưỡng thờ cúng Hùng Vương và định hướng bảo tồn phát huy giá trị di tích đền thờ Hùng Vương tại huyện Tân Phú tỉnh Đồng Nai
KTS. Phạm Văn Tá, KTS. Lê Thị Khánh Hòa, Th.S. Nguyễn Minh Khôi 179
20. Những phát hiện ban đầu về nhóm tháp Chăm Khương Mỹ - Quảng Nam
KS. Lê Khắc Thái Sơn, ThS. Phạm Hồng Trường, HS. Nguyễn Thượng Hy 190
21. Bất cập khi áp dụng định mức trong quá trình lập dự toán chi phí xây dựng công trình tu bổ di tích
ThS. Đặng Phước Vĩnh, ThS. Lê Anh Minh 197

Tiểu ban: Kết cấu - Công nghệ xây dựng

Session: Structures and Construction Technologies

22. Ứng dụng công nghệ thi công ván khuôn trượt và lựa chọn giải pháp ván khuôn bầu đài trong thi công tháp nước khẩn cấp
ThS. Nguyễn Văn Nội 211
23. Tính toán cột điện dạng tháp thép rỗng theo tiêu chuẩn Việt Nam và Hoa Kỳ
KS. Nguyễn Ngọc Huy, KS Tống Sĩ Biển, KS Quách Thanh Phúc 224
24. Dao động riêng của phần tử thanh vát tiết diện chữ I có liên kết nửa cứng
ThS. Phạm Trung Thành 236

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ CAO HẠT MỊN KHÔNG XI MĂNG SỬ DỤNG HỖN HỢP TRO BAY NHIỆT ĐIỆN VÀ XI LÒ CAO HOẠT TÍNH

THE RESEARCH AND MANUFACTURE OF HIGH-STRENGTH FINE- GRAINED CONCRETE WITHOUT CEMENT USING A MIXTURE OF FLY ASH AND BLAST FURNACE SLAG

TS. Tăng Văn Lâm

Trường Đại học Mở - Địa chất, Email: lamvantang@gmail.com

TÓM TẮT: Trong bài viết này đã cho thấy tiềm năng chế tạo bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính không xi măng từ hỗn hợp phế thải công nghiệp ở Việt Nam. Trong đó, tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xi lò cao Hòa Phát được sử dụng như là vật liệu alumino-silicat, dung dịch NaOH với nồng độ mol/lit là 10 M và Na_2SiO_3 có modun silic 2,5 được sử dụng như là dung dịch kiềm kích hoạt. Tỷ lệ giữa dung dịch hoạt hóa với vật liệu alumino-silicat được khảo sát là 0,40. Tỷ lệ tro bay-xi lò cao được nghiên cứu từ 65/35 đến 35/65 theo khối lượng. Tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định bằng độ xòe trong cón vữa và cường độ của mẫu thí nghiệm được xác định trên khuôn hình lăng trụ kích thước 40x40x160 mm. Mục tiêu của nghiên cứu này là hỗn hợp bê tông có độ chảy xòe từ 20 đến 25 cm và cường độ nén thiết kế ở tuổi 28 ngày đạt trên 70 MPa.

TỪ KHÓA: Bê tông cường độ cao hạt mịn, xi lò cao, tro bay, dung dịch kiềm hoạt, cường độ nén.

ABSTRACT: In this article, fly ash in thermal power plants combined with blast furnace slag is used to make high-strength fine-grained concrete without using cement. In which, fly ash "Vung Ang" and blast furnace slag "Hoa Phat" are used as alumino-silicate materials, NaOH 10 M and Na_2SiO_3 solutions are used as the alkali-activator solution. The ratio between the activator solution and the alumino-silicate material is 0.40. The ratio of fly ash to blast furnace slag was studied from 65/35 to 35/65 by mass. The workability of the concrete mixture is determined by a flow of a truncated cone and the strength of the test specimen is determined on a prismatic mold with dimensions of 40x40x160 mm. The objectives of the research are to make a fine-grained concrete mix with the spread from 20 to 25 cm and compressive strength at the age of 28 days reaching over 70MPa.

KEYWORDS: High-strength fine-grained concrete, Blast furnace slag, Fly ash, Alkali-activator, Compression strength.

1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây, Việt Nam đã tập trung vào việc xử lý, sử dụng tro bay nhiệt điện, xỉ luyện kim... của các nhà máy nhiệt điện, luyện kim để làm nguyên liệu sản xuất vật liệu và trong các công trình xây dựng [1, 2]. Nhưng do nhiều nguyên nhân khác nhau, việc xử lý, tiêu thụ tro, xỉ... vẫn chưa đạt được mục tiêu đề ra, sản lượng tiêu thụ chất thải chưa cân bằng với lượng phát thải. Mặt khác, tổng khối lượng tro, xỉ lưu giữ tại bãi chứa của các nhà máy hiện còn rất lớn và vẫn tiếp tục tăng cao; nhiều bãi thải chỉ còn khả năng lưu chứa trong một vài năm tới [3, 4].

Bên cạnh đó, với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong giai đoạn cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 ở Việt Nam, nhu cầu sử dụng năng lượng điện đốt than và các loại hợp kim như:

gang, thép, hợp kim... ngày càng cao. Điều này dẫn tới lượng phát thải tro xỉ lò cao ngày càng lớn, các nguồn phế thải rắn này đang tồn chứa tại các bãi thải ngày càng nhiều [5]. Nếu không được xử lý đúng cách, nó có thể gây ô nhiễm nước và đất, phá vỡ các chu kỳ sinh thái và gây nguy hiểm cho môi trường [6, 7].

Để khắc phục những vấn đề này, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chi thị số 08/CT-TTg ngày 26/03/2021 [4] về việc tiếp tục đẩy mạnh xử lý, sử dụng các nguồn tro bay và xỉ lò cao... làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và sử dụng trong các công trình xây dựng.

Mặt khác, việc sản xuất nhiều các loại xi măng Portland khác nhau đã gây ra nhiều tác hại về môi trường, đặc biệt là phát thải khí nhà kính, khói bụi và cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên [8, 9, 10].

Với mục tiêu giảm áp lực xử lý các loại chất thải công nghiệp, đặc biệt là tro bay nhiệt điện và xỉ luyện kim, xỉ lò cao... đồng thời giảm thiểu ảnh hưởng độc hại, khói bụi, khí nhà kính của quá trình sản xuất xi măng Portland, cũng như góp phần giải quyết bài toán sản xuất các loại vật liệu xây dựng "xanh", định hướng theo chiến lược phát triển xây dựng bền vững và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn, việc nghiên cứu chế tạo các loại bê tông không xi măng từ 100% phế thải tro bay nhiệt điện, xỉ lò cao kết hợp với dung dịch hoạt hóa để phục vụ cho các hoạt động xây dựng tại Việt Nam là hết sức quan trọng trong giai đoạn hiện nay.

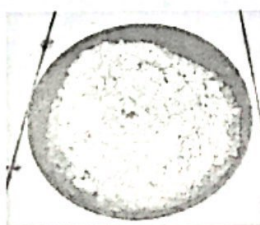
Mục đích chính của nghiên cứu này là chế tạo bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng sử dụng hỗn hợp tro bay nhiệt điện Vũng Áng và xỉ lò cao Hòa Phát kết hợp với dung dịch kiềm hoạt hóa. Trong đó, tro bay và xỉ lò cao được sử dụng như là vật liệu alumino-silicat giàu nhôm và silic, dung dịch NaOH 10M và Na_2SiO_3 với modun Silica $M_s = 2,5$ được sử dụng như dung dịch kiềm kích hoạt các hạt tro xỉ. Nghiên cứu này đã khảo sát tỷ số giữa tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao dao động từ 65/35 đến 35/65. Ngoài ra, tỷ lệ giữa dung dịch kiềm kích hoạt với vật liệu alumino-silicat được khảo sát tại giá trị 0,40. Những kết quả thu được cho thấy triển vọng tái sử dụng triệt để hơn các nguồn chất thải rắn công nghiệp để chế tạo bê tông cường độ cao, bê tông chất lượng cao... với thành phần không chứa xi măng tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng



a) Tro bay nhiệt điện Vũng Áng



b) Xi lò cao Hòa Phát



c) Natri hidroxit dạng rắn



d) Dung dịch Natri silicat

Hình 1. Các loại vật liệu sử dụng

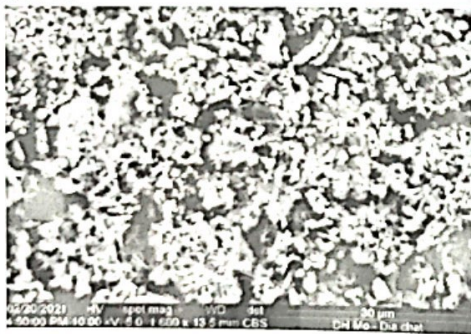
Từ Hình 6 cho thấy hàm lượng xi lò cao tăng từ 35% lên 65% thì cường độ nén của các mẫu thí nghiệm ở các tuổi 3, 7, 14, 28 ngày đều tăng lên tương ứng. Hiệu ứng tăng tính chất cơ học khi hàm lượng xi luyện kim tăng trong bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính kiềm hoạt hóa đã được biện giải bởi nhiều nguyên nhân như sau:

(i)- Tro bay nhiệt điện và xi lò cao đóng vai trò chính là vật liệu giàu nhôm và silic, cung cấp nguyên tử Si và Al cho quá trình polymer hóa và tạo ra các thành phần hoạt tính $[\text{SiO}(\text{OH})_3]$ và $[\text{Al}(\text{OH})_4]$. Kết quả của quá trình này là hình thành các gel Geopolymer có dạng $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (C-(A)-S-H) và $\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (N-A-S-H), liên kết các thành phần hạt cốt liệu rời rạc lại với nhau [5, 11, 12].

(ii)- Trong quá trình geopolymer hoá của bê tông, ôxít canxi trong xi lò cao bị hòa tan tạo thành ion Ca^{2+} , cation này có vai trò hỗ trợ quá trình hòa tan SiO_2 và Al_2O_3 của vật liệu Alumino-silicat. Sự khác biệt cơ bản giữa vai trò của Na^+ và Ca^{2+} thể hiện mức độ gây “thiệt hại” cho vi cấu trúc vật liệu, cụ thể là cation Ca^{2+} làm phá vỡ cấu trúc của các pha vô định hình mạnh hơn, làm cho thành phần tro xi hòa tan triệt để hơn [6, 8].

(iii)- Bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính gồm hỗn hợp tro bay và xi lò cao sau khi hoạt hóa bởi dung dịch NaOH và Na_2SiO_3 sẽ cho sản phẩm gồm cả hai loại poly-sialates gel gồm: N-A-S-H (sản phẩm chính của phản ứng kiềm hoạt hóa tro bay) và C-(A)-S-H gel với tỷ lệ Ca/Si thấp và có cấu trúc không gian với mật độ cao (sản phẩm chính của phản ứng kiềm hoạt hóa xi lò cao) [10, 12]. Các sản phẩm này lấp đầy các lỗ rỗng xuất hiện trong vi cấu trúc của sản phẩm nên đã tăng tính chất cơ học của sản phẩm. Nhận xét này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Wardhono và các cộng sự [13].

Vi cấu trúc của bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng đã được xác định và thể hiện trên Hình 7.



a) Với tỷ lệ tro bay/Xi = 65/35



b) Với tỷ lệ tro bay/Xi = 55/45



c) Với tỷ lệ tro bay/Xi = 45/55



d) Với tỷ lệ tro bay/Xi = 35/65

Hình 7. Vi cấu trúc của bê tông cường độ cao không xi măng với tỷ lệ tro bay nhiệt điện/xi lò cao khác nhau tại tuổi 28 ngày

Vì cấu trúc của mẫu bê tông cường độ cao không xi măng được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM) tại phòng thí nghiệm Viện công nghệ cao - Trường Đại học Mở - Địa chất. Kết quả ảnh vi cấu trúc của các mẫu từ BT-01 (TB/Xi = 65/35) đến mẫu BT-04 (TB/Xi = 35/65) đã được thể hiện trên Hình 7. Quan sát hình ảnh SEM bề mặt mẫu từ kính hiển vi điện tử quét cho thấy không các mẫu bê tông nghiên cứu không có vết nứt trong vi cấu trúc và bề mặt mẫu nhẵn nhưng đã có sự thay đổi về độ rỗng khi tỷ lệ tro bay/xi lò cao khác nhau. Khi hàm lượng xi lò cao tăng, quan sát bởi ảnh SEM, đã thấy được trong vi cấu trúc vật liệu các pha vô định hình liên tục và sít đặc hơn. Theo Zang và cộng sự [27] cho rằng chỉ có pha vô định hình (SiO_2 , Al_2O_3 vô định hình) trong vật liệu Alumino-silicat (tro bay, xi luyện kim, xi lò cao...) mới tham gia quá trình geopolymer hóa, còn các pha tinh thể như Quatz, mullite ... hầu như không phản ứng geopolymer hóa từ nguyên vật liệu ban đầu. Với ảnh vi cấu trúc ở tuổi 28 ngày cũng đã cho thấy, khi hàm lượng xi lò cao lớn, mẫu bê tông cường độ cao thu được có cấu trúc đặc sít và bề mặt mịn hơn nhờ lượng gel geopolymer có dạng Ca-O-Si, Ca-O-Al, N-A-S-H, C-(A)-S-H đã điền đầy vào trong cấu trúc của vật liệu. Vì vậy, chính nhờ cấu trúc vô định hình liên tục và đặc sít này là nguyên nhân làm cho mẫu bê tông nghiên cứu có cường độ nén cao hơn [14, 15].

Sau khi chế tạo và bảo dưỡng trong môi trường không khí, các mẫu thí nghiệm có hiện tượng bị rêu mốc, "mọc lông" ... trên bề mặt. Hiện tượng này do nguyên nhân là dung dịch kiềm kích hoạt còn dư thừa, tồn đọng trong các lỗ rỗng hờ và trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Trong môi trường ẩm và chứa khí cacbonic (CO_2), NaOH tác dụng với khí CO_2 ... có sẵn trong không khí để tạo thành các muối -sản phẩm làm rêu mốc, "mọc lông" ... trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Do đó cần có các nghiên cứu thêm về hàm lượng tối ưu dung dịch kiềm kích hoạt được sử dụng trong bê tông cường độ cao không sử dụng xi măng.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nguồn vật liệu, thải phẩm hiện có trong nước và từ kết quả thực nghiệm trong phạm vi của phòng thí nghiệm đã rút ra một số kết luận như sau:

- Khi hàm lượng xi lò cao tăng từ 35% đến 65% trong thành phần bê tông thì độ xòe của hỗn hợp giảm từ 23 cm xuống 19 cm, nhưng khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông tăng từ 2275 kg/m^3 đến 2328 kg/m^3 . Đồng thời, sau 60 phút khi nhào trộn hỗn hợp phối liệu xong thì tính công tác của hỗn hợp bê tông đã giảm khoảng từ 20÷35%.

- Trong phạm vi nghiên cứu và từ kết quả thực nghiệm cho thấy, khối lượng thể tích trung bình của hỗn hợp bê tông là $2,3 \text{ tấn/m}^3$ và khối lượng thể tích mẫu bê tông sau khi rắn chắc 28 ngày khoảng $2,28 \text{ tấn/m}^3$. Từ đó cho thấy mẫu bê tông cường độ cao không xi măng nhẹ hơn mẫu bê tông xi măng truyền thống khoảng 5÷10%.

- Khi giảm tỷ lệ tro bay/xi lò cao từ 65/35 xuống 35/65 thì các mẫu bê tông cường độ cao hạt mịn không chứa xi măng có cường độ nén dao động từ 70,4 MPa đến 81,5 MPa tại tuổi 28 ngày. Nhưng tỷ số giữa cường độ kéo khi uốn với cường độ nén của các mẫu thí nghiệm tương đồng so với bê tông truyền thống, dao động khoảng 1/10÷1/9.

- Hỗn hợp bê tông sử dụng chất kết dính không xi măng có tốc độ rắn chắc chậm, giá trị cường độ nén trung bình ở tuổi 3, 7 và 14 ngày tuổi lần lượt đạt khoảng 35%, 63% và 83% so với cường độ ở tuổi 28 ngày.

- Từ kết quả SEM của mẫu thí nghiệm cho thấy, khi thành phần xi lò cao lớn, hàm lượng ôxít CaO hòa tan trong dung dịch kiềm hoạt hóa tăng, cation Ca^{2+} hòa tan đóng vai trò đầu mối liên kết giữa các lớp geopolymer với các hạt xi lò cao tạo thành các gel Ca-O-Si; Ca-O-Al; C-S-H hoặc C-(A)-S-H. Các gel này có một vai trò quan trọng là kết dính các hạt cốt liệu cũng như các hạt tro xi lại với nhau để tạo thành một khối thống nhất.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung của bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ năm 2021, mã số 2021-MDA "Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao sử dụng chất kết dính không xi măng dùng trong xây dựng công trình chịu tác động ăn mòn của nước biển". Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo; nhóm nghiên cứu mạnh "Địa kỹ thuật, vật liệu và phát triển bền vững" của Trường Đại học Mỏ - Địa chất đã trợ để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thủ tướng Chính phủ (2014). Một số giải pháp thực hiện xử lý tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất phân bón để làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng, theo Quyết định 1696/QĐ-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 23/09/2014
- [2] Thủ tướng Chính phủ (2017). Đề án đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và trong các công trình xây dựng, theo Quyết định 426/QĐ-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 12/04/2017
- [3] Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diễm (2020). Khả năng sử dụng xỉ thải của công nghiệp luyện kim trong sản xuất vật liệu xây dựng. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Bộ công thương, số 43, tháng 10/2020
- [4] Thủ tướng Chính phủ (2021). Đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và trong các công trình xây dựng, theo Chỉ thị số 08/TC-TTg, Thủ tướng Chính phủ ngày 26/03/2021
- [5] Trần Việt Hưng, Đào Văn Đông, Nguyễn Ngọc Long, (2017). Nghiên cứu các tính chất cơ học của bê tông Geopolymer tro bay, Tạp chí Giao thông Vận tải, Số 1/2017
- [6] Nguyễn Thanh Bằng, Đinh Hoàng Quân, Nguyễn Tiến Trung (2021). Nghiên cứu sử dụng kết hợp tro bay nhiệt điện và xi lò cao để chế tạo bê tông chất kết dính kiềm hoạt hóa (không sử dụng xi măng) dùng cho các công trình thủy lợi làm việc trong môi trường biển góp phần bảo vệ môi trường. Đề tài NCKH cấp Quốc gia mã số KC.08.21/16-20