

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

TÊN ĐỀ TÀI:
NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG XI MĂNG CƯỜNG
ĐỘ SÓM CAO DÙNG CHO SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô
TÔ VÀ SÂN BAY

MÃ SỐ: T2024-06-14

Chủ nhiệm đề tài: PGS.TS. HỒ VĂN QUÂN
Đơn vị: Phòng Cơ sở vật chất
Chương trình đạo: Công nghệ kỹ thuật giao thông

Đà Nẵng, tháng 11 năm 2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

TÊN ĐỀ TÀI:

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG XI MĂNG CƯỜNG
ĐỘ SỚM CAO DÙNG CHO SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô
TÔ VÀ SÂN BAY

MÃ SỐ: T2024-06-14

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài

KT. HIỆU TRƯỞNG *Ch*

PHÓ HIỆU TRƯỞNG



PGS.TS. Võ Trung Hùng

Chủ nhiệm đề tài

Quan

PGS.TS. Hồ Văn Quân

Đà Nẵng, tháng 11 năm 2025

Những thành viên tham gia nghiên cứu đề tài

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác và lĩnh vực chuyên môn
1	Nguyễn Văn Hợi Thành viên	Phòng Cơ sở vật chất – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng Công trình Giao thông.
2	Nguyễn Công Tâm Thành viên	Sinh viên Lớp 23XC1 – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng Công trình Giao thông.
3	Phan Quang Thanh Kỹ thuật viên	Phòng Cơ sở vật chất – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Điện dân dụng.

MỤC LỤC

Mục lục.....	i
Danh mục các bảng	iv
Danh mục các hình ảnh, đồ thị.....	v
Danh mục các chữ viết tắt, các kí hiệu.....	vii
Thông tin kết quả nghiên cứu.....	viii
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	1
3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu	2
4. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu	2
5. Kết cấu của đề tài	2
6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn của đề tài	3
Chương 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN	4
1.1. Các nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao trên thế giới.....	4
1.2. Các nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao ở trong nước.....	15
1.3. Kết luận chương 1	17
Chương 2: LỰA CHỌN VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG VÀ THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG XI MĂNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO SỬ DỤNG TRO BAY VÀ PHỤ GIA RẮN NHANH	18
2.1. Lựa chọn các vật liệu để chế tạo bê tông xi măng	18
2.1.1. Xi măng.....	18
2.1.2. Tro bay	19
2.1.3. Phụ gia siêu dẻo	20
2.1.4. Phụ gia rắn nhanh.....	21
2.1.5. Cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ	21
2.1.5.1. Cốt liệu lớn.....	21
2.1.5.2. Cốt liệu nhỏ	23
2.1.6. Nước trộn hỗn hợp bê tông	24
2.2. Thiết kế thành phần vật liệu bê tông cường độ sớm cao.....	24
2.2.1. Xác định cường độ yêu cầu của bê tông	24
2.2.2. Xác định các thành phần của bê tông.....	25
2.2.3. Thiết kế thành phần vật liệu các bê tông cường độ sớm cao	29
2.3. Kết luận Chương 2	32

Chương 3: XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO UỐN, CƯỜNG ĐỘ NÉN, CƯỜNG ĐỘ BẮM DÍNH VỚI BÊ TÔNG CŨ VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU ĐỘ BỀN CỦA BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO	33
3.1. Công tác trộn, đúc và bảo dưỡng các mẫu bê tông	33
3.2. Xác định độ sụt và độ pH của các hỗn hợp bê tông tươi	35
3.2.1. Độ sụt	35
3.2.2. Độ pH	35
3.3. Xác định cường độ kéo uốn và cường độ nén.....	36
3.3.1. Cường độ kéo uốn.....	37
3.3.2. Cường độ nén	39
3.4. Xác định cường độ bám dính giữa bê tông sửa chữa và bê tông cũ	41
3.5. Xác định vận tốc xung siêu âm	43
3.6. Xác định điện trở suất bề mặt.....	46
3.7. Xác định độ thấm ion clo	48
3.8. Phân tích hiệu quả kính tế và tác động môi trường.....	50
3.9. Yêu cầu cường độ tối thiểu cho phép thông xe của bê tông sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay	52
3.10. Kết luận chương 3.	52
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	55
1. Kết luận	55
2. Kiến nghị	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	a
PHỤ LỤC.....	d
THUYẾT MINH ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG	
HỢP ĐỒNG TRIỂN KHAI THỰC HIỆN ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG	
MỤC LỤC MINH CHỨNG SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI	
BỘ MINH CHỨNG SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI	

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Độ pH của các hồ CKD đã đông cứng ở các độ tuổi khác nhau [8].....	12
Bảng 2.1. Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng PC.....	18
Bảng 2.2. Các chỉ tiêu cơ, lý của xi măng Nghi Sơn PC50	19
Bảng 2.3. Các tính chất yêu cầu của tro bay	19
Bảng 2.4. Các tính chất của tro bay loại F	20
Bảng 2.5. Thành phần hóa học của xi măng PC50 và tro bay loại F.....	20
Bảng 2.6. Yêu cầu về độ đồng nhất của phụ gia hóa học	20
Bảng 2.7. Các chỉ tiêu của phụ gia siêu dẻo ViscoCrete 8566	21
Bảng 2.8. Thành phần hạt của cốt liệu lớn theo ASTM C33	22
Bảng 2.9. Các chỉ tiêu chất lượng yêu cầu của cốt liệu lớn.....	22
Bảng 2.10. Các chỉ tiêu cơ, lý của đá dăm $D_{max} = 19$ mm.....	22
Bảng 2.11. Thành phần hạt yêu cầu của cát.....	23
Bảng 2.12. Các chỉ tiêu chất lượng yêu cầu của cát.....	23
Bảng 2.13. Các chỉ tiêu cơ, lý của cát sông	23
Bảng 2.14. Đề xuất độ sụt cho bê tông có và không có phụ gia siêu dẻo.....	25
Bảng 2.15. Kích thước lớn nhất của cốt liệu lớn	26
Bảng 2.16. Thể tích của đá dăm đã đầm chặt trên một đơn vị thể tích bê tông.....	26
Bảng 2.17. Lượng nước trộn và lượng không khí của bê tông tươi trên cơ sở sử dụng cát có độ rỗng 35%	26
Bảng 2.18. Giá trị tối đa N/CKD khuyến dùng đối với bê tông được sản xuất không có phụ gia siêu dẻo	27
Bảng 2.19. Giá trị tối đa N/CKD khuyến dùng đối với bê tông được sản xuất có phụ gia siêu dẻo	27
Bảng 2.20. Thành phần vật liệu của các bê tông sửa chữa	32
Bảng 3.1. Cường độ kéo uốn đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS.....	38
Bảng 3.2. Cường độ nén đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS	40
Bảng 3.3. Cường độ nén đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS	44
Bảng 3.4. Đánh giá mức độ thấm ion clo thông qua ĐTSBM [29]	47
Bảng 3.5. Đánh giá mức độ thấm ion clo của bê tông [30]	49
Bảng 3.6. Chi phí và lượng khí thải CO ₂ cho 1 kg nguyên liệu.....	51
Bảng 3.7. Chi phí và xả thải CO ₂ cho việc sản xuất 1 m ³ bê tông trên một đơn vị cường độ kéo uốn của các BTSC	51

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH, ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Cường độ kéo uốn và cường độ nén của các bê tông, (a, b) sử dụng 4% canxi sunfat; (c, d) sử dụng 8% canxi sunfat [1].....	4
Hình 1.2. Cường độ nén của RCFA với các loại liều lượng canxi sunfat khác nhau: (a) Thạch cao, (b) Anhydrit [2].	5
Hình 1.3. Cường độ nén của bê tông có tỉ lệ XL:xi măng = 50:50 chứa 0-3% NS so với bê tông chỉ có xi măng (Cem) chứa 0 hoặc 2,5% NS [4].....	6
Hình 1.4. Cường độ nén của bê tông có tỉ lệ XL:xi măng = 50:50 có chứa các chất hoạt hóa xi kiềm khác nhau, trong đó, Na_2SiO_2 và NaOH được thêm vào ở mức lượng Na_2O tương đương với lượng NS bổ sung [4].....	6
Hình 1.5. Ảnh hưởng của NS đến thời gian đông kết của hồ chất kết dính tươi có thay thế 0%, 20% và 40% TB [5].....	7
Hình 1.6. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ CKD đã đông cứng với (a) 0%, (b) 20% và (c) 40% TB thay thế xi măng [5].....	7
Hình 1.7. Ảnh hưởng của NS đến hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong hồ đã đông cứng với 0%, 20% và 40% TB thay thế ở (a) 3 ngày và (b) 28 ngày [5]	7
Hình 1.8. Tác động của NS lên mức tiêu thụ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (a) và quá trình chuẩn hóa của nó (b) trong hồ CKD đã đông cứng với 20% và 40% TB thay thế xi măng sau 3 ngày và 28 ngày [5].....	8
Hình 1.9. Ảnh hưởng của NS đến hàm lượng canxi silicat và aluminat hydrat bao gồm AFt, CSH và C_2ASH_8 trong hồ CKD đã đông cứng với 0%, 20% và 40% TB thay thế ở (a) 3 ngày và (b) 28 ngày [5]	8
Hình 1.10. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ xi măng-thạch anh [6]	9
Hình 1.11. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ xi măng-XL [6].....	9
Hình 1.12. Ảnh hưởng của NS đến tỷ lệ phần trăm các phần lỗ rỗng khác nhau của vữa sau 7 ngày (a) và sau 28 ngày (b) [6]	9
Hình 1.13. Độ co ngót của vữa LHPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau. (a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].....	10
Hình 1.14. Độ co ngót của vữa MHPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau. (a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].....	10
Hình 1.15. Độ co ngót của vữa OPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau, (a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].....	11
Hình 1.16. Sự phát triển cường độ nén theo thời gian của loại hồ xi măng PC và XL hoạt tính [8]	11
Hình 1.17. Lượng nước tiêu chuẩn (a) và thời gian đông kết (b) của các hỗn hợp vữa tươi [8].....	12

Hình 1.18. Độ hấp thụ nước (a) và cường độ nén ở 28 ngày (b) của các loại vữa đã đông cứng [8].....	12
Hình 1.19. Cường độ nén của các loại bê tông [10]	13
Hình 1.20. Cường độ kéo uốn của các loại bê tông [10]	13
Hình 1.21. Độ rỗng của các loại bê tông [10].....	14
Hình 1.22. Độ thâm nhập ion clorua trong các loại bê tông [10].. ..	14
Hình 2.1. Thành phần hạt của đá dăm và cát sông.....	24
Hình 3.1. Đúc các mẫu dầm và mẫu trụ bê tông.....	34
Hình 3.2. Ván khuôn thép tạo các rãnh trên hai đầu mẫu mẫu bê tông đối chứng OTB0NS	34
Hình 3.3. Thí nghiệm xác định độ pH của các hỗn hợp bê tông tươi.	35
Hình 3.4. Độ pH của các hỗn hợp bê tông tươi	36
Hình 3.5. Thí nghiệm xác định cường độ uốn và nén của các mẫu BTSC.....	37
Hình 3.6. Sự phát triển cường độ kéo uốn của các BTSC theo thời gian	38
Hình 3.7. Sự phát triển cường độ nén của các BTSC theo thời gian	40
Hình 3.8. Mối quan hệ giữa cường độ kéo uốn và cường độ nén của các BTSC.....	41
Hình 3.9. Sơ đồ thí nghiệm uốn mẫu xác định cường độ bám dính của BTSC; (a) sơ đồ uốn ngang; (b) sơ đồ uốn dọc	41
Hình 3.10. Thí nghiệm xác định cường độ liên kết của các mẫu BTSC.....	42
Hình 3.11. Cường độ bám dính của BTSC với bê tông cũ; (a) uốn theo phương ngang và (b) uốn theo phương dọc.....	43
Hình 3.12. Thí nghiệm xác định vận tốc xung siêu âm của các mẫu BTSC.....	44
Hình 3.13. Vận tốc xung siêu âm của các BTSC	45
Hình 3.14. Vận tốc xung siêu âm của các BTSC	46
Hình 3.15. Thí nghiệm xác định điện trở suất bề mặt của các mẫu BTSC.....	46
Hình 3.16. Điện trở suất bề mặt của các mẫu BTSC	47
Hình 3.17. Thí nghiệm độ thấm ion clo của các mẫu BTSC	48
Hình 3.18. Độ thấm ion clo của các mẫu BTSC.....	49
Hình 3.19. Mối tương quan giữa ĐTIC và ĐTSBM của các mẫu BTSC	50

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT, CÁC KÍ HIỆU

ASTM	American society of testing materials (Hiệp hội Vật liệu và Thử nghiệm Hoa Kỳ)
ACI	American concrete institute (Viện bê tông Hoa Kỳ)
C	Cát
Đ	Đá dăm
HHBT	Hỗn hợp bê tông
SD	Phụ gia siêu dẻo
TB	Tro bay
CKD	Chất kết dính
ĐTIC	Độ thấm ion clo
ĐTSBM	Điện trở suất bề mặt
BTSC	Bê tông sửa chữa
BTXM	Bê tông xi măng
HHBT	Hỗn hợp bê tông
KCBT	Kết cấu bê tông
N	Nước
NS	Natri sunfat
N/CKD	Tỉ lệ nước-chất kết dính
N/X	Tỉ lệ nước-xi măng
R_n	Cường độ nén của bê tông
R_{ku}	Cường độ kéo uốn của bê tông
R_{bd}	Cường độ bám dính giữa BTSC và bê tông cũ
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
X	Xi măng
V_{sa}	Vận tốc xung siêu âm
ρ_c	Khối lượng riêng của cát
ρ_d	Khối lượng riêng của đá
ρ_n	Khối lượng riêng của nước
ρ_{tb}	Khối lượng riêng của tro bay
ρ_x	Khối lượng riêng của xi măng

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung

Tên đề tài: **Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay**

Mã số: T2024-06-14;

Chủ nhiệm: PGS.TS. Hồ Văn Quân;

Thành viên tham gia: Nguyễn Công Tâm, Nguyễn Văn Hợi, Phan Quang Thanh.

Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng;

Thời gian thực hiện: Từ tháng 1 năm 2025 đến tháng 12 năm 2025.

2. Mục tiêu

- Lựa chọn vật liệu đầu vào và thiết kế thành phần vật liệu các bê tông xi măng sửa chữa có cường độ sớm cao.

- Chế tạo các mẫu bê tông sửa chữa có cường độ nén trung bình ở 12 h và 24 h đạt trên 20 MPa và trên 40 MPa, cường độ kéo uốn ở 12 h và 24 h đạt trên 3,0 MPa và trên 6,0 MPa (cường độ nén và kéo uốn xác định trên các mẫu dầm 40x40x160 mm).

- Xác định cường độ bám dính giữa bê tông sửa chữa mới và bê tông cũ.

- Xác định một số tính chất độ bền của các bê tông sửa chữa.

3. Tính mới và sáng tạo

Việc sửa chữa mặt đường BTXM đường ô tô và sân bay thường phải thực hiện trong điều kiện có phương tiện giao thông qua lại và máy bay cất, hạ cánh nên đòi hỏi thời gian thi công sửa chữa rất ngắn để hạn chế gián đoạn giao thông, thường không quá 6-12 h tùy theo loại mặt đường và lưu lượng giao thông. Do đó, bê tông sửa chữa (BTSC) mặt đường không những đòi hỏi thời gian đông kết ngắn, mà còn đòi hỏi cường độ cao, đặc biệt là cường độ kéo uốn cao, cường độ bám dính với nền bê tông cũ lớn để mặt đường có thể chịu được tác dụng trực tiếp của bánh xe ô tô và máy bay, cho phép thông xe sớm, hạn chế gián đoạn giao thông trên đường, cũng như hạn chế sự hình thành các vết nứt giữa bê tông cũ và bê tông mới. Bên cạnh đó, BTSC cần phải có độ bền cao để hạn chế sự tấn công của các chất có hại vào bê tông gây ăn mòn, hư hỏng công trình.

Ngoài việc dùng để sửa chữa mặt đường, BTSC còn có thể dùng để sản xuất các cấu kiện đúc sẵn như ống cống, lưới chắn rác, tấm tường, dầm, trụ điện, bó vỉa, tấm đan,

lam thông gió, ... Với khả năng thi công nhanh và chất lượng được kiểm soát tốt trong từng khâu, các cấu kiện đúc sẵn ngày càng chiếm tỉ lệ cao trong xây dựng công trình. Nếu sử dụng các hỗn hợp bê tông thông thường để sản xuất các cấu kiện đúc sẵn thì cần tối thiểu 20-24 h để tháo ván khuôn, 48-72 h để cấu lắp các cấu kiện lên phương tiện và vận chuyển ra công trường. Tuy nhiên, khi sử dụng hỗn hợp BTSC, thời gian tháo ván khuôn chỉ cần khoảng 6 h, công tác cấu lắp và vận chuyển cấu kiện cũng chỉ cần khoảng 9 h, điều này giúp tăng khả năng quay vòng của ván khuôn, tăng năng suất sản xuất và mang lại hiệu quả kinh tế. Xuất phát từ điều kiện thực tiễn nêu trên, đề tài nghiên cứu chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô, sân bay và sản xuất các cấu kiện đúc sẵn trong xây dựng công trình, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế, xã hội và môi trường.

4. Tóm tắt kết quả nghiên cứu

Chế tạo được các hỗn hợp BTSC sử dụng 15% tro bay và (1,5-4,5)% NS thay thế xi măng có thời gian đông kết nhanh, cường độ cao và độ bền vượt trội so với bê tông thông thường, đồng thời các hỗn hợp BTSC còn rất hiệu quả về kinh tế, xã hội và môi trường. Các hỗn hợp BTSC hoàn toàn có thể dùng để sửa chữa mặt đường ô tô, sân bay và sản xuất các cấu kiện đúc sẵn trong xây dựng công trình.

5. Tên sản phẩm

01 Bài báo khoa học đã được đăng trên Tạp chí Cầu đường Việt Nam nằm trong danh mục tính điểm của Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước.

Hồ Văn Quân, Nguyễn Công Tâm, Nguyễn Văn Hợi, Ảnh hưởng của natri sunfat đến cường độ sớm của bê tông và định hướng ứng dụng trong sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, Số 6 (2025), trang 80-84.

01 Đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học đạt giải nhất cấp trường.

Tên đề tài: Nghiên cứu nâng cao cường độ của bê tông ở tuổi sớm dùng trong sửa chữa mặt đường ô tô.

Chủ nhiệm: Nguyễn Công Tâm

Thành viên: Nguyễn Hữu Thắng, Trần Trọng Hiếu, Nguyễn Duy Trường.

6. Hiệu quả, phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu và khả năng áp dụng

Phương thức chuyển giao: Sản phẩm của đề tài được bàn giao cho Bộ môn Cầu đường và Khoa Kỹ thuật Xây dựng - Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – ĐH Đà Nẵng. Số 48 Cao Thắng, P. Hải Châu, TP. Đà Nẵng.

Tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu: Kết quả nghiên cứu là tài liệu tham khảo tốt, giúp bổ sung kiến thức cho các kỹ sư, các sinh viên và học viên cao học ngành Xây dựng. Các hỗn hợp BTSC sử dụng 15% tro bay và (1,5-4,5)% Natri sunfat thay thế xi măng có thời gian đông kết nhanh, cường độ cao và độ bền vượt trội, đồng thời các hỗn hợp BTSC còn rất hiệu quả về kinh tế, xã hội và môi trường.

Khả năng áp dụng: Các hỗn hợp BTSC tối ưu chứa (2,5-3,5)% NS đã được thử nghiệm để đúc 02 cầu kiện lưới chắn rác kích thước 600×900×50 mm cho hố ga trên đường. Sau khi đúc khoảng 9 h, 02 cầu kiện lưới chắn rác được tháo khuôn, cầu lắp và vận chuyển một cách dễ dàng, cầu kiện đảm bảo khả năng chịu lực và tính thẩm mỹ. Từ kết quả thử nghiệm này cho thấy hoàn toàn có thể ứng dụng BTĐKN để sửa chữa mặt đường ô tô, sân bay cũng như đúc các cầu kiện đúc sẵn ở các dạng khác trong xây dựng công trình.

Đà Nẵng, ngày tháng 11 năm 2025

TM. Hội đồng Khoa
Chủ tịch

Chủ nhiệm đề tài

PGS.TS. Hồ Văn Quân

XÁC NHẬN CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG

PGS.TS. Võ Trung Hùng

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information

Project title: *Study on the Development of High Early-Strength Cement Concrete for Repairing Highway and Airport Pavements*

Code number: T2024-06-14

Coordinator: Assoc Prof. Dr. Ho Van Quan

Participants: Nguyen Công Tam, Nguyen Van Hoi, Phan Quang Thanh.

Implementing institution: University of Technology and Education - The University of Danang

Duration: from 1/2025 to 12/2025

2. Objective(s)

- Selection of Raw Materials and Mix Proportioning for High Early-Strength Repair Cement Concrete.

- Preparation of repair concrete specimens with average compressive strength exceeding 20 MPa at 12 hours and 40 MPa at 24 hours, and flexural strength exceeding 3.0 MPa at 12 hours and 6.0 MPa at 24 hours (compressive strength and flexural strength determined on 40×40×160 mm prism specimens).

- Determination of the bond strength between the new repair concrete and the existing (old) concrete.

- Evaluation of several durability properties of the repair concrete.

3. Creativeness and innovativeness

The repair of cement concrete pavements on roads and airfields is often carried out under conditions where traffic remains in operation and aircraft continue to take off and land. Therefore, the repair work requires a very short construction time to minimize traffic disruption, typically no more than 6 to 12 hours, depending on the pavement type and traffic volume. Therefore, repair concrete used for pavement must not only have a short setting time but also possess high strength, particularly high flexural strength and strong bond strength with the existing concrete substrate. This ensures that the pavement can withstand the direct load from vehicle and aircraft wheels, allows for early reopening to traffic, minimizes traffic disruption, and reduces the formation of cracks between the old and new concrete. In addition, the repair concrete must have high durability to resist the attack of harmful substances that cause corrosion and deterioration of the structures. In addition to being used for pavement repair, high early-

strength repair concrete can also be used to manufacture precast components such as pipes, trash racks, wall panels, beams, utility poles, curbstones, slabs, ventilation louvers, and more. With its rapid construction capability and well-controlled quality at every stage, precast components are increasingly playing a significant role in construction projects. When using conventional concrete mixtures to produce precast components, a minimum of 20-24 hours is required for formwork removal, and 48-72 hours for lifting and transporting the components to the construction site. However, with the use of repair concrete, the formwork removal time is reduced to about 6 hours, and the lifting and transportation operations take only about 9 hours. This significantly improves formwork turnover, increases production efficiency, and delivers economic benefits. Based on the practical conditions mentioned above, this study focuses on the development of high early-strength cement concrete mixtures for repairing road and airport pavements as well as for manufacturing precast components used in construction. The research aims to meet technical requirements while ensuring economic, social and environmental efficiency.

4. Research results

High early-strength repair concrete mixtures incorporating 15% fly ash and (1.5–4.5)% sodium sulfate (as partial cement replacements) were successfully developed, demonstrating rapid setting time, high strength, and superior durability compared to conventional concrete. In addition, these repair concrete mixtures offer significant economic, social, and environmental benefits. The developed high early-strength repair concrete mixtures are fully suitable for repairing road and airport pavements, as well as for the production of precast components in construction projects.

5. Products

01 scientific paper published in the *Vietnam Journal of Transport and Infrastructure*, which is included in the scoring list of the State Council for Professorship Titles.

Ho Van Quan, Nguyen Cong Tam, Nguyen Van Hoi, Effect of Sodium Sulfate on the Early Strength of Concrete and Application Orientation in Road and Airport Pavement Repair, *Vietnam Bridge and Road Journal*, No. 6 (2025), pp. 80–84.

01 student research project awarded first prize at the university level.

Title of the Project: Study on Enhancing the Early-Age Strength of Concrete Used for Road Pavement Repair.

Coordinator: Nguyen Cong Tam.

Participants: Nguyen Huu Thang, Tran Trong Hieu, Nguyen Duy Truong.

6. Effects, transfer alternatives of research results, and applicability

Method for transferring research results: The products of the project were handed over to the Road and Bridge Department and Faculty of Civil Engineering, University of Technology and Education. 48 Cao Thang, Hai Chau, Danang.

Impacts and benefits of research results: The research results serve as a valuable reference, contributing to the knowledge base of engineers, undergraduate students, and graduate students in the field of construction. The developed high early-strength repair concrete mixtures, incorporating 15% fly ash and (1.5–4.5)% sodium sulfate as partial cement replacements, exhibit rapid setting time, high strength, and superior durability. In addition, these RC mixtures offer significant economic, social, and environmental benefits.

Applicability: Optimized high early-strength repair concrete (RC) mixtures containing (2.5–3.5)% sodium sulfate were tested in the casting of two trash rack components with dimensions of 600×900×50 mm for roadside catch basins. Approximately 9 hours after casting, the components were successfully demolded, lifted, and transported with ease. The finished products met structural strength requirements and exhibited good aesthetic quality. The results of this experiment demonstrate that high early-strength concrete (HESC) can be effectively applied for the repair of road and airport pavements, as well as for casting various types of precast components used in construction projects.

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Mặt đường bê tông xi măng (BTXM) đường ô tô và đường lăn sân bay sau một thời gian khai thác, sử dụng thường xảy ra các hư hỏng như nứt, vỡ góc tấm, cạnh tấm, bong tróc, ổ gà, ... làm giảm khả năng chịu tải, mất độ bằng phẳng và không đảm bảo an toàn cho xe chạy và máy bay cất, hạ cánh. Do đó, cần phải sửa chữa các chỗ hư hỏng để mặt đường BTXM đảm bảo khả năng chịu lực, đủ độ bằng phẳng và đảm bảo an toàn trong khai thác, sử dụng. Việc sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay thường phải thực hiện trong điều kiện có phương tiện giao thông qua lại và máy bay cất, hạ cánh nên đòi hỏi thời gian thi công sửa chữa rất ngắn, thường không quá 6-12 h. Do đó, BTXM dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay (BTSC) cần phải có cường độ sớm cao để có thể thông xe hoặc máy bay cất hạ cánh sớm trong vòng (6-12) h sau khi sửa chữa. Bên cạnh đó, bê tông sửa chữa cần phải có cường độ kéo uốn cao để chịu được tác dụng trực tiếp của tải trọng bánh xe ô tô và máy bay, đồng thời BTSC phải có lực dính bám với nền bê tông cũ lớn để hạn chế sự hình thành các vết nứt giữa nền bê tông cũ và bê tông sửa chữa mới. Ngoài ra, BTSC cần phải có độ bền cao để chống lại các chất có hại từ môi trường bên ngoài như ion clo, ion sunfat, ... thâm nhập vào mặt đường BTXM gây ăn mòn bê tông, ăn mòn cốt thép dẫn đến hư hỏng mặt đường.

Ngoài việc dùng để sửa chữa mặt đường, BTSC còn có thể dùng để sản xuất các cấu kiện đúc sẵn như ống cống, lưới chắn rác, tấm tường, dầm, trụ điện, bó vỉa, tấm đan, lam thông gió, ... Với khả năng thi công nhanh và chất lượng được kiểm soát tốt, các cấu kiện đúc sẵn ngày càng chiếm tỉ lệ cao trong xây dựng công trình. Nếu sử dụng các hỗn hợp bê tông thông thường để sản xuất các cấu kiện này thì cần tối thiểu 18-20 h để tháo ván khuôn, cần 24-48 h để cầu lắp và vận chuyển cấu kiện. Tuy nhiên, khi sử dụng hỗn hợp BTSC, thời gian tháo ván khuôn chỉ cần khoảng 4-6 h, công tác cầu lắp và vận chuyển cấu kiện cũng chỉ cần khoảng 9-12 h, điều này giúp khả năng quay vòng ván khuôn nhanh, tăng năng suất sản xuất và mang lại hiệu quả kinh tế. Do vậy, đề tài "*Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay*" là rất cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Lựa chọn vật liệu đầu vào và thiết kế thành phần vật liệu các bê tông xi măng sửa chữa có cường độ sớm cao.

Chế tạo các mẫu bê tông sửa chữa có cường độ nén trung bình ở 12 h và 24 h đạt trên 20 MPa và trên 40 MPa, cường độ kéo uốn ở 12 h và 24 h đạt trên 3,0 MPa và trên 6,0 MPa (cường độ nén và kéo uốn xác định trên các mẫu dầm 40x40x160 mm).

Xác định cường độ bám dính giữa các bê tông sửa chữa và bê tông cũ.

Xác định vận tốc xung siêu âm của các bê tông sửa chữa.

Xác định một số tính chất độ bền của các bê tông sửa chữa.

3. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu các loại bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng 15% tro bay thay thế xi măng và kết hợp với các liều lượng chất phụ gia rắn nhanh khác nhau.

4. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

4.1. Cách tiếp cận

Nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xác định cường độ nén, cường độ kéo uốn, vận tốc xung siêu âm, độ chống thấm ion clo, sức kháng ăn mòn cốt thép của các bê tông sửa chữa với các tỉ lệ chất phụ gia rắn nhanh khác nhau.

Ngoài ra, để đánh độ liên kết giữa BTSC mới và bê tông cũ khi thi công sửa chữa, nghiên cứu này còn đã đề xuất phương pháp xác định cường độ liên kết giữa BTSC mới và bê tông cũ dựa trên mẫu nối giữa BTSC mới và bê tông cũ.

4.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết, tổng quan các tài liệu đã công bố về các bê tông cường độ sớm cao và ứng dụng các bê tông này trong sửa chữa công trình.

Phương pháp thực nghiệm trong phòng, thí nghiệm xác định các tính chất cơ học và độ bền của bê tông sửa chữa.

So sánh các tính chất cơ học và độ bền của các BTSC cường độ sớm cao so với các bê tông thông thường.

Chế tạo các cấu kiện đúc sẵn lưới chắn rác bằng bê tông kích thước 600×900×50 mm sử dụng các hỗn hợp bê tông tối ưu trong nghiên cứu.

5. KẾT CẤU CỦA ĐỀ TÀI

Ngoài phần Mở đầu, Kết luận và kiến nghị, Phụ lục. Đề tài gồm 03 Chương như sau:

Chương 1: Nghiên cứu tổng quan;

Chương 2: Lựa chọn vật liệu chế tạo bê tông và thiết kế thành phần bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng tro bay và phụ gia rắn nhanh;

Chương 3: Xác định cường độ kéo uốn, cường độ nén, cường độ bám dính với bê tông cũ và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao.

6. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ Ý NGHĨA THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

Đề tài góp phần làm rõ vai trò của chất phụ gia đông kết nhanh đến các đến các tính chất cơ học và độ bền của BTSC, chất phụ gia đông kết nhanh cải thiện cường độ sớm và đồng thời nó cũng cải thiện độ bền của của BTSC.

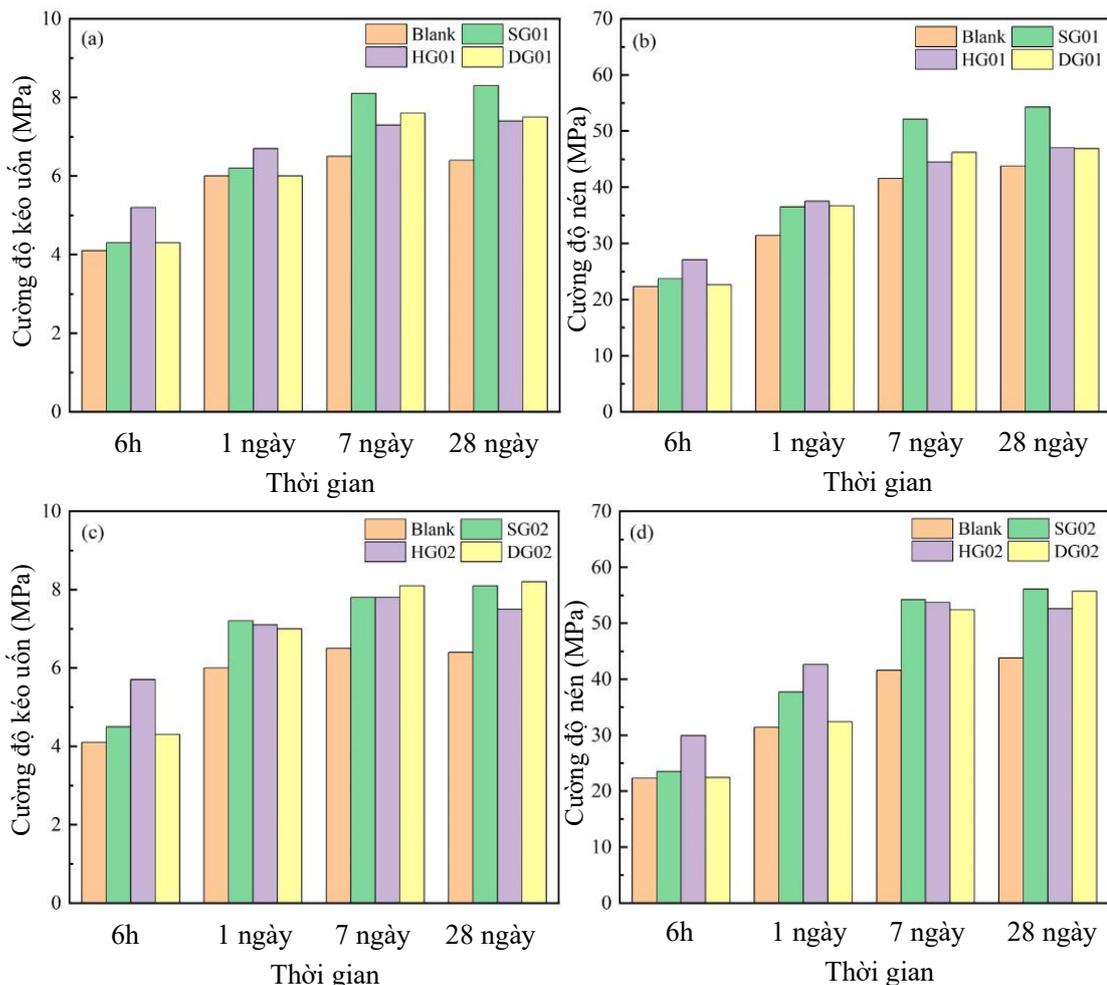
Việc sử dụng các BTSC để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay sẽ cho phép thông xe sớm, giảm thời gian gián đoạn giao thông, đây là vấn đề kỹ thuật được quan tâm hàng đầu hiện nay trong thi công sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay. Bên cạnh đó, bê BTSC với đặc tính cường độ sớm cao còn có thể ứng dụng để đúc các cấu kiện, sản phẩm đúc sẵn, đẩy nhanh công tác tháo, quay vòng ván khuôn; giảm thời gian bảo dưỡng, cầu lắp, vận chuyển và thi công lắp đặt, mang lại hiệu quả kinh tế.

Chương 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN

1.1. CÁC NGHIÊN CỨU VỀ BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO TRÊN THẾ GIỚI

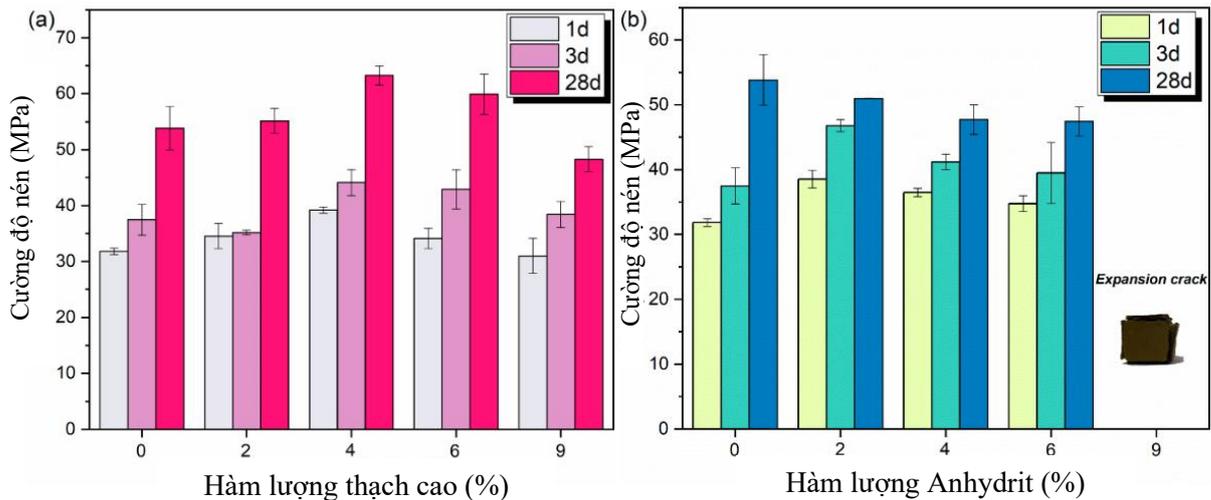
Bê tông, vữa và chất kết dính cường độ sớm cao đã được một số tác giả nghiên cứu trong những năm gần đây trên thế giới, sau đây là một số nghiên cứu điển hình.

H. Ding và cộng sự (cs) [1] nghiên cứu vữa sửa chữa tự đầm sử dụng 75% xi măng đông kết nhanh Sulfoaluminate + 25% xi măng pooc lăng và kết hợp với các phụ gia rắn nhanh là 3 loại canxi sulfat bao gồm thạch cao hemihydrat (HG), thạch cao anhydrit (SG) và thạch cao dihydrat (DG), liều lượng thạch cao được thay thế lần lượt là 4% và 8% xi măng. Kết quả cho thấy thạch cao HG đã đẩy nhanh tốc độ hydrat hóa ban đầu của xi măng và thúc đẩy tốc độ giãn nở. Đối với xi măng có 8% thạch cao HG, 6 giờ sau khi đúc, cường độ uốn và cường độ nén tăng lần lượt là 39,02% và 34,08% so với vữa đối chứng (Blank). Tốc độ hydrat hóa của xi măng có thể bị trì hoãn hiệu quả bởi thạch cao DG và kết quả không đạt yêu cầu. Cường độ uốn và nén sau 28 ngày được tăng lần lượt là 26,56% và 28,08% sau khi thêm 8% thạch cao SG.



Hình 1.1. Cường độ kéo uốn và cường độ nén của các bê tông, (a, b) sử dụng 4% canxi sunfat; (c, d) sử dụng 8% canxi sunfat [1].

Nan Shi và cs [2] nghiên cứu ảnh hưởng của thạch cao anhydrit (SG) và thạch cao dihydrat (DG) đến quá trình hydrat hóa và cường độ của clinker xi măng ferroaluminat bùn đỏ kiềm cao (RCFA), liều lượng thạch cao bổ sung là 2-9% khối lượng xi măng. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi thêm 4% thạch cao, cường độ nén 3 ngày của xi măng là 39,1 MPa và cường độ nén 28 ngày là 63,2 MPa, cường độ nén ở 28 ngày tăng 61,6% so với ở 3 ngày. Các tính chất của hồ xi măng có thể bị ảnh hưởng xấu do hàm lượng thạch cao SG trên 4%. Quá trình hydrat hóa tỏa nhiệt của clinker được đẩy nhanh bởi thạch cao lúc đầu, nhưng tốc độ giảm dần khi quá trình tiến triển.

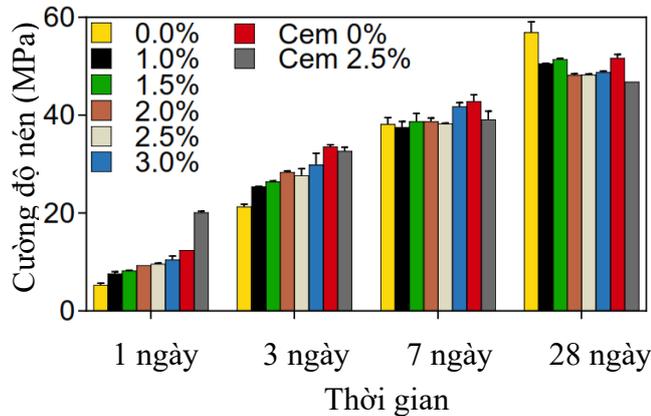


Hình 1.2. Cường độ nén của RCFA với các loại liều lượng canxi sunfat khác nhau: (a) Thạch cao, (b) Anhydrit [2].

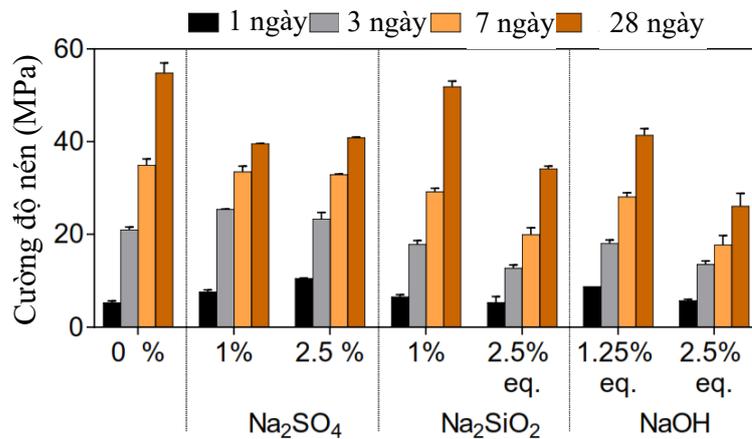
M. Mrak và cs [3] nghiên cứu ảnh hưởng của các liều lượng thạch cao khác nhau đến quá trình hydrat hóa của clinker belite-canxi sulfoaluminat giàu belite (CBCSA-B) và giàu ye'elimite (BCSA-Y), ba hàm lượng thạch cao tương ứng với 3 tỉ lệ mol là $M = 1,0, 1,5$ và $2,0$. Kết quả cho thấy tất cả các hỗn hợp xi măng CBCSA-B đều có cường độ nén tăng dần lên đến 150 ngày, với sự phát triển cường độ nén rất nhanh trong khoảng từ 1-7 ngày, sau 7 ngày, cường độ nén tăng chậm. Ở độ tuổi muộn (150 ngày), cường độ nén thấp nhất khi $M = 2,0$ (24,9 MPa), tiếp theo là khi $M = 1,0$ (27,5 MPa), với cường độ nén cao nhất khi $M = 1,5$ (30,3 MPa). Đối với hỗn hợp xi măng BCSA-Y cho thấy xu hướng tương tự như hỗn hợp xi măng CBCSA-B, tuy nhiên ở $M = 1,0$ và $M = 1,5$ chỉ thấy cường độ tăng nhẹ giữa 1 và 7 ngày. Sau 7 ngày hydrat hóa, cường độ nén tăng lên khi lượng thạch cao tăng lên, đạt giá trị cuối cùng là 39,6 MPa, 45,7 MPa và 48,3 MPa sau 150 ngày đối với $M = 1,0, M = 1,5$ và $M = 2,0$. Hàm lượng thạch cao tối ưu với tỉ lệ $M = 1,5$ đối với CBCSA-B và $M = 2,0$ đối với CBCSA-Y.

J. Fu và cs [4] nghiên cứu ảnh hưởng của natri sunfat (NS) đến sự hydrat hóa và cường độ của chất kết dính (CKD) gồm xi măng và xi lò cao (XL) với tỉ lệ 50:50, liều lượng NS được sử dụng từ 1-3% khối lượng CKD. Sự gia tăng cường độ ban đầu khi có

NS được chứng minh là do sự kết hợp giữa hydrat hóa alite tăng và sự hòa tan XL gia tăng. Độ hòa tan của XL tăng có liên quan đến cả độ pH tăng và hoạt động canxi giảm với hai yếu tố này được kết nối thông qua giới hạn hòa tan Ca(OH)_2 . NS được chứng minh là làm tăng đáng kể quá trình hòa tan của XL ở pH = 13 với tác động này được cho là do độ bão hòa của XL lớn hơn do sự hình thành ettringite. NS đã được chứng minh là tốt hơn các chất hoạt hóa thay thế trong chất kết dính xi măng - XL.



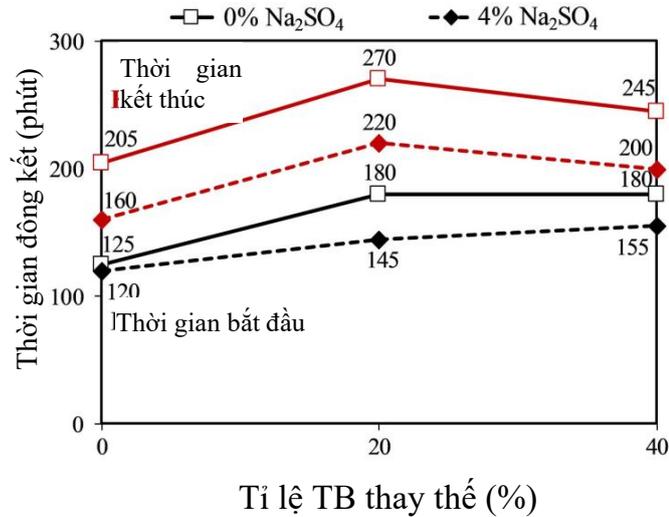
Hình 1.3. Cường độ nén của bê tông có tỉ lệ XL:xi măng = 50:50 chứa 0-3% NS so với bê tông chỉ có xi măng (Cem) chứa 0 hoặc 2,5% NS [4].



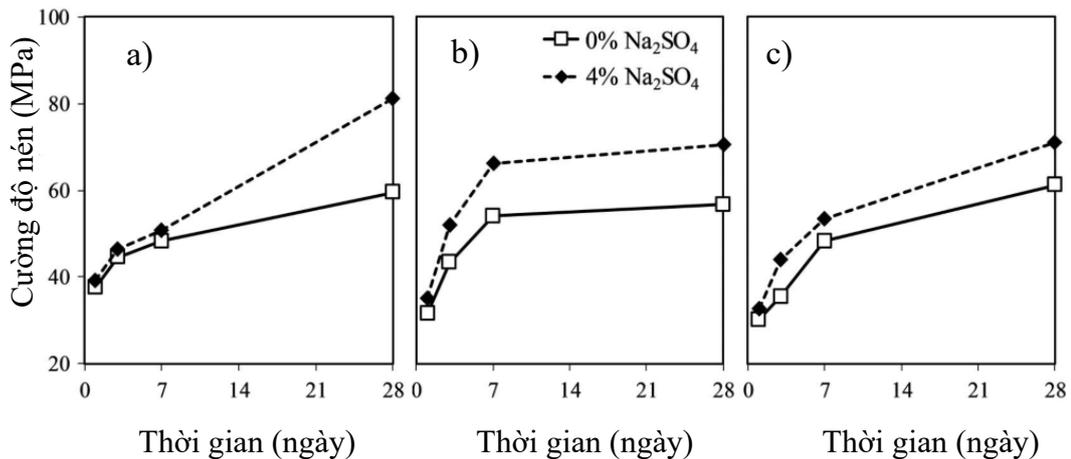
Hình 1.4. Cường độ nén của bê tông có tỉ lệ XL:xi măng = 50:50 có chứa các chất hoạt hóa xỉ kiềm khác nhau, trong đó, Na_2SiO_2 và NaOH được thêm vào ở mức lượng Na_2O tương đương với lượng NS bổ sung [4].

P. T. Bui và cs [5] nghiên cứu sử dụng 4% NS làm phụ gia rắn nhanh đến các tính chất của hồ xi măng có 0%, 20% và 40% tro bay (TB) thay thế xi măng và tỷ lệ nước/chất kết dính (N/CKD) là 0,30. Việc sử dụng NS làm giảm thời gian đông kết của hồ chất kết dính và tăng cường độ nén của hồ đã đông cứng lên đến 28 ngày bất kể có thay thế tro bay hay không. Việc sử dụng NS làm giảm hàm lượng Ca(OH)_2 trong hồ đã đông cứng bất kể có thay thế TB hay không. Trong khi đó, nó làm tăng mức tiêu thụ Ca(OH)_2 do phản ứng puzolan của TB và hàm lượng canxi silicat và aluminat hydrat trong hồ xi măng-TB đã đông cứng. Do đó, việc sử dụng NS ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình thủy

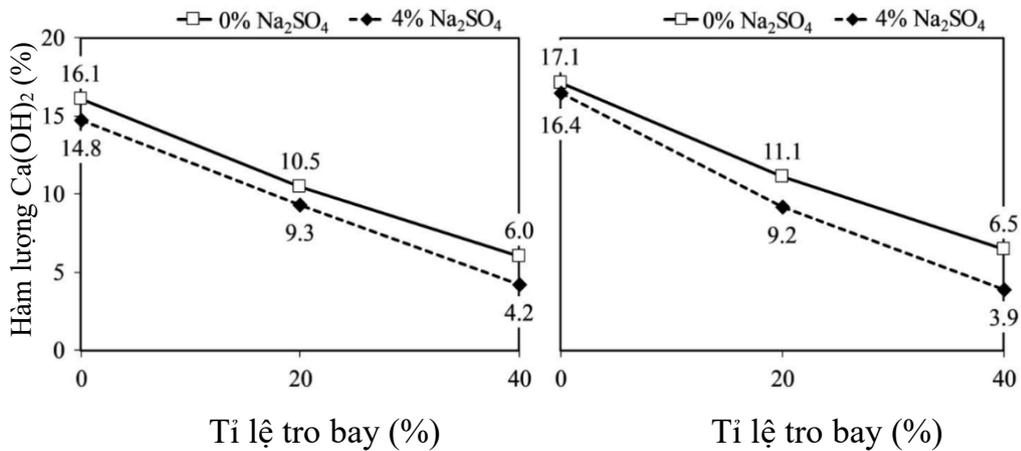
hóa xi măng trong hồ xi măng đã đông cứng không có TB, trong khi nó đẩy nhanh quá trình hình thành ettringite và phản ứng puzzolanic của TB trong hồ xi măng đã đông cứng.



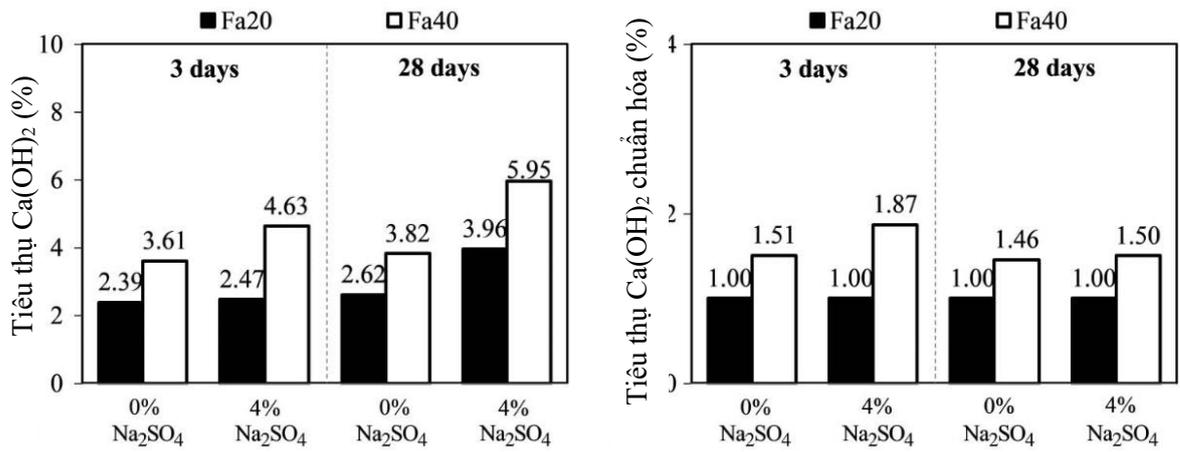
Hình 1.5. Ảnh hưởng của NS đến thời gian đông kết của hồ chất kết dính tươi có thay thế 0%, 20% và 40% TB [5].



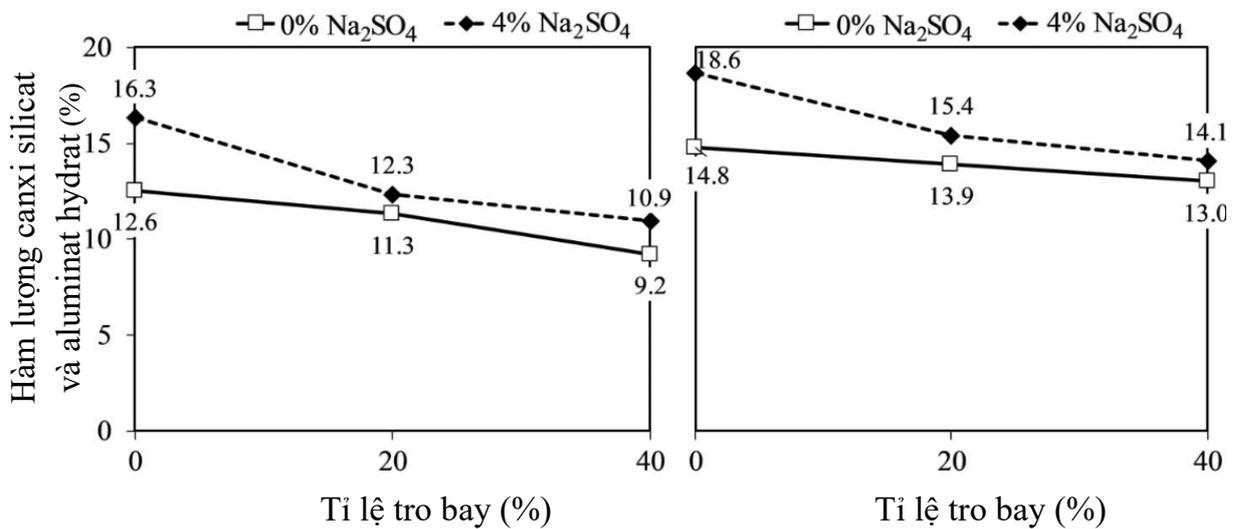
Hình 1.6. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ CKD đã đông cứng với (a) 0%, (b) 20% và (c) 40% TB thay thế xi măng [5].



Hình 1.7. Ảnh hưởng của NS đến hàm lượng Ca(OH)₂ trong hồ đã đông cứng với 0%, 20% và 40% TB thay thế ở (a) 3 ngày và (b) 28 ngày [5].

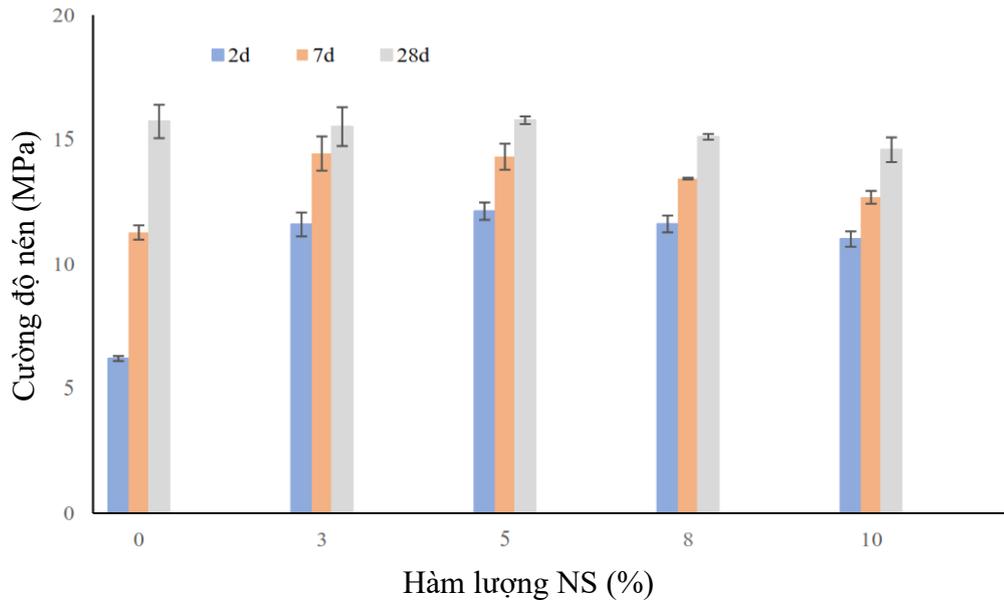


Hình 1.8. Tác động của NS lên mức tiêu thụ Ca(OH)₂ (a) và quá trình chuẩn hóa của nó (b) trong hồ CKD đã đông cứng với 20% và 40% TB thay thế xi măng sau 3 ngày và 28 ngày [5].

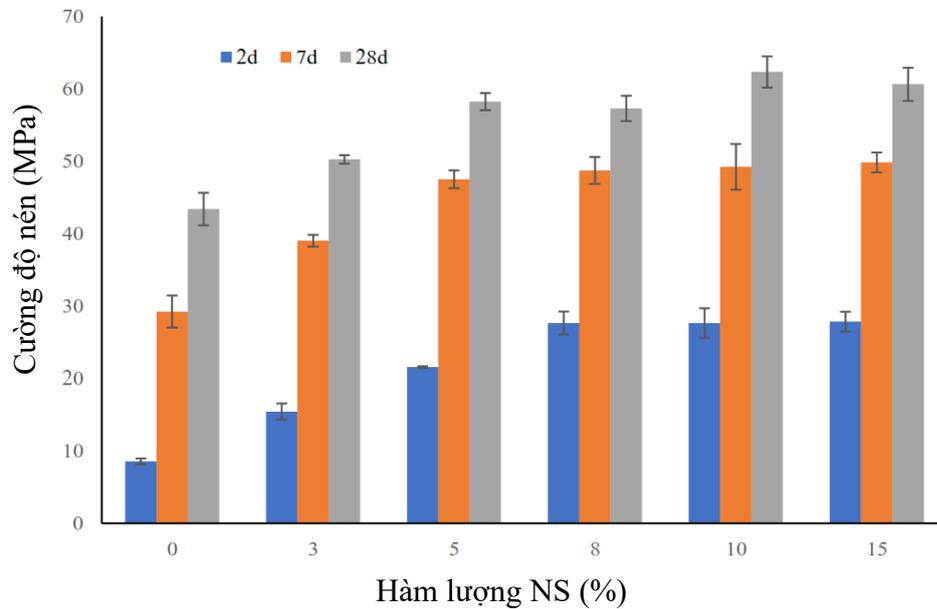


Hình 1.9. Ảnh hưởng của NS đến hàm lượng canxi silicat và aluminat hydrat bao gồm Aft, CSH và C₂ASH₈ trong hồ CKD đã đông cứng với 0%, 20% và 40% TB thay thế ở (a) 3 ngày và (b) 28 ngày [5].

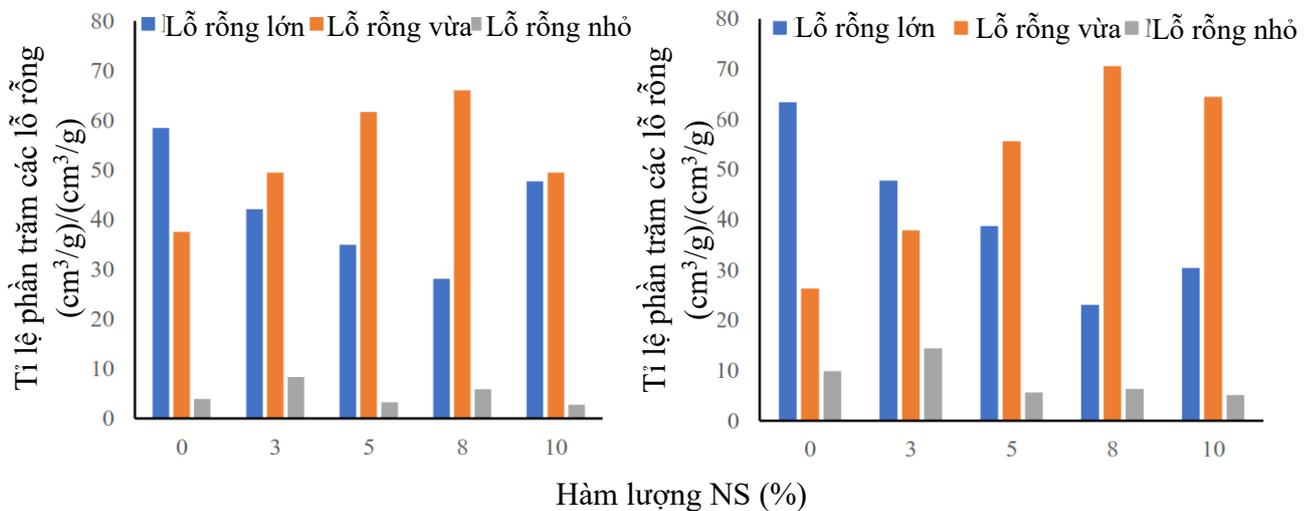
J. M. Etcheverry và cs [6] nghiên cứu ảnh hưởng của NS đến hoạt động phản ứng, cường độ nén và cấu trúc lỗ rỗng của vữa gồm 30% xi măng pooc lăng và 70% bột thạch anh (Q) và CKD hỗn hợp gồm 70% XL và 30% xi măng pooc lăng (PC), hàm lượng NS bằng 3-10% khối lượng xi măng và 3-15% khối lượng XL. Thời gian đông kết được rút ngắn khi thêm NS, nhưng khi tăng liều lượng NS trên 3% không ảnh hưởng đáng kể đến thời gian này. Các phép đo XRD tại chỗ cho thấy sự hình thành ettringite ngày càng tăng trong vòng 2 ngày đầu tiên của quá trình hydrat hóa. Phản ứng lớn hơn của XL làm giảm lỗ rỗng của vữa và do đó làm tăng cường độ nén ở giai đoạn đầu.



Hình 1.10. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ xi măng-thạch anh [6].

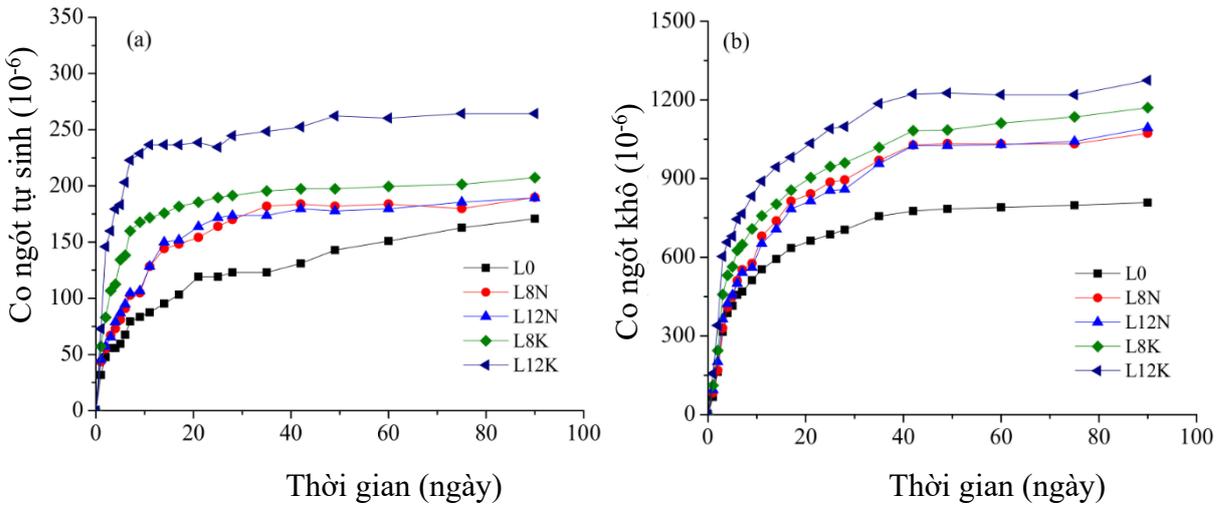


Hình 1.11. Ảnh hưởng của NS đến cường độ nén của hồ xi măng-XL [6].



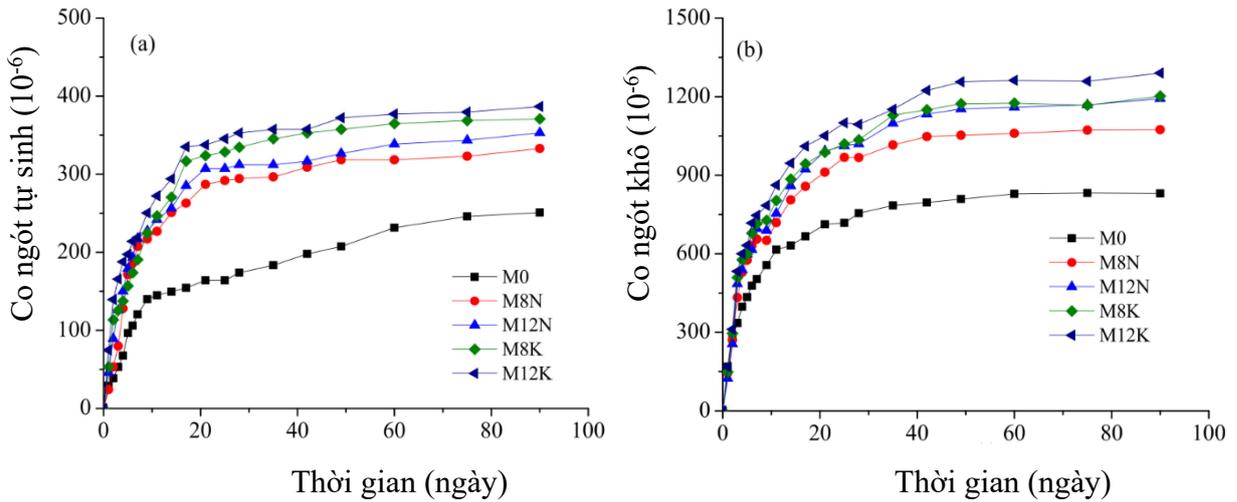
Hình 1.12. Ảnh hưởng của NS đến tỷ lệ phần trăm các phần lỗ rỗng khác nhau của vữa sau 7 ngày (a) và sau 28 ngày (b) [6].

Y. Li và cs [7] nghiên cứu ảnh hưởng của NS và kali sunfat (KS) đến tốc độ thủy hóa, co ngót tự sinh và co ngót khô của vữa xi măng, trong đó sử dụng 3 loại xi măng khác nhau gồm xi măng pooc lăng nhiệt độ thấp (LHPC), xi măng pooc lăng nhiệt độ trung bình (MHPC) và xi măng pooc lăng thông thường (OPC). Hàm lượng của NS và KS lần lượt bằng 0% (L0); 0,8% (L8N, L8K) và 1,2% (L12N, L12K) khối lượng xi măng. Kết quả chỉ ra rằng các sunfat kiềm làm tăng độ co ngót tự sinh và co ngót khô của vữa. Vữa sử dụng xi măng LHPC có độ co ngót thấp nhất. Mặt khác, ảnh hưởng của các sunfat kiềm đến độ co ngót tự sinh lớn hơn co ngót khô, trong đó KS tác động thúc đẩy độ co ngót của vữa xi măng lớn hơn so với NS.



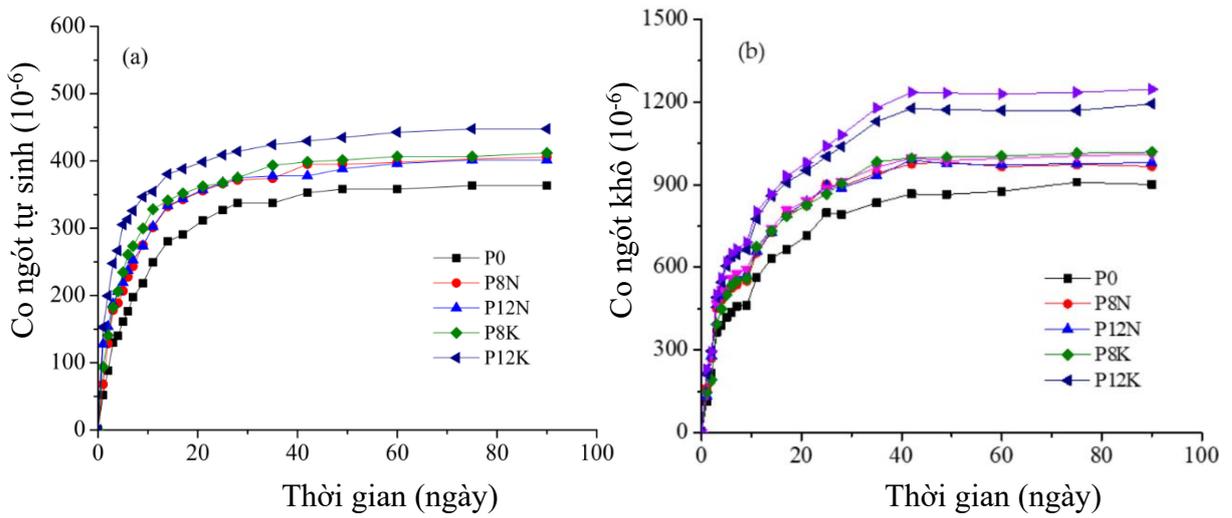
Hình 1.13. Độ co ngót của vữa LHPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau.

(a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].



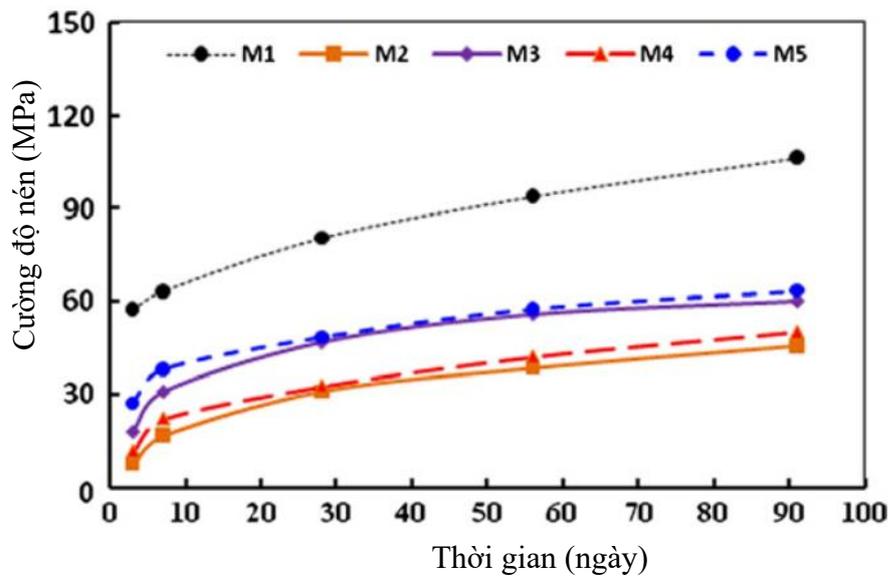
Hình 1.14. Độ co ngót của vữa MHPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau.

(a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].



Hình 1.15. Độ co ngót của vữa OPC với hàm lượng sunfat kiềm khác nhau, (a) Co ngót tự nhiên; (b) Co ngót khô [7].

A.M. Rashad và cs [8] nghiên cứu ảnh hưởng của NS đến hồ CKD gồm có xi măng pooc lăng (PC) và XL với các độ mịn khác nhau, hàm lượng NS lần lượt là 1% và 3% khối lượng CKD. Nghiên cứu này có 5 hỗn hợp hồ CKD, gồm có hỗn hợp đối chứng M1 với CKD là xi măng PC, hỗn hợp M2 với CKD là XL có độ mịn $2500 \text{ cm}^2/\text{g}$ và 1% NS; hỗn hợp M3 với CKD là XL có độ mịn $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ và 1% NS; hỗn hợp M4 với CKD là XL có độ mịn $2500 \text{ cm}^2/\text{g}$ và 3% NS; hỗn hợp M5 với CKD là XL có độ mịn $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ và 3% NS. Kết quả thí nghiệm cho thấy tăng độ mịn của XL là phương pháp hiệu quả hơn so với tăng liều lượng NS để tăng cường độ ban đầu và dài hạn của hồ CKD sử dụng XL hoạt hóa NS. Việc bổ sung NS dẫn đến sự gia tăng độ pH của các hỗn hợp hồ CKD đã đông cứng.

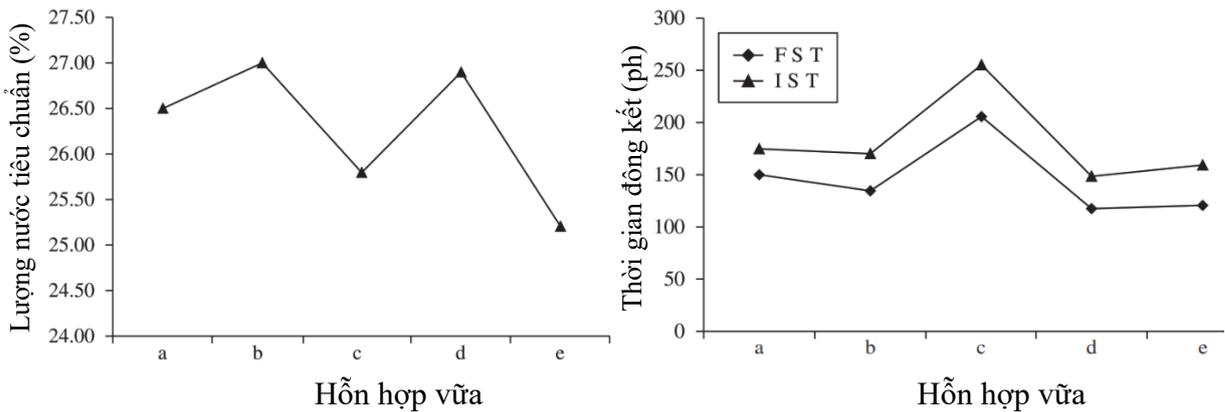


Hình 1.16. Sự phát triển cường độ nén theo thời gian của loại hồ xi măng PC và XL hoạt tính [8].

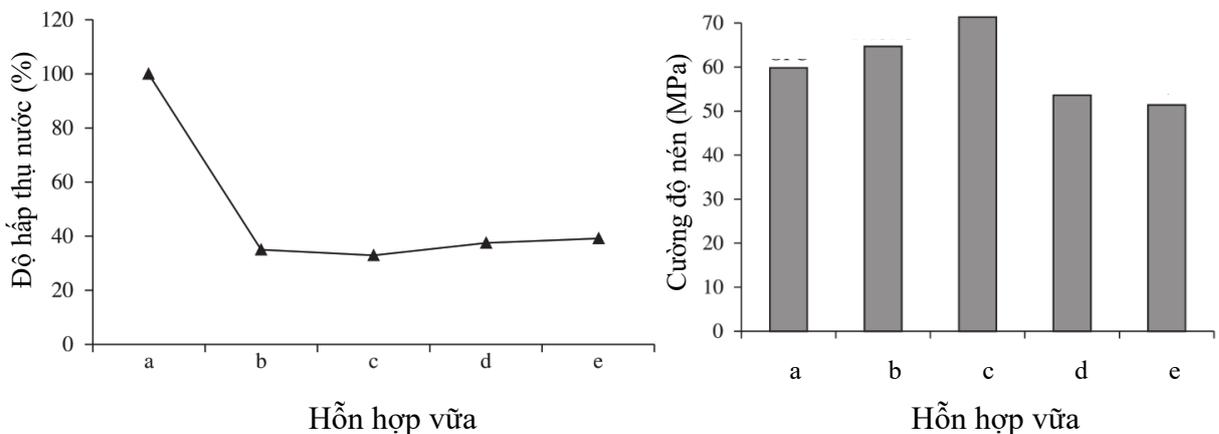
Bảng 1.1. Độ pH của các hồ CKD đã đông cứng ở các độ tuổi khác nhau [8].

Hỗn hợp	3 ngày	27 ngày	28 ngày	56 ngày	90 ngày
M1	12.78	12.77	12.74	12.74	12.80
M2	12.32	12.27	12.18	12.21	12.18
M3	12.35	12.30	12.17	12.30	12.32
M4	12.44	12.41	12.34	12.43	12.42
M5	12.49	12.49	12.32	12.39	12.40

M. Kumar và cs [9] nghiên cứu ảnh hưởng của NS đến các tính chất vữa chứa xi măng và TB, trong đó TB chiếm 20%, hàm lượng NS bằng 2% khối lượng xi măng. Nghiên cứu có 5 hỗn hợp vữa, gồm có hỗn hợp đối chứng (a) với CKD là xi măng, hỗn hợp (b) với CKD là xi măng và 20% TB; hỗn hợp (c) với CKD là xi măng, 20% TB và 0,1% phụ gia siêu dẻo (SD); hỗn hợp (d) với CKD là xi măng, 20% TB và 2% NS; hỗn hợp (e) với CKD là xi măng, 20% TB, 2% NS và 0,1% SD. Kết quả cho thấy chất siêu dẻo làm giảm kích thước lỗ rỗng và sự hấp phụ của nó trên bề mặt xi măng giảm khi có mặt NS. NS là tăng lượng nước tiêu chuẩn và làm giảm thời gian đông kết của vữa.

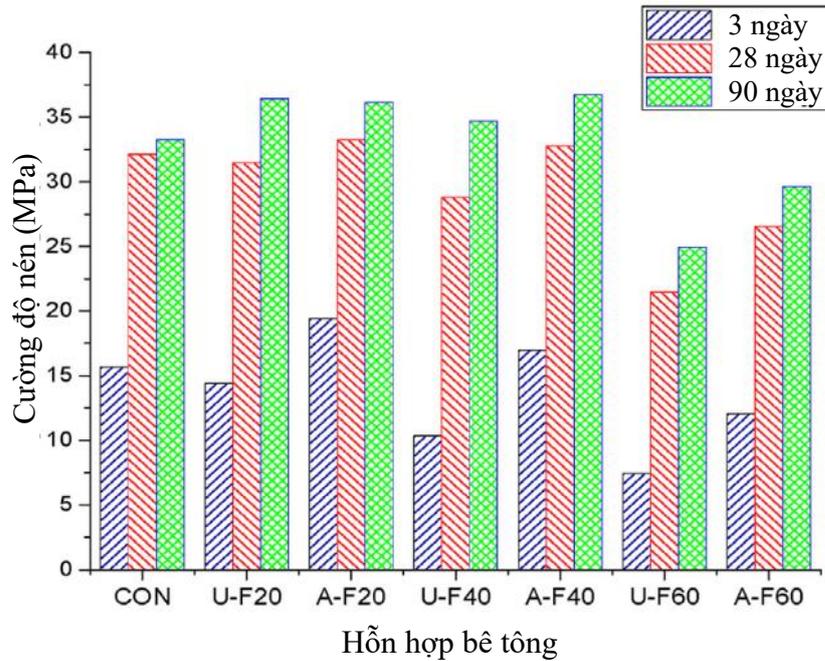


Hình 1.17. Lượng nước tiêu chuẩn (a) và thời gian đông kết (b) của các hỗn hợp vữa tươi [8].

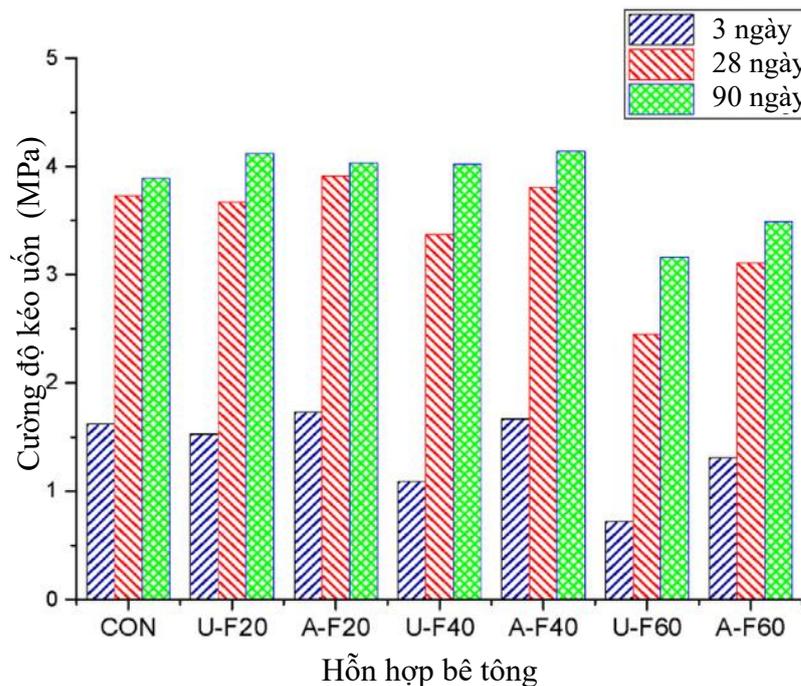


Hình 1.18. Độ hấp thụ nước (a) và cường độ nén ở 28 ngày (b) của các loại vữa đã đông cứng [8].

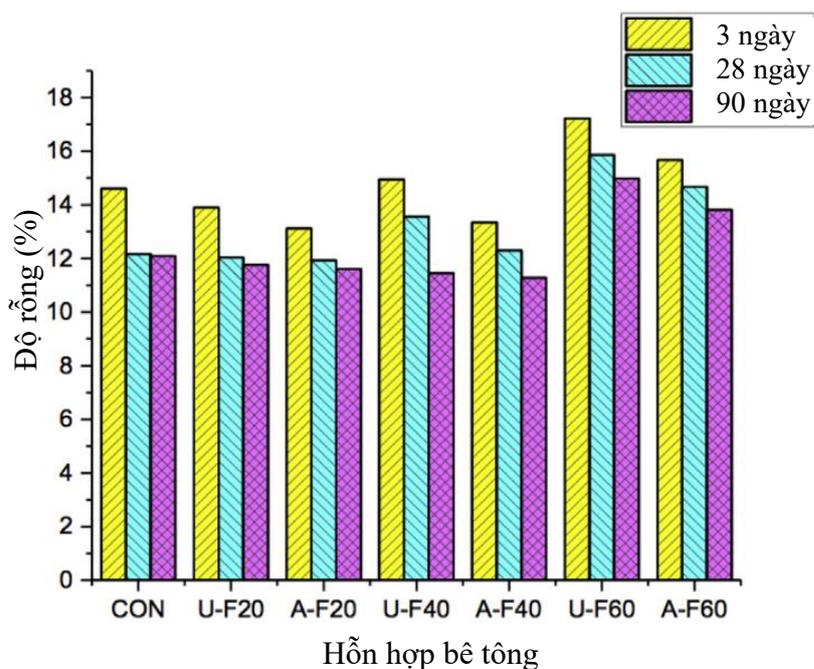
M. A. Nawaz [10] nghiên cứu các tính chất cơ học và độ bền của bê tông sử dụng TB thay thế 20%, 40% và 60% xi măng (U), đồng thời sử dụng 2% NS theo khối lượng CKD làm chất hoạt hóa cho các hỗn hợp bê tông chứa 20%, 40% và 60% (A). Kết quả cho thấy NS làm tăng cường độ ở giai đoạn đầu ở mọi mức TB. Các bê tông với 20% và 40% TB cho thấy hiệu suất cường độ tốt hơn so với bê tông thông thường ở mọi lứa tuổi. Bê tông với 20% và 40% TB khi hoạt hóa cho thấy khả năng hấp thụ và độ rỗng thấp hơn hỗn hợp đối chứng ở mọi lứa tuổi. Ngoài ra, độ thâm nhập ion clo của bê tông chứa TB và chất hoạt hóa NS thấp hơn đáng kể so với bê tông đối chứng (CON).



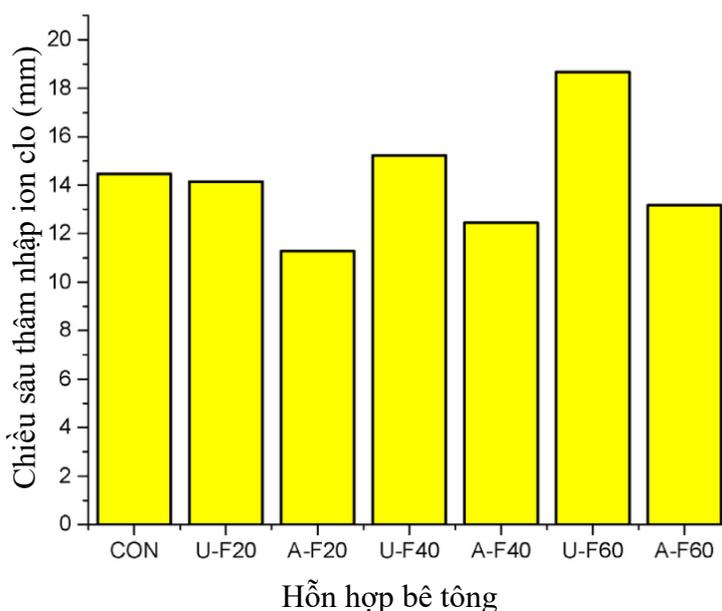
Hình 1.19. Cường độ nén của các loại bê tông [10].



Hình 1.20. Cường độ kéo uốn của các loại bê tông [10].



Hình 1.21. Độ rỗng của các loại bê tông [10].



Hình 1.22. Độ thâm nhập ion clorua trong các loại bê tông [10].

Junjie Wang và cs [11] nghiên cứu ảnh của NS và kali sunfat (KS) lên cơ chế hydrat hóa và đặc tính của vữa rót lỏng kép (DLGM) gốc xi măng canxi sunfoaluminat (CSA). Kết quả cho thấy cả NS và KS đều đẩy nhanh quá trình hydrat hóa xi măng CSA và hình thành ettringite ngay từ đầu và rút ngắn thời gian đông kết ban đầu và cuối cùng của DLGM. Các hành vi thay đổi của thời gian đông kết, nhiệt hydrat hóa và cường độ của DLGM với NS và KS được phát hiện là khác nhau và hàm lượng tối ưu của chúng cũng khác nhau. Quan sát cấu trúc vi mô cho thấy việc bổ sung NS làm cho ettringite hợp nhất thành dạng tấm và KS tạo ra các dải ettringite dài hơn xếp chồng lên nhau trong

DLGM. Khi xem xét cả thời gian đông kết và cường độ nén, lượng NS và KS được khuyến nghị lần lượt là 3% và 1,5%.

O. Onuaguluch và cs [12] nghiên cứu ảnh hưởng của 4-6% NS theo khối lượng CKD đến các tính chất của vữa hàm lượng TB cao (HVFA) và cường độ liên kết của cốt thép gắn trong vữa. Vữa chứa 0-10% muối silic, 30–40% xi măng pooc lăng và TB. Kết quả nghiên cứu cho thấy NS làm tăng tốc phản ứng puzzolan trong hỗn hợp HVFA, tiêu thụ mạnh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và tăng cường độ cơ học vữa phải vào ngày thứ 7. NS làm tăng đáng kể cường độ liên kết giữa vữa HVFA với cốt thép. Dựa trên những kết quả này, nhóm tác giả đề xuất sử dụng vữa HVFA hoạt hóa NS cho mặt đường BTXM và lớp phủ sửa chữa.

1.2. CÁC NGHIÊN CỨU VỀ BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO Ở TRONG NƯỚC

Ở Việt Nam, thời gian gần đây cũng đã có một số tác giả nghiên cứu về bê tông và vữa cường độ sớm cao, sau đây là một số nghiên cứu điển hình.

N. C. Thắng và cs [13, 14] nghiên cứu chế tạo bê tông và vữa cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminat vô định hình (ACA). Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng phụ gia khoáng muối silic (MS) và XL kết hợp với phụ gia rắn nhanh có khả năng chế tạo được bê tông với độ chảy lớn hơn 500 mm và cường độ cao rắn nhanh đảm bảo cường độ nén của bê tông sau 4h đạt trên 10 MPa và sau 28 ngày đạt trên 55 MPa. Bên cạnh đó, việc sử dụng XL với hàm lượng đến 30% thay thế xi măng theo khối lượng không làm ảnh hưởng đến tốc độ rắn chắc và phát triển cường độ của bê tông. Khi sử dụng ACA với hàm lượng 15%, cường độ của bê tông ở 4h và 28 ngày đạt tương ứng 23 MPa và 71 MPa. Mặc dù cường độ nén ở 4h thấp hơn so với mẫu sử dụng 20%ACA nhưng ở 28 ngày cường độ nén là tương đương. Bên cạnh đó, mẫu bê tông sử dụng ACA có khả năng chống thấm ion clo không có sự khác biệt so với mẫu đối chứng (không sử dụng ACA).

N. K. Tuấn và cs [15] nghiên cứu vữa khô cường độ cao rắn nhanh bằng cách sử dụng phụ gia khoáng muối silic (MS) và TB kết hợp với phụ gia rắn nhanh canxi nitrat và natri thioxyanate. Kết quả nghiên cứu cho thấy sử dụng 10%MS và 10%TB kết hợp 4% canxi nitrat và 0,8% natri thioxyanate làm gia tăng cường độ nén của vữa ở 1 ngày và 3 ngày lên khoảng 26% và 22%.

N. D. Định và cs [16] nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng canxi formate (CF) đến tính chất của xi măng pooc lăng hỗn hợp Yên Bái. Kết quả cho thấy CF làm giảm thời gian đông kết và tăng cường độ ở tuổi sớm của xi măng, khi hàm lượng CF gia tăng từ

0,1-0,4% theo khối lượng xi măng, thời gian đông kết càng giảm và cường độ nén ở tuổi sớm của xi măng càng tăng.

N. T. Đ. Khoa và cs [17] nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng NS đến cường độ chịu nén của hệ CKD với hàm lượng lớn TB. Lượng TB có trong hệ CKD lần lượt là 85, 88, 90, 93, 95 và 97% theo khối lượng CKD. Hàm lượng NS được cho vào hỗn hợp theo tỉ lệ 0, 1,5, 2,0, 2,5 và 3,0% theo khối lượng CKD. Tỉ lệ nước/chất kết dính cho tất cả cấp phối là 0,20. Kết quả chỉ ra rằng ở độ tuổi sớm 3 ngày, các mẫu sử dụng NS có cường độ chịu nén phát triển gấp 2-4 lần khi so với mẫu đối chứng. Ở 7 và 14 ngày tuổi, giá trị cường độ nén của các mẫu chứa NS vẫn còn tiếp tục tăng cao khoảng 1,5-2,0 lần so với mẫu đối chứng. Đến 28 ngày, giá trị cường độ chịu nén của mẫu đối chứng xấp xỉ gần bằng cường độ của các mẫu có chứa NS. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng NS được thêm vào đã giúp thúc đẩy sự phát triển cường độ ở độ tuổi sớm cho hệ CKD có chứa hàm lượng lớn TB và hàm lượng NS tối ưu là 2,5% theo khối lượng CKD.

L. V. Nam và cs [18] sử dụng canxi nitrat làm phụ gia rắn nhanh để cải thiện cường độ sớm của bê tông nhẹ chịu lực sử dụng TB và XLC hàm lượng lớn. Loại bê tông nhẹ chịu lực này sử dụng 27% TB (tính theo thể tích hỗn hợp bê tông) có khối lượng thể tích trong khoảng từ 1.600 đến 1.900 kg/m³, cường độ chịu nén trên 40 MPa. Sử dụng XLC thay thế 50%, 65% và 80% xi măng. Kết quả cho thấy việc sử dụng canxi nitrat đã nâng cao được cường độ nén của bê tông ở 3 và 7 ngày lên 11,6% và 9,0% tương ứng.

N. L. K. Ngọc và cs [19] nghiên cứu tính chất cơ học của hồ CKD chứa TB và XL và sử dụng 6% NS theo khối lượng CKD để hoạt hóa cường độ (hỗn hợp SAB). Tỷ lệ TB/XL theo khối lượng lần lượt là 5/95, 10/90, 15/85, 20/80 và 30/70. Kết quả cho thấy hỗn hợp SAB thể hiện khả năng chảy tốt hơn với hàm lượng TB cao hơn. Trước 7 ngày, cường độ của các mẫu SAB giảm khi hàm lượng TB tăng. Tuy nhiên, cường độ của các mẫu SAB chứa 20% và 30% FA có xu hướng tăng lên ở 28 ngày tuổi. Độ hút nước của các mẫu SAB ở 28 ngày dao động từ 12,29%-14,11%. Bên cạnh đó, sử dụng nhiều TB mang lại hiệu quả tích cực trong việc giảm co ngót khô của các mẫu SAB. Tỷ lệ TB/XL = 30/70 được khuyến nghị để sản xuất SAB cho mục đích xây dựng bền vững.

Mặc dù trên thế giới và ở nước ta đã có một số nghiên cứu sử dụng các phụ gia rắn nhanh để tăng cường độ sớm cho bê tông, vữa hay chất kết dính. Phụ gia rắn nhanh khá đa dạng gồm các loại xi măng đông kết nhanh (xi măng Sulfoaluminate, calcium aluminate, ...) cho đến các loại muối vô cơ mà điển hình là các loại muối sunfat, nitrat, ... hay các loại axit hữu cơ, ... Tuy nhiên, hiện chưa có nghiên cứu nào nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay. Bên cạnh đó, các muối sunfat là loại phụ gia rắn nhanh có sẵn trên thị trường, giá thành thấp và hiệu

quả mang lại cao hơn những loại phụ gia khác. Do vậy, đề tài sẽ tập trung nghiên cứu các tính chất cơ học và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay sử dụng phụ gia rắn nhanh muối sunfat.

1.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Chương 1 đã trình bày tổng quan về các vấn đề nghiên cứu. Phần thứ nhất của Chương 1 đã trình bày các nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao trên thế giới, phần thứ 2 đã trình bày các nghiên cứu có liên quan ở trong nước.

Như trên đã phân tích, các bê tông sử dụng các chất đông kết nhanh như muối sunfat đều cải thiện cường độ nén, cường độ uốn và một số chỉ tiêu độ bền ở độ tuổi sớm, tuy nhiên một số chỉ tiêu rất quan trọng đối với bê tông sửa chữa là cường độ dính bám với bê tông cũ và sức kháng ăn mòn cốt thép chưa được nghiên cứu, đây là một khoảng trống lớn cần phải nghiên cứu bổ sung. Bên cạnh đó, chất đông kết nhanh thường hạn chế sự thủy hóa của xi măng ở độ tuổi muộn làm giảm cường độ của bê tông, để giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực này, việc sử dụng thêm các phụ gia khoáng như TB trong bê tông là cần thiết. Do vậy, đề tài sẽ tập trung nghiên cứu các tính chất cơ học và độ bền của các BTSC sử dụng TB thay thế một phần xi măng kết hợp với chất đông kết nhanh natri sunfat, trong đó có chỉ tiêu cường độ dính bám với bê tông cũ và sức kháng ăn mòn cốt thép.

Chương 2: LỰA CHỌN VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG VÀ THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG XI MĂNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO SỬ DỤNG TRO BAY VÀ PHỤ GIA RẮN NHANH

2.1. LỰA CHỌN CÁC VẬT LIỆU ĐỂ CHẾ TẠO BÊ TÔNG XI MĂNG

2.1.1. Xi măng

Đề tài nghiên cứu sử dụng xi măng Nghi Sơn PC50 để chế tạo bê tông. Theo TCVN 2682:2020 các chỉ tiêu chất lượng của xi măng PC50 được quy định như trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng PC

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC30	PC40	PC50
1. Cường độ chịu nén (MPa) không nhỏ hơn:			
- 3 ngày ± 45 min	16	21	25
- 28 ngày ± 8 h	30	40	50
2. Thời gian đông kết (phút) - Bắt đầu, không nhỏ hơn	45		
- Kết thúc, không lớn hơn	375		
3. Độ mịn, xác định theo:	2.800		
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine (cm ² /g) không nhỏ hơn			
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Le Chatelier (mm) không lớn hơn	10		
5. Hàm lượng anhydric sunphuric SO ₃ (%) không lớn hơn	3,5		
6. Hàm lượng magie o xit SO ₃ (%) không lớn hơn	5,0 ⁽¹⁾		
7. Hàm lượng mất khi nung MKN (%) không lớn hơn:			
- Khi sử dụng phụ gia đá vôi:	3,5		
- Khi sử dụng phụ gia pozzolan:	3,0		
8. Hàm lượng cặn không tan CKT (%) không lớn hơn	1,5		
9. Hàm lượng kiềm quy đổi ⁽²⁾ Na ₂ O _{qd} ⁽³⁾ (%), không lớn hơn	0,6		
Chú thích:			
1) Cho phép hàm lượng MgO tới 6,0%, nếu độ nở autoclave (xác định theo TCVN 8877:2011) của xi măng không lớn hơn 0,8%.			
2) Chỉ áp dụng giới hạn này trong trường hợp sử dụng xi măng với cốt liệu có khả năng xảy ra phản ứng kiềm-silic mà không có sự lựa chọn nào khác để bảo vệ bê tông.			
3) Hàm lượng kiềm quy đổi (Na ₂ O _{qd}) tính theo công thức: %Na ₂ O _{qd} = %Na ₂ O + 0,658%K ₂ O.			

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ, lý và thành phần hóa học của xi măng Nghi Sơn PC50 được ghi trong Bảng 2.2 và Bảng 2.5.

Bảng 2.2. Các chỉ tiêu cơ, lý của xi măng Nghi Sơn PC50

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 2682:2020
1	Cường độ nén: - 3 ngày - 28 ngày	MPa	40,8 55,4	Min 25 Min 50
2	Thời gian đông kết: - Bắt đầu - Kết thúc	Phút	125 170	Min 45 Max 375
3	Độ ổn định thể tích	mm	0,60	Max 10
4	Độ mịn Blaine	cm ² /g	3818	--
5	Hàm lượng SO ₃	%	2,67	Max 3,5
6	Hàm lượng MgO	%	1,90	Max 5,0
7	Mất khi nung	%	1,75	--
8	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,10	--
9	Lượng nước tiêu chuẩn	%	31,0	--

Kết quả thí nghiệm cho thấy xi măng PC50 thỏa mãn TCVN 2682:2020 và phù hợp để chế tạo bê tông.

2.1.2. Tro bay

Sử dụng tro bay (TB) loại F của nhà máy nhiệt điện Fomosa Hà Tĩnh, Theo tiêu chuẩn ASTM C618:05 và TCVN 10302:2014, các chỉ tiêu chất lượng của TB được qui định trong Bảng 2.3.

Bảng 2.3. Các tính chất yêu cầu của tro bay

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	ASTM C618:05	TCVN 10302:2014
1	Tổng hàm lượng các ôxit SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	%	Min 70,0	Min 70,0
2	Hàm lượng SO ₃	%	Max 5,0	Max 5,0
3	Hàm lượng mất khi nung	%	Max 6,0	Max 12,0
4	Lượng sót trên sàng 45 µm	%	Max 34,0	Max 25,0
5	Chỉ số hoạt tính cường độ ở tuổi 28 ngày	%	Min 75,0	Min 75,0
6	Lượng nước yêu cầu	%	Max 105	Max 105,0
7	Khối lượng riêng	g/cm ³	-	-
8	Độ ẩm	%	Max 3,0	Max 3,0
9	Hàm lượng ion clorua	%	Max 0,1	Max 0,1

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ, lý và thành phần hóa học của TB được thể hiện trong Bảng 2.4 và Bảng 2.5.

Bảng 2.4. Các tính chất của tro bay loại F

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 10302:2014
1	Tổng hàm lượng ô xit $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	%	88,55	≥ 70
2	Chỉ số hoạt tính ở 28 ngày	%	88,4	≥ 75
3	Lượng nước yêu cầu	%	94,8	≤ 100
4	Lượng sót trên sàng 45 μm	%	20,8	≤ 34
5	Độ mịn Blaine	cm^2/g	3550	--
6	Hàm lượng MKN	%	3,21	≤ 8
7	Độ ẩm	%	0,64	≤ 3
8	Hàm lượng ion clorua	%	0,00	$\leq 0,1$
9	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,20	-

Bảng 2.5. Thành phần hóa học của xi măng PC50 và tro bay loại F

Thành phần hóa học	Đơn vị	Xi măng PC50	Tro bay loại F
CaO	%	64,50	1,86
SiO_2	%	18,20	48,40
Fe_2O_3	%	3,49	4,45
Al_2O_3	%	4,46	35,7
MgO	%	2,54	0,85
K_2O	%	0,85	1,71
Na_2O	%	0,11	0,13
SO_3	%	2,37	0,62
MKN	%	1,84	3,21
Chất khác	%	1,64	3,07

Kết quả thí nghiệm trên cho thấy TB loại F thỏa mãn TCVN 10302:2014 và phù hợp để chế tạo bê tông.

2.1.3. Phụ gia siêu dẻo

Sử dụng phụ gia siêu dẻo (SD) Sika ViscoCrete 8566. TCVN 8826:2024 qui định về độ đồng nhất của phụ gia hóa học như trong Bảng 2.6.

Bảng 2.6. Yêu cầu về độ đồng nhất của phụ gia hóa học

Tên chỉ tiêu	Giá trị chấp nhận được	
	Phụ gia lỏng	Phụ gia không lỏng

1. Hàm lượng chất khô (C_k), % C_k - giá trị do nhà sản xuất công bố	$C_k \pm 5$	$C_k \pm 4$
2. Khối lượng riêng (r), g/cm^3 , r - giá trị do nhà sản xuất công bố - Nếu $r > 1,1$ - Nếu $r \leq 1,1$	$r \pm 0,03$ $r \pm 0,02$	
3. Hàm lượng ion clo*, %, không lớn hơn	$\leq 0,1$ theo khối lượng hoặc giá trị nhà sản xuất công bố	
4. Độ pH (P)** P - giá trị do nhà sản xuất công bố	$P \pm 1$	
5. Hàm lượng tro, (TR), % TR - giá trị do nhà sản xuất công bố	$TR \pm 1$	
6. Phở hồng ngoại	Tương tự với mẫu chuẩn ban đầu của nhà sản xuất.	

Chú thích:

(*) Khi sử dụng phụ gia hóa học vào bê tông cốt thép ứng suất trước, hàm lượng ion clo trong phụ gia phải tuân thủ theo yêu cầu quy định riêng cho bê tông cốt thép ứng suất trước.

(**) Độ pH của phụ gia có thể bị thay đổi theo thời gian, khi có sự khác biệt lớn về độ pH (vượt quy định trong Bảng 3.9 của tiêu chuẩn này), phụ gia vẫn có thể sử dụng được nhưng phải tiến hành các thí nghiệm kiểm tra toàn bộ tính năng của phụ gia đảm bảo các yêu cầu tương theo Tiêu chuẩn này.

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu của SD 8566 theo TCVN 8826-2024 và được thể hiện trong Bảng 2.7.

Bảng 2.7. Các chỉ tiêu của phụ gia siêu dẻo ViscoCrete 8566

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thí nghiệm
Hàm lượng chất khô	%	43,2	TCVN 8826:2024
Độ PH	-	5,82	
Khối lượng riêng	g/cm^3	1,08	

2.1.4. Phụ gia rắn nhanh

Sử dụng chất hoạt hóa natri sunfat công nghiệp (NS) có độ tinh khiết 99% ở dạng bột, $KLR = 2,66 g/cm^3$.

2.1.5. Cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ

2.1.5.1. Cốt liệu lớn

Đề tài nghiên cứu sử dụng đá dăm cỡ hạt lớn nhất $D_{max} = 12,5$ mm làm cốt liệu lớn để chế tạo bê tông. Theo ASTM C33 và TCVN 7570:06, các chỉ tiêu chất lượng của đá dăm phải thỏa mãn các chỉ tiêu qui định ở Bảng 2.8 và 2.9.

Kết quả thí nghiệm thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý của đá dăm $D_{max} = 12,5$ mm được thể hiện trong Bảng 2.10 và Hình 2.1.

Bảng 2.8. Thành phần hạt của cốt liệu lớn theo ASTM C33

Cỡ sàng (mm)	Lượng sót tích lũy (%)	Lượng sót tích lũy (%)	
		Min	Max
19,0	100	100	100
12,5	97,15	90	100
4,75	7,44	0	15
2,36	2,06	0	5

Bảng 2.9. Các chỉ tiêu chất lượng yêu cầu của cốt liệu lớn

Chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
Độ nén dập (%)	≤ 10	TCVN 7572-11:2006
Hạt thoi dẹt (%)	≤ 15	TCVN 7572-13:2006
Độ mài mòn LA (%)	≤ 50	TCVN 7572-12:2006
Cường độ nén đá gốc (MPa)	≥ 100	TCVN 7572-10:2006
Hạt mềm yếu, phong hóa (%)	$\leq 1,0$	TCVN 7572-1:2006
Bụi, bùn, sét (%)	$\leq 1,0$	TCVN 7572-8:2006
Hàm lượng ion Cl ⁻ (hòa tan trong axit) (%)	$\leq 0,01$	TCVN 7572-15:2006
Hàm lượng hữu cơ	Không thấm hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006

Bảng 2.10. Các chỉ tiêu cơ, lý của đá dăm $D_{max} = 12,5$ mm

TT	Tên các chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 7570:06
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,74	-
2	Khối lượng thể tích đầm chặt	kg/m ³	1600	-
3	Độ hút nước	%	1,54	-
4	Hàm lượng thoi dẹt	%	4,12	≤ 15
5	Hàm lượng phong hóa	%	0,0	$\leq 1,0$
6	Hàm lượng bùn, bụi, sét	%	0,07	$\leq 1,0$
7	Độ mài mòn Los Angeles	%	22,8	≤ 50

Kết quả thí nghiệm trên cho thấy đá dăm thỏa mãn TCVN 7570:2006 và ASTM C33:11 và phù hợp để chế tạo bê tông.

2.1.5.2. Cốt liệu nhỏ

Đề tài nghiên cứu sử dụng cát sông (C) hạt lớn có mô đun độ lớn $\geq 2,0$ làm cốt liệu mịn để chế tạo bê tông. Theo TCVN 7570:2006 và ASTM C33:2011, thành phần hạt của cát được qui định như trong Bảng 2.11. Các chỉ tiêu chất lượng của cát được qui định ở Bảng 2.12.

Bảng 2.11. Thành phần hạt yêu cầu của cát

Kích thước lỗ sàng	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng		
	TCVN 7570:06		ASTM C33:11
	Cát thô	Cát mịn	Cát thô và cát mịn
5,0 mm	0	0	Từ 0 đến 5
2,5 mm	Từ 0 đến 20	0	Từ 0 đến 20
1,25 mm	Từ 15 đến 45	Từ 0 đến 15	Từ 15 đến 50
630 mm	Từ 35 đến 70	Từ 0 đến 35	Từ 40 đến 75
315 mm	Từ 65 đến 90	Từ 5 đến 65	Từ 70 đến 95
140 mm	Từ 90 đến 100	Từ 65 đến 90	Từ 90 đến 100
Lượng lọt qua sàng 140 μm	≤ 10	≤ 35	≤ 10

Bảng 2.12. Các chỉ tiêu chất lượng yêu cầu của cát

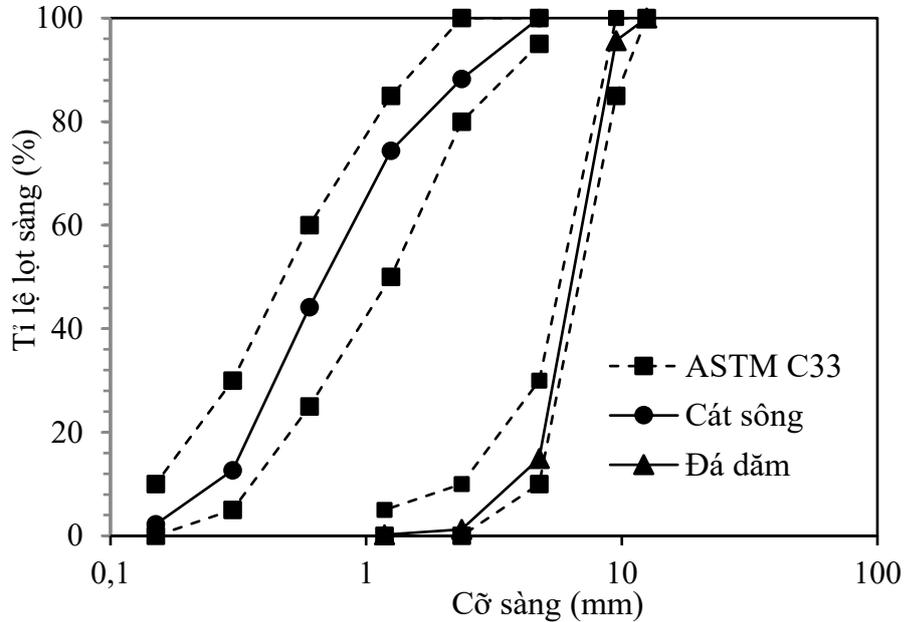
TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Mức	Phương pháp thử
1	Sét cục và các tạp chất dạng cục Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0 1,5	TCVN 7572-8:2006
2	Mô đun độ lớn	-	2,0-3,3	TCVN 7572-2:2006
3	Hàm lượng ion Cl ⁻	%	0,05	TCVN 7572-15:2006
5	Hàm lượng mica	%	-	TCVN 7572-20:2006
5	Tạp chất hữu cơ	-	Không thăm hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ, lý và thành phần hạt của C được thể hiện trong Bảng 2.13 và trên Hình 2.1.

Bảng 2.13. Các chỉ tiêu cơ, lý của cát sông

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 7570:2006
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,64	-
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm^3	1,44	-
3	Độ hút nước	%	1,15	-
4	Độ hồng tự nhiên	%	45,4	-

5	Mô đun độ lớn	-	2,78	2,0-3,3
6	Hàm lượng bùn sét	%	0,56	≤ 1,5
7	Hàm lượng ion Cl ⁻	%	0,00	≤ 0,05
8	Tạp chất hữu cơ	-	Sáng hơn màu chuẩn	Không thẫm hơn màu chuẩn



Hình 2.1. Thành phần hạt của đá dăm và cát sông

Các chỉ tiêu cơ, lý và thành phần hạt của C thỏa mãn TCVN 7570:2006 và ASTM C33:2011 và phù hợp để chế tạo bê tông.

2.1.6. Nước trộn hỗn hợp bê tông

Sử dụng nước máy sạch phù hợp với TCVN 4506:2012 để trộn các hỗn hợp bê tông.

2.2. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN VẬT LIỆU BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO

Bê tông sửa chữa cần có cường độ cao, do vậy chúng được xem như bê tông cường độ cao, đề tài tham khảo Tiêu chuẩn của Hoa Kỳ ACI 211.4R [20] để thiết kế thành phần vật liệu của các bê tông sửa chữa.

2.2.1. Xác định cường độ yêu cầu của bê tông

Khi không xác định được độ lệch chuẩn thì cường độ chịu nén trung bình yêu cầu được tính theo công thức sau [21]:

$$f_{cr}' = 1,1.f_c' + 4,8 \text{ (MPa)} \quad (2.1)$$

Khi thiết kế thành phần bê tông trong phòng thí nghiệm, cường độ chịu nén trung bình yêu cầu được tính theo công thức sau:

$$f_{cr}' = (1,1f_c' + 4,8)/0,9 \text{ (MPa)} \quad (2.2)$$

Trong đó:

f_{cr} là cường độ chịu nén trung bình yêu cầu, MPa

f_c là cường độ chịu nén đặc trưng, MPa

2.2.2. Xác định các thành phần của bê tông

* Bước 1: Chọn độ sụt gốc của hỗn hợp bê tông yêu cầu

Giá trị độ sụt gốc được đưa ra ở Bảng 2.14.

Độ sụt từ 2,5-5,0 cm được sử dụng để lựa chọn lượng nước ban đầu. Độ sụt thực tế khi thi công có thể lớn hơn tùy theo yêu cầu của kết cấu công trình và đạt được với hàm lượng phụ gia giảm nước cao tối ưu.

Đối với những bê tông cường độ cao không dùng phụ gia giảm nước cao, độ sụt đã kiến nghị sử dụng từ 5-10 cm có thể được chọn theo loại kết cấu thích hợp. Các bê tông với độ sụt nhỏ hơn 5 cm là khó khăn để đầm. Do đó bê tông cường độ cao thường sử dụng phụ gia giảm nước cao.

* Bước 2: Chọn kích thước tối đa của cốt liệu

Dựa trên yêu cầu cường độ, kích thước tối đa danh nghĩa khuyến khích cho cốt liệu thô được đưa ra trong Bảng 2.15.

* Bước 3: Chọn tối ưu hàm lượng cốt liệu thô

Lượng cốt liệu thô được đưa ra trong Bảng 2.16 như một hàm của kích thước tối đa. Các giá trị được đưa ra trong Bảng 2.17 được khuyến cáo để sử dụng với cốt liệu mịn có giá trị mô đun độ mịn 2,5-3,2. Khối lượng cốt liệu thô được tính theo công thức:

$$D = \rho_d \cdot V_d \quad (2.3)$$

Trong đó:

ρ_d : Khối lượng thể tích đầm chặt của cốt liệu lớn, kg/m³;

V_d : Thể tích của cốt liệu lớn đã đầm chặt trên một đơn vị thể tích bê tông xác định theo Bảng 2.18.

* Bước 4: Ước tính lượng nước trộn và hàm lượng không khí

Lượng nước trộn và không khí của bê tông tươi được lựa chọn theo Bảng 2.17.

Bảng 2.14. Đề xuất độ sụt cho bê tông có và không có phụ gia siêu dẻo

Bê tông sử dụng phụ gia siêu dẻo	
Độ sụt trước khi thêm phụ gia siêu dẻo	2,5 – 5,0 cm
Bê tông không sử dụng phụ gia siêu dẻo	

Độ sụt	5,0 – 10,0 cm
--------	---------------

Bảng 2.15. Kích thước lớn nhất của cốt liệu lớn

Cường độ bê tông yêu cầu, MPa	Kích thước lớn nhất của cốt liệu lớn D_{max} , mm
≤ 62	$D_{max} = 19,0-25,0$
> 62	$D_{max} = 9,5-12,5(*)$
Ghi chú: (*) Khi sử dụng phụ gia giảm nước cao và lựa chọn cốt liệu thô, cường độ chịu nén của bê tông trong phạm vi 62÷83 MPa có thể sử dụng lớn hơn cỡ hạt lớn nhất danh định của cốt liệu thô lên đến tới 25 mm.	

Bảng 2.16. Thể tích của đá dăm đã đầm chặt trên một đơn vị thể tích bê tông

Thể tích đá tối ưu ở các đường kính lớn nhất (với $M_{cát} = 2,5 - 3,2$)				
Đường kính lớn nhất của đá, mm	9,5	12,5	19,0	25,0
Thể tích đá dăm trong 1 m ³ bê tông, m ³	0,63-0,65	0,65-0,68	0,69-0,72	0,73-0,75

*** Bước 5: Lựa chọn tỉ lệ N/CKD**

Tỉ lệ N/CKD phụ thuộc cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu lớn, cường độ bê tông yêu cầu, phụ gia siêu dẻo.

- Khi không dùng phụ gia siêu dẻo tỉ lệ N/CKD khuyến dùng như Bảng 2.18.
- Khi dùng phụ gia siêu dẻo thì tỉ lệ N/CKD khuyến dùng như Bảng 2.19.

*** Bước 6: Xác định khối lượng chất kết dính**

Khối lượng chất kết dính cần thiết trên 1 m³ bê tông được tính bằng cách chia lượng nước cho tỉ lệ N/CKD:

$$CKD = N \cdot \frac{CKD}{N} \text{ (kg)} \quad (2.4)$$

Bảng 2.17. Lượng nước trộn và lượng không khí của bê tông tươi trên cơ sở sử dụng cát có độ rỗng 35%

Độ sụt, cm	Lượng nước trộn theo D_{max} của cốt liệu lớn, lit/m ³			
	9,5 mm	12,5 mm	19,0 mm	25,0 mm
2,5 – 5,0	183	174	168	165
5,0 – 7,5	189	183	174	171
7,5 – 10,0	195	189	180	177
Hàm lượng không khí	3,0(2,5)	2,5(2,0)	2,0(1,5)	1,5(1,0)
Nếu cát sử dụng không có độ rỗng 35% thì phải điều chỉnh lượng nước theo công thức sau: $N_{đc} = (r_c - 35) \times 4,7 \text{ lit/m}^3$. Với r_c là độ rỗng của cát. Giá trị trong ngoặc đơn khi sử dụng phụ gia siêu dẻo.				

Bảng 2.18. Giá trị tối đa N/CKD khuyến dùng đối với bê tông được sản xuất không có phụ gia siêu dẻo

Cường độ trung bình yêu cầu, f_{cr} , MPa	Tỉ lệ N/CKD phụ thuộc vào kích cỡ lớn nhất của cốt liệu lớn D_{max} (mm)			
	9,5	12,5	19,0	25,0
48	0,42	0,41	0,40	0,39
55	0,35	0,34	0,33	0,33
62	0,30	0,29	0,29	0,28
69	0,26	0,26	0,25	0,25

Bảng 2.19. Giá trị tối đa N/CKD khuyến dùng đối với bê tông được sản xuất có phụ gia siêu dẻo

Cường độ bê tông yêu cầu ở 28 ngày tại công trường, f_{yc} , MPa	Tỉ lệ N/CKD phụ thuộc vào kích cỡ lớn nhất của cốt liệu lớn D_{max} (mm)			
	9,5	12,5	19,0	25,0
48	0,50	0,48	0,45	0,43
55	0,44	0,42	0,40	0,38
62	0,38	0,36	0,35	0,34
69	0,33	0,32	0,31	0,30
76	0,30	0,29	0,27	0,27
83	0,27	0,26	0,25	0,25

*** Bước 7: Xác định khối lượng xi măng và tro bay**

1. Trường hợp không dùng TB thì khối lượng xi măng cần thiết 1 m³ bê tông bằng chính khối lượng chất kết dính:

$$X = \text{CKD (kg)} \quad (2.5)$$

2. Trường hợp dùng TB với tỉ lệ a (%) thay thế một phần CKD thì khối lượng TB cần cho 1 m³ bê tông là:

$$\text{TB} = a.\text{CKD (kg)} \quad (2.6)$$

Khối lượng xi măng cần cho 1 m³ bê tông là:

$$X = \text{CKD} - \text{TB} = (1 - a).\text{CKD (kg)} \quad (2.7)$$

*** Bước 8: Xác định khối lượng phụ gia rắn nhanh**

Khối lượng của chất đông kết nhanh NS được xác định theo khối lượng của CKD, khi sử dụng hàm lượng NS là b (%), khối lượng NS được tính như sau:

$$\text{NS} = b.\text{CKD (kg)} \quad (2.8)$$

*** Bước 9: Xác định khối lượng cát sông**

1. Khi không có TB và NS, khối lượng cát được tính theo công thức:

$$C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{Đ}{\rho_D} - N]. \rho_C \text{ (kg)} \quad (2.9)$$

2. Khi có TB, khối lượng cát được tính theo công thức:

$$C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{TB}{\rho_{TB}} - \frac{Đ}{\rho_D} - N]. \rho_C \text{ (kg)} \quad (2.10)$$

3. Khi có TB và NS, khối lượng cát được tính theo công thức:

$$C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{TB}{\rho_{TB}} - \frac{Đ}{\rho_D} - \frac{NS}{\rho_{NS}} - N]. \rho_C \text{ (kg)} \quad (2.11)$$

Trong đó:

- X, N, C, Đ, TB, NS: là khối lượng của xi măng, nước, cát, đá, TB và natri sunfat tính cho một m³ bê tông.

- $\rho_X, \rho_C, \rho_D, \rho_{TB}, \rho_{NS}$: là khối lượng riêng của xi măng, cát, đá, TB và natri sunfat.

*** Bước 10: Chọn tỉ lệ phụ gia siêu dẻo**

Cần sử dụng SD trong thành phần vật liệu bê tông để tăng tính công tác và đảm bảo độ sụt theo yêu cầu. Khi dùng SD thì lượng nước có thể giảm từ 15-30% tùy thuộc vào loại SD sử dụng. Có thể sử dụng SD cho các hỗn hợp mà không cần điều chỉnh các tỉ lệ hỗn hợp để cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông.

Liều lượng sử dụng SD thông qua các khuyến cáo của các nhà sản xuất và các thí nghiệm. Thường từ 0,50-2,5 lít/100 kg xi măng và có thể nhiều hơn tùy theo yêu cầu về độ sụt và đặc tính của kết cấu.

*** Bước 11: Các hỗn hợp thử nghiệm**

Các hỗn hợp thử nghiệm theo tỉ lệ đã tính ở trên cần tạo ra một tập hợp các thử nghiệm để xác định tính công tác và các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông. Các khối lượng của cốt liệu, nước phải điều chỉnh cho phù hợp với độ ẩm của cốt liệu. Nếu các đặc tính mong muốn của bê tông không đạt được thì cần được điều chỉnh theo hướng dẫn sau đây để tạo ra tính công tác mong muốn.

1. Độ sụt ban đầu: Nếu độ sụt ban đầu của hỗn hợp thử nghiệm không nằm trong phạm vi mong muốn thì cần phải điều chỉnh lượng SD phù hợp. Hàm lượng cát sau đó cũng được điều chỉnh để đảm bảo sản lượng bê tông.

2. SD phải được thử dần với các liều lượng khác nhau để xác định được tính công tác yêu cầu của bê tông.

3. Tỷ lệ N/CKD: Nếu cường độ của bê tông không đạt được khi sử dụng các tỷ lệ N/CKD đã chọn thì các hỗn hợp trộn thử nghiệm phụ thêm có tỷ lệ N/CKD thấp hơn cần phải được kiểm tra. Nếu vẫn không tăng được cường độ nén thì cần xem xét lại sự thích hợp của các vật liệu sử dụng.

*** Bước 12: Lựa chọn thành phần bê tông**

Sau khi đã đúc thử kiểm tra đảm bảo yêu cầu về tính công tác, đạt được cường độ mục tiêu và một số chỉ tiêu khác (nếu có), tiến hành hiệu chỉnh lại lượng cát để đảm bảo tổng thể tích các vật liệu trong từng hỗn hợp đạt thể tích tuyệt đối là 1000 lít.

Công việc kiểm tra cường độ và một số chỉ tiêu khác (nếu có) thường chỉ thực hiện đối với bê tông đối chứng, đối với những bê tông khác (chứa TB và NS) là những đối tượng nghiên cứu nên chỉ kiểm tra tính công tác để xác định chính xác các lượng vật liệu sử dụng cho 1 m³ bê tông.

2.2.3. Thiết kế thành phần vật liệu các bê tông cường độ sớm cao

Trước tiên, đề tài sẽ thiết kế thành phần vật liệu của bê tông đối chứng không sử dụng TB và chất đông kết nhanh đảm bảo độ sụt yêu cầu 10-12 cm, cường độ nén trung bình ở 28 ngày trên 60 MPa.

Các BTSC sẽ được thiết kế trên cơ sở bê tông đối chứng đảm bảo độ sụt yêu cầu 10-12 cm, bằng cách sử dụng TB thay thế 15% xi măng và chất đông kết nhanh NS thay thế xi măng lần lượt là 0, 1,5%, 2,5%, 3,5% và 4,5%.

2.2.3.1. Bê tông đối chứng không sử dụng tro bay và natri sunfat có cường độ nén trung bình 60 MPa

Bước 1: Chọn cường độ và độ sụt yêu cầu

Cường độ nén trung bình của bê tông thiết kế yêu cầu đạt trên 60 MPa, chọn độ sụt yêu cầu SN = 10,0-12,0 cm.

Bước 2: Lựa chọn kích thước tối đa của cốt liệu lớn

Chọn $D_{\max} = 12,5$ mm.

Bước 3: Xác định lượng nước trộn

Ta có SN = 10,0-12,0 cm; $D_{\max} = 12,5$ mm tra Bảng 2.17 chọn N = 182 lít.

Bước 4: Lựa chọn tỷ lệ N/CKD

Ta có $D_{\max} = 12,5$ mm; $f_{cr} = 60$ MPa, tra Bảng 2.19 chọn tỷ lệ N/CKD = 0,35.

Bước 5: Tính toán khối lượng cốt liệu lớn (Đ)

Khối lượng cốt liệu thô được tính theo công thức: $\mathbb{D} = \rho_{\mathbb{d}} \cdot V_{\mathbb{d}}$

Trong đó:

$\rho_{\mathbb{d}}$ - khối lượng thể tích đầm chặt của cốt liệu lớn, $\rho_{\mathbb{d}} = 1600 \text{ kg/m}^3$

$V_{\mathbb{d}}$ - thể tích của cốt liệu lớn đã đầm chặt, tra Bảng 2.16, chọn $V_{\mathbb{d}} = 0,60$.

Vậy $\mathbb{D} = 1600 \times 0,60 = 960 \text{ (kg)}$

Bước 6: Xác định khối lượng chất kết dính (CKD)

$$\text{CKD} = N \cdot \frac{\text{CKD}}{N} = 182 / 0,35 = 520 \text{ (kg)}$$

Bước 7: Xác định khối lượng xi măng

Khối lượng xi măng là: $\text{XM} = \text{CKD} = 520 \text{ (kg)}$

Bước 8: Xác định khối lượng cốt liệu nhỏ (C)

Lượng cát:
$$C = \left[1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{\mathbb{D}}{\rho_{\mathbb{D}}} - N \right] \cdot \rho_C$$

$$C = \left[1000 - \frac{520}{3,1} - \frac{960}{2,74} - 182 \right] \cdot 2,64 = 791,7 \text{ (kg)}$$

Bước 9: Thử độ sụt để xác định lượng phụ gia siêu dẻo

Tính toán thành phần hỗn hợp cho mẻ trộn khoảng 12 lít của bê tông đối chứng không sử dụng TB và NS với các liều lượng siêu dẻo khác nhau theo % xi măng để thử độ sụt đảm bảo đạt từ 10,0-12,0 cm. Lượng SD xác định được như sau:

$$\text{SD} = 3,38 \text{ kg/m}^3 \text{ (0,65\% xi măng)}$$

Lượng cát phải được điều chỉnh lại bằng cách trừ thêm lượng SD để tổng thể tích các loại vật liệu là 1000 lít.

$$C = \left[1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{\mathbb{D}}{\rho_{\mathbb{D}}} - \frac{\text{SD}}{\rho_{\text{SD}}} - N \right] \cdot \rho_C = \left[1000 - \frac{520}{3,1} - \frac{960}{2,74} - \frac{3,38}{1,08} - 182 \right] \cdot 2,64 = 783,5$$

(kg)

Bước 10: Các mẻ trộn thử, điều chỉnh thành phần và chọn các hỗn hợp tối ưu

Tiến hành đúc các mẫu bê tông hình trụ kích thước $d_{xh} = 100 \times 200 \text{ mm}$ để xác định cường độ nén. Mục tiêu là cường độ nén trung bình của bê tông đối chứng đạt trên 60 MPa ở 28 ngày. Sau khi thử nghiệm cường độ nén ở 28 ngày và đạt cường độ yêu cầu (67,8 MPa), thành phần của bê tông đối chứng được lựa chọn ghi ở Bảng 2.20.

2.2.3.2. Bê tông sử dụng tro bay thay thế 15% xi măng

- Lượng tro bay: $TB = a.CKD = 15 \times 520 / 100 = 78$ (kg)

- Lượng xi măng: $X = 520 - 78 = 442$ (kg)

- Lượng cát sông: $C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{Đ}{\rho_D} - \frac{TB}{\rho_{TB}} - N] \cdot \rho_C$

$$C = [1000 - \frac{442}{3,1} - \frac{960}{2,74} - \frac{78}{2,2} - 182] \cdot 2,64 = 764,5 \text{ (kg)}$$

- Lượng siêu dẻo: $SD = 2,6 \text{ kg/m}^3$ (0,5% xi măng) đảm bảo độ sụt từ 10,0-12,0 cm.

- Lượng cát sông sau khi điều chỉnh bằng cách trừ lượng SD là:

$$C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{Đ}{\rho_D} - \frac{TB}{\rho_{TB}} - \frac{SD}{\rho_{SD}} - N] \cdot \rho_C$$

$$C = [1000 - \frac{442}{3,1} - \frac{960}{2,74} - \frac{78}{2,2} - \frac{2,6}{1,08} - 182] \cdot 2,64 = 758,1 \text{ (kg)}$$

2.2.3.3. Bê tông sử dụng tro bay thay thế 15% xi măng kết hợp với chất đông kết nhanh

a. Bê tông sử dụng tro bay thay thế 15% xi măng kết hợp với NS thay thế 1,5% xi măng

- Lượng tro bay: $TB = a.CKD = 15 \times 520 / 100 = 78$ (kg)

- Lượng NS: $NS = b.CKD = 1,5 \times 520 / 100 = 7,8$ (kg)

- Lượng X: $X = 520 - 78 - 7,8 = 434,2$ (kg)

- Lượng cát sông: $C = [1000 - \frac{X}{\rho_X} - \frac{TB}{\rho_{TB}} - \frac{Đ}{\rho_D} - \frac{NS}{\rho_{NS}} - N] \cdot \rho_C$

$$C = [1000 - \frac{520}{3,1} - \frac{960}{2,74} - \frac{78}{2,2} - \frac{7,8}{2,66} - 182] \cdot 2,64 = 763,44 \text{ (kg)}$$

- Lượng siêu dẻo: $SD = 2,86 \text{ kg/m}^3$ (0,5% xi măng) đảm bảo độ sụt từ 10,0-12,0 cm

- Lượng cát sông sau khi điều chỉnh là: $C = 756,3$ (kg).

b. Bê tông sử dụng tro bay thay thế 15% xi măng và kết hợp với NS thay thế 2,5%, 3,5% và 4,5% xi măng

Khối lượng các loại vật liệu được xác định tương như mục a.

- Lượng tro bay: $TB = 78$ (kg)

- Lượng NS với hàm lượng bằng 2,5%, 3,5% và 4,5% xi măng tương ứng là 13,0 (kg); 18,2 (kg) và 23,4 (kg).

- Lượng siêu dẻo tương ứng với hàm lượng NS = 2,5%, 3,5% và 4,5% xi măng là 3,38 (kg); 3,64 (kg) và 4,16 (kg);

- Lượng cát sông tương ứng với NS = 2,5%, 3,5% và 4,5% xi măng sau khi điều chỉnh là: C = 754,3 (kg); C = 752,9 (kg); C = 750,9 (kg).

Kết quả tính toán thành phần vật liệu của các hỗn hợp bê tông sửa chữa được trình bày trong Bảng 2.20.

Bảng 2.20. Thành phần vật liệu của các bê tông sửa chữa

Kí hiệu BTSC	Đ (kg)	C (lít)	X (kg)	TB (kg)	N (kg)	NS (kg)	SD (kg)	N/CKD	SN (cm)
0TB0NS	960,0	783,5	520,0	0,0	182,0	0,0	3,38	0,35	10-12
15TB0NS	960,0	758,1	442,0	78,0	182,0	0,0	2,60		
15TB1,5NS	960,0	756,3	434,2	78,0	182,0	7,8	2,86		
15TB2,5NS	960,0	754,3	429,0	78,0	182,0	13,0	3,38		
15TB3,5NS	960,0	752,9	423,8	78,0	182,0	18,2	3,64		
15TB4,5NS	960,0	750,9	418,6	78,0	182,0	23,4	4,16		

2.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Đã lựa chọn và thí nghiệm xác định được các chỉ tiêu chất lượng của các vật liệu để chế tạo bê tông.

Đã lựa chọn được phương pháp thiết kế thành phần vật liệu các BTSC và thiết kế được thành phần vật liệu của bê tông đối chứng có cường độ nén trung bình ở 28 ngày đạt trên 60 MPa; thiết kế được thành phần vật liệu của các BTSC sử dụng TB thay thế 15% xi măng và NS thay thế (1,5-4,5)% xi măng.

Chương 3: XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO UỐN, CƯỜNG ĐỘ NÉN, CƯỜNG ĐỘ BẮM DÍNH VỚI BÊ TÔNG CŨ VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU ĐỘ BỀN CỦA BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SỚM CAO

3.1. CÔNG TÁC ĐÚC VÀ BẢO DƯỠNG CÁC MẪU BÊ TÔNG

Các loại vật liệu được cân theo khối lượng bằng cân tự động. Trước khi cân các loại vật liệu cho một mẻ trộn cần phải xác định độ ẩm của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ để trừ lượng nước có trong cốt liệu đảm bảo lượng nước đúng theo thiết kế.

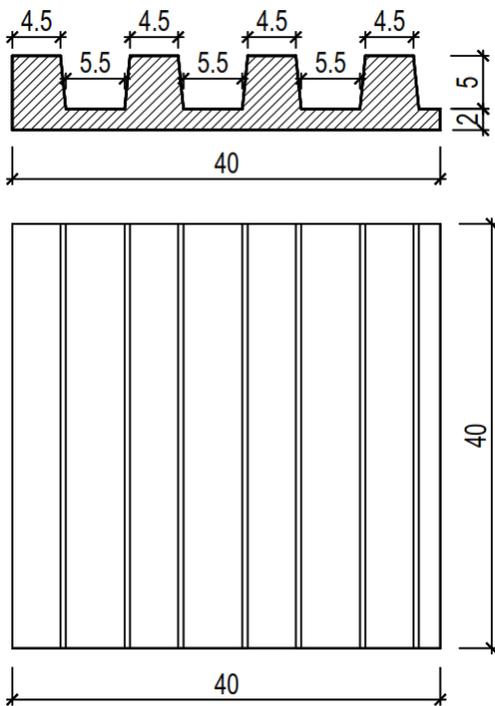
Các loại vật liệu được cân và để riêng theo từng thùng hoặc bao riêng, riêng SD và NS sau khi cân xong thì cho vào nước và trộn đều. Công tác trộn hỗn hợp bê tông được thực hiện trong máy trộn cưỡng bức trục ngang dung tích 60 lít, gồm 2 giai đoạn là trộn khô và trộn ướt. Đầu tiên cho cát, đá, xi măng và TB vào máy trộn khô, thời gian trộn khô khoảng 200 vòng để hỗn hợp đồng đều. Sau đó cho nước đã trộn đều với SD và NS vào máy trộn để trộn ướt, thời gian trộn ướt khoảng 300 vòng đảm bảo hỗn hợp được trộn đều, đồng màu, đồng nhất.

Việc đúc các mẫu BTXM thực hiện theo TCVN 3105:2022. Trước khi đúc mẫu phải chuẩn bị khuôn đúc. Khuôn đúc các mẫu bê tông để thí nghiệm cường độ kéo uốn là khuôn dầm 100x100x400 mm, sau khi thí nghiệm uốn dùng các mẫu dầm gãy để thí nghiệm xác định cường độ nén. Khuôn đúc mẫu bê tông để thí nghiệm xác định độ thấm clorua và vận tốc xung siêu âm là khuôn trụ 100x200 mm. Các khuôn được quét một lớp dầu chống dính và cho lên bàn rung. Đổ hỗn hợp bê tông vào đầy khuôn với khuôn lẵng trụ 100x100x400 mm và một nửa khuôn với khuôn trụ 100x200 mm, điều khiển bàn rung rung cho đến khi hỗn hợp bê tông trong khuôn nổi đều bọt khí và hồ xi măng lên bề mặt, sau đó dùng bay gạt hỗn hợp bê tông thừa và hoàn thiện phẳng bề mặt mẫu. Đối với mẫu trụ 100x200 mm, tiếp tục cho hỗn hợp bê tông vào đầy khuôn và rung tiếp đảm bảo yêu cầu như khi đầm lên lớp thứ nhất, sau đó gạt hỗn hợp bê tông thừa và hoàn thiện phẳng bề mặt mẫu.

Đối với các mẫu được đúc để thí nghiệm xác định độ dính bám, trước tiên đúc các mẫu bê tông đôi chứng 0TB0NS trên khuôn 40x40x160 mm, trên hai đầu khuôn được lắp đặt 2 tấm ván khuôn thép với các rãnh tạo ra (Hình 3.1) nhằm liên kết tốt giữa bê tông cũ và bê tông mới. Các mẫu 0TB0NS sau khi đúc được bảo dưỡng trong nước đến 7 ngày, sau đó vớt các mẫu để khô trong không khí 1 ngày, rồi cắt đôi các mẫu để nối với các bê tông mới là 0TB0NS, 15TB0NS, 15TB01,5NS, 15TB2,5NS, 15TB3,5NS và 15TB4,5NS. Các nửa mẫu sau khi cắt được lắp đặt vào khuôn và tiến hành đúc các mẫu nối giữa bê tông cũ và bê tông sửa chữa mới (Hình 3.2).

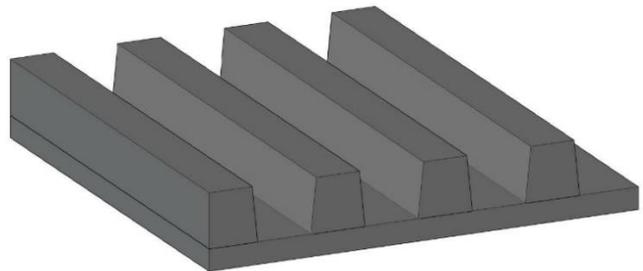


Hình 3.1. Đúc các mẫu dầm và mẫu trụ bê tông



Hình 3.2. Ván khuôn thép tạo các rãnh trên hai đầu mẫu mẫu bê tông đối chứng OTBONS.

(a, b) kích thước và hình dạng ván khuôn tạo rãnh; (c) đúc các mẫu bê tông OTBONS tạo rãnh ở 2 đầu; (d) đúc các mẫu bê tông nối giữa bê tông cũ và bê tông mới.



Sau khi đúc khoảng 0,5 h, các khuôn mẫu được phủ ẩm bằng giẻ ẩm trong phòng. Sau 6 h tiến hành tháo khuôn rồi ngâm mẫu trong bể dưỡng hộ cho đến ngày thí nghiệm.

3.2. XÁC ĐỊNH ĐỘ SỤT VÀ ĐỘ PH CỦA CÁC HỖN HỢP BÊ TÔNG TƯƠI

3.2.1. Độ sụt

Độ sụt của các hỗn hợp BTSC thực hiện theo ASTM C143. Độ sụt của các hỗn hợp bê tông (HHBT) được khống chế trong khoảng 10-12 cm. HHBT sau khi được trộn đều, đồng nhất thì tiến hành thử độ sụt, độ sụt của mỗi hỗn hợp bê tông là giá trị trung bình của 2 lần thử.

Với HHBT đối chứng 0TB0NS, lượng SD cần dùng là $3,68 \text{ kg/m}^3$ để đạt độ sụt 10-12 cm; khi bổ sung 15%TB (15TB0NS), lượng SD cần dùng giảm xuống là $2,60 \text{ kg/m}^3$; đối với các HHBT 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS, lượng SD lần lượt tương ứng là 2,86, 3,38, 3,64 và $4,16 \text{ kg/m}^3$ để đạt độ sụt 10-12 cm. Điều này có nghĩa là khi sử dụng NS có xu hướng làm giảm độ sụt của các HHBT, lượng NS càng nhiều thì cần lượng SD càng nhiều. TB có dạng hình cầu và bề mặt thủy tinh làm cho hỗn hợp bê tông tươi linh động, các hạt dễ trượt lên nhau dẫn đến cải thiện độ sụt, phù hợp với nhiều nghiên cứu báo cáo trước đây [22, 23]. Trong khi NS làm giảm độ sụt là do NS đẩy nhanh phản ứng của các chất kết dính, ngoài ra, bổ sung NS có thể cải thiện lực dính của hỗn hợp bê tông tươi, điều này cũng góp phần làm giảm độ sụt của các HHBT.

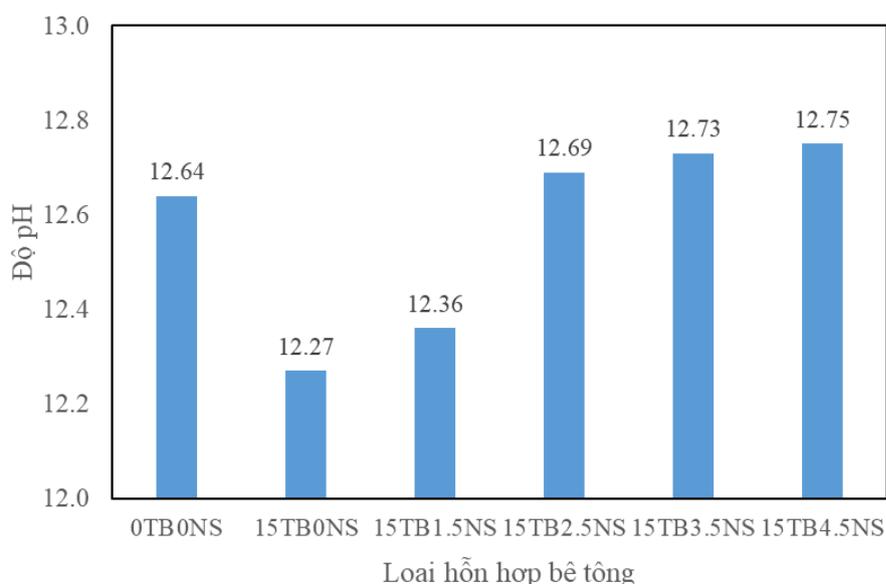
3.2.2. Độ pH

Thí nghiệm xác định độ pH của hỗn hợp bê tông tươi bằng máy đo độ pH để bàn Seven Compact S220 với màn hình hiển thị 3 số thập phân, thang đo của máy từ 0-20 pH, độ chính xác $\pm 0,002 \text{ pH}$.



Hình 3.3. Thí nghiệm xác định độ pH của các hỗn hợp bê tông tươi

Độ PH được đo trong quá trình đúc các mẫu bê tông, chuẩn bị 1 ca có dung tích khoảng 1,5 lít, các hỗn hợp bê tông được sàng qua sàng 5 mm để loại bỏ cốt liệu thô, sau đó cho hỗn hợp bê tông vào khoảng 1/2 ca, cắm đầu dò ngập vào hỗn hợp bê tông trong ca và đợi cho đến khi số hiển thị trên màn hình ổn định (khoảng 5-7 phút) và đọc giá trị pH (Hình 3.3). Độ pH của các hỗn hợp bê tông được thể hiện trên Hình 3.4.



Hình 3.4. Độ pH của các hỗn hợp bê tông tươi

Khi sử dụng TB thay thế 15% X, độ pH của bê tông tươi giảm xuống khoảng 2,93% so với bê tông đối chứng 0TB0NS. Các bê tông chứa (1,5-4,5)% NS đều gia tăng độ pH, hàm lượng NS càng nhiều độ pH có xu hướng gia tăng càng mạnh, độ pH của các bê tông 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS tăng lần lượt là 0,73%, 3,42%, 3,75% và 3,91% so với bê tông 15TB0NS. Khi thay thế xi măng bằng 15%TB sẽ làm giảm khối lượng xi măng trong hỗn hợp, vì TB có hàm lượng CaO nhỏ hơn (1.86%) so với xi măng (64.5%) nên độ kiềm của hỗn hợp giảm xuống dẫn đến độ pH giảm. Khi bổ sung NS làm tăng độ pH của các hỗn hợp là do NS là một chất kiềm mạnh làm tăng tính kiềm của các hỗn hợp, kết quả này khá tương đồng với các nghiên cứu trước đây [8, 10].

3.3. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO UỐN VÀ CƯỜNG ĐỘ NÉN

Thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn của các mẫu bê tông được thực hiện theo ASTM C78/C78M [24]. Tiến hành đo các cạnh a và b của các mẫu dầm, đưa các mẫu dầm bê tông vào máy uốn và uốn mẫu theo tốc độ quy định cho đến khi gãy mẫu.

Cường độ kéo uốn của từng mẫu bê tông được tính theo công thức:

$$R_{ku} = \frac{P_{ku} \cdot l}{a \cdot b^2} \text{ (MPa)} \quad (3.1)$$

Trong đó: P_{ku} - tải trọng uốn gãy mẫu (N); l - khoảng cách giữa hai gối tựa, $l = 300$ mm; a , b - chiều rộng và chiều cao tiết diện ngang của mẫu (mm);

Thí nghiệm xác định cường độ nén của các mẫu dầm sau khi bị uốn gãy được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM C39/C39M [25]. Các mẫu được đưa vào máy nén với phần đầu mẫu còn nguyên vẹn (đầu không bị gãy), mẫu được kê trên và dưới các tấm đệm

truyền tải bằng thép kích thước 100x100 mm và dày 10 mm. Sau đó nén mẫu theo tốc độ quy định cho đến khi phá hủy mẫu.

Cường độ nén của từng mẫu bê tông được tính theo công thức:

$$R_n = \frac{P_n}{F} \text{ (MPa)} \quad (3.2)$$

Trong đó: P_n - lực nén phá hoại mẫu (N); F_n - diện tích chịu nén của viên mẫu (mm^2).

Cường độ kéo uốn và nén của các bê tông được thí nghiệm ở 9 h, 12 h, 1 ngày, 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày, 56 ngày và 90 ngày. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo uốn là giá trị trung bình của 3 mẫu, cường độ nén là giá trị trung bình của 6 mẫu.



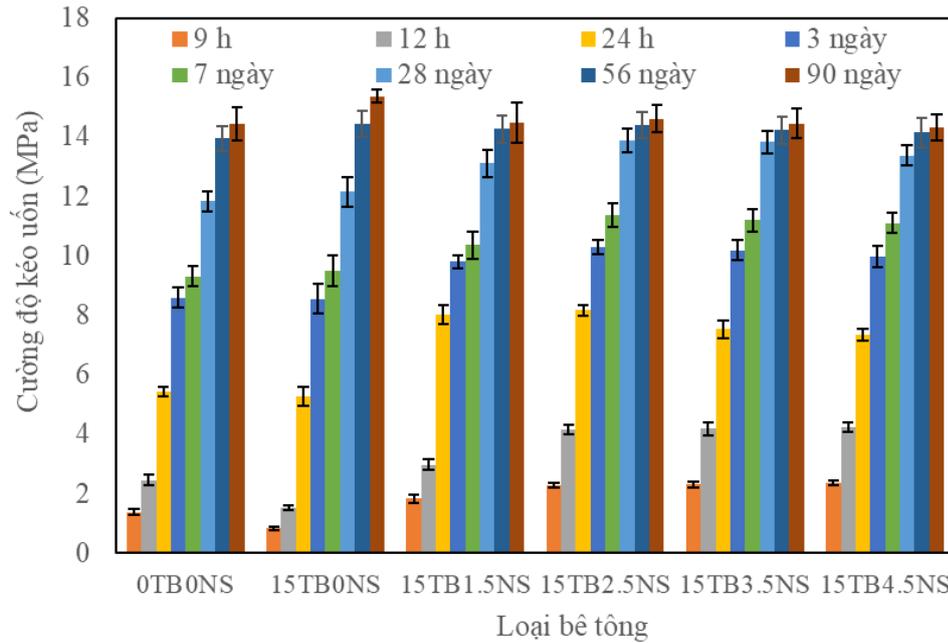
Hình 3.5. Thí nghiệm xác định cường độ uốn và nén của các mẫu BTSC

3.3.1. Cường độ kéo uốn

Cường độ kéo uốn R_{ku} của các mẫu BTSC được thể hiện trên Hình 3.6. Cường độ kéo uốn đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 3.1.

Khi so sánh với bê tông 0TB0NS, R_{ku} của bê tông 15TB0NS ở các thời điểm trước 7 ngày thấp hơn, nhưng từ 7 ngày trở về sau lại cao hơn một chút, sự giảm R_{ku} của bê tông 15TB0NS là do TB phản ứng puzolan chậm, tuy nhiên từ 7 ngày về sau, mức độ phản ứng puzolan của TB đã đủ lớn tạo ra canxi silicat hydrat (CSH) thứ cấp lấp đầy các lỗ rỗng, đồng thời TB còn làm tăng lực dính cải thiện độ dai của bê tông và dẫn đến

sự gia tăng R_{ku} [22, 23]. Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều có R_{ku} cao hơn và xấp xỉ với bê tông 0TB0NS. R_{ku} của các BTSC chứa NS tăng mạnh nhất trong khoảng thời gian từ (9-24) h, tỉ lệ tăng gấp 1,21-1,73 lần; từ 3 ngày đến 28 ngày, sự gia tăng R_{ku} giảm dần, tỉ lệ tăng gấp 1,10-1,22 lần. Từ sau 56 ngày, sự phát triển cường độ kéo uốn của các bê tông chứa NS khá chậm, ở 90 ngày, R_{ku} của các bê tông chứa (1,5-4,5)% NS tương đương với bê tông 0TB0NS. Ở các thời điểm (9-12) h, hàm lượng NS càng nhiều thì R_{ku} tăng càng mạnh, BTSC chứa 4,5% NS thể hiện R_{ku} cao nhất; tuy nhiên, ở các thời điểm từ 24 h về sau, các BTSC chứa (2,5-3,5)% NS lại thể hiện R_{ku} cao nhất.



Hình 3.6. Sự phát triển cường độ kéo uốn của các BTSC theo thời gian

Bảng 3.1. Cường độ kéo uốn đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

Loại BTSC	9 h	12 h	24 h	3 ngày	7 ngày	28 ngày	56 ngày	90 ngày
	So với bê tông 0TB0NS (%)							
0TB0NS	100	100	100	100	100	100	100	100
15TB0NS	59,9	62,3	96,9	99,5	102,1	102,7	104,2	107,2
15TB1,5NS	132,3	120,9	147,9	114,0	111,4	110,8	102,9	100,9
15TB2,5NS	165,3	169,0	150,5	119,6	122,4	117,4	103,8	102,0
15TB3,5NS	167,7	170,0	138,8	118,4	120,4	116,8	102,6	100,8
15TB4,5NS	170,7	172,7	135,3	116,1	119,3	112,9	102,1	99,8
Loại BTSC	So với bê tông 15TB0NS (%)							
15TB0NS	100	100	100	100	100	100	100	100
15TB1,5NS	221,0	194,1	152,6	114,5	109,1	107,9	98,7	94,2
15TB2,5NS	276,0	271,4	155,3	120,1	119,8	114,3	99,6	95,1

15TB3,5NS	280,0	273,0	143,1	119,0	117,9	113,8	98,4	94,1
15TB4,5NS	285,0	277,3	139,5	116,7	116,8	110,0	97,9	93,2

Khi so sánh bê tông 15TB0NS, kết quả cũng có xu hướng tương tự như trên. R_{ku} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS ở các thời điểm (9-12) h tăng gấp 1,94-2,85 lần; ở các thời điểm từ 3 ngày đến 28 ngày tăng gấp 1,08-1,20 lần. Từ 56-90 ngày, R_{ku} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS lại thấp hơn so với bê tông 15TB0NS khoảng (5-7)%.

Sự gia tăng mạnh R_{ku} của các BTSC chứa NS ở tuổi sớm là do NS làm tăng độ pH, gia tăng tốc độ hòa tan các hợp chất trong XM (chủ yếu là C_3S , CaO) và trong TB (chủ yếu là Al_2O_3 , SiO_2) đẩy nhanh tốc độ thủy hóa và các phản ứng puzolan, hình thành các hợp chất mới như CSH, ettringite ($6CaO.Al_2O_3.3SO_3.32H_2O$) và gehlenit hydrat (C_2ASH_8) [4-6, 10]. Tuy nhiên, ở các độ tuổi muộn (sau 7 ngày), NS lại hạn chế sự thủy hóa của hệ thống CKD [4-6, 10], điều này dẫn đến R_{ku} của các BTSC chứa NS tăng chậm hơn so với các bê tông 0TB0NS và 15TB0NS.

3.3.2. Cường độ nén

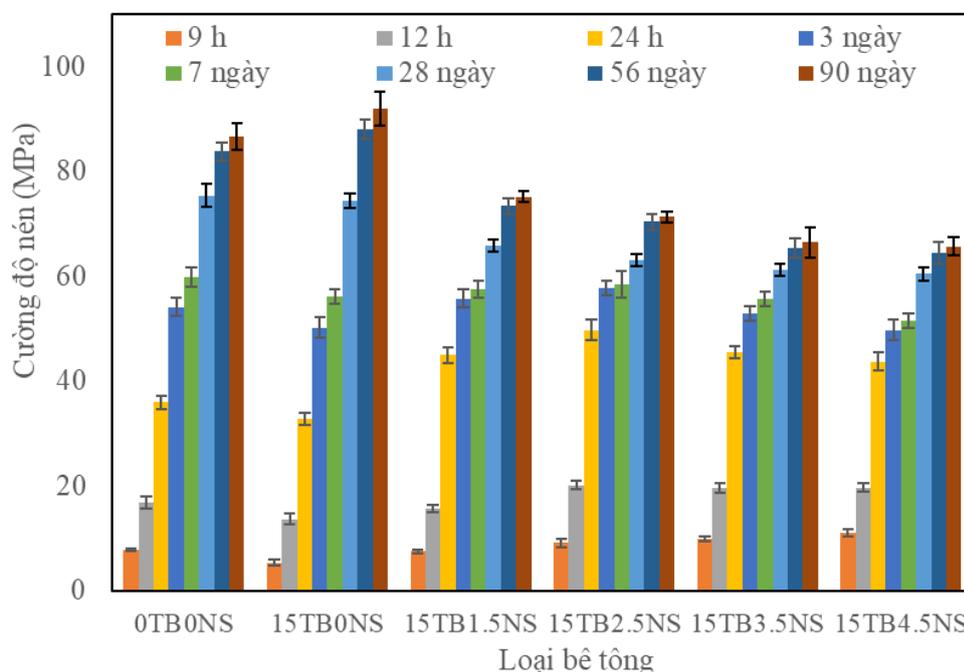
R_n của các mẫu bê tông được thể hiện trên Hình 3.7. R_n đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 3.2.

Khi so sánh với bê tông 0TB0NS, R_n của bê tông 15TB0NS đều thấp hơn tính đến thời điểm 28 ngày, từ 56-90 ngày, R_n của bê tông 15TB0NS lại cao hơn khoảng (5-6)%. Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có R_n cao hơn khoảng 1,15-1,41 lần ở các thời điểm từ (9-24)h, riêng BTSC chứa 1,5% NS có R_n thấp hơn khoảng (2,0-2,5)% ở (9-12) h nhưng cao 25% hơn ở 24 h. Ở thời điểm 3 ngày, chỉ có BTSC chứa (1,5-2,5)% NS có R_n cao hơn khoảng (2,9-6,8)%; từ 7 ngày về sau, tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều có R_n thấp hơn. Ở 28 ngày, R_n của các bê tông 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS thấp hơn lần lượt là 4,0%, 3,5%, 7,1% và 14,1% so với bê tông 0TB0NS.

Khi so sánh với bê tông 15TB0NS, R_n của các BTSC chứa NS ở các thời điểm từ (9-24) h cao hơn khoảng 1,21-2,06 lần; ở thời điểm 3 ngày, R_n của các BTSC chứa NS tăng khoảng 1,05-1,15 lần, riêng BTSC chứa 4,5% NS có R_n tương đương; ở thời điểm 7 ngày, chỉ có các BTSC chứa (1,5-2,5)% NS có R_n cao hơn khoảng (2,5-4,1)%, các BTSC chứa (3,5-4,5)% NS có R_n thấp hơn khoảng (0,8-8,3)%. Từ 28 ngày về sau, tất cả các BTSC chứa NS đều có R_n thấp hơn khoảng (11,4-28,5)%; ở 28 ngày; R_n của các bê tông 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS thấp hơn lần lượt là 11,4%, 15,2%, 17,6% và 18,17% so với bê tông 15TB0NS.

Kết quả trên cho thấy các BTSC chứa NS đạt được R_{ku} cao hơn nhiều so với R_n , điều này có thể là do lực dính kết trong bê tông gia tăng khi kết hợp TB và NS như đã

giải thích ở trên. Việc gia tăng R_{ku} là điều rất cần thiết của BTSC mặt đường ô tô và sân bay, vì đây là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá sức chịu tải của tấm bê tông mặt đường.

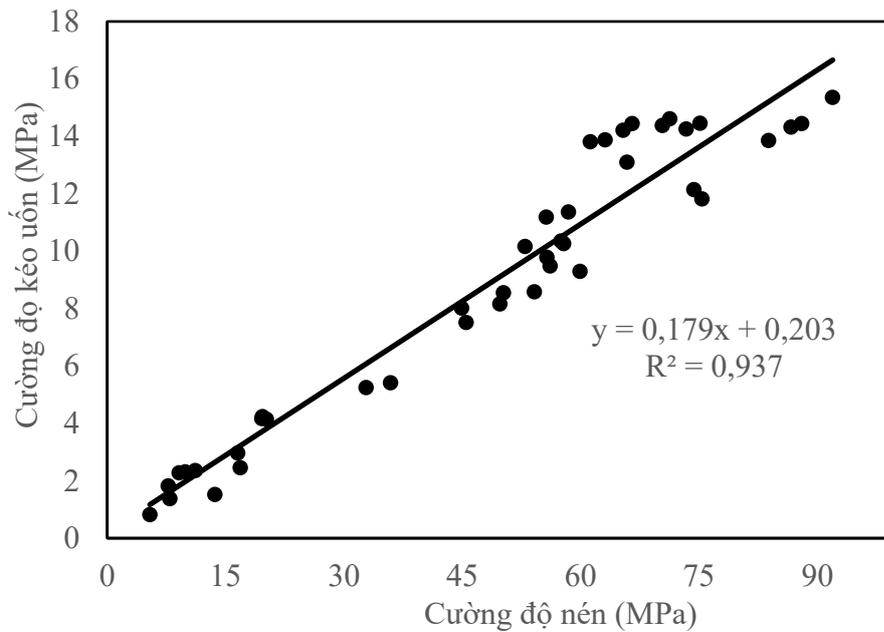


Hình 3.7. Sự phát triển cường độ nén của các BTSC theo thời gian

Bảng 3.2. Cường độ nén đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

Loại BTSC	9 h	12 h	24 h	3 ngày	7 ngày	28 ngày	56 ngày	90 ngày
	So với bê tông 0TB0NS (%)							
0TB0NS	100	100	100	100	100	100	100	100
15TB0NS	68.2	80.8	91.3	92.7	93.7	98.7	105.0	106.1
15TB1,5NS	97.5	97.9	125.1	102.9	96.0	87.4	87.6	86.7
15TB2,5NS	115.2	119.3	138.5	106.8	97.5	83.7	83.9	82.3
15TB3,5NS	124.9	116.0	126.6	97.7	92.9	81.3	78.0	76.8
15TB4,5NS	140.6	116.5	121.8	91.8	85.9	80.2	76.9	75.8
Loại BTSC	So với bê tông 15TB0NS (%)							
15TB0NS	100	100	100	100	100	100	100	100
15TB1,5NS	143.0	121.2	137.0	111.0	102.5	88.6	83.4	81.7
15TB2,5NS	169.0	147.8	151.7	115.2	104.1	84.8	79.9	77.6
15TB3,5NS	183.2	143.6	138.7	105.4	99.2	82.4	74.3	72.4
15TB4,5NS	206.3	144.3	133.4	99.0	91.7	81.3	73.3	71.5

Mối tương quan giữa R_n và R_{ku} của các BTSC được thể hiện trên Hình 3.8, quan hệ có dạng tuyến tính tỉ lệ thuận rất chặt chẽ với hệ số xác định $R^2 = 0,94$.

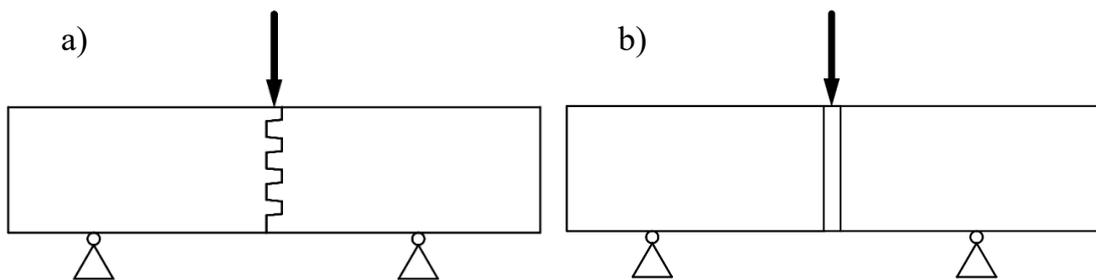


Hình 3.8. Mối quan hệ giữa cường độ kéo uốn và cường độ nén của các BTSC

3.4. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÁM DÍNH GIỮA BÊ TÔNG SỬA CHỮA VÀ BÊ TÔNG CŨ

Thí nghiệm xác định cường độ bám dính (liên kết) giữa BTSC mới và bê tông cũ bằng phương pháp uốn 3 điểm theo ASTM C293/C293M [26].

Thí nghiệm uốn xác định cường độ bám dính giữa BTSC và bê tông cũ được thực hiện theo 2 sơ đồ như Hình 3.9 [27], sơ đồ Hình 3.9.a là uốn ngang vuông góc với rãnh (lực uốn vuông góc với các rãnh tại mỗi nối), sơ đồ Hình 3.9.b là uốn dọc theo chiều dọc rãnh (lực uốn cùng hướng dọc với các rãnh tại mỗi nối).



Hình 3.9. Sơ đồ thí nghiệm uốn mẫu xác định cường độ bám dính của BTSC; (a) sơ đồ uốn ngang; (b) sơ đồ uốn dọc.

Cường độ bám dính với bê tông cũ của từng mẫu BTSC được tính theo công thức:

$$R_{ku} = \frac{3P.l}{a.b^2} \text{ (MPa)} \quad (3.3)$$

Trong đó: P_{ku} - tải trọng uốn gây mẫu (N); l - khoảng cách giữa hai gối tựa, $l = 100$ mm; a, b - chiều rộng và chiều cao tiết diện ngang của mẫu, $a = b = 40$ (mm);

Cường độ bám dính của các bê tông được thí nghiệm ở 1 ngày, 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày. Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 mẫu.



Hình 3.10. Thí nghiệm xác định cường độ liên kết của các mẫu BTSC

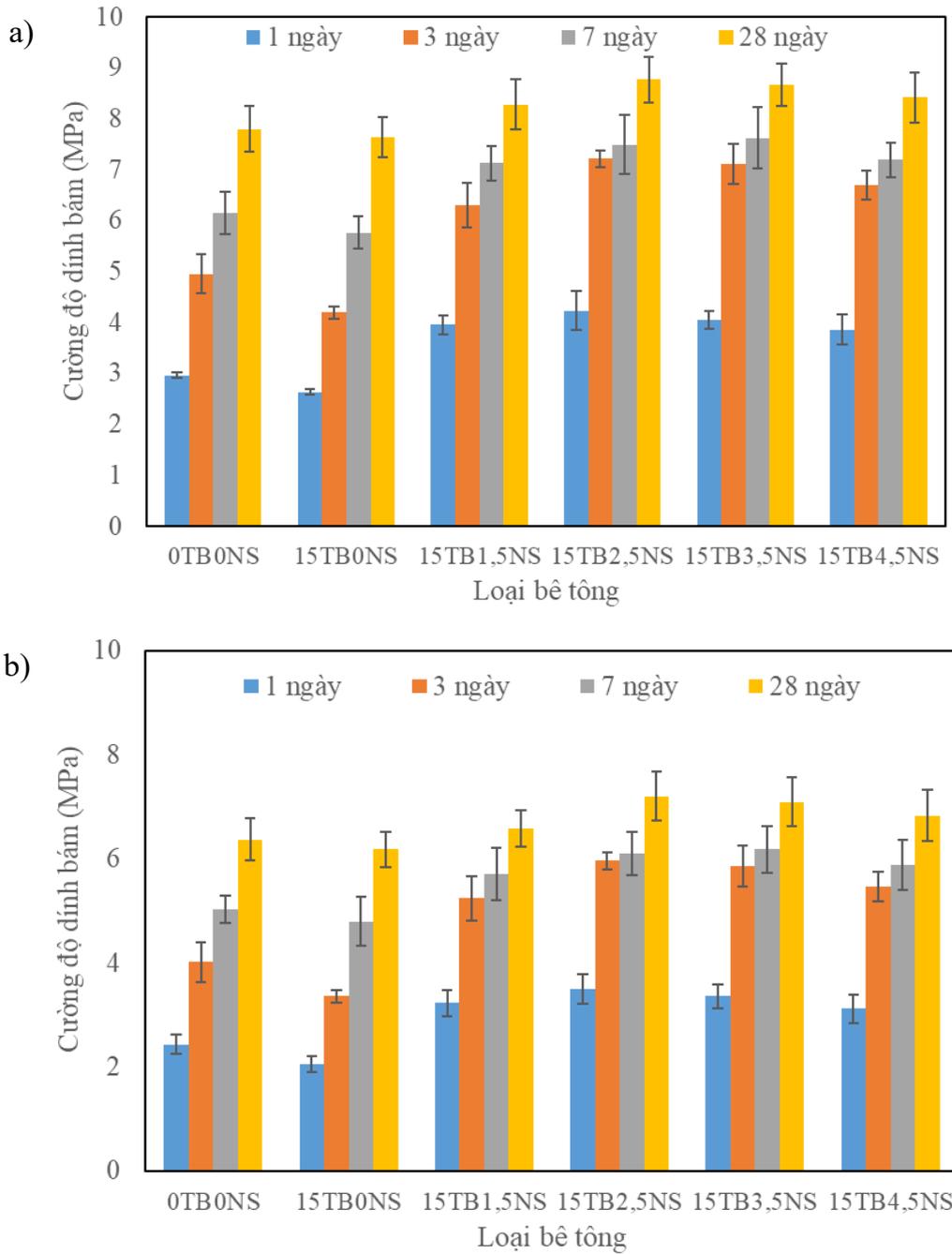
Cường độ bám dính R_{bd} của các BTSC với bê tông cũ được thể hiện trên Hình 3.11.

Kết quả cho thấy cường độ dính bám của các BTSC chứa NS cao hơn vượt trội so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS, đặc biệt là ở các độ tuổi sớm từ 1-7 ngày.

Đối với sơ đồ uốn ngang, khi so sánh với bê tông 0TB0NS, R_{bd} của bê tông 15TB0NS ở 1 ngày, 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày giảm lần lượt là 11,1%; 15,3%, 6,3% và 2,0%; R_{bd} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS tăng khoảng (6,2-45,6)%; ở độ tuổi 1-3 ngày, R_{bd} tăng cao nhất và tăng khoảng (27,3-45,6)%; ở 28 ngày, R_{bd} của các BTSC 15TB1,5NS, 15TB2,5NS, 15TB3,5NS, 15TB4,5NS tăng lần lượt là 6,2%, 12,4%, 11,1% và 7,9%. Khi so sánh với bê tông 15TB0NS; R_{bd} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS tăng khoảng (8,4-171,9)%; ở độ tuổi 1-3 ngày, R_{bd} tăng cao nhất và tăng khoảng (50,1-171,9)%; ở 28 ngày, R_{bd} của các BTSC 15TB1,5NS, 15TB2,5NS, 15TB3,5NS, 15TB4,5NS tăng lần lượt là 8,4%, 14,7%, 13,4% và 10,1%.

Đối với sơ đồ uốn dọc, sự phát triển R_{bd} của các BTSC cũng có xu hướng tương tự như khi uốn ngang nhưng có giá trị nhỏ hơn, chỉ đạt trung bình khoảng 82% so với sơ đồ uốn ngang. Sơ đồ uốn ngang có R_{bd} cao hơn là do ngoài lực bám dính trên tiết diện của 2 bề mặt tiếp xúc giữa BTSC và bê tông cũ, còn có sự tham gia chịu lực cắt của các rãnh cài răng lược tại mỗi nối, trong khi sơ đồ uốn dọc chỉ có lực bám dính trên tiết diện

của 2 bề mặt tiếp xúc giữa BTSC và bê tông cũ, các rãnh dọc không chịu lực cắt nên dẫn đến R_{bd} thấp hơn.



Hình 3.11. Cường độ bám dính của BTSC với bê tông cũ; (a) uốn theo phương ngang và (b) uốn theo phương dọc

Rõ ràng R_{bd} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS tăng vượt trội so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS, điều này sẽ cải thiện chất lượng ở các mối nối khi thi công sửa chữa các công trình cũ như mặt đường ô tô, sân bay, công trình cầu, ...

3.5. XÁC ĐỊNH VẬN TỐC XUNG SIÊU ÂM

Thí nghiệm vận tốc xung siêu âm (V_{sa}) của các mẫu bê tông được thực hiện theo ASTM C597 [28] trên các mẫu trụ 100×200 mm. Các mẫu trụ bê tông được mài phẳng

2 đáy để đảm bảo đầu dò tiếp xúc tốt với bề mặt mẫu. Khi đến thời điểm thí nghiệm, các mẫu bê tông được vớt khỏi bể bảo dưỡng, để ráo bề mặt và đo V_{sa} . Dùng chất bôi trơn bôi vào 2 đáy của mẫu, sau đó dùng 2 đầu dò áp vào 2 đáy mẫu vừa bôi trơn cố định đầu dò, chờ số đọc trên màn hình ổn định và ghi lại số đọc.



Hình 3.12. Thí nghiệm xác định vận tốc xung siêu âm của các mẫu BTSC

V_{sa} (m/s) của từng viên mẫu được tính theo công thức:

$$V_{sa} = \frac{L}{t} \text{ (m/s)} \quad (3.4)$$

Trong đó:

L - chiều dài thực dọc trục của mẫu trụ 100×200 mm;

t - thời gian sóng siêu âm truyền qua mẫu (s);

V_{sa} của các bê tông được thí nghiệm ở 3, 7, 28, 56 và 90 ngày. V_{sa} của mỗi bê tông ở từng thời điểm thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 mẫu.

V_{sa} của các mẫu BTSC được thể hiện trên Hình 3.13. V_{sa} đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 3.3.

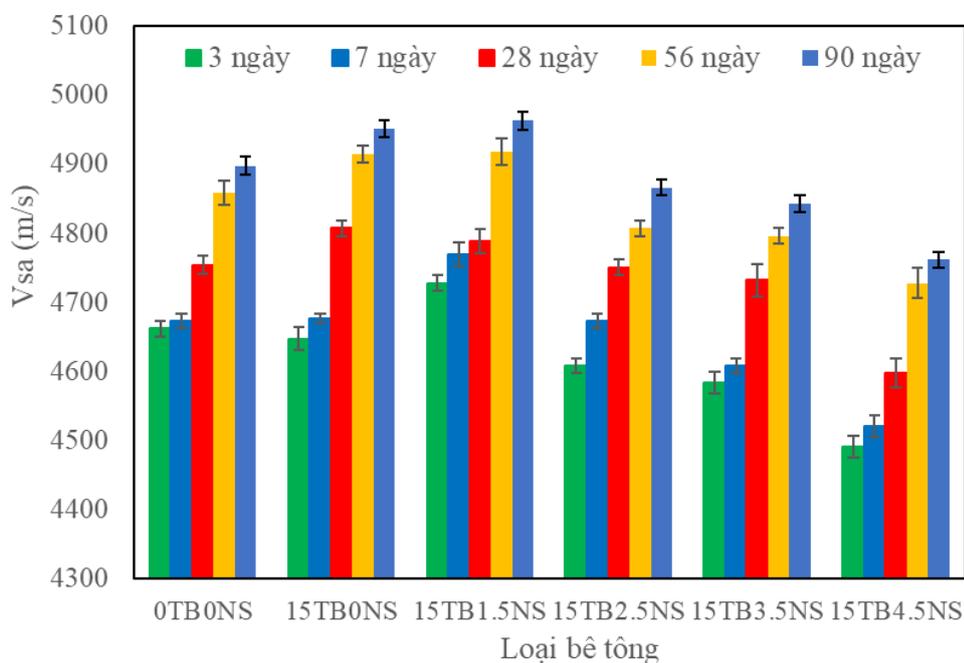
Khi so sánh với bê tông 0TB0NS, V_{sa} của bê tông 15TB0NS ở 3 ngày nhỏ hơn một chút nhưng ở 7 ngày tương đương, từ 28-90 ngày lớn hơn khoảng 1,1-1,6%. Bê tông 15TB1,5NS thể hiện V_{sa} cao nhất ở 3 và 7 ngày, từ 28-90 ngày tương đương với bê tông 15TB0NS, các bê tông chứa (2,5-4,5)%NS thể hiện V_{sa} giảm nhẹ, hàm lượng NS càng nhiều thì V_{sa} có xu hướng giảm càng nhiều, đặc biệt khi hàm lượng NS tăng lên 4,5%.

Bảng 3.3. Vận tốc xung siêu âm đạt được của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

Loại BTSC	3 ngày	7 ngày	28 ngày	56 ngày	90 ngày
	So với bê tông 0TB0NS (%)				
0TB0NS	100	100	100	100	100

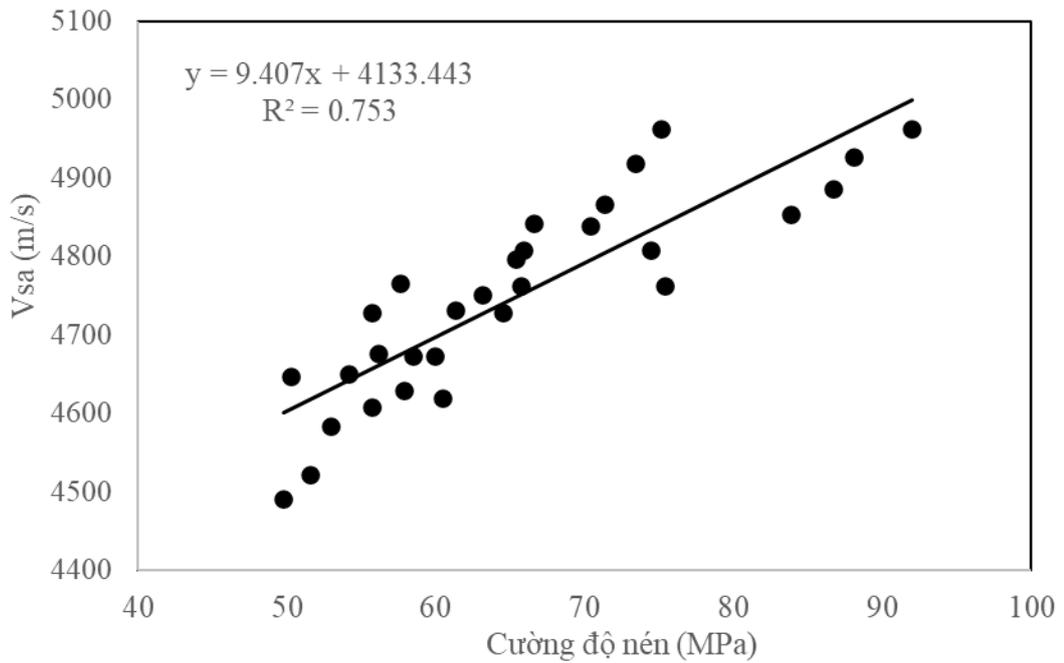
15TB0NS	99.7	100.1	101.1	101.5	101.6
15TB1,5NS	101.4	102.1	101.1	101.3	101.6
15TB2,5NS	98.8	100.0	99.9	99.0	99.6
15TB3,5NS	98.3	98.6	99.5	98.8	99.1
15TB4,5NS	96.3	96.8	96.7	97.4	97.5
Loại BTSC	So với bê tông 15TB0NS (%)				
15TB0NS	100	100	100	100	100
15TB1,5NS	101.7	101.9	100.0	99.8	100.0
15TB2,5NS	99.2	99.9	98.8	98.2	98.1
15TB3,5NS	98.6	98.5	98.4	97.4	97.6
15TB4,5NS	96.6	96.7	95.6	96.0	96.0

Khi so sánh với bê tông 15TB0NS, V_{sa} của bê tông 15TB1,5NS cao hơn khoảng (1,7-1,9)% ở 3 và 7 ngày, từ 28-90 ngày là tương đương. Các bê tông chứa (2,5-4,5)% NS đều có V_{sa} giảm nhẹ tương tự như khi so với bê tông 0TB0NS. Xu hướng V_{sa} của các BTSC tăng chậm theo thời gian tương tự như sự gia tăng cường độ nén của chúng, nguyên nhân là do NS hạn chế sự thủy hóa của hệ thống chất kết dính ở tuổi muộn như đã giải thích. Trong đó, V_{sa} của bê tông 15TB2,5NS giảm không đáng kể và xấp xỉ với các bê tông 15TB0NS và 0TB0NS



Hình 3.13. Vận tốc xung siêu âm của các BTSC

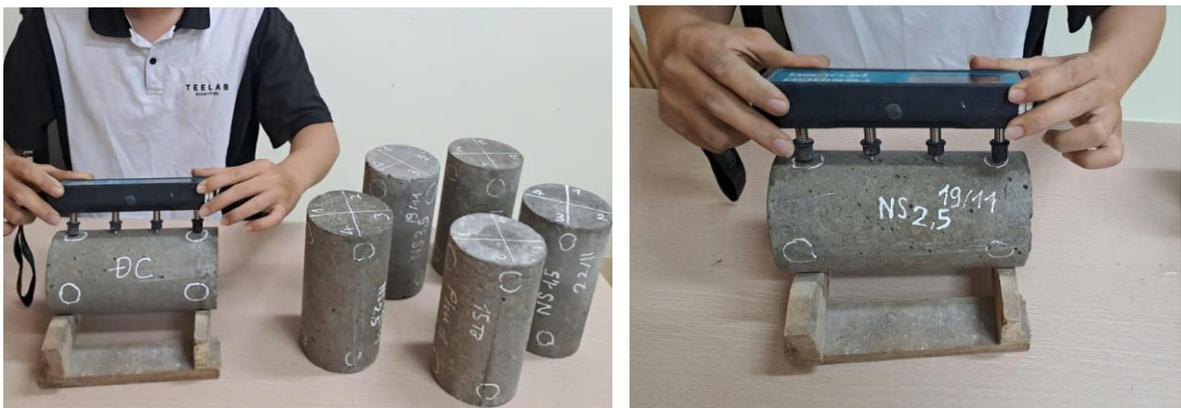
Mối tương quan giữa V_{sa} và R_n của các BTSC được thể hiện trên Hình 3.14, mối quan hệ có dạng tuyến tính tỉ lệ thuận tương đối chặt chẽ với hệ số xác định $R^2 = 0,75$.



Hình 3.14. Quan hệ giữa V_{sa} và R_n của các BTSC

3.6. XÁC ĐỊNH ĐIỆN TRỞ SUẤT BỀ MẶT

Thí nghiệm điện trở suất bề mặt (ĐTSBM) được thực hiện theo AASHTO T95 [29] trên các mẫu trụ kích thước 100x200 mm ở trạng thái bảo hòa nước, sau khi vớt mẫu ra khỏi bể nước dưỡng hộ, dùng khăn ẩm lau sạch nước bám trên bề mặt các mẫu và tiến hành đo điện trở suất như Hình 3.15. ĐTSBM của các mẫu BTSC được thí nghiệm ở 3, 7, 28, 56 và 90 ngày, mỗi mẫu được đo 4 điểm trên hai đường kính vuông góc và lấy giá trị trung bình. ĐTSBM của mỗi bê tông ở từng thời điểm thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 mẫu.

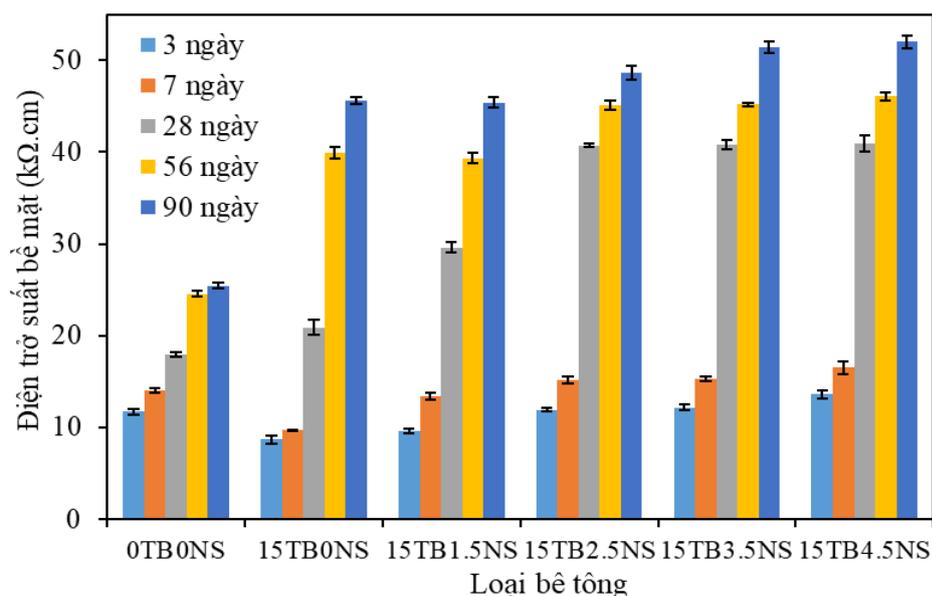


Hình 3.15. Thí nghiệm xác định điện trở suất bề mặt của các mẫu BTSC

Căn cứ vào giá trị ĐTSBM của bê tông có thể đánh giá gián tiếp được mức độ thấm ion clo của bê tông. Mối quan hệ giữa ĐTSBM và độ thấm ion clo của bê tông tùy thuộc và kích thước mẫu thí nghiệm và được thể hiện trong Bảng 3.4 [29].

Bảng 3.4. Đánh giá mức độ thấm ion clo thông qua ĐTSBM [29]

Mức độ thấm ion clorua (culông)	Điện trở suất bề mặt (Ω .cm)	
	Mẫu trụ 100x200 mm	Mẫu trụ 150x300 mm
Cao	< 12	< 9,5
Trung bình	12-21	9,5-16,5
Thấp	21-37	16,5-29
Rất thấp	37-254	29-199
Không đáng kể	> 254	> 199



Hình 3.16. Điện trở suất bề mặt của các mẫu BTSC

ĐTSBM của các BTSC được thể hiện trên Hình 3.16. Ở độ tuổi sớm 3-7 ngày, bê tông 15TB0NS có ĐTSBM giảm so với bê tông 0TB0NS và có giá trị nhỏ nhất, khi bổ sung (1,5-4,5)% NS dẫn đến tăng ĐTSBM, tuy nhiên sự gia tăng không đáng kể. Ở độ tuổi từ 28 ngày về sau, sự gia tăng ĐTSBM của các BTSC chứa TB và NS là rất lớn so với bê tông 0TB0NS, NS có xu hướng làm tăng ĐTSBM, hàm lượng NS tăng lên thì ĐTSBM có xu hướng tăng lên, tuy nhiên khi hàm lượng NS lên đến 4,5% thì ĐTSBM gần như không tăng thêm nữa. Khi so với bê tông 0TB0NS, ĐTSBM của các bê tông 15TB0NS, 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 28 ngày cao hơn lần lượt là 16,3%, 64,8%, 126,6%, 127,2% và 127,7%; khi so với bê tông 15TB0NS, ĐTSBM của các bê tông 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 28 ngày cao hơn lần lượt là 41,7%, 94,9%, 95,4% và 95,8%. Sự gia tăng ĐTSBM của các BTSC chứa TB và NS là do phản ứng puzolan của TB, NS đẩy nhanh tốc độ hòa tan và thủy hóa của X và TB ở tuổi sớm, hình thành các hợp chất mới như CSH, ettringite như đã giải thích ở trên, làm tăng độ đặc chắc của bê tông và tăng khả năng kháng ion clo.

Ở 28 ngày, bê tông 0TB0NS và 15TB0NS có ĐTSBM khoảng 18-20,9 (Ω .cm) nên có ĐTIC ở mức trung bình, bê tông 15TB1.5NS có ĐTSBM khoảng 29,6 (Ω .cm) nên có ĐTIC ở mức thấp, các BTSC chứa (2,5-4,5)% NS có ĐTSBM khoảng 40,67-40,9 (Ω .cm) nên có ĐTIC ở mức rất thấp.

3.7. XÁC ĐỊNH ĐỘ THẨM ION CLO

Độ thẩm ion clo (ĐTIC) của các mẫu bê tông được thí nghiệm theo ASTM C1202 [30]. Các mẫu thí nghiệm đường kính 100 mm, dày 50 mm được cắt ra từ các mẫu trụ 100x200 mm. Ở mỗi thời điểm thí nghiệm, các mẫu được vớt ra khỏi bể bảo dưỡng và thực hiện các bước cần thiết theo qui định (quét sơn, hút chân không), thời gian thí nghiệm thẩm ion clo của mẫu bê tông là 6 h. Sau khi chuẩn bị mẫu xong, tiến hành lắp mẫu thử vào khoang chứa mẫu đảm bảo không rò rỉ nước ra ngoài. Đổ đầy hóa chất thử vào hai đầu khoang chứa mẫu thử, một đầu khoang đổ dung dịch NaOH 0,3 N và đầu khoang kia đổ dung dịch NaCl 3%. Lắp đặt mạch điện gồm nguồn điện, vôn kế, ampe kế với khoang chứa mẫu. Đóng mạch điện và duy trì điện thế một chiều 60 V. Theo dõi và ghi lại các thông số về cường độ dòng điện, nhiệt độ khoang chứa dung dịch NaCl trong 6 h.

Đối với thiết bị đo tự động, toàn bộ quá trình đo, ghi và tính toán tổng điện lượng truyền qua các mẫu thí nghiệm được tự động hóa. Đối với thiết bị bán tự động, điện lượng truyền qua mẫu bê tông được tính theo công thức:

$$Q = \left(\frac{95}{x}\right)^2 \cdot 900 \cdot (I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_{300} + 2I_{330} + I_{360}) \quad (3.7)$$

Trong đó: Q là tổng điện lượng truyền qua mẫu thử trong thời gian 6 h, tính bằng culông; $I_0, I_{30}, I_{60}, \dots, I_{330}, I_{360}$ là cường độ dòng điện ở thời điểm bắt đầu bật máy đo ở 30, 60, ... 330, 360 phút, tính bằng ampe (A); x là đường kính thực tế của mẫu thử, tính bằng milimét (mm).



Hình 3.17. Thí nghiệm độ thẩm ion clo của các mẫu BTSC

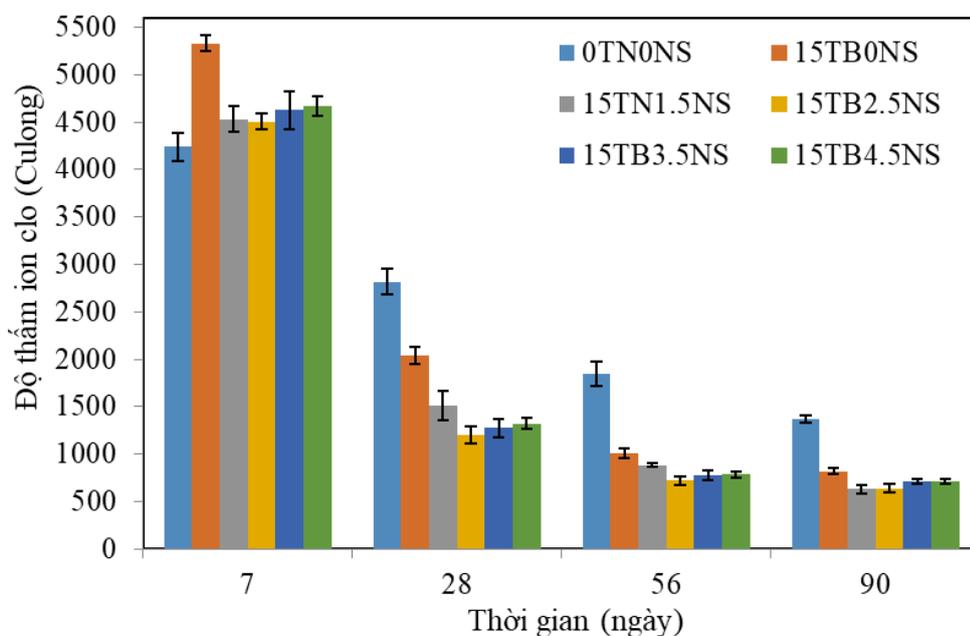
ĐTIC của các BTSC được thí nghiệm xác định ở 7, 28, 56 và 90 ngày. Độ thấm ion clo của mỗi bê tông ở từng thời điểm thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 mẫu.

Mức ĐTIC của bê tông xi măng được đánh giá theo Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Đánh giá mức độ thấm ion clo của bê tông [30]

Điện lượng truyền qua mẫu bê tông (culong)	Mức độ thấm ion clorua
> 4000	Cao
từ 2000 đến 4000	Trung bình
từ 1000 đến 2000	Thấp
Từ 100 đến 1000	Rất thấp
< 100	Không đáng kể

ĐTIC của các BTSC được thể hiện trên Hình 3.19. ĐTIC của các BTSC có xu hướng ngược chiều với ĐTSBM của nó, bê tông có ĐTSBM càng cao thì ĐTIC càng thấp.



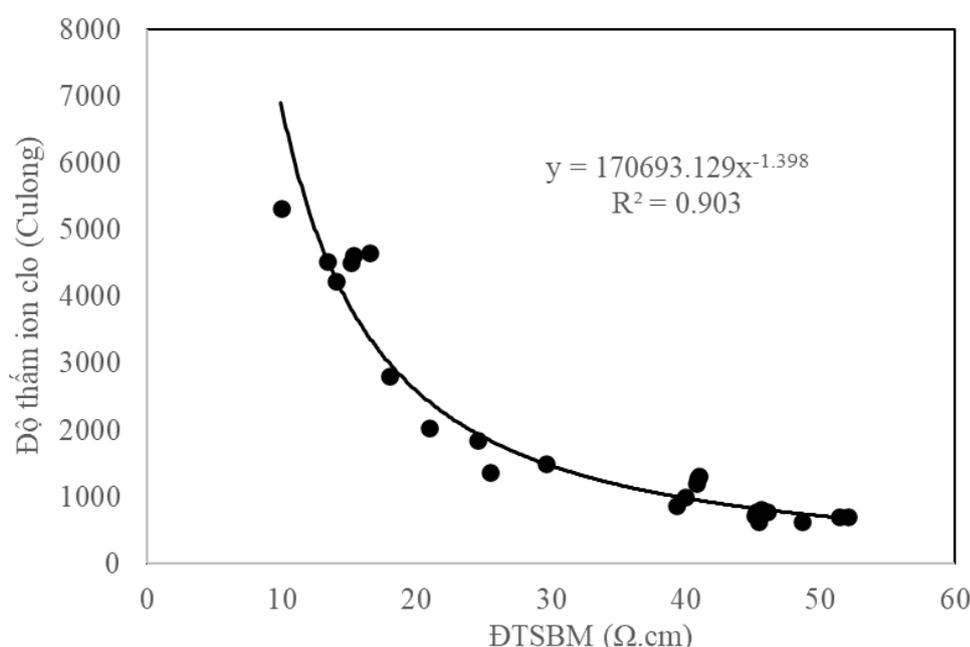
Hình 3.18. Độ thấm ion clo của các mẫu BTSC

Ở 7 ngày, bê tông 15TB0NS có ĐTIC tăng so với bê tông 0TB0NS và có giá trị lớn nhất, khi bổ sung (1,5-4,5)% NS dẫn đến giảm ĐTIC, ĐTIC của các bê tông 15TB0NS, 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 7 ngày cao hơn lần lượt là 25,7%, 6,9%, 6,3%, 9,1% và 10,0% so với bê tông 0TB0NS. Ở 28 ngày về sau, ĐTIC của các BTSC chứa TB và NS giảm sâu so với bê tông 0TB0NS, hàm lượng NS = 2,5-3,5% cho ĐTIC thấp nhất, khi hàm lượng NS lên đến 4,5% thì ĐTIC không tiếp tục giảm mà có xu hướng tăng nhẹ. ĐTIC của các bê tông 15TB0NS, 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 28 ngày thấp hơn lần lượt là 27,6%, 46,3%, 57,1%, 54,8% và 53,1% so với bê tông 0TB0NS. Các hạt tro bay giàu alumina so với

các hạt xi măng (Bảng 2.5) và rất hiệu quả trong việc liên kết ion clorua [10, 31-35], đồng thời chất hoạt hóa NS làm giảm thêm khả năng kết nối giữa các lỗ rỗng mao dẫn và lỗ rỗng thấm, làm tăng khả năng chống thấm ion clo của các BTSC [10]. Kết quả này có xu hướng tương tự như nghiên cứu của M. A. Nawaz [10].

Ở 28 ngày, bê tông 0TB0NS và 15TB0NS có ĐTIC khoảng 2038-2817 (Culong) nên thuộc mức trung bình, các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có ĐTIC khoảng 1274-1512 (Culong) nên thuộc mức thấp.

Mối tương quan giữa ĐTSBM và ĐTIC của các BTSC được thể hiện trên Hình 3.19, quan hệ này có dạng phi tuyến tỉ lệ nghịch theo hàm mũ rất chặt chẽ với hệ số xác định $R^2 = 0,90$.



Hình 3.19. Mối tương quan giữa ĐTIC và ĐTSBM của các mẫu BTSC

3.8. PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

Phân tích hiệu quả kinh tế và tác động môi trường khi sản xuất 1 m³ bê tông bao gồm việc phân tích các yếu tố liên quan đến vật liệu, nhân công, thiết bị và các chi phí khác theo các yêu cầu cụ thể. Trong nghiên cứu này, chỉ phân tích chi phí và tác động môi trường về mặt vật liệu cho mỗi m³, các yếu tố khác xem như không thay đổi cho tất cả các hỗn hợp. Lượng khí thải carbon dioxide (CO₂), chi phí vật liệu và tiêu hao năng lượng (EC) cho mỗi m³ các hỗn hợp BTSC được tính toán để so sánh với nhau. Lượng khí thải CO₂, chi phí vật liệu và tiêu hao năng lượng (EC) cho 1 kg nguyên liệu thô được đưa ra trong Bảng 3.6 dựa trên các nghiên cứu trước đây và thị trường địa phương ở thành phố Đà Nẵng.

Đối với bê tông thường, thời gian thông xe khoảng 3-7 ngày sau khi thi công, tuy nhiên đối với BTSC sau khi thi công khoảng 9-12 h có thể cho phép thông xe. Đối với mặt đường ô tô, sân bay, cường độ kéo uốn được xem là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá khả năng chịu tải trọng giao thông của tấm bê tông, hơn nữa, sự phát triển cường độ của các bê tông là khác nhau, do vậy việc tính toán chi phí, xả thải CO₂ và tiêu hao năng lượng (EC) để sản xuất 1 m³ qui đổi về cho 1 đơn vị cường độ kéo uốn của từng loại bê tông là cần thiết. Ở thời điểm 1 ngày, cường độ kéo uốn của các bê tông đều đạt yêu cầu thông xe nên lấy cường độ kéo uốn ở 1 ngày (R_{ku1}) làm cơ sở để tính toán.

Bảng 3.6. Chi phí, lượng khí thải CO₂ và tiêu hao năng lượng (EC) cho 1 kg nguyên liệu

Vật liệu	Chi phí (đ/kg)	Xả thải CO ₂ (kg/kg)	Tiêu thụ năng lượng (MJ/kg)
Xi măng PC50	1900	1,30 [31]	11,8 [31]
Cát sông	429	0,024 [31]	0.34 [31]
Tro bay	430	0,008 [31]	0.10 [31]
Natri sunfat	3000	0,47 [10]	5.29 [36]
Đá dăm	310	0,036 [31]	0.48 [31]
Nước	8	0,0013 [31]	0.017 [31]
Siêu dẻo	37000	0,002 [10]	11.47 [31]

Kết quả tính toán chi phí, xả thải CO₂ và tiêu hao năng lượng (EC) cho 1 m³ qui đổi về 1 đơn vị cường độ kéo uốn của từng loại bê tông được trình bày trong Bảng 3.7.

Bảng 3.7. Chi phí, xả thải CO₂ và tiêu hao năng lượng (EC) cho việc sản xuất 1 m³ bê tông trên một đơn vị cường độ kéo uốn của các BTSC

Bê tông	R _{ku1} (MPa)	Chi phí (đ/m ³ /MPa)	Tỉ lệ giảm chi phí (%)	Xả thải CO ₂ (kg/m ³ /MPa)	Tỉ lệ giảm xả thải CO ₂ (%)	EC (MJ/kg)	Tỉ lệ giảm EC (%)
0TB0NS	5,42	331973,6	0,00	134,92	0,00	1288,87	0,00
15TB0NS	5,26	311573,7	-6,15	119,79	-11,21	1152,53	-10,58
15TB1,5NS	8,02	206254,0	-37,87	77,71	-42,40	754,46	-41,46
15TB2,5NS	8,16	205586,7	-38,07	75,87	-43,76	741,37	-42,48
15TB3,5NS	7,53	224891,1	-32,26	81,74	-39,41	803,72	-37,64
15TB4,5NS	7,34	233944,0	-29,53	83,31	-38,25	824,49	-36,03

Giá thành vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng của các BTSC chứa TB và NS đều giảm đáng kể so với bê tông đối chứng 0TB0NS. Đối với bê tông chứa 15%TB, chi phí vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng thấp hơn lần lượt khoảng 6,15%, 11,21% và 10,58%; đối với các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS, chi phí vật liệu, xả thải CO₂

và tiêu thụ năng lượng thấp hơn lần lượt khoảng (29,53-38,07)%, (38,25-43,76)% và (36,03-42,48)% so với bê tông đối chứng, trong đó, BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho hiệu quả kinh tế và lợi ích môi trường cao nhất.

3.9. YÊU CẦU CƯỜNG ĐỘ TỐI THIỂU CHO PHÉP THÔNG XE CỦA BÊ TÔNG SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ VÀ SÂN BAY

Sở Giao thông Vận tải New Jersey (NJDOT) Hoa Kỳ quy định cường độ uốn tối thiểu của bê tông sửa chữa đường là 2,4 MPa có thể cho phép thông xe [37]. Sở Giao thông Vận tải Michigan (MDOT) Hoa Kỳ quy định cường độ nén tối thiểu là 17,2 MPa có thể cho phép thông xe [38]. Ở thời điểm 12 h, các bê tông chứa (2,5-4,5)% NS có $R_{ku} = 4,16-4,25$ MPa, $R_n = 19,59-20,16$ MPa, quy đổi R_{ku} về mẫu dầm 150x150x600 mm (nhân với hệ số $\delta = 0,92$ theo TCVN 3119:2022) và R_n về mẫu lập phương 150x150x150 mm (nhân với hệ số $\delta = 0,95$ theo TCVN 3118:2022) được: $R_{kuqd} = 3,83-3,91$ MPa > 2,4 MPa và $R_{nqd} = 18,61-19,15$ MPa > 17,2 MPa, thỏa mãn điều kiện trên nên có thể cho phép thông xe sau 12 h thi công.

Theo TCCS 40:2022/TCĐBVN [39], TCCS 24:2018/CHK [40], đối với bê tông mặt đường ô tô và sân bay, các mẫu lấy ở hiện trường phải có cường độ kéo uốn $R_{kuht} \geq 4,5$ MPa, khi thiết kế thành phần bê tông trong phòng thí nghiệm, yêu cầu $R_{kutk} \geq 1,15.R_{kuht} = 5,18$ MPa. Ở thời điểm 24 h, tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có R_{ku24h} quy đổi về mẫu dầm 150x150x600 mm (nhân với hệ số $\delta = 0,92$ theo TCVN 3119:2022) đạt từ (6,75-7,38) MPa $\geq 5,18$ MPa nên đáp ứng yêu cầu. Trong thực tế thi công sửa chữa mặt đường, khi $R_{kuht} \geq 70\%R_{kutk}$ ($R_{ku} \geq 3,63$ MPa), có thể cho phép phương tiện giao thông qua lại. Ở thời điểm 12 h, các BTSC 15TB2,5NS, 15TB3,5NS và 15TB4,5NS có R_{ku12h} quy đổi về mẫu dầm 150x150x600 mm lần lượt 3,82 MPa; 3,85 MPa và 3,91 MPa $\geq 3,63$ MPa nên có thể cho phép thông xe lúc 12 h sau khi thi công.

3.10. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Chương 3 đã tiến hành thí nghiệm, đánh giá ảnh hưởng của TB và các hàm lượng NS khác nhau đến các tính chất của các bê tông HPC. Các kết luận được rút ra từ Chương 3 như sau:

1. Sử dụng 15%TB thay thế XM làm giảm độ pH của bê tông tươi khoảng 2,9% so với bê tông đối chứng, trong khi NS làm tăng độ pH và tăng tỉ lệ thuận với hàm lượng NS, độ pH của các bê tông 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS tăng lần lượt là 0,73%, 3,42%, 3,75% và 3,91% so với bê tông 15TB0NS.

2. TB cải thiện tính công tác trong khi NS có xu hướng làm giảm tính công tác của các hỗn hợp bê tông tươi. Lượng siêu dẻo dùng cho các HHTB 0TB0NS, 15TB0NS, 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS lần lượt tương ứng là 3,38; 2,60;

2,86; 3,38; 3,64 và 4,16 kg/m³ để đạt độ sụt 10-12 cm. Ngược lại, TB có xu hướng làm giảm độ pH nhưng NS lại cải thiện độ pH của HHTB tươi và độ pH tăng tỉ lệ thuận với hàm lượng NS. Độ pH của các HHTB 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS tăng lần lượt là 0,73%, 3,42%, 3,75% và 3,91% so với bê tông 15TB0NS.

3. TB làm giảm R_{ku} của các BTSC ở tuổi sớm nhưng lại cải thiện ở tuổi muộn từ sau 7 ngày. Bổ sung NS cải thiện đáng kể R_{ku} ở các độ tuổi sớm từ 9h-3 ngày, từ sau 3 ngày sự gia tăng R_{ku} của các BTSC không đáng kể. R_{ku} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS ở thời điểm (9-24) h tăng gấp 1,21-1,73 lần; ở thời điểm 3-28 ngày tăng gấp 1,10-1,22 lần, ở 90 ngày tương đương với bê tông đối chứng 0TB0NS. R_n của các BTSC có xu hướng phát triển kém hơn R_{ku} . Các BTSC chứa (2,5-4,5)% NS có R_n cao hơn khoảng 1,15-1,41 lần ở các thời điểm từ (9-24)h. Ở thời điểm 3 ngày, chỉ có BTSC chứa (1,5-2,5)% NS có R_n cao hơn khoảng (2,9-6,8)%, từ 7 ngày về sau, tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều có R_n thấp hơn, trong đó bê tông chứa (1,5-2,5)% NS cho cường độ nén cao nhất.

4. Bê tông chứa 15%TB không cho thấy cải thiện cường độ bám dính với bê tông cũ trong vòng 28 ngày, trong khi BTSC chứa NS cải thiện đáng kể cường độ bám dính với bê tông cũ, xu hướng này tương tự như sự phát triển cường độ kéo uốn của chúng. R_{bd} của các BTSC ở độ tuổi 1-3 ngày, tăng khoảng (27,3-45,6)%; ở 28 ngày tăng khoảng (6,2-12,4)%, trong đó BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho R_{bd} cao nhất. Sơ đồ uốn ngang cho cường độ bám dính với bê tông cũ lớn hơn khoảng 25% so với sơ đồ uốn dọc.

5. TB cải thiện V_{sa} của bê tông từ sau 7 ngày, bổ sung 1,5% NS cải thiện V_{sa} nhưng khi hàm lượng NS tăng lên dẫn đến V_{sa} giảm xuống, hàm lượng NS càng cao thì V_{sa} có xu hướng càng thấp, xu hướng này tương tự như sự phát triển cường độ nén của chúng.

6. TB và NS không ảnh hưởng đến ĐTSBM của các BTSC ở thời điểm trước 7 ngày, tuy nhiên từ 28 ngày về sau, TB và NS làm tăng đáng kể ĐTSBM của các BTSC, các BTSC sử dụng (2,5-4,5)% NS cho ĐTSBM lớn nhất. ĐTSBM của các BTSC 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 28 ngày cao hơn lần lượt là 41,7%, 94,9%, 95,4% và 95,8% so với bê tông 15TB0NS.

7. TB và NS làm tăng nhẹ ĐTIC của các BTSC ở thời điểm trước 7 ngày nhưng làm giảm đáng kể ĐTIC ở thời điểm từ 28-90 ngày, hàm lượng NS = 2,5-3,5% cho ĐTIC thấp nhất. ĐTIC của các bê tông 15TB0NS, 15TB1.5NS, 15TB2.5NS, 15TB3.5NS và 15TB4.5NS ở 28 ngày thấp hơn lần lượt là 27,6%, 46,3%, 57,1%, 54,8% và 53,1% so với bê tông 0TB0NS.

8. Giá thành vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng của các BTSC chứa TB và NS đều giảm. Chi phí vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng của bê tông chứa 15%

TB thấp hơn lần lượt khoảng 6,15%, 11,121% và 10,58%; của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS thấp hơn lần lượt khoảng (29,53-38,07)%, (38,25-43,76)% và (36,03-42,48)% so với bê tông đối chứng 0TB0NS, trong đó, BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho hiệu quả kinh tế và lợi ích môi trường cao nhất.

9. Ở thời điểm 12 h, các BTSC 15TB2,5NS, 15TB3,5NS và 15TB4,5NS có R_{ku12h} quy đổi về mẫu dầm 150x150x600 mm lần lượt 3,82 MPa; 3,85 MPa và 3,91 MPa \geq 3,63 MPa nên có thể cho phép thông xe lúc 12 h sau khi thi công.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

1. Sử dụng TB cải thiện tính công tác và giảm độ pH, trong khi bổ sung NS làm giảm tính công tác và tăng độ pH của hỗn hợp bê tông tươi, mức giảm tính công tác và gia tăng độ pH tỉ lệ thuận với hàm lượng NS sử dụng.

2. BTSC cải thiện đáng kể cường độ kéo uốn so với bê tông thông thường, đặc biệt là độ tuổi sớm trước 3 ngày, ở các độ tuổi muộn sự phát triển cường độ kéo uốn chậm hơn nhưng vẫn tương đương với bê tông đối chứng, trong đó BTSC chứa (2,5-3,5)% NS thể hiện cường độ kéo uốn cao nhất. Tuy nhiên, cường độ nén và vận tốc xung siêu âm của các BTSC có xu hướng giảm và đặc biệt là khi hàm lượng NS tăng lên, trong đó bê tông chứa (1,5-2,5)% NS cho cường độ nén cao nhất.

3. BTSC cải thiện đáng kể cường độ bám dính với bê tông cũ, đặc biệt là ở độ tuổi sớm trước 3 ngày, trong đó BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho R_{bd} cao nhất. Sơ đồ uốn ngang cho cường độ bám dính với bê tông cũ lớn hơn so với sơ đồ uốn dọc. Việc tạo ra các rãnh trên bề mặt bê tông cũ trước khi thi công BTSC là cần thiết để tăng lực bám dính, đặc biệt là tạo các rãnh ngang trên vách đứng của bê tông cũ.

4. BTSC cải thiện đáng kể độ chống thấm ion clo thông qua chỉ tiêu ĐTSBM và độ thấm ion clo. Mặc dù ở thời điểm trước 7 ngày NS làm tăng nhẹ ĐTIC, nhưng từ 28 ngày NS làm giảm đáng kể ĐTIC. ĐTIC ở 28 ngày của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS thấp hơn khoảng (46,3-54,8)% so với bê tông 0TB0NS, trong đó BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho ĐTIC thấp nhất.

5. Các BTSC chứa NS có giá thành vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng trên một đơn vị cường độ kéo uốn giảm đáng kể so với bê tông 0TB0NS. Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có giá thành vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng thấp hơn đáng kể so với bê tông đối chứng 0TB0NS, trong đó, BTSC chứa (2,5-3,5)% NS cho giá thành vật liệu, xả thải CO₂ và tiêu thụ năng lượng thấp nhất.

Trong nghiên cứu này, hàm lượng NS sử dụng trong BTSC cường độ sớm cao trong khoảng (2,5-3,5)% là tối ưu.

6. Các hỗn hợp BTSC tối ưu có thể dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay để giảm thời gian cho phép thông xe. Đối với những chỗ hư hỏng cần sửa chữa một phần chiều dày tấm bê tông xi măng như vá ổ gà, vết nứt, ..., sau khi cắt đục vuông vức những chỗ hư hỏng, cắt tạo các rãnh ngang rộng 5-10 mm và sâu 4-6 mm trên vách của tấm bê tông cũ rồi tiến hành đổ BTSC mới; đối với những chỗ hư hỏng cần sửa chữa hết chiều dày tấm bê tông xi măng, ngoài việc tạo các rãnh ngang trên vách của tấm bê tông cũ tương tự như trên, cần khoan thêm các lỗ khoan trên vách tấm bê tông cũ để bố trí thanh

liên kết và thanh truyền lực nhằm tạo liên kết tốt giữa tấm bê tông cũ và BTSC mới, đồng thời đảm bảo sự truyền lực giữa các tấm bê tông khi xe chạy.

2. KIẾN NGHỊ

Mặc dù các BTSC chứa NS có những ưu thế vượt trội về cường độ kéo uốn, cường độ bám dính và độ chống thâm ion clo, tuy nhiên cần thi công thử nghiệm loại BTSC này ngoài hiện trường để đánh giá trên kết cấu thực tế. Bên cạnh đó, cần nghiên cứu thêm một số tính chất độ bền khác của các BTSC chứa TB và NS như co ngót khô, sức kháng ăn mòn cốt thép, ăn mòn sunfat, a xít, ...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. H. Ding, X. Shen, A. Chen, R. Gu, Y. Fang and D. Li, Study on the Effect of Three Types of Calcium Sulfate on the Early Hydration and Workability of Self-Compacting Repair Mortar, *Materials* 2023, 16, 5648.
- [2]. N. Shi, Y. Ma, X. Zhang, J. Li, X. Lu, L. Zhang and X. Cheng, The Effect of Calcium Sulfate on the Hydration and Propertie of Red Mud-Based Calcium Ferroaluminate Cement Clinker, *Materials* 2024, 17, 5064.
- [3]. M. Mrak, F. Winnefeld, B. Lothenbach & S. Dolenc, The influence of calcium sulfate content on the hydration of belite-calcium sulfoaluminate cements with different clinker phase compositions, *Materials and Structures* (2021) 54:212.
- [4]. J. Fu, A. M. Jones, M. W. Bligh, C. Holt, L. M. Keyte, F. Moghaddam, Stephen J. Foster, T. D. Waite , Mechanisms of enhancement in early hydration by sodium sulfate in a slagcement blend - Insights from pore solution chemistry, *Cement and Concrete Research* 135 (2020) 106110.
- [5]. Phuong Trinh Bui, Yuko Ogawa; and Kenji Kawai, Effect of Sodium Sulfate Activator on Compressive Strength and Hydration of Fly-Ash Cement Pastes, *J. Mater. Civ. Eng.*, 2020, 32(6): 04020117.
- [6]. J. M. Etcheverry, Y. A. V.Zaccardi , P. V. D. Heede, V. Hallet, N. D. Belie, Effect of sodium sulfate activation on the early age behaviour and microstructure development of hybrid cementitious systems containing Portland cement, and blast furnace slag, *Cement and Concrete Composites*, Vol. 141, 2023, 105101.
- [7]. Y. Li, H. Zhang, M. Huang, H. Yin, K. Jiang, K. Xiao and S. Tang, Influence of Different Alkali Sulfates on the Shrinkage, Hydration, Pore Structure, Fractal Dimension and Microstructure of Low-Heat Portland Cement, Medium-Heat Portland Cement and Ordinary Portland Cement, *Fractal Fract.* 2021, 5, 79.
- [8]. A. M. Rashad, Y. Bai, P. A. M. Basheer, N. B. Milestone, N. C. Collier, Hydration and properties of sodium sulfate activated slag, *Cement & Concrete Composites* 37 (2013) 20–29.
- [9]. M. Kumar, N. P. Singh, S. K. Singh, N. B. Singh, Combined Effect of Sodium Sulphate and Superplasticizer on the Hydration of Fly Ash Blended Portland Cement, *Materials Research*. 2010; 13(2): 177-183.
- [10]. M. A. Nawaz, B. Ali, L. A. Qureshi, H. M. U. Aslam, I. Hussain, B. Masood, S. S. Raza, Effect of sulfate activator on mechanical and durability properties of concrete incorporating low calcium fly ash, *Case Studies in Construction Materials* 13 (2020) e00407.
- [11]. J. Wang, Y. Wang, J. Yu, L. Xu, M. Li, J. Cheng, Z. Li, Effects of sodium sulfate and potassium sulfate on the properties of calcium sulfoaluminate (CSA) cement based grouting materials, *Construction and Building Materials*, Volume 353, 24 October 2022, 129045.

[12]. O. Onuaguluch, R. Ratu, N. Banthia, Effect of sodium sulfate activation on the early-age matrix strength and steel fiber bond in high volume fly ash (HVFA) cement mortar, *Construction and Building Materials*, Vol. 341, 25 July 2022, 12780.

[13]. Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminate vô định hình, *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng Tập 13 Số 03 năm 2023*, trang 5-11.

[14]. Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, Bùi Thế Anh, Nghiên cứu chế tạo vữa cường độ cao siêu rắn nhanh trên cơ sở chất kết dính hỗn hợp xi măng và calcium aluminate, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, ĐHXDHN*, 2021, 15 (6V): 70–82.

[15]. Ngô Kim Tuấn, Nguyễn Văn Tuấn, Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminate vô định hình, *Tạp Chí Vật liệu Và Xây dựng 13(03)*, Trang 5-11.

[16]. Nguyễn Dương Định, Trương Trường Giang, Tạ Ngọc Dũng, Nghiên cứu ảnh hưởng của canxi formate đến tính chất của xi măng poocăng hỗn hợp Yên Bái, *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng*, Số 3/2021, trang 1-5.

[17]. Nguyễn Trần Đăng Khoa, Bùi Phương Trinh, Nguyễn Ngọc Thành, Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất hoạt hóa natri sulfat đến cường độ của chất kết dính có sử dụng hàm lượng tro bay lớn, *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng*, Số 05/2022, Trang 25-30.

[18]. Lưu Văn Nam và cs, Nghiên cứu nâng cao cường độ tuổi sớm của bê tông nhẹ chịu lực sử dụng hàm lượng lớn xỉ hạt lò cao nghiền mịn, *Hội nghị khoa học quốc tế Kỷ niệm 60 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng*, 11/2023, trang 339.

[19]. Nguyễn Lê Kim Ngọc và cs, Các tính chất kỹ thuật của chất kết dính sulfate hoạt hóa được chế tạo từ các hàm lượng khác nhau của tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Vol. 20, No. 11.2, 2022.

[20]. ACI 211.4R, *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*, 2008.

[21]. ACI 318, *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, 2008.

[22]. Hồ Văn Quân, Phan Nhật Long, Phạm Thái Uyết, Tính chất của bê tông tính năng cao kết hợp tro bay và xỉ lò cao, *Tạp chí GTVT*, số 7, trang 56-59, 2021.

[23]. J.L. Wang, K.M. Niu, Z.F. Yang, M.K. Zhou, L.Q. Sun, G.J. Ke, Effects of Fly ash and Ground Granulated Blast-Furnaces Slag on Properties of High Strength Concrete, *Key Engineering Materials*, Vols. 405-406 (2009), pp. 219-225.

[24]. ASTM C78/C78M, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*, 2010.

[25]. ASTM C39/C39M, *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, 2021.

[26]. ASTM C293/C293M, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete Using Simple Beam With Center-Point Loading*, 2022.

-
- [27]. Qin, J.; Qian, J.; You, C.; Fan, Y.; Li, Z.; Wang, H. Bond behavior and interfacial micro-characteristics of magnesium phosphate cement onto old concrete substrate. *Constr. Build. Mater.* 2018, 167, 166–176.
- [28]. ASTM C597, Standard test method for pulse velocity through concrete, 2016.
- [29]. AASHTO T95 Standard method of test for surface resistivity indication of concrete's ability to resist chloride ion penetration, Washington, D.C., USA, 2014.
- [30]. ASTM C1202, Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, 2019.
- [31]. Quan V. H., Tuan H. N., Phuong N. P., Phuong H. N. L., Phat N., Rafat S., Recycling ly ash in high-performance concrete for sand conservation: durability, service life, and environmental benefits, *Innovative Infrastructure Solutions* (2025) 10:132.
- [32]. Quan V. H., Phuong N. P., Durability properties and steel corrosion resistance of reinforced concrete using ly ash and ground granulated blast furnace slag as partial replacements for sand and cement, *Innovative Infrastructure Solutions* (2024) 9:178.
- [33]. Quan Van Ho, Trong-Phuoc Huynh, Improving Corrosion Resistance and Prolonging the Service Life of High-performance Concrete Structures Using Fly Ash and Ground Granulated Blast-furnace Slag, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 68(2), pp. 669–683, 2024.
- [34]. Quan Van Ho, Trong-Phuoc Huynh, A comprehensive investigation on the impacts of steel slag aggregate on characteristics of high-performance concrete incorporating industrial by-products, *Journal of Building Engineering* 80 (2023) 107982.
- [35]. Quan Van Ho, Tri Ho Minh Le and Trong-Phuoc Huynh, The influence of pre-compression on the durability of high-performance concrete incorporating industrial by-products, *J. Materials: Design and Applications* 238(5).
- [36]. Wenjie Gao, Qinxiang Fang, Haiyang Yan, Xinlai Wei and Ke Wu, Recovery of Acid and Base from Sodium Sulfate Containing Lithium Carbonate Using Bipolar Membrane Electrodialysis, *Membranes* 2021, 11, 152.
- [37]. Kurtz, S.; Balaguru, P.; Consolazio, G.; and Maher, A., “Fast Track Concrete for Construction Repair,” Report No. FHWA 2001-015, New Jersey Department of Transportation, Trenton, NJ, 1997, 67 pp.
- [38]. MDOT, “Qualification Procedure For Prepackaged Hydraulic FastSet Materials for Patching Structural Concrete,” MDOT Quality Assurance and Quality Control (QA/QC), Michigan Department of Transportation Lansing, MI, 2003.
- [39]. TCCS 40:2022/TCĐBVN, Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông.
- [40]. TCCS 24:2018/CHK, Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng sân bay.

PHỤ LỤC**PHỤ LỤC I****Kết quả thí nghiệm xác định độ pH của bê tông tươi**

Hỗn hợp bê tông	Độ pH
0TB0NS	12.64
15TB0NS	12.27
15TB1.5NS	12.36
15TB2.5NS	12.69
15TB3.5NS	12.73
15TB4.5NS	12.75

PHỤ LỤC II

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ nén R_n và kéo uốn R_{ku} của các BTSC

1. Cường độ kéo uốn

Loại bê tông	Mẫu	Lực (kN)	R_{ku} (MPa)	R_{kutb} (MPa)
	Cường độ nén mẫu dầm 100x100x400 mm			
9 h				
0TB0NS	M1	4.78	1.39	1.38
	M2	4.44	1.29	
	M3	5.03	1.47	
15TB0NS	M1	3.07	0.89	0.83
	M2	2.81	0.82	
	M3	2.64	0.77	
15TB1.5NS	M1	6.74	1.96	1.83
	M2	5.80	1.69	
	M3	6.31	1.84	
15TB2.5NS	M1	7.59	2.21	2.29
	M2	7.85	2.29	
	M3	8.10	2.36	
15TB3.5NS	M1	7.59	2.21	2.32
	M2	8.02	2.33	
	M3	8.27	2.41	
15TB4.5NS	M1	7.76	2.26	2.36
	M2	8.44	2.46	
	M3	8.10	2.36	
12 h				
0TB0NS	M1	8.19	2.38	2.46
	M2	9.13	2.66	
	M3	8.02	2.33	
15TB0NS	M1	4.95	1.44	1.53
	M2	5.29	1.54	
	M3	5.54	1.61	
15TB1.5NS	M1	9.72	2.83	2.97
	M2	10.07	2.93	
	M3	10.83	3.15	
15TB2.5NS	M1	13.73	4.00	4.16
	M2	14.25	4.15	
	M3	14.84	4.32	
15TB3.5NS	M1	15.10	4.40	4.18
	M2	13.56	3.95	
	M3	14.42	4.20	

15TB4.5NS	M1	14.42	4.20	4.25
	M2	15.18	4.42	
	M3	14.16	4.12	
1 ngày				
0TB0NS	M1	18.42	5.36	5.42
	M2	19.28	5.61	
	M3	18.17	5.29	
15TB0NS	M1	18.77	5.46	5.26
	M2	18.60	5.41	
	M3	16.80	4.89	
15TB1.5NS	M1	27.04	7.87	8.02
	M2	28.83	8.40	
	M3	26.78	7.80	
15TB2.5NS	M1	27.38	7.97	8.16
	M2	28.06	8.17	
	M3	28.66	8.35	
15TB3.5NS	M1	25.76	7.50	7.53
	M2	24.91	7.25	
	M3	26.87	7.82	
15TB4.5NS	M1	26.02	7.58	7.34
	M2	24.65	7.18	
	M3	24.91	7.25	
3 ngày				
0TB0NS	M1	29.43	8.57	8.59
	M2	28.40	8.27	
	M3	30.71	8.94	
15TB0NS	M1	30.11	8.77	8.55
	M2	27.38	7.97	
	M3	30.62	8.92	
15TB1.5NS	M1	33.86	9.86	9.79
	M2	34.29	9.98	
	M3	32.76	9.54	
15TB2.5NS	M1	34.55	10.06	10.27
	M2	36.17	10.53	
	M3	35.14	10.23	
15TB3.5NS	M1	33.69	9.81	10.18
	M2	36.00	10.48	
	M3	35.14	10.23	
15TB4.5NS	M1	34.63	10.08	9.98
	M2	32.84	9.56	
	M3	35.31	10.28	

7 ngày				
0TB0NS	M1	31.82	9.26	9.30
	M2	31.05	9.04	
	M3	32.93	9.59	
15TB0NS	M1	31.82	9.26	9.50
	M2	32.76	9.54	
	M3	33.27	9.69	
15TB1.5NS	M1	35.23	10.26	10.36
	M2	36.68	10.68	
	M3	34.80	10.13	
15TB2.5NS	M1	40.52	11.80	11.38
	M2	38.13	11.10	
	M3	38.56	11.23	
15TB3.5NS	M1	38.47	11.20	11.19
	M2	39.66	11.55	
	M3	37.19	10.83	
15TB4.5NS	M1	36.76	10.70	11.09
	M2	40.18	11.70	
	M3	37.36	10.88	
28 ngày				
0TB0NS	M1	39.75	11.57	11.83
	M2	41.97	12.22	
	M3	40.18	11.70	
15TB0NS	M1	39.75	11.57	12.15
	M2	42.22	12.29	
	M3	43.16	12.57	
15TB1.5NS	M1	43.33	12.62	13.11
	M2	45.21	13.16	
	M3	46.49	13.54	
15TB2.5NS	M1	46.49	13.54	13.88
	M2	49.13	14.31	
	M3	47.43	13.81	
15TB3.5NS	M1	48.79	14.21	13.82
	M2	46.15	13.44	
	M3	47.43	13.81	
15TB4.5NS	M1	46.83	13.64	13.36
	M2	44.61	12.99	
	M3	46.23	13.46	
56 ngày				
0TB0NS	M1	48.96	14.26	13.86
	M2	46.23	13.46	
	M3	47.60	13.86	

h

15TB0NS	M1	49.47	14.41	14.45
	M2	51.18	14.90	
	M3	48.19	14.03	
15TB1.5NS	M1	48.71	14.18	14.26
	M2	50.67	14.75	
	M3	47.60	13.86	
15TB2.5NS	M1	49.13	14.31	14.39
	M2	48.11	14.01	
	M3	51.01	14.85	
15TB3.5NS	M1	47.26	13.76	14.22
	M2	48.79	14.21	
	M3	50.41	14.68	
15TB4.5NS	M1	48.71	14.18	14.15
	M2	50.24	14.63	
	M3	46.83	13.64	
90 ngày				
0TB0NS	M1	51.35	14.95	14.33
	M2	49.22	14.33	
	M3	47.09	13.71	
15TB0NS	M1	53.31	15.52	15.36
	M2	53.06	15.45	
	M3	51.86	15.10	
15TB1.5NS	M1	50.16	14.60	14.46
	M2	47.17	13.74	
	M3	51.69	15.05	
15TB2.5NS	M1	48.96	14.26	14.61
	M2	49.56	14.43	
	M3	52.03	15.15	
15TB3.5NS	M1	47.94	13.96	14.45
	M2	49.56	14.43	
	M3	51.35	14.95	
15TB4.5NS	M1	48.71	14.18	14.31
	M2	50.84	14.80	
	M3	47.85	13.93	

2. Cường độ nén

Loại bê tông	Mẫu	Lực (kN)	R_n (MPa)	R_{ntb} (MPa)
	Cường độ nén mẫu lập phương 100x100x100 mm			
9 h				
0TB0NS	M1	82.44	8.24	7.93
	M2	77.46	7.75	

	M3	78.12	7.81	
	M4	76.86	7.69	
	M5	78.84	7.88	
	M6	81.90	8.19	
15TB0NS	M1	56.04	5.60	5.40
	M2	53.52	5.35	
	M3	45.84	4.58	
	M4	59.58	5.96	
	M5	51.90	5.19	
	M6	57.36	5.74	
15TB1.5NS	M1	71.34	7.13	7.73
	M2	76.98	7.70	
	M3	76.86	7.69	
	M4	77.76	7.78	
	M5	81.36	8.14	
	M6	79.26	7.93	
15TB2.5NS	M1	96.48	9.65	9.13
	M2	94.38	9.44	
	M3	100.14	10.01	
	M4	92.04	9.20	
	M5	79.44	7.94	
	M6	85.44	8.54	
15TB3.5NS	M1	104.88	10.49	9.90
	M2	95.70	9.57	
	M3	91.02	9.10	
	M4	97.80	9.78	
	M5	104.64	10.46	
	M6	100.08	10.01	
15TB4.5NS	M1	120.00	12.00	11.15
	M2	111.06	11.11	
	M3	113.10	11.31	
	M4	116.64	11.66	
	M5	103.26	10.33	
	M6	104.70	10.47	
12 h				
0TB0NS	M1	172.74	17.27	16.89
	M2	182.70	18.27	
	M3	178.62	17.86	
	M4	157.80	15.78	

	M5	153.84	15.38	
	M6	167.88	16.79	
15TB0NS	M1	132.48	13.25	13.64
	M2	150.48	15.05	
	M3	121.38	12.14	
	M4	144.18	14.42	
	M5	138.72	13.87	
	M6	131.34	13.13	
15TB1.5NS	M1	179.22	17.92	16.54
	M2	169.02	16.90	
	M3	165.78	16.58	
	M4	152.40	15.24	
	M5	164.70	16.47	
	M6	161.10	16.11	
15TB2.5NS	M1	208.56	20.86	20.16
	M2	193.92	19.39	
	M3	195.36	19.54	
	M4	214.26	21.43	
	M5	194.70	19.47	
	M6	202.68	20.27	
15TB3.5NS	M1	190.86	19.09	19.59
	M2	201.00	20.10	
	M3	181.26	18.13	
	M4	194.34	19.43	
	M5	201.36	20.14	
	M6	206.52	20.65	
15TB4.5NS	M1	184.14	18.41	19.69
	M2	190.32	19.03	
	M3	197.76	19.78	
	M4	199.92	19.99	
	M5	206.46	20.65	
	M6	202.68	20.27	
24 h				
0TB0NS	M1	350.46	35.05	35.93
	M2	357.42	35.74	
	M3	378.18	37.82	
	M4	342.06	34.21	
	M5	361.02	36.10	
	M6	366.54	36.65	

15TB0NS	M1	339.24	33.92	32.80
	M2	333.48	33.35	
	M3	339.06	33.91	
	M4	322.74	32.27	
	M5	318.00	31.80	
	M6	315.72	31.57	
15TB1.5NS	M1	426.90	42.69	44.94
	M2	446.82	44.68	
	M3	453.06	45.31	
	M4	468.72	46.87	
	M5	459.00	45.90	
	M6	441.60	44.16	
15TB2.5NS	M1	522.48	52.25	49.78
	M2	472.44	47.24	
	M3	514.74	51.47	
	M4	487.44	48.74	
	M5	487.80	48.78	
	M6	501.60	50.16	
15TB3.5NS	M1	447.84	44.78	45.49
	M2	452.10	45.21	
	M3	452.52	45.25	
	M4	441.84	44.18	
	M5	458.40	45.84	
	M6	476.40	47.64	
15TB4.5NS	M1	447.48	44.75	43.78
	M2	438.00	43.80	
	M3	431.04	43.10	
	M4	408.18	40.82	
	M5	454.80	45.48	
	M6	447.00	44.70	
3 ngày				
0TB0NS	M1	562.98	56.30	54.17
	M2	552.42	55.24	
	M3	533.28	53.33	
	M4	536.40	53.64	
	M5	513.48	51.35	
	M6	551.40	55.14	
15TB0NS	M1	505.50	50.55	50.22
	M2	503.28	50.33	

	M3	471.78	47.18	
	M4	519.48	51.95	
	M5	488.70	48.87	
	M6	524.52	52.45	
15TB1.5NS	M1	576.66	57.67	55.72
	M2	564.72	56.47	
	M3	574.56	57.46	
	M4	540.30	54.03	
	M5	536.40	53.64	
	M6	550.80	55.08	
15TB2.5NS	M1	561.24	56.12	57.85
	M2	579.24	57.92	
	M3	585.84	58.58	
	M4	598.98	59.90	
	M5	579.00	57.90	
	M6	566.40	56.64	
15TB3.5NS	M1	512.94	51.29	52.95
	M2	546.72	54.67	
	M3	516.12	51.61	
	M4	534.84	53.48	
	M5	540.60	54.06	
	M6	525.60	52.56	
15TB4.5NS	M1	478.80	47.88	49.74
	M2	489.24	48.92	
	M3	512.46	51.25	
	M4	475.20	47.52	
	M5	504.60	50.46	
	M6	523.80	52.38	
7 ngày				
0TB0NS	M1	612.00	61.20	59.93
	M2	609.00	60.90	
	M3	573.00	57.30	
	M4	619.50	61.95	
	M5	581.46	58.15	
	M6	601.02	60.10	
15TB0NS	M1	562.20	56.22	56.15
	M2	575.52	57.55	
	M3	580.20	58.02	
	M4	541.38	54.14	

	M5	548.70	54.87	
	M6	560.88	56.09	
15TB1.5NS	M1	595.68	59.57	57.55
	M2	586.68	58.67	
	M3	567.06	56.71	
	M4	582.00	58.20	
	M5	567.00	56.70	
	M6	554.40	55.44	
15TB2.5NS	M1	593.40	59.34	58.46
	M2	594.42	59.44	
	M3	540.78	54.08	
	M4	571.62	57.16	
	M5	609.60	60.96	
	M6	597.60	59.76	
15TB3.5NS	M1	545.94	54.59	55.67
	M2	561.60	56.16	
	M3	541.50	54.15	
	M4	564.60	56.46	
	M5	578.40	57.84	
	M6	548.40	54.84	
15TB4.5NS	M1	501.18	50.12	51.51
	M2	507.42	50.74	
	M3	533.34	53.33	
	M4	504.06	50.41	
	M5	525.60	52.56	
	M6	518.70	51.87	
28 ngày				
0TB0NS	M1	766.50	76.65	75.38
	M2	744.30	74.43	
	M3	772.86	77.29	
	M4	780.12	78.01	
	M5	733.62	73.36	
	M6	725.46	72.55	
15TB0NS	M1	746.34	74.63	74.39
	M2	763.44	76.34	
	M3	734.16	73.42	
	M4	739.56	73.96	
	M5	726.60	72.66	
	M6	753.00	75.30	

15TB1.5NS	M1	660.78	66.08	65.88
	M2	653.64	65.36	
	M3	658.50	65.85	
	M4	655.08	65.51	
	M5	645.60	64.56	
	M6	679.20	67.92	
15TB2.5NS	M1	646.02	64.60	63.10
	M2	621.60	62.16	
	M3	631.20	63.12	
	M4	632.04	63.20	
	M5	638.40	63.84	
	M6	616.80	61.68	
15TB3.5NS	M1	612.72	61.27	61.26
	M2	632.10	63.21	
	M3	604.62	60.46	
	M4	618.48	61.85	
	M5	610.80	61.08	
	M6	597.00	59.70	
15TB4.5NS	M1	599.76	59.98	60.45
	M2	600.72	60.07	
	M3	608.22	60.82	
	M4	600.48	60.05	
	M5	627.60	62.76	
	M6	590.40	59.04	
56 ngày				
0TB0NS	M1	819.72	81.97	83.83
	M2	840.90	84.09	
	M3	849.24	84.92	
	M4	865.02	86.50	
	M5	823.32	82.33	
	M6	831.84	83.18	
15TB0NS	M1	876.48	87.65	88.03
	M2	897.00	89.70	
	M3	885.60	88.56	
	M4	903.30	90.33	
	M5	852.00	85.20	
	M6	867.60	86.76	
15TB1.5NS	M1	737.52	73.75	73.40
	M2	744.78	74.48	

	M3	730.68	73.07	
	M4	755.22	75.52	
	M5	723.00	72.30	
	M6	712.80	71.28	
15TB2.5NS	M1	706.20	70.62	70.37
	M2	704.70	70.47	
	M3	697.38	69.74	
	M4	731.70	73.17	
	M5	693.00	69.30	
	M6	689.40	68.94	
15TB3.5NS	M1	641.22	64.12	65.39
	M2	673.26	67.33	
	M3	639.60	63.96	
	M4	632.52	63.25	
	M5	659.10	65.91	
	M6	677.40	67.74	
15TB4.5NS	M1	626.16	62.62	64.50
	M2	637.02	63.70	
	M3	675.00	67.50	
	M4	652.38	65.24	
	M5	621.90	62.19	
	M6	657.60	65.76	
90 ngày				
0TB0NS	M1	870.00	87.00	86.69
	M2	900.00	90.00	
	M3	888.00	88.80	
	M4	858.00	85.80	
	M5	830.10	83.01	
	M6	855.00	85.50	
15TB0NS	M1	957.36	95.74	91.97
	M2	945.90	94.59	
	M3	938.76	93.88	
	M4	875.76	87.58	
	M5	908.52	90.85	
	M6	891.60	89.16	
15TB1.5NS	M1	758.16	75.82	75.14
	M2	753.06	75.31	
	M3	767.70	76.77	
	M4	740.22	74.02	

	M5	742.80	74.28	
	M6	746.40	74.64	
15TB2.5NS	M1	703.02	70.30	71.32
	M2	703.98	70.40	
	M3	708.96	70.90	
	M4	727.50	72.75	
	M5	723.60	72.36	
	M6	712.20	71.22	
15TB3.5NS	M1	660.66	66.07	66.54
	M2	644.16	64.42	
	M3	634.20	63.42	
	M4	654.66	65.47	
	M5	687.00	68.70	
	M6	711.60	71.16	
15TB4.5NS	M1	661.98	66.20	65.71
	M2	679.62	67.96	
	M3	661.98	66.20	
	M4	649.62	64.96	
	M5	663.60	66.36	
	M6	625.80	62.58	

PHỤ LỤC III

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ bám dính giữa BTSC và bê tông cũ

1. Sơ đồ uốn theo phương ngang

Loại bê tông	Mẫu	Lực (kN)	R _{bd} (MPa)	R _{bdtb} (MPa)
	Mẫu dầm 40x40x160 mm nối giữa BTĐKN và bê tông cũ			
1 ngày				
0TB0NS	M1	1.24	2.91	2.96
	M2	1.29	3.02	
	M3	1.26	2.95	
15TB0NS	M1	1.15	2.70	2.63
	M2	1.10	2.58	
	M3	1.12	2.63	
15TB1.5NS	M1	1.68	3.94	3.95
	M2	1.61	3.77	
	M3	1.77	4.15	
15TB2.5NS	M1	1.96	4.59	4.23
	M2	1.82	4.27	
	M3	1.64	3.84	
15TB3.5NS	M1	1.75	4.10	4.05
	M2	1.79	4.20	
	M3	1.64	3.84	
15TB4.5NS	M1	1.65	3.87	3.86
	M2	1.77	4.15	
	M3	1.52	3.56	
3 ngày				
0TB0NS	M1	2.1	4.92	4.95
	M2	2.28	5.34	
	M3	1.96	4.59	
15TB0NS	M1	1.81	4.24	4.20
	M2	1.83	4.29	
	M3	1.73	4.05	
15TB1.5NS	M1	2.53	5.93	6.30
	M2	2.89	6.77	
	M3	2.65	6.21	
15TB2.5NS	M1	3.07	7.20	7.21
	M2	3.01	7.05	
	M3	3.15	7.38	
15TB3.5NS	M1	2.86	6.70	7.11
	M2	3.2	7.50	
	M3	3.04	7.13	

15TB4.5NS	M1	2.98	6.98	6.69
	M2	2.84	6.66	
	M3	2.74	6.42	
7 ngày				
0TB0NS	M1	2.44	5.72	6.16
	M2	2.79	6.54	
	M3	2.65	6.21	
15TB0NS	M1	2.48	5.81	5.77
	M2	2.58	6.05	
	M3	2.32	5.44	
15TB1.5NS	M1	3.09	7.24	7.13
	M2	3.15	7.38	
	M3	2.88	6.75	
15TB2.5NS	M1	3.25	7.62	7.49
	M2	3.41	7.99	
	M3	2.93	6.87	
15TB3.5NS	M1	3.01	7.05	7.62
	M2	3.52	8.25	
	M3	3.22	7.55	
15TB4.5NS	M1	2.91	6.82	7.20
	M2	3.19	7.48	
	M3	3.11	7.29	
28 ngày				
0TB0NS	M1	2.98	6.98	7.95
	M2	3.58	8.39	
	M3	3.62	8.48	
15TB0NS	M1	3.11	7.29	7.38
	M2	2.88	6.75	
	M3	3.45	8.09	
15TB1.5NS	M1	3.76	8.81	8.28
	M2	3.35	7.85	
	M3	3.49	8.18	
15TB2.5NS	M1	3.52	8.25	8.74
	M2	3.85	9.02	
	M3	3.82	8.95	
15TB3.5NS	M1	3.88	9.09	8.66
	M2	3.52	8.25	
	M3	3.69	8.65	
15TB4.5NS	M1	3.27	7.66	8.34
	M2	3.78	8.86	
	M3	3.62	8.48	

1. Sơ đồ uôn theo phương dọc

Loại bê tông	Mẫu	Lực (kN)	R_{bd} (MPa)	R_{bdtb} (MPa)
	Mẫu dầm 40x40x160 mm nối giữa BTĐKN và bê tông cũ			
1 ngày				
0TB0NS	M1	1.02	2.39	2.44
	M2	1.13	2.65	
	M3	0.97	2.27	
15TB0NS	M1	0.86	2.02	2.05
	M2	0.95	2.23	
	M3	0.82	1.92	
15TB1.5NS	M1	1.48	3.47	3.23
	M2	1.39	3.26	
	M3	1.26	2.95	
15TB2.5NS	M1	1.45	3.40	3.50
	M2	1.4	3.28	
	M3	1.63	3.82	
15TB3.5NS	M1	1.54	3.61	3.36
	M2	1.36	3.19	
	M3	1.4	3.28	
15TB4.5NS	M1	1.32	3.09	3.12
	M2	1.45	3.40	
	M3	1.22	2.86	
3 ngày				
0TB0NS	M1	1.66	3.89	4.02
	M2	1.93	4.52	
	M3	1.55	3.63	
15TB0NS	M1	1.55	3.63	3.36
	M2	1.43	3.35	
	M3	1.32	3.09	
15TB1.5NS	M1	2.42	5.67	5.24
	M2	2.25	5.27	
	M3	2.04	4.78	
15TB2.5NS	M1	2.54	5.95	5.97
	M2	2.38	5.58	
	M3	2.72	6.38	
15TB3.5NS	M1	2.49	5.84	5.86
	M2	2.77	6.49	
	M3	2.24	5.25	
15TB4.5NS	M1	2.34	5.48	5.48
	M2	2.55	5.98	
	M3	2.12	4.97	

7 ngày				
0TB0NS	M1	2.18	5.11	5.03
	M2	2.24	5.25	
	M3	2.02	4.73	
15TB0NS	M1	2.27	5.32	4.80
	M2	1.88	4.41	
	M3	1.99	4.66	
15TB1.5NS	M1	2.65	6.21	5.72
	M2	2.45	5.74	
	M3	2.22	5.20	
15TB2.5NS	M1	2.42	5.67	6.10
	M2	2.62	6.14	
	M3	2.77	6.49	
15TB3.5NS	M1	2.58	6.05	6.18
	M2	2.85	6.68	
	M3	2.48	5.81	
15TB4.5NS	M1	2.51	5.88	5.89
	M2	2.72	6.38	
	M3	2.31	5.41	
28 ngày				
0TB0NS	M1	2.71	6.35	6.38
	M2	2.9	6.80	
	M3	2.55	5.98	
15TB0NS	M1	2.77	6.49	6.18
	M2	2.48	5.81	
	M3	2.66	6.23	
15TB1.5NS	M1	2.94	6.89	6.59
	M2	2.84	6.66	
	M3	2.65	6.21	
15TB2.5NS	M1	3.08	7.22	7.20
	M2	2.87	6.73	
	M3	3.27	7.66	
15TB3.5NS	M1	3.04	7.13	7.09
	M2	3.22	7.55	
	M3	2.82	6.61	
15TB4.5NS	M1	2.84	6.66	6.84
	M2	3.15	7.38	
	M3	2.76	6.47	

PHỤ LỤC IV

Kết quả thí nghiệm xác định vận tốc xung siêu âm của các BTSC (Mẫu trụ 100x200 mm)

Bê tông	Mẫu	3 ngày		7 ngày		28 ngày		56 ngày		90 ngày	
		V _i	V _{tb}								
0TB0NS	M1	4662	4651.2	4684	4672.9	4762	4761.9	4843	4854.4	4890	4886.0
	M2	4651		4662		4751		4854		4890	
	M3	4640		4673		4773		4866		4878	
15TB0NS	M1	4651	4647.6	4684	4676.5	4819	4807.7	4926	4926.1	4950	4962.8
	M2	4662		4673		4808		4914		4975	
	M3	4630		4673		4796		4938		4963	
15TB1.5NS	M1	4739	4728.2	4785	4765.7	4819	4807.7	4938	4918.1	4975	4962.8
	M2	4717		4751		4808		4902		4963	
	M3	4728		4762		4796		4914		4950	
15TB2.5NS	M1	4630	4629.6	4662	4672.9	4739	4750.6	4854	4838.8	4866	4866.2
	M2	4619		4673		4762		4819		4854	
	M3	4640		4684		4751		4843		4878	
15TB3.5NS	M1	4566	4583.7	4598	4608.3	4751	4731.9	4796	4796.2	4831	4842.6
	M2	4587		4608		4706		4785		4843	
	M3	4598		4619		4739		4808		4854	
15TB4.5NS	M1	4494	4491.1	4525	4521.5	4608	4619	4706	4728.2	4751	4761.9
	M2	4474		4505		4630		4728		4762	
	M3	4505		4535		4619		4751		4773	

PHỤ LỤC V

Kết quả thí nghiệm điện trở suất bề mặt R_{bm} của các BTSC (Mẫu trụ 100x200 mm)

Bê tông	Mẫu	3 ngày		7 ngày		28 ngày		56 ngày		90 ngày	
		R_{bmi}	R_{bmtb}								
0TB0NS	M1	12.1	0.33	13.8	0.28	17.9	0.22	24.3	0.29	25.8	0.29
	M2	11.8		14.3		17.8		24.6		25.2	
	M3	11.4		14.0		18.2		24.9		25.4	
15TB0NS	M1	9.2	0.45	9.8	0.31	20.2	0.81	40.4	0.58	46.0	0.39
	M2	8.3		9.7		21.8		40.1		45.2	
	M3	8.7		10.3		20.7		39.3		45.6	
15TB1.5NS	M1	9.6	0.24	13.8	0.37	29.6	0.57	39.0	0.55	45.0	0.60
	M2	9.5		13.1		29.1		39.1		46.1	
	M3	9.9		13.3		30.2		40.0		45.1	
15TB2.5NS	M1	11.7	0.21	14.8	0.34	40.8	0.24	44.7	0.52	47.8	0.77
	M2	12.0		15.5		40.5		45.0		48.9	
	M3	12.1		15.2		41.0		45.7		49.3	
15TB3.5NS	M1	12.6	0.34	15.3	0.27	41.2	0.49	45.3	0.20	51.1	0.61
	M2	12.1		15.1		40.3		45.0		52.1	
	M3	11.9		15.6		41.0		45.3		51.1	
15TB4.5NS	M1	13.5	0.42	17.1	0.70	41.9	0.84	46.4	0.44	52.6	0.70
	M2	14.1		16.7		40.7		46.2		52.2	
	M3	13.3		15.8		40.2		45.6		51.2	

PHỤ LỤC VI

Kết quả thí nghiệm xác định độ thấm ion clo Q của các BTSC

Bê tông	Mẫu	7 ngày		28 ngày		56 ngày		90 ngày	
		Q _i	Q _{tb}						
0TB0NS	M1	4401	4238	2673	2817	1732	1849	1334	1371
	M2	4109		2938		1984		1366	
	M3	4206		2840		1830		1412	
15TB0NS	M1	5266	5329	1955	2038	1018	1012	850	819
	M2	5300		2031		956		786	
	M3	5422		2128		1061		821	
15TB1.5NS	M1	4401	4533	1682	1512	882	884	601	631
	M2	4523		1389		865		613	
	M3	4674		1467		904		679	
15TB2.5NS	M1	4448	4507	1233	1208	754	720	651	640
	M2	4604		1108		674		676	
	M3	4467		1283		732		593	
15TB3.5NS	M1	4836	4625	1250	1274	800	776 776	723	714
	M2	4607		1384		806		739	
	M3	4431		1189		722		680	
15TB4.5NS	M1	4584	4663	1336	1321	808	785	702	717
	M2	4625		1371		798		705	
	M3	4781		1258		750		744	

PHỤ LỤC VII

Phân tích hiệu quả kinh tế và đánh giá tác động môi trường của các hỗn hợp BTSC

1. Xả thải CO₂

Loại bê tông	Đ (kg CO ₂)	C (kg CO ₂)	X (kg CO ₂)	TB (kg CO ₂)	N (kg CO ₂)	NS (kg CO ₂)	SD (kg CO ₂)	Xả thải CO ₂ (kg/m ³)	Xả thải CO ₂ (kg/m ³ /MPa)	Tỉ lệ giảm xả thải CO ₂ (%)
0TB0NS	34.56	18.80	676.00	0.00	0.24	0.00	0.01	730	134.54	0.00
15TB0NS	34.56	18.19	574.60	0.62	0.24	0.00	0.01	628	119.50	-11.18
15TB1,5NS	34.56	18.15	564.46	0.62	0.24	3.67	0.01	622	77.50	-42.40
15TB2,5NS	34.56	18.10	557.70	0.62	0.24	6.11	0.01	617	75.62	-43.79
15TB3,5NS	34.56	18.07	550.94	0.62	0.24	8.55	0.01	613	81.45	-39.46
15TB4,5NS	34.56	18.02	544.18	0.62	0.24	11.00	0.01	609	82.97	-38.33

2. Chi phí vật liệu

Chi phí	Hỗn hợp bê tông					
	0TB0NS	15TB0NS	15TB1,5NS	15TB2,5NS	15TB3,5NS	15TB4,5NS
Đ (đ)	297600.0	297600.0	297600.0	297600.0	297600.0	297600.0
C (đ)	336121.5	325224.9	324452.7	323594.7	322994.1	322136.1
X (đ)	1040000.0	884000.0	868400.0	858000.0	847600.0	837200.0
TB (đ)	0.0	33540.0	33540.0	33540.0	33540.0	33540.0
N (đ)	1456.0	1456.0	1456.0	1456.0	1456.0	1456.0
NS (đ)	0.0	0.0	23400.0	39000.0	54600.0	70200.0
SD (đ)	125060.0	96200.0	105820.0	125060.0	134680.0	153920.0
Tổng chi phí (đ/m ³)	1800237.5	1638020.9	1654668.7	1678250.7	1692470.1	1716052.1
Chi phí (đ/m ³ /MPa)	331973.6	311573.7	206254.0	205586.7	224891.1	233944.0
Tỉ lệ giảm chi phí (%)	0.00	-6.15	-37.87	-38.07	-32.26	-29.53



ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

THUYẾT MINH

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG XI MĂNG CƯỜNG ĐỘ
SỚM CAO DÙNG CHO SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ VÀ
SÂN BAY

Mã số: T2024-06-14

Chủ nhiệm đề tài: TS. Hồ Văn Quân

Đơn vị: Phòng Cơ sở vật chất

Chương trình đào tạo:

Đà Nẵng, 12/2024

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

THUYẾT MINH ĐỀ TÀI
KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

1. TÊN ĐỀ TÀI Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay			2. MÃ SỐ T2024-06-14	
3. LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU Tự nhiên <input type="checkbox"/> Kỹ thuật <input checked="" type="checkbox"/> Môi trường <input type="checkbox"/> Kinh tế; XH-NV <input type="checkbox"/> Nông Lâm <input type="checkbox"/> ATLD <input type="checkbox"/> Giáo dục <input type="checkbox"/> Y Dược <input type="checkbox"/> Sở hữu trí tuệ <input type="checkbox"/>			4. LOẠI HÌNH NGHIÊN CỨU Cơ bản <input type="checkbox"/> Ứng dụng <input checked="" type="checkbox"/> Triển khai <input type="checkbox"/>	
5. THỜI GIAN THỰC HIỆN: 12 tháng (Từ tháng 01 năm 2025 đến tháng 12 năm 2025)				
6. CƠ QUAN CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI Tên cơ quan: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Điện thoại: 0236.3822571 E-mail: dhspktnd@ute.udn.vn Địa chỉ: 48 Cao Thắng, Quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng Họ và tên thủ trưởng cơ quan chủ trì: PGS.TS. Nguyễn Lê Hùng				
7. CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI Họ và tên: Hồ Văn Quân Học vị: TS Chức danh khoa học: Năm sinh: 1977 Địa chỉ cơ quan: 48 Cao Thắng Địa chỉ nhà riêng: Quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng Điện thoại nhà riêng: Điện thoại cơ quan: Fax: Di động: 0905.548169 E-mail: hvquan@ute.udn.vn				
8. NHỮNG THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI				
TT	Họ và tên	Đơn vị công tác và lĩnh vực chuyên môn	Nội dung nghiên cứu cụ thể được giao	Chữ ký
1	Nguyễn Văn Hợi Thành viên	Phòng Cơ sở vật chất – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng Công trình Giao thông	- Xây dựng báo cáo tổng kết, nghiệm thu đề tài. - Thành viên thực hiện nội dung	

			1.2, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 tại Mục 15.1;	
2	Nguyễn Công Tâm Thành viên	Sinh viên Lớp 23XC1 – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng Công trình Giao thông	- Thành viên thực hiện nội dung 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 tại Mục 15.1;	
3	Phan Quang Thanh Kỹ thuật viên	Phòng Cơ sở vật chất – trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, chuyên ngành: Điện dân dụng	- Hỗ trợ trong quá trình đúc mẫu, thí nghiệm.;	

9. ĐƠN VỊ PHỐI HỢP CHÍNH

Tên đơn vị trong và ngoài nước	Nội dung phối hợp nghiên cứu	Họ và tên người đại diện đơn vị

10. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THUỘC LĨNH VỰC CỦA ĐỀ TÀI Ở TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

10.1. Ngoài nước

Hao Ding và cộng sự (cs) [1] nghiên cứu vữa sửa chữa tự đầm sử dụng 75% xi măng đông kết nhanh Sulfoaluminate + 25% xi măng pooc lăng và kết hợp với các phụ gia rắn nhanh là 3 loại canxi sulfat bao gồm thạch cao hemihydrat (HG), thạch cao anhydrit (SG) và thạch cao dihydrat (DG), liều lượng thạch cao được thay thế lần lượt là 4% và 8% xi măng. Kết quả chứng minh rằng việc bổ sung thạch cao HG đã đẩy nhanh tốc độ hydrat hóa ban đầu của xi măng và thúc đẩy tốc độ giãn nở. Đối với xi măng có 8% thạch cao HG, 6 giờ sau khi đúc, cường độ uốn và cường độ nén tăng lần lượt là 39,02% và 34,08%. Tốc độ hydrat hóa của xi măng có thể bị trì hoãn hiệu quả bởi thạch cao DG và kết quả không đạt yêu cầu. Cường độ uốn và nén sau 28 ngày được tăng lần lượt là 26,56% và 28,08% sau khi thêm 8% thạch cao SG.

Nan Shi và cs [2] nghiên cứu ảnh hưởng của thạch cao anhydrit (SG) và thạch cao dihydrat (DG) đến quá trình hydrat hóa và cường độ của clinker xi măng ferroaluminat bùn đỏ kiềm cao (RCFA), liều lượng thạch cao bổ sung là 2-9% xi măng. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi thêm 4% thạch cao, cường độ nén 3 ngày của xi măng là 39,1 MPa và cường độ nén 28 ngày là 63,2 MPa, cường độ nén ở 28 ngày tăng 61,6% so với ở 3 ngày. Các tính chất của hồ xi măng có thể bị ảnh hưởng xấu do hàm lượng thạch cao SG trên 4%. Quá trình hydrat hóa tỏa nhiệt của clinker được đẩy nhanh bởi thạch cao lúc đầu, nhưng tốc độ giảm dần khi quá trình tiến triển.

Marusa Mrak và cs [3] nghiên cứu ảnh hưởng của các liều lượng thạch cao khác nhau đến quá trình hydrat hóa của clinker belite-canxi sulfoaluminate giàu belite (CBCSA-B) và giàu ye'elimit (BCSA-Y), ba hàm lượng thạch cao tương ứng với 3 tỉ lệ mol là M = 1,0, 1,5 và 2,0. Kết quả cho thấy tất cả các hỗn hợp xi măng BCSA-B đều cho thấy cường độ nén tăng

dần lên đến 150 ngày, với sự phát triển cường độ nén rất nhanh trong khoảng từ 1 đến 7 ngày, sau 7 ngày, cường độ nén tăng chậm. Ở độ tuổi muộn (150 ngày), cường độ nén thấp nhất khi $M = 2,0$ (24,9 MPa), tiếp theo là khi $M = 1,0$ (27,5 MPa), với cường độ nén cao nhất khi $M = 1,5$ (30,3 MPa). Đối với hỗn hợp xi măng BCSEA-Y cho thấy xu hướng tương tự như hỗn hợp xi măng BCSEA-B, tuy nhiên ở $M = 1,0$ và $M = 1,5$ chỉ thấy cường độ tăng nhẹ giữa 1 và 7 ngày. Sau 7 ngày hydrat hóa, cường độ nén tăng lên khi lượng thạch cao tăng lên, đạt giá trị cuối cùng là 39,6 MPa, 45,7 MPa và 48,3 MPa sau 150 ngày đối với $M = 1,0$, $M = 1,5$ và $M = 2,0$. Hàm lượng thạch cao tối ưu với tỉ lệ $M = 1,5$ đối với BCSEA-B và $M = 2,0$ đối với BCSEA-Y.

Jiayi Fu và cs [4] nghiên cứu ảnh hưởng của natri sunfat (NS) đến sự hydrat hóa và cường độ ban đầu trong chất kết dính xi măng - xỉ lò cao (50:50), liều lượng NS được sử dụng từ 1-3%. Sự gia tăng cường độ ban đầu khi có NS được chứng minh là do sự kết hợp giữa hydrat hóa alite tăng và sự hòa tan xỉ lò cao gia tăng. Độ hòa tan xỉ lò cao tăng có liên quan đến cả độ pH tăng và hoạt động canxi giảm với hai yếu tố này được kết nối thông qua giới hạn hòa tan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. NS được chứng minh là làm tăng đáng kể quá trình hòa tan xỉ lò cao ở $\text{pH} = 13$ với tác động này được cho là do độ bão hòa xỉ lò cao lớn hơn do sự hình thành ettringite. NS đã được chứng minh là tốt hơn các chất hoạt hóa thay thế trong chất kết dính xi măng - xỉ lò cao với hàm lượng 2,5-3,0%.

Phuong Trinh Bui và cs [5] nghiên cứu sử dụng 4% natri sunfat (NS) làm phụ gia rắn nhanh đối với hồ xi măng có 0%, 20% và 40% tro bay thay thế xi măng và tỷ lệ nước/chất kết dính là 0,30. Việc sử dụng NS làm giảm thời gian đông kết của hồ chất kết dính và tăng cường độ nén của hồ đã đông cứng lên đến 28 ngày bất kể có thay thế tro bay hay không. Việc sử dụng NS làm giảm hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong hồ đã đông cứng bất kể có thay thế tro bay hay không. Trong khi đó, nó làm tăng mức tiêu thụ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do phản ứng puzolan của tro bay và hàm lượng canxi silicat và aluminat hydrat trong hồ xi măng-tro bay đã đông cứng. Do đó, việc sử dụng NS ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình thủy hóa xi măng trong hồ xi măng đã đông cứng không có tro bay, trong khi nó đẩy nhanh quá trình hình thành ettringite và phản ứng puzolan của tro bay trong hồ xi măng đã đông cứng.

Juan Manuel Etcheverry và cs [6] nghiên cứu ảnh hưởng của natri sunfat (NS) đến hoạt động phản ứng, cường độ nén và cấu trúc lỗ rỗng của chất kết dính hỗn hợp gồm 70% xỉ lò cao nghiền mịn (GGBFS) và 30% xi măng Portland (PC), hàm lượng NS bằng 3-10% khối lượng GGBFS. Thời gian đông kết được rút ngắn khi thêm NS, nhưng khi tăng liều lượng NS trên 3% không ảnh hưởng đáng kể đến thời gian này. Các phép đo XRD tại chỗ cho thấy sự hình thành ettringite ngày càng tăng trong vòng 2 ngày đầu tiên của quá trình hydrat hóa. Phản ứng lớn hơn của GGBFS làm giảm lỗ rỗng của vữa và do đó làm tăng cường độ nén ở giai đoạn đầu.

Junjie Wang và cs [7] nghiên cứu ảnh của natri sunfat (NS) và kali sunfat (KS) lên cơ chế hydrat hóa và đặc tính của rót vữa lỏng kếp (DLGM) gốc xi măng canxi sunfoaluminat (CSA). Kết quả cho thấy cả NS và KS đều đẩy nhanh quá trình hydrat hóa xi măng CSA và hình thành ettringite ngay từ đầu và rút ngắn thời gian đông kết ban đầu và cuối cùng của DLGM. Các hành vi thay đổi của thời gian đông kết, nhiệt hydrat hóa và cường độ của DLGM với NS và KS được phát hiện là khác nhau và hàm lượng tối ưu của chúng cũng khác nhau. Quan sát cấu trúc vi mô cho thấy việc bổ sung NS làm cho ettringite hợp nhất thành dạng tấm và

KS tạo ra các dải ettringite dài hơn xếp chồng lên nhau trong DLGM. Khi xem xét cả thời gian đông kết và cường độ nén, lượng NS và KS được khuyến nghị lần lượt là 3% và 1,5%.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Hao Ding et al, Study on the Effect of Three Types of Calcium Sulfate on the Early Hydration and Workability of Self-Compacting Repair Mortar, *Materials* 2023, 16, 5648
- [2]. Nan Shi et al, The Effect of Calcium Sulfate on the Hydration and Propertie of Red Mud-Based Calcium Ferroaluminate Cement Clinker, *Materials* 2024, 17, 5064.
- [3]. Marusa Mrak et al, The influence of calcium sulfate content on the hydration of belite-calcium sulfoaluminate cements with different clinker phase compositions, *Materials and Structures* (2021) 54:212.
- [4]. Jiayi Fu et al, Mechanisms of enhancement in early hydration by sodium sulfate in a slag-cement blend – Insights from pore solution chemistry, *Cement and Concrete Research* 135 (2020) 106110.
- [5]. Phuong Trinh Bui, Yuko Ogawa; and Kenji Kawai, Effect of Sodium Sulfate Activator on Compressive Strength and Hydration of Fly-Ash Cement Pastes, *J. Mater. Civ. Eng.*, 2020, 32(6): 04020117.
- [6]. Juan Manuel Etcheverry et al Effect of sodium sulfate activation on the early age behaviour and microstructure development of hybrid cementitious systems containing Portland cement, and blast furnace slag, *Cement and Concrete Composites*, Vol. 141, 2023, 105101.
- [7]. Junjie Wang et al, Effects of sodium sulfate and potassium sulfate on the properties of calcium sulfoaluminate (CSA) cement based grouting materials, *Construction and Building Materials*, Volume 353, 24 October 2022, 129045.

10.2. Trong nước

Nguyễn Công Thắng và cộng sự (cs) [8, 9] nghiên cứu chế tạo bê tông và vữa cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminate vô định hình (ACA). Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng phụ gia khoáng muội silic (MS) và xỉ lò cao nghiền mịn (XLC) kết hợp với phụ gia rắn nhanh có khả năng chế tạo được bê tông với độ chảy lớn hơn 500 mm và cường độ cao rắn nhanh đảm bảo cường độ nén của bê tông sau 4h đạt trên 10 MPa và sau 28 ngày đạt trên 55 MPa. Bên cạnh đó, việc sử dụng XLC với hàm lượng đến 30% thay thế xi măng theo khối lượng không làm ảnh hưởng đến tốc độ rắn chắc và phát triển cường độ của bê tông. Khi sử dụng ACA với hàm lượng 15%, cường độ của bê tông ở 4h và 28 ngày đạt tương ứng 23 MPa và 71 MPa. Mặc dù cường độ nén ở 4h thấp hơn so với mẫu sử dụng 20%ACA nhưng ở 28 ngày cường độ nén là tương đương. Bên cạnh đó, mẫu bê tông sử dụng ACA có khả năng chống thấm ion clo không có sự khác biệt so với mẫu đối chứng (không sử dụng ACA).

Ngô Kim Tuấn và cs [10] nghiên cứu vữa khô cường độ cao rắn nhanh bằng cách sử dụng phụ gia khoáng MS và tro bay (TB) kết hợp với phụ gia rắn nhanh canxi nitrat và natri thioxyanate. Kết quả nghiên cứu cho thấy sử dụng 10%MS và 10%TB kết hợp 4% canxi nitrat và 0,8% natri thioxyanate làm gia tăng cường độ nén của vữa ở 1 ngày và 3 ngày lên khoảng 26% và 22%.

Nguyễn Dương Định và cs [11] nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng canxi formate (CF) đến tính chất của xi măng poocăng hỗn hợp Yên Bái. Kết quả cho thấy CF làm giảm thời gian đông kết và tăng cường độ ở tuổi sớm của xi măng, khi hàm lượng CF gia tăng từ 0,1-0,4%, thời gian đông kết càng giảm và cường độ nén ở tuổi sớm của xi măng càng tăng.

Nguyễn Trần Đăng Khoa và cs [12] nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng natri sulfat (NS) đến cường độ chịu nén của hệ chất kết dính (CKD) với hàm lượng lớn TB. Lượng TB có trong hệ CKD lần lượt là 85, 88, 90, 93, 95 và 97% theo khối lượng CKD. Hàm lượng NS được cho vào hỗn hợp theo tỉ lệ 0, 1,5, 2,0, 2,5 và 3,0% theo khối lượng CKD. Tỉ lệ nước/chất kết dính cho tất cả cấp phối là 0,20. Kết quả chỉ ra rằng ở độ tuổi sớm 3 ngày, các mẫu sử dụng NS có cường độ chịu nén phát triển gấp 2-4 lần khi so với mẫu đối chứng. Ở 7 và 14 ngày tuổi, giá trị cường độ nén của các mẫu chứa NS vẫn còn tiếp tục tăng cao khoảng 1,5-2,0 lần so với mẫu đối chứng. Đến 28 ngày, giá trị cường độ chịu nén của mẫu đối chứng xấp xỉ gần bằng cường độ của các mẫu có chứa NS. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng NS được thêm vào đã giúp thúc đẩy sự phát triển cường độ ở độ tuổi sớm cho hệ CKD có chứa hàm lượng lớn TB và hàm lượng NS tối ưu là 2,5% theo khối lượng CKD.

Lưu Văn Nam và cs [13] sử dụng canxi nitrat làm phụ gia rắn nhanh để cải thiện cường độ sớm của bê tông nhẹ chịu lực sử dụng TB và XLC hàm lượng lớn. Loại bê tông nhẹ chịu lực này sử dụng 27% TB (tính theo thể tích hỗn hợp bê tông) có khối lượng thể tích trong khoảng từ 1.600 đến 1.900 kg/m³, cường độ chịu nén trên 40 MPa. Sử dụng XLC thay thế 50%, 65% và 80% xi măng. Kết quả cho thấy việc sử dụng canxi nitrat đã nâng cao được cường độ nén của bê tông ở 3 và 7 ngày lên 11,6% và 9,0% tương ứng.

Mặc dù trên thế giới và ở nước ta đã có một số nghiên cứu sử dụng các phụ gia rắn nhanh để tăng cường độ sớm cho bê tông, cho vữa hay chất kết dính. Phụ gia rắn nhanh khá đa dạng gồm các loại xi măng đông kết nhanh (xi măng Sulfoaluminate, calcium aluminate, ...) cho đến các loại muối vô cơ mà điển hình là các loại muối sunfat, nitrat, ... hay các loại axit hữu cơ, ... Tuy nhiên, hiện chưa có nghiên cứu nào nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay. Bên cạnh đó, các muối sunfat là loại phụ gia rắn nhanh có sẵn trên thị trường, giá thành thấp và hiệu quả mang lại cao hơn những loại phụ gia khác. Do vậy, đề tài sẽ tập trung nghiên cứu các tính chất cơ học và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay sử dụng phụ gia rắn nhanh muối sunfat và tro bay.

Tài liệu tham khảo

[8]. Nguyễn Công Thắng¹, Nguyễn Văn Tuấn, Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminate vô định hình, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng Tập 13 Số 03 năm 2023, trang 5-11.

[9]. Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, Bùi Thế Anh, Nghiên cứu chế tạo vữa cường độ cao siêu rắn nhanh trên cơ sở chất kết dính hỗn hợp xi măng và calcium aluminate, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, ĐHXDHN, 2021, 15 (6V): 70-82.

[10]. Ngô Kim Tuấn, Nguyễn Văn Tuấn, Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao siêu rắn nhanh sử dụng calcium aluminate vô định hình, Tạp chí Vật liệu Và Xây dựng 13(03), Trang 5-11.

[11]. Nguyễn Dương Định, Trương Trường Giang, Tạ Ngọc Dũng, Nghiên cứu ảnh hưởng của canxi formate đến tính chất của xi măng poocăng hỗn hợp Yên Bái, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng, Số 3/2021, trang 1-5.

[12]. Nguyễn Trần Đăng Khoa, Bùi Phương Trinh, Nguyễn Ngọc Thành, Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất hoạt hóa natri sulfat đến cường độ của chất kết dính có sử dụng hàm lượng tro bay lớn, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng, Số 05/2022, Trang 25-30.

[13]. Lưu Văn Nam và cs, Nghiên cứu nâng cao cường độ tuổi sớm của bê tông nhẹ chịu lực sử dụng hàm lượng lớn xỉ hạt lò cao nghiền mịn, Hội nghị khoa học quốc tế Kỷ niệm 60 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng, 11/2023, trang 339.

10.3. Danh mục các công trình đã công bố thuộc lĩnh vực của đề tài của chủ nhiệm và những thành viên tham gia nghiên cứu

1. Hồ Văn Quân, Nguyễn Tấn Khoa, Phan Cao Thọ, Nguyễn Thanh Sang, Thực nghiệm hiện trường mặt đường bê tông hạt nhỏ sử dụng cát mịn và phụ gia khoáng ở tỉnh Quảng Ngãi, Tạp chí GTVT tháng 8/2021, trang 37-42.

2. Nguyễn Tấn Khoa, Hồ Văn Quân, Đỗ Nhuận, Nguyễn Thanh Sang, Ảnh hưởng của điều kiện phơi nhiễm đến độ bền sunfat của bê tông hạt nhỏ sử dụng tro bay và xỉ lò cao, Tạp chí GTVT tháng 9/2021, trang 47-51.

3. Hồ Văn Quân, Nguyễn Thị Lộc, Sử dụng bê tông tính năng cao để cải thiện độ bền của kết cấu bê tông ở môi trường biển dựa trên phân tích xác suất, Tạp chí GTVT tháng 6/2022, trang 33-37.

4. Trong-Phuoc Huynh, Lanh Si Ho, Quan Van Ho, Experimental investigation on engineering properties and durability performance of concrete incorporating fine sand and ground granulated blast-furnace slag, Construction and Building Materials, 347 (2022) 128512.

5. Hồ Văn Quân, Ảnh hưởng của phụ gia khoáng và nhiệt độ môi trường đến tuổi thọ của công trình bê tông cốt thép ở môi trường biển, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - ĐH Đà Nẵng, Vol. 20, No. 11.2, 2022, trang 10-13.

6. Van Quan Ho, Huu Tuan Nguyen, and Trong-Phuoc Huynh, Assessment Of Engineering Properties And Durability Of Concrete Using Steel Slag As Coarse Aggregate, Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 27, No 4, Page 2331-2342.

7. Lâm Văn Trung, Huỳnh Trọng Phước, Nguyễn Ngọc Sơn, Hồ Văn Quân, Nghiên cứu sử dụng tro bay thay thế một phần cốt liệu mịn trong bê tông xi măng ứng dụng cho xây dựng mặt đường ô tô, Tạp chí GTVT 8/2023, trang 30-34.

8. Nguyễn Đăng Khoa, Hồ Văn Quân, Huỳnh Trọng Phước, Nghiên cứu một số tính chất của bê tông cốt liệu xỉ thép kết hợp với phụ gia khoáng ứng dụng cho mặt đường ô tô, Tạp chí GTVT 10/2023, trang 30-34.

9. Quan Van Ho, Tri Ho Minh Le and Trong-Phuoc Huynh, The influence of pre-compression on the durability of high-performance concrete incorporating industrial by-products, Journal of Materials: Design and Applications, 238(5), 901-915.

10. Quan Van Ho, Trong-Phuoc Huynh, A comprehensive investigation on the impacts of steel slag aggregate on characteristics of high-performance concrete incorporating industrial by-products, Journal of Building Engineering, 80, 107982.

11. Quan Van Ho, Trong-Phuoc Huynh, Improving Corrosion Resistance and Prolonging the Service Life of High-Performance Concrete Structures Using Fly Ash and Ground Granulated Blast-Furnace Slag, Periodica Polytechnica Civil Engineering, 68(2), 669-683.

12. Quan Van Ho, Phuong N. Pham, Durability properties and steel corrosion resistance of reinforced concrete using fly ash and ground granulated blast furnace slag as partial replacements for sand and cement, Innovative Infrastructure Solutions, 9:178.

13. Hồ Văn Quân, Nguyễn Công Tâm, Ảnh hưởng của gạch men thải thay thế cốt liệu thô và xỉ lò cao thay thế một phần xi măng đến một số tính chất cơ học và độ bền của bê tông. Tạp chí Khoa học GTVT, 75(5) 1802-1815.

14. Hồ Văn Quân, Trần Thị Phương Huyền, Trần Văn Lịch, Ảnh hưởng của bùn thải trạm trộn bê tông đến một số tính chất của bê tông xi măng, Tạp chí GTVT 7/2024, trang 52-55.

11. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Mặt đường bê tông xi măng (BTXM) đường ô tô và đường lăn sân bay sau một thời gian khai thác, sử dụng thường xảy ra các hư hỏng như nứt, vỡ góc tấm, cạnh tấm, bong tróc, ổ gà, ... làm giảm khả năng chịu tải, mất độ bằng phẳng và không đảm bảo an toàn cho xe chạy và máy bay cất, hạ cánh. Do đó, cần phải sửa chữa các chỗ hư hỏng để mặt đường BTXM đảm bảo khả năng chịu lực, đủ độ bằng phẳng và đảm bảo an toàn trong khai thác, sử dụng. Việc sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay thường phải thực hiện trong điều kiện có phương tiện giao thông qua lại và máy bay cất, hạ cánh nên đòi hỏi thời gian thi công sửa chữa rất ngắn, thường không quá 24 h. Do đó, bê tông dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay cần phải có cường độ sớm cao để có thể thông xe hoặc máy bay cất hạ cánh sớm trong vòng (12-24) h sau khi sửa chữa. Bên cạnh đó, bê tông sửa chữa cần phải có cường độ kéo uốn cao để chịu được tác dụng trực tiếp của bánh xe ô tô và máy bay, đồng thời bê tông sửa chữa phải có lực dính bám với nền bê tông cũ lớn để hạn chế sự hình thành các vết nứt giữa nền bê tông cũ và bê tông sửa chữa mới. Ngoài ra, bê tông sửa chữa cần phải có độ bền cao để chống lại các chất có hại từ môi trường bên ngoài như ion clo, ion sunfat, ... thâm nhập vào mặt đường BTXM gây ăn mòn cốt thép. Ngoài ứng dụng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay, bê tông cường độ sớm cao còn có thể ứng dụng hiệu quả cho các công trình hạ tầng, đặc biệt cho các cấu kiện, sản phẩm đúc sẵn, đẩy nhanh công tác tháo ván khuôn, giảm thời gian bảo dưỡng và đẩy nhanh công tác thi công lắp đặt. Do vậy, đề tài "*Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay*" là rất cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

12. MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

- Lựa chọn vật liệu và thiết kế thành phần các bê tông xi măng sửa chữa.
- Chế tạo các loại bê tông sửa chữa có cường độ nén trung bình ở 12 h và 24 h đạt trên 20 MPa và trên 40 MPa, cường độ kéo uốn ở 12 h và 24 h đạt trên 3,0 MPa và trên 6,0 MPa (cường độ nén và kéo uốn xác định trên các mẫu đầm 40x40x160 mm).
- Xác định cường độ bám dính giữa bê tông sửa chữa và bê tông cũ.
- Xác định một số tính chất độ bền của các loại bê tông sửa chữa.

13. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

13.1. Đối tượng nghiên cứu

Bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay.

13.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu các loại bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng 15%TB thay thế xi măng kết hợp với các liều lượng phụ gia rắn nhanh khác nhau.

14. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

14.1. Cách tiếp cận

Nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xác định cường độ nén, cường độ kéo uốn, vận tốc xung siêu âm, độ thấm clorua của bê tông với tỉ lệ 15% TB thay thế xi măng và các liều lượng phụ gia rắn nhanh khác nhau.

14.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết, tổng quan các tài liệu đã công bố và kết hợp với thí nghiệm trong phòng.

15. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU VÀ KẾ HOẠCH NGHIÊN CỨU

15.1. Nội dung nghiên cứu

Mở đầu

1. Tính cấp thiết của đề tài
2. Mục tiêu nghiên cứu
3. Nội dung nghiên cứu
4. Phạm vi nghiên cứu
5. Phương pháp nghiên cứu
6. Kết cấu của đề tài
7. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Chương 1: Nghiên cứu tổng quan

- 1.1. Các nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao trên thế giới
- 1.2. Các nghiên cứu về bê tông cường độ sớm cao ở trong nước

Chương 2: Lựa chọn vật liệu chế tạo bê tông và thiết kế thành phần bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng tro bay và phụ gia rắn nhanh

- 2.1. Lựa chọn các loại vật liệu để chế tạo bê tông xi măng
- 2.2. Thiết kế thành phần bê tông xi măng cường độ sớm cao

Chương 3: Nghiên cứu trong phòng xác định cường độ kéo uốn, cường độ nén, cường độ bám dính giữa bê tông cũ và bê tông mới và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao

- 3.1. Công tác đúc và bảo dưỡng các mẫu bê tông
- 3.2. Thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn, cường độ nén
- 3.3. Thí nghiệm xác định lực liên kết giữa bê tông sửa chữa và bê tông cũ
- 3.4. Thí nghiệm xác định vận tốc xung siêu âm

- 3.5. Thí nghiệm xác định điện trở suất
 3.6. Thí nghiệm xác định độ thấm clorua
 3.7. Kiến nghị sử dụng các loại bê tông cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay.

15.2. Kế hoạch nghiên cứu

STT	Nội dung công việc	Sản phẩm	Thời gian (tháng/năm bắt đầu - tháng/năm kết thúc)	Người thực hiện (ghi cụ thể họ và tên) – chèn cột số ngày công
1	Mở đầu; Nghiên cứu tài liệu tổng quan.	Tổng quan về vấn đề nghiên cứu	Tháng 01-03/2025	Hồ Văn Quân Nguyễn Văn Hợi Nguyễn Công Tâm
2	Lựa chọn vật liệu chế tạo bê tông và thiết kế thành phần bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng tro bay và phụ gia rắn nhanh.	Dữ liệu thí nghiệm trong phòng	Tháng 05-07/2025	Hồ Văn Quân Nguyễn Văn Hợi Nguyễn Công Tâm Phan Quang Thanh
3	Nghiên cứu trong phòng xác định cường độ kéo uốn, cường độ nén và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao.			Hồ Văn Quân Nguyễn Văn Hợi Nguyễn Công Tâm Phan Quang Thanh
4	Viết và đăng bài báo khoa học.	Bài báo khoa học	Tháng 08-10/2025	Hồ Văn Quân
5	Viết báo cáo tổng kết, nghiệm thu đề tài.	Báo cáo tổng kết	Tháng 11-12/2025	Hồ Văn Quân

16. SẢN PHẨM

16.1. Sản phẩm khoa học

- Bài báo đăng trên tạp chí có tên trong danh mục Scopus/SCIE
- Bài báo đăng trên tạp chí/kỷ yếu được tính điểm trong danh mục HĐCDGSNN
- Sản phẩm khác:
 - Tài liệu hướng dẫn thí nghiệm Tài liệu hướng dẫn thực hành
 - Bài thực hành/bài thí nghiệm Giáo trình Tài liệu tham khảo

16.2. Sản phẩm đào tạo:

- Đào tạo Cao học Đào tạo NCS
- Hướng dẫn sinh viên bảo vệ đề tài/đồ án tốt nghiệp
- Hướng dẫn sinh viên nghiên cứu khoa học

16.3. Sản phẩm ứng dụng

- Chương trình máy tính Tiêu chuẩn Chiến lược

Website	<input type="checkbox"/>	Phương pháp	<input type="checkbox"/>	Đề án	<input type="checkbox"/>
Thiết bị máy móc	<input type="checkbox"/>	Tài liệu dự báo	<input type="checkbox"/>	Bản quy hoạch	<input type="checkbox"/>
Dây chuyền công nghệ	<input type="checkbox"/>	Luận chứng kinh tế	<input type="checkbox"/>	Vật liệu	<input type="checkbox"/>
Mô hình	<input type="checkbox"/>	Qui phạm	<input type="checkbox"/>	Mẫu	<input checked="" type="checkbox"/>
Sơ đồ, bản thiết kế	<input type="checkbox"/>	Bản kiến nghị	<input type="checkbox"/>	Giống cây trồng	<input type="checkbox"/>
Qui trình công nghệ	<input type="checkbox"/>	Báo cáo phân tích	<input type="checkbox"/>	Giống vật nuôi	<input type="checkbox"/>

16.4. Tên sản phẩm, số lượng và yêu cầu khoa học đối với sản phẩm

TT	Tên sản phẩm	Số lượng	Yêu cầu khoa học
1	Bài báo khoa học đăng trên tạp chí/kỹ yếu được tính điểm trong danh mục HĐCDGSNN	01	- Tác giả chính (hoặc tác giả đầu hoặc tác giả liên hệ) của bài báo là thành viên tham gia thực hiện đề tài; - Đơn vị công tác của tác giả chính thuộc trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng.
2	- Các mẫu trụ 10x20 cho mỗi loại bê tông. - Cấu kiện đúc sẵn lưới chắn rác kích thước 600x900x50 mm	02 mẫu/loại bê tông 01 cấu kiện/loại bê tông tối ưu	Đảm bảo kích thước hình học và thẩm mỹ.

17. HIỆU QUẢ (giáo dục và đào tạo, kinh tế - xã hội)

- Hiệu quả khoa học: Phân tích ảnh hưởng của phụ gia rắn nhanh đến một số tính chất cơ học và độ bền của bê tông sửa chữa.

- Hiệu quả đào tạo: Làm tài liệu tham khảo trong đào tạo ngành Xây dựng tại Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật - ĐH Đà Nẵng.

- Hiệu quả kinh tế- xã hội: Các loại bê tông xi măng cường độ sớm cao có thể dùng để sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay, trong vòng (12-24) h sau khi sửa chữa, cho phép thông xe hoặc máy bay cất hạ cánh, điều này đáp ứng nhu cầu cần thi công nhanh trong điều kiện có phương tiện giao thông qua lại, rút ngắn thời gian chờ đợi và mang lại hiệu quả kinh tế.

18. PHƯƠNG THỨC CHUYỂN GIAO KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐỊA CHỈ ỨNG DỤNG

18.1. Phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu:

Bản giao cho Bộ môn Cầu đường và Khoa Kỹ thuật Xây dựng Báo cáo tổng kết kèm theo phụ lục gồm thiết kế thành phần các loại bê tông và dữ liệu thí nghiệm trong phòng.

18.2. Địa chỉ ứng dụng:

Bộ môn Cầu đường, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – ĐH Đà Nẵng. 48 Cao Thắng, Phường Thanh Bình, Quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng.

19. KINH PHÍ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI VÀ NGUỒN KINH PHÍ

Tổng kinh phí: 25.000.000 VNĐ

Bằng chữ: Hai mươi lăm triệu đồng chẵn

Trong đó:

- Từ nguồn Quỹ KHCN: 25.000.000 vnd

- Từ các nguồn kinh phí khác:

Dự trù kinh phí theo các mục chi (phù hợp với nội dung nghiên cứu):

Stt	Khoản chi, nội dung chi	Tổng kinh phí (ĐVT: VNĐ)	Nguồn kinh phí		Ghi chú
			Kinh phí từ Quỹ KHCN (ĐVT: VNĐ)	Các nguồn khác	
1	Chi tiền công lao động trực tiếp	23.750.000	23.750.000		Giao khoán
2	Chi mua vật tư, nguyên vật liệu	0	0		
3	Chi sửa chữa, mua sắm tài sản cố định	0	0		
4	Chi hội thảo khoa học, công tác phí	0	0		
5	Chi trả dịch vụ thuê ngoài phục vụ nghiên cứu	0	0		
6	Chi điều tra, khảo sát thu thập số liệu	0	0		
7	Văn phòng phẩm, thông tin liên lạc, in ấn	0	0		
8	Chi Hội đồng tự đánh giá	0	0		
9	Quản lý chung nhiệm vụ KHCN	1.250.000	1.250.000		Giao khoán
10	Chi khác liên quan	0	0		
	TỔNG CỘNG	25.000.000	25.000.000		

Ngày 17 tháng 04 năm 2025

TM. HỘI ĐỒNG KHOA

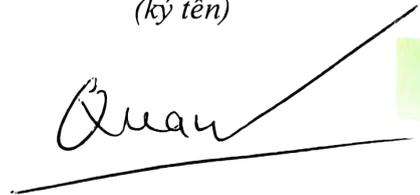
(ký, họ và tên)


Nguyễn Văn Hùng

Ngày 17 tháng 04 năm 2025

Chủ nhiệm đề tài

(ký tên)



PGS.TS. Hồ Văn Quân

Đà Nẵng, ngày 22 tháng 4 năm 2025

Cơ quan Chủ trì duyệt 

KT. HIỆU TRƯỞNG

PHÓ HIỆU TRƯỞNG



PGS. TS. Võ Trung Hùng

GIẢI TRÌNH CHI TIẾT CÁC MỤC CHI

Mục 1a: Bản tính thù lao lao động phân theo kế hoạch nghiên cứu

Định mức thù lao tháng của chủ nhiệm (DM_{CN})

3000000

đồng

Số TT	Nội dung công việc	Chức danh khoa học	Hệ số lao động khoa học	Số người trong nhóm chức danh	Định mức thù lao tháng của chủ nhiệm (DM _{CN}) (ĐVT: VND)	Số ngày công (ĐVT: ngày)	Tổng số tháng quy đổi của chức danh/nhóm chức danh (ĐVT: tháng)	Tổng thù lao thực hiện nhiệm vụ (ĐVT: VND)
(1)	(2)	(2.1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=6/22 ngày	8=3x5x7
1	Nội dung nghiên cứu						15,07	22.750.000
1	Nội dung 1: Nghiên cứu tổng quan						2,08	3.238.000
1.1	Thù lao thành viên chính		0,8	1	3.000.000	13,62	0,62	1.486.000
	Hồ Văn Quân	Thành viên chính	0,8	1	3.000.000	13,62	0,62	1.486.000
1.2	Thù lao thành viên		0,4	1	3.000.000	16,0	1,46	1.752.000
	Nguyễn Văn Hợi	Thành viên	0,4	1	3.000.000	16,0	0,73	876.000
	Nguyễn Công Tâm	Thành viên	0,4	1	3.000.000	16,0	0,73	876.000
2	Nội dung 2: Lựa chọn vật liệu chế tạo bê tông và thiết kế thành phần bê tông xi măng cường độ sớm cao sử dụng tro bay và phụ gia rắn nhanh					94,0	4,28	5.490.000
2.1	Thù lao thành viên chính		0,8	1	3.000.000	20,0	0,91	2.184.000
	Hồ Văn Quân	Thành viên chính	0,8	1	3.000.000	20,0	0,91	2.184.000
2.2	Thù lao thành viên		0,4	2	3.000.000	47,0	2,14	2.568.000
	Nguyễn Văn Hợi	Thành viên	0,4	1	3.000.000	25,0	1,14	1.368.000
	Nguyễn Công Tâm	Thành viên	0,4	1	3.000.000	22,0	1,00	1.200.000
2.3	Thù lao kỹ thuật viên, nhân viên hỗ trợ		0,2	1	3.000.000	27,0	1,23	738.000
	Phan Quang Thanh	Kỹ thuật viên	0,2	1	3.000.000	27,0	1,23	738.000
3	Công việc 3: Nghiên cứu trong phòng xác định cường độ kéo uốn, cường độ nén và một số chỉ tiêu độ bền của bê tông cường độ sớm cao					86,0	3,91	4.662.000
3.1	Thù lao thành viên chính		0,8	0	3.000.000	13,0	0,59	1.416.000
	Hồ Văn Quân	Thành viên chính	0,8	0	3.000.000	13,0	0,59	1.416.000
3.2	Thù lao thành viên		0,4	2	3.000.000	46,0	2,09	2.508.000
	Nguyễn Văn Hợi	Thành viên	0,4	1	3.000.000	25,0	1,14	1.368.000
	Nguyễn Công Tâm	Thành viên	0,4	1	3.000.000	21,0	0,95	1.140.000
3.3	Thù lao kỹ thuật viên, nhân viên hỗ trợ		0,2	1	3.000.000	27,0	1,23	738.000
	Phan Quang Thanh	Kỹ thuật viên	0,2	1	3.000.000	27,0	1,23	738.000
4	Thù lao của chủ nhiệm nhiệm vụ: Hồ Văn Quân ($TL_{CN} = 1,0 \times DM_{CN} \times 20\% \times T$)		1	1	3.000.000		2,40 (=20% x 12 tháng)	7.200.000
5	Thù lao của thư ký khoa học: Hồ Văn Quân ($TL_{TK} = 0,3 \times DM_{CN} \times 20\% \times T$)		0,3	1	3.000.000		2,40 (=20% x 12 tháng)	2.160.000
TỔNG CỘNG							15,07	22.750.000

Mục 1b: Bản tính thù lao lao động phân theo tên thành viên tham gia nghiên cứu

STT	Họ và tên	Chức danh	Hệ số	Số ngày (nếu có)	Tổng số tháng quy đổi của chức danh (ĐVT: tháng)	Định mức thù lao tháng của chủ nhiệm (DMCN) (ĐVT: VNĐ)	Thành tiền (ĐVT: VNĐ)	Tổng cộng (ĐVT: VNĐ)
-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
1	Hồ Văn Quân	Chủ nhiệm	1		2,40	3.000.000	7.200.000	12.286.000
	Hồ Văn Quân	Thành viên chính	0,8	46,62	2,12	3.000.000	5.086.000	
2	Nguyễn Văn Hợi	Thành viên	0,8	66,0	3,00	3.000.000	3.612.000	3.612.000
3	Nguyễn Công Tâm	Thành viên	0,4	59,0	2,68	3.000.000	3.216.000	3.216.000
4	Hồ Văn Quân	Thư ký khoa học	0,3		2,40	3.000.000	2.160.000	2.160.000
5	Phan Quang Thanh	Kỹ thuật viên	0,2	54	2,45	3.000.000	1.476.000	1.476.000
	Tổng			225,6	15,05	-	22.750.000	22.750.000

Mục 2	Chi mua nguyên vật liệu:	1.000.000 đồng
Mục 3	Chi sửa chữa, mua sắm tài sản cố định:	Không
Mục 4	Chi hội thảo khoa học, công tác phí:	Không
Mục 5	Chi trả dịch vụ thuê ngoài phục vụ hoạt động nghiên cứu:	Không
Mục 6	Chi điều tra, khảo sát thu thập số liệu:	Không
Mục 7	Chi văn phòng phẩm, in ấn	Không
Mục 8	Chi hội đồng đánh giá nghiệm thu	Không
Mục 9	Chi quản lý chung	1.250.000 đồng
Mục 10	Chi khác	Không

Đà Nẵng, ngày 22 tháng 01 năm 2025

Chủ nhiệm đề tài



PGS.TS. Hồ Văn Quân

Cơ quan chủ trì

KT. HIỆU TRƯỞNG

PHÓ HIỆU TRƯỞNG




PGS.TS. Võ Trung Hùng

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Ngày 24 tháng 01 năm 2025

HỢP ĐỒNG TRIỂN KHAI THỰC HIỆN
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG
Số: 14/HĐ-KHCNCS-2024

- Căn cứ Bộ luật dân sự ngày 24 tháng 11 năm 2015;
- Căn cứ Luật khoa học và công nghệ ngày 18 tháng 6 năm 2013;
- Căn cứ Quyết định số 1749/QĐ-TTg ngày 08 tháng 11 năm 2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật (ĐHSPKT) thuộc Đại học Đà Nẵng;
- Căn cứ Thông tư số 03/2023/TT-BTC ngày 10 tháng 01 năm 2023 của Bộ trưởng Bộ Tài chính về việc quy định lập dự toán, quản lý sử dụng và quyết toán kinh phí ngân sách nhà nước thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ;
- Căn cứ Quyết định số 216/QĐ-ĐHSPKT ngày 09 tháng 3 năm 2018 của Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật về việc ban hành Quy định về quản lý đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở (cấp Trường) do Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật quản lý;
- Căn cứ Quyết định số 42/QĐ-ĐHSPKT ngày 21 tháng 01 năm 2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật về việc phê duyệt kinh phí và giao nhiệm vụ thực hiện đề tài khoa học và công nghệ (KH&CN) cấp Trường;

Sau khi xem xét mục tiêu, nội dung nghiên cứu và sản phẩm khoa học của đề tài KH&CN (sau đây gọi tắt là “đề tài”):

“Nghiên cứu chế tạo bê tông xi măng cường độ sớm cao dùng cho sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay.”

Mã số: T2024-06-14.

Bên A: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật
Đại diện: Ông Nguyễn Lê Hùng Chức vụ: Hiệu trưởng
Địa chỉ: 48 Cao Thắng, Quận Hải Châu, Thành phố Đà Nẵng
Điện thoại: 0236.3822571 Fax: 0236.3894884
Số tài khoản: 3716.1.1055693.00000 tại Kho bạc Nhà nước Đà Nẵng

2. Bên B: Ông (Bà): Hồ Văn Quân là Chủ nhiệm đề tài
- Số CCCD: 051077002498 ngày cấp: 17/4/2021 nơi cấp: Cục cảnh sát Quản lý Hành chính về Trật tự Xã hội, Bộ Công an.
- Số Tài khoản: 56010000104843 tại ngân hàng BIDV CN Hải Vân
- Mã số thuế: 0400787279
- Đơn vị: Phòng Cơ sở vật chất, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.

- Điện thoại: 0905548169; Email: hvquan@ute.udn.vn

Và các thành viên tham gia thực hiện đề tài theo thuyết minh được duyệt gồm:

2.1. Bên B: Ông (Bà) Nguyễn Văn Hợi là Thành viên

- Số CCCD: 049095008638, ngày cấp: 27/12/2021, nơi cấp: Cục Cảnh sát Quản lý Hành chính về trật tự xã hội.

- Số Tài khoản: 56110001158336 tại ngân hàng BIDV Chi nhánh Đà Nẵng;

- Mã số thuế: 8532670296

- Đơn vị: Phòng Cơ sở vật chất, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng

- Điện thoại: 0373685582 Email: nguyenvanhoibkdn@gmail.com

2.2. Bên B: Ông (Bà) Nguyễn Công Tâm là Thành viên

- Số CCCD: 049203002564, ngày cấp: 22/4/2021; nơi cấp Cục Cảnh sát Quản lý Hành chính về trật tự xã hội

- Số Tài khoản: 109875826931 tại ngân hàng Viettinbank

- Mã số thuế: 8839312389

- Đơn vị: Sinh viên Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng

- Điện thoại: 0911381645; Email: congtam070403@gmail.com

2.3. Bên B: Ông (Bà) Phan Quang Thanh là Kỹ thuật viên

- Số CCCD: 049080001330, ngày cấp: 17/4/2021; nơi cấp: Cục Cảnh sát Quản lý Hành chính về trật tự xã hội.

- Số Tài khoản: 5610260344 tại ngân hàng BIDV CN Hải Vân

- Mã số thuế: 0400840109

- Đơn vị: Phòng Cơ sở vật chất, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng

- Điện thoại: 0903578546; Email: pqthanh@ute.udn.vn

Cùng thỏa thuận và thống nhất ký kết Hợp đồng thực hiện đề tài KH&CN cấp Trường (sau đây gọi tắt là Hợp đồng) với các điều khoản sau:

Điều 1. Đối tượng Hợp đồng

1. Bên A đặt hàng và Bên B nhận đặt hàng thực hiện đề tài KH&CN cấp trường (sau đây gọi là đề tài) theo các nội dung trong Thuyết minh đề tài đã được phê duyệt (sau đây gọi tắt là Thuyết minh).

2. Thuyết minh là bộ phận không tách rời của Hợp đồng.

3. Nội dung Thuyết minh có thể được điều chỉnh bằng văn bản của cơ quan có thẩm quyền trên cơ sở sự thống nhất của hai Bên.

Điều 2. Thời gian thực hiện Hợp đồng

1. Thời gian thực hiện đề tài là 12 tháng, từ tháng 01 năm 2025 đến tháng 12 năm 2025.

2. Thời gian thực hiện hợp đồng có thể được điều chỉnh theo thời gian thực hiện đề tài bằng quyết định của cơ quan có thẩm quyền.

Điều 3. Kinh phí đề tài:

1. Kinh phí thực hiện:

Tổng cộng:	25.000.000	đồng
Trong đó:		
- Kinh phí từ nguồn Khoa học công nghệ	25.000.000	đồng
+ Kinh phí khoán:	25.000.000	đồng
+ Kinh phí không giao khoán:	0	đồng
- Kinh phí từ các nguồn khác:	0	đồng

2. Tạm ứng và thanh quyết toán kinh phí

- Tạm ứng đợt 1: Ngay sau khi ký kết hợp đồng, bên A sẽ tạm ứng cho bên B tối đa 50% giá trị hợp đồng khi có yêu cầu tạm ứng của bên B.

- Tạm ứng đợt 2: Bên A cấp tạm ứng tối đa 40% tổng giá trị còn lại của hợp đồng khi có đề nghị của bên B và sau khi bên B phải hoàn thành hồ sơ thanh toán tối thiểu bằng 50% mức kinh phí đã tạm ứng các đợt trước đó trên cơ sở đề tài được đánh giá hoàn thành tiến độ thực hiện đợt 1. Bên A thực hiện thanh toán cho bên B theo đúng quy định hiện hành, đồng thời thu hồi cho đến hết số tiền đã tạm ứng. Số tiền tạm ứng đợt 1 chưa được thu hồi thì sẽ được thu hồi trong lần thanh toán cuối cùng.

- Thanh toán đợt cuối: Sau khi đề tài được nghiệm thu chính thức, bên B phải hoàn thành và nộp hồ sơ thanh quyết toán kinh phí tất cả các nguồn kể từ ngày kết thúc nhiệm vụ theo quyết định phê duyệt nhiệm vụ và hợp đồng đã ký kết và trong phạm vi niên độ tài chính. Bên A thanh toán hết giá trị còn lại của hợp đồng từ nguồn do bên A quản lý theo đúng quy định hiện hành.

- Tùy theo kết quả thực hiện hợp đồng mà bên B chịu những xử lý tài chính trong quy định tại điều 6 hợp đồng này.

Điều 4. Quyền và nghĩa vụ của các bên

1. Quyền và nghĩa vụ của Bên A

- Cung cấp các thông tin cần thiết cho việc triển khai, thực hiện Hợp đồng;
- Bố trí cho Bên B số kinh phí từ Trường ĐHSPKT, ĐHĐN quy định tại Điều 3 Hợp đồng này theo tiến độ kế hoạch, tương ứng với các nội dung nghiên cứu được phê duyệt;
- Tổ chức phê duyệt kế hoạch đấu thầu, mua sắm máy móc, thiết bị, nguyên vật liệu và dịch vụ của đề tài bằng kinh phí do Bên A cấp (nếu có) theo quy định;
- Trước mỗi đợt cấp kinh phí, trên cơ sở báo cáo tình hình thực hiện đề tài của Bên B, Bên A căn cứ vào sản phẩm, khối lượng công việc đã hoàn thành theo Thuyết minh để cấp tiếp kinh phí thực hiện Hợp đồng. Bên A có quyền thay đổi tiến độ cấp hoặc ngừng cấp kinh phí nếu Bên B không hoàn thành công việc đúng tiến độ, đúng nội dung công việc được giao;
- Kiểm tra đột xuất để đánh giá tình hình Bên B thực hiện đề tài theo Thuyết minh. Trường ĐHSPKT, ĐHĐN thực hiện kiểm tra định kỳ đánh giá tình hình thực hiện đề tài theo quy định hiện hành về quản lý đề tài khoa học và công nghệ cấp Trường;

- e) Kịp thời xem xét, giải quyết theo thẩm quyền hoặc trình cấp có thẩm quyền giải quyết kiến nghị, đề xuất của Bên B về điều chỉnh nội dung chuyên môn, kinh phí và các vấn đề phát sinh khác trong quá trình thực hiện đề tài;
- g) Tổ chức đánh giá, nghiệm thu kết quả thực hiện đề tài của Bên B theo các yêu cầu, chỉ tiêu trong Thuyết minh;
- h) Có trách nhiệm cùng Bên B tiến hành thanh lý Hợp đồng theo quy định hiện hành;
- i) Phối hợp cùng Bên B xử lý tài sản được mua sắm bằng ngân sách Trường ĐHSPKT, ĐHQĐN hoặc được tạo ra từ kết quả nghiên cứu của đề tài sử dụng ngân sách Trường ĐHSPKT, ĐHQĐN (nếu có) theo quy định của pháp luật;
- k) Tiếp nhận kết quả thực hiện đề tài, bàn giao kết quả thực hiện đề tài cho tổ chức đề xuất đặt hàng hoặc tổ chức triển khai ứng dụng sau khi được nghiệm thu;
- l) Có trách nhiệm hướng dẫn việc trả thù lao cho tác giả nếu có lợi nhuận thu được từ việc ứng dụng kết quả của đề tài và thông báo cho tác giả việc bàn giao kết quả thực hiện đề tài (nếu có);
- m) Ủy quyền cho Bên B tiến hành đăng ký bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện đề tài (nếu có) theo quy định hiện hành;
- n) Thực hiện các quyền và nghĩa vụ khác theo quy định của Luật KH&CN và các văn bản liên quan.

2. Quyền và nghĩa vụ của Bên B

- a) Tổ chức triển khai đầy đủ các nội dung nghiên cứu của đề tài đáp ứng các yêu cầu chất lượng, tiến độ và chỉ tiêu theo Thuyết minh;
- b) Cam kết thực hiện và bàn giao sản phẩm cuối cùng đáp ứng đầy đủ các tiêu chí đã được phê duyệt;
- c) Được quyền tự chủ, tự quyết định việc sử dụng phần kinh phí để thực hiện đề tài theo dự toán kinh phí đề tài, được quyền ký kết hợp đồng thuê khoán chuyên môn với các thành viên tham gia thực hiện; và các hợp đồng khác gồm: mua vật tư, nguyên, nhiên, vật liệu, sửa chữa, mua sắm tài sản cố định, dịch vụ thuê ngoài phục vụ nghiên cứu, văn phòng phẩm, thông tin liên lạc, in ấn có giá trị dưới 20 triệu đồng;
- d) Yêu cầu Bên A cung cấp thông tin cần thiết để triển khai thực hiện Hợp đồng;
- đ) Kiến nghị, đề xuất điều chỉnh các nội dung chuyên môn, kinh phí và thời hạn thực hiện Hợp đồng khi cần thiết;
- e) Yêu cầu Bên A cấp đủ kinh phí theo đúng tiến độ quy định trong Hợp đồng khi hoàn thành đầy đủ nội dung công việc theo tiến độ cam kết. Đảm bảo huy động đủ nguồn kinh phí khác theo cam kết. Sử dụng kinh phí đúng mục đích, đúng chế độ hiện hành và có hiệu quả;
- g) Đối với các hợp đồng khác được quy định tại điểm c, khoản 2, Điều 4 hợp đồng này có giá trị từ 20 triệu trở lên: Chủ nhiệm đề tài xây dựng kế hoạch mua sắm để gửi Bên A phê duyệt và thực hiện mua sắm theo quy định của pháp luật;

h) Chấp hành các quy định pháp luật trong quá trình thực hiện Hợp đồng. Tạo điều kiện thuận lợi và cung cấp đầy đủ thông tin cho các cơ quan quản lý trong việc giám sát, kiểm tra, thanh tra đối với đề tài theo quy định của pháp luật;

i) Thực hiện việc tự đánh giá, nghiệm thu cấp cơ sở theo quy định hiện hành khi kết thúc đề tài. Sau khi đánh giá, nghiệm thu cấp cơ sở hoàn chỉnh lại hồ sơ theo kết luận của Hội đồng đánh giá cấp cơ sở, Bên B có trách nhiệm chuyển cho Bên A các hồ sơ để Bên A tiến hành việc đánh giá, nghiệm thu theo quy định;

k) Có trách nhiệm quản lý tài sản được mua sắm bằng ngân sách của Trường ĐHSPT, ĐHĐN hoặc được tạo ra từ kết quả nghiên cứu của đề tài sử dụng ngân sách Trường ĐHSPT, ĐHĐN (nếu có). Chủ nhiệm đề tài có trách nhiệm bàn giao tài sản được mua sắm bằng ngân sách Trường ĐHSPT, ĐHĐN hoặc được tạo ra từ kết quả nghiên cứu của đề tài cho cơ quan chủ quản đề tài để quản lý và sử dụng.

l) Có trách nhiệm cùng Bên A tiến hành thanh lý Hợp đồng theo quy định;

m) Thực hiện việc đăng ký bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ theo ủy quyền của Bên A đối với kết quả nghiên cứu (nếu có);

n) Chủ nhiệm đề tài giao nộp kết quả thực hiện đề tài cho bộ phận lưu giữ thông tin của cơ quan chủ quản đề tài. Cơ quan chủ quản đề tài xác nhận việc giao nộp kết quả thực hiện đề tài cho chủ nhiệm đề tài.

o) Các sản phẩm khoa học công bố được tính khi có lời ghi nhận Trường ĐHSPT, ĐHĐN, cụ thể như sau:

+ Đối với bài báo khoa học viết bằng tiếng Anh: “This research is funded by The University of Danang – University of Technology and Education under project number **T2024-06-14**”;

+ Đối với bài báo khoa học viết bằng tiếng Việt: “Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng trong đề tài có mã số **T2024-06-14**”;

Đối với sản phẩm khoa học có lời ghi nhận Trường ĐHSPT, ĐHĐN và các nguồn kinh phí trong nước khác, Trường ĐHSPT, ĐHĐN sẽ tính mức độ hoàn thành của sản phẩm đó như sau: Phần công trình được tính cho sản phẩm đề tài này được chia theo tỷ lệ đóng góp của mỗi nguồn kinh phí thực hiện. Trong trường hợp không xác định được cụ thể tỷ lệ đóng góp của mỗi nguồn kinh phí thì phần công trình được tính cho sản phẩm đề tài này sẽ bằng một (01) chia cho số nguồn kinh phí trong nước. Tổng số phần các công trình được tính phải đáp ứng yêu cầu về số lượng theo thuyết minh đề tài đã phê duyệt.

Thời gian thực hiện sản phẩm của đề tài phải được triển khai trong khoảng thời gian thực hiện đề tài.

p) Chủ nhiệm đề tài cùng với các cá nhân trực tiếp sáng tạo ra kết quả nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ được đứng tên tác giả trong đề tài và hưởng quyền tác giả bao gồm

cả các lợi ích thu được (nếu có) từ việc khai thác thương mại các kết quả thực hiện đề tài theo quy định pháp luật và các thỏa thuận khác (nếu có);

q) Có trách nhiệm trực tiếp hoặc tham gia triển khai ứng dụng kết quả nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ theo yêu cầu của Bên A hoặc tổ chức, cá nhân được Bên A giao quyền sở hữu, sử dụng kết quả thực hiện đề tài;

r) Thực hiện bảo mật các kết quả thực hiện đề tài theo quy định về bảo vệ bí mật của nhà nước;

s) Thực hiện các quyền và nghĩa vụ khác theo quy định Luật KH&CN và các văn bản liên quan.

Điều 5. Chấm dứt Hợp đồng

Hợp đồng này chấm dứt trong các trường hợp sau:

1. Đề tài đã kết thúc và được nghiệm thu.

2. Bên B bị chấm dứt hợp đồng thực hiện đề tài khi có đề nghị thanh lý Hợp đồng của Hội đồng thanh lý đề tài cấp Trường.

Điều 6. Xử lý tài chính khi chấm dứt Hợp đồng

1. Đối với đề tài đã kết thúc và được nghiệm thu:

a) Đề tài đã kết thúc và đánh giá nghiệm thu từ mức “Đạt” trở lên thì Bên A thanh toán đầy đủ kinh phí cho Bên B theo quy định tại Hợp đồng này.

b) Đề tài đã kết thúc, nhưng nghiệm thu mức “không đạt” thì Bên A xem xét, quyết toán kinh phí cho Bên B trên cơ sở kết luận của Hội đồng đánh giá về nguyên nhân, trách nhiệm và những nội dung công việc mà Bên B đã thực hiện có sản phẩm thực tế được đánh giá.

Bên B có trách nhiệm hoàn trả toàn bộ số kinh phí ngân sách nhà nước đã cấp nhưng chưa sử dụng. Đối với khoản kinh phí đã sử dụng được áp dụng xử lý đối với trường hợp đề tài không hoàn thành được quy định tại Điều 16 Thông tư liên tịch số 27/2015/TTLT-BKH-CN-BTC ngày 30/12/2015 của Bộ Khoa học và Công nghệ - Bộ Tài chính quy định khoán chi thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ sử dụng ngân sách Nhà nước.

2. Đối với đề tài chấm dứt khi có căn cứ khẳng định không còn nhu cầu thực hiện:

a) Trường hợp Đề tài chấm dứt khi có căn cứ khẳng định không còn nhu cầu thực hiện thì hai bên cùng nhau xác định khối lượng công việc Bên B đã thực hiện để làm căn cứ thanh toán số kinh phí Bên B đã sử dụng nhằm thực hiện đề tài và thu hồi số kinh phí còn lại đã cấp cho Bên B.

b) Trường hợp hai bên thỏa thuận ký Hợp đồng mới để thay thế và kết quả nghiên cứu của Hợp đồng cũ là một bộ phận cấu thành kết quả nghiên cứu của Hợp đồng mới thì số kinh phí đã cấp cho Hợp đồng cũ được tính vào kinh phí cấp cho Hợp đồng mới và được tiếp tục thực hiện với Hợp đồng mới.

3. Đối với Đề tài bị đình chỉ theo quyết định của cơ quan có thẩm quyền hoặc Hợp đồng bị chấm dứt do Bên B không nộp hồ sơ đề đánh giá, nghiệm thu Đề tài theo quy định pháp luật thì Bên A sẽ tiến hành thủ tục thanh lý đề tài theo quy định.

4. Đối với Đề tài không hoàn thành do lỗi của Bên A dẫn đến việc chấm dứt Hợp đồng thì Bên B không phải bồi hoàn số kinh phí đã sử dụng để thực hiện Đề tài, nhưng vẫn phải thực hiện việc quyết toán kinh phí theo quy định của pháp luật.

Điều 7. Gia hạn đề tài

Trong trường hợp Chủ nhiệm chưa hoàn thành các nội dung nghiên cứu và có đề xuất xin gia hạn thời gian thực hiện, Hợp đồng tự động gia hạn thêm tối đa 6 tháng theo quy định (đến tháng 6/2026) trên cơ sở báo cáo định kỳ tình hình thực hiện đề tài và kết luận của đơn vị chủ trì.

Điều 8. Xử lý tài sản khi chấm dứt Hợp đồng

1. Khi chấm dứt Hợp đồng, việc xử lý tài sản được mua sắm hoặc được hình thành bằng ngân sách Trường ĐHSPKT, ĐHĐN cấp cho đề tài được thực hiện theo quy định pháp luật.

2. Các sản phẩm vật chất của Đề tài sử dụng ngân sách Trường ĐHSPKT, ĐHĐN: nguồn thu khi các sản phẩm này được tiêu thụ trên thị trường sau khi trừ các khoản chi phí cần thiết, hợp lệ, được phân chia theo quy định pháp luật.

Điều 9. Điều khoản chung

1. Trong quá trình thực hiện Hợp đồng, nếu một trong hai bên có yêu cầu sửa đổi, bổ sung nội dung hoặc có căn cứ để chấm dứt thực hiện Hợp đồng thì phải thông báo cho bên kia ít nhất là 15 ngày làm việc trước khi tiến hành sửa đổi, bổ sung hoặc chấm dứt thực hiện Hợp đồng, xác định trách nhiệm của mỗi bên và hình thức xử lý. Các sửa đổi, bổ sung (nếu có) phải lập thành văn bản có đầy đủ chữ ký của các bên và được coi là bộ phận của Hợp đồng và là căn cứ để nghiệm thu kết quả của đề tài.

2. Khi một trong hai bên gặp phải trường hợp bất khả kháng dẫn đến việc không thể hoặc chậm thực hiện nghĩa vụ đã thỏa thuận trong Hợp đồng thì có trách nhiệm thông báo cho Bên kia trong 10 ngày làm việc kể từ ngày xảy ra sự kiện bất khả kháng. Hai bên có trách nhiệm phối hợp xác định nguyên nhân và báo cáo cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền để giải quyết theo quy định của pháp luật.

3. Hai bên cam kết thực hiện đúng các quy định của Hợp đồng và có trách nhiệm hợp tác giải quyết các vướng mắc phát sinh trong quá trình thực hiện. Bên vi phạm các cam kết trong Hợp đồng phải chịu trách nhiệm theo quy định pháp luật.

4. Mọi tranh chấp phát sinh trong quá trình thực hiện Hợp đồng do các bên thương lượng hòa giải để giải quyết. Trường hợp không hòa giải được thì một trong hai bên có quyền đưa tranh chấp ra để giải quyết theo quy định của pháp luật.

5. Hợp đồng tự động thanh lý khi hai bên hoàn thành nghĩa vụ theo hợp đồng đã được ký kết. Trong trường hợp thanh lý đề tài (nếu có), bên B hoàn trả số tiền đã được Hội đồng thanh lý đề tài kết luận trong nội dung của Biên bản họp hội đồng thanh lý đề tài. Bên B



thực hiện việc hoàn trả bằng hình thức chuyển khoản vào tài khoản sau đây của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật trong thời hạn 30 ngày kể từ ngày họp hội đồng thanh lý đề tài, chi tiết thông tin như sau:

- Tên tài khoản: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật.
- Số tài khoản: 56110001076650 tại Ngân hàng BIDV chi nhánh Đà Nẵng.

Điều 10. Hiệu lực của Hợp đồng

Hợp đồng này có hiệu lực từ ngày ký. Hợp đồng này được lập thành 06 bản (01 bản gốc và 05 bản chính) và có giá trị như nhau, Bên A giữ 02 bản, Bên B giữ 04 bản có giá trị pháp lý như nhau.

BÊN A
CƠ QUAN CHỦ QUẢN
HIỆU TRƯỞNG
TRƯỜNG
ĐẠI HỌC
SƯ PHẠM
KỸ THUẬT
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Nguyễn Lê Hùng

BÊN B
CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI



Hồ Văn Quân

MỤC LỤC MINH CHỨNG SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI

Họ và tên chủ nhiệm đề tài: PGS.TS. Hồ Văn Quân

Mã số đề tài: T2024-06-14

STT	Tên minh chứng
SẢN PHẨM KHOA HỌC	
*	Bài báo đăng trên tạp chí/kỷ yếu trong nước
Bài báo số 1	Hồ Văn Quân, Nguyễn Công Tâm, Nguyễn Văn Hợi, Ảnh hưởng của natri sunfat đến cường độ sớm của bê tông và định hướng ứng dụng trong sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, Số 6 (2025), trang 80-84.
<input checked="" type="checkbox"/>	Trang bìa tạp chí/kỷ yếu
<input checked="" type="checkbox"/>	Mục lục
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Toàn văn bài báo <input type="checkbox"/> Bản thảo bài báo <input type="checkbox"/> Thư của ban biên tập chấp nhận cho đăng bài (nếu có) <input type="checkbox"/> Thư của ban biên tập thụng báo bài báo đang được phản biện (nếu có)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Minh chứng chứng minh tạp chí/kỷ yếu thuộc danh mục tính điểm khoa học của Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước. <input checked="" type="checkbox"/> Minh chứng ISBN (nếu có) <input type="checkbox"/> Minh chứng phản biện Minh chứng xếp hạng (nếu có): <input type="checkbox"/> Web of Science: <input type="checkbox"/> SCIE <input type="checkbox"/> ESCI; <input type="checkbox"/> Scopus <input type="checkbox"/> Scimago thứ hạng: <input type="checkbox"/> Q1 <input type="checkbox"/> Q2 <input type="checkbox"/> Q3 <input type="checkbox"/> Q4
SẢN PHẨM ỨNG DỤNG	
*	Sản phẩm là dạng thiết bị, vật liệu:
Mẫu trụ bê tông	12 mẫu trụ bê tông kích thước 100x200 mm (02 mẫu/loại bê tông).
Cấu kiện lưới chắn rác	02 cấu kiện lưới chắn rác hồ thu nước kích thước 600x900x50 mm (01 cấu kiện/cấp phối tối ưu).
SẢN PHẨM VƯỢT TRỘI/TĂNG THÊM	
	Sản phẩm khoa học
<input type="checkbox"/>	Bài báo đăng trên tạp chí quốc tế

<input type="checkbox"/>	Bài báo đăng trên tạp chí/kỷ yếu trong nước
<input checked="" type="checkbox"/>	Hướng dẫn đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học đạt giải nhất cấp Trường <input checked="" type="checkbox"/> Quyết định khen thưởng số 860/QĐ-ĐHSPKT ngày 03 tháng 09 năm 2025 về việc Khen thưởng sinh viên đạt giải đề tài NCKH của sinh viên năm 2025. <input checked="" type="checkbox"/> Giấy chứng nhận Đã hoàn thành đề tài sinh viên NCKH của trường Đại học Sư phạm kỹ thuật năm 2025, tên đề tài: Nghiên cứu nâng cao cường độ của bê tông ở tuổi sớm dùng trong sửa chữa mặt đường ô tô. <input checked="" type="checkbox"/> Giấy khen Đạt giải nhất tại tiểu ban chuyên môn đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025.

HÌNH ẢNH CÁC SẢN PHẨM ỨNG DỤNG

1. 12 mẫu bê tông kích thước $d \times h = 100 \times 200$ mm



2. 02 cấu kiện lưới chắn rác hồ thu nước kích thước $600 \times 900 \times 50$ mm

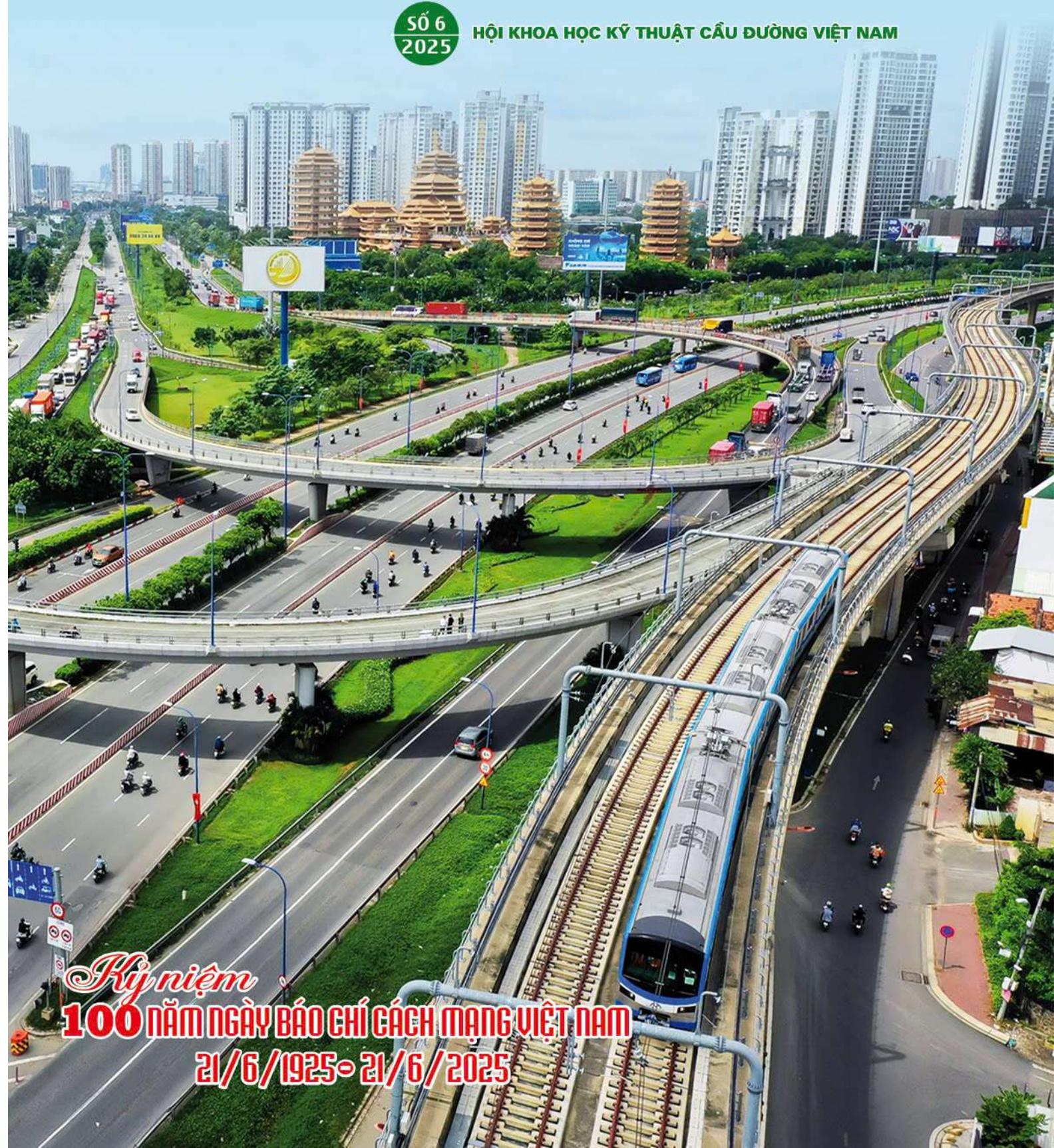


ISSN 1859-459X

CẦU VIỆT NAM ĐƯỜNG

SỐ 6
2025

HỘI KHOA HỌC KỸ THUẬT CẦU ĐƯỜNG VIỆT NAM



Kỷ niệm

100 NĂM NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG VIỆT NAM

21/6/1925 - 21/6/2025

NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU KHẢ NĂNG SỬ DỤNG BỘT THỦY TINH THAY THẾ BỘT KHOÁNG DỪNG TRONG HỖN HỢP BÊ TÔNG NHỰA NÓNG TS. Trần Trung Hiếu 55	PRELIMINARY STUDY ON THE FEASIBILITY OF USING WASTE GLASS POWDER AS A FILLER REPLACEMENT IN HOT MIX ASPHALT
NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH MÁI TALUY NỀN ĐƯỜNG ĐÁP BẰNG TRO ĐÁY RÁC THẢI SINH HOẠT TS. Phạm Đức Phong 61	STUDY ON CALCULATING THE STABILITY OF EMBANKMENT SLOPES USING MUNICIPAL SOLID WASTE INCINERATION BOTTOM ASH
NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TẢI TRỌNG ĐOÀN TÀU ĐỐI VỚI BIẾN DẠNG LÂU DÀI CỦA NỀN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO PGS.TS. Trần Quốc Đạt 67	RESEARCH ON THE EFFECT OF TRAIN LOAD ON LONG-TERM DEFORMATION OF HIGH-SPEED RAILWAY SUBGRADE
NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI LƯỢNG NỔ ĐẾN TỶ LỆ ĐÁ QUÁ CỠ KHI NỔ Mìn PHÁ VỠ ĐẤT ĐÁ Vũ Trọng Hiếu 71	AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF EXPLOSION TYPE ON THE RATIO OF OVERSIZED ROCKS IN BLASTING ROCK
BÊ TÔNG RỒNG SỬ DỤNG CỐT LIỆU XÍ THÉP VÀ TRO BAY CHO CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ KHU VỰC MIỀN ĐÔNG NAM BỘ TS. Trần Hữu Bằng; ThS. Nguyễn Quốc Trúc; ThS. Võ Thanh Hùng; ThS. Lê Thành Trung; ThS. Phú Thị Tuyết Nga 74	PERVIOUS CONCRETE INCORPORATING STEEL SLAG AGGREGATE AND FLY ASH FOR URBAN DRAINAGE APPLICATIONS IN SOUTHEASTERN VIETNAM
ẢNH HƯỞNG CỦA NATRI SUNFAT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ SỚM CỦA BÊ TÔNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG ỨNG DỤNG TRONG SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ VÀ SÂN BAY PGS.TS. Hồ Văn Quân*; Nguyễn Công Tâm; KS. Nguyễn Văn Hợi 80	EFFECT OF SODIUM SULFATE ON EARLY STRENGTH OF CONCRETE AND APPLICATION ORIENTATION IN HIGHWAY AND AIRFIELD PAVEMENT REPAIR
NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CÔNG NGHỆ MICRO SURFACING TRONG BẢO TRÌ PHÒNG NGỪA MẶT ĐƯỜNG MỀM TẠI QUỐC LỘ 2, HÀ GIANG TS. Đào Phúc Lâm; ThS. Hồ Hoàng Điệp 85	AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MICRO SURFACING TECHNOLOGY EFFECTIVENESS FOR FLEXIBLE PAVEMENT PREVENTIVE MAINTENANCE: A CASE STUDY ON NATIONAL HIGHWAY NO.2, HA GIANG
ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HỌC MÁY TRONG DỰ ĐOÁN CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG TÁI CHẾ TS. Mai Anh Đức; TS. Ngô Ngọc Tri; ThS. Lê Khắc Khánh Duy 90	APPLICATION OF MACHINE LEARNING MODELS IN PREDICTING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF RECYCLED CONCRETE
ẢNH HƯỞNG CỦA HỆ SỐ DƯ VỮA ĐẾN ĐỘ MÀI MÒN CỦA BÊ TÔNG NỘI BẢO DƯỠNG ĐỐI VỚI MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG TS. Lê Thái Bình 95	EFFECT OF MORTAR RESIDUE COEFFICIENT ON ABRASION OF CURED CONCRETE ON CEMENT CONCRETE PAVEMENT
PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT CỦA TẤM BÊ TÔNG XI MĂNG MẶT ĐƯỜNG SÂN BAY CHỊU TÁC DỤNG ĐỒNG THỜI CỦA TẢI TRỌNG VÀ NHIỆT ĐỘ TRONG ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM TS. Nguyễn Văn Hiếu; ThS. Nguyễn Hữu Lâm 100	ANALYSIS OF STRESS-STRAIN STATE OF CONCRETE PAVEMENT SLABS UNDER SIMULTANEOUS EFFECTS OF LOAD AND TEMPERATURE IN VIETNAM'S CONDITIONS
PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA HỆ THỐNG GIÁM SÁT TÌNH TRẠNG CMS ĐẾN CHI PHÍ VÒNG ĐỜI CỦA CÔNG TRÌNH ĐIỆN GIÓ BIỂN PGS.TS. Nguyễn Thành Trung; TS. Nguyễn Anh Dân; ThS. Vũ Thị Hoàng Yến; SV. Trần Thị Bích Phương; SV. Nguyễn Thị Lan Chi ; SV. Nguyễn Huy Hoàng 105	ANALYSIS OF THE IMPACT OF CMS CONDITION MONITORING SYSTEM ON THE LIFE CYCLE COST OF OFFSHORE WIND POWER PROJECTS
ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN	
ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI PHÁP CƠ SỞ HẠ TẦNG NHẪM PHÁT TRIỂN XANH TRONG VẬN TẢI HÀNG HÓA ĐÔ THỊ ThS.NCS. Nguyễn Thị Như 109	EVALUATING INFRASTRUCTURE SOLUTIONS FOR GREEN DEVELOPMENT IN URBAN FREIGHT TRANSPORT
AN TOÀN GIAO THÔNG	
NGHIÊN CỨU TÍCH HỢP YÊU CẦU AN TOÀN, AN NINH VÀO MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIẾN TIẾN TS. Nguyễn Văn Bích; TS. Vũ Minh Tâm 114	INTEGRATING SAFETY AND SECURITY REQUIREMENTS INTO ADVANCED TECHNOLOGY-BASED ROAD TRANSPORT DEVELOPMENT MODELS
NÂNG CAO NĂNG LỰC THÔNG HÀNH VÀ AN TOÀN GIAO THÔNG ĐƯỜNG CAO TỐC VIỆT NAM DỰA TRÊN CHỈ SỐ HIỆU SUẤT VẬN HÀNH TS. Nguyễn Thị Thu Nga; ThS. Nguyễn Thanh Hoài 118	ENHANCING THE CAPACITY AND TRAFFIC SAFETY OF VIETNAM'S EXPRESSWAYS BASED ON KPI
TRAO ĐỔI Ý KIẾN	
PHÁP LUẬT VỀ QUẢN LÝ CHI PHÍ TƯ VẤN NGHIỆM THU CÔNG TRÌNH ThS. Nguyễn Thành Trung; ThS. Trần Trung Kiên; TS. Nguyễn Xuân Bang 127	LAW ON MANAGEMENT OF CONSTRUCTION ACCEPTANCE CONSULTANCY COSTS
ĐẢ NẴNG NỀN LÀM GIAO THÔNG ĐÔ THỊ BẰNG ĐƯỜNG SẮT TỰ TẠM DỤNG ĐƯỜNG SẮT HIỆN TẠI KHỔ 1.000 mm KST. Trần Dân 130	DANANG CITY SHOULD DEVELOP URBAN TRANSPORT BY RAIL BY MAKING USE OF THE EXISTING 1,000 MM GAUGE RAILWAY
MỪNG CẦU THĂNG LONG 40 NĂM BỀN VỮNG AN TOÀN HIỆU QUẢ CAO KS. Vũ Đức Thắng 134	CELEBRATING THANG LONG BRIDGE'S 40 YEARS OF SUSTAINABLE, SAFE AND HIGHLY EFFICIENT

Ảnh bìa 1: Tuyến metro số 1 (Bến Thành - Suối Tiên)

Trình bày: Tòa soạn

Chế bản & In: Công ty In Giao thông - Nhà xuất bản Giao thông vận tải

ẢNH HƯỞNG CỦA NATRI SUNFAT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ SỚM CỦA BÊ TÔNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG ỨNG DỤNG TRONG SỬA CHỮA MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ VÀ SÂN BAY

PGS.TS. HỒ VĂN QUÂN*

NGUYỄN CÔNG TÂM

KS. NGUYỄN VĂN HỢI

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng

Email: hvquan@ute.udn.vn

Phản biện: TS. Trần Hữu Bằng

TS. Trần Thị Phương Huyền

TÓM TẮT:

Sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay thường đòi hỏi thời gian thi công rất ngắn để hạn chế gián đoạn giao thông và mang lại hiệu quả kinh tế. Bài báo đánh giá ảnh hưởng của Natri sunfat (NS) đến sự phát triển cường độ nén (R_n), cường độ kéo uốn (R_{ku}) và vận tốc xung siêu âm (V_{sa}) của các bê tông sửa chữa (BTSC). Kết quả cho thấy khi sử dụng (1,5-4,5)% NS, R_{ku} của các BTSC tăng khoảng 1,94-2,85 lần ở các thời điểm (9-12) h; tăng khoảng 1,08-1,20 lần ở các thời điểm từ 24 h-28 ngày, các BTSC chứa (2,5-3,5)% NS thể hiện R_{ku} cao nhất. Trong khi đó, R_n và V_{sa} của các BTSC đạt được thấp hơn so với R_{ku} . Tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều đáp ứng yêu cầu thi công và thông xe trong vòng 24 h; các BTSC chứa (2,5-4,5)% NS có thể đáp ứng yêu cầu thi công và thông xe trong khoảng 12 h.

Từ khóa: Natri sunfat, cường độ kéo uốn, cường độ nén, sửa chữa mặt đường.

ABSTRACT:

The repair of highway and airport pavements requires a short construction time to minimize traffic disruption and achieve economic efficiency. This study evaluates the effect of sodium sulfate (SS) on the development of compressive strength (R_{cs}), flexural strength (R_{fs}) and ultrasonic pulse velocity (UPV) of repair concretes (RC). Experimental results indicate that incorporating SS within the range of (1.5-4.5)% increases the R_{fs} of RC by approximately 1.94 to 2.85 times at (9-12) hours and by 1.08 to 1.20 times over the period from 24 hours to 28 days. Notably, the RC containing (2.5-3.5)% SS exhibits the highest R_{fs} values. In contrast, R_{cs} and UPV of RC tend to be lower than R_{fs} . All RC mixtures with (1.5-4.5)% SS meet the requirements for construction and traffic opening within 24 hours, while those containing (2.5-4.5)% SS can ensure construction feasibility and traffic opening within approximately 12 hours.

Keywords: sodium sulfate, flexural strength, compressive strength, pavement repair.

1. GIỚI THIỆU

Mặt đường bê tông xi măng (BTXM) đường ô tô và sân bay sau một thời gian khai thác, sử dụng thường xảy ra các hư hỏng làm giảm khả năng chịu tải, mất độ bằng phẳng và không đảm bảo an toàn cho xe chạy và máy bay cất, hạ cánh. Mức độ nghiêm trọng và quy mô hư hỏng tùy theo khu vực, thời gian khai thác, tải trọng trực, mật độ giao thông và điều kiện môi trường, những hư hỏng nghiêm trọng thường liên quan đến nền đường hoặc móng mặt đường như lún, đứt gãy, phụt bùn, ... những hư hỏng nhỏ chủ yếu do tình trạng hư hỏng của mặt đường như nứt, vỡ góc, vỡ cạnh, bong tróc, ổ gà, ... [1]. Việc sửa chữa mặt đường BTXM đường ô tô và sân bay

thường phải thực hiện trong điều kiện có phương tiện giao thông qua lại và máy bay cất, hạ cánh nên đòi hỏi thời gian thi công sửa chữa rất ngắn để hạn chế gián đoạn giao thông, thường không quá 6-24 h tùy theo loại mặt đường và lưu lượng giao thông. Do đó, bê tông sửa chữa (BTSC) cần phải có cường độ sớm cao, đặc biệt là cường độ kéo uốn cao để chịu được tác dụng trực tiếp của bánh xe ô tô và máy bay, đồng thời bê tông sửa chữa phải có lực dính bám với bê tông cũ lớn để hạn chế sự hình thành các vết nứt giữa bê tông cũ và bê tông sửa chữa mới.

Trên thế giới, đã có một số nghiên cứu sử dụng natri sunfat (NS) làm phụ gia đông kết nhanh nhằm cải thiện cường độ ở tuổi sớm của

hồ chất kết dính [2, 3, 4] và vữa xi măng rớt lỏng [5] và bê tông [6]. Ở Việt Nam, gần đây có nghiên cứu của N.T.Đ. Khoa và cộng sự [7] sử dụng NS để cải thiện cường độ nén sớm của hồ CKD với hàm lượng lớn tro bay (TB). Tất cả các nghiên cứu đều khẳng định rằng sử dụng NS với liều lượng nhất định đều rút ngắn thời gian đông kết và cải thiện cường độ sớm của hồ CKD. Tuy nhiên, hiện chưa có nghiên cứu nào về bê tông sử dụng NS làm phụ gia đông kết nhanh và định hướng ứng dụng trong sửa chữa mặt đường ô tô và sân bay. Bài báo này trình bày ảnh hưởng của các hàm lượng NS khác nhau đến cường độ nén, cường độ kéo uốn và vận tốc xung siêu âm của các BTSC. Kết quả nghiên cứu



ban đầu cho thấy hàm lượng NS tối ưu là (2,5-3,5)%.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu chế tạo

Xi măng PC50 (XM) có cường độ nén ở 28 ngày bằng 55,4 MPa, khối lượng riêng (KLR) bằng 3,10 g/cm³, độ mịn bằng 3818 cm²/g phù hợp với TCVN 2682:2020. Phụ gia siêu dẻo (SD) Sika ViscoCrete 8566, có KLR = 1,08 g/cm³ phù hợp với TCVN 8826:2011 loại F. Đá dăm (Đ) kích cỡ 4,75-12,5 mm có KLR = 2,74 g/cm³ độ hút nước = 1,54%, thành phần hạt của Đ phù hợp với ASTM C33. Cát sông (CS) có mô đun độ lớn bằng 2,78, KLR = 2,64 g/cm³, độ hút nước bằng 1,15%, thành phần hạt của CS phù hợp với ASTM C33. Tro bay loại F (TB) có KLR = 2,2 g/cm³, hoạt tính cường độ ở 28 ngày bằng 88,4%. Natri sunfat công nghiệp (NS) có độ tinh khiết 99% ở dạng bột, KLR = 2,66 g/cm³.

2.2. Thiết kế thành phần vật liệu của bê tông sửa chữa

Thành phần vật liệu của BTXM được thiết kế theo ACI 211.1, gồm bê tông không có TB và NS (0TB0NS), bê tông thay thế XM bằng 15% TB và không có NS (15TB0NS), bê tông thay thế XM bằng 15% TB và 1,5% NS (15TB1,5NS), bê tông thay thế XM bằng 15% TB và 2,5% NS (15TB2,5NS), bê tông thay thế XM bằng 15% TB và 3,5% NS (15TB3,5NS) và bê tông thay thế XM bằng 15% TB và 4,5% NS (15TB4,5NS), tỉ lệ nước-chất dính (N/CKD) và độ sụt thiết kế của tất cả các BTSC là 0,35 và 10-12 cm, liều lượng SD được điều chỉnh cho từng hỗn hợp để đảm bảo đạt độ sụt thiết kế. Thành phần vật liệu

Bảng 1. Thành phần của các BTSC cho 1 m³

Kí hiệu BTSC	Đ (kg)	C (lít)	X (kg)	TB (kg)	N (kg)	NS (kg)	SD (kg)	N/CKD	SN (cm)
0TB0NS	960,0	783,5	520,0	0,0	182,0	0,0	3,38	0,35	10-12
15TB0NS	960,0	758,1	442,0	78,0	182,0	0,0	2,60		
15TB1,5NS	960,0	756,3	434,2	78,0	182,0	7,8	2,86		
15TB2,5NS	960,0	754,3	429,0	78,0	182,0	13,0	3,38		
15TB3,5NS	960,0	752,9	423,8	78,0	182,0	18,2	3,64		
15TB4,5NS	960,0	750,9	418,6	78,0	182,0	23,4	4,16		



Hình 1. Thí nghiệm uốn, nén và siêu âm các mẫu BTSC

của các BTSC được ghi trong Bảng 1.

2.3. Chuẩn bị mẫu và phương pháp thí nghiệm

Sử dụng các mẫu đầm 100×100×400 mm để xác định cường độ kéo uốn (R_{ku}) và các mẫu đầm gãy để xác định cường độ nén (R_n). Sử dụng các mẫu trụ 100×200 mm để xác định vận tốc xung siêu âm (V_{sa}).

Công tác đúc và bảo dưỡng các mẫu theo TCVN 3105:2022, các mẫu đầm 100×100×400 mm được tháo khuôn sau khi đúc 9 h và tiến hành thí nghiệm kéo uốn và nén

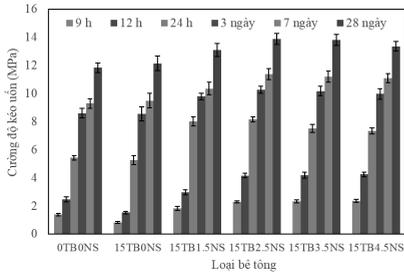
lúc 9 h, 12 h, 24 h; đối với các thí nghiệm sau 24 h, các mẫu được ngâm trong nước cho đến ngày thí nghiệm. Các mẫu trụ 100×200mm được tháo khuôn lúc 20±2 h và ngâm trong nước cho đến ngày thí nghiệm.

R_{ku} và R_n được xác định theo TCVN 3119:2022 và TCVN 3118:2022, V_{sa} được xác định theo TCVN 13537:2022. R_n , R_{ku} được xác định lúc 9 h, 12 h, 24 h, 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày; V_{sa} được xác định lúc 3, 7 và 28 ngày. Kết quả thí nghiệm R_{ku} và V_{sa} là giá trị trung bình của 3 mẫu, R_n là giá trị trung bình của 6 mẫu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cường độ kéo uốn

R_{ku} của các BTSC theo thời gian được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Cường độ kéo uốn của các BTSC

R_{ku} của các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều cao hơn so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS, đặc biệt ở các độ tuổi sớm trước 24 h. Cường độ kéo uốn đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 2.

Khi so sánh với bê tông 0TB0NS, R_{ku} của bê tông 15TB0NS ở các thời điểm trước 7 ngày thấp hơn, nhưng ở 7 ngày và 28 ngày lại cao hơn một chút, sự giảm R_{ku} của bê tông 15TB0NS là do TB phản ứng puzolan chậm, tuy nhiên từ 7 ngày về sau, mức độ phản ứng puzolan của TB đã đủ lớn tạo ra canxi silicat hydrat (CSH) thứ cấp lấp đầy các lỗ rỗng, đồng thời TB còn làm tăng lực dính cải thiện độ dai của bê tông và dẫn đến sự gia tăng R_{ku} [8]. Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đều có R_{ku} cao hơn bê tông 0TB0NS. R_{ku} của các BTSC chứa NS tăng mạnh nhất trong khoảng thời gian từ (9-24) h, tỉ lệ tăng gấp 1,21-1,73 lần; từ 3 ngày đến 28 ngày, sự gia tăng R_{ku} giảm dần, tỉ lệ tăng gấp 1,10-1,22 lần. Ở các thời điểm (9-12) h, hàm lượng NS càng nhiều thì R_{ku} tăng càng mạnh, BTSC chứa 4,5% NS thể hiện R_{ku} cao nhất; tuy nhiên, ở các thời điểm từ 24 h về sau, các BTSC chứa (2,5-3,5)% NS lại thể hiện R_{ku} cao nhất.

Khi so sánh với bê tông 15TB0NS, kết quả cũng có xu hướng tương

Bảng 2. Cường độ kéo uốn đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

Loại BTSC	9 h	12 h	24 h	3 ngày	7 ngày	28 ngày
	So với bê tông 0TB0NS (%)					
0TB0NS	100	100	100	100	100	100
15TB0NS	59,9	62,3	96,9	99,5	102,1	102,7
15TB1,5NS	132,3	120,9	147,9	114,0	111,4	110,8
15TB2,5NS	165,3	169,0	150,5	119,6	122,4	117,4
15TB3,5NS	167,7	170,0	138,8	118,4	120,4	116,8
15TB4,5NS	170,7	172,7	135,3	116,1	119,3	112,9
Loại BTSC	So với bê tông 15TB0NS (%)					
	15TB0NS	100	100	100	100	100
15TB1,5NS	221,0	194,1	152,6	114,5	109,1	107,9
15TB2,5NS	276,0	271,4	155,3	120,1	119,8	114,3
15TB3,5NS	280,0	273,0	143,1	119,0	117,9	113,8
15TB4,5NS	285,0	277,3	139,5	116,7	116,8	110,0

Bảng 3. Cường độ nén đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

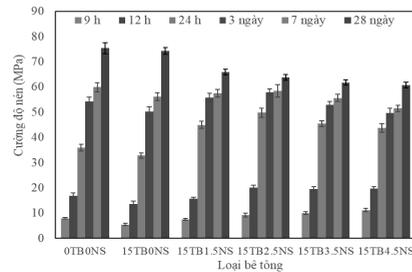
Loại BTSC	9 h	12 h	24 h	3 ngày	7 ngày	28 ngày
	So với bê tông 0TB0NS (%)					
0TB0NS	100	100	100	100	100	100
15TB0NS	68,2	80,8	91,3	92,7	93,7	98,7
15TB1,5NS	94,9	92,6	125,1	102,9	96,0	87,4
15TB2,5NS	115,2	119,3	138,5	106,8	97,5	84,6
15TB3,5NS	124,9	116,0	126,6	97,7	92,9	81,9
15TB4,5NS	140,6	116,5	121,8	91,8	85,9	80,6
Loại BTSC	So với bê tông 15TB0NS (%)					
	15TB0NS	100	100	100	100	100
15TB1,5NS	139,3	114,6	137,0	111,0	102,5	88,6
15TB2,5NS	169,0	147,8	151,7	115,2	104,1	85,8
15TB3,5NS	183,2	143,6	138,7	105,4	99,2	83,0
15TB4,5NS	206,3	144,3	133,4	99,0	91,7	81,7

tự như trên. R_{ku} của các BTSC chứa NS ở các thời điểm (9-12) h tăng gấp 1,94-2,85 lần; ở các thời điểm từ 3 ngày đến 28 ngày tăng gấp 1,08-1,20 lần.

Sự gia tăng R_{ku} mạnh của các BTSC chứa NS ở tuổi sớm là do NS làm tăng độ pH, gia tăng tốc độ hòa tan các hợp chất trong XM (chủ yếu là C_3S , CaO) và trong TB (chủ yếu là Al_2O_3 , SiO_2) đẩy nhanh tốc độ thủy hóa và các phản ứng puzolan, hình thành các hợp chất mới như CSH, ettringite ($6CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SO_3 \cdot 32H_2O$) và gehlenit hydrat (C_2ASH_6) [2-4, 6]. Tuy nhiên, ở các độ tuổi muộn (sau 7 ngày), NS lại hạn chế sự thủy hóa của hệ thống CKD [2-4, 6], dẫn đến R_{ku} tăng chậm hơn so với các bê tông 0TB0NS và 15TB0NS.

3.2. Cường độ nén

R_n của các BTSC theo thời gian được thể hiện trên Hình 3. Cường độ nén đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 3.



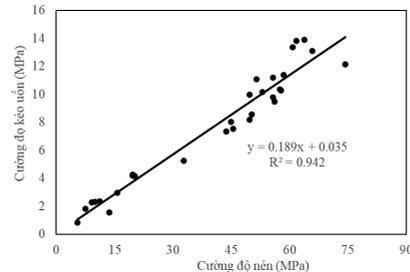
Hình 3. Cường độ nén của các BTSC

Khi so sánh với bê tông 0TB0NS, R_n của bê tông 15TB0NS ở tất cả các thời điểm đều thấp hơn, ở 28 ngày bằng 98,7%. Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có R_n cao hơn bê tông 0TB0NS ở các thời điểm từ (9-24)h, riêng BTSC chứa 1,5% NS có R_n thấp hơn ở 9 h và 12 h nhưng cao hơn ở 24 h. Ở thời điểm 3 ngày, chỉ có BTSC chứa 1,5% NS và 2,5% NS có R_n cao hơn; ở thời điểm 7 và 28 ngày, tất cả các BTSC còn lại đều có R_n thấp hơn.

Khi so sánh với bê tông 15TB0NS, R_n của các BTSC chứa NS ở các thời điểm từ 9 h-3 ngày đều cao hơn, riêng BTSC chứa 4,5% NS có R_n ở 3 ngày tương đương; ở thời điểm 7 ngày, chỉ có các BTSC chứa (1,5-2,5)% NS có R_n cao hơn; ở thời điểm 28 ngày, tất cả các BTSC chứa NS đều có R_n thấp hơn.

Kết quả trên cho thấy các BTSC chứa NS đạt được R_{ku} cao hơn nhiều so với R_n , điều này có thể là do lực dính kết trong bê tông gia tăng khi kết hợp TB và NS như đã giải thích ở trên. Việc gia tăng R_{ku} là điều rất cần thiết của BTSC mặt đường ô tô và sân bay, vì đây là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá sức chịu tải của tấm bê tông mặt đường.

Mối tương quan giữa R_n và R_{ku} của các BTSC được thể hiện trên Hình 4, quan hệ có dạng tuyến tính tỉ lệ thuận rất chặt chẽ với hệ số xác định $R^2 = 0,94$.



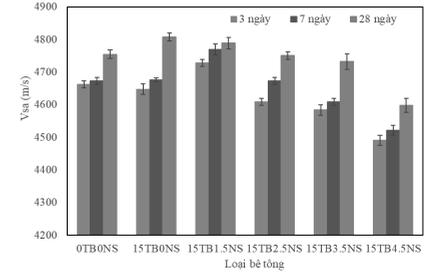
Hình 4. Quan hệ giữa R_n và R_{ku} của các BTSC

Bảng 4. Vận tốc xung siêu âm đạt được của các BTSC so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS

Loại BTSC	3 ngày	7 ngày	28 ngày	Loại BTSC	3 ngày	7 ngày	28 ngày
	So với bê tông 0TB0NS				So với bê tông 15TB0NS		
0TB0NS	100	100	100	--	--	--	--
15TB0NS	99,7	100,1	101,1	15TB0NS	100	100	100
15TB1,5NS	101,4	102,1	100,7	15TB1,5NS	101,7	102,0	99,6
15TB2,5NS	98,8	100,0	99,9	15TB2,5NS	99,2	99,9	98,8
15TB3,5NS	98,3	98,6	99,5	15TB3,5NS	98,6	98,5	98,4
15TB4,5NS	96,3	96,8	96,7	15TB4,5NS	96,6	96,7	95,6

3.3. Vận tốc xung siêu âm

V_{sa} của các BTSC được thể hiện trên Hình 5. V_{sa} đạt được của các BTSC chứa NS so với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS được trình bày trong Bảng 4.



Hình 5. Vận tốc xung siêu âm của các BTSC

V_{sa} của bê tông 15TB0NS ở 3 ngày nhỏ hơn một chút nhưng ở 7 ngày tương đương và ở 28 ngày lớn hơn khoảng 1,1% so với bê tông 0TB0NS. Bê tông 15TB1,5NS thể hiện V_{sa} cao nhất ở 3 và 7 ngày nhưng ở 28 ngày lại thấp hơn bê tông 15TB0NS khoảng 0,4%. Khi hàm lượng NS tăng lên thì V_{sa} có xu hướng giảm xuống, đặc biệt khi hàm lượng NS tăng lên 4,5% thì V_{sa} giảm xuống sâu, xu hướng này tương tự như cường độ nén, nguyên nhân là NS hạn chế sự thủy hóa của hệ thống chất kết dính ở tuổi muộn như đã giải thích. Tuy nhiên, V_{sa} của bê tông 15TB2,5NS giảm không đáng kể và xấp xỉ với các bê tông 15TB0NS và 0TB0NS.

3.4. So sánh với yêu cầu của bê tông mặt đường ô tô và sân bay

Theo [9, 10], đối với bê tông mặt đường ô tô và sân bay, các mẫu lấy ở hiện trường phải có cường độ kéo uốn $R_{kuht} \geq 4,5$ MPa, khi thiết kế thành phần bê tông trong phòng thí nghiệm, yêu cầu $R_{kutk} \geq 1,15$. $R_{kuht} = 5,18$ MPa. Ở thời điểm 24 h, tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS có R_{ku24h} quy đổi về mẫu đầm 150x150x600 mm (nhân với hệ số $\delta = 0,92$ theo TCVN 3119:2022) đạt từ (6,75-7,38) MPa $\geq 5,18$ MPa nên đáp ứng yêu cầu. Trong thực tế thi công sửa chữa mặt đường, khi $R_{kuht} \geq 70\%R_{kutk}$ ($R_{ku} \geq 3,63$ MPa), có thể cho phép phương tiện giao thông qua lại. Ở thời điểm 12 h, các BTSC 15TB2,5NS, 15TB3,5NS và 15TB4,5NS có R_{ku12h} quy đổi về mẫu đầm 150x150x600 mm lần lượt 3,82 MPa; 3,85 MPa và 3,91 MPa $\geq 3,63$ MPa nên có thể cho phép thông xe lúc 12 h sau khi thi công.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Các kết luận ban đầu có thể được rút ra từ nghiên cứu này như sau:

NS đẩy nhanh tốc độ thủy hóa và phản ứng puzolan, cải thiện đáng kể cường độ sớm của các BTSC, đặc biệt là ở các độ trước 24 h. Tuy nhiên, từ sau 3 ngày, NS bắt đầu hạn chế sự thủy hóa và sự gia tăng cường độ của các BTSC chậm lại.

Các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS thể hiện cường độ kéo uốn tốt hơn so với cường độ nén. Ở các thời điểm (9-12) h, R_{ku} của các BTSC chứa NS tăng gấp 1,94-2,85 lần; ở các thời điểm từ 24 h đến 28 ngày, R_{ku} tăng gấp 1,08-1,20 lần so với bê tông 15TB0NS.

Các BTSC chứa (1,5-2,5)% NS có V_{sa} tương đương với bê tông 0TB0NS và 15TB0NS, khi hàm lượng NS trên 3,5% thì V_{sa} có xu hướng giảm xuống sâu.

Tất cả các BTSC chứa (1,5-4,5)% NS đáp ứng được yêu cầu thi công và thông xe trong vòng 24 h. Trong trường hợp cấp thiết, các BTSC 15TB2,5NS, 15TB3,5NS và 15TB4,5NS có thể đáp ứng yêu cầu thi công và thông xe trong khoảng 12 h.

Trong nghiên cứu này, hàm lượng NS sử dụng trong khoảng (2,5-3,5)% là tối ưu.

Cần nghiên cứu thêm một số tính chất khác của BTSC như độ mài mòn, tính dính bám với bê tông cũ, co ngót khô, độ thấm ion clorua, khả năng chống ăn mòn cốt thép,...■

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng trong đề tài có Mã số T2024-06-14.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Huy Khang and Nguyễn Trọng Hiệp, Research on Using Polymer Concrete for Portland Cement Concrete Airfield Pavement Repair - An Experimental Application of Noi Bai International Airport of Vietnam, Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainability in Civil Engineering, Lecture Notes in Civil Engineering, Volume 145, 175-181.
- [2]. Jiayi Fu et al, Mechanisms of enhancement in early hydration by sodium sulfate in a slag cement blend - Insights from pore solution chemistry, Cement and Concrete Research 135 (2020) 106110
- [3]. Phương Trinh Bui, Yuko Ogawa; and Kenji Kawai, Effect of Sodium Sulfate Activator on Compressive Strength and Hydration of Fly-Ash Cement Pastes, J. Mater. Civ. Eng., 2020, 32(6): 04020117.
- [4]. Juan Manuel Etcheverry et al, Effect of sodium sulfate activation on the early age behaviour and microstructure development of hybrid cementitious systems containing Portland cement, and blast furnace slag, Cement and Concrete Composites, Vol. 141, 2023, 105101.
- [5]. Junjie Wang et al, Effects of sodium sulfate and potassium sulfate on the properties of calcium sulfoaluminate (CSA) cement based grouting materials, Construction and Building Materials, Volume 353, 24 October 2022, 129045.
- [6]. Muhammad Asad Nawaz et al, Effect of sulfate activator on mechanical and durability properties of concrete incorporating low calcium fly ash, Case Studies in Construction Materials 13 (2020) e00407.
- [7]. Nguyễn Trần Đăng Khoa, Bùi Phương Trinh, Nguyễn Ngọc Thành, Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất hoạt hóa natri sulfat đến cường độ của chất kết dính có sử dụng hàm lượng tro bay lớn, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng, Số 05/2022, Trang 25-30.
- [8]. Hồ Văn Quân, Phan Nhật Long, Phạm Thái Uyết, Tính chất của bê tông tính năng cao kết hợp tro bay và xỉ lò cao, Tạp chí Giao thông Vận tải, trang 187-190.
- [9]. TCCS 40:2022/TCĐBVN, Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông.
- [10]. TCCS 24:2018/CHK, Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng sân bay.



(Kèm theo Quyết định số: 26/QĐ-HĐGSNN ngày 11 tháng 7 năm 2025)

HỘI ĐỒNG GIÁO SƯ LIÊN NGÀNH GIAO THÔNG VẬN TẢI

a) Các chuyên ngành (Specialization):

7.1. Xây dựng cầu, hầm, đường bộ, đường sắt, đường thủy, bến cảng, sân bay; kết cấu; vật liệu; nền móng, kỹ thuật giao thông; quy hoạch giao thông (Bridge, Tunnel, Road, Railway, Waterway, Port, Airport; Structures; Materials, Foundation; Traffic Engineering; Transportation Planning).

7.2. Tổ chức và quản lý giao thông vận tải; điều khiển trong GTVT biển, sông, sắt, ô tô, hàng không (Organization and Management in Transportation; Control in Transportation).

7.3. Bảo đảm hàng hải, đường thủy (Maritime and Internal waterway safety).

7.4. Khai thác vận tải đường sắt, đường bộ, đường thủy, đường biển, hàng không (Railway, Road, Internal Waterway, Maritime, Airway Transport Operation).

7.5. Máy xây dựng-xếp dỡ, kỹ thuật phương tiện vận tải ô tô, đầu máy, toa xe, tàu thủy (Loading, Unloading and Construction Machines; Transport Mechanical Engineering).

7.6. Bảo vệ công trình giao thông vận tải (Protection of Transport Works).

b) Danh mục tạp chí được tính điểm:

TT	Tên tạp chí	Chỉ số ISSN	Loại	Cơ quan xuất bản	Điểm
1.	Các tạp chí khoa học Việt Nam và quốc tế (Phụ lục 1)		Tạp chí	SCI, SCIE, SSCI, A&HCI (IF $\geq 2,0$)	0 – 3,0
				SCI, SCIE, SSCI, A&HCI (IF < 2,0)	0 – 2,0
				ESCI, ISI, Scopus	0 – 1,5
2.	Các tạp chí khoa học quốc tế khác		Tạp chí	Do HĐCDGSLN quyết định từng trường hợp cụ thể	0 – 1,0 Online 0 – 0,75 Không online
3.	Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học quốc tế		Kỷ yếu	Đăng toàn văn trong kỷ yếu (Proceedings), có phần biên khoa học, có chỉ số ISBN	0 – 1,0
4.	Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học quốc gia		Kỷ yếu	Đăng toàn văn trong kỷ yếu (Proceedings), có phần biên khoa học, từ năm 2017 phải có chỉ số ISBN	0 – 0,5
5.	Các khoa học về Trái đất - Vietnam Journal of Earth Sciences	0866-7187	Tạp chí ACI, SCIE	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 0,75 0 – 1,0 từ 2021
6.	Cầu đường Việt Nam	1859-459X	Tạp chí	Hội Khoa học Kỹ thuật Cầu đường Việt Nam	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2023
7.	Cơ khí Việt Nam	2615-9910 (0866-7056)	Tạp chí	Tổng Hội Cơ khí Việt Nam	0 – 0,5
8.	Công nghiệp Mỏ	3030-4172 (0868-7052)	Tạp chí	Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam	0 – 0,25

(Kèm theo Quyết định số: 26/QĐ-HDGSNN ngày 11 tháng 7 năm 2025)

9.	Địa kỹ thuật	0868-279X	Tạp chí	Hội Cơ học đất	0 – 0,5
10.	Giao thông vận tải	2354-0818 e-2615-9791 (0866-7012)	Tạp chí	Bộ Giao thông vận tải	0 – 0,75 0 – 1,0 từ 2020 đến 31/ 3/2025
11.	Journal of Science and Technology in Civil Engineering (JSTCE)	p-1859–2996 e-2734-9268	Tạp chí ACI	Trường Đại học Xây dựng Hà Nội	0 – 1,0 từ 2021 0 – 1,25 từ 2022 0 – 1,0 từ 2025
12.	Kết cấu và Công nghệ Xây dựng	1859-3194	Tạp chí	Hội Kết cấu và Công nghệ Xây dựng Việt Nam	0 – 0,5
13.	Khoa học – Công nghệ Hàng Hải	1859-316X	Tạp chí	Trường Đại học Hàng hải Việt Nam	0 – 0,75 0 – 1,0 từ 2025
14.	Khoa học và Công nghệ các trường Đại học kỹ thuật - Engineering and Technology for Sustainable Development - Smart Systems and Devices	- 0868-3980 từ 12/1996 - 2354-1083 từ 3/2015 - 2734-9381 từ 3/2021 2734-9373	Tạp chí	Trường ĐHBKHN, ĐH Đà Nẵng, Trường ĐH KTCN – ĐH Thái Nguyên, Trường ĐH Kinh tế – Kỹ thuật công nghiệp, Trường ĐHBK TP. HCM, Trường ĐH SPKT TP. HCM, Học viện CNBC-VT	0 – 0,5 0–0,75 từ 2025
15.	Khoa học Công nghệ Giao thông vận tải	1859-4263	Tạp chí	Trường Đại học Giao thông vận tải TP Hồ Chí Minh	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2022 0 – 1,0 từ 2024
16.	Khoa học Công nghệ Thủy sản	1859-2252	Tạp chí	Trường Đại học Nha Trang	0 – 0,25
17.	Khoa học Công nghệ Xây dựng	2615-9058	Tạp chí	Trường Đại học Xây dựng Hà Nội	0 – 0,75
18.	Khoa học Đại học Huế: Kỹ thuật và Công nghệ	2588-1175 e-2615-9732	Tạp chí	Đại học Huế	0 – 0,5 từ 2020
19.	Khoa học Giao thông Vận tải (Transport and Communications Science Journal)	1859-2724 e-2615-9554	Tạp chí ACI	Trường Đại học Giao thông vận tải	0 – 0,75 0 – 1,0 từ 2020 0 – 1,25 từ 2022 0 – 1,0 từ 2025
20.	Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường	1859-3941	Tạp chí	Trường Đại học Thủy lợi	0 – 0,5
21.	Khoa học và Công nghệ	1859-1531	Tạp chí	Đại học Đà Nẵng	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2025
22.	Khoa học và Công nghệ Biển	1859-3097	Tạp chí	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2021

(Kèm theo Quyết định số: 26/QĐ-HDGSNN ngày 11 tháng 7 năm 2025)

23.	Khoa học và Công nghệ	2734-9098 e-2615-9562 (1859-2171)	Tạp chí	Đại học Thái Nguyên	0 – 0,5
24.	Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Series B)	1859-4794	Tạp chí	Bộ Khoa học và Công nghệ	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2020 0 – 1,0 từ 2022
25.	Khoa học và Công nghệ Xây dựng	1859-1566	Tạp chí	Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Bộ Xây dựng	0 – 0,5
26.	Khoa học và Kỹ thuật	1859-0209	Tạp chí	Học viện Kỹ thuật Quân sự	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2016 0 – 1,0 từ 2025
27.	Kiến trúc	0866-8617	Tạp chí	Hội Kiến trúc sư Việt Nam	0 – 0,25
28.	Kiến trúc Việt Nam	0868-3786	Tạp chí	Bộ Xây dựng	0 – 0,25 0 – 0,5 từ 2024
29.	Kinh tế và Phát triển	1859-0012	Tạp chí	Trường Đại học Kinh tế quốc dân	0 – 0,5
30.	Năng lượng Nhiệt (Tên cũ: KH và CN nhiệt)	0868-3336	Tạp chí	Hội Khoa học Kỹ thuật Nhiệt Việt Nam	0 – 0,5
31.	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	1859-4581 (0866-7020)	Tạp chí	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	0 – 0,25
32.	Phát triển Khoa học và Công nghệ	1859-0128	Tạp chí	Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2021
33.	Science Journal of transportation	2410-9088	Tạp chí	Trường ĐH Giao thông Vận tải - ĐH Tổng hợp Kỹ thuật giao thông đường bộ Matxcova Liên bang Nga - ĐH Giao thông Tây Nam Trung Quốc.	0 – 0,75 từ 2020
34.	Vietnam Journal of Mechanics (Cũ: Cơ học)	0866-7136	Tạp chí ACI	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 1,0
35.	Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering (Series C)	2525-2461	Tạp chí	Bộ Khoa học và Công nghệ	0 – 0,75 từ 2020 0 – 1,0 từ 2022
36.	Vật liệu & xây dựng, Materials & construction	1859-381X-V 2734-9438-E	Tạp chí	Viện Vật liệu Xây dựng, Bộ xây dựng	0 – 0,25 từ 2022 0 – 0,5 từ 2023 0 – 0,75 từ 2025
37.	Xây dựng	2734-9888 (0866-8762)	Tạp chí	Bộ Xây dựng (cũ)	0 – 0,5 đến 31/3/2025
38.	Khoa học và Công nghệ Giao thông	2734-9942	Tạp chí	Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải	0 – 0,25 từ 2024 0 – 0,5 từ 2025
39.	Khoa học Đại học Cần thơ	1859-2333 e-2815-5599	Tạp chí	Trường Đại học Cần Thơ	0 – 0,25 từ 2024

(Kèm theo Quyết định số: 26/QĐ-HDGSNN ngày 11 tháng 7 năm 2025)

40.	CTU Journal of Innovation and Sustainable Development	2588-1418 e-2815-6412	Tạp chí	Trường Đại học Cần Thơ	0 – 0,25 từ 2024 0 – 0,5 từ 2025
41.	Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất	1859-1469	Tạp chí	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	0 – 0,25 từ 2024 0 – 0,5 từ 2025
42.	Khoa học Công nghệ Hàng không	2815-5661	Tạp chí	Học viện Hàng không Việt Nam	0 – 0,25 từ 2024
43.	Xây dựng (Nhập với Tạp chí Giao thông Vận tải)	2734-9888	Tạp chí	Bộ Xây dựng	0 – 1,0 từ tháng 4/2025
44.	Xây dựng (Nhập với Tạp chí Giao thông Vận tải) (Bản điện tử)	e-3030-4482	Tạp chí	Bộ Xây dựng	0 – 0,75 từ tháng 4/2025
45.	Xây dựng và Đô thị	1859-3119	Tạp chí	Học viện Chiến lược, Bồi dưỡng cán bộ	0 – 0,25 từ 2025

c) Nhà xuất bản có uy tín:

- *Nhà xuất bản có uy tín trên thế giới:* Nhà xuất bản trên thế giới bằng 05 thứ tiếng thông dụng (Anh, Nga, Pháp, Đức, Trung Quốc), nội dung sách liên quan đến các lĩnh vực GTVT gồm 24 nhà xuất bản (*Phụ lục 2*); NXB khác, bằng thứ tiếng khác do Hội đồng ngành GTVT xem xét quyết định từng trường hợp cụ thể.

- *Nhà xuất bản trong nước có uy tín:* Khoa học & kỹ thuật; Giao thông vận tải; Xây dựng; Giáo dục Việt Nam; Đại học Quốc gia Hà Nội; ĐH Quốc gia TP. Hồ Chí Minh; Các NXB khác do Hội đồng ngành GTVT xem xét quyết định từng trường hợp cụ thể.

- *Tác giả chính:* Tác giả chính là tác giả đứng đầu (first author), tác giả liên hệ (corresponding author) duy nhất. Trong trường hợp này, điểm tính cho 2 tác giả chính sẽ bằng 1/3 số điểm của bài báo, số điểm còn lại chia theo giá trị đóng góp của mỗi người kể cả tác giả chính. Trường hợp không thể xác định cụ thể giá trị đóng góp của mỗi người thì số điểm còn lại chia đều cho từng người tham gia. Trường hợp tạp chí có quy định riêng và có minh chứng chứng minh, Hội đồng sẽ xem xét quyết định.

(Kèm theo Quyết định số: 26/QĐ-HĐGSNN ngày 11 tháng 7 năm 2025)

Phụ lục 1. NHÀ XUẤT BẢN QUỐC TẾ CÓ UY TÍN

STT	Tên Nhà xuất bản
1	Elsevier
2	Springer
3	Taylor & Francis
4	ICE Publishing
5	Wiley Online Library
6	Thompson
7	Cambridge University Press
8	Columbia University Press
9	Harvard University Press
10	John's Hopkins University Press
11	MIT Press Cambridge, Massachusetts
12	Oxford University Press
13	Princeton University Press
14	Stanford University Press
15	University of Chicago Press
16	Yale University Press
17	Academic Press London
18	Blackwell
19	Cameron May
20	Clarendon Press
21	Cornell University Press
22	Wiley and Sons
23	ASCE Library
24	SAGE

Gồm 24 nhà xuất bản có uy tín trên thế giới.

QUYẾT ĐỊNH

**Về việc thành lập Hội đồng chấm điểm đề tài
sinh viên nghiên cứu khoa học năm 2025**

HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

Căn cứ Quyết định số 1749/QĐ-TTg ngày 08/11/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật thuộc Đại học Đà Nẵng;

Căn cứ Quyết định số 3226/QĐ-ĐHĐN ngày 21/9/2020 của Giám đốc Đại học Đà Nẵng về việc ban hành Quy định hoạt động nghiên cứu khoa học của sinh viên Đại học Đà Nẵng;

Căn cứ Quyết định số 4217/QĐ-ĐHĐN ngày 10/12/2021 của Giám đốc Đại học Đà Nẵng về việc sửa đổi, bổ sung một số điều Quy định hoạt động nghiên cứu khoa học của sinh viên Đại học Đà Nẵng ban hành theo Quyết định 3226/QĐ-ĐHĐN ngày 21/9/2020 của Giám đốc Đại học Đà Nẵng;

Căn cứ Kế hoạch số 884/KH-ĐHSPKT ngày 16/9/2024 của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật về việc tổ chức triển khai đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật năm học 2024 - 2025;

Căn cứ Quyết định số 41/QĐ-ĐHSPKT ngày 20/01/2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật về việc phê duyệt kinh phí và giao nhiệm vụ thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật năm 2025;

Căn cứ Kết quả của các Hội đồng đánh giá nghiệm thu và xếp loại đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025;

Theo đề nghị của Phó Trưởng phòng phụ trách Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế.

QUYẾT ĐỊNH:

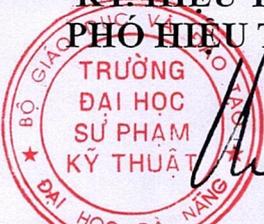
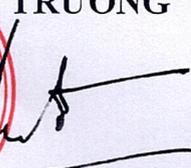
Điều 1. Thành lập Hội đồng chấm điểm đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học năm 2025 gồm các thành viên có tên trong danh sách kèm theo.

Điều 2. Hội đồng có nhiệm vụ chấm điểm các đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học (SVNCKH) năm 2025 được đề cử bởi các Hội đồng đánh giá nghiệm thu và xếp loại đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025 và đề xuất đề tài tham gia cuộc thi SVNCKH cấp bộ, thành phố và Đại học Đà Nẵng. Hội đồng tự giải thể sau khi hoàn thành nhiệm vụ.

Điều 3. Phó Trưởng phòng phụ trách Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế, Trưởng các đơn vị thuộc trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật có liên quan và các cá nhân có tên trong danh sách kèm theo tại Điều 1 căn cứ Quyết định thi hành./

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Lưu: VT, P. QLKH&HTQT. *my*

**KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**


PGS. TS. Võ Trung Hùng

**DANH SÁCH THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG CHẤM ĐIỂM ĐỀ TÀI
SINH VIÊN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC NĂM 2025**

(Kèm theo Quyết định số 556/QĐ-ĐHSPKT ngày 16 tháng 6 năm 2025 của
Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng)

Stt	Họ và tên	Đơn vị	Chức trách
1	PGS. TS. Võ Trung Hùng	Ban Giám hiệu	Chủ tịch
2	TS. Nguyễn Minh Tiến	Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế	Ủy viên
3	TS. Hồ Trần Anh Ngọc	Khoa Cơ khí	Ủy viên
4	TS. Trần Hoàng Vũ	Khoa Điện - Điện tử	Ủy viên
5	TS. Phan Tiến Vinh	Khoa Kỹ thuật Xây dựng	Ủy Viên
6	TS. Huỳnh Thị Diễm Uyên	Khoa Công nghệ Hóa học và Môi trường	Ủy viên
7	TS. Hoàng Thị Mỹ Lệ	Khoa Công nghệ Số	Ủy viên
8	TS. Nguyễn Đức Sỹ	Khoa Sư phạm Công nghiệp	Ủy viên
9	CN. Nguyễn Hải Long	Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế	Thư ký

(Danh sách gồm có 09 thành viên)./.

DANH MỤC ĐỀ TÀI SINH VIÊN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC ĐƯỢC ĐỀ CỬ

(Kèm theo Quyết định số 556/QĐ-ĐHSPKT ngày 16 tháng 6 năm 2025 của
Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng)

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng
Tiểu ban Cơ khí chế tạo - Cơ Điện tử							
1	SV2025-02	Áp dụng thuật toán điều khiển bền vững để đảm bảo ổn định cho hệ thống động thay đổi theo thời gian	Nguyễn Văn Trúc Nguyễn Trần Ca Trương Đình Khang	21CDT2 21CDT2 21CDT2	Trần Ngô Quốc Huy	- Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học; - Mô hình thực hoạt động ổn định	Giải Nhất
2	SV2025-05	Ứng dụng AI trong phân tích ảnh nhiệt để chẩn đoán tình trạng thiết bị	Thái Lê Bảo Khang Trần Viết Dũng Bùi Đặng Vĩnh Phát Nguyễn Lê Hoài Bảo Nguyễn Hoàng Long	23CDT3 23CDT1 23CDT3 24CDT1 22CDT2	Nguyễn Phú Sinh	- Mô hình hệ thống bàn quay để lắp đặt camera quét nhiệt độ. Hệ thống phân tích hình ảnh nhiệt tích hợp thuật toán trí tuệ nhân tạo; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
3	SV2025-13	Nghiên cứu sản xuất chén, đĩa bằng vật liệu bã mía thân thiện môi trường	Phan Tấn Sang Hồ Văn Lý Nguyễn Hồng Nhật Bảo Nguyễn Văn Thái Dương Phạm Văn Cảnh	22C2 22C1 22C2 22C2 22C2	Bùi Hệ Thống	- Mô hình thực tế hoạt động ổn định; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN	Giải Ba
4	SV2025-19	Nghiên cứu mô phỏng và chế tạo mô hình thiết bị đo độ cứng HB	Đặng Văn Tài Phạm Hoàng Nam Nguyễn Hữu Thành Nguyễn Đức Thanh Hiếu Đoàn Ngọc Huân	23C1 23C1 23C1 23C1 23C1	Hoàng Trọng Hiếu	- Mô hình thiết bị máy đo độ cứng HB; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học ; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN	Giải Ba
Tiểu ban Điện Nhiệt lạnh - Cơ khí ô tô							
5	SV2025-07	Thiết kế, vận hành mô hình bãi đỗ xe thông minh sử dụng ngôn ngữ lập trình bậc cao	Hà Anh Vũ Lâm Đạo Nhơn Phan Như Thuật Dương Anh Khoa Lê Thị Hồng Vi	22DL1 22DL1 21DL2 22DL1 23DL3	Bùi Văn Hùng	- Mô hình bãi đỗ xe thông minh tích hợp ngôn ngữ lập trình bậc cao trong quản lý và vận hành; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
6	SV2025-08	Nghiên cứu nâng cao hiệu quả lưu trữ hydrogen rắn trong Đô thị Thông minh	Nguyễn Hưng Tâm Võ Dư Định Lâm Đạo Nhơn Mai Đức Hưng Lê Anh Vân	22DL1 21DL2 21DL1 21DL1 22DL1	Bùi Văn Hùng	- Mô hình về Công nghệ lưu trữ Hydrogen rắn với khả năng lưu trữ được Nâng cao; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
7	SV2025-17	Nghiên cứu các giải pháp và đề xuất mô hình tiết kiệm	Lê Tiến Sỹ Nguyễn Xuân Chính	22N1 22N1	Hồ Trần Anh Ngọc	- Mô hình hệ thống điều hòa không khí để tiết kiệm năng lượng;	Giải Ba

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng
		năng lượng trong các hệ thống Nhiệt - Lạnh	Trần Thanh An Nguyễn Hồng Phong Nguyễn Duy Bảo	22N2 22N2 24N1		- Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	
Tiểu ban Điện - Điện tử 01							
8	SV2025-32	Thiết kế và chế tạo máy uốn dây điện 3D	Phạm Văn Phúc Huỳnh Tấn Tài Đỗ Trọng Đạt Lê Thanh Tùng	21TDH2 21TDH2 22TDH1 22TDH2	Phạm Duy Đường	- Máy uốn dây điện 3D tự động; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
9	SV2025-28	Thiết kế bộ chuyển đổi pha cầu toàn phần tạo thành bộ chuyển đổi DC-DC có giám sát tăng cường sạc nhanh cho xe máy điện	Trịnh Hồng Phúc Phạm Quang Minh Lưu Anh Kiệt	23D2 23D2 23D2	Trần Duy Chung	- Bộ sạc nhanh cho pin xe điện có giám sát sạc nhanh ; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
10	SV2025-25	Công nghệ radar sóng ngắn, giải pháp phát hiện trẻ em bỏ quên trên xe đưa đón trẻ em	Trần Văn Nam Nguyễn Văn Linh Trần Nghiêu Luận Nguyễn Thế Lương Lưu Văn Công	22D2 22T2 22DT1 22DT1 22DT1	Ngô Thị Minh Hương	- Thiết bị cảnh báo bỏ quên trẻ nhỏ trên xe đưa đón học sinh ; - Ứng dụng hiển thị thông tin từ thiết bị cảnh báo bỏ quên trẻ nhỏ ; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba
Tiểu ban Điện - Điện tử 02							
11	SV2025-31	Thiết kế và chế tạo máy quấn các nhóm dây đồng cho động cơ điện	Lê Thanh Tùng Phạm Lê Diễm Quỳnh Huỳnh Tấn Tài Võ Chí Quý Trần Văn Khánh	21SK1 21TDH2 21SK1 21SK1 21SK1	Nguyễn Văn Nam	- Máy quấn các nhóm dây đồng cho động cơ điện; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
12	SV2025-24	Nghiên cứu và ứng dụng mô hình phát hiện đối tượng cho hệ thống đếm cá giống	Hà Huỳnh Văn Tâm Nguyễn Văn Huy Đặng Thanh Nhiệm Huỳnh Nhật Sơn Lưu Quốc Tuấn	23TDH2 23TDH1 24TDH2 24TDH2 24TDH2	Phan Thị Thanh Vân	- Mô hình đếm số lượng cá giống (gồm: camera, bể cá); - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
13	SV2025-37	Nghiên cứu thiết kế hệ thống tự động tiết kiệm điện năng cho tòa nhà	Bùi Thiện Khiêm Huỳnh Văn Thôi Phạm Khắc Bình Huỳnh Phúc Tân	21DT1 21DT1 21DT1 21DT1	Trần Hoàng Vũ	- Mô hình hệ thống tự động tiết kiệm điện năng cho tòa nhà; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba
Tiểu ban Công nghệ thông tin							
14	SV2025-38	Xây dựng ứng dụng di động cảnh báo nguy cơ nhồi máu cơ tim qua thiết bị đeo tay tự thiết kế	Đỗ Thái Bình Nguyễn Phước Lộc	22T3 22T3	Nguyễn Tấn Thuận	- Vòng tay có khả năng cảnh báo người sử dụng có nguy cơ nhồi máu cơ tim cho người sử dụng, người thân thông qua ứng dụng di động; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
Tiểu ban Công nghệ Hóa học và Kỹ thuật Môi trường							
15	SV2025-52	Chế tạo và xác định tính chất của màng sinh học từ tinh bột sắn và keratin	Nguyễn Huỳnh Thông Lê Viết Anh Khoa Trần Minh Khuê	23VL1 23KHH1 23KHH1	Phan Chi Uyên	- 25 cm ² màng sinh học và quy trình chế tạo màng; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng
			Cao Thị Hương Thi	23KHH1			
16	SV2025-42	Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất sản xuất dầu diesel sinh học từ dầu ăn đã qua sử dụng	Trần Minh Quang Ngô Đình Thái Hồ Đức Mạnh Nguyễn Việt Quang Huy Hà Đức Khang Ninh	21MT1 21MT1 21MT1 21MT1 21MT1	Đinh Thị Mỹ Hương	- 100ml Dầu diesel sinh học chuyển hoá từ dầu ăn đã qua sử dụng; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
17	SV2025-57	Nghiên cứu hoạt tính kháng oxy hóa của các hợp chất catecholamines bằng phương pháp tính toán hóa học	Nguyễn Thị Phượng Võ Thảo My	23KTHH1 24KTHH1	Võ Văn Quân	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba
Tiểu ban Công nghệ thực phẩm và Công nghệ Sinh học							
18	SV2025-47	Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chi thị có độ nhạy màu phù hợp, ứng dụng tạo bao bì thông minh trong bảo quản thực phẩm	Nguyễn Thị Diệu Nguyễn Thị Tố Uyên Hoàng Minh Nhã Trần Lê Anh Thư	21HTP1 19HTP1 23HTP1 23HTP1	Ngô Thị Minh Phương	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
19	SV2025-53	Nghiên cứu lên men sữa chua hạt mít bởi vi khuẩn Lactobacillus sp. Được phân lập từ nem trẻ	Võ Thị Mỹ Ly Đặng Thị Trúc Ly	21HTP 21HTP	Trần Thị Ngọc Thư	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
20	SV2025-46	Nghiên cứu bảo quản thực phẩm bằng màng sinh học (pectin/alginate và pectin/tinh bột) hoạt tính	Lê Thị Thúy Kiều Trương Thị Phương Nhi Trần Nguyễn Hữu Đạt Vũ Quang Trường	22HTP1 22HTP1 21HTP1 21HTP1	Ngô Thị Minh Phương	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba
Tiểu ban Vật liệu xây dựng							
21	SV2025-63	Nghiên cứu nâng cao cường độ của bê tông ở tuổi sớm dùng trong sửa chữa mặt đường ô tô	Nguyễn Công Tâm Nguyễn Hữu Thắng Trần Trọng Hiếu Nguyễn Duy Trường	21XC1 21XD1 21XC1 24XC1	Hồ Văn Quân	- Thành phần vật liệu các bê tông, các mẫu trụ bê tông kích thước 100x200 mm, 2 mẫu/loại bê tông ; - Bài báo đăng trên tạp chí chuyên ngành trong nước nằm trong danh mục HDGSNN; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
22	SV2025-65	Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia hóa học và phụ gia khoáng đến tính chất tươi và tính chất cơ học của vật liệu chèn lấp cường độ thấp	Nguyễn Văn Thuận Võ Duy Duẩn Nguyễn Hoàng Nguyễn Thành Tấn	22XD1 22XD1 22XD1 24XD2	Nguyễn Tấn Khoa	- Mô hình 2 mẫu gạch lót nền từ cấp phối nghiên cứu ; - Bài báo được chấp nhận đăng trên tạp chí trong nước thuộc danh mục HDGSNN; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
23	SV2025-68	Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia khoáng và hàm lượng polymer chống thấm	Hoàng Anh Quý Nguyễn Gia Trình Huỳnh Châu Anh	21XD1 21XD1 21XD1	Đoàn Vĩnh Phúc	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba



STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng
		dạng lòng đến cường độ và khả năng chống thấm của vữa xây dựng					
Tiểu ban Kiến trúc - Kết cấu - Hạ tầng							
24	SV2025-71	Nghiên cứu kết cấu tấm bê tông thoát nước tính năng cao không cốt thép	Phan Thái Sơn Nguyễn Nhật Quyển Phan Quyết Anh	22XD2 22XD2 22XD2	Nguyễn Thế Dương	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất
25	SV2025-62	Nhận diện các chi tiết công nghệ và hàng rào của các công trình kiến trúc được xây dựng tại trung tâm thành phố Đà Nẵng thời Pháp thuộc (1888-1950)	Đặng Hữu Hòa Huỳnh Việt Mãi	21KT1 23KT1	Đinh Nam Đức	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì
26	SV2025-74	Nghiên cứu ứng dụng kết cấu cầu bản trên cọc bê tông cốt thép thay thế nền đường đắp cao tại dự án đường cao tốc Hòa Liên - Túy Loan	Lê Thị Phương Trinh Lê Ngọc Long Lê Công Bình Trịnh Minh Hoan Lê Ngọc Tú	21XC1 21XH1 21XC1 22XH1 23XC1	Nguyễn Hữu Tuấn	Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba



ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

University of Technology and Education

Đà Nẵng, ngày 27 tháng 6 năm 2025

**HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
XÁC NHẬN:**

Sinh viên:

Nguyễn Công Tâm	21XC1
Nguyễn Hữu Thắng	21XD1
Trần Trọng Hiếu	21XC1
Nguyễn Duy Trường	24XC1

Khoa: Kỹ thuật Xây dựng

Đã hoàn thành đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học
của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật năm 2025

Tên đề tài: Nghiên cứu nâng cao cường độ của bê tông ở tuổi sớm
dùng trong sửa chữa mặt đường ô tô

Mã số: SV2025-63

Giảng viên hướng dẫn: Hồ Văn Quân

**KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**



PGS. TS. Võ Trung Hùng

-
- 48 Cao Thang Str., Danang City, Vietnam
 - Tel : (84) 236. 3822571 / 3532501
 - Fax: (84) 236. 3894884
 - Email: dhspktdn@ute.udn.vn
 - Web: www.ute.udn.vn

QUYẾT ĐỊNH

**Về việc khen thưởng sinh viên đạt giải
đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025**

HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

Căn cứ Quyết định số 1749/QĐ-TTg ngày 08/11/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật thuộc Đại học Đà Nẵng;

Căn cứ Thông tư số 10/2016/TT-BGDĐT ngày 05/4/2016 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc ban hành Quy chế công tác sinh viên đối với chương trình đào tạo đại học hệ chính quy;

Căn cứ Thông tư số 26/2021/TT-BGDĐT ngày 17/9/2021 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc ban hành Quy định về hoạt động nghiên cứu khoa học của sinh viên trong cơ sở giáo dục đại học;

Căn cứ kết quả của các Hội đồng nghiệm thu đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học năm 2025;

Theo đề nghị của Phó Trưởng phòng phụ trách Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1: Khen thưởng sinh viên đạt giải đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025 (danh sách kèm theo).

Điều 2: Tặng Giấy khen và tiền thưởng cho đề tài đạt Giải Nhất, Giải Nhì, Giải Ba. Mức tiền thưởng được trích từ nguồn kinh phí khoa học công nghệ của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật.

Điều 3: Phó Trưởng phòng phụ trách Phòng Quản lý Khoa học và Hợp tác Quốc tế, Trưởng phòng Phòng Kế hoạch Tài chính, Trưởng các đơn vị thuộc, trực thuộc có liên quan và các sinh viên có tên tại Điều 1 căn cứ Quyết định thi hành./

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Ban Giám hiệu (để báo cáo);
- Lưu: VT, P. QLKH&HTQT.

HIỆU TRƯỞNG



Nguyễn Lê Hùng

DANH SÁCH SINH VIÊN ĐẠT GIẢI ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CỦA SINH VIÊN NĂM 2025

Kèm theo Quyết định số 860/QĐ-ĐHSPKT ngày 03 tháng 9 năm 2025 của
Hiệu trưởng Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng	Số tiền
Tiểu ban Cơ khí chế tạo - Cơ Điện tử								
1	SV2025-02	Áp dụng thuật toán điều khiển bền vững để đảm bảo ổn định cho hệ thống động thay đổi theo thời gian	Nguyễn Văn Trúc Nguyễn Trần Ca Trương Đình Khang	21CDT2 21CDT2 21CDT2	Trần Ngô Quốc Huy	- Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học; - Mô hình thực hoạt động ổn định	Giải Nhất	500.000
2	SV2025-05	Ứng dụng AI trong phân tích ảnh nhiệt để chẩn đoán tình trạng thiết bị	Thái Lê Bảo Khang Trần Viết Dũng Bùi Đăng Vĩnh Phát Nguyễn Lê Hoài Bảo Nguyễn Hoàng Long	23CDT3 23CDT1 23CDT3 24CDT3 22CDT2	Nguyễn Phú Sinh	- Mô hình hệ thống bàn quay để lắp đặt camera quét nhiệt độ. Hệ thống phân tích hình ảnh nhiệt tích hợp thuật toán trí tuệ nhân tạo; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
3	SV2025-13	Nghiên cứu sản xuất chén, đĩa bằng vật liệu bã mía thân thiện môi trường	Phan Tấn Sang Hồ Văn Lý Nguyễn Hồng Nhật Báo Nguyễn Văn Thái Dương Phạm Văn Cảnh	22C2 22C1 22C2 22C2 23C2	Bùi Hệ Thống	- Mô hình thực tế hoạt động ổn định; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN	Giải Ba	200.000
4	SV2025-19	Nghiên cứu mô phỏng và chế tạo mô hình thiết bị đo độ cứng HB	Đặng Văn Tài Phạm Hoàng Nam Nguyễn Hữu Thành Nguyễn Đức Thanh Hiếu Đoàn Ngọc Huân	23C1 23C1 23C1 23C1 23C1	Hoàng Trọng Hiếu	- Mô hình thiết bị máy đo độ cứng HB; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học ; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Điện Nhiệt lạnh - Cơ khí ô tô								
5	SV2025-07	Thiết kế, vận hành mô hình bãi đỗ xe thông minh sử dụng ngôn ngữ lập trình bậc cao	Hà Anh Vũ Lâm Đạo Nhon Phan Như Thuật Dương Anh Khoa Lê Thị Hồng Vi	22DL1 22DL1 21DL2 22DL1 23DL3	Bùi Văn Hùng	- Mô hình bãi đỗ xe thông minh tích hợp ngôn ngữ lập trình bậc cao trong quản lý và vận hành; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN; - Bài báo đăng ký yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
6	SV2025-08	Nghiên cứu nâng cao hiệu quả lưu trữ hydrogen rắn trong Đô thị Thông minh	Nguyễn Hưng Tâm Võ Dư Đình Lâm Đạo Nhon Mai Đức Hưng Lê Anh Văn	22DL1 21DL2 21DL1 21DL1 22DL1	Bùi Văn Hùng	- Mô hình về Công nghệ lưu trữ Hydrogen rắn với khả năng lưu trữ được Năng cao; - Bài báo đăng tại tạp chí hoặc kỷ yếu hội nghị có ISSN hoặc ISBN;	Giải Nhì	300.000

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng	Số tiền
7	SV2025-17	Nghiên cứu các giải pháp và đề xuất mô hình tiết kiệm năng lượng trong các hệ thống Nhiệt - Lạnh	Lê Tiến Sỹ Nguyễn Xuân Chính Trần Thanh An Nguyễn Hồng Phong Nguyễn Duy Bảo	22N1 22N1 22N2 22N2 24N1	Hồ Trần Anh Ngọc	- Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học - Mô hình hệ thống điều hòa không khí để tiết kiệm năng lượng; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Điện - Điện tử 01								
8	SV2025-32	Thiết kế và chế tạo máy uốn dây điện 3D	Phạm Văn Phúc Huỳnh Tấn Tài Đỗ Trọng Đạt Lê Thanh Tùng	21TDH2 21TDH2 22TDH1 22TDH2	Phạm Duy Dương	- Máy uốn dây điện 3D tự động; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
9	SV2025-28	Thiết kế bộ chuyển đổi pha cầu toàn phần tạo thành bộ chuyển đổi DC-DC có giám sát tăng cường sạc nhanh cho xe máy điện	Trịnh Hồng Phúc Phạm Quang Minh Lưu Anh Kiệt	23D2 23D2 23D2	Trần Duy Chung	- Bộ sạc nhanh cho pin xe điện có giám sát sạc nhanh; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
10	SV2025-25	Công nghệ radar sóng ngắn, giải pháp phát hiện trẻ em bỏ quên trên xe đưa đón trẻ em	Trần Văn Nam Nguyễn Văn Linh Trần Nghiêu Luận Nguyễn Thế Lương Lưu Văn Công	22D2 22T2 22DT1 22DT1 22DT1	Ngô Thị Minh Hương	- Thiết bị cảnh báo bỏ quên trẻ nhỏ trên xe đưa đón học sinh; - Ứng dụng hiển thị thông tin từ thiết bị cảnh báo bỏ quên trẻ nhỏ; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Điện - Điện tử 02								
11	SV2025-31	Thiết kế và chế tạo máy quấn các nhóm dây đồng cho động cơ điện	Lê Thanh Tùng Phạm Lê Diễm Quỳnh Huỳnh Tấn Tài Võ Chí Quý Trần Văn Khánh	21SK1 21TDH2 21SK1 21SK1 21SK1	Nguyễn Văn Nam	- Máy quấn các nhóm dây đồng cho động cơ điện; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
12	SV2025-24	Nghiên cứu và ứng dụng mô hình phát hiện đối tượng cho hệ thống đếm cá giống	Hà Huỳnh Văn Tâm Nguyễn Văn Huy Đặng Thanh Nhiệm Huỳnh Nhật Sơn Lưu Quốc Tuấn	23TDH2 23TDH1 24TDH2 24TDH2 24TDH2	Phan Thị Thanh Vân	- Mô hình đếm số lượng cá giống (gồm: camera, bể cá); - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
13	SV2025-37	Nghiên cứu thiết kế hệ thống tự động tiết kiệm điện năng cho tòa nhà	Bùi Thiên Khiêm Huỳnh Văn Thôi Phạm Khắc Bình Huỳnh Phúc Tân	21DT1 21DT1 21DT1 21DT1	Trần Hoàng Vũ	- Mô hình hệ thống tự động tiết kiệm điện năng cho tòa nhà; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Công nghệ thông tin								
14	SV2025-38	Xây dựng ứng dụng di động cảnh báo nguy cơ nhồi máu cơ tim qua thiết bị đeo tay tự thiết kế	Đỗ Thái Bình Nguyễn Phước Lộc	22T3 22T3	Nguyễn Tấn Thuận	- Vòng tay có khả năng cảnh báo người sử dụng có nguy cơ nhồi máu cơ tim cho người sử dụng; người thân thông qua ứng dụng di động; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000


 (Handwritten signature)

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng	Số tiền
Tiểu ban Công nghệ Hóa học và Kỹ thuật Môi trường								
cứu khoa học								
15	SV2025-52	Chế tạo và xác định tính chất của màng sinh học từ tinh bột sắn và keratin	Nguyễn Huỳnh Thông Lê Việt Anh Khoa Trần Minh Khuê Cao Thị Hương Thi	23VLI 23KHHI 23KHHI 23KHHI	Phan Chi Uyên	- 25 cm2 màng sinh học và quy trình chế tạo màng; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
16	SV2025-42	Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất sản xuất dầu diesel sinh học từ dầu ăn đã qua sử dụng	Trần Minh Quang Ngô Đình Thái Hồ Đức Mạnh Nguyễn Việt Quang Huy Hà Đức Khang Ninh	21MT1 21MT1 21MT1 21MT1 21MT1	Đình Thị Mỹ Hương	- 100ml Dầu diesel sinh học chuyển hoá từ dầu ăn đã qua sử dụng; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
17	SV2025-57	Nghiên cứu hoạt tính kháng oxy hóa của các hợp chất catecholamines bằng phương pháp tính toán hóa học	Nguyễn Thị Phương Võ Thảo My	23KTHHI 24KTHHI	Võ Văn Quân	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Công nghệ thực phẩm và Công nghệ Sinh học								
18	SV2025-47	Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chi thị có độ nhầy màu phù hợp, ứng dụng tạo bao bì thông minh trong bảo quản thực phẩm	Nguyễn Thị Diệu Nguyễn Thị Tố Uyên Hoàng Minh Nhã Trần Lê Anh Thư	21HTPI 19HTPI 23HTPI 23HTPI	Ngô Thị Minh Phương	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
19	SV2025-53	Nghiên cứu lên men sữa chua hạt mít bởi vi khuẩn Lactobacillus sp. Được phân lập từ nem trẻ	Võ Thị Mỹ Ly Đặng Thị Trúc Ly	21HTP 21HTP	Trần Thị Ngọc Thư	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
20	SV2025-46	Nghiên cứu bảo quản thực phẩm bằng màng sinh học (pectin/alginat và pectin/tinh bột) hoạt tính	Lê Thị Thủy Kiều Trương Thị Phương Nhi Trần Nguyễn Hữu Đạt Vũ Quang Trường	22HTPI 22HTPI 21HTPI 21HTPI	Ngô Thị Minh Phương	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Vật liệu xây dựng								
21	SV2025-63	Nghiên cứu nâng cao cường độ của bê tông ở tuổi sớm dùng trong sửa chữa mặt đường ô tô	Nguyễn Công Tâm Nguyễn Hữu Thăng Trần Trọng Hiếu Nguyễn Duy Trường	21XC1 21XD1 21XC1 24XC1	Hồ Văn Quân	- Thành phần vật liệu các bê tông, các mẫu trụ bê tông kích thước 100x200 mm, 2 mẫu/loại bê tông ; - Bài báo đăng trên tạp chí chuyên ngành trong nước năm trong danh mục HDGSNN; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000




1/2
 2/2

STT	Mã số	Tên đề tài	Tên các sinh viên thực hiện	Lớp	Giảng viên hướng dẫn	Kết quả, sản phẩm đề tài	Giải thưởng	Số tiền
22	SV2025-65	Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia hóa học và phụ gia khoáng đến tính chất tươi và tính chất cơ học của vật liệu chèn lấp cường độ thấp	Nguyễn Văn Thuận Võ Duy Duẩn Nguyễn Hoàng Nguyễn Thành Tân	22XD1 22XD1 22XD1 24XD2	Nguyễn Tấn Khoa	-Mô hình 2 mẫu gạch lót nền từ cấp phối nghiên cứu ; - Bài báo được chấp nhận đăng trên tạp chí trong nước thuộc danh mục HDGSNN; - Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
23	SV2025-68	Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia khoáng và hàm lượng polymer chống thấm dạng lỏng đến cường độ và khả năng chống thấm của vữa xây dựng	Hoàng Anh Quý Nguyễn Gia Trinh Huỳnh Châu Anh	21XD1 21XD1 21XD1	Đoàn Vĩnh Phúc	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000
Tiểu ban Kiến trúc - Kết cấu - Hạ tầng								
24	SV2025-71	Nghiên cứu kết cấu tấm bê tông thoát nước tính năng cao không cốt thép	Phan Thái Sơn Nguyễn Nhật Quyên Phan Quyết Anh	22XD2 22XD2 22XD2	Nguyễn Thế Dương	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhất	500.000
25	SV2025-62	Nhận diện các chi tiết công nghệ và hăng rào của các công trình kiến trúc được xây dựng tại trung tâm thành phố Đà Nẵng thời Pháp thuộc (1888-1950)	Huỳnh Công Nguyễn Đặng Hữu Hòa Huỳnh Việt Mai	22KT1 21KT1 23KT1	Đình Nam Đức	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Nhì	300.000
26	SV2025-74	Nghiên cứu ứng dụng kết cấu cầu bán trên cọc bê tông cốt thép thay thế nền đường đắp cao tại dự án đường cao tốc Hòa Liên - Túy Loan	Lê Thị Phương Trinh Lê Ngọc Long Lê Công Bình Trịnh Minh Hoan Lê Ngọc Tú	21XC1 21XH1 21XC1 22XH1 23XC1	Nguyễn Hữu Tuấn	Bài báo đăng kỷ yếu sinh viên nghiên cứu khoa học	Giải Ba	200.000





CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT, ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

GIẤY KHEN TẶNG

Nhóm sinh viên:

Nguyễn Công Tâm	Lớp: 21XC1
Nguyễn Hữu Thắng	21XD1
Trần Trọng Hiếu	21XC1
Nguyễn Duy Trường	24XC1

Đạt Giải Nhất

Tại tiêu ban chuyên môn đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên năm 2025

Đà Nẵng ngày 03 tháng 9 năm 2025

HIỆU TRƯỞNG


Nguyễn Lê Hùng

Quyết định số: 860/QĐ-DHSPKT

