

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



NGUYỄN QUANG VINH

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG
HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP
PHỐI ĐÁ DĂM GIA CỐ XI MĂNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ

Ngành : Kỹ thuật xây dựng công trình giao thông

Mã số : 8580205

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2024

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



NGUYỄN QUANG VINH

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG
HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP
PHỐI ĐÁ DẪM GIA CỐ XI MĂNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ

Ngành : Kỹ thuật xây dựng công trình giao thông

Mã số : 8580205

NGƯỜI HƯỚNG DẪN : PGS.TS. NGUYỄN VĂN LONG

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2024

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Số: 1345/QĐ-ĐHGTVT

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

TP. Hồ Chí Minh, ngày 4 tháng 12 năm 2023

QUYẾT ĐỊNH
Về việc thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ

HIỆU TRƯỞNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Căn cứ Quyết định số 66/2001/QĐ-TTg ngày 26/4/2001 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quy chế Tổ chức và hoạt động của Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ban hành theo Nghị quyết số 14/NQ-HĐTĐHGTVT ngày 11/01/2021 của Hội đồng Trường;

Căn cứ Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ của Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ban hành kèm theo Quyết định số 587/QĐ-ĐHGTVT ngày 10/8/2018 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quyết định số 490/QĐ-ĐHGTVT ngày 1/7/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh về việc giao đề tài tốt nghiệp cho các lớp cao học.

Theo đề nghị của Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ ngành Kỹ thuật xây dựng công trình giao thông (mã số 8580205) đối với học viên Nguyễn Quang Vinh với đề tài: “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng”, người hướng dẫn: TS. Nguyễn Văn Long, gồm các ông (bà) có tên sau:

- | | | |
|--------------------------|------------------------|---------------------|
| 1. GS.TS. Phạm Huy Khang | HB CD GSNN | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. TS. Nguyễn Tiến Thủy | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. My Duy Thành | Bộ Xây dựng | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Lê Hoàng An | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên; |
| 5. TS. Nguyễn Tuấn Anh | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên, thư ký. |

Điều 2. Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký. Các ông (bà) Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học, Trưởng khoa Viện xây dựng, Trưởng phòng Kế hoạch - Tài vụ và ông (bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /

Nơi nhận:

- Như Điều 2;
- Hiệu trưởng (để b/c);
- Lưu: VT, VĐTSDH (T: 09b).

KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC
GIAO THÔNG VẬN TẢI
THÀNH PHỐ
HỒ CHÍ MINH
TS. Lê Văn Vang

LUẬN VĂN ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Người hướng dẫn: PGS.TS. Nguyễn Văn Long



Luận văn thạc sĩ được bảo vệ tại Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh
ngày 23 tháng 12 năm 2023.

Thành phần Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ gồm:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. GS.TS. Phạm Huy Khang | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. TS. Nguyễn Tiến Thủy | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. My Duy Thành | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Lê Hoàng An | Ủy viên; |
| 5. TS. Nguyễn Tuấn Anh | Ủy viên, thư ký. |

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

GS.TS. Phạm Huy Khang

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan mọi kết quả của luận văn “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng” là công trình khoa học nghiên cứu của bản thân, được thực hiện dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Văn Long và chưa từng được công bố trong bất cứ công trình khoa học nào khác cho tới thời điểm này.

TP. Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2024

Tác giả



Nguyễn Quang Vinh

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin chân thành cảm ơn quý thầy cô giáo trong trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh đã tận tình giảng dạy và cung cấp cho tôi những kiến thức bổ ích. Tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến thầy Nguyễn Văn Long. Thầy đã tạo mọi điều kiện, động viên, giúp đỡ và hướng dẫn tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn này.

Ngoài ra tôi cũng xin chân thành cảm ơn Công ty Cổ phần Tư vấn khảo sát Kiểm định xây dựng Trường Sơn đã giúp đỡ tôi trong công tác thí nghiệm.

Do kinh nghiệm nghiên cứu khoa học chưa nhiều, kiến thức chuyên môn còn nhiều hạn chế nên nội dung luận văn không tránh khỏi những thiếu sót và hạn chế nhất định. Tôi rất mong nhận được sự thông cảm và đóng góp ý kiến của quý thầy cô. Tôi xin chân thành cảm ơn!

TP. Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2024

Học viên thực hiện



Nguyễn Quang Vinh

TÓM TẮT

Thực tế khai thác đường cho thấy, với những tuyến có các điều kiện khai thác bất lợi thì lớp móng cấp phối đá dăm thường kém ổn định, không đáp ứng được yêu cầu về khả năng chịu lực và phân bố tải trọng xuống các lớp bên dưới, dẫn đến sự xuất hiện của các loại biến dạng và hư hỏng khác nhau trên mặt đường như lún vệt bánh xe, nứt, ổ gà. Sử dụng lớp móng cấp phối đá dăm gia cố xi măng là một giải pháp hiệu quả giúp giải quyết vấn đề trên.

Luận văn trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%. Kết quả nghiên cứu thí nghiệm cho thấy:

- Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng trong phạm vi 14÷22%. Điều đó được giải thích là do các hạt thoi dẹt dễ gãy vỡ, có khả năng chịu lực kém. Mặt khác, hàm lượng hạt thoi dẹt tăng lên đã ảnh hưởng không tốt đến khả năng sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu làm cho bộ khung chịu lực của cốt liệu kém ổn định;

- Khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu nén ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 40,49%, 36,54% và 33,83%, còn cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 29,91%, 31,02% và 31,90%;

- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% có hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 9,33 MPa và 7,61 MPa, giảm lần lượt 8,74% và 25,52% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]);

- Cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 0,44 MPa và 0,4 MPa, giảm lần lượt 12,42% và 20,24% so với hỗn hợp cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]).

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm, tác giả đã đánh giá khả năng sử dụng hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% để làm các lớp móng kết cấu áo đường khác nhau.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
TÓM TẮT	iii
MỤC LỤC	iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC HÌNH, BIỂU ĐỒ	viii
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu của đề tài	1
3. Phạm vi nghiên cứu.....	1
4. Nội dung nghiên cứu.....	1
5. Phương pháp nghiên cứu	2
6. Độ tin cậy của đề tài nghiên cứu	2
7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	2
CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN	3
1.1. Hiện trạng về trữ lượng và nhu cầu sử dụng đá xây dựng tại Đồng Nai.....	3
1.2. Tổng quan về các loại vật liệu phổ biến được sử dụng để làm các lớp móng đường	
5	
1.2.1. Cấp phối thiên nhiên.....	5
1.2.2. Đá dăm nước.....	7
1.2.3. Cấp phối đá dăm	10
1.2.4. Cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng	12
1.2.5. Đất gia cố xi măng kết hợp phụ gia	14
1.2.6. Cấp phối gia cố xi măng.....	15
1.3. Tổng quan các nghiên cứu về cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong xây dựng đường	17
Kết luận chương 1.....	19

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP PHỐI ĐÁ DẪM GIA CỐ XI MĂNG²¹

2.1. Thí nghiệm xác định một số chỉ tiêu cơ lý của cấp phối đá dăm	21
2.1.1. Xác định thành phần hạt.....	21
2.1.1.1. Tiêu chuẩn đánh giá.....	22
2.1.1.2. Thiết bị thí nghiệm	22
2.1.1.3. Trình tự thí nghiệm.....	24
2.1.1.4. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cấp phối đá dăm	24
2.1.2. Thí nghiệm xác định hàm lượng hạt thoi dẹt của cấp phối đá dăm	25
2.1.3. Thí nghiệm xác định độ hao mòn Los Angeles	29
2.2. Thí nghiệm xác định độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của hỗn hợp với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.	31
2.2.1. Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm	32
2.2.2. Trình tự thí nghiệm.....	33
2.3. Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.	37
Kết luận chương 2.....	42
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP PHỐI ĐÁ DẪM GIA CỐ XI MĂNG	43
3.1. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén	43
3.2. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo khi ép chế	45
3.3. Đánh giá khả năng sử dụng CPĐD GCXM 5% của nghiên cứu trên để làm các lớp móng đường ô tô.....	48
Kết luận chương 3.....	50
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	52
1. Kết luận	52
2. Kiến nghị:.....	52
3. Hạn chế của đề tài:	52
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	53

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1-1: Thành phần hạt của cấp phối thiên nhiên theo TCVN 8857-2011	6
Bảng 1-2: Các chỉ tiêu kỹ thuật của cấp phối thiên nhiên theo TCVN 8857-2011.....	7
Bảng 1-3: Yêu cầu về thành phần hạt đối với cốt liệu thô dùng cho lớp đá dăm nước ..	8
Bảng 1-4: Các chỉ tiêu kỹ thuật của cốt liệu thô dùng cho lớp đá dăm nước	9
Bảng 1-5: Yêu cầu về thành phần hạt của cấp phối đá dăm theo TCVN 8859-2011 ...	11
Bảng 1-6: Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của cấp phối đá dăm.....	11
Bảng 1-7: Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của hỗn hợp đá chặt gia cố nhựa nóng.....	13
Bảng 1-8: Các chỉ tiêu cường độ yêu cầu của đất gia cố.....	15
Bảng 1-9: Thành phần hạt hỗn hợp cấp phối đá dăm dùng gia cố xi măng.....	15
Bảng 1-10: Thành phần hạt hỗn hợp cấp phối thiên nhiên dùng gia cố xi măng.....	16
Bảng 1-11: Yêu cầu về cường độ của hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng dùng làm móng đường ô tô	17
Bảng 2-1: Số hiệu rây và kích thước.....	22
Bảng 2-2: Thành phần hạt của cấp phối đá dăm.....	24
Bảng 2-3: Kết quả xác định hàm lượng hạt thoai dẹt của mẫu CPĐD	26
Bảng 2-4: Tỷ lệ phối trộn các nhóm hạt.....	26
Bảng 2-5: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 14%	27
Bảng 2-6: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 16%	27
Bảng 2-7: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 18%	28
Bảng 2-8: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 20%	28
Bảng 2-9: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 22%	29
Bảng 2-10: Quy định về khối lượng mẫu và số lượng viên bi thép khi thí nghiệm độ hao mòn Los Angeles theo TCVN 7572-12 : 2006 [30].....	30
Bảng 2-11: Kết quả thí nghiệm độ hao mòn Los Angeles của cấp phối đá dăm	30
Bảng 2-12: Các thông số thí nghiệm đầm nén theo phương pháp II-D	31
Bảng 2-13: Kết quả thí nghiệm xác định độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của các mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%	36
Bảng 2-14: Tổng hợp mẫu thí nghiệm	38

Bảng 3-1: Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%	43
Bảng 3-2: Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%	46
Bảng 3-3: Cường độ yêu cầu của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng sử dụng làm các lớp móng kết cấu áo đường.....	49
Bảng 3-4: Phạm vi sử dụng của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong các lớp móng kết cấu áo đường	49

DANH MỤC HÌNH, BIỂU ĐỒ

Hình 1-1: Bản đồ phân bố và trữ lượng khai thác đá tại Đồng Nai và Bình Dương	4
Hình 2-1: Hình ảnh đi lấy mẫu và tập kết cấp phối về phòng thí nghiệm	21
Hình 2-2: Bộ sàng thí nghiệm	22
Hình 2-3: Cân kỹ thuật	23
Hình 2-4: Tủ sấy có điều chỉnh nhiệt độ	23
Hình 2-4: Thí nghiệm xác định hàm lượng hạt thoi dẹt.....	25
Hình 2-6: Cối và chày đầm.....	32
Hình 2-7: Sấy cốt liệu	33
Hình 2-8: Trộn cấp phối.....	34
Hình 2-9: Đầm mẫu thí nghiệm.....	35
Hình 2-10: Mẫu thí nghiệm sau khi đầm	35
Hình 2-11: Mối quan hệ giữa dung trọng khô cực đại và hàm lượng hạt thoi dẹt.....	36
Hình 2-12: Mối quan hệ giữa độ ẩm tốt nhất và hàm lượng hạt thoi dẹt	37
Hình 2-13: Mẫu sau khi đầm để thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng.....	38
Hình 2-14: Ngâm mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong nước	39
Hình 2-15: Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén	40
Hình 2-16: Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chẻ	41
Hình 3-1: Cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%.....	44
Hình 3-2: Sự phát triển cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%..	45
Hình 3-3: Cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%	46
Hình 3-4: Sự phát triển cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%	47

DANH MỤC KÝ HIỆU, TỪ VIẾT TẮT

TT	TỪ VIẾT TẮT	GIẢI NGHĨA
1	CPĐD	Cấp phối đá dăm
2	CPTN	Cấp phối thiên nhiên
3	GCXM	Gia cố xi măng
4	KTKS	Khai thác khoáng sản
5	TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
6	D	Đường kính mẫu.
7	h	Chiều cao mẫu.
8	$\gamma_{d\max}$	Dung trọng khô lớn nhất.
9	W_{opt}	Độ ẩm tối ưu.
10	$P_{\max}$	Tải trọng khi phá hoại mẫu.
11	R_n	Cường độ chịu nén, MPa
12	R_{kc}	Cường độ kéo khi ép chẻ, MPa

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Cấp phối đá dăm là loại vật liệu chủ yếu được sử dụng để làm các lớp móng kết cấu áo đường. Những năm gần đây, các nhà khoa học đã tích cực nghiên cứu, áp dụng thử nghiệm các vật liệu mới tận dụng tối đa nguồn vật liệu tại chỗ gia cố các chất kết dính như: chất kết dính vô cơ (xi măng, vôi, tro bay), hữu cơ (nhũ tương nhựa đường), gia cố chất kết dính tổng hợp (vôi - xi măng) dùng cho móng đường ô tô và mặt đường.

Cấp phối đá dăm (CPDD) gia cố xi măng (GCXM) dùng cho đường ô tô với ưu điểm là cường độ và độ ổn định cao do bản thân cấp phối đá dăm nghiền chèn móc tốt, có độ rỗng nhỏ, liên kết của xi măng sau khi thủy hóa làm cho hỗn hợp đá trở thành một khối tương đối thống nhất, thường được sử dụng làm lớp móng trên trong kết cấu đường ô tô cấp cao hay lớp mặt cho đường ô tô cấp thấp và đường Giao thông nông thôn.

Theo yêu cầu đối với vật liệu quy định tại TCVN 8858-2011 thì tỷ lệ thoi dẹt trong hỗn hợp cấp phối xác định theo TCVN 7572-13:2006 không được quá 18%. Tuy nhiên trong quá trình sản xuất CPDD, khi hàm lượng hạt thoi dẹt vượt quá hoặc thấp hơn quy định nêu trên thì chúng ta cần làm các nghiên cứu thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng.

Với lý do trên, việc thực hiện đề tài: **“Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng”** là cần thiết và có tính thực tiễn.

2. Mục tiêu của đề tài

Khảo sát, thông qua các thí nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của CPDD GCXM.

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thực nghiệm, quá trình hình thành cường độ của CPDD GCXM khi thay đổi hàm lượng hạt thoi dẹt với các tỷ lệ 14%, 16%, 18%, 20%, 22% ứng với hàm lượng xi măng tối ưu, tác giả đưa ra kiến nghị về ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của CPDD GCXM.

3. Phạm vi nghiên cứu

Cấp phối đá dăm trên địa bàn tỉnh Đồng Nai.

4. Nội dung nghiên cứu

- Thu thập mẫu đá và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của cấp phối đá dăm.

- Nghiên cứu thực nghiệm xác định hàm lượng xi măng ứng với cấp phối đá dăm có hàm lượng hạt thoi dẹt là 14%, 16%, 18%, 20%, 22% sau đó xác định cường độ của CPĐD GCXM.
- Đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của CPĐD GCXM.

5. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lý thuyết kết hợp thực nghiệm

6. Độ tin cậy của đề tài nghiên cứu

Đề tài được thực hiện dựa trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết các kết quả được các tác giả trong và ngoài nước công bố về cấp phối đá dăm gia cố xi măng. Việc nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện một cách nghiêm túc thỏa mãn theo các yêu cầu của các tiêu chuẩn hiện hành với số lượng mẫu tương đối lớn. Chính vì vậy, kết quả của đề tài sẽ có độ tin cậy tương đối cao.

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa thực tiễn: đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng.

Ý nghĩa khoa học: Kết quả của đề tài sẽ là tài liệu tham khảo cho sinh viên, kỹ sư, đồng thời là cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo.

CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN

1.1. Hiện trạng về trữ lượng và nhu cầu sử dụng đá xây dựng tại Đồng Nai

Khu vực Nam Bộ có 7 tỉnh hoạt động khai thác đá trong đó khu vực Đông Nam Bộ có 5 tỉnh gồm: Đồng Nai, Bà Rịa – Vũng Tàu, Bình Dương, Bình Phước, Tây Ninh; Đồng bằng Sông Cửu Long có 2 tỉnh An Giang và Kiên Giang. Tài nguyên đá xây dựng tại khu vực Nam Bộ có sự phân bố không đồng đều, 2 tỉnh Đồng Nai và Bình Dương chiếm trữ lượng lớn nhất (chiếm 68%).

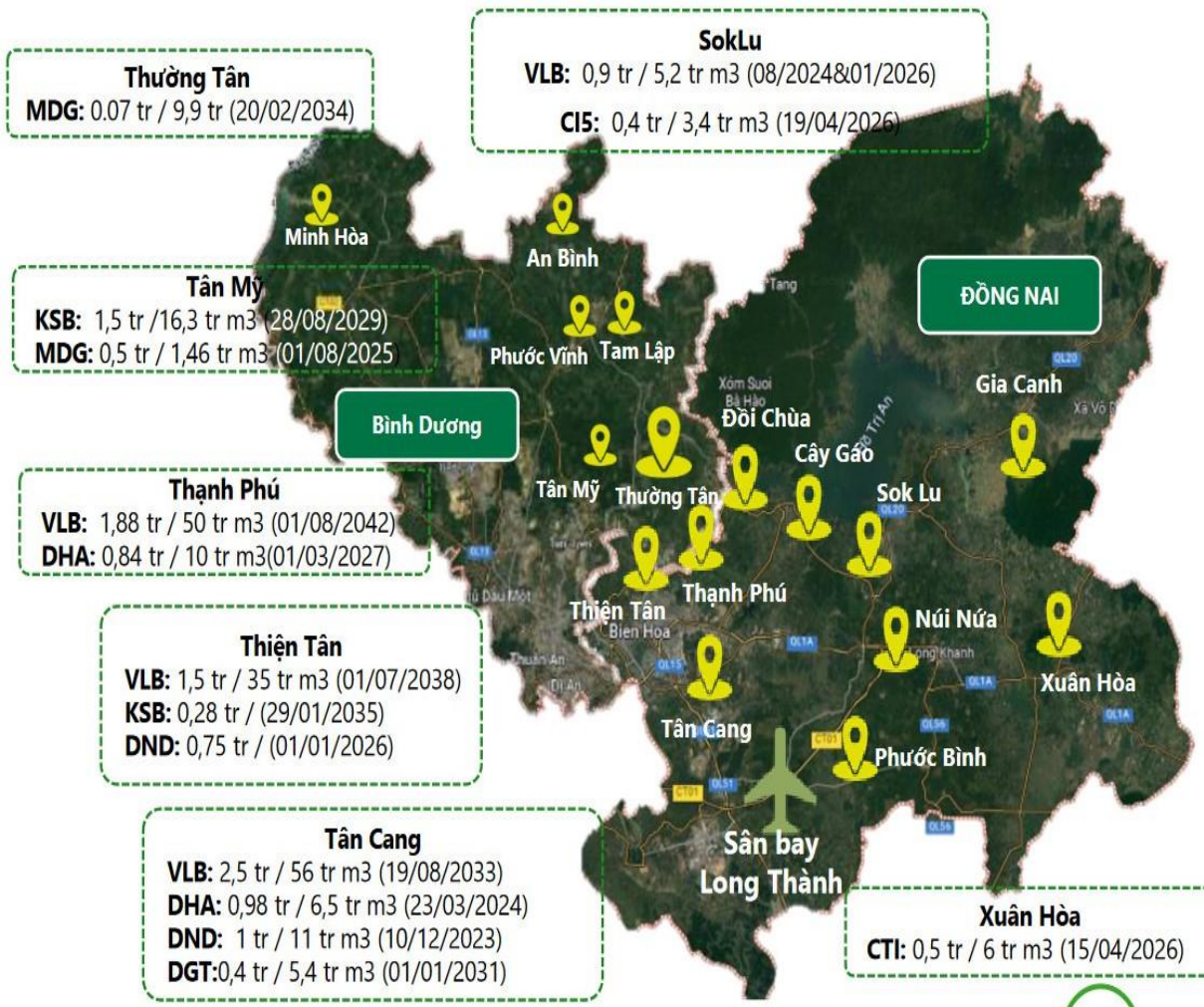
Đồng Nai là tỉnh có trữ lượng khoáng sản lớn ở Đông Nam bộ. Trong đó, nhiều nhất là đá xây dựng với khoảng 2.946 triệu m³, khoảng 543 triệu m³ đất sét. Hai khu vực có trữ lượng đá xây dựng lớn nhất là huyện Vĩnh Cửu và thành phố Biên Hòa với tổng trữ lượng 145 – 200 triệu m³. Cụm mỏ đá tại huyện Vĩnh Cửu (trữ lượng cấp phép đạt 150 triệu m³) có vị trí mỏ nằm rất sát sông Đồng Nai (1-3km) thuận tiện cho vận chuyển bằng sà lan khối lượng lớn. Cụm mỏ Tân Cang có vị trí thuận tiện gần Thành phố Hồ Chí Minh và rất gần sân bay Long Thành.

Để quản lý, khai thác và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên khoáng sản, từ năm 1998, UBND tỉnh Đồng Nai đã xây dựng quy hoạch khai thác khoáng sản (KTKS). Từng giai đoạn cụ thể, tỉnh đều có quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản. Quy hoạch đặt ra các vấn đề: cấm mốc khu vực quy hoạch khoáng sản; khoanh định khu vực cấm, tạm thời cấp phép hoạt động KTKS, khu vực không đấu giá quyền KTKS; quản lý và thăm dò, khai thác, sử dụng khoáng sản trên địa bàn tỉnh; giải pháp bảo vệ môi trường trong hoạt động khai thác và vận chuyển khoáng sản.

Trên cơ sở báo cáo và quy hoạch thăm dò khai thác khoáng sản các giai đoạn, Bộ Tài nguyên – Môi trường và Ủy ban nhân dân tỉnh Đồng Nai đã cấp 32 giấy phép khai thác đá xây dựng với trữ lượng hơn 384 triệu m³. Tính đến cuối năm 2022, tỉnh đã khai thác khoảng 90 triệu m³, tương đương khoảng 23% trữ lượng được cấp phép. Phần còn lại, các chủ mỏ đang khai thác theo công suất được cấp phép hàng năm. Hầu hết các địa phương đều có quy hoạch mỏ KTKS để phục vụ các công trình xây dựng. Trong đó có 2 cụm mỏ tập trung Phước Tân - Tam Phước (TP.Biên Hòa) và Thiện Tân (H.Vĩnh Cửu). Việc cấp phép thăm dò, khai thác được tuân thủ quy định của Luật Khoáng sản, Luật Bảo vệ môi trường và quy hoạch KTKS của tỉnh.

Cụm mỏ Phước Tân - Tam Phước có quy mô lớn nhất với 10 mỏ, tổng diện tích quy hoạch gần 394ha. Tính đến hết năm 2022, cụm đã khai thác khoảng 41/137 triệu m³ đá, tương đương khoảng 30% trữ lượng. Công ty CP Xây dựng và sản xuất vật liệu xây dựng Biên Hòa (BBCC) đang có 5 mỏ đá khai thác trên địa bàn tỉnh.

Theo đánh giá của Sở Tài nguyên – Môi trường tỉnh Đồng Nai, hầu hết các mỏ KTKS tuân thủ đóng tiền cấp quyền KTKS, thuê tài nguyên và phí môi trường. Mặc dù khoản đóng góp không cao so với một số ngành nghề, song hoạt động KTKS đã và đang đáp ứng nhu cầu xây dựng dân dụng, các công trình trọng điểm trên địa bàn tỉnh, TP.HCM và một số tỉnh miền Tây Nam bộ, đồng thời góp phần bình ổn giá vật liệu xây dựng ở khu vực.



Hình 1-1: Bản đồ phân bố và trữ lượng khai thác đá tại Đồng Nai và Bình Dương

Nguồn: [Sở Tài nguyên – Môi trường Đồng Nai]

Đá xây dựng là một trong những vật liệu không thể thiếu đối với các công trình hạ tầng kỹ thuật, được gia công đập, nghiền, phân loại hoặc đẽo, cắt, gọt theo kích thước

dùng làm cốt liệu bê tông, kè bờ, xây móng, lát vỉa hè, lòng đường. Các sản phẩm đá xây dựng được khai thác và chế biến thành nhiều loại khác nhau để phục vụ nhu cầu xây dựng như: đá 0x4, đá 1x2, đá 3x4, đá 4x6, đá 5x7. Trong đó đá 0x4 hay còn gọi là cấp phối đá dăm được sản xuất từ đá thiên nhiên được sử dụng nhiều nhất để làm các lớp móng đường trong các công trình xây dựng hạ tầng giao thông.

Theo dự báo, trong 10-20 năm tới, tỉnh Đồng Nai còn rất nhiều công trình xây dựng cần đến đá. Trong kế hoạch ban hành năm 2022, UBND tỉnh đặt mục tiêu đến giữa năm 2023 hoàn thành lập quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng khoáng sản theo Luật Quy hoạch. Năm 2025, hoàn thành hệ thống cơ sở dữ liệu, thông tin về địa chất, khoáng sản. Từng bước hình thành ngành công nghiệp KTKS hiện đại theo mô hình kinh tế tuần hoàn.

Việc xây dựng Cảng hàng không quốc tế (sân bay) Long Thành, khởi công dự án đường cao tốc Biên Hòa - Vũng Tàu giai đoạn 1 dài 53,7km, mở rộng đường cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây lên 10 làn xe, Dự án Đường vành đai 3 - TP.HCM có chiều dài khoảng 11,26km qua địa bàn 3 xã của huyện Nhơn Trạch và hàng loạt dự án lớn đã, đang và sẽ triển khai tại Đồng Nai. Trong đó sân bay Long Thành là động lực tăng trưởng chính đối với nhu cầu đá xây dựng, những mỏ đá gần sân bay Long Thành trong phạm vi bán kính 30-40Km được hưởng lợi lớn. Cụm Tân Cang là 1 trong những mỏ hưởng lợi thế lớn nhờ vị trí và chất lượng đá tốt.

Ngoài các dự án lớn trên, các tuyến đường giao thông nội tỉnh như: 770B, 769, vành đai Biên Hòa, đường tỉnh kết nối Xuân Lộc với Trảng Bom được ưu tiên đầu tư trong 5 năm tới nhằm kết nối nhiều tuyến quốc lộ, đường cao tốc và các huyện, thành phố của Đồng Nai với sân bay Long Thành.

Với nhiều dự án đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông trọng điểm đã và đang được đồng loạt triển khai thi công chứng tỏ nhu cầu sử dụng đá xây dựng nói chung và cấp phối đá dăm (CPĐD) để làm lớp móng trong kết cấu áo đường nói riêng là rất lớn.

1.2. Tổng quan về các loại vật liệu phổ biến được sử dụng để làm các lớp móng đường

1.2.1. Cấp phối thiên nhiên

Theo TCVN 8857-2011 [4], cấp phối thiên nhiên là một hỗn hợp vật liệu dạng hạt có sẵn trong tự nhiên theo nguyên lý cấp phối, đây là một trong số các loại vật liệu được

sử dụng để làm móng đường từ lâu đời và khá phổ biến ở các công trình khi trình độ khai thác vật liệu còn hạn chế trước đây. Do có nguồn gốc thiên nhiên (rất hạn chế việc gia công) nên các chỉ tiêu cơ lý của cấp phối thiên nhiên không cao, khó không chế và đảm bảo chất lượng.

Trước đây nguồn vật liệu cấp phối thiên nhiên tập trung chủ yếu ở các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Tây Ninh với trữ lượng phong phú, thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý đạt yêu cầu và giá thành rẻ. Tuy nhiên, hiện nay nguồn vật liệu cấp phối thiên nhiên đang ngày càng khan hiếm do việc bảo vệ tài nguyên môi trường và bảo vệ hệ sinh thái. Ngoài ra, thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý cũng không còn đảm bảo yêu cầu theo quy định của tiêu chuẩn TCVN 8857-2011 [4] cho các công trình đường ô tô cấp cao.

Theo TCVN 8857-2011 [4], thành phần hạt của cấp phối thiên nhiên phải thỏa mãn yêu cầu tại bảng 1.1.

Bảng 1-1: Thành phần hạt của cấp phối thiên nhiên theo TCVN 8857-2011

Loại cấp phối	Lượng lọt qua sàng (sàng mắt vuông), % khối lượng						
	50,0 mm (2")	25,0 mm (1")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,0 mm (N°10)	0,425mm (N°40)	0,075mm (N°200)
A	100	–	30–65	25–55	15–40	8–20	2–8
B	100	75–95	40–75	30–60	20–45	15–30	5–20
C	–	100	50–85	35–65	25–50	15–30	5–15
D	–	100	60–100	50–85	40–70	25–45	5–20

Ngoài yêu cầu về thành phần hạt, vật liệu cấp phối thiên nhiên sử dụng làm các lớp móng, mặt đường cần đảm bảo các yêu cầu được quy định trong bảng 1-2 ở dưới. Theo đó, cấp phối thiên nhiên dùng làm móng kết cấu áo đường cấp cao A1, A2 phải có chỉ số dẻo $I_p \leq 6\%$, giới hạn chảy $W_L \leq 35\%$. Lớp móng, mặt đường cấp phối thiên nhiên thường có cường độ không cao, không ổn định dưới tác dụng của nước, bụi nhiều về

mùa khô và lầy lội về mùa mưa. Vì vậy, loại vật liệu này không phù hợp để làm móng, mặt đường ở những khu vực có mực nước ngầm cao (khu vực ven sông, các vùng hay ngập nước).

Bảng 1-2: Các chỉ tiêu kỹ thuật của cấp phối thiên nhiên theo TCVN 8857-2011

Tên chỉ tiêu	Mức					Phương pháp thử
	Móng dưới loại A1	Móng trên loại A2	Móng dưới loại A2	Móng loại B1, B2	Mặt loại B1, B2, gia cố lè	
1. Loại cấp phối sử dụng	A, B, C	A, B, C	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	
2. Giới hạn chảy LL, % ^(*)	≤ 35	≤ 25	≤ 35	≤ 35	≤ 35	TCVN 4197–1995
3. Chỉ số dẻo PI, % ^(*)	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 12	Từ 9 đến 12	TCVN 4197–1995
4. CBR, % ^(**)	≥ 30	≥ 80	≥ 30	≥ 30	≥ 30	TCN 332–06
5. Độ hao mòn Los Angeles, LA, %	≤ 35	≤ 35	≤ 50	≤ 50	≤ 50	TCVN 7572–12: 2006
6. Tỷ lệ lọt qua sàng N° 200/N° 40	≤ 0,67	≤ 0,67	≤ 0,67	Không yêu cầu	≤ 0,67	TCVN 7572–2: 2006
^(*) Xác định giới hạn chảy theo phương pháp Casagrande. Sử dụng phần hạt nhỏ lọt qua sàng lưới mắt vuông kích cỡ 0,425 mm để thử nghiệm giới hạn chảy, giới hạn dẻo. ^(**) CBR được xác định với độ chặt đầm nén bằng 98% độ chặt đầm nén cải tiến theo phương pháp D, ngâm mẫu 96 giờ theo tiêu chuẩn 22TCN 346–06.						

Trong thực tế, cấp phối thiên nhiên thường được sử dụng để làm lớp móng dưới cho kết cấu mặt đường cấp cao, các lớp móng mặt đường cấp thấp và các vùng ít chịu ảnh hưởng của các nguồn ẩm.

1.2.2. Đá dăm nước

Đá dăm nước là loại đá có cường độ cao, kích cỡ đồng đều, hình khối và sắc cạnh, thường được sử dụng để thi công các lớp móng đường theo nguyên lý đá chèn đá. Khi lu lèn loại vật liệu này phải tưới nước do đó được gọi là đá dăm nước. Theo TCVN 9504-2012 [5], đá dăm nước có thể được sử dụng để làm lớp móng của các loại mặt đường hoặc làm lớp mặt của mặt đường cấp thấp B1. Vật liệu được sử dụng để thi

công lớp móng, mặt đường đá dăm nước bao gồm cốt liệu thô (đá cơ bản), vật liệu chèn, chất dính kết và nước. Theo TCVN 9504:2012 [5], cốt liệu thô dùng trong lớp đá dăm nước phải được nghiền từ đá tảng, đá núi, không được dùng đá xay từ sỏi cuội, sỏi sông suối, đá mac nơ, sa thạch sét, diệp thạch sét. Đá phải đồng đều, có hình khối, sắc cạnh, không lẫn các hạt mềm yếu, phong hóa.

Yêu cầu về thành phần hạt và các chỉ tiêu kỹ thuật đối với cốt liệu thô dùng để thi công lớp móng, mặt đường đá dăm nước được quy định tại bảng 1-3 và bảng 1-4 [5].

Bảng 1-3: Yêu cầu về thành phần hạt đối với cốt liệu thô dùng cho lớp đá dăm nước

Số hiệu phân loại	Kích cỡ đá, mm	Độ dày đầm nén một lớp, cm	Kích thước lỗ sàng vuông, mm	Phần trăm lọt sà theo khối lượng, %	Phạm vi sử dụng
Loại 1	90 đến 63	15 (18)	100	100	Chỉ dùng làm lớp móng dưới
			90	90 – 100	
			75	35 – 70	
			63	0 – 15	
			37,5	0 – 5	
Loại 2	63 đến 37,5	12 (15)	75	100	Dùng làm lớp mặt, lớp móng trên hoặc lớp móng dưới
			63	90 – 100	
			50	35 – 70	
			37,5	0 – 15	
			19	0 – 5	
Loại 3	50 đến 25	10 (12)	63	100	Dùng làm lớp mặt, lớp móng trên hoặc lớp móng dưới
			50	90 – 100	
			37,5	35 – 70	
			25	0 – 15	
			12,5	0 - 5	
CHÚ THÍCH: Độ dày đầm nén trong ngoặc () chỉ được thi công khi có trách nhiệm luận phù hợp					

Bảng 1-4: Các chỉ tiêu kỹ thuật của cốt liệu thô dùng cho lớp đá dăm nước

Các chỉ tiêu cơ lý	Quy định			Phương pháp thử
	Lớp mặt	Lớp móng trên	Lớp móng dưới	
Cường độ nén của đá gốc, Mpa				
- Đá mác ma, biến chất	≥ 100	≥ 80	≥ 80	TCVN 7572-10:2006 (Căn cứ chứng chỉ thí nghiệm của nơi sản xuất đá dăm)
- Đá trầm tích	≥ 80	≥ 60	≥ 60	
Độ hao mòn khi va đập trong máy Los Angeles, %	≤ 28	≤ 35	≤ 40	TCVN 7572-12:2006
Lượng hạt to hơn, %	≤ 15	≤ 15	≤ 20	TCVN 7572-13:2006
Hàm lượng hạt mềm yếu, phong hóa, %	≤ 10	≤ 15	≤ 15	TCVN 7572-17:2006
Hàm lượng chung bụi, bùn sét, %	≤ 2	≤ 2	≤ 2	TCVN 7572-8:2006

Lớp móng, mặt đường đá dăm nước có cường độ tương đối cao, từ 250 đến 300 Mpa, ổn định dưới tác dụng của nước, có thể tận dụng vật liệu địa phương nên giá thành rẻ, công nghệ thi công không quá phức tạp, thích hợp với nhiều hạng mục công trình.

Tuy nhiên, đây là lớp vật liệu thi công theo nguyên lý đá chèn đá nên có độ rỗng và tính thấm nước lớn dẫn tới nước trên mặt đường dễ thấm xuống các lớp phía dưới và nước bên dưới cũng dễ thấm lên làm ướt mặt đường (do mao dẫn). Ngoài ra, độ chặt của lớp đá dăm nước không đồng đều, đặc biệt là phạm vi phía dưới của lớp thi công khó lèn chặt; khi dùng làm lớp móng dưới tiếp xúc với nền đất, lâu ngày đất, bùn từ nền xâm nhập lên làm bẩn đá dăm dẫn đến giảm cường độ chung của kết cấu và tạo ra hiện tượng lồi lõm kém bằng phẳng trên bề mặt áo đường. Khi thi công lớp đá dăm nước phải sử dụng thêm khoảng 22% đá chèn để làm giảm lỗ rỗng và bổ sung thêm đất dính tạo khả năng dính kết. Tuy nhiên đó lại là nguyên nhân làm cho móng đường đá dăm nước dễ bị xộc xệch khi bị ngâm ẩm dẫn đến bề mặt không bằng phẳng, kéo theo các lớp mặt cũng không bằng phẳng.

Đá dăm nước là loại vật liệu làm móng đường truyền thống, được sử dụng khá nhiều trước đây. Tuy nhiên với những nhược điểm như đã phân tích ở trên, hiện nay loại vật liệu này rất ít được sử dụng làm móng đường ô tô cấp cao, chúng chỉ được xem xét sử dụng ở những nơi không có điều kiện sản xuất, chế tạo cấp phối đá dăm đạt yêu cầu.

1.2.3. Cấp phối đá dăm

Theo TCVN 8859-2011 [2], cấp phối đá dăm là hỗn hợp cốt liệu, sản phẩm của dây chuyền công nghệ nghiền đá (sỏi), có thành phần hạt theo nguyên lý cấp phối chặt liên tục. Đây là loại vật liệu được sử dụng khá phổ biến để làm các lớp móng đường ô tô nhờ các ưu điểm như sau:

- Có cường độ tương đối cao, khoảng 2000÷3000) daN/cm²;
- Ổn định với lực đẩy ngang và ít bị bong bật dưới tác dụng của bánh xe hơn so với mặt đường đá dăm nước;
- Vật liệu có cấu trúc thành phần hạt theo nguyên lý cấp phối chặt nên công lu lèn ít hơn so với mặt đường đá dăm nước;
- Nguồn cung cấp vật liệu đầy đủ và dồi dào;
- Cơ giới hóa được toàn bộ quá trình thi công nên việc kiểm soát chất lượng thi công sẽ được đảm bảo hơn;
- Thích hợp để làm được cả lớp móng dưới và móng trên cho tất cả các loại kết cấu áo đường.

Theo TCVN 8859-2011 [2], cấp phối đá dăm được chia làm cấp phối đá dăm loại I và cấp phối đá dăm loại II. Trong đó, cấp phối đá dăm loại I có toàn bộ các hạt cốt liệu được nghiền từ đá sạch, mức độ bị bám đất bẩn không đáng kể, không lẫn đá phong hóa và không lẫn hữu cơ. Còn cấp phối đá dăm loại II là đá khối nghiền hoặc sỏi cuội nghiền, trong đó cỡ hạt nhỏ hơn 2,36 mm trở xuống có thể là khoáng vật tự nhiên không nghiền nhưng không được vượt quá 50% khối lượng cấp phối đá dăm. Khi cấp phối đá dăm loại II được nghiền từ sỏi cuội thì ít nhất 75% lượng hạt trên sàng 9,5 mm có từ hai mặt vỡ trở lên.

Theo TCVN 8859-2011 [2], cấp phối đá dăm loại I thường được sử dụng để làm lớp móng trên của kết cấu mặt đường cấp cao A1, A2 theo 22TCN 211-06 [6] hoặc lớp móng trên của kết cấu áo đường theo 22TCN 274 – 01 [7]. Cấp phối đá dăm loại II thường được sử dụng để làm lớp móng dưới của mặt đường cấp cao A1, móng trên cho

mặt đường cấp cao A2 hoặc B1 theo 22TCN 211-06 [6], lớp móng dưới của kết cấu mặt đường theo 22TCN 274-01 [7].

Ngoài ra, theo cỡ hạt danh định lớn nhất $D_{\max}$ cấp phối đá dăm được chia làm 3 loại như sau, với thành phần hạt được quy định như ở bảng 1-5 và các chỉ tiêu cơ lý như ở bảng 1.6:

- Cấp phối loại $D_{\max} = 37,5$ mm thích hợp dùng cho lớp móng dưới;
- Cấp phối loại $D_{\max} = 25$ mm thích hợp dùng cho lớp móng trên;
- Cấp phối loại $D_{\max} = 19$ mm thích hợp dùng cho việc bù vênh và tăng cường trên các kết cấu mặt đường cũ trong nâng cấp, cải tạo.

Bảng 1-5: Yêu cầu về thành phần hạt của cấp phối đá dăm theo TCVN 8859-2011

Kích cỡ mắt sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng		
	CPĐĐ có cỡ hạt danh định $D_{\max} = 37,5$ mm	CPĐĐ có cỡ hạt danh định $D_{\max} = 25$ mm	CPĐĐ có cỡ hạt danh định $D_{\max} = 19$ mm
50	100	—	—
37,5	95 ÷ 100	100	—
25	—	79 ÷ 90	100
19	58 ÷ 78	67 ÷ 83	90 ÷ 100
9,5	39 ÷ 59	49 ÷ 64	58 ÷ 73
4,75	24 ÷ 39	34 ÷ 54	39 ÷ 59
2,36	15 ÷ 30	25 ÷ 40	30 ÷ 45
0,425	7 ÷ 19	12 ÷ 24	13 ÷ 27
0,075	2 ÷ 12	2 ÷ 12	2 ÷ 12

Bảng 1-6: Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của cấp phối đá dăm

Chỉ tiêu	Cấp phối đá dăm		Phương pháp thử
	Loại I	Loại II	
1. Độ hao mòn Los-Angeles của cốt liệu (LA), %	≤ 35	≤ 40	TCVN 7572-12:2006
2. Chỉ số sức chịu tải CBR tại độ chặt K98, ngâm nước 96 h, %	≥ 100	-	22TCN 332:06
3. Giới hạn chảy (WL) 1), %	≤ 25	≤ 35	TCVN 4197:1995
4. Chỉ số dẻo (IP) 1), %	≤ 6	≤ 6	TCVN 4197:1995

Chỉ tiêu	Cấp phối đá dăm		Phương pháp thử
	Loại I	Loại II	
5. Tích số dẻo PP 2) (PP = Chỉ số dẻo IP x % lượng lọt qua sàng 0,075 mm)	≤ 45	≤ 60	-
6. Hàm lượng hạt thô dẹt 3), %	≤ 18	≤ 20	TCVN 7572-2006
7. Độ chặt đầm nén (Kyc), %	≥ 98	≥ 98	22 TCN 333:06 (phương pháp II-D)

1.2.4. Cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng

Theo TCCS 26-2019 [8], cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng là một loại bê tông nhựa chặt được sản xuất bằng cách trộn nhựa nóng với hỗn hợp đá có kích thước từ 25mm trở lên, có độ rỗng dư 3÷6%. Loại vật liệu này có thể được sử dụng để làm móng trên cho các công trình đường ô tô đòi hỏi khả năng chịu tải trọng cao như đường ô tô từ cấp II trở lên, đường cao tốc nhờ những ưu điểm nổi trội sau:

- Lớp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng có cường độ tương đối cao, kết cấu mặt đường sử dụng loại vật liệu này làm lớp móng trên có khả năng kháng nứt và kháng lún cao hơn so với các loại vật liệu rời truyền thống khác;

- Ổn định dưới tác dụng của tải trọng bánh xe và các yếu tố thời tiết, khí hậu;

- Công nghệ thi công không quá phức tạp, cơ giới hóa toàn bộ quá trình thi công;

Theo TCCS 26-2019 [8], hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng được chia làm 3 loại sau:

- Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng có cỡ hạt lớn nhất danh định 25mm (ĐGCN 25), thích hợp làm lớp móng trên hoặc lớp mặt dưới;
- Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng có cỡ hạt lớn nhất danh định 31.5mm (ĐGCN 31.5), thích hợp làm lớp móng trên;
- Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng có cỡ hạt lớn nhất danh định 31.5mm (ĐGCN 37.5), thích hợp làm lớp móng trên;

Các yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu thô, cát và bột khoáng dùng để chế tạo hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng được quy định cụ thể trong Theo TCCS 26-2019 [8]. Nhựa đường dùng để chế tạo hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng là nhựa đặc gốc dầu mỏ với các yêu cầu kỹ thuật thỏa mãn theo TCVN 7493-2005 [9], có thể sử dụng nhựa đường có độ kim lún 40-50 hoặc 60-70.

Các yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp đá chặt gia cố nhựa nóng dùng trong các lớp kết cấu áo đường được quy định tại bảng 1-7 ở dưới.

Bảng 1-7: Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của hỗn hợp đá chặt gia cố nhựa nóng

Các chỉ tiêu	Loại cấp phối đá chặt gia cố nhựa		Phương pháp thử nghiệm
	ĐGCN 25	ĐGCN 31,5 và 37,5	
1. Kích thước mẫu Marshall	φ101,6 mm x 63,5 mm	φ152,4 mm x 95,3 mm	TCVN 8860:1-2011
2. Số chày đầm mỗi mặt (chày)	75	112	TCVN 8860:1-2011
3. Độ rỗng dư (%)	3 – 6	3 – 6	TCVN 8860:9-2011
4. Độ ổn định (kN)	≥7,5	≥15	TCVN 8860:1-2011
5. Độ dẻo (mm)	1,5 – 4,0	Không quy định	TCVN 8860:1-2011
6. Độ rỗng lấp đầy nhựa VFA (%)	55 – 70	55 - 70	TCVN 8860:10-2011
7. Độ ổn định còn lại, %	≥ 65 (≥75)	≥ 65	TCVN 8860:12-2011
8. Độ rỗng cốt liệu VMA(%) tùy thuộc độ rỗng dư (%) thiết kế:			TCVN 8860:10-2011
3%	11%	10,0 ÷ 10,5 % (*)	
4%	12%	11,0 ÷ 11,5 % (*)	
5%	13%	12,0 ÷ 12,5 % (*)	
6%	14%	13,0 ÷ 13,5 % (*)	
CHÚ THÍCH:			
(*) với ĐGCN 37,5 độ rỗng cốt liệu lấy trị số nhỏ;			
(*) với ĐGCN 31,5 độ rỗng cốt liệu lấy trị số lớn;			
() trị số trong ngoặc của chỉ tiêu 7 áp dụng cho lớp ĐGCN làm lớp mặt dưới.			

1.2.5. Đất gia cố xi măng kết hợp phụ gia

Đây là một hỗn hợp vật liệu được tạo ra bằng cách kết hợp xi măng với đất tự nhiên hoặc đất đã được xử lý. Công nghệ này thường được sử dụng để cải thiện tính ổn định nước và làm tăng cường độ của đất tự nhiên để sử dụng trong các lớp móng, mặt đường ô tô. Khi kết hợp với phụ gia, các đặc tính của hỗn hợp đất gia cố xi măng có thể sẽ cải thiện đáng kể. Phụ gia là các chất hoặc hợp chất được thêm vào trong quá trình sản xuất xi măng hoặc đất gia cố xi măng.

Các yêu cầu kỹ thuật đối với đất, xi măng, phụ gia và nước dùng trong công nghệ gia cố này được quy định cụ thể ở trong TCVN 10379-2014 [10]. Các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp đất gia cố dùng trong xây dựng đường được quy định tại bảng 1-8.

Bảng 1-8: Các chỉ tiêu cường độ yêu cầu của đất gia cố

Chỉ tiêu	Yêu cầu			Phương pháp thử
	Độ bền cấp I	Độ bền cấp II	Độ bền cấp III	
1. Độ bền khi nén (MPa)				ASTMD1633
- Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	3	2	1	
- Đối với mẫu 7 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	2	1	0,5	
2. Độ bền chịu ép chẻ (MPa)				
Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	1,2	0,8	Không cần thí nghiệm	

1.2.6. Cấp phối gia cố xi măng

Theo TCVN 8858-2023 [11], cấp phối (cấp phối đá dăm hoặc cấp phối thiên nhiên) gia cố xi măng là loại vật liệu hạt có thành phần hạt theo nguyên lý cấp phối được trộn với xi măng theo tỷ lệ đã thiết kế, vận chuyển ra công trường rải và lu lèn chặt ở độ ẩm tốt nhất trước khi xi măng bắt đầu ninh kết. Đây là loại vật liệu có cường độ và độ ổn định nước cao, thích hợp để làm các lớp móng đường ô tô cấp cao, đặc biệt là dùng cho công trình đường ô tô đi qua các khu vực chịu bất lợi ẩm và tải trọng lớn.

Yêu cầu về thành phần hạt của cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên sử dụng để gia cố xi măng làm các lớp móng đường được quy định trong bảng 1-9 và 1-10.

Theo TCVN 8858-2011 [1], hỗn hợp cấp phối đá dăm có cỡ hạt lớn nhất danh định 31.5mm và 37.5mm có thể được sử dụng để làm các lớp móng dưới và móng trên cho đường ô tô. Tuy nhiên, theo Theo TCVN 8858-2023 [11], hỗn hợp cấp phối đá dăm có cỡ hạt lớn nhất danh định 37.5mm chỉ được dùng để làm lớp móng dưới cho đường ô tô. Các hỗn hợp cấp phối thiên nhiên như ở bảng 1-10 gia cố xi măng có thể được sử dụng để làm lớp móng dưới tất cả các loại kết cấu áo đường và làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống theo TCVN 4054:2005 [12].

Bảng 1-9: Thành phần hạt hỗn hợp cấp phối đá dăm dùng gia cố xi măng

Kích cỡ mắt sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng			
	$D_{\max} = 37,5 \text{ mm}$	$D_{\max} = 31,5 \text{ mm}$	$D_{\max} = 25 \text{ mm}$	$D_{\max} = 19 \text{ mm}$
50	100	-	-	-
37,5	95-100	100	-	-
31,5	-	95-100	100	-
25,0	-	79-90	79-90	100
19,0	58-78	67-83	67-83	90-100
9,5	39-59	49-64	49-64	58-73
4,75	24-39	34-54	34-54	39-59
2,36	15-30	25-40	25-40	30-45
0,425	7-19	12-24	12-24	13-27
0,075	2-12	2-12	2-12	2-12
CHÚ THÍCH: Loại CPĐD có cỡ hạt danh định $D_{\max} = 37,5 \text{ mm}$ chỉ dùng cho các lớp móng dưới.				

Bảng 1-10: Thành phần hạt hỗn hợp cấp phối thiên nhiên dùng gia cố xi măng

Kích cỡ lỗ sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng		
	Cấp phối loại A	Cấp phối loại B	Cấp phối loại C
37,5	100	100	
25,0	-	75-95	100
9,5	30-65	40-75	50-85
4,75	25-55	30-60	35-65
2,0	15-40	20-45	25-50
0,425	8-20	15-30	15-30
0,075	2-8	5-20	5-15

Các yêu cầu về vật liệu cấp phối, xi măng, phụ gia và nước sử dụng gia cố xi măng làm móng đường ô tô được quy định cụ thể trong Theo TCVN 8858-2023 [11] và các tiêu chuẩn có liên quan. Lượng xi măng sử dụng trong hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng

được xác định thông qua thí nghiệm, thông thường khoảng từ 3÷6% theo khối lượng hỗn hợp khô. Cường độ hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng dùng làm các lớp móng đường phải thỏa mãn yêu cầu quy định tại bảng 1-11.

Bảng 1-11: Yêu cầu về cường độ của hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng dùng làm móng đường ô tô

Vị trí lớp móng cấp phối gia cố xi măng	Cường độ chịu nén ($R_{\text{nén 14 ngày}}$), MPa	Cường độ chịu kéo khi ép chèn ($R_{\text{ép chèn 14 ngày}}$), MPa
Lớp móng trên của kết cấu mặt đường có tầng mặt BTN và BTXM của đường cao tốc, đường cấp I, cấp II hoặc lớp mặt có láng nhựa.	$\geq 4,0$	$\geq 0,45$
Lớp móng trên trong các trường hợp khác	$\geq 3,0$	$\geq 0,35$
Lớp móng dưới trong mọi trường hợp	$\geq 1,5$	Không quy định

1.3. Tổng quan các nghiên cứu về cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong xây dựng đường

Thực tế cho thấy, với những tuyến đường làm việc trong các điều kiện khai thác bất lợi về ẩm và tải trọng thì lớp móng đá dăm tiêu chuẩn, cấp phối thiên nhiên hay cấp phối đá dăm thường không đáp ứng được yêu cầu, kém ổn định, không thực hiện tốt nhiệm vụ chịu lực và phân bố tải trọng xuống các lớp bên dưới. Vì vậy làm xuất hiện các loại hư hỏng và biến dạng trên mặt đường, phổ biến trong số đó có lún vệt bánh xe, nứt, ổ gà. Trong những điều kiện khai thác bất lợi về độ ẩm và tải trọng thì sử dụng cấp phối đá dăm gia cố xi măng để làm móng đường là một giải pháp hiệu quả, giúp ngăn ngừa sự xuất hiện của các loại hư hỏng và biến dạng trong kết cấu mặt đường ô tô.

Lớp vật liệu cấp phối đá dăm gia cố xi măng có cường độ và độ ổn định cao nhờ sự chèn móc, lấp đầy của khung cốt liệu (theo nguyên lý cấp phối) và tác dụng kết dính của xi măng sau khi thủy hóa. Lớp vật liệu này là một khối thống nhất, có khả năng chịu lực lớn, phân bố tải trọng từ phương tiện lưu thông trên một diện tích lớn hơn, qua đó làm giảm ứng suất tác dụng xuống các lớp móng phía dưới, có tính ổn định nước cao

hơn so với lớp móng cấp phối đá dăm thông thường. Đã có một số nghiên cứu về cấp phối đá dăm gia cố xi măng được thực hiện ở trong và ngoài nước [20-25].

Trong nghiên cứu [20], các tác giả đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng. Nhóm tác giả lựa chọn ba phương pháp dưỡng ẩm sau: 7 ngày trong ẩm và 7 ngày để khô trong không khí, 14 ngày trong ẩm, 7 ngày trong ẩm và 7 ngày ngâm trong nước. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các chỉ tiêu cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng phụ thuộc vào các biện pháp bảo dưỡng, cụ thể như sau [20]:

- Khi bảo dưỡng mẫu ở chế độ 7 ngày trong ẩm và 7 ngày để khô trong không khí thì các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 14 ngày tuổi đạt giá trị lớn nhất, tiếp theo là mẫu bảo dưỡng 14 ngày trong ẩm, thấp nhất là mẫu 7 ngày trong ẩm và 7 ngày ngâm trong nước. Cường độ chịu nén và chịu kéo khi ép chế của cấp phối đá dăm gia cố xi măng ở 14 ngày tuổi tăng khoảng 1,25 và 1,23 lần khi bảo dưỡng 7 ngày trong ẩm và 7 ngày để khô trong không khí; tăng khoảng 1,06 và 1,05 lần khi bảo dưỡng 14 ngày trong ẩm so với hỗn hợp 7 ngày trong ẩm và 7 ngày ngâm trong nước.

- Cường độ chịu nén và chịu kéo khi ép chế của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 4% ở 7 ngày đảm bảo yêu cầu theo TCVN 8858-2011 [1], và đạt trên 75% cường độ so với mẫu ở 14 ngày tuổi trong trường hợp bảo dưỡng theo phương pháp 14 ngày trong ẩm, 7 ngày trong ẩm và 7 ngày ngâm trong nước.

Thông qua kết quả nghiên cứu, các tác giả ở [20] kết luận khi thi công lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 4% ngoài hiện trường, có thể chỉ cần bảo dưỡng ẩm liên tục trong thời gian 7 ngày.

Trong nghiên cứu [24], các tác giả khảo sát sự thay đổi của các chỉ tiêu cường độ ở 14 ngày tuổi và sự phân bố nhiệt của lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng khi bảo dưỡng theo 3 phương pháp: màng nhũ tương, bao bố tưới nước và vải địa tưới nước. Kết quả nghiên cứu cho thấy [24]:

- Ở cùng một độ sâu như nhau, phương pháp bảo dưỡng bằng nhũ tương làm cho nhiệt độ trong lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng cao hơn phương pháp bao bố tưới ẩm từ 12°C đến 18°C và vải địa tưới ẩm từ 10°C đến 13°C.

- Nhiệt độ lớn nhất tại vị trí 4cm và 12cm trong lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng bảo dưỡng bằng nhũ tương chênh nhau lên đến 23°C.

- Cường độ chịu nén của mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng bảo dưỡng bằng bao bố tưới nước cao hơn phương pháp sử dụng nhũ tương 34,7%, phương pháp sử dụng vải địa tưới nước cao hơn sử dụng nhũ tương 27,4%. Cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng khi bảo dưỡng bằng bao bố tưới nước cao hơn khi sử dụng nhũ tương 36%, khi sử dụng vải địa tưới nước cao hơn sử dụng nhũ tương 22%.

Thông qua kết quả thí nghiệm các thác giả ở [21] đã cho thấy, cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 14 ngày tuổi của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng tăng tỉ lệ thuận với hàm lượng hạt trên sàng 19 mm trong hỗn hợp. Các tác giả trong nghiên cứu [22] đã đề xuất một số giải pháp giảm thiểu nứt phản ánh đối với mặt đường bê tông nhựa được đặt trên lớp móng vật liệu hạt gia cố xi măng. Nghiên cứu [23] chỉ ra rằng, tro bay giúp cải thiện tính thi công của cấp phối đá dăm gia cố xi măng, làm tăng cường độ và độ linh động của hỗn hợp, giảm phân tầng cốt liệu và công đầm nén khi thi công, đẩy nhanh quá trình hình thành cường độ của lớp móng.

Phụ thuộc vào cấp hạng kỹ thuật của đường và vị trí được sử dụng trong kết cấu áo đường mà hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng phải đảm bảo các yêu cầu về cường độ ở 14 ngày tuổi được quy định tại bảng 3 TCVN 8858:2011 [1].

Theo TCVN 8858-2011 [1], hỗn hợp cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên dùng để gia cố xi măng phải có hàm lượng hạt thoi dẹt không quá 18%. Tuy nhiên, hiện chưa có các nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng. Với mục tiêu làm rõ cơ sở khoa học và đưa ra khuyến nghị về hàm lượng hạt thoi dẹt cho phép trong hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng, tác giả đã quyết định thực hiện đề tài nghiên cứu này.

Kết luận chương 1

Trong chương 1 này, tác giả đã:

- Tổng quan về hiện trạng và nhu cầu sử dụng vật liệu đá dăm sử dụng trong xây dựng đường ô tô ở khu vực Đông Nam Bộ nói chung và tỉnh Đồng Nai nói riêng.
- Trình bày tổng quan về các loại vật liệu phổ biến được sử dụng làm các lớp móng đường ở Việt Nam.

- Tổng quan tình hình nghiên cứu về hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng, qua đó làm rõ tính cấp thiết của đề tài.

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP PHỐI ĐÁ DẼM GIA CỐ XI MĂNG

Luận văn này được lên kế hoạch và thực hiện trước thời điểm TCVN 8858-2023 [11] được ban hành, do đó các nghiên cứu trong luận văn được thực hiện đảm bảo theo các khuyến cáo và yêu cầu của TCVN 8858-2011 [1].

Nghiên cứu này được thực hiện với hỗn hợp cấp phối đá dăm có cỡ hạt lớn nhất danh định 37,5mm (CPĐĐ 37,5). Vật liệu đá dăm được lấy tại mỏ đá Tân Cang, tỉnh Đồng Nai. Công tác lấy mẫu đá thí nghiệm được thực hiện theo các yêu cầu trong tiêu chuẩn TCVN 7572-1:2006 [13] (hình 2-1).



Hình 2-1: Hình ảnh đi lấy mẫu và tập kết cấp phối về phòng thí nghiệm

Loại xi măng được sử dụng là xi măng poóc lăng hỗn hợp Vicem Hà Tiên PCB30, thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 6260:2020 [20]. Nước sử dụng để trộn cấp phối đá dăm gia cố xi măng thỏa mãn các yêu cầu được quy định trong TCVN 4506:2012 [17].

Trong nghiên cứu này, tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dệt đến cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng. Năm hàm lượng hạt thoi dệt được tác giả sử dụng trong nghiên cứu này là 14% (CP1), 16% (CP2), 18% (CP3), 20% (CP4) và 22% (CP5) theo khối lượng hỗn hợp cấp phối đá dăm.

2.1. Thí nghiệm xác định một số chỉ tiêu cơ lý của cấp phối đá dăm

2.1.1. Xác định thành phần hạt

Xác định thành phần hạt là phân chia đất, đá thành từng nhóm các cỡ hạt gần nhau về độ lớn và xác định hàm lượng phần trăm của chúng.

2.1.1.1. Tiêu chuẩn đánh giá

TCVN 8858 : 2011: Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô – thi công và nghiệm thu [1].

Tiêu chuẩn TCVN 7572-2 : 2006: Quy định phương pháp sàng để xác định thành phần hạt của cốt liệu lớn [14].

2.1.1.2. Thiết bị thí nghiệm

Bộ rây: Dụng cụ thí nghiệm xác định thành phần hạt sử dụng trong nghiên cứu này là bộ rây. Theo quy ước, rây được xác định bằng số rây tương ứng với số lỗ vuông trên một inch vuông (Bảng 2-1).

Bảng 2-1: Số hiệu rây và kích thước

Số hiệu rây	Kích thước (mm)
1 1/2 inch	37,5
1 inch	25,4
3/4 "	19,0
1/2"	12,50
3/8"	9,51
N ⁰ 4	4,76
N ⁰ 10	2,00
N ⁰ 40	0,420
N ⁰ 100	0,149
N ⁰ 200	0,075



Hình 2-2: Bộ sàng thí nghiệm

Cân kỹ thuật (hình 2-3)



Hình 2-3: Cân kỹ thuật

Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt (hình 2-4).



Hình 2-4: Tủ sấy có điều chỉnh nhiệt độ

Máy lọc sàng.

2.1.1.3. Trình tự thí nghiệm

Trình tự thực hiện được tiến hành như sau:

- Lấy mẫu thí nghiệm đại diện cho sản phẩm cần kiểm tra;
- Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi;
- Khối lượng mẫu thử được quy định là 1000g, (G);
- Sàng cốt liệu qua bộ sàng theo thứ tự và kích thước lỗ giảm dần từ trên xuống;
- Xác định khối lượng cốt liệu trên sàng cộng dồn; (Gi).

Hàm lượng trên sàng được xác định theo công thức:

$$A_i = \frac{G_i}{G} \times 100\% \quad (2-1)$$

Trong đó:

G- khối lượng mẫu thí nghiệm (g)

A_i- Hàm lượng tích lũy trên sàng (%)

- Tính hàm lượng lọt qua sàng thứ i: $B_i = 100\% - A_i$

Kết quả tính được biểu diễn theo biểu đồ bán logarit với trục tung là hàm lượng tích lũy hạt nhỏ hơn và trục hoành là kích thước hạt.

2.1.1.4. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cấp phối đá dăm

Kết quả thí nghiệm xác định thành phần hạt của mẫu cấp phối đá dăm dùng trong nghiên cứu được thể hiện tại bảng 2-2.

Bảng 2-2: Thành phần hạt của cấp phối đá dăm

Cỡ sàng, mm	Tỷ lệ trên sàng tích lũy, %	Tỷ lệ lọt sàng, %	Yêu cầu theo TCVN 8858:2011	
			Max	Min
50	0	100	100	100
37,5	0	100	100	95
19	27,4	72,6	78	58
9,5	52,2	47,8	59	39
4,75	71,3	28,7	39	24
2,36	82,45	17,55	30	15
0,425	89,54	10,46	19	7

Cỡ sàng, mm	Tỷ lệ trên sàng tích lũy, %	Tỷ lệ lọt sàng, %	Yêu cầu theo TCVN 8858:2011	
			Max	Min
0,075	96,61	3,39	12	2

Kết quả thí nghiệm ở bảng 2-2 cho thấy, mẫu cấp phối đá dăm dùng trong nghiên cứu này có thành phần hạt đạt yêu cầu để gia cố xi măng theo TCVN 8858:2011 [1].

2.1.2. Thí nghiệm xác định hàm lượng hạt thoi dẹt của cấp phối đá dăm

Thí nghiệm được thực hiện theo TCVN 7572-13 : 2006 [3]. Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm bao gồm:

- Cân có độ chính xác tới 1 %;
- Thước kẹp cải tiến;
- Bộ sàng theo TCVN 7572-2 : 2006 [14];
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đạt nhiệt độ sấy ổn định từ 105÷110°C.

Từ mẫu cấp phối đá dăm ban đầu, tiến hành sàng để phân tách hỗn hợp thành các nhóm hạt có kích cỡ 0x5 mm, 5x10 mm, 10x20 mm và 20x40 mm. Sau đó, học viên tiến hành xác định hàm lượng hạt thoi dẹt của từng nhóm hạt ở trên và của toàn bộ cấp phối đá dăm theo TCVN 7572-13 : 2006 [3] (hình 2-4). Kết quả thí nghiệm và tính toán được thể hiện trong bảng 2-3.



Hình 2-5: Thí nghiệm xác định hàm lượng hạt thoi dẹt

Bảng 2-3: Kết quả xác định hàm lượng hạt thoi dẹt của mẫu CPĐĐ

Nhóm hạt	Tỷ lệ theo khối lượng, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt theo nhóm hạt, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt của CPĐĐ, %
0x5 mm	29,73	-	12,50
5x10 mm	19,37	32,60	
10x20 mm	24,90	14,19	
20x40 mm	26,00	10,18	

Kết quả thí nghiệm ở bảng 2-4 cho thấy, mẫu cấp phối đá dăm dùng trong nghiên cứu này có hàm lượng hạt thoi dẹt 12,5%.

Để có được các mẫu cấp phối đá dăm với các hàm lượng hạt thoi dẹt 14% (CP1), 16% (CP2), 18% (CP3), 20% (CP4) và 22% (CP5), tác giả đã tiến hành thay đổi hàm lượng hạt thoi dẹt của các nhóm hạt kích cỡ 5x10 mm, 10x20 mm và 20x40 mm, sau đó phối trộn lại các hỗn hợp cấp phối theo thành phần hạt của mẫu ban đầu.

Kết quả phối trộn để được các mẫu cấp phối đá dăm với hàm lượng hạt thoi dẹt mong muốn được tổng hợp trong bảng 2-4.

Bảng 2-4: Tỷ lệ phối trộn các nhóm hạt

TT	Đá	Tỷ lệ phối trộn theo khối lượng hỗn hợp, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt theo nhóm hạt đem phối trộn các mẫu cấp phối, %				
			CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
1	0x5 mm	29,73	-	-	-	-	-
2	5x10 mm	19,37	35,50	40,5	45,0	55,8	56,0
3	10x20mm	24,90	14,00	16,0	18,2	18,0	22,0
4	20x40 mm	26,00	14,00	16,0	18,2	18,0	22,0

Chi tiết tính toán và phối trộn cấp phối đá dăm để có các hàm lượng hạt thoi dẹt mong muốn được thể hiện trong các bảng 2-5 đến bảng 2-9.

Bảng 2-5: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 14%

Cỡ sàng (mm)	% KL hạt tích lũy trên sàng	% KL trên từng sàng	% KL hạt lọt sàng tích lũy	% hạt thoi dẹt mong muốn: 14%			
				KL tích lũy	KL cho từng mắc sàng	KL hạt ko dẹt	KL hạt dẹt
50	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
19	27,39	27,39	72,6	11,0	11,0	9,5	1,5
9,5	52,20	24,82	47,8	20,9	9,9	8,5	1,4
4,75	71,27	19,06	28,7	28,5	7,6	4,9	2,7
2,36	82,45	11,18	17,55	33,0	4,5	4,5	0,0
0,425	89,54	7,08	10,46	35,8	2,8	2,8	0,0
0,075	96,61	7,08	3,39	38,6	2,8	2,8	0,0
<0.075	99,96	3,35	0,04	40,0	1,3	1,3	0,0
Tổng cộng		99,96			40,0	34	6
KL mẫu đúc cho 1 khuôn (g)						40,0	

Bảng 2-6: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 16%

Cỡ sàng (mm)	% KL hạt tích lũy trên sàng	% KL trên từng sàng	% KL hạt lọt sàng tích lũy	% hạt thoi dẹt mong muốn: 16%			
				KL tích lũy	KL cho từng mắc sàng	KL hạt ko dẹt	KL hạt dẹt
50	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
19	27,39	27,39	72,6	11,0	11,0	9,2	1,8
9,5	52,20	24,82	47,8	20,9	9,9	8,3	1,6
4,75	71,27	19,06	28,7	28,5	7,6	4,5	3,1
2,36	82,45	11,18	17,55	33,0	4,5	4,5	0,0
0,425	89,54	7,08	10,46	35,8	2,8	2,8	0,0
0,075	96,61	7,08	3,39	38,6	2,8	2,8	0,0
<0.075	99,96	3,35	0,04	40,0	1,3	1,3	0,0
Tổng cộng		99,96			40,0	33	7
KL mẫu đúc cho 1 khuôn (g)						40,0	

Bảng 2-7: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 18%

Cỡ sàng (mm)	% KL hạt tích lũy trên sàng	% KL trên từng sàng	% KL hạt lọt sàng tích lũy	% hạt thoi dẹt mong muốn: 18%			
				KL tích lũy	KL cho từng mắc sàng	KL hạt ko dẹt	KL hạt dẹt
50	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
19	27,39	27,39	72,6	11,0	11,0	9,0	2,0
9,5	52,20	24,82	47,8	20,9	9,9	8,1	1,8
4,75	71,27	19,06	28,7	28,5	7,6	4,2	3,4
2,36	82,45	11,18	17,55	33,0	4,5	4,5	0,0
0,425	89,54	7,08	10,46	35,8	2,8	2,8	0,0
0,075	96,61	7,08	3,39	38,6	2,8	2,8	0,0
<0.075	99,96	3,35	0,04	40,0	1,3	1,3	0,0
Tổng cộng		99,96			40,0	33	7
KL mẫu đúc cho 1 khuôn (g)						40,0	

Bảng 2-8: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 20%

Cỡ sàng (mm)	% KL hạt tích lũy trên sàng	% KL trên từng sàng	% KL hạt lọt sàng tích lũy	% hạt thoi dẹt mong muốn: 20%			
				KL tích lũy	KL cho từng mắc sàng	KL hạt ko dẹt	KL hạt dẹt
50	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
19	27,39	27,39	72,6	11,0	11,0	9,0	2,0
9,5	52,20	24,82	47,8	20,9	9,9	8,1	1,8
4,75	71,27	19,06	28,7	28,5	7,6	3,3	4,3
2,36	82,45	11,18	17,55	33,0	4,5	4,5	0,0
0,425	89,54	7,08	10,46	35,8	2,8	2,8	0,0
0,075	96,61	7,08	3,39	38,6	2,8	2,8	0,0
<0.075	99,96	3,35	0,04	40,0	1,3	1,3	0,0
Tổng cộng		99,96			40,0	32	8
KL mẫu đúc cho 1 khuôn (g)						40,0	

Bảng 2-9: Phối trộn chi tiết cấp phối có hàm lượng hạt thoai dẹt 22%

Cỡ sàng (mm)	% KL hạt tích lũy trên sàng	% KL trên từng sàng	% KL hạt lọt sàng tích lũy	% hạt thoai dẹt mong muốn: 22%			
				KL tích lũy	KL cho từng mức sàng	KL hạt ko dẹt	KL hạt dẹt
50	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5	0,00	0,00	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
19	27,39	27,39	72,6	11,0	11,0	8,6	2,4
9,5	52,20	24,82	47,8	20,9	9,9	7,7	2,2
4,75	71,27	19,06	28,7	28,5	7,6	3,3	4,3
2,36	82,45	11,18	17,55	33,0	4,5	4,5	0,0
0,425	89,54	7,08	10,46	35,8	2,8	2,8	0,0
0,075	96,61	7,08	3,39	38,6	2,8	2,8	0,0
<0.075	99,96	3,35	0,04	40,0	1,3	1,3	0,0
Tổng cộng		99,96			40,0	31	9
KL mẫu đúc cho 1 khuôn (g)						40,0	

2.1.3. Thí nghiệm xác định độ hao mòn Los Angeles

Theo TCVN 7572-12 : 2006 [15], độ hao mòn Los Angeles là tỷ lệ phần trăm khối lượng của đá dăm bị mất đi khi bị va đập và mài mòn trong thùng quay có chứa mẫu cốt liệu và các viên bi thép. Thí nghiệm xác định độ hao mòn Los Angeles của cốt liệu được thực hiện theo TCVN 7572-12 : 2006 [15].

Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm bao gồm:

- Máy Los Angeles, được đặt trên trục nằm ngang;
- Các viên bi thép, mỗi viên có khối lượng từ 390÷445 g;
- Cân có độ chính xác tới 1 %;
- Bộ sàng;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ sấy ổn định từ 105÷110°C.

Khối lượng mẫu cốt liệu và số viên bi thép dùng khi thí nghiệm được quy định trong bảng 2-10.

Bảng 2-10: Quy định về khối lượng mẫu và số lượng viên bi thép khi thí nghiệm độ hao mòn Los Angeles theo TCVN 7572-12 : 2006 [15]

Kích thước sàng (mm)	37,5 ÷ 25,0	25,0 ÷ 19,0	19,0 ÷ 12,5	12,5 ÷ 9,5	9,5 ÷ 6,3	6,3 ÷ 4,75	4,75 ÷ 2,36
Loại cấp phối	A				C		D
Số viên bi	12				8		6
KL mẫu yêu cầu (g)	1250 ± 25	1250 ± 25	1250 ± 10	1250 ± 10	2500 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10
KL mẫu thí nghiệm (g)	5000 ± 10				5000 ± 10		5000 ± 10
Loại cấp phối			B				
11							
KL mẫu yêu cầu (g)			2500 ± 10	2500 ± 10			
KL mẫu thí nghiệm (g)			5000 ± 10				

Thí nghiệm được tiến hành theo trình tự như sau:

- Cho cốt liệu và các viên bi thép vào thùng quay Los Angeles. Số lượng viên bi thép được quy định như trong bảng 2-10 tương ứng với loại cấp phối;
- Cho máy quay với tốc độ 30÷33 vòng/phút, số lượng vòng quay là 500 vòng;
- Lấy vật liệu ra khỏi thùng quay, sàng qua sàng lớn hơn 1,7 mm để loại bớt hạt to, các hạt lọt sàng tiếp tục sàng trên sàng 1,7 mm. Đem rửa sạch, sấy khô và cân toàn bộ các hạt trên sàng 1,7 mm. Phần lọt sàng 1,7 mm được coi là phần hao hụt khối lượng của mẫu sau khi thí nghiệm;

Độ hao mòn Los Angeles là hao hụt khối lượng của mẫu trước và sau khi va đập trong thùng quay, tính bằng phần trăm khối lượng. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2-11.

Bảng 2-11: Kết quả thí nghiệm độ hao mòn Los Angeles của cấp phối đá dăm

Số lần thử	1	2	3	Average Value (%)
Số vòng quay	500	500	500	19,74
Cấp phối loại	A	Số bi thép	12	
Tổng KL mẫu TN (g)	5001	5007	5005	
KL mẫu trên sàng 1.7 mm	4015	4011	4023	
% khối lượng tồn thất	19,72	19,89	19,62	

Mẫu cấp phối đá dăm có độ hao mòn Los Angeles thỏa mãn yêu cầu để làm gia cố xi măng làm các lớp móng đường theo TCVN 8858:2011 [1].

2.2. Thí nghiệm xác định độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của hỗn hợp với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.

Theo khuyến nghị của TCVN 8858:2011 [1], hàm lượng xi măng giá cố được sử dụng nằm trong khoảng $3 \div 6\%$ theo khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô. Do hạn chế về mặt kinh phí nên trong đề tài này tác giả sử dụng hàm lượng xi măng 5% để gia cố các hỗn hợp cấp phối đá dăm với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.

Độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau được xác định thông qua thí nghiệm đầm nén Proctor II-D. Thí nghiệm được tiến hành theo TCVN 12790:2020 [18].

Các thông số thí nghiệm đầm nén Proctor II-D được thể hiện trong bảng 2-12.

Bảng 2-12: Các thông số thí nghiệm đầm nén theo phương pháp II-D

TT	Thông số kỹ thuật	Phương pháp đầm nén
		Đầm nén cải tiến (Phương pháp IID)
		- Chày đầm: 4,54 kg - Chiều cao rơi: 457 mm
		Cối lớn
1	Ký hiệu phương pháp	II-D
2	Đường kính trong của cối đầm, mm	1152,4
3	Chiều cao cối đầm, mm	116,43
4	Cỡ hạt lớn nhất khi đầm, mm	19
5	Số lớp đầm	5
6	Số chày đầm/lớp	56
7	Khối lượng mẫu xác định độ ẩm	500

2.2.1. Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

Cối đầm có đường kính trong 152,4 mm, được chế tạo bằng kim loại, hình trụ rỗng, có có đường kính trong $152,40 \pm 0,66$ mm; chiều cao là $116,43 \pm 0,13$ mm (thể tích là 2124 ± 21 cm³). Trên cối có lắp một đai cối cao khoảng 60 mm để việc đầm lớp cuối được dễ dàng hơn. Đai cối bằng kim loại hình trụ rỗng, có đường kính trong bằng đường kính trong của cối. Cối cùng với đai có thể lắp chặt khít vào với đế cối. Đế cối được chế tạo bằng kim loại và có bề mặt phẳng.

Chày đầm có khối lượng $4,536 \pm 0,009$ kg; chiều cao rơi 457 ± 2 mm;

Cân: một chiếc cân có khả năng cân được đến 15kg với độ chính xác ± 1 g (để xác định khối lượng thể tích ướt của mẫu). Một chiếc khác có khả năng cân được đến 800g với độ chính xác $\pm 0,01$ g để xác định độ ẩm mẫu.

Tủ sấy: loại có bộ phận cảm biến nhiệt để có thể tự động duy trì nhiệt độ trong tủ ở mức $110 \pm 5^\circ\text{C}$ dùng để sấy khô mẫu, xác định độ ẩm.

Sàng: Sử dụng bộ sàng có mắt sàng từ 19,0 mm trở xuống.



Hình 2-6: Cối và chày đầm

Thanh thép gạt cạnh thẳng để hoàn thiện bề mặt mẫu: thanh thép có bề mặt phẳng, chiều dài khoảng 250 mm, có một cạnh được mài vát. Thanh thép phải đủ cứng để đảm bảo bề mặt mẫu phẳng sau khi hoàn thiện mặt mẫu.

Dụng cụ trộn mẫu: gồm một số dụng cụ như chảo, bay, dao,... dùng để trộn đều mẫu với các hàm lượng nước khác nhau.

Dụng cụ làm tori mẫu: vò gỗ, chày cao su.

Hộp giữ ẩm bằng kim loại không gỉ, có dung tích đủ chứa khối lượng mẫu quy định, không thay đổi khối lượng và biến đổi tính chất khi chịu tác động của nhiệt sau nhiều chu kỳ. Hộp có nắp kín để hơi nước không bị thoát ra khi bảo quản mẫu và không làm mẫu bị hút ẩm sau khi mẫu đã được sấy khô.

2.2.2. Trình tự thí nghiệm

- Cấp phối đá dăm được hong khô đến khi có thể làm tori vật liệu, sàng loại bỏ hạt quá cỡ, chia đều thành các mẫu (hình 2-7).



Hình 2-7: Sấy cốt liệu

- Tính lượng nước thích hợp cho mỗi mẫu để độ ẩm các mẫu tăng dần.
- Trộn hỗn hợp cấp phối đá dăm với 5% xi măng. Trộn khô trước, sau đó trộn ướt hỗn hợp (hình 2-8).



Hình 2-8: Trộn cấp phối

- Cho hỗn hợp sau khi trộn vào cối và đầm. Chia thành 5 lớp đầm với chiều dày mỗi lớp bằng nhau và số chày đầm là 56 chày/lớp (hình 2-9).
- Xác định giá trị độ ẩm, khối lượng thể tích ướt, khối lượng thể tích khô của từng mẫu đầm.
- Thiết lập biểu đồ quan hệ độ ẩm-khối lượng thể tích khô trên cơ sở số liệu thí nghiệm của các mẫu.
- Xác định giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất trên cơ sở biểu đồ quan hệ độ ẩm-khối lượng thể tích khô.
- Tiến hành hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm do vật liệu đầm có hạt quá cỡ.



Hình 2-9: Đầm mẫu thí nghiệm

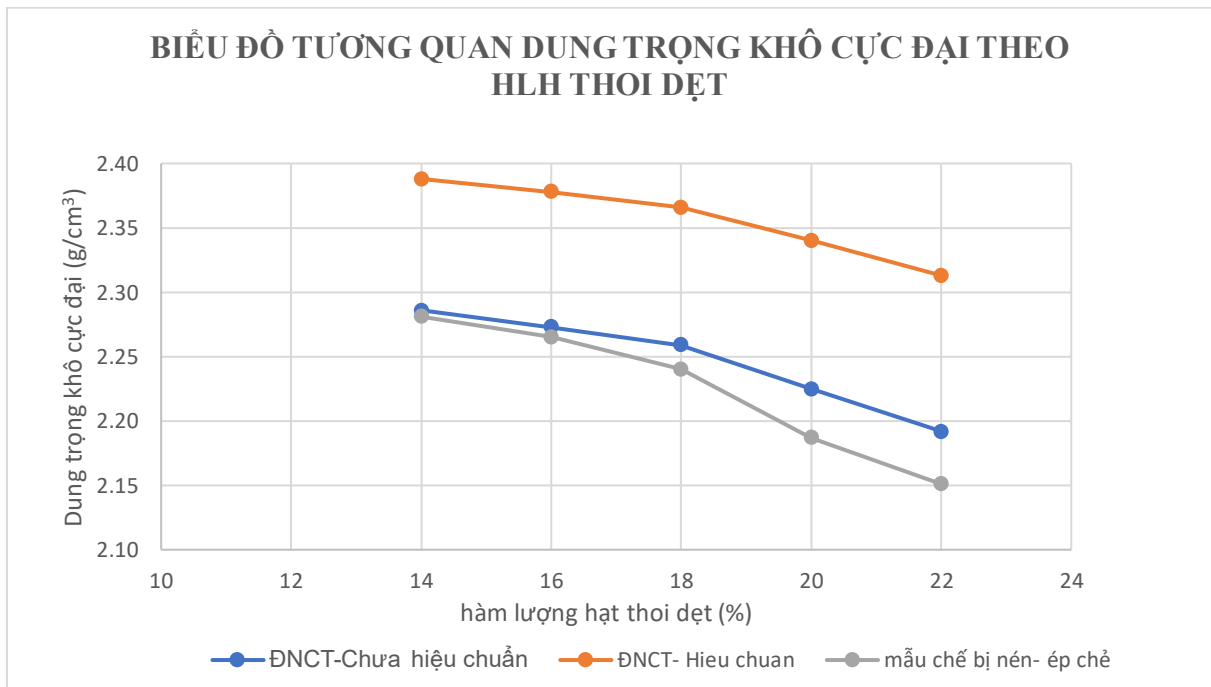


Hình 2-10: Mẫu thí nghiệm sau khi đầm

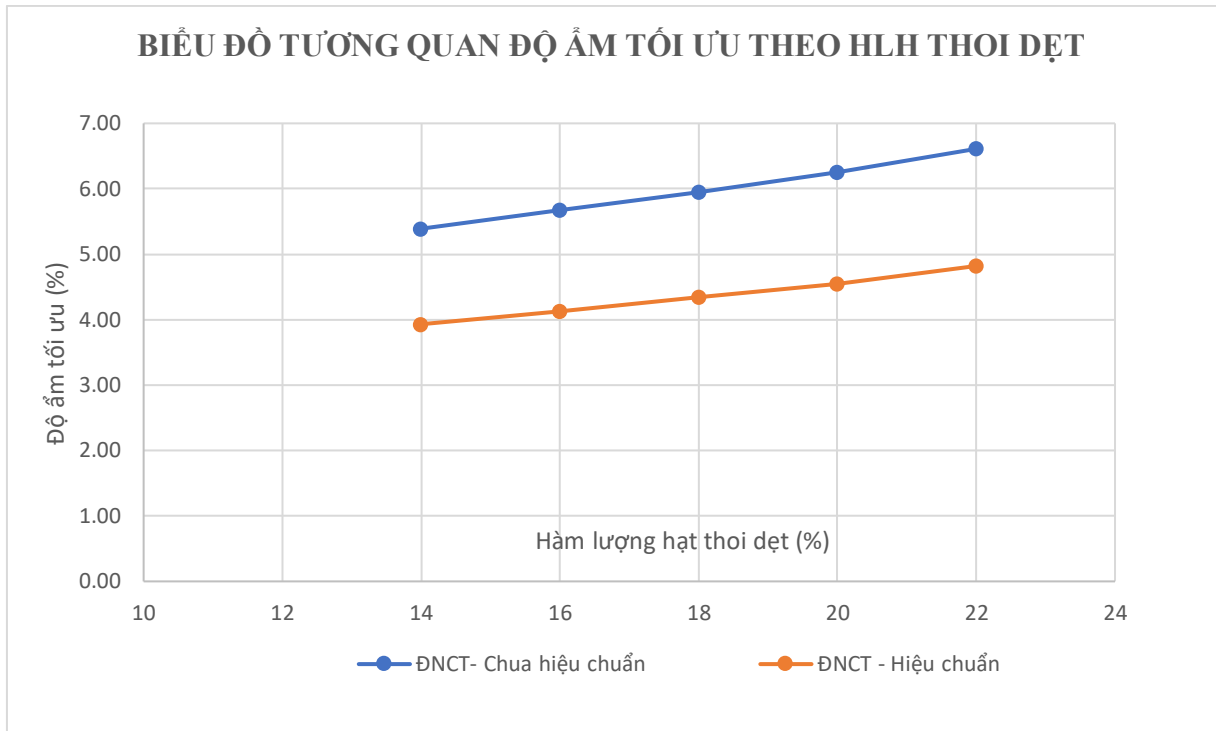
Tổng hợp kết quả thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2-13 và các hình 2-11, hình 2-12.

Bảng 2-13: Kết quả thí nghiệm xác định độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của các mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%

Stt	Hàm lượng xi măng (%)	Hàm lượng hạt thoi dẹt (%)	KQTN chưa hiệu chỉnh hạt quá cỡ 19 mm		KQTN đã hiệu chỉnh hạt quá cỡ 19 mm	
			Dung trọng khô cực đại (g/cm ³)	Độ ẩm tối ưu (%)	Dung trọng khô cực đại (g/cm ³)	Độ ẩm tối ưu (%)
1	5	12,5	2,291	5,22	2,392	3,80
2		14	2,286	5,39	2,388	3,93
3		16	2,273	5,67	2,378	4,13
4		18	2,259	5,95	2,366	4,34
5		20	2,225	6,25	2,340	4,55
6		22	2,192	6,61	2,313	4,82



Hình 2-11: Mối quan hệ giữa dung trọng khô cực đại và hàm lượng hạt thoi dẹt



Hình 2-12: Mối quan hệ giữa độ ẩm tốt nhất và hàm lượng hạt thoi dệt

Các kết quả thí nghiệm ở trên cho thấy, khi hàm lượng hạt thoi dệt trong hỗn hợp tăng thì khối lượng thể tích khô lớn nhất của cấp phối đá dăm gia cố xi măng giảm, còn độ ẩm tốt nhất của hỗn hợp tăng. Điều này có thể được giải thích là do hàm lượng hạt thoi dệt tăng đã làm ảnh hưởng đến sự sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu, dẫn đến thể tích các lỗ rỗng trong hỗn hợp tăng lên và sức cản đàn nén cũng lớn hơn.

2.3. Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng với các hàm lượng hạt thoi dệt khác nhau.

Sau khi xác định được độ ẩm tối ưu, tác giả đã tiến hành trộn các hỗn hợp cấp phối đá dăm với các hàm lượng hạt thoi dệt khác nhau gia cố xi măng 5% ở các độ ẩm tối ưu đã xác định ở trên. Từ các hỗn hợp đã được trộn, tác giả tiến hành đúc các tổ hợp mẫu để thí nghiệm xác định cường độ chịu nén ($R_{nén}$) và cường độ chịu kéo khi ép chẻ (R_{kc}) của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dệt khác nhau. Công tác chế tạo và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm được thực hiện theo các yêu cầu được quy định trong TCVN 8858-2011 [1], TCVN 12790:2020 [18] và TCVN 8862:2011 [19]. Mẫu thí nghiệm được chế tạo sau khi trộn hỗn hợp cấp phối đá dăm với xi măng và để 2 giờ ở độ ẩm tốt nhất với dung trọng khô lớn nhất như đã xác định ở trên.

Mẫu thí nghiệm là các mẫu hình trụ có đường kính 152 mm và chiều cao 117 mm (hình 2-13). Số lượng mẫu thí nghiệm là 90 mẫu được tổng hợp trong bảng 2-14.

Bảng 2-14: Tổng hợp số lượng mẫu thí nghiệm theo các ngày tuổi

Cấp phối	7 ngày tuổi		14 ngày tuổi		28 ngày tuổi	
	Mẫu nén	Mẫu ép chẻ	Mẫu nén	Mẫu ép chẻ	Mẫu nén	Mẫu ép chẻ
CP1	3	3	3	3	3	3
CP2	3	3	3	3	3	3
CP3	3	3	3	3	3	3
CP4	3	3	3	3	3	3
CP5	3	3	3	3	3	3
Tổng cộng	15	15	15	15	15	15



Hình 2-13: Mẫu sau khi đầm để thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng

Mẫu sau khi chế tạo được bảo dưỡng theo các yêu cầu được quy định trong TCVN 8858-2011 [1], TCVN 12790:2020 [18] và TCVN 8862:2011 [19].



Hình 2-14: Ngâm mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong nước

Thí nghiệm được thực hiện sau khi mẫu được bảo dưỡng 7, 14 và 28 ngày. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén được thực hiện theo TCVN 8858:2011 [1]. Sau khi mẫu được làm bằng bề mặt, đặt mẫu lên trên máy nén. Bật máy nén, cho máy chạy đến khi mặt trên của mẫu tiếp xúc với tấm cảm biến. Sau đó bấm đồng hồ bắt đầu và ghi lại giá trị lực ban đầu. Tiến hành nén mẫu với tốc độ gia tải là 6 ± 1 kPa/s. Tiếp tục gia tải cho đến khi mẫu bị phá hoại và số đọc trên đồng hồ dừng lại. Ghi giá trị lực trên đồng hồ rồi hạ bàn nén và lấy mẫu xuống. Sau đó tắt máy.

Giá trị cường độ chịu nén $R_{\text{nén}}$ là giá trị trung bình của ba trị số cường độ chịu nén của ba viên mẫu đã tính ra, nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của hai viên mẫu không lệch nhau quá 15% so với giá trị của viên mẫu còn lại. Nếu một trong hai giá trị đó lệch quá 15 % so với giá trị của viên mẫu còn lại thì loại bỏ cả hai giá trị lớn nhất và nhỏ nhất; khi đó giá trị cường độ chịu nén R_n được tính theo giá trị cường độ chịu nén của viên còn lại.

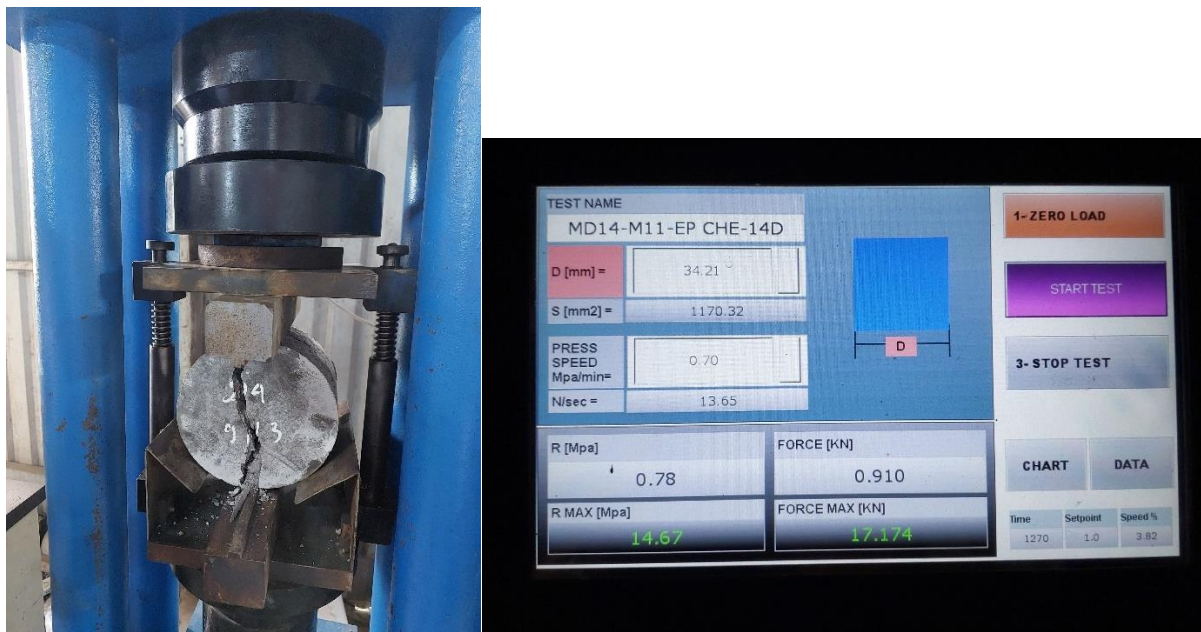


Hình 2-15: Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoai dẹt khác nhau ở 7, 14 và 28 ngày tuổi được tổng hợp và phân tích trong chương 3.

Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chế theo TCVN 8862-2011 [19]. Thí nghiệm được thực hiện sau khi mẫu được bảo dưỡng 7, 14 và 28 ngày. Tiến hành thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chế của cấp phối đá dăm gia cố xi măng theo hướng dẫn của [19]. Mẫu thử hình trụ sau khi bảo dưỡng được lấy đặt lên tấm đệm gỗ truyền tải đã đặt ở bàn nén dưới của máy nén. Tương tự đặt tấm đệm truyền tải thứ hai lên trên mẫu dọc theo đường sinh. Đường sinh của mẫu trụ phải trùng với trục dọc của tấm đệm truyền tải. Ép chế mẫu bằng cách tăng lực liên tục và đều cho đến khi mẫu bị phá hoại. Tốc độ biến dạng khi ép chế mẫu vật liệu bằng 50 ± 5 mm/min. Ghi lại tải trọng tối đa phá hủy mẫu cho từng mẫu.

Giá trị cường độ ép chế của vật liệu là giá trị cường độ trung bình của ba viên trong tổ mẫu nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất không lệch nhau quá 15% so với giá trị của viên trung bình. Nếu một trong hai giá trị trên lệch nhau quá 15% so với giá trị viên trung bình thì loại bỏ cả hai giá trị lớn nhất và nhỏ nhất. khi đó cường độ kéo khi ép chế được tính theo giá trị của viên trung bình còn lại.



Hình 2-16: Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chế

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau ở 7, 14 và 28 ngày tuổi được tổng hợp và phân tích trong chương 3.

Kết luận chương 2

Trong chương 2, học viên đã:

- Tiến hành thí nghiệm xác định thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp cấp phối đá dăm dùng trong nghiên cứu;
- Phối trộn hỗn hợp cấp phối đá dăm để có các hàm lượng hạt thoi dẹt theo mong muốn là 14%, 16%, 18%, 20% và 22%;
- Lựa chọn hàm lượng xi măng gia cố là 5%. Trên cơ sở đó tiến hành thí nghiệm đầm nén Proctor II-D theo TCVN 12790-2020 để xác định dung trọng khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau;
- Đúc các tổ mẫu và tiến hành thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.

CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG HẠT THOI DỆT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA CẤP PHỐI ĐÁ DẪM GIA CỐ XI MĂNG

3.1. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén

Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dệt khác nhau ở 7, 14 và 28 ngày tuổi được tổng hợp trong bảng 3-1, hình 3-1 và hình 3-2.

Bảng 3-1: Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%

Mẫu cấp phối	Cường độ chịu nén ở các ngày tuổi khác nhau, MPa		
	7 ngày	14 ngày	28 ngày
CP1	9,43	12,00	14,05
CP2	8,42	11,27	12,66
CP3	7,18	10,22	11,86
CP4	6,00	9,33	10,60
CP5	5,61	7,61	9,30

Kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Cường độ chịu nén của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm khi hàm lượng hạt thoi dệt trong hỗn hợp tăng trong phạm vi 14÷22%. Sở dĩ như vậy là do các hạt thoi dệt dễ gãy vỡ, có khả năng chịu lực kém. Mặt khác, hàm lượng hạt thoi dệt tăng lên đã ảnh hưởng không tốt đến khả năng sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu làm cho bộ khung chịu lực của cốt liệu kém ổn định;

- Khi hàm lượng hạt thoi dệt trong hỗn hợp tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu nén ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 40,49%, 36,54% và 33,83%;

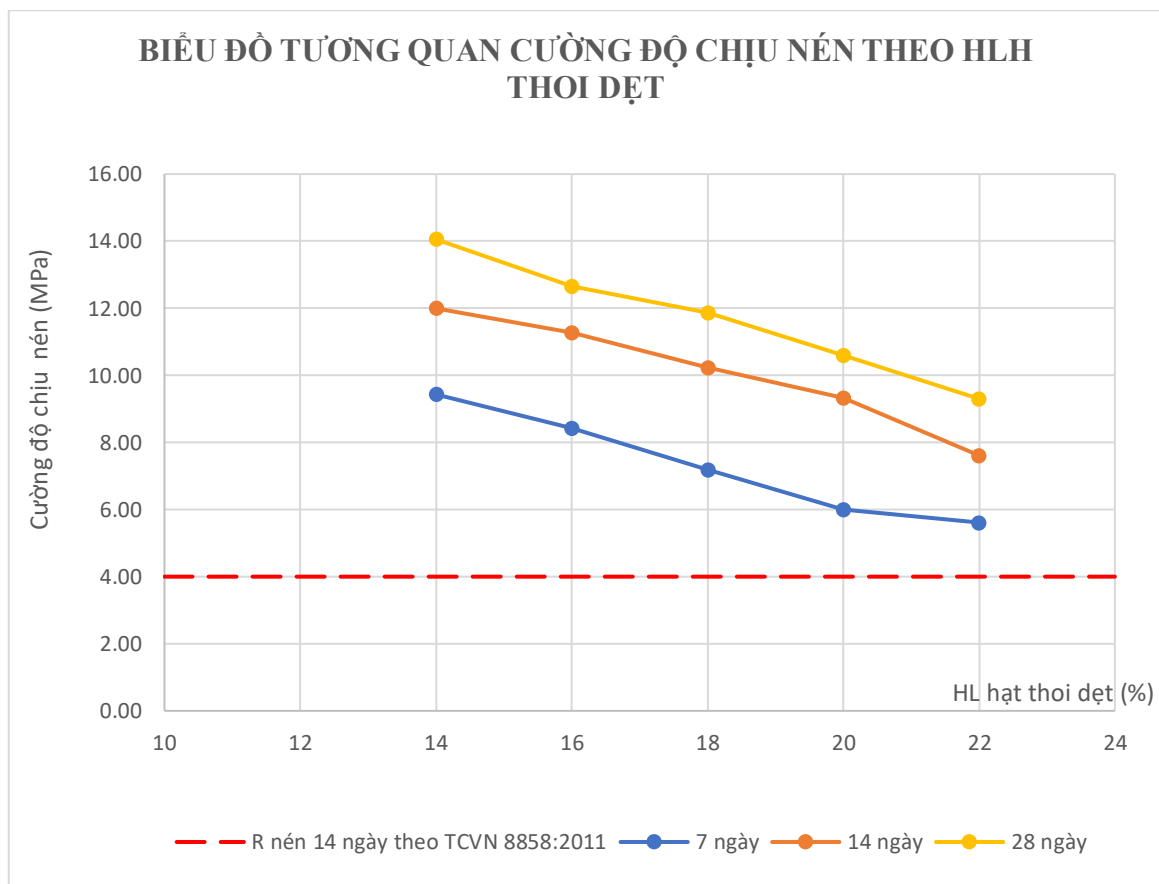
- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% có hàm lượng hạt thoi dệt 20% và 22% là 9,33 MPa và 7,61 MPa, giảm lần lượt 8,74% và

25,52% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]);

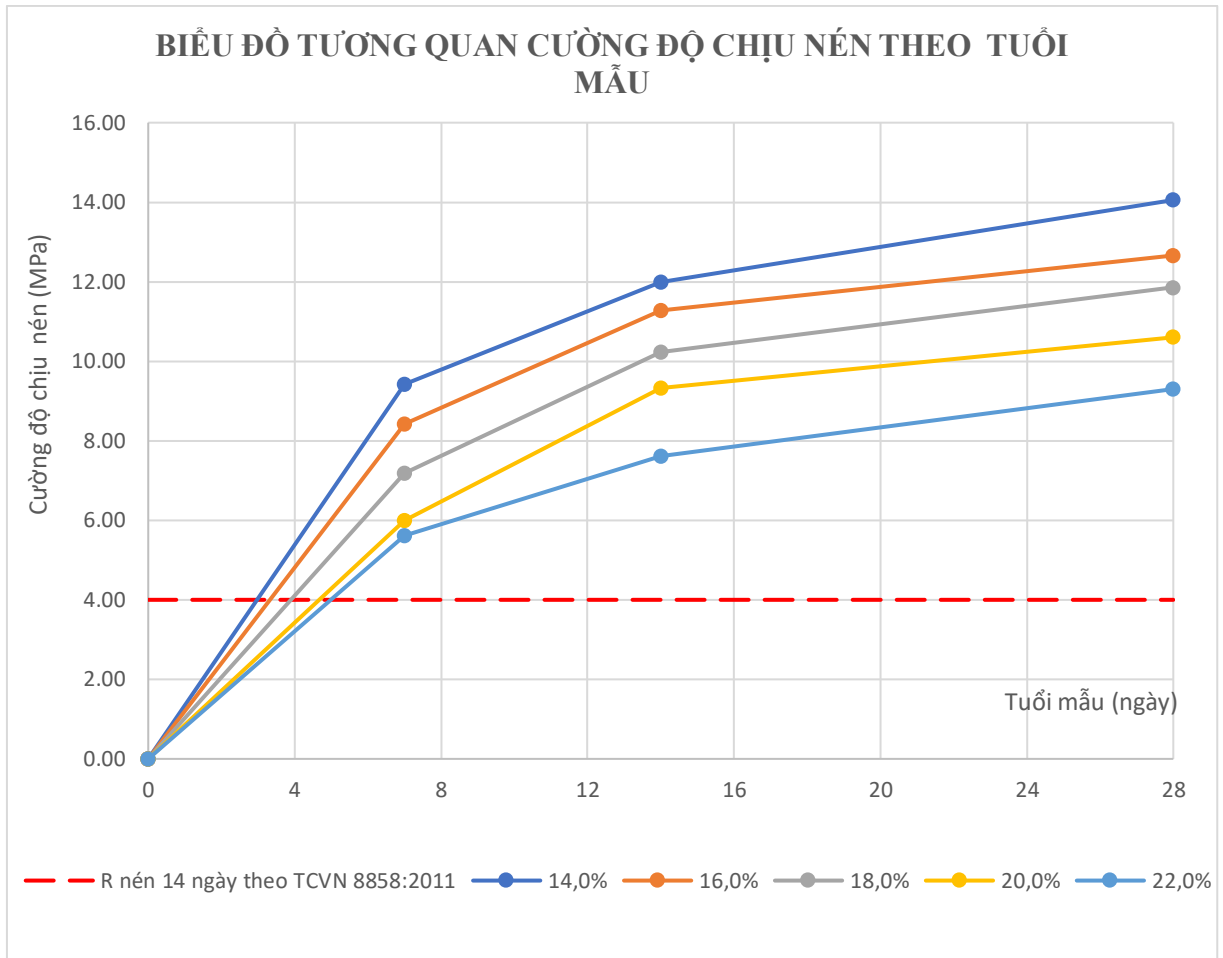
- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 14% có cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi là 9,43 MPa, đạt 78,6% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (12 MPa) và đạt 67,1% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (14,05 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 16% có cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi là 8,42 MPa, đạt 74,7% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (11,272 MPa) và đạt 66,5% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (12,66 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 18% có cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi là 7,18 MPa, đạt 70,2% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (10,22 MPa) và đạt 60,5% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (11,86 MPa);



Hình 3-1: Cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%



Hình 3-2: Sự phát triển cường độ chịu nén của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoai dẹt 20% có cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi là 6,00 MPa, đạt 64,4% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (9,33 MPa) và đạt 56,6% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (10,60 MPa);

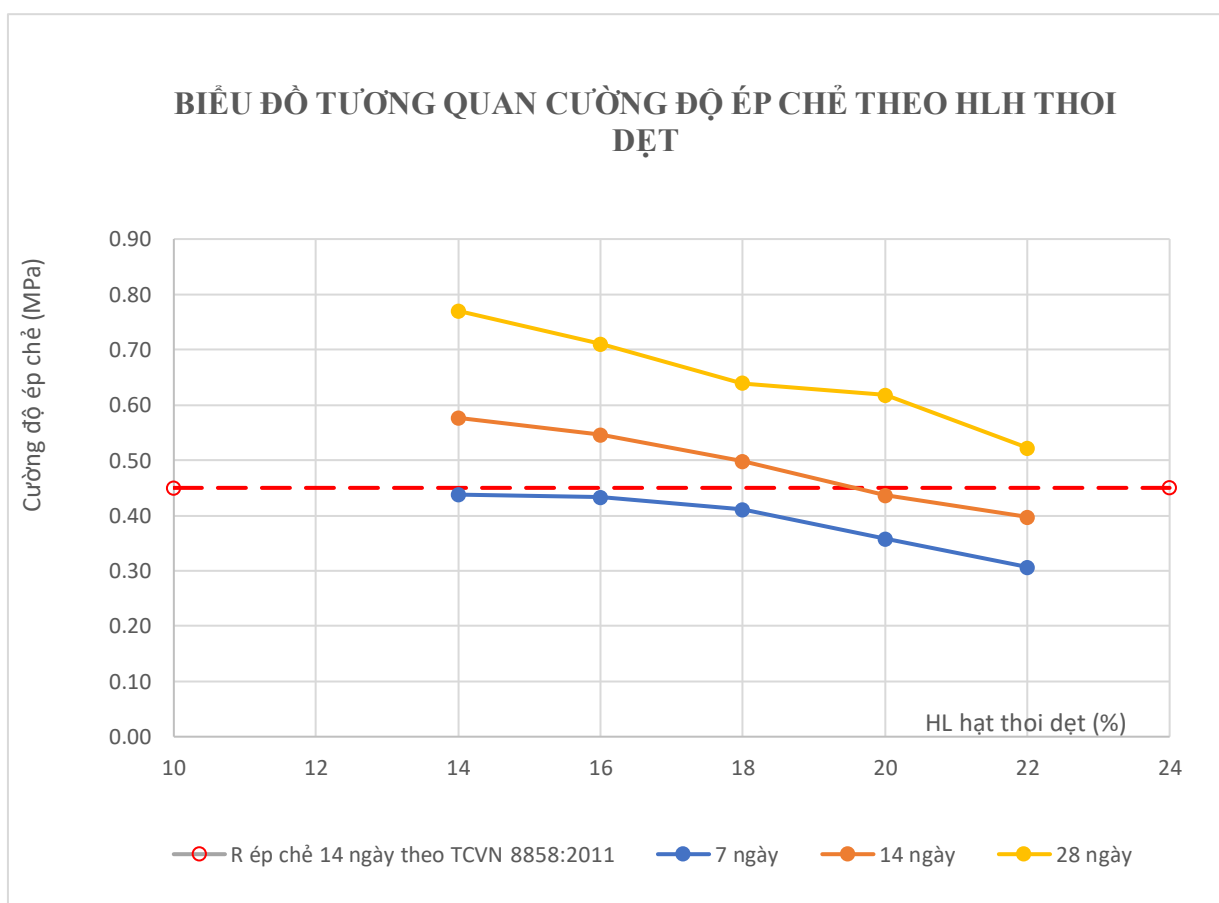
- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoai dẹt 22% có cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi là 5,61 MPa, đạt 73,7 % so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (7,61 MPa) và đạt 60,4% so với cường độ chịu nén của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (9,30 MPa).

3.2. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo khi ép chẻ

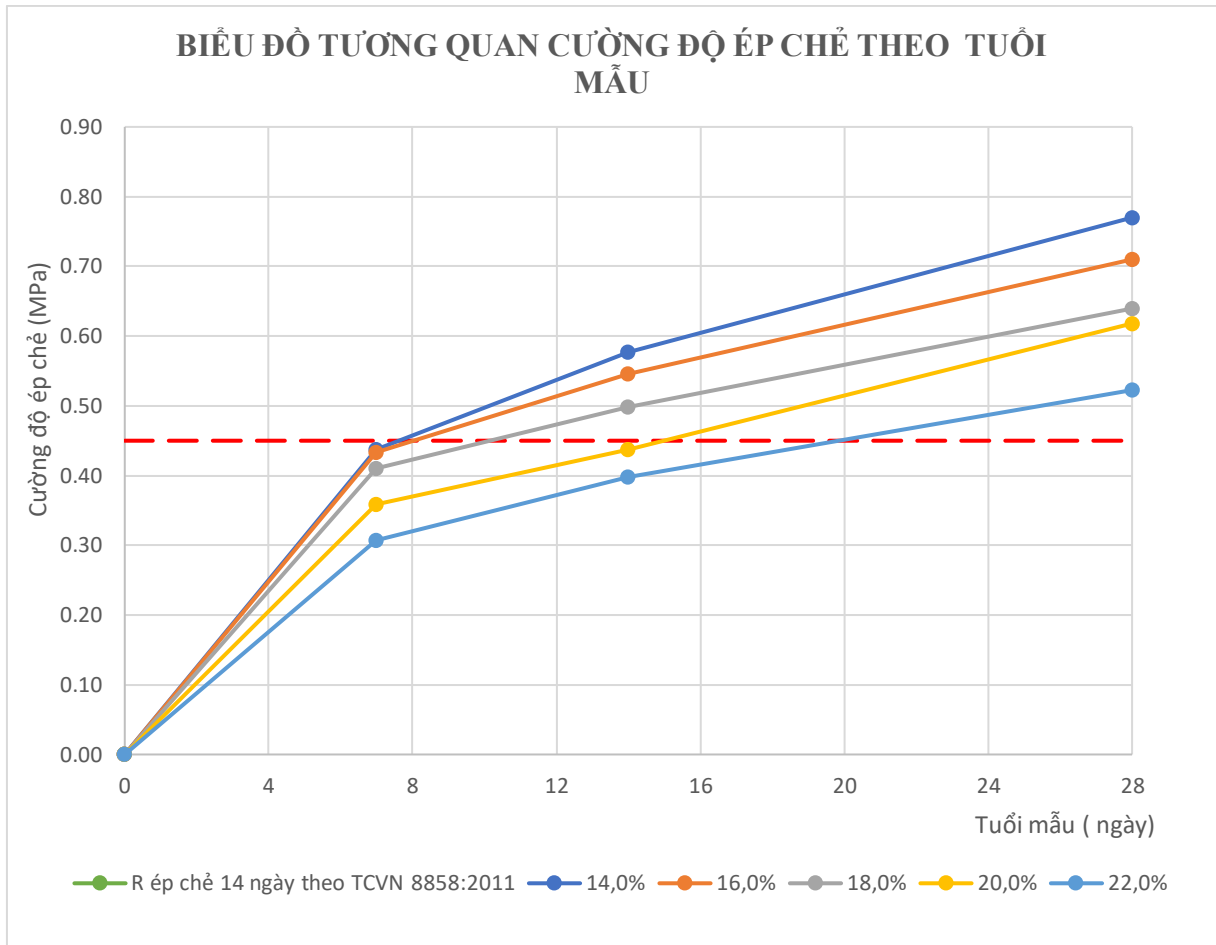
Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoai dẹt khác nhau ở 7, 14 và 28 ngày tuổi được tổng hợp trong bảng 3-2.

Bảng 3-2: Tổng hợp kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%

Mẫu cấp phối	Cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở các ngày tuổi khác nhau, MPa		
	7 ngày	14 ngày	28 ngày
CP1	0,44	0,58	0,77
CP2	0,43	0,55	0,71
CP3	0,41	0,5	0,64
CP4	0,36	0,44	0,62
CP5	0,31	0,4	0,52



Hình 3-3: Cường độ chịu kéo khi ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%



Hình 3-4: Sự phát triển cường độ chịu kéo khi ép chèn của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5%

Kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Cường độ chịu kéo khi ép chèn của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng trong phạm vi 14÷22%. Sở dĩ như vậy là do các hạt thoi dẹt dễ gãy vỡ, có khả năng chịu lực kém. Mặt khác, hàm lượng hạt thoi dẹt tăng lên đã ảnh hưởng không tốt đến khả năng sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu làm cho bộ khung chịu lực của cốt liệu kém ổn định;

- Khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu kéo khi ép chèn ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 29,91%, 31,02% và 31,90%;

- Cường độ chịu kéo khi ép chèn ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 0,44 MPa và 0,4 MPa, giảm lần lượt 12,42% và 20,24% so với hỗn hợp cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 14% có cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7 ngày tuổi là 0,44 MPa, đạt 75,91% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (0,58 MPa) và đạt 57,03% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (0,77 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 16% có cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7 ngày tuổi là 0,43 MPa, đạt 79,3% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (0,55 MPa) và đạt 61,33% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (0,71 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 18% có cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7 ngày tuổi là 0,41 MPa, đạt 82,36 % so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (0,5 MPa) và đạt 64,32% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (0,64 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 20% có cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7 ngày tuổi là 0,36 MPa, đạt 82,15% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (0,44 MPa) và đạt 58,09% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (0,62 MPa);

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 22% có cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7 ngày tuổi là 0,31 MPa, đạt 77,14% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 14 ngày tuổi (0,4 MPa) và đạt 58,7% so với cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp ở 28 ngày tuổi (0,52 MPa).

3.3. Đánh giá khả năng sử dụng CPĐĐ GCXM 5% của nghiên cứu trên để làm các lớp móng đường ô tô.

Theo TCVN 8858:2011 [1], hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng sử dụng làm các lớp móng kết cấu áo đường phải có cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ yêu cầu ở 14 ngày tuổi thỏa mãn yêu cầu được quy định trong bảng 3-3.

Bảng 3-3: Cường độ yêu cầu của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng sử dụng làm các lớp móng kết cấu áo đường

Vị trí lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng	Cường độ yêu cầu theo TCVN 8858:2011, MPa	
	R_{nen} ở 14 ngày tuổi	R_{kc} ở 14 ngày tuổi
Lớp móng trên cho kết cấu áo đường có tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng của đường từ cấp II trở lên	$\geq 4,0$	$\geq 0,45$
Lớp móng trên trong các trường hợp khác	$\geq 3,0$	$\geq 0,35$
Lớp móng dưới trong mọi trường hợp	$\geq 1,5$	-

Các số liệu ở bảng 3-1, bảng 3-2 và bảng 3-3 cho thấy:

- Tất cả các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ 14% đến 18% có các chỉ tiêu cường độ thỏa mãn yêu cầu để làm lớp móng trên cho kết cấu áo đường có tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng của đường từ cấp II trở lên;

- Các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ 20% đến 22% có các chỉ tiêu cường độ thỏa mãn yêu cầu để làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống;

- Tất cả các mẫu cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ 14% đến 22% thỏa mãn yêu cầu về cường độ để làm lớp móng dưới cho mọi loại kết cấu áo đường.

Chi tiết về phạm vi sử dụng của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau được tổng hợp trong bảng 3-4.

Bảng 3-4: Phạm vi sử dụng của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng trong các lớp móng kết cấu áo đường

Mẫu cấp phối	$R_{nén}$, MPa	R_{kc} , MPa	Làm móng trên cho đường cấp II trở lên	Làm móng trên cho đường từ cấp III trở xuống	Làm móng dưới trong mọi trường hợp
CP1	12,00	0,58	☒	☒	☒
CP2	11,27	0,55	☒	☒	☒
CP3	10,22	0,50	☒	☒	☒
CP4	9,33	0,44	-	☒	☒
CP5	7,61	0,40	-	☒	☒

Kết luận chương 3

Trong chương 3, tác giả đã phân tích kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng trong phạm vi 14÷22%. Điều đó được giải thích là do các hạt thoi dẹt dễ gây vỡ, có khả năng chịu lực kém. Mặt khác, hàm lượng hạt thoi dẹt tăng lên đã ảnh hưởng không tốt đến khả năng sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu làm cho bộ khung chịu lực của cốt liệu kém ổn định;

- Khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu nén ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 40,49%, 36,54% và 33,83%, còn cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 7, 14 và 28 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 29,91%, 31,02% và 31,90%;

- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% có hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 9,33 MPa và 7,61 MPa, giảm lần lượt 8,74% và 25,52% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]);

- Cường độ chịu kéo khi ép chẻ ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 0,44 MPa và 0,4 MPa, giảm lần

lượt 12,42% và 20,24% so với hỗn hợp cấp phối có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (Tỷ lệ tối đa cho phép theo TCVN 8858:2011 [1]).

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm, tác giả đã đánh giá khả năng sử dụng hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% để làm các lớp móng kết cấu áo đường khác nhau. Chi tiết như ở bảng 3-4.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Với các điều kiện về vật liệu và thí nghiệm như trong luận văn này, tác giả rút ra một vài kết luận như sau:

- Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế của hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng trong phạm vi 14÷22%. Cụ thể, khi hàm lượng hạt thoi dẹt tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu nén và ép chế ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% giảm tương ứng 36,54% và 31,02%;

- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% có hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% giảm lần lượt 8,74% và 25,52%, còn cường độ chịu kéo khi ép chế giảm lần lượt 12,42% và 20,24% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18%;

- Hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ trên 18% đến 22% vẫn thỏa mãn yêu cầu về cường độ để làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống theo TCVN 8858-2011.

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm, luận văn đã đánh giá phạm vi sử dụng của các hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau để làm các lớp móng kết cấu áo đường.

2. Kiến nghị:

Kiến nghị sử dụng cấp phối đá dăm 5% như trong nghiên cứu này để làm các lớp móng kết cấu áo đường như trong bảng 3-4. Ngoài ra, để làm rõ hơn nữa cơ sở khoa học nhằm đưa ra khuyến cáo về giới hạn hàm lượng hạt thoi dẹt đối với cấp phối đá dăm dùng để gia cố xi măng làm các lớp móng đường trong các trường hợp khác nhau tác giả kiến nghị cần có thêm các nghiên cứu khác, đặc biệt là các nghiên cứu thực nghiệm ngoài hiện trường.

3. Hạn chế của đề tài:

Hàm lượng xi măng gia cố sử dụng thí nghiệm chỉ 5%, có thể mở rộng thí nghiệm với các hàm lượng xi măng khác nhau, đặc biệt là các thí nghiệm hiện trường.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 8858 – 2011: Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu.
2. TCVN 8859 – 2011: Lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường – Thi công và nghiệm thu.
3. TCVN 7572-13 : 2006: Xác định hàm lượng hạt thoai dẹt trong cốt liệu lớn.
4. TCVN 8857-2011: Lớp kết cấu áo đường ô tô bằng cấp phối thiên nhiên - Vật liệu, thi công và nghiệm thu.
5. TCVN 9504-2012: Lớp kết cấu áo đường đá dăm nước - Thi công và nghiệm thu.
6. 22 TCN 211 – 06: Áo đường mềm – Các yêu cầu thiết kế.
7. 22 TCN 274:2001: Chi dẫn kỹ thuật thiết kế mặt đường mềm.
8. TCCS 26:2019/TCĐBVN: Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng sử dụng trong kết cấu áo đường – Yêu cầu thi công và nghiệm thu.
9. TCVN 7493:2005: Bitum Yêu cầu kỹ thuật.
10. TCVN 10379:2014: Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường - Bộ thi công và nghiệm thu.
11. TCVN 8858 – 2023: Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu.
12. TCVN 4054 – 2005: Đường ô tô – Yêu cầu thiết kế.
13. TCVN 7572-1 : 2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 1: Lấy mẫu.
14. TCVN 7572-2 : 2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt.
15. TCVN 7572-12 : 2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 12: Xác định độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn trong máy Los Angeles.
16. TCVN 6260-2020: Xi măng Poóc lăng hỗn hợp.
17. TCVN 4506-2012: Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.
18. TCVN 12790-2020: Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông - Đầm nén Proctor.
19. TCVN 8862-2011: Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chế của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.

20. Hồ Văn Quân, Mai Văn Thắng, Nguyễn Thanh Sang; "Ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến các đặc trưng cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng". Tạp chí GTVT. 2020; Số tháng 03/2020: 71-75.
21. Hồ Văn Quân, Phạm Thái Tuyết; "Ảnh hưởng của hàm lượng hạt lớn đến cường độ nén và ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng". Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. 2020; Tập 71 (3-04/2020): 220-229.
22. Nguyễn Thị Thu Nga, Trần Việt Hưng; "Móng gia cố xi măng trong kết cấu áo đường nửa cứng". Tạp chí GTVT. 2021; Số tháng 11/2021: 90-93.
23. Trần Ngọc Huy; "Mặt đường cấp phối đá dăm gia cố xi măng tro bay phủ vữa nhựa dùng cho đường ít xe". Tạp chí GTVT. 2016; Số tháng 8/2016: 51-56.
24. Trần Thị Thu Thảo, Nguyễn Hồng Hải, Nguyễn Quang Phúc, Lê Đức Châu; "Ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến phân bố nhiệt và cường độ của lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng". Tạp chí khoa học và công nghệ - Đại học Đà Nẵng. 2021; Vol. 19, No. 5.2: 16-20.
25. Trương Văn Đoàn, Nguyễn Đức Trọng, Nguyễn Hữu Phong; "Một nghiên cứu thực nghiệm về cấp phối đá dăm gia cố xi măng từ vật liệu tại mỏ đá Phước Tân – Đồng Nai trong xây dựng kết cấu áo đường". Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên của trường Đại học Thủy lợi năm 2016. ISBN: 978-604-82-1980-2: 38-40.

PHỤ LỤC I

Tổng hợp kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG TRƯỜNG SƠN
TRƯỜNG SƠN CONSTRUCTION VERIFY SURVEY CONSULTANT JOINT STOCK COMPANY
PHÒNG THÍ NGHIỆM ĐỊA KỸ THUẬT & KIỂM ĐỊNH CÔNG TRÌNH - LAS XD 711
ĐC: 30 Đường Số 2, KP4, P Hiệp Bình Chánh, Q Thủ Đức, TP HCM, ĐT: 08.62936553, Fax: 08.62936553

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NỀN VÀ ÉP CHÈ MÀU ĐÚC CẤP PHỐI ĐÁ DÀM GIA CỐ XÍ MĂNG

STT	% Hàm lượng thời đet	Ngày đúc mẫu	7 Ngày				14 Ngày				28 Ngày				Chiều		
			Ngày thí nghiệm	Lực phá hoại (kN)	Cường độ trung bình (MPa)	Cường độ trung bình (MPa)	Ngày thí nghiệm	Lực phá hoại (kN)	Cường độ trung bình (MPa)	Cường độ trung bình (MPa)	Ngày thí nghiệm	Lực phá hoại (kN)	Cường độ trung bình (MPa)	Cường độ trung bình (MPa)	D= (mm)	H= (mm)	
1	14	04/03/2023	11/03/2023	161,196	8,8834	12,466	0,4462	228,000	12,5649	17,174	0,6148	265,320	14,6215	19,959	0,7145	152	117
				181,097	9,9801	11,984	0,4290	207,340	11,4263	15,034	0,5382	253,140	13,9503	19,902	0,7124		
				171,153	9,4321	12,237	0,4381	217,677	11,9960	16,116	0,5769	246,650	13,5926	24,500	0,8770		
2	16	06/03/2023	13/03/2023	144,504	7,9635	12,412	0,4443	203,758	11,2289	15,676	0,5612	227,960	12,5627	18,284	0,6545		
				161,035	8,8745	11,752	0,4207	205,302	11,3140	14,820	0,5305	225,630	12,4343	19,976	0,7151		
				152,755	8,4182	12,096	0,4330	204,540	11,2720	15,253	0,5460	235,574	12,9823	20,883	0,7476		
3	18	07/03/2023	14/03/2023	128,960	7,1069	10,968	0,3926	188,824	10,4059	17,066	0,6109	216,630	11,9383	17,799	0,6372		
				131,556	7,2499	11,960	0,4281	182,101	10,9354	10,807	0,3869	218,748	12,0550	18,943	0,6781		
				130,269	7,1790	11,481	0,4110	185,469	10,2210	13,940	0,4990	210,235	11,5859	16,852	0,6033		
4	20	08/03/2023	15/03/2023	109,630	6,0416	9,752	0,3491	168,476	9,2846	12,787	0,4577	190,320	10,4884	16,799	0,6014		
				108,217	5,9637	10,272	0,3677	170,023	9,3698	11,610	0,4156	188,461	10,3859	18,989	0,6798		
				108,929	6,0030	10,029	0,3590	169,267	9,3281	12,208	0,4370	198,351	10,9309	16,009	0,5731		
5	22	09/03/2023	16/03/2023	102,533	5,6505	8,185	0,2930	131,396	7,2411	10,854	0,3885	166,660	9,1845	13,380	0,4790		
				101,142	5,5738	8,960	0,3207	144,878	7,9841	11,336	0,4058	169,424	9,3568	14,046	0,5028		
				101,856	5,6132	8,576	0,3070	138,144	7,6130	11,120	0,3981	170,214	9,3803	16,371	0,5860		

ĐD Thí nghiệm

Trưởng Phòng TN

Bùi Hoàng Trăn

Trưởng Văn Thành

Ks Lê Xuân Hải