

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

NGÔ VĂN TOẢN

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO KHI UỐN VÀ KHẢ
NĂNG CHỐNG MÀI MÒN CỦA BÊ TÔNG CÁT MỊN ĐỐI VỚI
MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT VẬT LIỆU
Mã số : 9520309

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà nội – 2019

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Người hướng dẫn khoa học:

1. TS. Hoàng Minh Đức



VIỆN CN BÊ TÔNG – VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

2. TS. Nguyễn Nam Thắng



VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Phản biện 1: PGS.TS. Vũ Đình Đầu

Phản biện 2: PGS.TS. Nguyễn Duy Hiếu

Phản biện 3: TS. Nguyễn Đức Thắng

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện, họp tại: Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, 81 Trần Cung, Phường Nghĩa Tân, Quận Cầu Giấy, Hà Nội, vào hồi ... giờ, ngày ... tháng ... năm 2019.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc Gia Việt Nam
- Thư viện Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Hoàng Minh Đức, Ngô Văn Toàn “*Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng cát mịn làm mặt đường bê tông xi măng*”, Tạp chí Xây dựng – Bộ Xây dựng, số 11 năm 2018.
2. Hoàng Minh Đức, Ngô Văn Toàn “*Ảnh hưởng của mặt đá vôi đến độ mài mòn và co ngót của bê tông sử dụng cát mịn đối với mặt đường bê tông xi măng*”, Tạp chí Giao thông Vận tải – Bộ Giao thông Vận tải, số 12 năm 2018.
3. Hoàng Minh Đức, Ngô Văn Toàn “*Nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn làm mặt đường bê tông xi măng*”, Tạp chí Giao thông Vận tải – Bộ Giao thông Vận tải, số 6 năm 2019.
4. Hoàng Minh Đức, Nguyễn Nam Thắng, Ngô Văn Toàn “*Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn theo cường độ chịu kéo khi uốn*”, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng – Viện KHCN Xây dựng, số 2 năm 2019.
5. Ngô Văn Toàn, Hoàng Minh Đức “*Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối trộn mặt đá vôi theo cường độ chịu kéo khi uốn dùng cho mặt đường bê tông xi măng*”, Tạp chí Giao thông Vận tải – Bộ Giao thông Vận tải, số 7 năm 2019.

MỞ ĐẦU

1. Giới thiệu

Đất nước ngày càng phát triển thì nhu cầu đi lại ngày một nhiều hơn, đòi hỏi việc xây dựng hệ thống đường giao thông ngày một cao hơn, khiến nhu cầu về nguồn vật liệu dùng trong ngành công nghiệp bê tông ngày một tăng lên. Điều này, dẫn đến xu hướng chung hiện nay là sử dụng tối đa các nguồn cốt liệu sẵn có tại địa phương trong sản xuất bê tông nhằm giảm giá thành trong xây dựng. Hiện nay nguồn cát thô ở nước ta ngày càng khan hiếm trong khi nguồn cát mịn lại có trữ lượng rất lớn phân bố nhiều vùng miền trên cả nước ít được quan tâm sử dụng trong ngành công nghiệp bê tông. Để đáp ứng nhu cầu vật liệu cho các công trình xây dựng, giao thông... bên cạnh các nguồn vật liệu truyền thống như cát thô không thể không nói tới nguồn vật liệu cát mịn dùng cho bê tông xi măng nói chung đặc biệt là đường bê tông xi măng nói riêng. Trước thực tế này, đề tài "*Nghiên cứu nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đối với mặt đường bê tông xi măng*" được tiến hành, góp phần chứng tỏ khả năng sử dụng được nguồn cát mịn thay thế cát thô để chế tạo bê tông dùng cho mặt đường bê tông xi măng và đánh giá tính khả thi của việc ứng dụng loại bê tông này cho các công trình giao thông, xây dựng, thủy lợi... ở nước ta.

2. Tính cấp thiết của đề tài

Nguồn cát thô trữ lượng có hạn, phân bố không đều, trong khi đó cát mịn sẵn có tại nhiều địa phương trên cả nước có thể tận dụng để chế tạo bê tông xi măng dùng cho mặt đường. Tuy nhiên, do mô đun độ lớn của cát mịn nhỏ, nên thời gian trước đây các tiêu chuẩn, chỉ dẫn kỹ thuật quy định chỉ sử dụng cát mịn cho bê tông có cường độ chịu nén nhỏ hơn 30 MPa và tương quan tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn mới đạt mức cấp 1 (cường độ chịu kéo khi uốn chỉ đạt tới 4,0 MPa), độ mài mòn chỉ ở mức $\leq 0,6 \text{ g/cm}^2$. Do đó, nếu không có sự cải tiến thì bê tông cát mịn chỉ phù hợp cho mặt đường bê tông xi măng đường cấp IV trở xuống và sân bãi. Đối với đường bê tông cấp I, II, III, cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn (R_n/R_{ku} , MPa) đòi hỏi phải đạt giá trị cao hơn, tương ứng không nhỏ hơn 40/5,0 cho bê tông đường một lớp hoặc lớp mặt đường cấp I, II và 35/4,5 cho bê tông mặt đường cấp III. Độ mài mòn của bê tông đối với mặt đường bê tông xi măng đường cấp I, II, III cũng đòi hỏi phải nhỏ hơn 0,3 g/cm^2 . Vì vậy, việc nghiên cứu nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I là rất cần thiết.

3. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu của luận án là nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn dùng làm mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I.

4. Đối tượng và nội dung nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu:

Bê tông sử dụng cát mịn và sử dụng cát mịn phối hợp với mặt đá vôi làm mặt đường BTXM thi công theo phương pháp đầm rung bình thường, cụ thể là:

- a) Bê tông sử dụng cát mịn: cường độ chịu kéo khi uốn lớn hơn 4,5 MPa, độ mài mòn có giá trị đạt được từ $(0,3 \div 0,6)$ g/cm² dùng cho mặt đường BTXM đường cấp IV trở xuống và sân bãi;
- b) Bê tông sử dụng mặt đá vôi phối hợp cát mịn theo tỷ lệ hợp lý: cường độ chịu kéo khi uốn lớn hơn 5,0 MPa, độ mài mòn nhỏ hơn 0,3 g/cm² dùng cho mặt đường BTXM tới đường cấp I.

4.2. Nội dung nghiên cứu:

- Nghiên cứu tổng quan về tình hình nghiên cứu và sử dụng bê tông cát mịn trên thế giới và ở Việt Nam để xây dựng các vấn đề khoa học cần giải quyết.
- Nghiên cứu cơ sở lý luận nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu lựa chọn các vật liệu đầu vào.
- Nghiên cứu nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu một số tính chất của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu ứng dụng thực tế và đánh giá hiệu quả kinh tế của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.

5. Ý nghĩa khoa học

Bằng nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, luận án đã xác lập được một số tương quan ảnh hưởng và phụ thuộc trong bê tông có cốt liệu nhỏ là cát mịn, hỗn hợp cát mịn kết hợp mặt đá, phụ gia giảm nước mạnh trong miền cường độ chịu kéo khi uốn R_{ku} (4,0 ÷ 7,0) MPa, như sau:

- Lượng dùng nước cho bê tông;
- Tương quan cường độ chịu nén của bê tông với cường độ chịu nén của xi măng và tỷ lệ N/X;
- Tương quan cường độ kéo khi uốn của bê tông với cường độ kéo khi uốn của xi măng và tỷ lệ N/X;
- Tương quan cường độ chịu nén và cường độ kéo khi uốn của bê tông;
- Ảnh hưởng của cốt liệu nhỏ là cát mịn, cát mịn kết hợp mặt đá đến khả năng chống mài mòn của bê tông;
- Ảnh hưởng của cốt liệu nhỏ là cát mịn, cát mịn kết hợp mặt đá đến một số tính chất của bê tông: co mềm, co khô, sự phát triển cường độ, độ chống thấm nước, mô đun đàn hồi của bê tông;
- Một số yêu cầu công nghệ hạn chế nứt mặt đường bê tông khi thi công.

6. Ý nghĩa thực tiễn

Sử dụng cát mịn kết hợp với mặt đá và phụ gia siêu dẻo, xi măng (PC40, PCB40) có thể sản xuất được bê tông dùng cho mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I với giá thành giảm từ (10 ÷ 15) % so với khi sử dụng cát thô vận chuyển từ xa.

7. Những đóng góp khoa học mới của luận án

Bằng thực nghiệm và kiểm chứng qua ứng dụng thực tế đã chứng tỏ rằng:

- Sử dụng cát mịn có mô đun độ lớn từ 1,2 đến 1,9 kết hợp với mặt đá ($M_{dl} = 3,6$), xi măng (PC40, PCB40) và phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate có thể chế tạo được bê tông với cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,0 MPa, cường độ chịu nén trên 40 MPa và độ mài mòn nhỏ hơn 0,3 g/cm², phù hợp để làm mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I;
- Sử dụng riêng cát mịn (không kết hợp với mặt đá), xi măng và phụ gia như trên, có thể nâng cao được cường độ kéo khi uốn của bê tông tới mức tương đương bê tông sử dụng cát mịn kết hợp mặt đá (cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,0 MPa, cường độ chịu nén trên 40 MPa), nhưng không làm giảm được độ mài mòn của bê tông xuống mức nhỏ hơn 0,3 g/cm². Ngoài ra, bê tông sử dụng cát mịn còn bị mất nước, tách vữa, co mềm mạnh hơn bê tông sử dụng cát thô và bê tông sử dụng cát mịn kết hợp mặt đá. Do đó, bê tông loại này chỉ có thể phù hợp để làm mặt đường bê tông xi măng cho đường cấp IV trở xuống hoặc sân bãi khi có biện pháp công nghệ thích hợp nhằm hạn chế nứt mặt bê tông.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ SỬ DỤNG CỦA BÊ TÔNG CÁT MỊN

1.1. Tổng quan về tình hình nghiên cứu và sử dụng của bê tông cát mịn

1.1.1. Phân loại và yêu cầu kỹ thuật đối với cát làm cốt liệu cho bê tông

Tại Liên bang Nga, áp dụng theo tiêu chuẩn GOST 8736 - 93; GOST 26633 - 91 và “Chỉ dẫn sử dụng cát mịn và cát rất mịn làm bê tông mặt đường và sân bay”. Tại Hoa Kỳ, áp dụng theo tiêu chuẩn AASHTO M6-93; ASTM C33-03. Tại Việt Nam, áp dụng theo tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”; theo Quyết định 778/1998/QĐ-BXD, “Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại” và theo tiêu chuẩn TCXD 127:1985, “Cát mịn để làm bê tông và vữa xây dựng - Hướng dẫn sử dụng”. Tiêu chuẩn các nước chưa có sự thống nhất về phạm vi áp dụng của các loại cát mịn, nhìn chung các tiêu chuẩn đều quy định cát được coi là cát mịn khi có mô đun độ lớn nhỏ hơn 2 ($M_{dl} < 2$).

1.1.2. Tình hình nghiên cứu và sử dụng bê tông cát mịn trên thế giới

Trên thế giới việc nghiên cứu và sử dụng cát mịn để chế tạo bê tông xi măng chủ yếu theo hai hướng chính: a) Sử dụng cát mịn làm cốt liệu trong chế tạo bê tông hạt nhỏ (còn gọi là bê tông cát - bê tông không có cốt liệu lớn); b) Sử dụng cát mịn thay thế toàn bộ hoặc một phần cát thô ($M_{dl} > 2$), trong bê tông thông thường (có cốt liệu lớn).

❖ *Sử dụng cát mịn làm cốt liệu trong chế tạo bê tông hạt nhỏ, đã được nhiều nước trên thế giới nghiên cứu và sử dụng:* như ở Liên Xô (cũ); Liên bang Nga ngày nay; Algieri và Pháp. Tuy nhiên, định hướng nghiên cứu của luận án là sử dụng cát mịn thay thế toàn bộ cát thô trong chế tạo và sản xuất bê tông thông thường. Do đó, cần tập trung vào những nghiên cứu của các nước trên thế giới theo hướng như sau:

❖ *Sử dụng cát mịn thay thế toàn bộ hoặc một phần cát thô ($M_{dl} > 2$), trong bê tông thông thường, các nghiên cứu này đã được nhiều nước trên thế giới triển khai nghiên cứu và sử dụng:* tại Liên Xô (cũ), các nghiên cứu về cát mịn sử dụng trong bê tông đã được thực hiện từ khá sớm, đặc biệt là cho bê tông thủy công. Cho đến

những năm 50 của thế kỷ XX, sử dụng cát mịn được chuẩn hóa trong “Hướng dẫn kỹ thuật sử dụng cát mịn trong bê tông thủy công”. Những năm 70 của thế kỷ XX, đã sử dụng cát mịn Dơ-nhi-ép, Ba-zơ-khan vào bê tông trong một số công trình thủy công và xây dựng. Một số công trình nghiên cứu của Ki-ri-en-cô của S.ton-nhi-côp và Gu-ba... cũng đã được công bố. Đến những năm 80 của thế kỷ XX, đã nghiên cứu sử dụng cát từ sông Enisei để xây dựng thủy điện Sayano-Shushenskaia. Cũng trong thời gian này một trong những lĩnh vực mà cát mịn được sử dụng khá rộng rãi là trong ngành giao thông đặc biệt là chế tạo bê tông cho đường và sân bay, điều này được thực hiện ở các nghiên cứu của (Viện nghiên cứu đường bộ) được xem là cơ sở để biên soạn “Hướng dẫn sử dụng cát mịn trong bê tông xi măng cho mặt đường ô tô và sân bay” và “Hướng dẫn sử dụng bê tông ít cốt liệu lớn sử dụng cát mịn trong xây dựng mặt đường ô tô và sân bay”. Tại Trung Quốc từ những năm 65 của thế kỷ XX, cát mịn cũng đã được nghiên cứu và đưa vào sử dụng trong bê tông, điều này được đề cập trong Quy phạm BGY 19-65, cho phép dùng các loại cát ($M_{dl} > 0,7$) để làm bê tông. Năm 2009, dự án DuBai City ở Các tiểu Vương quốc Ả rập Thống nhất, đã sử dụng loại BTXM có dùng đén cát mịn từ (300÷400) kg cho $1m^3$ bê tông, cường độ chịu nén đạt giá trị bằng 45MPa.

Cát mịn có thể là cát sông nhưng cát mịn cũng có thể là cát sa mạc, do đó ở những quốc gia Trung đông, nhiều nghiên cứu được tiến hành với các loại cát mịn sa mạc có độ mịn cao, cát ($M_{dl} = 0,45 ÷ 0,88$). Tại Trung Quốc, cát sa mạc Tenggeli và Maowusu ($M_{dl} = 0,334$ và $0,194$) đã được nghiên cứu để sử dụng trong vữa và bê tông. Tại Úc, việc nghiên cứu sử dụng cát mịn sa mạc cũng được quan tâm.

Trong quá trình nghiên cứu về cát sông sử dụng trong bê tông, thì Kim và các cộng sự, đã nghiên cứu tính chất nứt của bê tông sử dụng cát nghiền từ đá vôi ở Hàn Quốc, kết quả cho thấy khi sử dụng kết hợp cát nghiền từ đá vôi và cát Sông đã cải thiện được cường độ của bê tông. Tác giả XieZhi-Hua, đã tận dụng cát và bột nghiền từ vỏ sò để chế tạo bê tông xi măng, kết quả cho thấy cường độ của bê tông cũng được cải thiện. Ở Châu Á, nghiên cứu của “R.S.Naidu, M Zai University Malaysia, Malaysia và S.E. Ang, Open University Kebangsaan Malaysia” đã nghiên cứu đến cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát mịn, cát nghiền bụi và phụ gia khoáng, kết quả cho thấy khi thay thế 20 % cát mịn bởi cát nghiền bụi trong bê tông thì cường độ chịu nén của bê tông thấp hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn, khi sử dụng 10 % tro bay thay thế chất kết dính trong thành phần bê tông sử dụng cát nghiền bụi thì cường độ chịu nén của bê tông được tăng lên. Bê tông sử dụng cát nghiền bụi kết hợp 10 % silica fume thay thế trong thành phần chất kết dính đã cho thấy cường độ của bê tông đạt giá trị cao nhất.

1.1.3. Tình hình nghiên cứu và sử dụng bê tông cát mịn ở Việt Nam

Sử dụng cát mịn cho bê tông ở Việt Nam đã được nghiên cứu từ rất lâu, như đề tài “Sử dụng cát đen Sông Hồng sản xuất bê tông (UBKHNN) - Nguyễn Văn Đốc và Hoàng Phủ Lan chủ trì, báo cáo Hội nghị Bê tông toàn miền Bắc - 1967”. Đến những năm 70 của thế kỷ XX, Viện nghiên cứu khoa học Thủy lợi và Viện KHCN Xây dựng, đã nghiên cứu và áp dụng bê tông cát mịn có cường độ $\leq 30MPa$ cho

một số công trình thủy công và xây dựng dân dụng. Đề tài nghiên cứu “Sử dụng cát mịn làm bê tông và vữa xây dựng”-Nguyễn Mạnh Kiểm và Dương Đức Tín, đã được tiến hành với một số loại cát mịn khác nhau trên địa bàn miền Bắc (Cao Lạng, Vĩnh Phú, Hà Nam Ninh, Thái Bình, Hà Nội). Các loại cát sử dụng trong nghiên cứu ($M_{dl}=0,47\div 1,97$), so sánh với bê tông sử dụng cát thô ($M_{dl}= 2,20\div 2,26$) có cùng mức cường độ chịu nén thì cùng cường độ chịu kéo, kéo khi uốn, cường độ lắng trụ, mô đun đàn hồi, cường độ liên kết giữa bê tông và cốt thép, độ hút nước, hệ số hóa mềm và độ co của bê tông sử dụng cát mịn có giá trị tương đương cát thô. Khả năng chịu mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn có kém hơn so với bê tông sử dụng cát thô. Đề tài cũng đề cập đến việc sử dụng phụ gia dẻo hóa như một biện pháp tiết kiệm xi măng. Tuy nhiên, đây mới chỉ là các nghiên cứu bước đầu, vai trò của phụ gia dẻo hóa khi sử dụng cát mịn chưa được xác định rõ rệt. Đến những năm 90 của thế kỷ XX, đã có nghiên cứu sử dụng cát mịn sông Hồng ($M_{dl}=1,1\div 1,72$) trong các hỗn hợp bê tông cấp phối gián đoạn với các mức ngậm cát khác nhau từ (19÷40) %, tỷ lệ N/X từ (0,40÷0,55), lượng dùng xi măng từ (233÷526) kg/m^3 , cho thấy độ sụt của các hỗn hợp bê tông có thể thay đổi từ (0 ÷ 18) cm, cường độ đạt từ (28÷50) MPa. Năm 2005, các nghiên cứu sử dụng cát mịn để chế tạo bê tông cường độ cao tại Đại học Xây dựng Hà Nội, đã được tiến hành với hệ phụ gia bao gồm phụ gia khoáng và phụ gia siêu dẻo, cát mịn ($M_{dl}=1,08$) được sử dụng trong nghiên cứu; cường độ chịu nén của bê tông để đạt được giá trị tới 98MPa (mẫu 10x10x10cm). Năm 2006, thì cát biển Vũng Tàu và Bình Thuận ($M_{dl}= 0,95$ và 1,31), hàm lượng NaCl khoảng 0,06%, đã được nghiên cứu để chế tạo BTXM dùng trong xây dựng đường ô tô. Các kết quả nghiên cứu cho thấy cát mịn vùng biển có thể dùng để chế tạo BTXM dùng xây dựng lớp móng mặt đường cấp cao, lớp mặt của mặt đường ô tô cấp thấp và mặt đường của đường nông thôn các tỉnh ven biển. Năm 2006, nghiên cứu sử dụng cát đen sông Hồng chế tạo bê tông cường độ thấp, đã đề xuất cát mịn ($M_{dl}=1,1$) được sử dụng để chế tạo bê tông với cường độ yêu cầu trên 10MPa, các tác giả cũng đề xuất sử dụng phương pháp đầm lặn cho thi công bê tông cường độ thấp sử dụng cát mịn. Năm 2010, đã có nghiên cứu sử dụng cát mịn và hỗn hợp phụ gia khoáng tro trấu -xi lò cao để chế tạo bê tông cường độ cao, cường độ chịu nén của bê tông đạt được (67÷80) MPa, mức độ thấm ion Clo rất thấp. Năm 2012, đã có nghiên cứu sử dụng cát đen Sông Hồng ($M_{dl}=1,0; 1,5; 2,0$) và có tính công tác D3, D4 để sản xuất bê tông cường độ 40MPa cho các công trình trên địa bàn Hà Nội. Năm 2013, cát mịn Đồng bằng sông Cửu Long ($M_{dl}=1,21$) đã được nghiên cứu trong chế tạo bê tông với tỷ lệ cát trên cốt liệu từ 0,34 đến 0,40. Kết quả cho thấy khi sử dụng cát mịn thì độ sụt giảm khoảng từ (23÷25)% nhưng mức độ suy giảm độ sụt theo thời gian lại ít hơn, cường độ chịu nén suy giảm khoảng từ (9÷15)%, mô đun đàn hồi giảm khoảng (5÷7)% so với khi sử dụng cát thô ($M_{dl}=2,71$), bê tông cát mịn có độ co tuyệt đối cao hơn so với bê tông cát thô ở tuổi 60 ngày, bê tông cát mịn có độ hút nước và độ thấm ion clorua cao hơn bê tông cát thô, nhưng độ chống thấm lại có giá trị tương đương (suy giảm ở tỷ lệ N/X cao). Năm 2010, đã có nghiên cứu về bê tông cát để

xây dựng đường ô tô, trong đề tài đã sử dụng cát ($M_{dl}=1,73$) dùng cho bê tông cát, cường độ chịu nén của bê tông đạt được từ (30÷40) MPa. Trong lĩnh vực sản xuất các sản phẩm cấu kiện bê tông, cát mịn cũng được sử dụng khá phổ biến. Tại Công ty cổ phần VLXD Sông Đáy, đã sử dụng cát mịn sông Hồng ($M_{dl}=1,2÷1,5$), để sản xuất ống cống, hồ ga, cống hộp... Tại Công ty cổ phần Sông Đáy - Hồng Hà Dầu Khí, cũng đã sử dụng cát mịn Sông Hồng ($M_{dl}=1,5$) dùng để sản xuất gạch block bê tông khí chưng áp (AAC) cấp cường độ nén 3 và 4.

❖ *Nghiên cứu về cường độ chịu kéo khi uốn và độ mài mòn cho bê tông cát mịn đã có một số công trình nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam. Những nội dung, quy luật nổi bật có thể rút ra từ những nghiên cứu đó là: bê tông cát mịn tuân theo các quy luật chung với bê tông xi măng. Ảnh hưởng của cát mịn đến các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông thể hiện ở việc làm thay đổi lượng dùng nước, tính công tác và cường độ của bê tông. Tuy nhiên, đặc điểm và mức độ ảnh hưởng phụ thuộc nhiều vào đặc tính của cát cũng như phương án sử dụng bê tông. Mặt khác, trong các tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật của một số nước trên thế giới, việc sử dụng cát mịn còn được đặt trong xu hướng mở. Do đó, nếu sử dụng các biện pháp công nghệ phù hợp cũng như tối ưu hóa thành phần cấp phối bê tông, có thể chế tạo được bê tông sử dụng cát mịn đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và lượng dùng xi măng tương đương với bê tông sử dụng cát thô.*

> Tổng hợp các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam, có thể thấy rằng cát mịn bước đầu đã được sử dụng làm đường BTXM các cấp. Để phát triển và mở rộng các ứng dụng này trong thực tế nhất là trong điều kiện ở Việt Nam, thì cần phải có các nghiên cứu chuyên sâu hơn nữa cũng như cần phải làm rõ thêm một trong những điểm cần quan tâm cụ thể là khi sử dụng cát mịn tồn tại một số nhược điểm như cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn thấp hơn so với cát thô. Do đó, việc nghiên cứu nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn tương đương cát thô, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường BTXM cho đường các cấp là rất cần thiết và có cơ sở khoa học. Mặt đường BTXM hiện nay thường được thi công theo công nghệ đầm lăn và đầm rung, trong điều kiện ở Việt Nam nhất là các khu vực vùng sâu, vùng xa, các khu vực Tây bắc có địa hình phức tạp thì công nghệ đầm rung có thể xem là hợp lý hơn. Vì vậy, trong luận án hướng tập trung vào phương pháp thi công theo công nghệ đầm rung bình thường.

1.2. Đặc điểm, tính chất của bê tông xi măng làm đường

Đặc điểm công nghệ của BTXM làm đường là bê tông không có cốt thép đổ tại chỗ và được đông cứng trong điều kiện tự nhiên. Việc đổ bê tông, đầm và hoàn thiện bê tông được tiến hành bằng bộ máy chuyên dụng thích hợp để thi công các hỗn hợp bê tông tương đối khô. Cường độ là đặc tính chủ yếu nhất của BTXM làm đường, đánh giá bằng hai chỉ tiêu: cường độ chịu kéo khi uốn và cường độ chịu nén. Trong đó cường độ chịu kéo khi uốn là chỉ tiêu chủ yếu. Cường độ chịu nén dùng để đánh giá độ ổn định chống mòn của bê tông lớp mặt. Độ mài mòn cũng là chỉ tiêu chủ yếu của bê tông làm đường. Độ ổn định và tính chất biến dạng cũng là

một đặc tính quan trọng của bê tông làm đường. Mô đun đàn hồi của bê tông đặc trưng cho khả năng biến dạng của bê tông dưới tác dụng của hoạt tải. Co ngót của bê tông là một tính chất quan trọng của bê tông làm đường.

1.3. Đặc điểm, tính chất và yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường BTXM

1.3.1. Đặc điểm, tính chất đối với mặt đường bê tông xi măng

Mặt đường BTXM là loại mặt đường cứng cấp cao. Tầng mặt là tấm bê tông xi măng có độ cứng rất lớn, mô hình tính toán là: Tấm trên nền đàn hồi (nền đất và các lớp móng đường). Trạng thái chịu lực chủ yếu của tấm là chịu kéo khi uốn.

1.3.2. Yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng

Theo tiêu chuẩn 22TCN 223-95; theo điều 5.2.a, thông tư số 12/2013/TT-BGTVT; theo Quyết định số 1951/QĐ-BGTVT ngày 17/08/2012 của Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải, quy định: a) Cường độ chịu kéo khi uốn: với mặt đường BTXM đường cao tốc, cấp I, II không nhỏ hơn 5,0 MPa, với mặt đường BTXM cấp III trở xuống không nhỏ hơn 4,5 MPa. b) Độ mài mòn: với mặt đường BTXM đường cao tốc, cấp I, II, III không lớn hơn 0,3 g/cm², với mặt đường BTXM cấp IV trở xuống không lớn hơn 0,6g/cm².

1.4. Cơ sở khoa học của luận án

Như đã phân tích ở phần tổng quan ở trên, nhược điểm của bê tông cát mịn là có cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn thấp hơn bê tông cát thô (10÷15) % khi dùng cùng lượng dùng xi măng và có cùng độ sụt thi công. Ngoài ra bê tông cát mịn còn có khả năng chống mài mòn thấp, độ mài mòn thường từ (0,3÷0,6) g/cm² so với giá trị (< 0,3 g/cm²) ở bê tông cát thô. Vì vậy, để sử dụng được cát mịn cho bê tông đường, việc nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông đóng vai trò quan trọng.

1.4.1. Nâng cao cường độ kéo khi uốn của bê tông

Cường độ chịu nén (R_n) có quan hệ mật thiết với cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông (R_{ku}). Tỷ lệ giữa chúng thường được sử dụng trong tiêu chuẩn thiết kế đường bê tông là: $R_n/R_{ku} = 30/4,0; 35/4,5; 40/5,0; 50/5,5$. Theo quan hệ R_n (R_{ku}) và tỷ lệ nước/xi măng (N/X) thì để nâng cao R_n (hoặc R_{ku}) cần nâng cao cường độ xi măng, giảm N/X và nâng cao chất lượng cốt liệu. Trong điều kiện hiện trường cụ thể, khi xi măng thường được sử dụng là PC40 (hoặc PCB40), cốt liệu khai thác tại chỗ thì giải pháp khả thi hơn cả là giảm N/X . Với bê tông đường (thường dùng đá có $D_{max} = 40$ mm, độ sụt 2÷3 cm) thì sử dụng phụ gia giảm nước có thể bù lại phần nước tăng do cát mịn mà không phải tăng xi măng. Phụ gia giảm nước cho bê tông đường thường ít được sử dụng do e ngại chúng có thể làm giảm R_{ku} của bê tông do hiệu ứng làm mịn cấu trúc đá xi măng. Tuy nhiên, trong trường hợp sử dụng phụ gia giảm nước mạnh (phụ gia gốc polycarboxylate) thì có thể dự kiến rằng R_n sẽ tăng mạnh (30÷40) % và kéo theo nó R_{ku} cũng tăng, mặc dù mức tăng không kỳ vọng như mức tăng R_n (có thể 20÷25% hoặc cao hơn nếu phụ gia làm tăng được tính đồng nhất về cấu trúc của bê tông). Ngoài ra, khi chọn thành phần bê tông, việc áp dụng hệ số dư vữa cao hơn bê tông chịu nén thông thường khoảng (0,10 ÷ 0,20) cũng làm tăng thêm (5 ÷ 8) % R_{ku} .

1.4.2. Nâng cao khả năng chịu mài mòn của bê tông.

Theo các nghiên cứu ở phần tổng quan, bê tông cát mịn có khả năng chống mài mòn kém do cát mịn thường chứa lượng hạt mịn ($\leq 0,14$ mm) tới 35 % so với không quá 10 % ở cát thô theo tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Đối với bê tông chịu mài mòn ASTM C33-03, cũng quy định lượng hạt ($\leq 0,075$ mm) phải không lớn hơn 3 %. Cát hạt mịn này thường bong bật ra khỏi bề mặt khi có tác động chà xát hoặc mài từ bên ngoài. Để nâng cao khả năng chống mài mòn, có thể pha trộn thêm mặt đá để vừa giảm bớt tỷ lệ hạt mịn trong cốt liệu nhỏ, vừa tạo khung cốt liệu chắc chắn trong vữa bê tông để giữ các hạt mịn còn lại, vừa tăng diện tích cốt liệu trực tiếp chịu mài. Ngoài ra, khả năng chịu mài mòn của bê tông cát mịn có thể được nâng cao nhờ sử dụng các cốt liệu lớn có sức kháng mài tốt như đá bazan, granit, đá vôi cường độ cao và khi tăng mật độ của chúng trong bê tông. Trong điều kiện ưu tiên sử dụng cốt liệu lớn khai thác tại chỗ, việc tăng mật độ của chúng (giảm hệ số dư vữa) lại kéo theo việc giảm cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông (R_{ku}) thì giải pháp sử dụng một phần mặt đá từ chính các mỏ sản xuất cốt liệu lớn sẽ là phương án đáp ứng kỹ thuật và khả thi hơn cả trong thực tế.

> Như vậy, việc nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn (R_{ku}) và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn để làm mặt đường bê tông xi măng trong đề tài này được dựa trên giả thiết khoa học chính là:

- Sử dụng phụ gia giảm nước mạnh (phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate) để nâng cao đồng thời cường độ chịu kéo khi uốn và cường độ chịu nén của bê tông;
- Sử dụng một phần mặt đá phối hợp với cát mịn để nâng cao khả năng chống mài mòn và một phần cường độ chịu kéo khi uốn cho bê tông.

1.5. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu của luận án là nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn dùng làm mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I.

1.6. Đối tượng và nội dung nghiên cứu

1.6.1. Đối tượng nghiên cứu

Bê tông sử dụng cát mịn và sử dụng cát mịn phối hợp với mặt đá vôi làm mặt đường BTXM thi công theo phương pháp đầm rung bình thường, cụ thể là: a) Bê tông sử dụng cát mịn: cường độ chịu kéo khi uốn lớn hơn 4,5 MPa, độ mài mòn có giá trị đạt được từ $(0,3 \div 0,6)$ g/cm² dùng cho mặt đường BTXM đường cấp IV trở xuống và sân bãi; b) Bê tông sử dụng mặt đá vôi phối hợp cát mịn theo tỷ lệ hợp lý: cường độ chịu kéo khi uốn lớn hơn 5,0 MPa, độ mài mòn nhỏ hơn 0,3 g/cm² dùng cho mặt đường BTXM tới đường cấp I.

1.6.2. Nội dung nghiên cứu:

- Nghiên cứu tổng quan về tình hình nghiên cứu và sử dụng bê tông cát mịn trên thế giới và ở Việt Nam để xây dựng các vấn đề khoa học cần giải quyết.
- Nghiên cứu cơ sở lý luận nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu lựa chọn các vật liệu đầu vào.

- Nghiên cứu nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu một số tính chất của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.
- Nghiên cứu ứng dụng thực tế và đánh giá hiệu quả kinh tế của bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM.

Chương 2: VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

- + Xi măng: PCB40 Nghi Sơn; (PC40 Bút Sơn: dùng để thí nghiệm hiệu quả giảm nước của phụ gia siêu dẻo theo TCVN 8826:2011);
- + Cốt liệu lớn: Đá ($D_{max}=20\text{mm}$) - Đồng Ao – Hà Nam;
- + Mạt đá: M (<5mm) - Hà Nam;
- + Cốt liệu nhỏ: Cát mịn: C1 ($M_{dl}=1,2$); C2 ($M_{dl}=1,6$); C3 ($M_{dl}=1,9$) - Sông Hồng; Cát thô: CV ($M_{dl}=2,5$) - Sông Lô;
- + Phụ Gia: Daltonmat-RDHP, của hãng Spemat Việt Nam;
- + Nước máy: Hà Nội.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Các phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn

TCVN 6017:2015 (ISO 9597:2008); TCVN 6016:2011 (ISO 679:2009); TCVN 4030:2003; TCVN 7572-2:2006; TCVN 4506:2012; TCVN 7572-4:2006, ASTM C469-10; TCVN 3016:1993; TCVN 3015:1993; TCVN 3108:1993; TCVN 3109:1993; ASTM C231-10; TCVN 3114:1993; TCVN 3116:1993; TCVN 3118:1993; TCVN 3119:1993; TCVN 3120:1993; TCVN 8864:2011; TCVN 8867:2011; TCVN 8866:2011.

2.2.2. Các phương pháp thí nghiệm phi tiêu chuẩn

- Xác định mất nước và độ co mềm của hỗn hợp bê tông được xác định dựa trên tiêu chuẩn TCVN 9204 : 2012, với một số điều chỉnh nhất định.
- Xác định độ co khô của bê tông dựa trên tiêu chuẩn ASTM C157/157M-08, với một số điều chỉnh nhất định.

Chương 3: NÂNG CAO CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO KHI UỐN VÀ KHẢ NĂNG CHỐNG MÀI MÒN CỦA BÊ TÔNG CÁT MỊN ĐỐI VỚI MẶT ĐƯỜNG BTXM

Cường độ chịu kéo khi uốn là một tính chất quan trọng đối với mặt đường bê tông xi măng. Ở Việt Nam hiện nay việc lựa chọn thành phần bê tông đáp ứng yêu cầu về cường độ chịu kéo khi uốn được thực hiện theo Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD. Theo đó, cấp phối bê tông vẫn được lựa chọn theo tương quan với cường độ chịu nén dựa trên công thức Bolomey-Skramtaev (1):

$$R_b = A \cdot R_x \cdot \left(\frac{X}{N} + B \right) \quad (1)$$

Trong đó: R_b , R_x - Cường độ bê tông và xi măng; X, N - Lượng dùng xi măng và nước; A - Hệ số chất lượng vật liệu; B - Hệ số phương trình.

Khi thiết kế thành phần theo cường độ chịu nén, giá trị R_b , R_x là cường độ chịu nén của bê tông và xi măng, hệ số B được lấy bằng $\pm 0,5$ phụ thuộc vào tỷ lệ X/N, hệ số A được xác định theo bảng tra tùy thuộc chất lượng vật liệu sử dụng.

Theo Y.M.Bazenov, công thức (1) cũng có thể được dùng để lựa chọn thành phần

bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn. Khi đó R_b , R_x là cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông và xi măng, hệ số B được lấy bằng -0,2, hệ số A lấy theo bảng tra. Tuy nhiên, các giá trị tra bảng đề xuất trong (1) được xây dựng dựa trên số liệu thí nghiệm xi măng theo phương pháp vữa dẻo và sử dụng vật liệu tại Liên Xô (cũ). Do đó, các hệ số này có khả năng sẽ không phù hợp với tình hình thực tế hiện nay tại Việt Nam. Bên cạnh đó, khi thiết kế thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn cần chú ý tới hệ số dư vữa (hệ số dư vữa hợp lý nên tăng thêm khoảng $0,15 \div 0,20$ so với khi thiết kế theo cường độ chịu nén). Khi tăng hệ số dư vữa tính công tác hỗn hợp bê tông sẽ bị suy giảm, do đó cần khuyến cáo lựa chọn lượng nước ban đầu phù hợp để đảm bảo tính công tác. Mặt khác, sử dụng cát mịn trong bê tông thì cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông bị suy giảm so với khi sử dụng cát thô. Để nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn và khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn tương đương cát thô, đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường BTXM tới đường cấp I, thì việc sử dụng phụ gia giảm nước, gia tăng hệ số dư vữa và bổ sung hạt đá phối hợp cát mịn là thực sự cần thiết.

3.1. Tính chất của hỗn hợp bê tông

3.1.1. Lựa chọn thành phần bê tông nghiên cứu

Luận án đã sử dụng cùng loại xi măng PCB40 Nghi Sơn, đá ($D_{max}=20\text{mm}$), phụ gia siêu dẻo Daltonmat-RDHP, cát mịn (C1,C2,C3), cát thô (CV), hạt đá vôi (M) phối hợp cát mịn theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng hạt đá. Tính công tác, R_{ku} , lượng dùng xi măng và tỷ lệ N/X theo khuyến cáo theo Quyết định số 1951/QĐ-BGTVT. Để đảm bảo phù hợp với điều kiện thực tế thi công, thì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong nghiên cứu không phải ngay sau khi trộn mà phải tính đến tổn thất độ sụt theo khoảng cách vận chuyển, điều kiện thời tiết và thời gian thi công, nên tính công tác trong nghiên cứu được sử dụng cao hơn so với yêu cầu đối với mặt đường BTXM. Do đó, lượng xi măng được lựa chọn bằng 350kg/m^3 , tỷ lệ phụ gia theo khuyến cáo của nhà sản xuất bằng 1% khối lượng xi măng, tỷ lệ X/N=1,80;2,00 và 2,30. Ứng với một tỷ lệ X/N và mô đun độ lớn của cát thì các cấp phối thí nghiệm được thiết kế với hai hệ số dư vữa hợp lý khác nhau cho R_n và R_{ku} tra bảng theo TCXD 127:1985 và Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD. Trong đó, hệ số dư vữa hợp lý theo cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông (R_{ku}) được chọn cao hơn so với cường độ chịu nén của bê tông (R_n) từ 0,15 đến 0,20. Trên cơ sở các mẻ trộn và khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn và bê tông sử dụng cát mịn phối hợp hạt đá, đã tính toán thành phần bê tông thực tế và kết quả nghiên cứu được trình bày ở Bảng (3.1, 3.2).

3.1.1.1. Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn

Bảng 3.1. Thành phần bê tông sử dụng (cát mịn, cát thô) nghiên cứu

TT	KH	Lượng dùng vật liệu, kg/m^3					Thông số cấp phối		
		XM	Nước	Cát	Đá	PG	M_{dl}	K_d	X/N
1	CP1	349	193	642	1217	3,49	1,6	1,37	1,80
2	CP2	347	193	707	1143	3,47	1,6	1,53	1,80
3	CP3	347	174	613	1291	3,47	1,6	1,23	2,00
4	CP4	345	173	685	1205	3,45	1,6	1,39	2,00

5	CP5	347	151	672	1288	3,47	1,6	1,23	2,30
6	CP6	344	149	742	1199	3,44	1,6	1,41	2,30
7	CP7	346	173	564	1332	3,46	1,2	1,16	2,00
8	CP8	344	172	647	1237	3,44	1,2	1,33	2,00
9	CP9	346	173	692	1208	3,46	1,9	1,39	2,00
10	CP10	344	172	754	1130	3,44	1,9	1,56	2,00
11	CP11	347	174	697	1212	3,47	2,5	1,38	2,00
12	CP12	345	172	759	1134	3,45	2,5	1,55	2,00

3.1.1.2. Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá với

Bảng 3.2. Thành phần bê tông sử dụng (cát mịn phối hợp mật đá, cát thô) nghiên cứu

TT	KH	Lượng dùng vật liệu, kg/m ³						Thông số cấp phối				
		XM	Nước	M	Cát	Đá	PG	M _{dl}	M _{dlhh}	M/CLN	K _d	X/N
1	CPM1	348	174	280	420	1214	3,48	1,2	2,2	0,40	1,38	2,00
2	CPM2	347	173	307	460	1141	3,47	1,2	2,2	0,40	1,54	2,00
3	CPM3	349	174	282	423	1217	3,49	1,6	2,4	0,40	1,37	2,00
4	CPM4	348	174	309	463	1145	3,48	1,6	2,4	0,40	1,53	2,00
5	CPM5	349	174	283	425	1217	3,49	1,9	2,6	0,40	1,37	2,00
6	CPM6	349	174	311	466	1147	3,49	1,9	2,6	0,40	1,52	2,00
7	CP11	347	174	--	697	1212	3,47	2,5	--	--	1,38	2,00
8	CP12	345	172	--	759	1134	3,45	2,5	--	--	1,55	2,00

3.1.2. Quan hệ lượng giữa lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông

3.1.2.1. Quan hệ giữa lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ sụt của hỗn hợp bê tông có xu hướng giảm khi tăng hệ số dư vữa. Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông ít chịu ảnh hưởng của chủng loại cát mà chỉ phụ thuộc vào mô đun độ lớn của cát. Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông sử dụng các loại cát khác nhau trong nghiên cứu thì chênh lệch không nhiều. Mô đun độ lớn của cát có ảnh hưởng đáng kể đến tương quan giữa lượng dùng nước và độ sụt của hỗn hợp bê tông. Lượng nước trộn để đạt cùng độ sụt có xu hướng tăng dần theo chiều giảm mô đun độ lớn của cát. Trên cơ sở kết quả thí nghiệm trên, kết hợp với khuyến cáo của Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD, có thể hình thành Bảng 3.6 tham khảo chọn lượng nước sơ bộ ban đầu cần cho 1 m³ bê tông sử dụng cát mịn khi dùng phụ gia siêu dẻo cho các thành phần bê tông làm đường BTXM (ưu tiên cho cường độ chịu kéo khi uốn) như sau:

Bảng 3.6. Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1 m³ bê tông, lít

TT	Độ sụt, cm	Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn D _{max} =20mm		
		Mô đun độ lớn của cát, M _{dl}		
		1,2	1,6	1,9
1	1 ÷ 2	157	152	148
2	3 ÷ 4	163	158	154

3.1.2.2. *Quan hệ giữa lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá vôi*

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ sụt của hỗn hợp bê tông có xu hướng giảm khi tăng hệ số dư vữa. Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông ít chịu ảnh hưởng của chủng loại cát mà chỉ phụ thuộc vào mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mật đá. Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá trong nghiên cứu thì chênh lệch không nhiều. Mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mật đá có ảnh hưởng đáng kể đến tương quan giữa lượng dùng nước và độ sụt của hỗn hợp bê tông. Lượng nước trộn để đạt cùng độ sụt có xu hướng tăng dần theo chiều giảm mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mật đá.

3.1.3. **Khả năng duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông**

3.1.3.1. *Khả năng duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn*

Kết quả nghiên cứu cho thấy sau 60 phút, độ sụt của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn suy giảm theo thời gian khoảng 3cm, sử dụng cát thô suy giảm khoảng 2cm.

3.1.3.2. *Khả năng duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá vôi*

Kết quả nghiên cứu cho thấy sau 60 phút độ sụt của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá suy giảm theo thời gian khoảng 2cm tương đương sử dụng cát thô cùng mô đun độ lớn.

3.1.4. **Phân tầng của hỗn hợp bê tông**

3.1.4.1. *Phân tầng của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn*

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ tách nước của hỗn hợp bê tông có giá trị bằng 0%, độ tách vữa của hỗn hợp bê tông có xu hướng tăng dần theo chiều giảm của mô đun độ lớn của cát, theo chiều tăng của hệ số dư vữa, độ tách vữa của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn có giá trị từ (1,8÷2,8)% và sử dụng cát thô có giá trị bằng 0 % đều đạt yêu cầu kỹ thuật trong giới hạn cho phép theo TCVN 9340:2012. Độ tách vữa của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn tăng theo chiều tăng hệ số dư vữa.

3.1.4.2. *Phân tầng của hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá vôi*

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ tách nước của hỗn hợp bê tông có giá trị bằng 0%, sử dụng mật đá phối hợp cát mịn đã hạn chế được hiện tượng tách vữa của hỗn hợp bê tông so với khi sử dụng riêng cát mịn, đó là hiện tượng tách vữa không xảy ra (độ tách vữa có giá trị bằng 0 %), đồng nghĩa với việc có thể nâng cao được khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn.

3.2. **Tính chất của bê tông**

3.2.1. **Quan hệ cường độ chịu nén của bê tông với cường độ chịu nén của xi măng và tỷ lệ X/N**

Phân tích kết quả thí nghiệm ở Liên Xô (cũ) khuyến cáo lấy giá trị hệ số B bằng - 0,5 khi tỷ lệ X/N < 2,5 và bằng +0,5 khi tỷ lệ X/N > 2,5. Công thức (1) có dạng:

$$R_b^n = A_n \cdot R_x^n \cdot \left(\frac{X}{N} \pm 0,5 \right) \quad (2)$$

Trong đó: R_b^n , R_x^n - Cường độ chịu nén của bê tông và xi măng, MPa; A_n - Hệ số chất lượng vật liệu theo cường độ chịu nén; X, N- Lượng xi măng và nước trong 1 m³ bê

tông, kg. Nghiên cứu trên cũng cho thấy hệ số A_n phụ thuộc vào chất lượng vật liệu sử dụng được đề xuất bằng 0,55;0,60;0,65 (khi $X/N < 2,5$) và bằng 0,37;0,40;0,43 (khi $X/N > 2,5$), ứng với bê tông sử dụng vật liệu chất lượng kém, trung bình và tốt. Sử dụng các vật liệu ở Việt Nam, đã xác định hệ số A_n (khi $X/N < 2,5$) có giá trị bằng 0,50; 0,55; 0,60 và (khi $X/N > 2,5$) có giá trị bằng 0,32; 0,35; 0,38 ứng với bê tông sử dụng vật liệu chất lượng kém, trung bình và tốt. Một số nghiên cứu khác cũng đã đề xuất hệ số A_n có giá trị (khi $X/N < 2,5$) bằng 0,45; 0,50; 0,54 và (khi $X/N > 2,5$) bằng 0,29; 0,32; 0,34, ứng với bê tông sử dụng vật liệu chất lượng kém, trung bình và tốt. Các nghiên cứu trước đó với cát mịn tại Việt Nam đã được sử dụng làm cơ sở để khuyến cáo lấy giá trị hệ số $B=0,5$, còn hệ số A_n tương ứng với chất lượng vật liệu kém, trung bình và tốt bằng 0,46; 0,52; 0,60 với cát có mô đun độ lớn từ $(0,7 \div 1,1)$ và bằng 0,49; 0,55; 0,62 với cát có mô đun độ lớn từ $(1,2 \div 2,0)$.

3.2.1.1. Quan hệ cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát mịn với cường độ chịu nén của xi măng và tỷ lệ X/N

Có thể thấy rằng, mặc dù các nghiên cứu đều sử dụng công thức (2) làm cơ sở phục vụ cho việc lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu nén (R_n), tuy nhiên các hệ số đề xuất có sự khác biệt là đáng kể. Do đó, việc nghiên cứu, bổ sung các số liệu xác định các hệ số tính toán sẽ có ý nghĩa thực tiễn cao và được đề cập tới trong nghiên cứu của luận án. Để kiểm tra các hệ số của công thức (2), luận án đã tiến hành thí nghiệm các cấp phối trong Bảng 3.1, kết quả nghiên cứu được trình bày trong Bảng 3.13.

Bảng 3.13. Quan hệ cường độ chịu nén của bê tông sử dụng (cát mịn, cát thô) và tỷ lệ X/N

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	KLTT, kg/m ³	ĐS, cm	Cường độ chịu nén, ở độ tuổi, ngày, MPa		
							3	7	28
							1	CP1	1,6
2	CP2	1,6	1,53	1,80	2390	16,5	15,7	28,7	32,5
3	CP3	1,6	1,23	2,00	2420	11,0	19,3	35,6	40,5
4	CP4	1,6	1,39	2,00	2400	9,5	18,1	33,5	38,9
5	CP5	1,6	1,23	2,30	2450	8,0	33,5	45,5	50,8
6	CP6	1,6	1,41	2,30	2430	7,5	32,1	43,2	49,7
7	CP7	1,2	1,16	2,00	2410	10,0	17,3	31,2	35,1
8	CP8	1,2	1,33	2,00	2400	7,5	16,2	29,9	34,0
9	CP9	1,9	1,39	2,00	2420	12,5	21,4	39,5	44,1
10	CP10	1,9	1,56	2,00	2400	10,5	20,5	38,1	43,2
11	CP11	2,5	1,38	2,00	2430	14,5	22,8	43,1	47,7
12	CP12	2,5	1,55	2,00	2410	13,5	22,1	42,5	46,6

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, đã sử dụng cấp phối bê tông CP (1,3,5) có hệ số dư vừa ưu tiên cho R_n và dùng công thức (2), hệ số B được giữ cố định bằng - 0,5. Khi giữ cố định hệ số B, thì ứng với mỗi cấp (R_n - tỷ lệ X/N), có thể xác định được một hệ số A_n . Kết quả xác định hệ số A_n cho từng cấp giá trị và giá trị cho mỗi phương án vật liệu ở độ tuổi 28 ngày khác nhau, được trình bày tại Bảng (3.14, 3.15).

Bảng 3.14. Hệ số A_n với cát mịn C2 và tỷ lệ (X/N = 1,80; 2,00; 2,30)

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	Hệ số A_n
1	CP1	1,6	1,37	1,80	0,51
2	CP3	1,6	1,23	2,00	0,54
3	CP5	1,6	1,23	2,30	0,57

Kết quả nghiên cứu Bảng 3.14, cho thấy với cùng $M_{dl}=1,6$ và tỷ lệ X/N thay đổi từ (1,80÷2,30) thì hệ số A_n có giá trị bằng 0,51; 0,54; 0,57. Do đó, có thể chọn giá trị A_n trung bình bằng 0,54 (tương ứng tỷ lệ X/N = 2,00), tỷ lệ X/N này được dùng để nghiên cứu các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng cát có mô đun độ lớn khác nhau, để từ đó xác định hệ số A_n phục vụ công việc thiết kế lựa chọn thành phần bê tông theo R_n .

Bảng 3.15. Hệ số A_n với các loại cát có mô đun độ lớn khác nhau và cùng tỷ lệ X/N = 2,00

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	Hệ số A_n
1	CP7	1,2	1,16	2,00	0,47
2	CP3	1,6	1,23	2,00	0,54
3	CP9	1,9	1,39	2,00	0,59
4	CP11	2,5	1,38	2,00	0,64

Kết quả nghiên cứu Bảng 3.15, cho thấy hệ số A_n có xu hướng giảm khi giảm mô đun độ lớn của cát. Hệ số A_n tăng khi tỷ lệ X/N tăng và có sự thay đổi đáng kể theo mô đun độ lớn của cát. Các giá trị hệ số A_n này có thể được tham khảo sử dụng trong lựa chọn thành phần bê tông cho mặt đường BTXM. Với hệ số A_n khuyến cáo trên thì khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông đường có tỷ lệ (R_n/R_{ku}), MPa là: 40/5,5 và 50/6,0 tương ứng với tương quan tỷ lệ R_n/R_{ku} đạt tới mức theo cấp 2.

3.2.1.2. *Quan hệ cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá với cường độ chịu nén của xi măng và tỷ lệ X/N*

Để kiểm tra các hệ số của công thức (2), đã tiến hành thí nghiệm các cấp phối trong Bảng 3.2, kết quả nghiên cứu được trình bày trong Bảng 3.16.

Bảng 3.16. Quan hệ cường độ chịu nén của bê tông sử dụng (cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) và tỷ lệ X/N

TT	KH	M_{dl}	M_{dlhh}	K_d	X/N	KLTT, kg/m ³	ĐS, cm	Cường độ chịu nén, ở độ tuổi, ngày, MPa		
								3	7	28
1	CPM1	1,2	2,2	1,38	2,00	2430	10,0	21,3	38,8	43,7
2	CPM2	1,2	2,2	1,54	2,00	2420	9,0	20,4	37,4	42,8
3	CPM3	1,6	2,4	1,37	2,00	2440	11,0	22,1	40,4	45,6
4	CPM4	1,6	2,4	1,53	2,00	2430	10,0	21,2	38,5	44,5
5	CPM5	1,9	2,6	1,37	2,00	2440	13,0	23,2	42,1	47,8
6	CPM6	1,9	2,6	1,52	2,00	2440	11,5	22,1	40,8	46,3
7	CP11	2,5	--	1,38	2,00	2430	14,5	22,8	43,1	47,7
8	CP12	2,5	--	1,55	2,00	2410	13,5	22,1	42,5	46,6

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, đã sử dụng cấp phối bê tông CPM (1,3,5), CP11 có hệ số dư vữa ưu tiên cho R_n và dùng công thức (2) (hệ số B được giữ cố định bằng - 0,5). Khi giữ cố định hệ số B, thì ứng với mỗi cấp (R_n - tỷ lệ X/N), có thể xác định được một hệ số A_n . Kết quả xác định hệ số A_n cho từng cấp giá trị và giá trị cho mỗi phương án vật liệu ở độ tuổi 28 ngày khác nhau được trình bày tại Bảng 3.17.

Bảng 3.17. Hệ số A_n với các loại cát mịn có mô đun độ lớn khác nhau phối hợp mặt đá, cát thô và cùng tỷ lệ X/N = 2,00

TT	KH	M_{dl}	M_{dlhh}	K_d	X/N	Hệ số A_n
1	CPM1	1,2	2,2	1,38	2,00	0,59
2	CPM3	1,6	2,4	1,37	2,00	0,61
3	CPM5	1,9	2,6	1,37	2,00	0,64
4	CP11	2,5	--	1,38	2,00	0,64

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số A_n có xu hướng giảm khi giảm mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá. Hệ số A_n (bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá) cao hơn so với hệ số A_n (bê tông sử dụng cát mịn). Hệ số A_n tăng khi tỷ lệ X/N tăng và có sự thay đổi đáng kể theo mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá. Các giá trị hệ số A_n này có thể được tham khảo sử dụng trong lựa chọn thành phần bê tông cho mặt đường BTXM khi sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá. Với hệ số A_n khuyến cáo trên thì khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông đường có tỷ lệ (R_n/R_{ku}), MPa là: 40/5,5 và 50/6,0 tương ứng với tương quan tỷ lệ R_n/R_{ku} đạt tới mức theo cấp 2.

3.2.2. Quan hệ cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông với cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng và tỷ lệ X/N

Theo Y.M. Bazenov, để lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn, hệ số B được lấy giá trị bằng - 0,2. Công thức (1) có dạng:

$$R_b^{ku} = A_{ku} \cdot R_x^{ku} \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,2\right) \quad (3)$$

Trong đó: R_b^{ku} , R_x^{ku} - Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông và xi măng, MPa; A_{ku} - Hệ số chất lượng vật liệu theo cường độ chịu kéo khi uốn; X, N - Lượng xi măng và nước trong 1 m³ bê tông, kg. Trong đó hệ số A_{ku} thay đổi phụ thuộc vào chất lượng vật liệu sử dụng. Có thể thấy rằng, mặc dù các nghiên cứu đều sử dụng công thức (3) làm cơ sở phục vụ cho việc lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn (R_{ku}), tuy nhiên hệ số đề xuất có sự khác biệt đáng kể. Do đó, việc nghiên cứu, bổ sung các số liệu xác định các hệ số tính toán có ý nghĩa thực tiễn cao và được đề cập tới trong nghiên cứu của luận án.

3.2.2.1. Quan hệ cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn với cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng và tỷ lệ X/N

Để kiểm tra các hệ số của công thức (3), luận án đã tiến hành thí nghiệm các cấp phối trong Bảng 3.1, kết quả được trình bày trong Bảng 3.18.

Bảng 3.18. Quan hệ cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng (cát mịn, cát thô) và tỷ lệ X/N

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	KLTT, kg/m ³	ĐS, cm	Cường độ chịu kéo khi uốn, ở độ tuổi, ngày, MPa
----	----	----------	-------	-----	-------------------------	--------	---

							3	7	28
1	CP1	1,6	1,37	1,80	2400	17,0	3,35	3,93	5,52
2	CP2	1,6	1,53	1,80	2390	16,5	3,96	4,34	5,78
3	CP3	1,6	1,23	2,00	2420	11,0	4,13	5,06	6,24
4	CP4	1,6	1,39	2,00	2400	9,5	4,21	5,34	6,51
5	CP5	1,6	1,23	2,30	2450	8,0	5,36	7,31	8,20
6	CP6	1,6	1,41	2,30	2430	7,5	5,73	7,47	8,45
7	CP7	1,2	1,16	2,00	2410	10,0	3,64	4,53	5,97
8	CP8	1,2	1,33	2,00	2400	7,5	3,95	4,81	6,29
9	CP9	1,9	1,39	2,00	2420	12,5	4,43	5,53	6,76
10	CP10	1,9	1,56	2,00	2400	10,5	4,57	5,72	7,02
11	CP11	2,5	1,38	2,00	2430	14,5	4,95	5,98	7,50
12	CP12	2,5	1,55	2,00	2410	13,5	5,20	6,29	7,72

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, đã sử dụng cấp phối bê tông CP (2,4,6) có hệ số dư vừa ưu tiên cho R_{ku} và dùng công thức (3), hệ số B được giữ cố định bằng -0,2. Khi giữ cố định hệ số B, với mỗi cặp (R_{ku} - tỷ lệ X/N), có thể xác định được một hệ số A_{ku} . Kết quả xác định hệ số A_{ku} cho từng cặp giá trị và giá trị cho mỗi phương án vật liệu ở độ tuổi 28 ngày khác nhau, được trình bày tại Bảng (3.19, 3.20).

Bảng 3.19. Hệ số A_{ku} với cát mịn C2 và tỷ lệ (X/N = 1,80; 2,00; 2,30)

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	Hệ số A_{ku}
1	CP2	1,6	1,53	1,80	0,40
2	CP4	1,6	1,39	2,00	0,41
3	CP6	1,6	1,41	2,30	0,45

Kết quả nghiên cứu ở Bảng 3.19, cho thấy với cùng $M_{dl}=1,6$ và tỷ lệ X/N thay đổi từ (1,80÷2,30) thì hệ số A_{ku} có giá trị bằng 0,40; 0,41; 0,45. Do đó, có thể chọn giá trị hệ số A_{ku} trung bình bằng 0,41 (tương ứng tỷ lệ X/N=2,00), tỷ lệ X/N này được dùng để nghiên cứu các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng cát có mô đun độ lớn khác nhau, để từ đó xác định hệ số A_{ku} phục vụ công việc thiết kế lựa chọn thành phần bê tông theo R_{ku} . Tỷ lệ (X/N=2,00) này phù hợp với tỷ lệ X/N đã được lựa chọn khi xác định giá trị hệ số A_n tại mục 3.2.1.1 và lựa chọn trong thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá ở mục 3.1.1.2.

Bảng 3.20. Hệ số A_{ku} với các loại cát có mô đun độ lớn khác nhau và cùng tỷ lệ X/N = 2,00

TT	KH	M_{dl}	K_d	X/N	Hệ số A_{ku}
1	CP8	1,2	1,33	2,00	0,39
2	CP4	1,6	1,39	2,00	0,41
3	CP10	1,9	1,56	2,00	0,44
4	CP12	2,5	1,55	2,00	0,48

Kết quả nghiên cứu Bảng 3.20, cho thấy hệ số A_{ku} có xu hướng giảm khi giảm mô đun độ lớn của cát. Hệ số A_{ku} tăng khi tỷ lệ X/N tăng và có sự thay đổi đáng kể theo mô đun độ lớn của cát. Các giá trị hệ số A_{ku} này có thể được tham khảo sử dụng trong lựa chọn thành phần bê tông cho mặt đường BXTM. Với hệ số A_{ku} khuyến cáo trên khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông đường có tỷ lệ (R_n/R_{ku} , MPa) là: 40/5,5 và 50/6,0 ứng với tương quan tỷ lệ

(R_n/R_{ku}) đạt tới mức theo cấp 2. Có thể thấy rằng khi hệ số dư vừa tăng thì R_{ku} của bê tông sử dụng cát mịn có xu hướng tăng. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu trên có thể đưa ra khuyến cáo và bảng lựa chọn hệ số chất lượng vật liệu (A_n, A_{ku}) để tham khảo ứng dụng trong thực tiễn tính toán lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn cho đường khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo, được trình bày cụ thể như sau:

❖ Khi thiết kế lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn theo cường độ chịu nén thì sử dụng hệ số dư vừa hợp lý tra bảng. Sử dụng công thức:

$$R_b^n = A_n \cdot R_x^n \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,5\right) \quad (4) \quad (\text{với hệ số chất lượng vật liệu } A_n \text{ tra theo Bảng 3.15}).$$

❖ Khi thiết kế lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn theo cường độ chịu kéo khi uốn nên sử dụng hệ số dư vừa cao hơn so với giá trị tra bảng từ 0,15 đến 0,20. Sử dụng công thức:

$$R_b^{ku} = A_{ku} \cdot R_x^{ku} \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,2\right) \quad (5) \quad (\text{với hệ số chất lượng vật liệu } A_{ku} \text{ tra theo Bảng 3.20}).$$

3.2.2.2. Quan hệ cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá với với cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng và tỷ lệ X/N

Để kiểm tra các hệ số của công thức (3), luận án đã tiến hành thí nghiệm các cấp phối trong Bảng 3.2, kết quả được trình bày trong Bảng 3.21.

Bảng 3.21. Quan hệ cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng (cát mịn phối hợp mật đá, cát thô) và tỷ lệ X/N

TT	KH	M_{dl}	M_{dlhh}	K_d	X/N	KLTT, kg/m^3	ĐS, cm	Cường độ chịu kéo khi uốn, ở độ tuổi, ngày, MPa		
								3	7	28
1	CPM1	1,2	2,2	1,38	2,00	2430	10,0	4,70	5,94	7,62
2	CPM2	1,2	2,2	1,54	2,00	2420	9,0	5,05	6,31	8,01
3	CPM3	1,6	2,4	1,37	2,00	2440	11,0	4,89	6,19	7,95
4	CPM4	1,6	2,4	1,53	2,00	2430	10,0	5,21	6,57	8,35
5	CPM5	1,9	2,6	1,37	2,00	2440	13,0	5,09	6,43	8,25
6	CPM6	1,9	2,6	1,52	2,00	2440	11,5	5,42	6,84	8,68
7	CP11	2,5	--	1,38	2,00	2430	14,5	4,95	5,98	7,50
8	CP12	2,5	--	1,55	2,00	2410	13,5	5,20	6,29	7,72

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, đã sử dụng cấp phối bê tông CPM (2,4,6), CP12 có hệ số dư vừa ưu tiên cho R_{ku} và dùng công thức (3) (hệ số B được giữ cố định bằng - 0,2). Khi giữ cố định hệ số B, với mỗi cặp (R_{ku} - tỷ lệ X/N), có thể xác định được một hệ số A_{ku} . Kết quả xác định hệ số A_{ku} cho từng cặp giá trị và giá trị cho mỗi phương án vật liệu ở độ tuổi 28 ngày khác nhau được trình bày tại Bảng 3.22.

Bảng 3.22. Hệ số A_{ku} với các loại cát mịn có mô đun độ lớn khác nhau phối hợp với mật đá, cát thô và cùng tỷ lệ X/N = 2,00

TT	KH	M_{dl}	M_{dlhh}	K_d	X/N	Hệ số A_{ku}
1	CPM2	1,2	2,2	1,54	2,00	0,50
2	CPM4	1,6	2,4	1,53	2,00	0,52

3	CPM6	1,9	2,6	1,52	2,00	0,54
4	CP12	2,5	--	1,55	2,00	0,48

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số A_{ku} có xu hướng giảm khi giảm mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá. Hệ số A_{ku} (bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá) cao hơn hệ số A_{ku} (bê tông sử dụng cát mịn). Hệ số A_{ku} tăng khi tỷ lệ X/N tăng và có sự thay đổi lớn khi thay đổi mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá. Các giá trị này có thể được sử dụng tham khảo trong lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá cho mặt đường BTXM. Với hệ số A_{ku} khuyến cáo trên thì khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông đường có tỷ lệ (R_n/R_{ku} , MPa) là: 40/5,5 và 50/6,0 ứng với tương quan tỷ lệ (R_n/R_{ku}) đạt tới mức theo cấp 2. Có thể thấy rằng khi hệ số dư vừa tăng thì R_{ku} của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá cũng có xu hướng tăng. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu trên có thể đưa ra khuyến cáo và bảng lựa chọn hệ số chất lượng vật liệu (A_n , A_{ku}) để tham khảo ứng dụng trong thực tiễn tính toán thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá cho đường khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo, được trình bày cụ thể như sau:

❖ Khi thiết kế lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá theo cường độ chịu nén thì sử dụng hệ số dư vừa hợp lý tra bảng. Sử dụng công thức (4), với hệ số chất lượng vật liệu A_n tra theo Bảng 3.17.

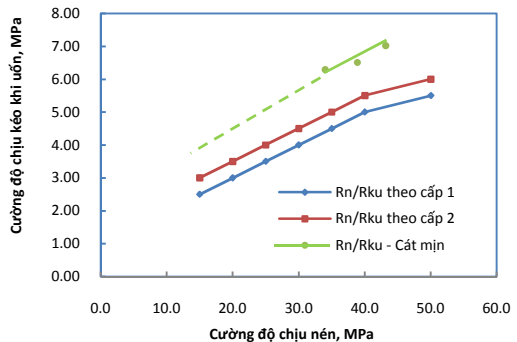
❖ Khi thiết kế lựa chọn thành phần bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá theo cường độ chịu kéo khi uốn nên sử dụng hệ số dư vừa cao hơn so với giá trị tra bảng từ 0,15 đến 0,20. Sử dụng công thức (5), với hệ số chất lượng vật liệu A_{ku} tra theo Bảng 3.22.

3.2.3. Tương quan cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn và bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá vôi

3.2.3.1. Kiểm chứng khả năng nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn

Luận án đã tiến hành sử dụng một số cấp phối đại diện CP (8,4,10) trong Bảng 3.1, tham khảo kết quả trong Bảng 3.2 của tài liệu Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD. Kết quả được trình bày tại Hình 3.18. Kết quả kiểm chứng cho thấy tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn nằm trên vùng sử dụng theo cấp 2.

Điều đó chứng tỏ rằng với việc sử dụng xi măng PCB40, phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate,

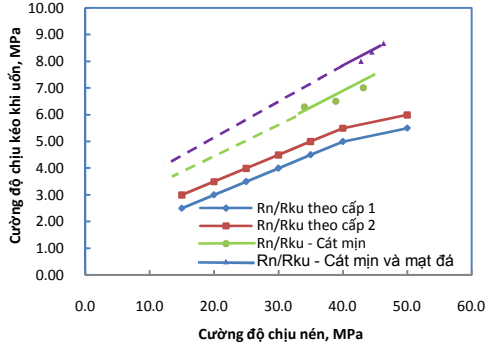


Hình 3.18. Tương quan tỷ lệ R_n/R_{ku} của bê tông sử dụng cát mịn ở tuổi 28 ngày

và gia tăng hệ số dư vữa, hoàn toàn có thể nâng cao được cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn tương đương cát thô cùng mô đun độ lớn, đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật theo cường độ chịu kéo khi uốn cho bê tông làm đường tới đường cấp I.

3.2.3.2. So sánh cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn và bê tông sử dụng cát mịn phối hợp hạt đá với

Luận án đã tiến hành sử dụng một số cấp phối đại diện CP (8,4,10) trong Bảng 3.1, CPM (2,4,6) trong Bảng 3.2 và tham khảo kết quả tại Bảng 3.2 của Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD, để so sánh khả năng nâng cao cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn và bê tông sử dụng cát mịn phối hợp hạt đá. Kết quả được trình bày tại Hình 3.19.



Hình 3.19. Tương quan tỷ lệ R_n/R_{ku} của bê tông sử dụng (cát mịn, cát mịn phối hợp hạt đá) ở tuổi 28 ngày

Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ (R_n/R_{ku}) của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp hạt đá cao hơn so với bê tông sử dụng cát mịn và nằm trên vùng theo cấp 2. Điều này minh chứng rằng với việc sử dụng xi măng PCB40, phụ gia siêu dẻo góc polycarboxylate, cát mịn phối hợp hạt đá (tỷ lệ thay thế 40% cát mịn) và gia tăng hệ số dư vữa, có thể nâng cao được cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp hạt đá, đồng thời đạt được giá trị cao hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn hoặc cát thô. Đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật theo cường độ chịu kéo khi uốn cho bê tông làm đường tới đường cấp I.

3.2.4. Độ mài mòn của bê tông

3.2.4.1. Độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn

Độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn được nghiên cứu trên các cấp phối CP (7,8,3,4,9,10,11,12) trong Bảng 3.1. Kết quả độ mài mòn của bê tông được trình bày trong Bảng 3.24.

Bảng 3.24. Kết quả độ mài mòn của bê tông sử dụng (cát mịn, cát thô) ở tuổi 28 ngày

TT	KH	M_{dl}	K_{dl}	Độ mài mòn, g/cm^2
1	CP7	1,2	1,16	0,40
2	CP8	1,2	1,33	0,45
3	CP3	1,6	1,23	0,39
4	CP4	1,6	1,39	0,44
5	CP9	1,9	1,39	0,31
6	CP10	1,9	1,56	0,33
7	CP11	2,5	1,38	0,20
8	CP12	2,5	1,55	0,24

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi mô đun độ lớn của cát tăng thì độ mài mòn của bê tông ở tuổi 28 ngày có xung hướng giảm (khả năng chống mài mòn tăng). Hệ số dư vữa tăng thì độ mài mòn tăng (khả năng chống mài mòn giảm). Các giá trị độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn nằm trong khoảng từ $(0,3 \div 0,6) \text{ g/cm}^2$, chỉ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật về độ mài mòn đối với mặt đường BTXM cho đường cấp IV trở xuống và sân bãi.

3.2.4.2. Độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá vôi

Độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá vôi được nghiên cứu trên các cấp phối đã được trình bày tại Bảng 3.2. Kết quả độ mài mòn của bê tông được trình bày trong Bảng 3.25.

Bảng 3.25. Kết quả độ mài mòn của bê tông sử dụng (cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) ở tuổi 28 ngày

TT	KH	M_{dl}	M_{dlh}	K_d	Độ mài mòn, g/cm^2
1	CPM1	1,2	2,2	1,38	0,24
2	CPM2	1,2	2,2	1,54	0,28
3	CPM3	1,6	2,4	1,37	0,22
4	CPM4	1,6	2,4	1,53	0,26
5	CPM5	1,9	2,6	1,37	0,18
6	CPM6	1,9	2,6	1,52	0,23
7	CP11	2,5	--	1,38	0,20
8	CP12	2,5	--	1,55	0,24

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá tăng, thì độ mài mòn của bê tông ở tuổi 28 ngày có xung hướng giảm (khả năng chống mài mòn tăng). Bổ sung mặt đá phối hợp cát mịn sử dụng trong bê tông đã giảm được độ mài mòn của bê tông so với khi sử dụng riêng cát mịn và đạt giá trị từ $(0,18 \div 0,28) \text{ g/cm}^2$ tương đương độ mài mòn của bê tông sử dụng cát thô cùng mô đun độ lớn. Có thể thấy rằng phối hợp mặt đá với cát mịn là một trong những giải pháp có thể nâng cao khả năng chống mài mòn của bê tông cát mịn. Qua đó đã nâng được cấp đường áp dụng từ cấp IV và sân bãi (khi sử dụng riêng cát mịn) lên tới cấp I (sử dụng mặt đá phối hợp cát mịn).

3.2.4.3. Kiểm chứng khả năng chống mài mòn của bê tông

Hỗn hợp bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá tương đối đồng nhất không bị phân tầng (không tách nước, không tách vữa), giá trị cường độ chịu nén và độ mài mòn tương đương với kết quả nghiên cứu. Điều này có thể minh chứng rằng việc sử dụng mặt đá phối hợp cát mịn sử dụng cho bê tông hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng cho đường các cấp.

Kết luận Chương 3:

1) Bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2 \div 1,9$) phối hợp với 40% mặt đá ($M_{dl}=3,6$) với xi măng (PC40, PCB40), phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate (1% khối lượng xi măng) và cốt liệu lớn thông thường có thể đạt cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,0 MPa, độ mài mòn $(0,2 \div 0,3) \text{ g/cm}^2$, tương đương như bê tông cát thô ($M_{dl}=2,5$) và có thể dùng để làm mặt đường BTXM cho đường tới đường cấp I.

2) Bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl} = 1,2 \div 1,9$) nhưng không phối hợp mặt đá, với xi măng (PC40, PCB40), phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylat (1% khối lượng xi măng) và cốt liệu lớn thông thường có thể đạt cường độ kéo khi uốn trên 5,0 MPa, nhưng độ mài mòn chỉ đạt $(0,31 \div 0,45) \text{ g/cm}^2$, nên chỉ có thể được dùng để làm mặt đường BTXM tại đường cấp IV trở xuống và sân bãi.

3) Một số quan hệ phục vụ cho việc thiết kế thành phần bê tông đường sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2 \div 1,9$), cát mịn phối hợp mặt đá ($M_{dl}=2,2 \div 2,6$) với phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate đã được rút ra như sau:

a) *Tương quan lượng nước trộn – độ sụt và tính chất của hỗn hợp bê tông:*

Lượng nước trộn hỗn hợp bê tông tăng từ $(148 \div 157) \text{ l/m}^3$ (với $D_{max}=20\text{mm}$, Độ sụt = $1 \div 2 \text{ cm}$) khi mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ giảm từ 2,6 (cát mịn phối hợp mặt đá) đến 1,2. Với D_{max} và độ sụt khác, quy luật tương tự như chỉ dẫn Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD. Ở bê tông cát mịn ($M_{dl} = 1,2 \div 1,9$) xuất hiện độ tách vữa $(2,2 \div 2,6) \%$, trong khi tính chất này không thấy ở bê tông cốt liệu nhỏ là cát thô hoặc cát mịn phối hợp mặt đá.

b) *Hệ số dư vữa hợp lý cho bê tông (K_{du} – hệ số dư vữa ưu tiên)*

Khi áp dụng hệ số K_{du} như bê tông thông thường, cho thấy cường độ nền đạt giá trị cao nhất, độ mài mòn đạt giá trị nhỏ nhất; Khi tăng hệ số K_{du} thêm $0,15 \pm 0,05$, cường độ chịu nén giảm $(2 \div 4) \%$, cường độ kéo khi uốn tăng $(4 \div 10) \%$, độ mài mòn tăng $(0,04 \div 0,05) \text{ g/cm}^2$. Việc chọn hệ số K_{du} có thể được thực hiện theo chỉ tiêu cần ưu tiên.

c) *Tương quan về cường độ*

- Cường độ chịu nén (R_b^n) của bê tông với cường độ chịu nén của xi măng (R_x^n) và tỷ lệ N/X phù hợp công thức Bolomey – Skramtaev, với hệ số $B_n = 0,5$, hệ số $A_n(\text{với cát } M_{dl} = 1,2 \div 1,9) = 0,47 \div 0,59$; $A_n(\text{với cát mịn phối hợp mặt đá}) = 0,59 \div 0,64$, so với 0,64 khi dùng cát thô $M_{dl} = 2,5$;

- Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông (R_b^{ku}) với cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng (R_x^{ku}) và tỷ lệ N/X, phù hợp công thức của Y.M.Bazenov, với hệ số $B_{ku} = 0,2$, hệ số $A_{ku}(\text{với cát } M_{dl} = 1,2 \div 1,9) = 0,39 \div 0,44$; $A_{ku}(\text{với cát mịn phối hợp mặt đá}) = 0,50 \div 0,54$ so với 0,48 khi dùng cát thô $M_{dl} = 2,5$;

- Quan hệ cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông ($R_n - R_{ku}$) cho thấy phụ gia polycarboxylate làm tăng mạnh cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông khi dùng cốt liệu nhỏ là cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá và cát thô. Tỷ lệ R_n/R_{ku} đạt 40/6,5-7,0 so với 40/5,0 – 5,5 ở bê tông thông thường. Hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá cho cường độ chịu kéo khi uốn cao hơn khi dùng cát thô. Tuy nhiên kết quả mới là bước đầu, cần có thêm nhiều kiểm nghiệm.

d) *Tương quan về độ mài mòn*

Sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn phối hợp mặt đá giảm được độ mài mòn của bê tông từ $(0,31 \div 0,45) \text{ g/cm}^2$ xuống còn $(0,18 \div 0,28) \text{ g/cm}^2$.

Chương 4: NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG CÁT MỊN ĐỐI VỚI MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG

4.1. Một số tính chất của bê tông

4.1.1. Mất nước và co mềm của bê tông

Để nghiên cứu quá trình mất nước, co mềm của hỗn hợp bê tông và bê tông. Luận án đã sử dụng các cấp phối đại diện: CP (8,4,10,12) trong Bảng 3.1 đối với bê tông sử dụng cát mịn, CPM(2,4,6), CP12 trong Bảng 3.2 đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá.

4.1.1.1. Mất nước và co mềm của bê tông sử dụng cát mịn

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 2h đầu hỗn hợp bê tông và bê tông có thể mất nước từ (13÷20)%, sau 4h có thể mất nước từ (25÷32) % và khoảng (4÷8)h có thể mất nước từ (33÷43)% tổng lượng nước trộn ban đầu. Sau 8h, mức độ mất nước giảm đáng kể. Trong điều kiện đó, co mềm của bê tông có hướng phát triển mạnh trong vòng 4h đầu với giá trị lên đến (- 1,402÷- 1,742)mm/m và giảm dần sau đó. Tổng giá trị co mềm của bê tông sau 9h có thể đạt (-1,660÷-1,804)mm/m đối với bê tông sử dụng cát mịn, và đạt -1,540mm/m đối với bê tông sử dụng cát thô. Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình mất nước của hỗn hợp bê tông và bê tông, co mềm của bê tông tăng về giá trị tuyệt đối theo chiều giảm mô đun độ lớn của cát. Quá trình mất nước, co mềm của hỗn hợp bê tông và bê tông khi sử dụng cát mịn lớn hơn khi sử dụng cát thô.

4.1.1.2. Mất nước và co mềm của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 2h đầu hỗn hợp bê tông và bê tông có thể mất nước từ (13÷18)%, sau 4h có thể mất nước từ (25÷29)% và khoảng (4÷ 8)h có thể mất nước từ (33÷39)% tổng lượng nước trộn ban đầu. Sau 8h, mức độ mất nước giảm đáng kể. Trong điều kiện đó, co mềm của bê tông có hướng phát triển mạnh trong vòng 4h đầu với giá trị lên đến (-1,402÷-1,568)mm/m và giảm dần sau đó. Tổng giá trị co mềm của bê tông sau 9h có thể đạt (-1,596÷-1,762)mm/m đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá, và đạt -1,540 mm/m đối với bê tông sử dụng cát thô. Như vậy, có thể thấy rằng khi phối hợp cát mịn với mật đá thì quá trình mất nước của hỗn hợp bê tông và bê tông, co mềm của bê tông: a) giảm so với khi sử dụng riêng cát mịn và tương đương so với khi sử dụng cát thô cùng mô đun độ lớn; b) tăng về giá trị tuyệt đối theo chiều giảm mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ (cát mịn phối hợp mật đá, cát thô)

4.1.2. Co ngót của bê tông

Để nghiên cứu về co ngót của bê tông. Luận án đã sử dụng các cấp phối đại diện: CP (8,4,10,12) trong Bảng 3.1 đối với bê tông sử dụng cát mịn, CPM(2,4,6), CP12 trong Bảng 3.2 đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá.

4.1.2.1. Co ngót của bê tông sử dụng cát mịn

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các mẫu bê tông có xu hướng co mạnh trong khoảng thời gian 28 ngày đầu, mức độ co của bê tông giảm dần trong những ngày tiếp theo. Sau 90 ngày giá trị độ co đạt tới (-0,289 ÷ -0,329) mm/m đối với bê tông sử dụng cát mịn, đạt - 0,275 mm/m đối với bê tông sử dụng cát thô. Giá trị co có xu hướng giảm dần về giá trị tuyệt đối với chiều tăng của mô đun độ lớn của cát. Đối với bê tông sử dụng cát mịn mức độ co lớn hơn so với bê tông sử dụng cát thô.

4.1.2.2. Co ngót của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mật đá

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các mẫu bê tông có xu hướng co mạnh trong khoảng thời gian 28 ngày đầu, mức độ co của bê tông giảm dần trong những ngày tiếp theo. Sau 90 ngày giá trị độ co đạt tới từ (- 0,281÷- 0,306)mm/m đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá, đạt -0,275mm/m đối với bê tông sử dụng cát thô.

Như vậy, có thể thấy rằng khi phối hợp cát mịn với mặt đá thì độ co của bê tông:

a) giảm so với khi sử dụng riêng cát mịn và tương đương so với khi sử dụng cát thô cùng mô đun độ lớn; b) giảm về giá trị tuyệt đối theo chiều tăng của mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ (cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô).

4.1.3. Sự phát triển cường độ của bê tông theo thời gian

Để nghiên cứu về sự phát triển cường độ của bê tông theo thời gian. Luận án đã sử dụng các cấp phối đại diện: a) CP (7,3,9,11) trong Bảng 3.1 và CPM (1,3,5), CP11 trong Bảng 3.2 để nghiên cứu về sự phát triển cường độ chịu nén của bê tông. b) CP (8,4,10,12) trong Bảng 3.1 và CPM (2,4,6), CP12 trong Bảng 3.2 để nghiên cứu về sự phát triển cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông.

4.1.3.1. Sự phát triển cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) theo thời gian

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự phát triển cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) có mô đun độ lớn khác nhau đều tuân theo quy luật chung. Mức độ phát triển cường độ chịu nén theo thời gian của các mẫu bê tông có thể được đánh giá thông qua hệ số của phương trình hồi quy. Khi giảm mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ, hệ số của phương trình có xu hướng giảm. Điều này cho thấy với các cấp phối sử dụng cốt liệu nhỏ có mô đun độ lớn cao hơn thì mức phát triển và giá trị tuyệt đối về cường độ chịu nén cao hơn. Khi bổ sung thay thế 40% cát mịn bằng mặt đá, thì hệ số của phương trình hồi quy đã được tăng lên, điều này đồng nghĩa với cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá được nâng cao hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn và tương đương với cát thô cùng mô đun độ lớn.

4.1.3.2. Phát triển cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá) theo thời gian

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự phát triển cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) có mô đun độ lớn khác nhau đều tuân theo quy luật chung. Mức độ phát triển cường độ chịu kéo khi uốn theo thời gian của các mẫu bê tông có thể được đánh giá thông qua hệ số của phương trình hồi quy. Khi giảm mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ, hệ số của phương trình có xu hướng giảm. Điều này cho thấy với các cấp phối sử dụng cốt liệu nhỏ có mô đun độ lớn cao hơn thì mức phát triển và giá trị tuyệt đối về cường độ chịu kéo khi uốn cao hơn. Khi bổ sung thay thế 40% cát mịn bằng mặt đá, thì hệ số của phương trình hồi quy đã được tăng lên, điều này đồng nghĩa với cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá được nâng cao hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn và tương đương với cát thô cùng mô đun độ lớn.

4.1.4. Độ chống thấm nước của bê tông

Đề nghiên cứu về độ chống thấm nước của bê tông. Luận án đã sử dụng các cấp phối đại diện CP(8,4,10,12) trong Bảng 3.1 đối với bê tông sử dụng cát mịn và CPM(2,4,6), CP12 trong Bảng 3.2 đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá.

4.1.4.1. Độ chống thấm nước của bê tông sử dụng cát mịn

Kết quả thí nghiệm cho thấy độ chống thấm nước của các cấp phối bê tông sử dụng cát mịn trong nghiên cứu đạt (B8÷B10) nhỏ hơn so với khi sử dụng cát thô B12.

4.1.4.2. Độ chống thấm của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá

Kết quả thí nghiệm cho thấy độ chống thấm nước của các cấp phối bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá trong nghiên cứu đạt được (B10÷B12) cao hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn.

4.1.5. Mô đun đàn hồi của bê tông

Đề nghiên cứu về mô đun đàn hồi của bê tông. Luận án đã sử dụng các cấp phối đại diện CP(8,4,10,12) trong Bảng 3.1 đối với bê tông sử dụng cát mịn và CPM(2,4,6), CP12 trong Bảng 3.2 đối với bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá.

4.1.5.1. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng cát mịn

Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở tuổi 28 ngày thì bê tông sử dụng (cát thô, cát mịn) với cường độ chịu nén đạt giá trị từ (34,0 ÷ 46,6) MPa, cường độ chịu kéo khi uốn đạt giá trị từ (6,29 ÷ 7,72) MPa, và khi đó mô đun đàn hồi có giá trị trong khoảng từ (27,4 ÷ 35,4) GPa. Mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tăng theo chiều tăng mô đun độ lớn của cát và cường độ chịu nén. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng cát mịn nhỏ hơn bê tông sử dụng cát thô.

4.1.5.2. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá

Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở tuổi 28 ngày thì bê tông sử dụng (cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) với cường độ chịu nén đạt giá trị từ (42,8 ÷ 46,6) MPa, cường độ chịu kéo khi uốn đạt giá trị từ (7,72 ÷ 8,68) MPa, và khi đó mô đun đàn hồi có giá trị trong khoảng từ (32,4 ÷ 35,6) GPa. Mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tăng theo chiều tăng mô đun độ lớn của (cát mịn phối hợp mặt đá, cát thô) và cường độ chịu nén. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá có giá trị tương đương cát thô cùng mô đun độ lớn và có giá trị cao hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn.

4.2. Một số biện pháp công nghệ nâng cao khả năng chống nứt cho bê tông cát mịn đối với mặt đường BTXM trong giai đoạn đầu đóng rắn

a) Sử dụng cát mịn ($M_{dl} < 2$) kết hợp mặt đá vôi ($M_{dl} = 3,6$), xi măng (PC40, PCB40), phụ gia siêu dẻo và hệ số dư vữa hợp lý có thể giảm được quá trình mất nước, giảm được co ngót cho hỗn hợp bê tông và bê tông, từ đó nâng cao được khả năng chống nứt cho bê tông; b) Bảo dưỡng bê tông là một khâu quan trọng để đảm bảo chất lượng của mặt đường bê tông xi măng. Trong quá trình bê tông đóng rắn cần đảm bảo các vấn đề: không cho xe và người đi lại làm hư hỏng mặt đường; hạn chế bê tông bị co ngót đột ngột dưới tác động của nắng và gió; không cho mưa làm xói hỏng bê tông; hạn chế lượng nước từ hỗn hợp bê tông bay hơi ra môi trường trong giai đoạn đầu đóng rắn; c) Các biện pháp bảo dưỡng bê tông: tưới nước hàng

ngày (có thể tưới bằng thủ công hoặc dùng xe phun nước); sử dụng cát rải lên trên mặt đường và tưới nước; làm nhà lều di động; phun một lớp màng mỏng vật liệu không thấm nước lên trên bề mặt của bê tông mặt đường (lớp này có thể như tương, nhựa lỏng...).

Kết luận Chương 4:

- Bổ sung mặt đá thô hóa cát mịn thì quá trình mất nước của hỗn hợp bê tông và bê tông, co mềm của bê tông được giảm đáng kể so với khi sử dụng riêng cát mịn. Hỗn hợp bê tông và bê tông mất nước lớn nhất sau 2 h đầu có giá trị từ (17÷20) % giảm còn (15÷18)%, sau 4h từ (28÷32)% giảm còn (26÷29)% và khoảng 4h đến 8h từ (38÷43)% giảm còn (34÷39)% tổng lượng nước trộn ban đầu. Co mềm của bê tông trong vòng 4h đầu có giá trị từ (-1,580÷- 1,742)mm/m giảm còn (-1,476÷- 1,568) mm/m và tổng giá trị co ngót của bê tông sau 9h có giá trị từ (-1,660÷- 1,804) mm/m giảm còn (-1,596 ÷ - 1,762)mm/m tương đương cát thô cùng mô đun độ lớn.

- Khi sử dụng mặt đá phối hợp cát mịn dùng trong bê tông, đã giảm đáng kể giá trị co ngót của bê tông so với khi sử dụng riêng cát mịn, đó là đã giảm độ co của bê tông sau 90 ngày về giá trị tuyệt đối từ (0,289÷0,329)mm/m xuống còn (0,281 ÷ 0,306)mm/m tương đương cát thô cùng mô đun độ lớn.

- Khi sử dụng mặt đá phối hợp cát mịn dùng trong bê tông, đã nâng cao được độ chống thấm nước của bê tông cát mịn từ (B8÷B10) lên đến (B10÷B12) và đồng thời nâng cao được mô đun đàn hồi của bê tông cát mịn từ (27,4÷32,5) GPa lên đến (32,4 ÷ 35,6) GPa, tương đương khi sử dụng cát thô cùng mô đun độ lớn.

- Do bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn (không phối hợp mặt đá) có độ mất nước, co mềm, co khô lớn hơn bê tông sử dụng (cát thô hoặc cát mịn phối hợp mặt đá), nên khi thi công loại bê tông này cho mặt đường bê tông xi măng cần đặc biệt tăng cường bảo dưỡng và che phủ để hạn chế nứt co cho bê tông trong thời gian khoảng (7 ÷ 10) ngày đầu sau khi đổ.

Chương 5: ỨNG DỤNG THỰC TẾ VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ

5.1. Một số ứng dụng kết quả nghiên cứu

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, luận án đã sử dụng vật liệu và cấp phối đại diện CP8, CPM1 ứng dụng trong thực tế để làm các công trình sân bãi chứa, đường giao thông của Nhà máy 1, Nhà máy 2 – Công ty Cổ phần VLXD Sông Đáy. Kết quả kiểm tra thực tế ứng dụng bê tông trong nghiên cứu tại các công trình sân bãi, đường giao thông trong và ngoài của hai nhà máy, cho thấy rằng: bê tông sử dụng cát mịn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối với đường mặt đường bê tông xi măng đường cấp IV trở xuống và sân bãi. Bê tông sử dụng hỗn hợp cát mịn phối hợp mặt đá theo tỷ lệ thay thế 40 % cát mịn bằng mặt đá, hoàn toàn có thể đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I.

5.2. Đánh giá hiệu quả kinh tế

Kết quả tính toán cho thấy việc sử dụng cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá vôi trong bê tông đã đem lại hiệu quả kinh tế đáng kể. Vì đã giảm được giá thành của bê tông khoảng 14 % (khi sử dụng cát mịn) và khoảng 13 % (khi sử dụng cát mịn phối hợp

mặt đá vôi) so với khi sử dụng cát thô. Điều này rất có ý nghĩa về mặt kinh tế - kỹ thuật đối với bê tông làm đường nói chung và mặt đường bê tông xi măng nói riêng. Có thể thấy rằng việc sử dụng cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá trong bê tông có thể giảm được giá thành xây dựng, mở rộng thêm nguồn cốt liệu nhỏ, giải quyết được tình trạng khan hiếm cát xây dựng hiện nay cũng như về lâu dài và đem lại hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt là đối với những vùng miền không có cát tự nhiên nhưng lại có trữ lượng cát mịn, mặt đá thải lớn.

Kết luận Chương 5:

❖ Kết quả kiểm tra sau (3÷4) năm áp dụng thực tế tại các công trình, cho thấy cường độ chịu kéo khi uốn, độ mài mòn và một số tính chất khác như: cường độ chịu nén, độ nhám, độ bằng phẳng, chiều dày kết cấu, mô đun đàn hồi, cường độ chịu kéo khi bửa của bê tông tại các công trình đường giao thông và sân bãi đều đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng đường cấp IV trở xuống, sân bãi (cho bê tông sử dụng cát mịn) và đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối với mặt đường bê tông xi măng tới đường cấp I (cho bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá).

❖ Giá thành của bê tông sử dụng (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá) và các vật liệu sử dụng trong nghiên cứu có thể giảm trên 10 % so với bê tông sử dụng cát thô, đem lại hiệu quả về mặt kinh tế - kỹ thuật đáng kể.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. KẾT LUẬN

1) Bê tông cát mịn, theo kết quả nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam, có nhược điểm là yêu cầu lượng dùng nước lớn, hỗn hợp bê tông dễ tách vữa, bê tông bị co mềm, co khô lớn, vì vậy chúng ít được dùng cho bê tông cường độ chịu nén vượt quá 30MPa. Để khai thác sử dụng nguồn tài nguyên dồi dào này của Việt Nam cho các công trình đường bê tông xi măng cần phải có các giải pháp kỹ thuật phù hợp. Sử dụng phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate và phối hợp cát mịn với mặt đá làm cốt liệu nhỏ cho bê tông là hai giải pháp chính được nghiên cứu áp dụng trong đề tài luận án này.

2) Luận án đã chứng tỏ rằng, bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2\div1,9$) kết hợp với 40% mặt đá ($M_{dl}=3,6$) với xi măng (PC40, PCB40), phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate và cốt liệu lớn thông thường, có thể đạt cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,0 MPa, độ mài mòn ($0,2\div0,3$) g/cm², tương đương như bê tông cát thô ($M_{dl}=2,5$) và có thể dùng để làm mặt đường BTXM cho đường cấp I.

3) Kết quả luận án cũng đã làm rõ, bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2\div1,9$) nhưng không kết hợp mặt đá, với xi măng (PC40, PCB40), phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate, cốt liệu lớn thông thường, mặc dù đạt cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,0MPa, nhưng độ mài mòn chỉ đạt ($0,31\div0,45$)g/cm², nên chỉ thích hợp để áp dụng cho mặt đường BTXM tới đường cấp IV trở xuống hoặc sân bãi.

4) Luận án đã thiết lập được một số quan hệ phục vụ cho việc thiết kế thành phần bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2\div1,9$), cát mịn phối hợp mặt đá

($M_{dl}=2,2\div 2,6$), với phụ gia giảm nước và trong miền cường độ chịu kéo khi uốn $R_{ku}(4,0\div 7,0)$ MPa, cụ thể như sau:

- Tương quan lượng nước trộn – độ sụt và tính chất của hỗn hợp bê tông;
- Hệ số dư vữa hợp lý cho bê tông (K_{dv} – hệ số dư vữa ưu tiên);
- Tương quan về cường độ chịu nén của bê tông với cường độ chịu nén của xi măng và tỷ lệ N/X theo công thức Bolomey – Skramtaev;
- Tương quan về cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông với cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng và tỷ lệ N/X theo công thức của Y.M.Bazenov;
- Quan hệ cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông ($R_n - R_{ku}$);
- Tương quan về độ mài mòn, đạt giá trị $(0,31\div 0,45)$ g/cm² khi dùng cốt liệu nhỏ là cát mịn và đạt giá trị $(0,18\div 0,28)$ g/cm² khi dùng cốt liệu nhỏ là cát mịn phối hợp mặt đá hoặc cát thô.

5) Các tính chất của bê tông sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn ($M_{dl}=1,2\div 1,9$), cát mịn phối hợp mặt đá, khi dùng phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate như quá trình mất nước, co mềm, co khô, sự phát triển cường độ theo thời gian, độ chống thấm nước, mô đun đàn hồi cho thấy rằng: bê tông cát mịn không phối hợp mặt đá có nhược điểm quá trình mất nước, co mềm, co khô lớn nên khi thi công bê tông này trong điều kiện mặt hở rộng như bê tông đường, cần phải có các biện pháp bảo dưỡng, che chắn thích hợp để hạn chế nứt cho bê tông. Bê tông sử dụng cát mịn phối hợp mặt đá có sự phát triển cường độ theo thời gian, độ chống thấm nước và mô đun đàn hồi cao hơn so với bê tông sử dụng riêng cát mịn.

6) Kết quả ứng dụng thực tế các cấp phối bê tông trong luận án với cốt liệu nhỏ là (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá) trên 2 công trình thực tế cho thấy, các biện pháp công nghệ thi công, các tính chất bê tông đạt được phù hợp với kết quả nghiên cứu của luận án. Giá thành bê tông sử dụng (cát mịn, cát mịn phối hợp mặt đá) và phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate trong điều kiện cụ thể có thể giảm trên 10 % so với khi sử dụng cát thô. Điều này cho phép tận dụng nguồn vật liệu tại chỗ như cát mịn, phế thải mặt đá để làm đường bê tông xi măng, góp phần giải quyết tình trạng khan hiếm cát hợp chuẩn và đem lại hiệu quả kinh tế đáng kể cho xây dựng hiện nay.

II. KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở các kết quả đã đạt được, đề tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu sử dụng cát mịn trong thực tế, luận án đề xuất một số kiến nghị, cụ thể:

1. Nghiên cứu sâu hơn về ảnh hưởng của phụ gia giảm nước gốc polycarboxylate đến độ bền uốn của bê tông cát mịn.
2. Nghiên cứu thêm các tính chất cơ ngót, biến dạng và khả năng liên kết của lớp bê tông cát mịn với lớp mặt đường bê tông Asphalt.