

MỞ ĐẦU

Tính cấp thiết của đề tài

Bê tông trang trí (BTĐT) được sử dụng trong các công trình xây dựng và kiến trúc, đặc biệt là các bộ phận công trình dùng để trang trí bề mặt ngoài như facad, sảnh tòa nhà, bề mặt quán bar, mặt cầu thang, các chi tiết uốn lượn (bể bơi, dòng sông lười), vỉa hè, nền đường ... Bởi vậy các bộ phận kết cấu này yêu cầu có chất lượng cao và tính thẩm mỹ cao.

BTĐT là loại bê tông vừa chịu lực vừa trang trí, do đó nó đã thay thế được việc sử dụng các loại gạch và đá ốp lát trong công trình, có thể thi công nhanh với khối lượng lớn, có độ bền cao, tiết kiệm chi phí cho xây dựng. Ngoài ra, BTĐT còn có ưu điểm là thi công toàn khối nên việc bong rộp ít xảy ra.

Ở Việt Nam, BTĐT hầu như mới chỉ giới hạn trong các sản phẩm dạng gạch bê tông như gạch lát nền, granitô vì nhiều nguyên nhân như tính năng của vật liệu chế tạo còn hạn chế, giá thành còn cao, công nghệ thi công chưa được phổ biến, chất lượng bề mặt trang trí với độ đồng màu và bền màu thấp, chưa có nhiều các nghiên cứu về BTĐT, đặc biệt là về ảnh hưởng của điều kiện khí hậu tới chất lượng sản phẩm.

BTĐT ở nước ta hiện nay có thể được chế tạo từ xi măng poóc lăng thông dụng hay xi măng trắng. Xi măng poóc lăng thường mác 30 – 40MPa được sử dụng phổ biến hơn trong sản xuất BTĐT do giá thành thấp hơn, nhưng có hạn chế là màu tối và lượng dùng bột màu có thể lớn hơn. Trong quá trình sử dụng, BTĐT dùng chất kết dính là xi măng có nhược điểm là dễ bị loang màu, dễ bị rêu mốc, bị bạc màu và bị mài mòn trong quá trình sử dụng do tác động của khí cacbonic và nước mưa. Nguyên nhân chính của các hiện tượng này có thể là do sự tồn tại hàm lượng kiềm Ca(OH)_2 lớn trong BTĐT và do cấu trúc rỗng của bê tông. Để khắc phục các hiện tượng này, BTĐT không những cần có độ đặc chắc cao mà cần phải giảm hàm

lượng kiềm trong đá xi măng bằng cách sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính. Giảm được hàm lượng kiềm đồng nghĩa với việc giảm quá trình cacbonat hóa gây xỉn màu xi măng bê tông, giảm hiện tượng thoát kiềm, hạn chế tác động rửa trôi kiềm của nước mưa làm bê tông loang màu và hạn chế sự xâm nhập của vi sinh vật gây rêu mốc. Mặt khác việc sử dụng phụ gia khoáng có màu trắng sẽ có tác dụng tốt hơn trong việc nâng cao chất lượng màu sắc của BTTT.

Do đó đề tài “ *Nghiên cứu sử dụng Metakaolin Việt Nam để chế tạo bê tông trang trí* ” được đặt ra có ý nghĩa về mặt khoa học và có khả năng ứng dụng trong điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Mục đích nghiên cứu

Sử dụng nguồn nguyên vật liệu tại Việt Nam (MK Lâm Đồng, xi măng trắng Thái Bình và chất màu oxyt) để chế tạo BTTT mác cao (mác ≥ 60 MPa).

Sử dụng MK để nâng cao chất lượng BTTT: giảm hiện tượng loang màu và xỉn màu, giảm hiện tượng rêu mốc và tăng độ bền màu do tác động cơ học và thời tiết.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: là bê tông trang trí mác cao sử dụng MK Lâm Đồng, xi măng trắng PCW 40.I Thái Bình, các loại bột oxyt sắt Fe_2O_3 và oxyt crôm Cr_2O_3 .

Phạm vi là nghiên cứu:

1. Chế tạo hồ và đá xi măng màu sử dụng oxyt sắt màu đỏ và oxyt crôm màu xanh.

2. Chế tạo BTTT có độ sụt cao và mác ≥ 60 MPa sử dụng làm lớp mặt trên cơ sở xi măng trắng PCW 40.I, bột oxyt sắt Fe_2O_3 và oxyt crôm Cr_2O_3 .

Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp lý thuyết và phương pháp thực nghiệm, phương pháp tiêu chuẩn và phương pháp phi tiêu chuẩn.

Ý nghĩa khoa học

1. Sử dụng Metakaolin Lâm Đồng thay thế một phần xi măng trắng Thái Bình PCW40.I đã làm giảm tính kiềm và tăng cường độ của đá xi măng. Với mức thay thế 15% PCW40.I bằng MK Lâm Đồng, giá trị cường độ chịu nén của đá xi măng cao nhất ở tuổi 28 ngày và 360 ngày, tương ứng tăng 7% và 9% và hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ giảm tương ứng là 65,6%.

2. Trên cơ sở xi măng trắng Thái Bình PCW40.I, phụ gia khoáng MK Lâm Đồng, phụ gia siêu dẻo ACE 388 - BASF (lượng dùng 1% so với CKD) và tỷ lệ N/CKD không đổi đã chế tạo được bê tông cường độ 60 - 70MPa với hàm lượng xi măng thấp và cường độ cao hơn 3- 7% tại tuổi 28 ngày.

3. Khi sử dụng bột màu vô cơ là oxýt sắt và oxýt crôm với 5% trong chế tạo BTTT sử dụng PCW40.I và MK Lâm Đồng có thể làm tăng cường độ và giảm hàm lượng kiềm phụ thuộc vào loại oxýt màu.

Ý nghĩa thực tiễn

1. Sử dụng MK Lâm Đồng và xi măng trắng Thái Bình chế tạo thành công BTTT (cường độ, độ bền màu) làm tăng khả năng sử dụng BTTT trong điều kiện thực tế của nước ta.

2. Từ kết quả nghiên cứu của luận án đã thi công ứng dụng 100 m² nền xường thực hành tại trường CĐXD số 1 bằng BTTT mác 60MPa .

Những điểm mới của luận án

Việc sử dụng MK Lâm Đồng kết hợp với xi măng trắng Thái Bình PCW40.I và phụ gia siêu dẻo BASF đã nâng cao được tính bền màu của BTTT trong điều kiện thời tiết của Việt Nam cao hơn so với BTTT hiện nay (mác 30 - 40MPa, không phụ gia khoáng hoạt tính) nhờ hiệu ứng giảm kiềm và tăng độ đặc chắc của đá xi măng trong bê tông.

Cấu trúc của luận án

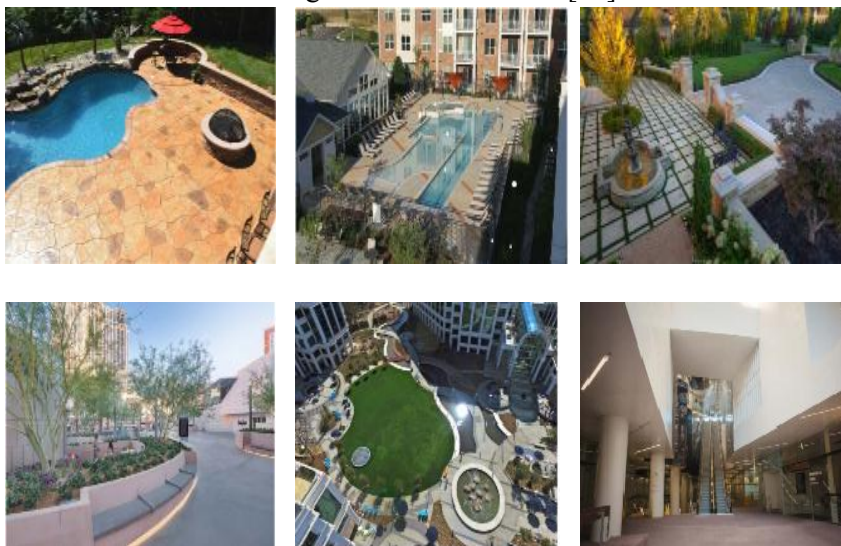
Luận án gồm có 04 chương, kết luận, kiến nghị, 65 tài liệu tham khảo, 09 tài liệu tác giả đã công bố và 3 phụ lục. Nội dung chính của luận án được trình bày 121 trang với 59 bảng và 97 hình.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU BÊ TÔNG TRANG TRÍ TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

1.1. Tình hình nghiên cứu bê tông trang trí trên thế giới và ở Việt Nam

Bê tông trang trí đã được sản xuất đầu tiên vào đầu thế kỉ 20 (năm 1915) tại Mỹ có tên ban đầu là “ **bê tông tem** ” hay “ **bê tông đóng dấu** ” và người đầu tiên sản xuất ra loại bê tông này là Brad Bowman ở Carmel - California (Mỹ).

Dưới đây là hình ảnh của một số công trình đạt giải thưởng BTTT năm 2017 trên thế giới đưa ra ở hình 1.1 [14].



Hình 1.1: Một số công trình tiêu biểu đạt giải thưởng BTTT năm 2017

Để có thể chế tạo ra được BTTT, một số tác giả [16, 18, 19] đã dùng phương pháp đổ bê tông thường và sơn phủ màu lên trên bề mặt. Ngoài ra, phương pháp trộn hỗn hợp xi măng poóc lăng thường, cốt liệu, nước, phụ gia và oxyt màu cũng đã được sử dụng [15]. Kết

quả là chế tạo ra BTTT đạt được ba chỉ tiêu về: tính công tác của HHBT, cường độ của bê tông và hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên, các phương pháp thi công này làm cho màu sắc của BTTT không được sáng màu. Do đó, để giải quyết vấn đề này, một số tác giả [17, 18] đã bước đầu khắc phục bằng cách sử dụng xi măng trắng với lý do xi măng trắng có thể cho màu sắc và điều chỉnh màu sắc tốt hơn rất nhiều khi dùng với xi măng đen.

Do đó, xi măng trắng là một chất kết dính quan trọng cho bê tông kiến trúc và trang trí, nó không những đảm bảo yêu cầu về thẩm mỹ mà còn có thể đảm bảo các yêu cầu về cơ lý khác [21].

Bên cạnh xi măng trắng được sử dụng để chế tạo BTTT, cốt liệu màu trắng cũng đã được sử dụng [17]. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy cốt liệu cũng có ảnh hưởng đến màu sắc của BTTT. Tuy nhiên, cốt liệu trắng rất khó tìm và giá thành cao.

Ngoài việc sử dụng xi măng trắng và cốt liệu trắng, BTTT đòi hỏi cần phải có các loại phụ gia thích hợp. Với ba loại phụ gia khoáng puzolan là Tro bay (FA), SilicaFume (SF), MK sử dụng, MK cải thiện được độ sáng của bê tông mà hai loại phụ gia trên không có được. Vì thế đã chọn sử dụng (5 ÷ 20)% MK thay thế xi măng thường và cho thấy MK ngoài việc làm bê tông giảm sự tiết vôi trên bề mặt còn đem lại một số hiệu quả như cải thiện tính công tác, tăng độ đặc chắc và độ bền trong chế tạo BTTT. Khi dùng từ (10 ÷ 15)% MK thay thế xi măng trắng làm BTTT sẽ cải thiện tốt tính chất bề mặt của nó.

Ngoài sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính, BTTT sử dụng thêm phụ gia hóa học để cải thiện tính chất màu sắc. Để chế tạo được BTTT có nhiều màu sắc khác nhau, người ta có thể dùng thêm chất màu trên nền xi măng thường hoặc xi măng trắng. Chất màu sử dụng phải đáp ứng tiêu chuẩn ASTM C979 -10, "*Tiêu chuẩn kỹ thuật về chất màu cho bê tông màu*" [48, 49, 52].

Thực tế ở Việt Nam hiện nay, BTTT ngoài dạng đúc sẵn các sản phẩm gạch lát nền và granitô còn có dạng BTTT đổ tại chỗ như công ty BTTT Việt Nam [12] và công ty bê tông Mỹ Á [13].

Mặc dù có nhiều nghiên cứu về BTTT, xác định công nghệ cơ bản song các nghiên cứu ít được công bố và là bí quyết công nghệ của các hãng sản xuất chế tạo. Song về cơ bản, có ba phương pháp thi công BTTT là:

1. Phương pháp sơn trang trí phủ lên trên bề mặt bê tông nền.
2. Trộn bột màu vào trong toàn bộ khối bê tông.
3. Đổ lớp bê tông màu trang trí phủ mặt lên trên lớp bê tông nền màu xám đen dùng xi măng poóc lăng thường.

Qua các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam đã cho thấy:

- Các nghiên cứu thường tập trung vào việc lựa chọn các nguyên vật liệu để chế tạo BTTT và phân tích một số các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của BTTT.

- Đã đưa ra được một số cơ chế phản ứng của PGK với xi măng cũng như các công nghệ chế tạo BTTT.

- Các nghiên cứu chưa làm rõ vai trò của MK với PCW, vai trò của chất màu đến các tính chất như giảm tiết kiềm, tăng cường độ, khả năng co ngót, nứt cũng như qui trình thi công cho BTTT lớp phủ mặt mỏng trên nền bê tông thi công đồng thời còn chưa được xác định.

Để có cơ sở khoa học cho việc nghiên cứu phát triển BTTT trong thực tế với các loại nguyên vật liệu ở nước ta, cần nghiên cứu và làm rõ:

- Hàm lượng kiềm Ca(OH)_2 trong BTTT có ảnh hưởng đến sự loang màu và độ bền màu như thế nào?

- Hàm lượng bột màu hợp lý sử dụng trong chế tạo BTTT.

- Khả năng chế tạo BTTT đạt mức $\geq 60\text{MPa}$ và các yêu cầu kỹ thuật khác đặt ra như đồng màu, sáng bóng, ít rạn nứt, chịu mài mòn.

1.2. Cơ sở khoa học của đề tài

BTTT trong quá trình sử dụng thực tế với điều kiện khí hậu nước ta thường xảy ra hiện tượng bê tông bị loang lổ, hoen ố trên bề mặt và mài mòn lớp mặt. Điều này làm giảm chất lượng của BTTT. Nguyên nhân xảy ra các hiện tượng này có liên quan chặt chẽ với sự tạo thành $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng hay BTTT.

Để khắc phục và hạn chế các hiện tượng này cần phải nghiên cứu về cơ sở khoa học để tìm ra nguyên nhân và biện pháp khắc phục. Thực tế khi chế tạo BTTT mác càng cao thì hàm lượng xi măng sử dụng càng lớn, do đó lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tạo thành trong đá xi măng và bê tông càng lớn, điều này lại gây nên ảnh hưởng xấu đến chất lượng của BTTT trong quá trình sử dụng. Để giải quyết vấn đề này cần phải sử dụng loại phụ gia khoáng hoạt tính cao có khả năng liên kết với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sinh ra do quá trình thủy hóa xi măng.

Để nghiên cứu chế tạo BTTT cần phải sử dụng bột màu có độ kháng kiềm cao, giá thành hợp lý và được sử dụng phổ biến. Khi sử dụng bột màu pha trộn vào trong bê tông thì khả năng bền màu của bê tông màu trang trí phụ thuộc vào loại màu và hàm lượng màu sử dụng. Tuy nhiên lượng dùng bột màu nhiều sẽ làm tăng giá thành của BTTT. Do đó, việc sử dụng nguyên vật liệu sẵn có tại Việt Nam và sử dụng phương pháp thi công 2 lớp sẽ mang lại hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật.

Cơ sở khoa học của vấn đề nghiên cứu được trình bày dưới hai cơ sở lý thuyết và cơ sở thực tiễn dưới đây:

1.2.1. Cơ sở lý thuyết

1.2.1.1. Cơ sở khoa học nâng cao khả năng bền màu của BTTT trong điều kiện khí hậu Việt Nam

Xi măng sử dụng trong chế tạo BTTT có thể là xi măng poóc lăng thường hay xi măng trắng đều có các thành phần khoáng chính là Silicat canxi dạng C_3S và C_2S , Aluminat canxi dạng C_3A . Khoáng

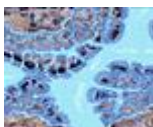
rỗng xốp, vì vậy cũng làm tăng quá trình hoen ố và rêu mốc của BTTT, đồng thời giảm cường độ của lớp mặt và tăng độ mài mòn.

1.2.1.2. Sử dụng MK thay thế một phần xi măng trong chế tạo BTTT.

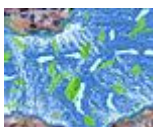
Phụ gia khoáng hoạt tính MK thay thế xi măng poóc lăng trong bê tông đã cải thiện được các tính chất như: cải thiện tính công tác, tăng cường độ, tăng khả năng chống thấm, giảm sự ăn mòn của các tác nhân hoá học trong môi trường xâm thực, giảm sự tiết vôi...[14, 19, 54]. Điều này đã được minh chứng qua hình 1.16 [19].



Quá trình thủy hóa của hồ xi măng được mô phỏng bắt đầu khi các hạt xi măng poóc lăng được bao quanh bởi nước.



Các hạt xi măng poóc lăng bắt đầu tác dụng với nước tạo thành gel.



Các phản ứng hóa học xảy ra tạo ra các tinh thể.

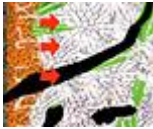


Các tinh thể Canxi silicat hydrat (CSH) màu trắng, tạo ra cho bê tông có cường độ và 25 % các sản phẩm thủy hoá là Canxi hydroxyt (vôi) không góp phần vào việc tăng cường độ của bê tông. Ngoài ra, còn có khoáng trống được tạo thành bởi nước dư thừa trong hỗn hợp.



Các khoáng trống tạo ra lỗ rỗng gel làm cho nước thấm qua bê tông. Bên cạnh đó, vôi hòa tan cũng tạo ra các lỗ rỗng gel lớn hơn và cho phép chất lỏng, chất khí xâm nhập vào bê tông gây ra sự ăn mòn. Ngoài ra, vôi cũng có thể được giữ lại trên bề mặt bê tông tạo lên sự nở hoa

và gây bạc màu bê tông.



Bên trong bê tông, vôi sinh ra có thể phản ứng với một số loại cốt liệu có silic vô định hình tạo phản ứng kiềm silic (ASR). Phản ứng ASR ngày càng mở rộng khi bê tông bị ẩm ướt và có thể gây nứt bê tông.



Khi sử dụng từ (5 ÷ 20)% MK thay thế xi măng, do kích thước của hạt MK rất nhỏ nên lấp đầy được các khoảng trống giữa các gel xi măng để tạo ra màng liên kết dày đặc.



MK là một PGKHT cao có thể phản ứng với vôi sinh ra trong quá trình thủy hoá xi măng để tạo ra thêm CSH, giảm sự tiết vôi và giảm phản ứng kiềm silic.



CSH tăng thêm được hình thành do MK phản ứng với vôi sinh ra trong quá trình thủy hóa, cải thiện cường độ và độ bền, giảm được lỗ xốp trong bê tông. Đồng thời, màu trắng của MK đã cải thiện màu của bê tông.

Hình 1.16: Cơ chế phản ứng của MK và xi măng poóc lăng thường trong bê tông [19]

1.2.1.3. Nâng cao độ đặc chắc của đá xi măng hay BTTT.

Để giảm độ rỗng xốp của BTTT thì cần phải sử dụng BT cường độ cao và tỷ lệ nước đối với chất kết dính thấp. Khi cường độ BTTT yêu cầu càng cao thì hàm lượng xi măng sử dụng càng lớn, do đó lượng Ca(OH)_2 tạo ra trong BTTT càng lớn. Sử dụng MK thay thế một phần xi măng không những làm giảm hàm lượng Ca(OH)_2

trong bê tông mà còn đóng vai trò phụ gia khoáng hoạt tính cao cải thiện tính chất của vùng chuyển tiếp bề mặt, cải thiện cấu trúc của đá xi măng và bê tông chất lượng cao, do đó có tác dụng nâng cao cường độ, giảm kích thước lỗ rỗng và giúp cho sự phân bố lỗ rỗng trong đá xi măng và bê tông đồng đều hơn. Việc sử dụng BTTT cường độ cao với hàm lượng Ca(OH)_2 thấp và độ đặc chắc cao sẽ có tác dụng tăng khả năng chống mài mòn của BTTT. Vì thế đề tài đặt ra mục đích sử dụng MK để chế tạo BTTT mác $\geq 60\text{MPa}$. Do MK làm tăng lượng nước yêu cầu của xi măng, vì vậy việc sử dụng phụ gia giảm nước là yêu cầu bắt buộc để giảm độ rỗng xốp của đá xi măng và bê tông.

Để chế tạo BTTT với các nguyên liệu như MK Lâm Đồng, xi măng trắng PCW 40.I Thái Bình, chất màu vô cơ là bột oxyt sắt Fe_2O_3 , bột oxyt crôm Cr_2O_3 đã được lựa chọn. Các chất màu vô cơ này có sẵn trên thị trường, có đặc tính là bền kiềm nên phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam. Như các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra, chất màu vô cơ ngoài vai trò chính là tạo màu, chúng còn có vai trò phân tán và lấp đầy của phụ gia khoáng trợ, đặc biệt có loại còn có khả năng tạo thành hợp chất mới. Chính điều này cũng có tác dụng cải thiện cấu trúc và đặc tính cơ lý của BTTT.

1.2.2. Cơ sở thực tiễn

Đối với BTTT thì việc sử dụng nguyên vật liệu có màu trắng là rất quan trọng vì nó đảm bảo cho bề mặt của bê tông có gam màu sáng khi trộn lẫn với bột màu. Hiện nay, xi măng trắng trong nước đã được sản xuất tại các công ty xi măng trắng Hải Phòng, Thái Bình và Tây Ninh. Về cơ bản xi măng của các công ty này đều đáp ứng về độ trắng. Tuy nhiên, mỗi công ty sản xuất có độ trắng khác nhau phụ thuộc vào nguyên liệu và công nghệ sản xuất, như xi măng trắng Thái Bình có màu trắng xanh do công nghệ vẫn chưa lọc kỹ oxyt sắt trong nguyên liệu, xi măng trắng Hải Phòng có màu trắng ngà do môi trường nung chưa đảm bảo, còn xi măng trắng Tây Ninh có màu trắng tinh nhưng cường độ thấp do phải thêm bột đá để tăng độ trắng,

thường hay dùng làm bột bả. Do đó, để đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của xi măng trắng cũng như thuận tiện cho việc chuyên chở thì xi măng trắng Thái Bình là sự lựa chọn hợp lý khi sử dụng tại Hà Nội. Ngoài ra, để chế tạo BTTT mác cao cần phải dùng phụ gia khoáng hoạt tính cao nên việc sử dụng MK là hợp lý. Nguồn nguyên liệu này có thể nhập khẩu từ Nga, Trung Quốc..., nhưng hiện nay MK đã được sản xuất trong nước từ các loại cao lanh Phú Thọ, Yên Bái, Hải Dương, Lâm Đồng. Tuy nhiên để đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật như màu sắc và chỉ số hoạt tính cường độ thì MK Lâm Đồng được lựa chọn. Để tạo màu cho BTTT, đề tài sử dụng các loại bột màu vô cơ sẵn có trên thị trường đảm bảo các yêu cầu về chỉ tiêu kỹ thuật và lựa chọn hàm lượng sử dụng bột màu đảm bảo tính kinh tế.

Việc sử dụng nguyên liệu trong nước chế tạo được BTTT mác cao chất lượng tốt sẽ đảm bảo giá thành hợp lý và chủ động trong sản xuất, đồng thời BTTT có khả năng ứng dụng cho các công trình lớn thay thế các loại gạch ốp lát góp phần bảo vệ môi trường.

Chương 2: VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Nghiên cứu lựa chọn vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Xi măng

2.1.1.1 Xi măng xám

Xi măng poóc lăng hỗn hợp PCB40 Bút Sơn đáp ứng yêu cầu của TCVN 6260: 2009 đã được sử dụng trong nghiên cứu.

2.1.1.2. Xi măng trắng

Đề tài sử dụng xi măng trắng Thái Bình PCW40 đáp ứng yêu cầu của TCVN 5691: 2000.

2.1.2. Phụ gia khoáng hoạt tính

MK Lâm Đồng thỏa mãn được 02 yêu cầu để chế tạo cho BTTT là có màu trắng và độ hoạt tính cao.

2.1.3. Cốt liệu

Cốt liệu lớn sử dụng cho nghiên cứu là đá vôi Kiện Khê có $D_{\max} \leq 10 \text{ mm}$ và cốt liệu nhỏ là cát vàng Sông Lô. Cả hai đều đáp ứng TCVN 7570 : 2006.

2.1.4. Nước: đáp ứng TCVN 4506:2012

2.1.5. Phụ gia siêu dẻo

Trong nghiên cứu đề tài sử dụng phụ gia gốc Polycarboxylat (Glenium ACE 388). Chất lượng của phụ gia Glenium ACE 388 thỏa mãn loại G theo ASTM C494.

2.1.6. Bột màu

Đề tài sử dụng oxyt màu xanhcrôm Cr_2O_3 có $\rho_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 5,2$ (g/cm^3) và oxyt màu đỏ sắt Fe_2O_3 có $\rho_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5,2$ (g/cm^3).

2.2. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tiêu chuẩn

2.2.1.1. Phương pháp tiêu chuẩn xác định tính chất của vật liệu

2.2.2.2. Phương pháp xác định hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng.

2.2.2.3. Phương pháp xác định độ bền màu trong môi trường kiềm dưới bức xạ ánh sáng nhân tạo.

2.2.2. Các phương pháp phi tiêu chuẩn

2.2.2.1. Phương pháp phân tích đá xi măng bằng nhiễu xạ tia X.

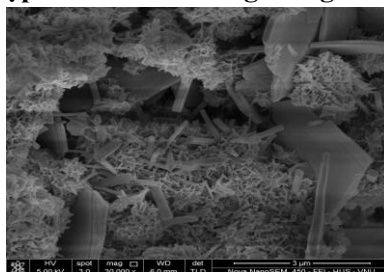
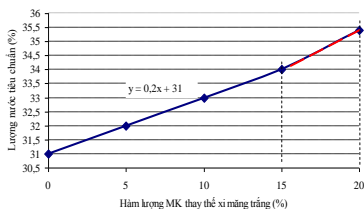
2.2.2.2. Phương pháp phân tích ảnh hiển vi điện tử quét SEM.

2.2.2.3. Phương pháp phân tích phổ EDX.

2.2.2.4. Phương pháp chụp ảnh màu và so sánh ngoại quan.

Chương 3: NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA METAKAOLIN, BỘT MÀU ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỒ VÀ ĐÁ XI MĂNG

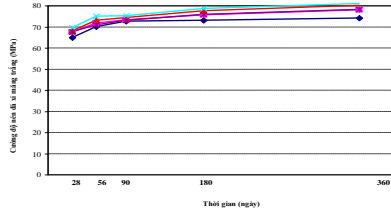
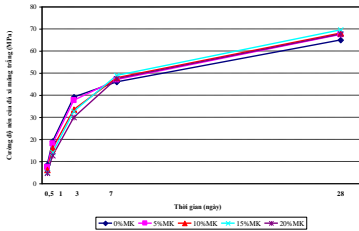
3.1. Nghiên cứu tính chất của hỗn hợp hồ và đá xi măng trắng



Hình 3.1: Ảnh hưởng của hàm lượng MK đến lượng nước tiêu chuẩn của hồ xi măng trắng

Hình 3.2: Ảnh SEM Ettringite sớm của mẫu hồ xi măng có 15%MK ở 12h

Với hàm lượng MK thay thế từ (0-20)% trọng lượng xi măng, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của hồ xi măng trắng có MK so với mẫu đối chứng thay đổi không nhiều và nằm trong giới hạn cho phép của xi măng poóc lăng hỗn hợp (PCB) (TCVN 6260 : 2009)



Hình 3.4: Ảnh hưởng của hàm lượng MK đến sự phát triển cường độ nén của đá xi măng trắng theo thời gian.

Kết quả nghiên cứu đá xi măng trắng (1: 0) cho thấy khi thay thế MK đến 20%, tốc độ phát triển cường độ nén đồng biến theo thời gian và được thể hiện trên hình 3.4.

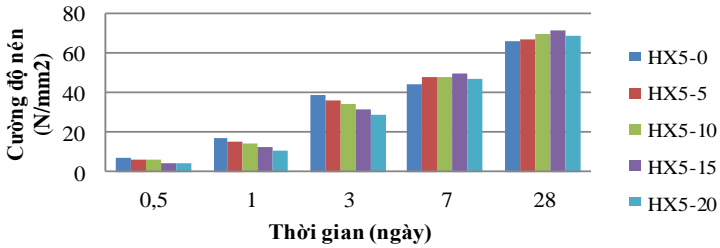
3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của MK, bột màu đến các tính chất của đá xi măng

3.2.1. Ảnh hưởng của hàm lượng bột màu đến màu sắc của đá xi măng

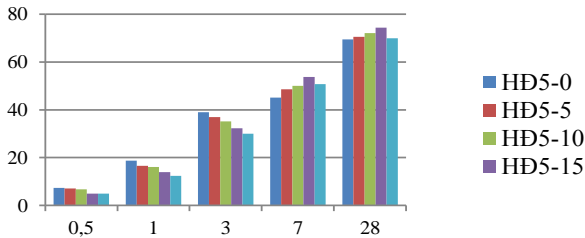
Với cùng một loại xi măng, khi dùng lượng bột màu tỉ lệ (1÷10)% cho thấy màu sắc của xi măng và đá xi măng thay đổi theo hàm lượng bột màu thay thế. Khi hàm lượng bột màu tăng lên, màu sắc của xi măng và đá xi măng tăng lên theo mức độ khác nhau. Màu sắc của đá xi măng được chia ra thành 2 khoảng màu: khi lượng bột màu từ (1÷5)% thì sự thay đổi màu sắc rõ ràng, nhưng khi hàm lượng màu từ (5÷10)% thì sự tăng màu sắc không nhiều. Với cùng một lượng dùng bột màu như nhau, khi sử dụng xi măng trắng hoặc xi măng đen cho thấy độ sáng về màu sắc của đá xi măng màu trắng tốt hơn đá xi măng màu đen, đặc biệt khi sử dụng 15%MK thay thế xi măng làm cho đá xi măng trắng không những sáng mà còn tươi và bóng hơn đá xi măng màu đen. Điều này phù hợp với kết quả nghiên

cứu [19] cho rằng MK có tác dụng cải thiện độ sáng và tươi màu của đá xi măng và bê tông.

3.2.2. Ảnh hưởng của bột màu đến R của đá xi măng màu.

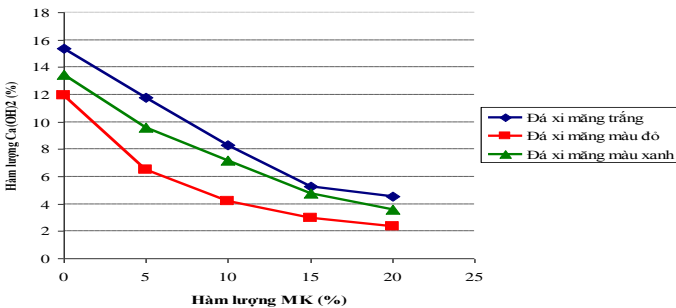


Hình 3.5: Ảnh hưởng của hàm lượng MK, oxyt Cr_2O_3 đến sự phát triển cường độ nén của đá xi măng màu xanh theo thời gian.



Hình 3.6: Ảnh hưởng của hàm lượng MK, oxyt Fe_2O_3 đến sự phát triển cường độ nén của đá xi măng màu đỏ theo thời gian.

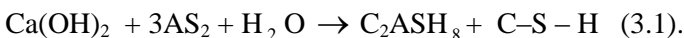
3.2.3. Ảnh hưởng của MK, bột màu đến tính kiềm của đá xi măng



Hình 3.7: Ảnh hưởng của hàm lượng MK, oxyt sắt Fe_2O_3 , oxyt crôm Cr_2O_3 đến

hàm lượng $Ca(OH)_2$ (%) của đá xi măng.

Với đá xi măng trắng có (0-20)%MK, hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong đá tương ứng giảm dần do pha loãng đã giảm hàm lượng khoáng của xi măng trắng và do phản ứng của MK với $Ca(OH)_2$ sinh ra trong quá trình thủy hóa xi măng theo phản ứng (3.1)



Khi đá xi măng có (0-20)%MK và 5% Cr_2O_3 màu xanh mức độ giảm hàm lượng $Ca(OH)_2$ của đá xi măng phụ thuộc vào hàm lượng MK. Khi hàm lượng MK càng lớn, với cùng hàm lượng 5% Cr_2O_3 thì hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng càng giảm.

Khi đá xi măng có thêm 5% Fe_2O_3 màu đỏ và (0-20)%MK, lượng $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng giảm lớn hơn so với đá xi măng có 5% Cr_2O_3 . Nguyên nhân của hiện tượng này có thể là do bột màu sắt Fe_2O_3 có thể phản ứng với vôi trong môi trường kiềm để tạo phức theo phương trình sau [9]: $Fe_2O_3 + 3Ca(OH)_2$ bão hòa + $Al_2O_3^* + 3H_2O = 3CaO.(Al,Fe)_2O_3.6H_2O$ (3.2)

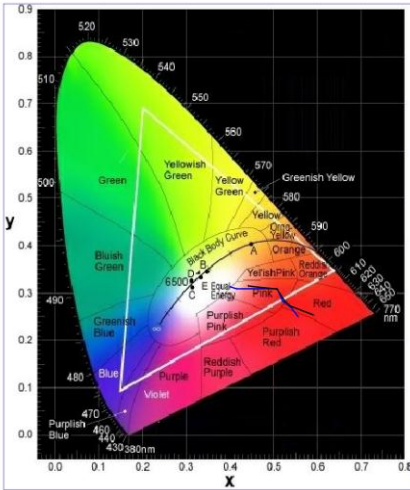
Do phản ứng này, bột màu oxyt sắt Fe_2O_3 đã làm giảm $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng, do đó có thể làm giảm tính thoát kiềm và làm tăng tính bền màu của đá xi măng. Tuy nhiên việc có mặt của MK và oxyt sắt màu đỏ tạo phức trong môi trường kiềm bão hòa là một quá trình phức tạp và bị ảnh hưởng bởi rất nhiều yếu tố, vì thế cần có sự nghiên cứu chi tiết hơn.

3.2.4. Ảnh hưởng của MK, bột màu đến độ bền màu của đá xi măng

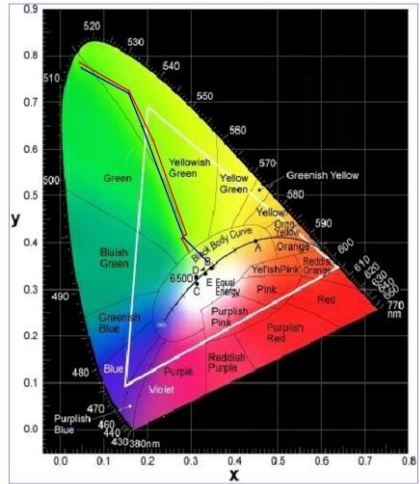
Để phân tích rõ hơn sự biến đổi màu sắc khi chiếu tia UV theo thời gian của đá xi măng màu đỏ sắt Fe_2O_3 và màu xanh crôm

Cr_2O_3 , xét với các mẫu có chứa 0% và 15%MK để khảo sát. Quá trình dịch chuyển màu sắc khi chiếu tia UV với thời gian từ 100 đến 500 giờ được mô tả như ở hình 3.6 và 3.7.

Khi chiếu tia UV với thời gian liên tục từ 100 đến 500 giờ (trương ứng với việc phơi ngoài ánh sáng mặt trời từ 1 đến 5 năm), màu sắc của đá xi măng màu dùng 15 % MK có sự biến màu so với đá xi măng màu bình thường (0%MK) (xem hình 3.9, 3.10).



Hình 3.7: Ảnh hưởng của 15%MK đến mức độ bạc màu đỏ sắt Fe_2O_3 được biểu diễn trên tọa độ màu CIE 1931



Hình 3.8: Ảnh hưởng của 15%MK đến mức độ bạc màu đỏ sắt Fe_2O_3 được biểu diễn trên tọa độ màu CIE 1931



Mẫu chuẩn



Chiếu UV 500h

Hình 3.9: Mẫu đá xi măng màu đỏ sắt Fe_2O_3 có 15%MK



Mẫu chuẩn



Chiếu UV 500h

Hình 3.10: Mẫu đá xi măng màu xanh Crôm Cr_2O_3 có 15%MK

3.2.5. Ảnh hưởng của MK và bột màu đến cấu trúc của đá xi măng trắng.

Nghiên cứu về đá xi măng màu trang trí sử dụng MK đã bước đầu khẳng định ảnh hưởng của MK, Fe_2O_3 và Cr_2O_3 đến các tính chất cơ lí của đá xi măng. Để làm sáng tỏ bản chất của sự thay đổi các tính chất cơ lí đã sử dụng kết hợp các phương pháp phân tích hóa lý: phân tích đá xi măng bằng phân tích nhiễu xạ tia X; phân tích ảnh kính hiển vi điện tử quét SEM, phân tích phổ nhiễu xạ EDX.

Kết quả cho thấy khi thay thế (5÷20)%MK, 5% Fe_2O_3 hoặc 5% Cr_2O_3 đã làm cải thiện cấu trúc của đá xi măng màu trắng, đặc biệt làm cho đá xi măng khi thay thế đặc chắc hơn so với đá xi măng trắng do bên trong có hình thành nhiều các khoáng kết tinh dạng C-S-H hoặc có thêm các khoáng khi cho bột màu thay thế.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Kết quả nghiên cứu về hồ và đá xi măng cho thấy:

1. Khi sử dụng (5 ÷ 20)%MK Lâm Đồng thay thế xi măng trắng Thái Bình PCW 40.I đã cho thấy:

- MK làm tăng lượng nước tiêu chuẩn của xi măng và kéo dài thời gian kết thúc đông kết của xi măng trắng phụ thuộc vào hàm lượng MK sử dụng.

- MK thay thế PCW tạo ra được đá xi măng kiềm thấp:

+ Lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng trắng giảm theo tỷ lệ pha trộn MK và giảm tới 65,6% và 70,5% ở tỷ lệ pha MK tương ứng là 15% và 20%.

+ MK làm giảm cường độ nén tại tuổi ≤ 3 ngày, nhưng lại làm tăng cường độ sau 7 ngày của đá xi măng có MK so với đá xi măng trắng.

+ Đá xi măng trắng có 15%MK đạt cường độ cao nhất (69,6MPa ở tuổi 28 ngày và 80,97 MPa ở tuổi 360 ngày) tương ứng tăng 7% và 9% so với mẫu xi măng không phụ gia.

2. Thông qua phân tích XRay, SEM, EDX các mẫu đá xi măng có mặt MK cho thấy:

- MK có tác dụng làm tăng quá trình chuyển hóa Ettringite về dạng Monosulfate và cấu trúc được ổn định ở dạng khoáng này trong điều kiện kiềm thấp.

- Sự có mặt của MK cũng có tác dụng làm tăng hàm lượng các khoáng Tobermorit kiềm thấp dạng C-S-H.

3. Khi sử dụng 5% bột màu thay thế xi măng đã cải thiện màu sắc và cường độ của đá xi măng màu:

- Cường độ đá xi măng màu có thay thế 5% bột màu cao hơn so với đá xi măng trắng, cụ thể với đá xi măng màu xanh là 1,85% và đá xi măng màu đỏ là 3,88% ở tuổi 28 ngày.

- Lượng Ca(OH)_2 trong đá xi măng màu đỏ và màu xanh giảm tương ứng 22% và 12% so với mẫu đá xi măng trắng.

4. Khi thay thế 20% xi măng trắng bằng 15%MK và 5% bột màu thì đá xi măng màu có:

- Lượng Ca(OH)_2 trong đá xi măng màu xanh có thay thế 15%MK và 5% Cr_2O_3 giảm tới 64,4% và 73,3% ở tỷ lệ pha MK tương ứng là 15% và 20% so với đá xi măng màu xanh có 5% Cr_2O_3 .

- Lượng Ca(OH)_2 trong đá xi măng màu đỏ có thay thế 15%MK và 5% Fe_2O_3 giảm tới 75% và 80,1% ở tỷ lệ pha MK tương ứng là 15% và 20% so với đá xi măng màu đỏ có 5% Fe_2O_3 .

- Cường độ đá xi măng màu có thay thế 15%MK + 5% bột màu cao hơn so với đá xi măng trắng, cụ thể với đá xi măng màu xanh là 9,7% và đá xi măng màu đỏ là 16% ở tuổi 28 ngày.

- Cường độ đá xi măng màu có thay thế 15%MK + 5% bột màu cao hơn so với đá xi măng màu có thay thế 5% bột màu, cụ thể với đá xi măng màu xanh là 7,7% và đá xi măng màu đỏ là 11,7% ở tuổi 28 ngày.

- Tốc độ dịch chuyển màu về vùng trắng trên tọa độ màu CIE chậm hơn so với mẫu đá xi măng có 5% bột màu.

5. MK thay thế PCW40.I từ (5-20)% đã có tác dụng làm giảm hàm lượng kiềm của đá xi măng màu sử dụng Cr_2O_3 hay Fe_2O_3 . Khả năng giảm hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ của đá xi măng màu không chỉ phụ thuộc vào hàm lượng MK mà còn phụ thuộc vào loại oxyt màu sử dụng. Vì thế độ bền màu của đá xi măng phụ thuộc cả vào hàm lượng MK, loại và hàm lượng bột màu vô cơ sử dụng.

Chương 4: NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA METAKAOLIN, BỘT MÀU ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG MÀU TRANG TRÍ

4.1. Lựa chọn tỷ lệ MK và chất màu sử dụng trong BTTT.

Hàm lượng 15%MK và 5% bột màu thay thế chất kết dính đã được lựa chọn sử dụng để nghiên cứu chế tạo BTTT mác 60 và 70 MPa.

4.2. Xác định các cấp phối bê tông mác 60 và 70MPa.

Các khâu lựa chọn nguyên vật liệu, phương pháp thiết kế, yêu cầu về bê tông và điều kiện thi công bê tông màu có khác biệt so với bê tông thông thường như:

- Bê tông màu cần có cường độ cao để chống mài mòn, đảm bảo chống xước, có độ bóng. Do đó, mục tiêu thiết kế là bê tông có $R_n \geq 60\text{MPa}$. Đối với lớp BTTT phủ mặt có chiều dày 25- 30 mm, cát vàng có $M_{dt} \leq 2$ (không chế hạt $< 0,14$ mm) và đá dăm phải có $D_{\max} \leq 10$ mm.

- Bê tông màu lớp mặt cần có màu tươi sáng và bền màu, hạn chế các hiện tượng thoát kiềm, loang màu và xin màu. Để đảm bảo các yêu cầu này, đề tài đã chọn xi măng trắng Thái Bình PCW 40.I, MK Lâm Đồng màu trắng kết hợp với phụ gia siêu dẻo gốc Polycacboxylat.

- Để in tạo ganh (vân) lên trên bề mặt phẳng, bê tông màu cần có độ dư vữa (K_d) hợp lý và có tốc độ đông rắn phù hợp (R_{12h}).

- Sử dụng loại và hàm lượng bột màu hợp lý để chế tạo BTTT đạt được yêu cầu về bền màu trong điều kiện ánh sáng và trong môi trường kiềm, đảm bảo giá thành hợp lý.

Phương pháp thiết kế

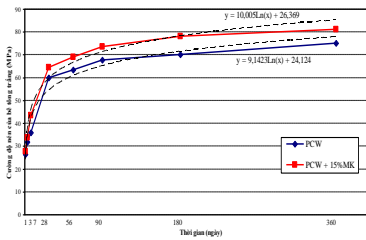
Trên cơ sở đặt ra là chế tạo BTTT mác cao nên việc thiết kế sẽ lựa chọn theo phương pháp bê tông cường độ cao [7]. Ngoài ra để giảm chiều dày của lớp BT màu, đề tài đã lựa chọn công nghệ thi công 2 lớp đồng thời: lớp trên là lớp bê tông màu trang trí phủ mặt có chiều dày ≤ 30 mm và lớp dưới là lớp bê tông nền màu xám có cùng mác.

4.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của MK, bột màu đến độ sụt của HHTT

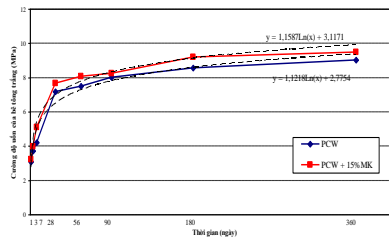
Độ sụt của HHTT màu trang trí dao động trong khoảng (18÷21) cm. Khi thay thế xi măng trắng bằng 15%MK, độ sụt của các hỗn hợp BTTT nghiên cứu tăng lên không đáng kể. Chất màu vô cơ sử dụng với hàm lượng 5% hầu như không làm thay đổi độ sụt của hỗn hợp BTTT nghiên cứu. Như vậy các loại phụ gia sử dụng trong chế tạo BTTT thay thế xi măng trắng là các chất có kích thước nhỏ hơn hạt xi măng đã làm thay đổi không đáng kể độ sụt của hỗn hợp bê tông, do đó vẫn đảm bảo được điều kiện thi công.

4.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của MK, bột màu đến các tính chất của BTTT

4.4.1. Ảnh hưởng của MK đến R của bê tông màu trắng



Hình 4.4: Ảnh hưởng của 15% MK đến sự phát triển cường độ nén của BT trắng mác 60MPa



Hình 4.5: Ảnh hưởng của 15% MK đến sự phát triển cường độ uốn của BT trắng mác 60MPa

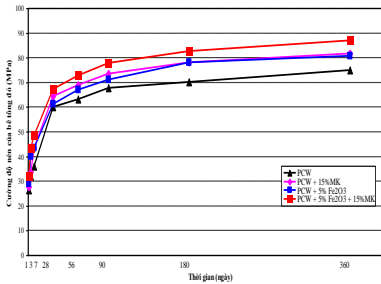
Khi thay thế xi măng trắng bằng 15%MK trong bê tông màu trắng mác 60, 70MPa, cường độ nén và uốn đều tăng ở tất cả các tuổi so với mẫu bê tông đối chứng.

Đối với mác 60MPa: cường độ nén và uốn của bê tông có 15%MK cao nhất ở tuổi 7 ngày, tương ứng tăng 20,5% và 21,4%.

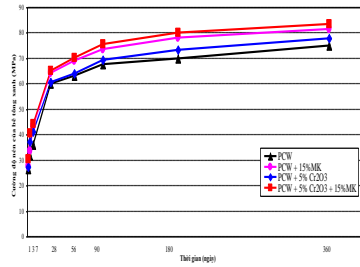
Đối với mác 70MPa: cường độ nén và uốn của bê tông có 15%MK cao nhất ở tuổi 7 ngày, tương ứng tăng 9,7% và 10,7%.

Nguyên nhân là do MK có hiệu ứng puzolanic và hiệu ứng vi cốt liệu nên có thể làm tăng cường độ bê tông màu trắng.

4.4.2. Ảnh hưởng của bột màu đến R của bê tông trắng có 15% MK



Hình 4.13: Ảnh hưởng của oxyt màu sắt Fe₂O₃ đến sự phát triển R_n BTTT mác 60MPa theo τ



Hình 4.9: Ảnh hưởng của oxyt crôm Cr₂O₃ đến sự phát triển R_n BTTT mác 60MPa theo τ

Khi thay thế xi măng trắng bằng 5% bột màu và 15%MK trong bê tông màu trắng mác 60, 70MPa, cường độ nén và uốn của các mẫu đều tăng ở tất cả các tuổi theo qui luật toán học logarit.

Bê tông màu xanh có cường độ cao hơn bê tông trắng có 15%MK là do oxyt crôm có hiệu ứng lấp đầy bê tông màu trắng khi thay thế xi măng trắng bằng 15%MK và 5% oxyt crôm.

Bê tông màu đỏ có cường độ cao nhất do oxyt sắt có hiệu ứng lấp đầy và phản ứng tạo phức yếu bê tông màu trắng khi thay thế xi măng trắng bằng 15%MK và 5% oxyt sắt.

4.4.3. Ảnh hưởng của MK, chất màu đến độ co mềm của bê tông màu trắng

Mẫu CP1 (mẫu đối chứng) đạt giá trị 0,1 mm/m; còn mẫu CP4 (có 15%MK) đạt giá trị 0,025 mm/m do trong mẫu giảm lượng xi măng trắng và thay thế bởi 15%MK.

Các mẫu bê tông có xi măng thay thế bột màu như CP7 (có 15%MK + 5%Fe₂O₃) đạt giá trị 0,175 mm/m và mẫu CP9 (có 15% MK + 5%Cr₂O₃) đạt giá trị 0,375 mm/m.

Tuy nhiên độ co mềm của BTTT có oxyt màu cao hơn nhiều so với mẫu BTTT có thêm MK hay không có MK có thể được lý giải là do sự tạo thành các sản phẩm hydrat có dạng tinh thể nhỏ nên gây nên co nội sinh lớn hơn. Điều này cần được nghiên cứu tiếp để lý giải một cách thỏa đáng.

4.4.4. Ảnh hưởng của MK và bột màu đến độ mài mòn của bê tông trang trí.

4.4.5. Ảnh hưởng của MK và bột màu đến Modun đàn hồi E của bê tông trang trí.

4.4.6. Xác định cường độ bảo dưỡng tối hạn

4.5. Kết quả ứng dụng BTTT mác 60MPa ở hiện trường

KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Khi chế tạo BTTT sử dụng PCW 40.I mác 60 và 70 MPa cho thấy:

1. MK và chất màu vô cơ thay thế xi măng tương ứng 15% và 5% xi măng trắng Thái Bình làm thay đổi không đáng kể độ sụt của hỗn hợp BTTT mác 60 và 70MPa.

2. Khi thay thế xi măng trắng bằng 15%MK:

- Cường độ nén của BTTT mác 60 và 70MPa ở các tuổi tăng tương ứng từ (4,9÷20,5)% và (2,8÷9,7)%; Cường độ uốn cũng tăng tương ứng là (3,2÷21,4)% và (2,3÷10,7)% với BTTT không có MK.

- Độ co mềm của mẫu bê tông CP4 đạt giá trị 0,025 mm/m, độ mài mòn 0,32 g/cm², Modun đàn hồi E = 39,5GPa, cường độ $R_{BD}^{th} = 58 - 68\%R_{28}$ đảm bảo được chất lượng của BTTT.

3. Khi thay thế xi măng trắng bằng 5% chất màu trong bê tông màu trắng mác 60, 70 MPa cho thấy:

- 5% oxyt crôm Cr_2O_3 làm tăng cường độ nén của BTTT mác 60 và 70 MPa ở các tuổi tương ứng là từ $(1 \div 16,9)\%$ và $(1,7 \div 21,4)\%$; Cường độ uốn tăng tương ứng từ $(1,3 \div 13,5)\%$ và $(1,2 \div 15,2)\%$ so với BTTT không có chất màu Cr_2O_3 .

- 5% oxyt sắt làm tăng cường độ nén của BTTT mác 60 và 70 MPa ở các tuổi tương ứng là từ $(2 \div 25,7)\%$ và $(3,5 \div 21,9)\%$; Cường độ uốn tăng tương ứng từ $(2,8 \div 19,1)\%$ và $(2,9 \div 19,6)\%$ so với BTTT không có chất màu Fe_2O_3 .

4. Khi sử dụng 5% chất màu vô trong chế tạo BTTT màu trắng mác 60, 70 MPa sử dụng 15%MK thay thế PCW40-I cho thấy:

- 5% oxyt crôm Cr_2O_3 làm tăng cường độ nén của BTTT ở các tuổi khoảng từ $(8,3 \div 27,9)\%$ và cường độ uốn tăng từ $(8,3 \div 23,8)\%$ với bê tông màu trắng mác 60MPa.

- 5% Fe_2O_3 làm tăng cường độ nén của BTTT ở các tuổi khoảng từ $(12,2 \div 36,4)\%$ và cường độ uốn tăng từ $(9,7 \div 31)\%$ với bê tông màu trắng mác 60MPa.

- 5% oxyt crôm Cr_2O_3 làm tăng cường độ nén của BTTT ở các tuổi khoảng từ $(5,4 \div 26,1)\%$ và cường độ uốn tăng từ $(3,9 \div 26,3)\%$ với bê tông màu trắng mác 70MPa.

- 5% oxyt sắt Fe_2O_3 làm tăng cường độ nén của BTTT ở các tuổi khoảng từ $(7,5 \div 29,2)\%$ và cường độ uốn tăng từ $(4,7 \div 28,9)\%$ với bê tông màu trắng mác 70MPa.

- Độ co mềm của mẫu bê tông CP7 đạt giá trị 0,175 mm/m, độ mài mòn $0,26 \text{ g/cm}^2$, Modul đàn hồi $E = 40,4 \text{ GPa}$, cường độ $R_{BD}^{th} = 58 - 74\% R_{28}$ đảm bảo được chất lượng của BTTT.

- Độ co mềm của mẫu bê tông CP9 đạt giá trị 0,375 mm/m, độ mài mòn $0,32 \text{ g/cm}^2$, Modul đàn hồi $E = 40 \text{ GPa}$, cường độ $R_{BD}^{th} = 58 - 70\% R_{28}$ đảm bảo được chất lượng của BTTT.

5. Sử dụng MK Lâm Đồng kết hợp với chất màu vô cơ đã chế tạo thành công BTTT mác 60 và 70MPa, đảm bảo chất lượng để làm lớp phủ bề mặt. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy loại bột màu sử dụng cũng có ảnh hưởng đến cường độ của BTTT, trong đó oxýt màu đỏ sắt Fe_2O_3 thay thế xi măng trắng đã cải thiện cấu trúc tốt hơn khi sử dụng oxýt màu xanh crôm Cr_2O_3 có thể là do có hiệu ứng lấp đầy và hiệu ứng tạo khoáng phức yếu.

6. Thi công thử nghiệm thành công 100 m² BTTT 2 lớp và trên cơ sở tính toán sơ bộ định mức kinh tế kỹ thuật của BTTT đã cho thấy đơn giá cho 1m² BTTT mác 60MPa khi dùng 2 lớp (lớp trên sử dụng BTTT mác 60, có MK dày 30 mm và lớp dưới 30mm đổ bê tông thường cùng mác) có giá thành đắt gấp đôi 1m² BTTT truyền thống mác 30MPa dày 60 mm và rẻ hơn 1,2 lần 1m² BTTT mác 60MPa không dùng MK, dày 60 mm. Việc sử dụng BTTT mác cao (có MK) còn có khả năng làm tăng độ bền và tuổi thọ khi sử dụng để trang trí trong điều kiện khí hậu nhiệt đới.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

A- KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

1. Khi sử dụng 0- 20%MK thay thế xi măng trắng Thái Bình PCW 40.I đã tạo ra được chất kết dính có các đặc tính như sau:

- MK làm tăng cường độ của đá xi măng tại tuổi sau 7 ngày. Đá xi măng PCW 40-I có tỷ lệ 15%MK đạt cường độ cao nhất (69,6MPa ở tuổi 28 ngày và 80,97 MPa ở tuổi 360 ngày) tương ứng tăng 7% và 9% so với mẫu xi măng không có MK.

- MK làm giảm hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng phụ thuộc vào tỷ lệ pha trộn MK. Mức giảm tới mức 65,6% và 70,5% ứng tỷ lệ pha MK tương ứng là 15% và 20%;

- Chất tạo màu oxyt crôm và oxyt sắt ở tỷ lệ 5% thay thế chất kết dính cũng góp phần làm giảm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ của đá xi măng từ 3,2 - 10%.

- MK có khả năng làm tăng độ sáng màu và sắc nét của đá xi măng trắng khi có các chất màu.

2. Hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng liên quan chặt chẽ với khả năng thoát kiềm, khả năng cacbonát hóa bề mặt BTTT, do đó có liên quan đến hiện tượng loang bề mặt, bạc màu và rêu mốc bề mặt BTTT. Sự có mặt của MK và có thể cả chất màu (như Fe_2O_3) làm giảm hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng, do đó làm giảm tính kiềm của đá xi măng, nên đã hạn chế hiện tượng thoát kiềm của BTTT. Chính vì thế MK có khả năng làm tăng tính bền màu của BTTT, làm giảm khả năng mài mòn lớp bề mặt trong điều kiện bị tác dụng của nước mưa.

3. Trên cơ sở xi măng trắng Thái Bình PCW40.I, phụ gia khoáng MK Lâm Đồng với hàm lượng 15%, phụ gia siêu dẻo cao ACE 388 - BASF (1% so với CKD), 5% chất màu vô cơ và tỷ lệ $N/\text{CKD} = \text{const}$ có thể chế tạo được BTTT:

- Đạt mác 60 và 70 MPa với độ sụt của hỗn hợp bê tông từ 18- 21cm.

- Khi thay thế 15% xi măng bằng 15%MK: đã làm tăng cường độ nén và uốn ở tuổi 28 ngày tương ứng 7% và 2-3%.

- Khi thay 5% xi măng bằng 5% bột màu: làm tăng cường độ nén, uốn ở tuổi 28 ngày của BTTT tương ứng 2- 4% với oxyt sắt và 1-2% với bột màu oxyt crôm;

- Khi thay thế 20% xi măng bằng 15% MK và 5% bột màu: Cường độ nén, uốn ở tuổi 28 ngày tăng 5-11%, nhưng có mức cao hơn khi dùng 5% bột màu oxyt sắt và 15%MK;

- Các tính chất khác của BTTT khi sử dụng tới 15%MK như tổn thất độ sụt, sự phát triển cường độ bê tông theo thời gian có qui luật tương tự như bê tông không pha phụ gia.

BTTT mác 60 - 70MPa có thể chế tạo được khi không sử dụng MK, tuy nhiên việc sử dụng MK mang lại lợi ích lớn hơn đối

với BTTT nhờ vào việc giảm nồng độ kiềm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng, giúp cho xi măng bền màu hơn so với bê tông không có MK, tăng cường độ và cải thiện một số tính chất khác của bê tông trang trí.

4. Thi công thử nghiệm, cụ thể hóa công nghệ thi công BTTT lớp phủ mặt trên nền lớp bê tông thường màu xám đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật $R_n = 60\text{MPa}$, độ mài mòn $0,303 \text{ g/cm}^2$, cường độ kéo đứt trung bình $5,13 \text{ N/mm}^2$ và sơ bộ tính toán được định mức kinh tế kỹ thuật cho 1m^2 BTTT mác 60MPa khi dùng 2 lớp (lớp trên sử dụng BTTT mác 60, có MK dày 30 mm và lớp dưới 30mm đổ bê tông thường cùng mác) có giá thành đắt gấp đôi 1m^2 BTTT truyền thống mác 30MPa dày 60 mm và rẻ hơn 1,2 lần 1m^2 BTTT mác 60MPa không dùng MK, dày 60 mm.

B- KIẾN NGHỊ

1. Tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của các loại MK và bột màu oxyt màu vô cơ đến các tính chất khác của BTTT.
2. Cần tiếp tục nghiên cứu làm rõ ảnh hưởng của hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng tới khả năng tiết kiềm, liên quan của quá trình tiết kiềm với các hiện tượng loang màu, rêu mốc và độ mài mòn của đá xi măng để khẳng định về ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến tính bền màu của đá xi măng và BTTT.
3. Tiếp tục nghiên cứu về khả năng tương tác của chất màu oxyt sắt dạng Hematite trong xi măng trắng Thái Bình PCW 40.I và MK Lâm Đồng để có thể làm rõ vai trò tăng cường độ, giảm hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và sự bền màu của đá xi măng và BTTT màu đỏ trong điều kiện khí hậu Việt Nam .
4. Thí nghiệm kiểm chứng về hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng bằng các phương pháp khác.