



XÂY DỰNG QUY TRÌNH TÍNH TOÁN CẤP PHỐI BÊ TÔNG THƯỜNG VÀ BÊ TÔNG CÓ SỬ DỤNG TRO TRÁU

Bùi Lê Anh Tuấn¹, Ngô Văn Ánh¹, Hwang Chao Lung² và Đặng Trâm Anh¹

¹Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Xây dựng, Đại học Kỹ thuật Công nghệ Quốc gia Đài Loan, Đài Loan

Thông tin chung:

Ngày nhận: 28/05/2016

Ngày chấp nhận: 29/08/2016

Title:

Optimized Mix Proportion for Normal Concrete and Concrete including pozzolanic materials

Từ khóa:

Bê tông, Cấp phối bê tông, Vật liệu pozzolan, Tro trấu

Keywords:

Concrete, Concrete mix proportion, pozzolanic materials, Rice husk ash

ABSTRACT

Concrete mix design for normal concrete and concrete including rice husk ash based on the densified mixture design algorithm is investigated. The major difference from other mixture design algorithms is that instead of partial replacement of cement, the concrete mix design method incorporating pozzolanic material is used to fill the void of aggregates and hence increase the density of the aggregate system. The purpose of such action is to reduce the cement paste content as low as possible for design properties such as workability, strength, and durability. Using it provides several advantages, such as improved strength and durability properties, and environmental benefits related to the disposal of waste materials and to reduced carbon dioxide emissions.

TÓM TẮT

Phương pháp tính toán cấp phối theo phương pháp lèn chặt cho hai nguồn vật liệu phổ biến cho bê tông thường và phương pháp cho bê tông có sử dụng tro trấu được xây dựng trong nghiên cứu. Sự khác biệt cơ bản của phương pháp tính toán so với các phương pháp khác đó là thay vì sử dụng phương pháp thay thế một phần xi măng bằng các vật liệu pozzolan, phương pháp tính toán sử dụng các vật liệu pozzolan để lấp các lỗ rỗng giữa cốt liệu; kết quả là có thể tăng độ chặt của cốt liệu. Việc sử dụng phương pháp tính cấp phối bê tông theo phương pháp nghiên cứu là nhằm giảm lượng vữa xi măng xuống mức thấp nhất có thể nhưng vẫn đảm bảo được yêu cầu về tính lưu động, cường độ cũng như độ bền của bê tông. Việc ứng dụng phương pháp tính toán sẽ mang lại nhiều ưu điểm như cải thiện cường độ và độ bền cho bê tông, và những ưu điểm cho môi trường như tận dụng những vật liệu phế thải, giảm lượng khí thải cacbonic.

Trích dẫn: Bùi Lê Anh Tuấn, Ngô Văn Ánh, Hwang Chao Lung và Đặng Trâm Anh, 2016. Xây dựng quy trình tính toán cấp phối bê tông thường và bê tông có sử dụng tro trấu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 45a: 12-19.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tính toán cấp phối bê tông là nhằm xác định tỷ lệ giữa các vật liệu cấu thành, từ đó thành lập một cấp phối hợp lý mà theo đó khi thi công đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật đồng thời đảm bảo tính kinh tế của hỗn hợp bê tông sau này. Việc tính

toán cấp phối bê tông rất quan trọng vì nó quyết định chất lượng của bê tông cũng như giá thành. Ngoài những phương pháp tính toán cấp phối phổ biến như phương pháp của Ban môi trường Anh, của Viện bê tông Mỹ, phương pháp Dreux-Gorisse của Pháp, phương pháp Modoc L.J. Murdock của Anh, phương pháp của Hội đồng bê tông Poolcang,

phương pháp Bolomey-Skramtaev (Nga), có rất nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu và đề xuất những phương pháp tính toán khác nhau như: phương pháp của Sobolev và Amirjanov (Sobolev K. và A. Amirjanov, 2010), phương pháp của Su và Miao (Su N. và B. Miao, 2003)... Mỗi phương pháp đều có phạm vi thích dụng riêng. Nhìn chung, những phương pháp này đều đưa ra được quy trình tính toán có xét đến tỷ lệ tối ưu giữa các thành vật liệu để đảm bảo tiết kiệm cốt liệu, hạn chế tối đa hàm lượng xi măng sử dụng nhưng vẫn đảm bảo cường độ thiết kế. Tuy nhiên, đa số các phương pháp sử dụng những cách tính toán khá phức tạp, sử dụng các bảng tra, hoặc có nhiều hệ số kinh nghiệm cần chọn trong quá trình tính toán,... điều này dẫn đến việc ứng dụng các phương pháp này đối với những vật liệu ở những địa phương khác nhau sẽ không còn mang lại hiệu quả cao.

Puzzolan là một loại vật liệu dùng trong ngành xây dựng. Loại vật liệu này đã được người Ý sử dụng trong ngành xây dựng vào thời kỳ La Mã cổ đại tại vùng Puzzuoli ở Italia, tên vật liệu được đặt theo tên địa danh này. Pozzolan là một vật liệu mà khi kết hợp với canxi hiđroxit tạo thành hợp chất có tính chất xi măng. Pozzolan thường được sử dụng như là một vật liệu bổ sung (thuật ngữ kỹ thuật trong tiếng Anh là “concrete extender”) cho xi măng Portland để tăng độ bền lâu dài và tăng cường các đặc tính vật liệu khác của bê tông xi măng Portland, trong một số trường hợp, giảm giá thành bê tông.

Tính toán cấp phối bê tông dựa trên thuyết tính toán lên chặt cũng được thực hiện bởi nhiều nhà nghiên cứu (Sobolev, K. và A. Amirjanov, 2010, Kosmatka S. và *ctv.*, 1995, Mora C.F. và *ctv.*) theo nhiều cách tính toán khác nhau. Ở Đài Loan, phương pháp tính toán cấp phối bê tông - Densified Mixture Design Algorithm, gọi tắt là DMDA được Giáo sư Chao-Lung Hwang xây dựng và đã được ứng dụng thành công ở rất nhiều công trình như tòa tháp 101 tầng ở Đài Bắc, tòa nhà 85 tầng ở thành phố Cao Hùng (Hwang C.L và *ctv.*, 1996, Tu T.Y và *ctv.*, 2006, Hwang C.L và *ctv.*, 2001, Hwang C.L và *ctv.*, 2002, Hwang C.L và *ctv.*, 2003). Phương pháp DMDA được phát triển dựa vào nguyên lý: tính chất vật lý của hỗn hợp sẽ đạt tối ưu khi mật độ vật lý đạt giá trị cao nhất. Sự khác biệt cơ bản của phương pháp DMDA so với các phương pháp khác đó là thay vì sử dụng phương pháp thay thế một phần xi măng bằng các vật liệu pozzolan, phương pháp DMDA sử dụng các vật liệu pozzolan để lấp các lỗ rỗng giữa cốt liệu; kết quả là có thể tăng độ chặt của cốt liệu. Mục đích của cách sử dụng vật liệu pozzolan như trên là

nhằm giảm lượng vữa xi măng xuống mức thấp nhất có thể nhưng vẫn đảm bảo được yêu cầu về cường độ, tính lưu động cũng như độ bền của bê tông.

Phương pháp Bolomey-Skramtaev là phương pháp được sử dụng phổ biến ở Việt Nam hiện nay. Đây là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc tiến hành bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết “thể tích tuyệt đối” có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (hoàn toàn đặc) của vật liệu trong 1 m³ bê tông bằng 1000 lít. Ngoài phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm trên, phương pháp tra bảng theo định mức xác định thành phần vật liệu cho 1 m³ bê tông cũng được sử dụng. Bảng tra thành phần vật liệu cho 1 m³ bê tông các loại thông thường như: cấp phối cho 1 m³ bê tông khi dùng xi măng PC 30, PC 40. Căn cứ vào mác xi măng, cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu, độ sụt và mác của bê tông cần chế tạo, tra bảng để xác định sơ bộ thành phần vật liệu cho 1 m³ bê tông. Các phương pháp này cũng có những hạn chế như sử dụng nhiều bảng tra, nhiều hệ số kinh nghiệm,... Vì vậy, khi áp dụng với những loại vật liệu ở những địa phương khác nhau thì chất lượng bê tông rất khó kiểm soát.

Ngoài những phương pháp trên, nghiên cứu về phương pháp tính toán cấp phối bê tông còn rất ít ở Việt Nam. Theo tìm hiểu của nhóm nghiên cứu thì chưa có nghiên cứu tính toán cấp phối bê tông cho vật liệu ở Đồng bằng sông Cửu Long.

Các hư hỏng thường gặp như bê tông chậm đông rắn, cường độ thấp, bê tông bị nứt mặt sau khi đổ, bê tông bị phồng rộp, bê tông bị biến màu... xảy ra khá phổ biến tại nhiều công trình xây dựng, đặc biệt ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Một trong những nguyên nhân chủ yếu do cấp phối bê tông chưa hợp lý. Đã có nhiều nghiên cứu về cấp phối bê tông trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Nhưng đa số các phương pháp điều sử dụng những thuật toán phức tạp hay phải sử dụng những phần mềm hỗ trợ. Điều này ít nhiều gây khó khăn cho người thiết kế. Vì vậy, việc xây dựng phương pháp tính toán cấp phối bê tông có cách tính toán đơn giản, dễ áp dụng, đặc biệt có xét đến đặc tính cơ lý hóa của vật liệu ở những địa phương khác nhau là một nhu cầu cấp thiết.

Đặc biệt hơn, các nguồn vật liệu tự nhiên sử dụng cho bê tông như đá, cát đang dần cạn kiệt. Hay việc sử dụng quá nhiều hàm lượng xi măng trong bê tông sẽ tăng lượng khí thải CO₂. Việc xây dựng phương pháp tính toán cấp phối có thể tiết kiệm hàm lượng cốt liệu, xi măng là cần thiết giải quyết phần nào vấn đề cấp thiết trên.

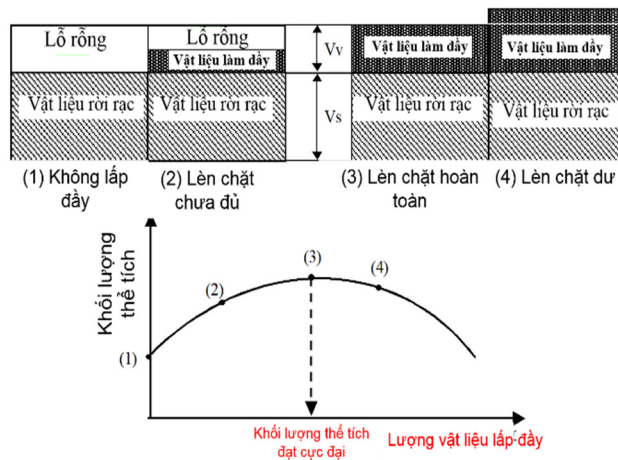
2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên lý phối trộn vật liệu

Phương pháp tính toán dựa vào nguyên lý: tính chất vật lý của hỗn hợp sẽ đạt tối ưu khi mật độ vật lý đạt giá trị cao nhất. Nguyên lý này được áp dụng phổ biến cho việc phối trộn hỗn hợp với những vật liệu dạng hạt rời rạc có kích thước hạt khác nhau. Nguyên lý này được trình bày như Hình 1. Quá trình lên chặt có thể chia làm 4 giai đoạn chính như Hình 1(a): (1) Các vật liệu dạng hạt rời rạc luôn có lỗ rỗng; (2) Lỗ rỗng của vật liệu dạng này có thể được lấp đầy bởi một hay nhiều loại vật liệu cũng có dạng hạt rời nhưng với kích thước hạt bé hơn; (3) Nếu cứ tiếp tục thêm vật liệu có kích thước hạt bé hơn thì các lỗ rỗng tiếp tục được lấp đầy, cho đến khi tất cả lỗ rỗng đều được lấp đầy;

(4) Khi tất cả các lỗ rỗng đã được lấp đầy mà vẫn tiếp tục thêm vật liệu có kích thước bé hơn thì ở giai đoạn này vật liệu có kích thước bé hơn không còn đóng vai trò là lên chặt nữa.

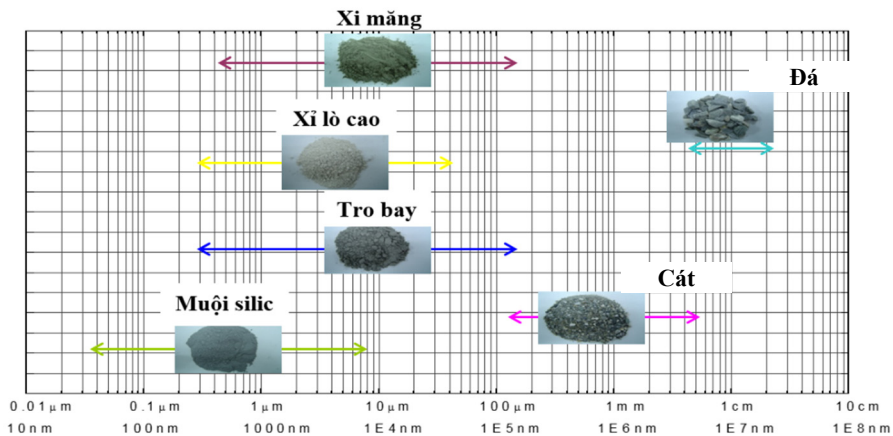
Mối quan hệ giữa khối lượng thể tích của hỗn hợp vật liệu và lượng vật liệu dùng để lên chặt được trình bày ở Hình 1(b). Khối lượng thể tích của hỗn hợp vật liệu tăng dần trong quá trình lên chặt, giai đoạn (1) và (2). Khối lượng thể tích đạt cực đại khi hỗn hợp vật liệu ở trạng thái hoàn toàn được lên chặt, giai đoạn (3) và giảm dần khi ta tiếp tục thêm vật liệu sử dụng để lên chặt, giai đoạn (4). Qua đó ta thấy, giai đoạn (3) là giai đoạn hỗn hợp sẽ đạt tối ưu khi mà mật độ vật lý đạt giá trị cao nhất. Từ đồ thị ta hoàn toàn có thể xác định tỉ lệ phối trộn tối ưu.



Hình 1: Các giai đoạn chính trong quá trình lên chặt

Nguyên lý này có thể được áp dụng cho việc tìm tỷ lệ phối trộn cốt liệu tối ưu cho hỗn hợp bê tông khi mà cốt liệu sử dụng cho bê tông đều ở dạng hạt vật liệu rời rạc với kích thước hạt và khối lượng riêng không quá gần nhau như Hình 2.

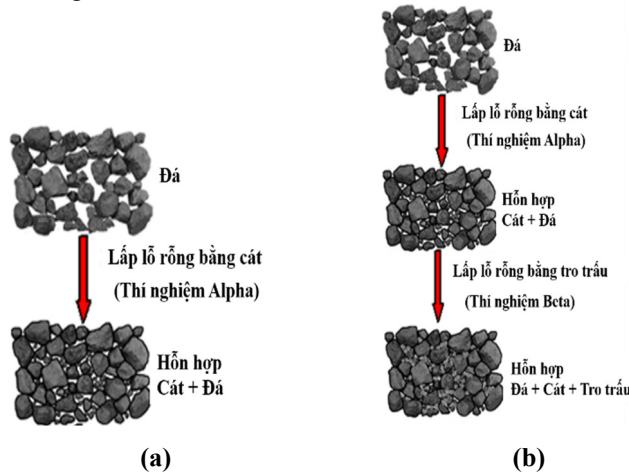
Các vật liệu pozzolan như tro bay, xỉ sắt, muội silic, tro trấu có thể được sử dụng như một dạng vật liệu làm đầy vì kích thước hạt của chúng nhỏ hơn nhiều so với cát và đá như Hình 2.



Hình 2: Kích thước hạt của một số loại vật liệu sử dụng cho bê tông

Từ nguyên lý trên, ta có thể xây dựng phương pháp phối trộn sao cho hỗn hợp cốt liệu đạt tối ưu. Đối với bê tông thường chỉ bao gồm cát, đá, xi măng và nước nên cốt liệu lúc này gồm có cát và đá. Để tìm tỉ lệ phối trộn giữ đá và cát ta sẽ thực hiện thí nghiệm Alpha như Hình 3(a). Trong trường hợp bê tông có sử dụng tro trấu ta thực hiện

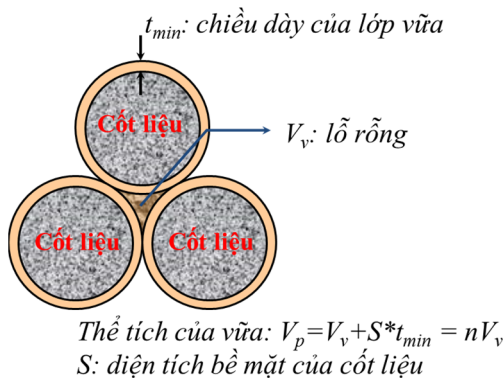
như Hình 3(b). Trước hết từ thí nghiệm Alpha ta có hỗn hợp Cát + Đá với tỉ lệ tối ưu. Tro trấu với kích thước hạt ~ 15 μm nên có thể dùng như một dạng vật liệu lấp đầy lấp lỗ rỗng cho hỗn hợp Cát + Đá. Tỉ lệ tro trấu sử dụng sẽ được xác định thông qua thí nghiệm Beta.



Hình 3: Các thí nghiệm: (a) Thí nghiệm Alpha và (b) Thí nghiệm Beta

2.2 Nguyên lý tính toán thể tích chất kết dính

Giả sử cốt liệu có dạng hình cầu như Hình 4. Thể tích lượng vữa sử dụng bao gồm lượng vữa để lấp lỗ rỗng (V_v) và lượng vữa bao phủ bề mặt cốt liệu ($S \times t_{min}$): $V_p = V_v + S \times t_{min}$. Theo công thức này, để tiết kiệm lượng vữa sử dụng cần giảm V_v và $S \times t_{min}$. Lượng V_v khi mà tỷ lệ phối trộn cho các loại cốt liệu tối ưu, điều này có thể áp dụng nguyên lý phối trộn cốt liệu bên trên. Để giảm lượng vữa bao phủ bề mặt cốt liệu ta cần giảm chiều dày của lớp vữa (t_{min}) xuống ít nhất. Tuy nhiên, việc tính toán lượng vữa theo công thức trên tương đối phức tạp vì ta cần tính S – diện tích bề mặt của cốt liệu. Để đơn giản cho việc tính toán, ta có thể tính thể tích vữa theo công thức $V_p = nV_v$ với n là hệ số dư vữa. Giá trị n được chọn sao cho lượng vữa là thấp nhất.



Hình 4: Mối quan hệ giữa lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và lượng vữa

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Quy trình tính toán cấp phối

Áp dụng hai nguyên lý trên, nguyên lý tính toán cấp phối cho bê tông được chia làm hai bước: Bước 1 - tính toán cốt liệu và Bước 2 - tính toán lượng vữa. Tính toán cốt liệu chính là việc tính toán tỉ lệ phối trộn tối ưu cho các vật liệu thành phần gồm cát, đá, phụ gia khoáng (nếu có). Với tỉ lệ phối trộn tối ưu thì lỗ rỗng của hỗn hợp cốt liệu sẽ thấp nhất, do đó sẽ tiết kiệm lượng vữa sử dụng. Lượng vữa được tính toán trong bước 2 chủ yếu để “bôi trơn” cốt liệu và lấp lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu để đảm bảo lượng vữa sử dụng ít nhất.

Quy trình tính toán cấp phối cho bê tông thường và bê tông có sử dụng tro trấu được trình bày dưới đây:

3.1.1 Quy trình tính toán cấp phối cho bê tông thường

$$\alpha = \frac{W_{cat}}{W_{cat} + W_{da}} \tag{1.1}$$

trong đó: α là giá trị tìm được từ thí nghiệm α .

W_{cat} là khối lượng của cát; W_{da} là khối lượng của đá.

Thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp (cát + đá)

$$V_v = 1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} \quad (1.2)$$

trong đó: γ_i là khối lượng riêng của vật liệu i , kg/m^3 .

Xác định thể tích của vữa:

$$V_p = V_v + S \times t = nV_v = n \left(1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} \right) \quad (1.3)$$

trong đó: S là diện tích bề mặt của cốt liệu; t là chiều dày của lớp vữa phủ trên bề mặt cốt liệu; n là hệ số dư vữa và V_p là thể tích của vữa.

Tính toán cốt liệu, V_{agg}

$$V_{agg} = 1 - V_p \quad (1.4)$$

trong đó V_{agg} là tổng thể tích của cốt liệu.

Tính toán hàm lượng đá theo công thức số 1.1 có thể được viết lại như sau:

$$W_{da} = W_{cat} \times \left(\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \quad (1.5)$$

Thế công thức 1.5 vào công thức số 1.4 và viết lại ta được:

$$W_{cat} = \frac{V_{agg}}{\left(\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \frac{1}{\gamma_{da}} + \frac{1}{\gamma_{cat}}} \quad (1.6)$$

Tính hàm lượng của xi măng (W_{ximang}), nước (W_{nuoc}):

$$V_p = \frac{W_{nuoc}}{\gamma_{nuoc}} + \frac{W_{ximang}}{\gamma_{ximang}} \quad (1.7)$$

Tỷ lệ nước/xi măng (w/c) là λ , ta có

$$\lambda = \frac{W_{nuoc}}{W_{ximang}} \quad (1.8)$$

$$W_{nuoc} = \lambda W_{ximang} \quad (1.9)$$

Thay công thức 1.9 vào công thức 1.7 và viết lại ta được:

$$W_{ximang} = \frac{V_p}{\left[\frac{\lambda}{\gamma_{nuoc}} + \frac{1}{\gamma_{ximang}} \right]} \quad (1.10)$$

trong đó: W_{nuoc} , W_{ximang} lần lượt là khối lượng của nước, xi măng; γ_{nuoc} , γ_{ximang} lần lượt là khối lượng riêng của nước, xi măng.

3.1.2 Quy trình tính toán cấp phối cho bê tông có sử dụng tro trấu

$$\alpha = \frac{W_{cat}}{W_{cat} + W_{da}} \quad (2.1)$$

trong đó: α là giá trị tìm được từ thí nghiệm α .

W_{cat} là khối lượng của cát; W_{da} là khối lượng của đá.

$$\beta = \frac{W_{trotrau}}{(W_{da} + W_{cat}) + W_{trotrau}} \quad (2.2)$$

trong đó: β là giá trị tìm được từ thí nghiệm β ; $W_{trotrau}$ là khối lượng của tro trấu.

Thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp (tro trấu + cát + đá)

$$V_v = 1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} \quad (2.3)$$

trong đó: γ_i là khối lượng riêng của vật liệu i , kg/m^3 .

Xác định thể tích của vữa:

$$V_p = V_v + S \times t = nV_v = n \left(1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} \right) \quad (2.4)$$

trong đó: S là diện tích bề mặt của cốt liệu; t là chiều dày của lớp vữa phủ trên bề mặt cốt liệu; n là hệ số dư vữa và V_p là thể tích của vữa.

Tính toán cốt liệu, V_{agg}

$$V_{agg} = 1 - V_p \quad (2.5)$$

trong đó V_{agg} là tổng thể tích của cốt liệu.

Tính toán hàm lượng tro trấu, đá. Công thức số 2.1 và 2.2 có thể được viết lại như sau:

$$W_{da} = W_{cat} \times \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \quad (2.6)$$

$$W_{trotrau} = W_{cat} \times \left(\frac{\beta}{\alpha-\alpha\beta} \right) \quad (2.7)$$

Thế công thức 2.6 và 2.7 vào công thức số 2.5 và viết lại ta được:

$$W_{cat} = \frac{V_{agg}}{\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \frac{1}{\gamma_{da}} + \frac{1}{\gamma_{cat}} + \left(\frac{\beta}{\alpha-\alpha\beta} \right) \frac{1}{\gamma_{trotrau}}} \quad (2.8)$$

Tính hàm lượng của xi măng (W_{ximang}), nước (W_{nuoc}):

$$V_p = \frac{W_{nuoc}}{\gamma_{nuoc}} + \frac{W_{ximang}}{\gamma_{ximang}} \quad (2.9)$$

Tỷ lệ nước/chất kết dính (w/cm) là λ , ta có

$$\lambda = \frac{W_{nuoc}}{W_{ximang} + W_{trotrau}} \quad (2.10)$$

$$W_{nuoc} = \lambda(W_{ximang} + W_{trotrau}) \quad (2.11)$$

Thay công thức 2.11 vào công thức 2.9 và viết lại ta được:

$$W_{ximang} = \frac{V_p - \lambda \frac{W_{trotrau}}{\gamma_{nuoc}}}{\left[\frac{\lambda}{\gamma_{nuoc}} + \frac{1}{\gamma_{ximang}} \right]} \quad (2.12)$$

trong đó: W_{nuoc} , W_{ximang} lần lượt là khối lượng của nước, xi măng; γ_{nuoc} , γ_{ximang} lần lượt là khối lượng riêng của nước, xi măng.

So sánh hai quy trình tính cấp phối cho bê tông thường và bê tông tro trấu, điểm khác nhau cơ bản đối với bê tông thường sau khi có tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa đá và cát sẽ tính toán lượng vữa cho cấp phối, còn bê tông tro trấu lỗ rỗng của hỗn hợp đá và cát sẽ được lấp đầy bởi tro trấu. Như vậy, việc sử dụng tro trấu theo phương pháp này sẽ hạn chế lỗ rỗng trong bê tông cũng như tiết kiệm được lượng xi măng sử dụng.

$$W_{cat} = \frac{V_{agg}}{\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \frac{1}{\gamma_{da}} + \frac{1}{\gamma_{cat}} + \left(\frac{1-0,36}{0,36} \right) \frac{1}{2700} + \frac{1}{2620}} = 748 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

3.2 Ví dụ tính toán cấp phối

3.2.1 Vật liệu sử dụng

Vật liệu được sử dụng để tính toán cấp phối bê tông theo phương pháp tính toán được xây dựng là các loại vật liệu sử dụng phổ biến ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Chi tiêu kỹ thuật của các loại vật liệu như sau:

- Khối lượng riêng của xi măng: 2960 kg/m³
- Cát: Khối lượng riêng : 2620 kg/m³; Độ hút nước: 11,25%; Độ ẩm: 0,54%
- Đá: Khối lượng riêng: 2700 kg/m³; Độ hút nước: 0,5%, Độ ẩm : 0,66%, D_{max} = 25 mm
- Khối lượng riêng của nước: 1000 kg/m³
- Khối lượng riêng của tro trấu: 1900 kg/m³

Sau khi xác định các chỉ tiêu của vật liệu, thí nghiệm Alpha và Beta được thực hiện để xác định các tỷ lệ phối trộn tối ưu. Từ kết quả thí nghiệm ta có: $\alpha_{max} = 36\%$ và $\beta_{max} = 2\%$.

Từ các số liệu, cấp phối bê tông cho bê tông thường và bê tông có sử dụng tro trấu được tính toán như sau:

3.2.2 Quy trình tính toán cấp phối cho bê tông thường

Từ thí nghiệm α ta có: $W_{cat} + W_{da} = 2107$ kg cho 1m³

$$W_{cát} = \alpha_{max} W_{cát+đá} = 0.36 \times 2107 = 758,52 \text{ kg}$$

$$W_{đá} = W_{cát+đá} - W_{cát} = 2107 - 758.52 = 1348,48 \text{ kg}$$

Thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp (cát + đá)

$$V_v = 1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} = 1 - \left(\frac{W_{cat}}{\gamma_{cat}} + \frac{W_{đá}}{\gamma_{đá}} \right) = 1 - \left(\frac{758,52}{2620} + \frac{1348,48}{2700} \right) = 0,2111 \text{ m}^3$$

Xác định thể tích vữa:

$$V_p = nV_v = 1,05 \times 0,2111 = 0,222 \text{ m}^3$$

Tính toán thể tích cốt liệu, V_{agg}

$$V_{agg} = 1 - V_p = 1 - 0.222 = 0,778 \text{ m}^3$$

Khối lượng cát:

Khối lượng đá:

$$W_{da} = 748 \times \left(\frac{1-0,36}{0,36} \right) = 1330 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Tính toán với tỷ lệ nước/xi măng (w/c) là $\lambda = 0,55$.

Khối lượng xi măng:

$$W_{ximang} = \frac{V_p}{\left[\frac{\lambda}{\gamma_{nuoc}} + \frac{1}{\gamma_{ximang}} \right]} = \frac{0,222}{\left[\frac{0,55}{1000} + \frac{1}{2960} \right]} = 250 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Khối lượng nước:

$$W_{nuoc} = \lambda W_{ximang} = 0,55 \times 250 = 137,5 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Vậy khối lượng của các vật liệu thành phần cho 1 m³ bê tông:

$$W_{cat} = 748 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{da} = 1330 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{ximang} = 250 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{nuoc} = 137,5 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

3.2.3 Quy trình tính toán cấp phối cho bê tông có sử dụng tro trấu

Từ thí nghiệm α và β ta có: $W_{cat} + W_{da} + W_{trotrau} = 2060 \text{ kg cho } 1\text{m}^3$

$$W_{trotrau} = \beta \times \left[(W_{da} + W_{cat}) + W_{trotrau} \right] = 0,02 \times 2060 = 41 \text{ kg}$$

$$W_{cat} = \alpha (W_{cat} + W_{da}) = 0,36 \times (2060 - 41,2) = 727 \text{ kg}$$

$$W_{da} = 2060 - W_{cat} - W_{trotrau} = 2060 - 727 - 41 = 1292 \text{ kg}$$

Thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp (tro trấu + cát + đá)

$$V_v = 1 - \sum \frac{W_i}{\gamma_i} = 1 - \left(\frac{W_{cat}}{\gamma_{cat}} + \frac{W_{da}}{\gamma_{da}} + \frac{W_{trotrau}}{\gamma_{trotrau}} \right) = 1 - \left(\frac{727}{2620} + \frac{1292}{2700} + \frac{41}{1900} \right) = 0,2224 \text{ m}^3$$

Xác định thể tích vữa:

$$V_{agg} = 1 - V_p = 1 - 0,234 = 0,766 \text{ m}^3 \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Khối lượng cát:

$$W_{cat} = \frac{V_{agg}}{\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \frac{1}{\gamma_{da}} + \frac{1}{\gamma_{cat}} + \left(\frac{\beta}{\alpha-\alpha\beta} \right) \frac{1}{\gamma_{trotrau}}} = 716 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Khối lượng đá:

$$W_{da} = W_{cat} \times \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) = 1274 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Tính toán với tỷ lệ nước/xi măng (w/c) là $\lambda = 0,55$.

Khối lượng tro trấu:

$$W_{trotrau} = W_{cat} \times \left(\frac{\beta}{\alpha-\alpha\beta} \right) = 41 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Khối lượng xi măng:

$$W_{ximang} = \frac{V_p - \lambda \frac{W_{trotrau}}{\gamma_{nuoc}}}{\left[\frac{\lambda}{\gamma_{nuoc}} + \frac{1}{\gamma_{ximang}} \right]} = 238 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Khối lượng nước:

$$W_{nuoc} = \lambda (W_{ximang} + W_{trotrau}) = 153 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Vậy khối lượng của các vật liệu thành phần cho 1 m³ bê tông:

$$W_{cat} = 716 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{da} = 1274 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{trotrau} = 41 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{ximang} = 238 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$W_{nuoc} = 153 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

4 KẾT LUẬN

Phương pháp tính cấp phối theo phương pháp lên chặt được xây dựng có phương pháp tính toán đơn giản, hạn chế việc tra số liệu từ các bảng biểu như theo các phương pháp được sử dụng hiện nay bằng cách thí nghiệm trực tiếp trên vật liệu sử dụng

từ đó có thể hạn chế các sai số do sử dụng các loại vật liệu nguồn gốc, chất lượng khác nhau. Việc xây dựng phương pháp tính toán từ việc xác định tỷ lệ tối ưu của cốt liệu rồi sau đó mới xác định lượng vữa sẽ tiết kiệm được lượng xi măng sử dụng nhưng vẫn đảm bảo cường độ và tăng độ bền của bê tông.

Cách tính cấp phối này rất phù hợp cho việc tính toán tỷ lệ vật liệu pozzolan tối ưu sử dụng cho bê tông. Việc sử dụng vật liệu pozzolan để lấp đầy lỗ rỗng trong hỗn hợp cốt liệu từ đó xác định được lượng dùng cho vật liệu này sẽ phát huy vai trò của vật liệu vừa đóng vai trò lấp đầy những lỗ rỗng trong bê tông, vừa tham gia phản ứng hóa học (phản ứng pozzolan) để tăng cường độ và độ bền của bê tông.

Để tăng hoạt tính của tro trấu trong bê tông, máy trộn bê tông nên sử dụng loại máy trộn cường bức. Cần tính toán và thí nghiệm kiểm tra với nhiều cấp phối để từ đó xây dựng biểu đồ cấp phối cho các cấp độ bền của bê tông tương ứng với từng loại vật liệu phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long. Việc sử dụng phụ gia giảm nước cho cấp phối tính toán theo phương pháp này sẽ đảm bảo lượng nước sử dụng ở mức thấp nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

C.L. Hwang, L.S. Lee, F.Y. Lin, and J.J. Lin, 1996. Desified mixture design algorithm and early properties of high-performance concrete. Journal

of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering. 8(2): p. 217-219.

Hwang, C.-L., P.-K. Chang, and Y.-N. Peng, 2001. Application of High-Performance Concrete to High-Rise Building in Taiwan. Advances in Structural Engineering. 4(2): p. 65-73.

Hwang, C.L. and Y.Y. Chen, 2002. The property of self-consolidating concrete designed by desified mixture design algorithm. in The Proceeding of First North American Conference on the Design and Use of Consolidating Concrete. ACBM.

Hwang, C.L., 2003. The Theory and Practice of High Performance Concrete. Janes' Book Publisher Co.: Taipei, Taiwan.

Kosmatka, S., W. Panarese, and P.C. Association, 1995. Design and control of concrete mixtures, ed. 6th. Portland Cement Association.

Mora, C.F., A.K.H. Kwan, and H.C. Chan, 1998. Particle size distribution analysis of coarse aggregate using digital image processing. Cement and Concrete Research. 28(6): p. 921-932.

Sobolev, K. and A. Amirjanov, 2010. Application of genetic algorithm for modeling of dense packing of concrete aggregates. Construction and Building Materials. 24(8): p. 1449-1455.

Su, N. and B. Miao, 2003. A new method for the mix design of medium strength flowing concrete with low cement content. Cement and Concrete Composites. 25(2): p. 215-222.

Tu, T.-Y., Y.-Y. Chen, and C.-L. Hwang, 2006. Properties of HPC with recycled aggregates. Cement and Concrete Research. 36(5): p. 943-950.