

ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHẤT KẾT DÍNH DÙNG TRONG BÀI TOÁN THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG

ThS NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG

Trường Đại học Thủy lợi

Trị số cường độ chất kết dính (CKD) trong bài toán thiết kế thành phần bê tông loại có sử dụng phụ gia khoáng hiện vẫn chưa có tiêu chuẩn nào đề cập đến phương pháp xác định. Trong hầu hết các tài liệu khi có sử dụng giá trị này đều mặc định về cách xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016:1995 - Xi măng - Phương pháp thử xác định độ bền. Trên thực tế nếu tiến hành thí nghiệm xác định cường độ CKD (là hỗn hợp của xi măng với các thành phần phụ gia khoáng khác nhau, theo các tỷ lệ thay thế xi măng khác nhau) theo tiêu chuẩn dùng cho xi măng như vậy sẽ dẫn đến kết quả không chính xác (thường giá trị bị nhỏ đi), làm cho việc tính toán cấp phối bê tông có sai số mà thường là CKD tính được sẽ tăng lên, dẫn đến không kinh tế. Bài báo này đề xuất phương pháp xác định cường độ hỗn hợp CKD đảm bảo chính xác hơn, do đó hạn chế được số lượng các thí nghiệm điều chỉnh để có được cấp phối tối ưu thỏa mãn được các yêu cầu cả về mặt kỹ thuật và kinh tế.

Từ khóa: xi măng, phụ gia khoáng, CKD hay vật liệu kết dính.

PROPOSING A METHOD TO DETERMINE THE INTENSITY OF CEMENTITIOUS MATERIALS APPLIED IN DESIGNING CONCRETE COMPOSITION

Summary

The method to determine the intensity of cementitious materials applied in designing concrete composition has not clearly identified in any standard. In most cases, this value is understood to be determined by standard TCVN6016 - Cements - Test methods - Determination of strength. In reality, the determination of the intensity of cementitious materials (a mixture of cement and other mineral admixtures) by the standard for cement ends up with inaccurate value (lower strength). As a result, the proportion of concrete aggregate is incorrect, normally the amount of cementitious materials increases, leading to diseconomy. This paper proposes the method to determine the intensity of cementitious material with more accuracy, thus decrease the number of test to be carried out to achieve the final result satisfying both technical and economical aspects.

Key words: cement, mineral admixture or supplementary cementing materials (SCMs), cementitious materials.

Đặt vấn đề

Hiện nay, rất nhiều loại bê tông được khuyến cáo nên sử dụng phụ gia nhằm cải thiện các tính chất để đáp ứng yêu cầu đặc thù của các loại công trình khác nhau. Đối với phụ gia khoáng là loại thường được dùng để thay thế một phần xi măng giữ vai trò làm CKD thì hỗn hợp của xi măng và phụ gia được xem là hỗn hợp CKD, hay vật liệu kết dính. Trong trường hợp này, khi giải quyết bài toán thiết kế thành phần bê tông, trong công thức Bolomay - Skramtaev, khái niệm cường độ thực tế của xi măng (R_x) sẽ được thay thế bằng khái niệm cường độ thực tế của CKD (R_{CKD}). Vậy việc xác định R_{CKD} được tiến hành như thế nào? Cho đến nay, vẫn chưa có tiêu chuẩn nào quy định phương pháp xác định R_{CKD} . Trong hầu hết các tài liệu khi có sử dụng đến giá trị này đều mặc định về cách xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016:1995 - Xi măng - Phương pháp thử xác định độ bền. Trên thực tế nếu tiến hành thí nghiệm xác định R_{CKD} (là hỗn hợp của xi măng với các thành phần phụ gia khoáng khác nhau, theo các tỷ lệ thay thế xi măng khác nhau) theo tiêu chuẩn dùng cho xi măng như vậy sẽ dẫn đến kết quả không chính xác (thường giá trị cường độ bị nhỏ đi), làm cho kết quả tính toán cấp phối bê tông không đúng, thường

lượng CKD tính được sẽ tăng lên, dẫn đến không kinh tế. Thực tế cho thấy cần thiết phải có một tiêu chuẩn hướng dẫn cách xác định R_{CKD} . Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất phương pháp xác định R_{CKD} đảm bảo chính xác hơn, sử dụng trong bài toán tính cấp phối bê tông sẽ có kết quả chính xác, hạn chế được số lượng các thí nghiệm điều chỉnh để có được cấp phối tối ưu thỏa mãn được các yêu cầu cả về mặt kỹ thuật và kinh tế.

Ứng dụng giá trị R_{CKD} trong bài toán tính cấp phối bê tông và cách xác định R_{CKD} theo phương pháp cũ

Theo cuốn “Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại” [1], ở bước 3, để tính được tỷ lệ xi măng/nước (X/N) hay CKD/N từ công thức Bolomay - Skramtaev thì buộc phải biết R_x hay R_{CKD} .

$$R_{BT} = A \cdot R_x \cdot \left(\frac{x}{N} - 0,5 \right)$$

$$\text{hay } R_{BT} = A \cdot R_{CKD} \cdot \left(\frac{CKD}{N} - 0,5 \right)$$

Trong đó: R_{BT} : cường độ nén của bê tông; A: hệ số tra bảng.

Trong các nghiên cứu trước đây, R_{CKD} mặc định được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016:1995 [2], với thành phần hỗn hợp vữa thử gồm: một phần xi măng, ba phần cát tiêu chuẩn và một nửa phần nước ($X:C^T:N = 1:3:0,5$). Mỗi mẻ cho 3 mẫu thử gồm: 450 g xi măng, 1.350 g cát và 225 g nước.

Với tỷ lệ trộn như vậy, có nghĩa là tỷ lệ khối lượng các thành phần vật liệu là không thay đổi, tỷ lệ N/X hay N/CKD là không thay đổi, trong khi các loại xi măng khác nhau có tính chất vật lý khác nhau, cụ thể là độ mịn, độ xốp hạt khác nhau, dẫn tới hỗn hợp vữa có độ lưu động khác nhau và mẫu tạo được có độ đặc chắc khác nhau. Với hỗn hợp CKD có sử dụng phụ gia khoáng, do đặc thù về tính háo nước và/hoặc có kích thước hạt nhỏ nên hỗn hợp vữa trở nên khô hơn và mẫu tạo được có độ rỗng lớn, làm cho cường độ vữa đóng rắn thấp, như vậy không đánh giá đúng được R_{CKD} . Để giải quyết bất cập này, chúng tôi xin đề xuất phương pháp thí nghiệm xác định R_{CKD} trên cơ sở tạo ra được hỗn hợp vữa có độ dẻo tiêu chuẩn trước khi đúc mẫu để loại bỏ những sai số trong quá trình thí nghiệm do sự khác nhau về độ dẻo của vữa dùng để tạo mẫu. Lượng nước trộn để tạo hỗn hợp vữa có độ dẻo tiêu chuẩn sẽ được coi là lượng nước tiêu chuẩn trong đề xuất này.

Đề xuất phương pháp xác định R_{CKD}

Các bước tiến hành thí nghiệm xác định R_{CKD} được đề xuất như sau:

Bước 1: trộn hỗn hợp vữa mà CKD chỉ dùng là xi măng

(100% xi măng) theo tiêu chuẩn TCVN 6016:1995: hỗn hợp có tỷ lệ trộn là một phần xi măng, ba phần cát tiêu chuẩn và một nửa phần nước ($X:C^T:N = 1:3:0,5$). Hỗn hợp vữa này được coi là mẫu đối chứng để xác định độ dẻo tiêu chuẩn.

Bước 2: xác định độ lưu động của hỗn hợp vữa đối chứng theo tiêu chuẩn TCVN 3121:2003 - Vữa xây dựng - Phương pháp thử xác định độ lưu động của vữa tươi: độ lưu động được biểu thị bằng đường kính đáy khối vữa chảy trên bàn dần. Giá trị đường kính đo được của mẫu đối chứng này được dùng làm chuẩn để tạo hỗn hợp vữa tươi cho các tổ hợp CKD có dùng phụ gia khoáng khác sau này.

Bước 3: các định lượng nước tiêu chuẩn cho hỗn hợp vữa với CKD có sử dụng phụ gia khoáng như tro bay, muối silic, xỉ quặng,... theo tỷ lệ phụ gia thay thế xi măng đã định: hỗn hợp vữa có tỷ lệ pha trộn là: một phần CKD (là hỗn hợp xi măng với phụ gia khoáng theo tỷ lệ định dùng), ba phần cát tiêu chuẩn, còn lượng nước được xác định thử dần sao cho hỗn hợp vữa tươi có độ lưu động bằng với độ lưu động của hỗn hợp vữa đối chứng (biểu thị bằng đường kính đáy khối vữa chảy trên bàn dần bằng với đường kính đo được với mẫu đối chứng). Lượng nước xác định được gọi là lượng nước tiêu chuẩn (LNTC) của vữa, tính bằng phần trăm so với khối lượng CKD. Mỗi hỗn hợp CKD theo tỷ lệ pha trộn đã chọn sẽ có một giá trị LNTC.

Bước 4: trộn hỗn hợp vữa với LNTC: hỗn hợp vữa có tỷ lệ pha trộn là một phần CKD, ba phần cát tiêu chuẩn và LNTC xác định được từ bước 3 ($CKD:C^T:N = 1:3:LNTC$).

Bước 5: tạo mẫu và thí nghiệm xác định cường độ như các bước đề cập trong tiêu chuẩn TCVN 6016:1995: đúc mẫu bằng khuôn 3 ngăn nằm ngang sao cho 3 mẫu hình lăng trụ có tiết diện 40 x 40 mm và dài 160 mm.

Tính tuổi mẫu thử từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước và thử độ bền theo yêu cầu ở các tuổi khác nhau với quy định chung như sau: dùng phương pháp tải trọng tập trung để xác định độ bền uốn; nửa lăng trụ gãy sau khi thử uốn được đem thử nén, từ đó xác định được độ bền nén và kết luận R_{CKD} .

So sánh kết quả thí nghiệm theo phương pháp cũ và theo đề xuất mới

Vật liệu và cấp phối thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm: thí nghiệm tiến hành với: xi măng Bút Sơn PC40; tro bay Phả Lại; muối silic Kenal và cát tiêu chuẩn (theo TCVN 6227:1996 - Cát tiêu chuẩn ISO để xác định cường độ của xi măng). Cấp phối thí nghiệm được giới thiệu trong bảng 1.

Bảng 1: tỷ lệ phối hợp CKD

Stt	Ký hiệu mẫu	Đặc điểm thành phần CKD	XM (g)	TB (g)	SL (g)
1	CP0-T ₀ S ₀	CKD chỉ dùng xi măng	450	0	0
2	CP1-T ₃₀ S ₀	CKD có 30% tro bay thay thế xi măng	315	135	0
3	CP2-T ₂₅ S ₅	CKD có 25% tro bay, 5% muối silic thay thế xi măng	315	112,5	22,5
4	CP3-T ₂₀ S ₁₀	CKD có 20% tro bay, 10% muối silic thay thế xi măng	315	90	45
5	CP4-T ₁₅ S ₁₅	CKD có 15% tro bay, 15% muối silic thay thế xi măng	315	67,5	67,5
6	CP5-T ₀ S ₁₅	CKD có 15% muối silic thay thế xi măng	382,5	0	67,5

Ghi chú: XM: xi măng; TB: tro bay; SL: muối silic

Kết quả thí nghiệm



Thí nghiệm tạo mẫu trong khuôn 3 ngăn lắng trụ 40 x 40 x 160 mm

Bảng 2: cấp phối vật liệu thí nghiệm theo phương pháp cũ và theo đề xuất mới

Stt	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ trộn theo TCVN 6016					Tỷ lệ trộn theo đề xuất mới				
		XM (g)	TB (g)	SL (g)	C (g)	N (g)	XM (g)	TB (g)	SL (g)	C (g)	N (g)
1	CP0-T ₀ S ₀	450	0	0	1350	225	450	0	0	1350	225
2	CP1-T ₃₀ S ₀	315	135	0	1350	225	315	135	0	1350	215
3	CP2-T ₂₅ S ₅	315	112,5	22,5	1350	225	315	112,5	22,5	1350	247,5
4	CP3-T ₂₀ S ₁₀	315	90	45	1350	225	315	90	45	1350	252
5	CP4-T ₁₅ S ₁₅	315	67,5	67,5	1350	225	315	67,5	67,5	1350	247,5
6	CP5-T ₀ S ₁₅	382,5	0	67,5	1350	225	382,5	0	67,5	1350	270

Ghi chú: C: cát; N: nước

Bảng 3: kết quả thí nghiệm cường độ ở các ngày tuổi khác nhau

Stt	Ký hiệu mẫu	Kết quả thí nghiệm theo TCVN 6016			Kết quả thí nghiệm theo đề xuất mới		
		R ₃ (MPa)	R ₂₈ (MPa)	R ₆₀ (MPa)	R ₃ (MPa)	R ₂₈ (MPa)	R ₆₀ (MPa)
1	CP0-T ₀ S ₀	23,1	51,6	52,4	23,1	51,6	52,4
2	CP1-T ₃₀ S ₀	16,1	28,1	38,4	17,2	33,6	40,6
3	CP2-T ₂₅ S ₅	16,6	25,0	32,0	16,9	28,9	32,8
4	CP3-T ₂₀ S ₁₀	15,3	26,6	32,0	18,2	39,1	42,2
5	CP4-T ₁₅ S ₁₅	16,2	32,9	35,3	16,2	33,6	37,8
6	CP5-T ₀ S ₁₅	18,1	27,8	39,1	25,4	43,8	50

Từ kết quả ở bảng 2 và 3, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Khi sử dụng phụ gia thay thế xi măng, do tính chất của phụ gia khoáng là có tính háo nước và/hoặc kích thước hạt nhỏ nên lượng nước yêu cầu để tạo vữa có độ dẻo tiêu chuẩn có thể lớn hơn.

- Nếu cố định lượng nước trong các hỗn hợp vữa thì với những mẫu có dùng phụ gia khoáng thay thế xi măng,

vữa tươi bị khô, mẫu tạo ra có nhiều lỗ rỗng làm giảm giá trị cường độ so với khi dùng LNTC theo phương pháp đề xuất để tạo mẫu. Khi lượng nước chênh lệch càng lớn thì cường độ sai khác giữa hai phương pháp càng nhiều.

- Khi sử dụng tro bay thay thế xi măng, do tro bay có độ mịn gần với xi măng nên dù tro bay có độ hút nước cao hơn xi măng nhưng bù lại có đặc trưng bề mặt trơn nhẵn nên lượng nước yêu cầu để tạo vữa tươi có độ dẻo tiêu chuẩn có thể giảm đi một chút (CP1-T₃₀S₀ so với CP0-T₀S₀). Điều này hoàn toàn phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây.

- Khi sử dụng muối silic thay thế xi măng (CP5-T₀S₁₅), do muối silic có kích thước rất nhỏ (nhỏ hơn xi măng cỡ 100 lần) nên để đảm bảo cùng độ dẻo sẽ phải yêu cầu lượng nước nhiều hơn. Nếu vẫn giữ nguyên nước như hỗn hợp dùng xi măng không thì do vữa tươi quá khô, dẫn đến mẫu tạo ra bị rỗng nhiều và cường độ thấp (R₃ = 18,1; R₆ = 27,8; R₆₀ = 39,1). Trong khi, nếu dùng LNTC để tạo mẫu thì cường độ cao hơn rõ rệt (R₃ = 25,4; R₆ = 43,8; R₆₀ = 50). Kết quả thí nghiệm này phù hợp với lý thuyết đã được đề cập trong một số tài liệu khi sử dụng phụ gia khoáng siêu mịn muối silic.

Kết luận

- Thí nghiệm xác định R_{CKD} có sử dụng kết hợp xi măng với các phụ gia khoáng nếu tiến hành theo tiêu chuẩn thí nghiệm xác định cường độ thực tế của xi măng TCVN 6016:1995 sẽ không phù hợp, vì tính chất của phụ gia khoáng khác với tính chất của xi măng, làm cho hỗn hợp vữa tươi dùng để tạo mẫu có độ dẻo khác với mẫu chỉ có xi măng không, dẫn đến kết quả không chính xác.

- Phương pháp đề xuất trong bài báo nhằm đảm bảo mẫu được tạo ra từ hỗn hợp vữa tươi có độ dẻo như nhau, như vậy loại bỏ bớt sai số trong quá trình thí nghiệm tạo mẫu và kết quả thí nghiệm đảm bảo chính xác hơn.

- Kết quả nghiên cứu được đề xuất trong bài báo có thể dùng làm tài liệu tham khảo khi cần xây dựng tiêu chuẩn riêng cho phương pháp thí nghiệm xác định R_{CKD} có sử dụng phụ gia khoáng ■

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Xây dựng: "Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại", 2000.
- [2] TCVN 6016:1995 - Xi măng - Phương pháp thử xác định độ bền.
- [3] TCVN 3121:2003 - Vữa xây dựng - Phương pháp thử xác định độ lún động của vữa tươi.
- [4] ThS Nguyễn Thị Thu Hương, "Phương pháp thiết kế cấp phối bê tông có sử dụng kết hợp phụ gia khoáng và phụ gia hóa", Tạp chí Khoa học kỹ thuật và môi trường, số 38 tháng 9.2012.