

LỰA CHỌN THÀNH PHẦN BÊ TÔNG SỬ DỤNG CÁT MỊN THEO CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO KHI UỐN

TS. HOÀNG MINH ĐỨC, TS. NGUYỄN NAM THẮNG, ThS. NGỌ VĂN TOÀN

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Cường độ chịu kéo khi uốn là một chỉ tiêu quan trọng được sử dụng trong thiết kế một số hạng mục như mặt đường bê tông xi măng. Tuy nhiên, hiện nay việc lựa chọn thành phần bê tông chủ yếu vẫn được thực hiện theo cường độ chịu nén. Các kết quả nghiên cứu trong bài báo này cho thấy có thể áp dụng quy trình hiện hành để lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn với một số thay đổi như sau: hệ số dư vữa nên tăng thêm từ 0,15 đến 0,20, lượng nước ban đầu tăng thêm từ 3 l/m³ đến 8 l/m³ so với giá trị tra bảng. Hệ số chất lượng vật liệu trong phương trình tương quan giữa cường độ chịu kéo khi uốn và tỷ lệ X/N nên lấy trong khoảng từ 0,39 đến 0,48, phụ thuộc vào môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ.

Từ khóa: Cường độ chịu kéo khi uốn, bê tông, cát mịn, mặt đường bê tông xi măng.

Abstract: The flexural strength requirement is one of the important properties, used in designing some structures such as cement concrete pavement. However, in general the concrete mixture is designed to meet the compressive strength. The research results in this paper show the possibility of applying the current process to select the concrete mixture proportion to meet the flexural strength requirement with some modifications as follow: the residual coefficient should increase by 0,15 to 0,20, the initial amount of water increase by 3 l/m³ to 8 l/m³ over the tabulated value. The raw materials quality coefficient in equation that relates flexural strength of concrete and flexural strength of cement and cement to water ration can be selected in the range from 0,39 to 0,48 depending on the fineness modulus of sand.

Keywords: flexural strength, concrete, fine sand, cement concrete pavement.

1. Đặt vấn đề

Cường độ chịu kéo khi uốn là một trong những tính chất quan trọng của bê tông và trong một số trường hợp, cường độ chịu kéo khi uốn được dùng trong thiết kế kết cấu, ví dụ như 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 hướng dẫn [1]. 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)

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

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 - cường độ chịu nén của bê tông, hệ số B được lấy bằng $\pm 0,5$ phụ thuộc vào tỷ lệ X/N còn hệ số A được xác định theo bảng tra tùy thuộc chất lượng vật liệu sử dụng.

Theo Y.M.Bazenov [2], 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_x là cường độ chịu kéo khi uốn của xi măng, hệ số B được lấy bằng -0,2, còn 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. Cũng theo [1, 7], hệ số dư vữa hợp lý nên tăng thêm khoảng 0,15 đến 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.

Trong một số điều kiện cụ thể, khi khan hiếm nguồn cát thô chất lượng cao thì việc nghiên cứu sử dụng cát mịn trong chế tạo bê tông đường có ý nghĩa thực tế đáng kể. Tuy nhiên, theo một số kết quả thực tế, sử dụng cát mịn trong bê tông có thể có ảnh hưởng tiêu cực đến cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông. Đó là do, để duy trì tính công tác

tương đương như khi sử dụng cát thô, khi chuyển sang dùng cát mịn thì cần tăng lượng nước trộn. Nếu giữ nguyên lượng dùng xi măng, sẽ làm giảm tỷ lệ xi măng trên nước khiến cường độ bị suy giảm. Và khi đó theo [1] bê tông sử dụng cát mịn chỉ đạt được tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn ở mức cấp 1. Để đạt được mức cấp 2 có thể lựa chọn vật liệu chất lượng cao hoặc sử dụng phụ gia siêu dẻo và gia tăng hệ số dư vữa. Ở đây, việc sử dụng phụ gia giảm nước có ý nghĩa quan trọng. Khi sử dụng với cát mịn, có thể tăng thêm lượng dùng để bù đắp lại nhu cầu tăng lượng dùng nước do giảm mô đun độ lớn của cát. Nhờ đó, có thể chế tạo bê tông sử dụng cát mịn đáp ứng yêu cầu cao về cường độ chịu kéo khi uốn.

Các vấn đề trên đã được tập trung làm rõ trong nghiên cứu thực hiện tại Viện chuyên ngành Bê tông - Viện KHCN Xây dựng (Bộ Xây dựng) với đối tượng là bê tông xi măng cho đường cấp I, II, III, IV trở xuống và sân bãi thi công theo công nghệ đầm rung thông thường.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Xi măng sử dụng trong nghiên cứu là xi măng Nghi Sơn PCB40 đáp ứng được yêu cầu của TCVN 6260:2009 [4] có khối lượng riêng $3,10\text{g/cm}^3$, độ mịn (lượng sót trên sàng 0,09mm) 1,9%, độ dẻo tiêu chuẩn 28,5%, độ ổn định thể tích 1,0mm, thời gian bắt đầu đông kết 130 phút, thời gian kết thúc đông kết 190 phút. Xi măng đạt cường độ chịu nén 30,1 MPa ở tuổi 3 ngày và 49,7 MPa tuổi 28 ngày.

Cốt liệu lớn sử dụng trong nghiên cứu là đá dăm có kích thước hạt lớn nhất 20 mm, được sản xuất từ mỏ đá vôi Đồng Ao - Hà Nam. Cốt liệu lớn có khối lượng thể tích xộp 1430kg/m^3 , khối lượng thể tích ở trạng thái khô $2,72\text{g/cm}^3$ và độ nén dập 9%.

Cát sử dụng trong nghiên cứu là cát mịn (C1, C2, C3) khai thác ở Sông Hồng (Hà Nội) đã được phơi khô sàng loại bỏ các hạt trên 5mm. Đồng thời, trong nghiên cứu cũng sử dụng cát thô (CV) Sông Lô. Thành phần hạt và tính chất của cát được nêu trong các bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cát

Kích thước mắt sàng, mm	Lượng sót tích lũy, %			
	C1	C2	C3	CV
5	0	0	0	0
2,5	0	0	0	6,7
1,25	0	0	0	17,3
0,63	19,5	23,4	33,1	46,5
0,315	33,7	50,5	63,6	82,1
0,14	71,6	82,3	88,3	96,3
Sàng đáy	--	--	--	--

Bảng 2. Các chỉ tiêu cơ lý của cát

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm			
			C1	C2	C3	CV
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,63	2,64	2,66	2,67
2	Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà khô bề mặt	g/cm^3	2,61	2,62	2,64	2,65
3	Khối lượng thể tích ở trạng thái khô	g/cm^3	2,60	2,61	2,62	2,64
4	Khối lượng thể tích xộp	kg/m^3	1350	1370	1390	1410
5	Độ hút nước	%	0,8	0,7	0,6	0,6
6	Độ hồng	%	48,1	47,5	46,9	46,6
7	Lượng hạt lớn hơn 5mm	%	0	0	0	0
8	Hàm lượng bụi, sét	%	1,2	1,1	0,9	0,8
9	Tạp chất hữu cơ, (so với màu chuẩn)	--	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn
10	Mô đun độ lớn	--	1,2	1,6	1,9	2,5

Trong nghiên cứu đã sử dụng phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate của hãng SPEMAT Việt Nam, có tên thương phẩm Daltonmat-RDHP phù hợp với TCVN 8826:2011 [5] và nước máy Hà Nội đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012 [6].

Công tác chế tạo và thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông tuân thủ các yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn nước ngoài tương ứng và được tiến hành thực hiện nghiên cứu tại phòng thí nghiệm LAS-XD03 thuộc Viện Chuyên ngành Bê tông - Viện KHCN Xây dựng.

3. Kết quả và bàn luận

Để làm rõ các vấn đề nêu trên, nghiên cứu đã tiến hành 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. Lượng xi măng được lựa chọn bằng 350 kg/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 cường độ chịu nén và cho cường độ chịu kéo khi uốn tra bằng theo [1], [7]. Trong đó, hệ số dư vữa hợp lý theo cường độ chịu kéo khi uốn được chọn cao hơn so với cường độ chịu nén từ 0,15 đến 0,20. Trên cơ sở các mẻ trộn và khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã tính toán thành phần bê tông thực tế và kết quả nghiên cứu được trình bày ở bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Thành phần bê tông 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

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm tính chất của hỗn hợp bê tông

TT	KH	KLTT, kg/m^3	Độ sụt, cm Thời gian sau trộn, phút			Bọt khí, %	Độ tách nước, %	Độ tách vữa, %
			0'	30'	60'			
1	CP1	2400	17,0	16,5	15,0	2,4	0,0	2,6
2	CP2	2390	16,5	16,0	14,5	2,6	0,0	2,8
3	CP3	2420	11,0	9,5	8,0	2,1	0,0	2,2
4	CP4	2400	9,5	8,5	7,5	2,2	0,0	2,5
5	CP5	2450	8,0	7,5	6,0	1,7	0,0	1,8
6	CP6	2430	7,5	6,5	5,0	1,9	0,0	2,1
7	CP7	2410	10,0	9,0	8,0	1,9	0,0	2,4
8	CP8	2400	7,5	6,5	5,0	2,0	0,0	2,6
9	CP9	2420	12,5	11,5	10,5	2,1	0,0	2,4
10	CP10	2400	10,5	9,5	8,5	2,3	0,0	2,5
11	CP11	2430	14,5	14,0	13,0	1,9	0,0	0,0
12	CP12	2410	13,5	12,5	11,5	2,1	0,0	0,0

Các kết quả nghiên cứu về tính chất của hỗn hợp bê tông cho thấy mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát thô) có ảnh hưởng đáng kể đến tương quan giữa lượng nước dùng 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 cốt liệu nhỏ. Với cùng lượng nước trộn và tỷ lệ phụ gia giảm nước, độ sụt của hỗn hợp bê tông nhìn chung có xu hướng giảm khi tăng hệ số dư vữa. Theo dõi mức độ suy giảm độ sụt theo thời gian cho thấy sau 60 phút mức độ suy giảm khi sử dụng cát mịn là 3 cm, khi sử dụng cát thô là 2 cm. Hiện tượng tách nước không xảy ra, độ tách

vữa đối với cát mịn có giá trị từ 1,8 % đến 2,8 %, cát thô (CV) có giá trị 0 % và đều đạt yêu cầu kỹ thuật trong giới hạn cho phép theo TCVN 9340 : 2012 [8]. 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 ứng với hệ số dư vữa khác nhau thì chênh lệch không nhiều, phụ thuộc nhiều vào mức độ cuốn khí của phụ gia sử dụng. Trong nghiên cứu về tính chất của bê tông sử dụng (cát thô, cát mịn), đã tiến hành thí nghiệm cường độ chịu kéo khi uốn được trình bày tại bảng 5.

Bảng 5. Cường độ kéo khi uốn của bê tông

TT	KH	Cường độ chịu nén, ở độ tuổi, ngày MPa			Cường độ chịu kéo khi uốn, ở độ tuổi, ngày MPa		
		3	7	28	3	7	28
1	CP1	16,3	29,2	33,2	3,35	3,93	5,52
2	CP2	15,7	28,7	32,5	3,96	4,34	5,78
3	CP3	19,3	35,6	40,5	4,13	5,06	6,24
4	CP4	18,1	33,5	38,9	4,21	5,34	6,51
5	CP5	33,5	45,5	50,8	5,36	7,31	8,20
6	CP6	32,1	43,2	49,7	5,73	7,47	8,45
7	CP7	17,3	31,2	35,1	3,64	4,53	5,97
8	CP8	16,2	29,9	34,0	3,95	4,81	6,29
9	CP9	21,4	39,5	44,1	4,43	5,53	6,76
10	CP10	20,5	38,1	43,2	4,57	5,72	7,02
11	CP11	22,8	43,1	47,7	4,95	5,98	7,50
12	CP12	22,1	42,5	46,6	5,20	6,29	7,72

Từ kết quả nghiên cứu bảng 3, bảng 4 và bảng 5 đã tiến hành xác định quan hệ lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông cát mịn. Kết quả được trình bày trong bảng 6 và bảng 7.

Bảng 6. Quan hệ lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông khi sử dụng cát mịn cùng mô đun độ lớn với các tỷ lệ X/N khác nhau

TT	M _{dl}	Lượng dùng nước, lít/m ³	Khi lựa chọn thành phần bê tông có K _d ưu tiên cho R _n		Khi lựa chọn thành phần bê tông có K _d ưu tiên cho R _{ku}	
			Độ sụt, cm	K _d	Độ sụt, cm	K _d
1	1,6	193	17,0	1,37	16,5	1,53
2	1,6	174	11,0	1,23	9,5	1,39
3	1,6	150	8,0	1,23	7,5	1,41

Bảng 7. Quan hệ lượng dùng nước và tính công tác của hỗn hợp bê tông khi sử dụng cát mịn có mô đun độ lớn khác nhau và cùng tỷ lệ X/N

TT	M _{dl}	Lượng dùng nước, lít/m ³	Khi lựa chọn thành phần bê tông ưu tiên cho R _n		Khi lựa chọn thành phần bê tông ưu tiên cho R _{ku}	
			Độ sụt, cm	K _d	Độ sụt, cm	K _d
1	1,2	173	10,0	1,16	7,5	1,33
2	1,6	174	11,0	1,23	9,5	1,39
3	1,9	173	12,5	1,39	10,5	1,56
4	2,5	174	14,5	1,38	13,5	1,55

Kết quả tổng hợp tại bảng 7, cho thấy khi sử dụng cùng lượng nước và thành phần bê tông có hệ số dư vừa ưu tiên cho cường độ chịu kéo khi uốn thường cho độ sụt nhỏ hơn từ 1,0 cm đến 2,5 cm so với thành phần bê tông có hệ số dư vừa ưu tiên cho cường độ chịu nén; cát có mô đun độ lớn càng giảm thì độ sụt của hỗn hợp bê tông càng giảm, trung bình giảm khoảng từ 1,0 cm đến 1,5 cm cho sự thay đổi từ 0,3 đến 0,4 giá trị mô đun độ lớn. Mức thay đổi độ sụt khi thay đổi lượng nước cho một loại cát

có mô đun độ lớn 1,6 khoảng từ 3,0 l/cm đến 5,0 l/cm độ sụt.

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, đã sử dụng cấp phối bê tông CP (8,4,10,12) có hệ số dư vừa ưu tiên cho cường độ chịu kéo khi uốn kết hợp với phương trình (1) hệ số *B* được lấy bằng -0,2, có thể xác định được một hệ số chất lượng vật liệu theo cường độ chịu kéo khi uốn A cho các loại cát có mô đun độ lớn khác nhau. Kết quả xác định hệ số A được trình bày cụ thể trong bảng 8.

Bảng 8. Hệ số A 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
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 cho thấy hệ số A có xu hướng giảm khi giảm mô đun độ lớn của cát, điều này có nghĩa cùng một tỷ lệ X/N thì bê tông sử dụng cát có mô đun độ lớn càng lớn mức độ gia tăng cường độ chịu kéo khi uốn càng cao. Hay nói cách khác, để đạt cùng mức cường độ chịu kéo khi uốn, khi giảm mô đun độ lớn của cát thì cần phải tăng tỷ lệ X/N, phù hợp với quy luật chung. Các giá trị hệ số A này có thể được tham khảo sử dụng trong thiết kế lựa chọn thành phần bê tông cho mặt đường bê tông xi măng. Với hệ số A khuyến cáo khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo bê tông đường có tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn là 40/5,5 và 50/6,0 ứng với tương quan tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn đạt tới mức theo cấp 2.

Như vậy, có thể thấy rằng khi hệ số dư vữa tăng thì cường độ chịu kéo khi uốn 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 theo cường độ chịu kéo khi uốn A để tham khảo ứng dụng trong thực tiễn tính toán lựa chọn thành phần bê tông cho đường khi dùng xi măng (PCB40, PC40) và phụ gia siêu dẻo. Khi thiết kế lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn nên sử dụng hệ số dư vữa cao hơn so với giá trị tra bảng theo [1], [7] từ 0,15 đến 0,20. Đồng thời sử dụng phương trình (1) hệ số B được lấy bằng -0,2; hệ số chất lượng vật liệu A tra theo bảng 8.

4. Kết luận

- Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể áp dụng quy trình hiện hành, để lựa chọn thành phần bê tông theo cường độ chịu kéo khi uốn với một số thay đổi như sau: hệ số dư vữa nên tăng thêm từ 0,15 đến 0,20, lượng nước ban đầu tăng thêm từ 3 l/m³ đến 8 l/m³ so với giá trị tra bảng. Hệ số chất lượng vật liệu theo cường độ chịu kéo khi uốn (A) trong phương trình tương quan giữa cường độ chịu kéo khi uốn và tỷ lệ X/N nên lấy trong khoảng từ

0,39 đến 0,48 phụ thuộc vào mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ;

- Khi tăng hệ số dư vữa thì cường độ chịu kéo khi uốn có xu hướng tăng. Đã chế tạo được bê tông sử dụng cát mịn cường độ chịu nén trên 30 MPa có cường độ chịu kéo khi uốn trên 5,5 MPa và tỷ lệ cường độ chịu nén trên cường độ chịu kéo khi uốn đạt tới mức cấp 2, đáp ứng yêu cầu về cường độ chịu kéo khi uốn đối với mặt đường bê tông xi măng tới cấp I. Qua đó, có thể sử dụng cát mịn thay thế cát thô để chế tạo bê tông cho đường đáp ứng được yêu cầu về cường độ chịu kéo khi uốn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại (2000), *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, Ban hành kèm theo Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD.*
2. Баженов Ю.М. (2002), *Технология бетона. Москва: Изд. АСВ. 500с.*
3. Nguyễn Mạnh Kiểm và ctv (1997), “Sự làm việc đồng thời hỗn hợp vữa và cốt liệu lớn trong bê tông”, *Báo cáo tổng kết đề tài RD-94-02. Hà Nội, 12.*
4. TCVN 6260: 2009, Xi măng Pooc Lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.
5. TCVN 8826: 2011, Phụ gia hóa học cho bê tông.
6. TCVN 4506: 2012, Nước cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.
7. TCXD 127: 1985, Cát mịn để làm bê tông và vữa xây dựng - Hướng dẫn sử dụng.
8. TCVN 9340: 2012, Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu.

Ngày nhận bài: 24/6/2019.

Ngày nhận bài lần cuối: 26/6/2019