

NÂNG CAO KHẢ NĂNG CHỐNG MÀI MÒN CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG CÁT MỊN LÀM MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG

TS. HOÀNG MINH ĐỨC, ThS. NGỌ VĂN TOÀN

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Khác với bê tông cho kết cấu xây dựng, bê tông dùng cho mặt đường bê tông xi măng cần đáp ứng yêu cầu về khả năng chống mài mòn. Tuy nhiên, khi sử dụng cát mịn, để đảm bảo tính công tác cần tăng lượng nước trộn, khiến cường độ và khả năng chống mài mòn bị suy giảm. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu cải thiện khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn, qua đó mở rộng ứng dụng cho bê tông làm đường. Kết quả nghiên cứu cho thấy thay thế 40% cát mịn bằng hạt đá vôi đã cải thiện được đáng kể khả năng chống mài mòn của bê tông. Sử dụng cát mịn có mô đun độ lớn từ 1,2 đến 1,9 phối hợp với hạt đá vôi cho phép chế tạo bê tông có độ mài mòn tương đương với bê tông sử dụng cát thô đáp ứng được yêu cầu làm đường bê tông xi măng tới cấp II.

Từ khóa: Độ mài mòn, bê tông sử dụng cát mịn, mặt đường bê tông xi măng.

Abstract: Unlike concrete for structural elements, the requirement of abrasion resistance for cement concrete pavement is essential. However, when fine sand is used, to keep the workability unchanged we need to increase the water content, resulting in reducing of strength and abrasion resistance. This article presents the research results on improvement of abrasion resistance of concrete using fine sand, aiming to extend the application of fine sand in concrete pavement. The results showed that using crushed limestone waste to replace 40% fine sand significantly improved abrasion resistance of concrete. It was found that the use of fine sand with fineness modulus from 1,2 to 1,9 in combination with crushed limestone waste could produce concrete meeting the requirement on abrasion resistance for grade II cement concrete pavement.

Keywords: Abrasion resistance, concrete using fine sand, cement concrete pavement

1. Đặt vấn đề

Sử dụng cát mịn tại chỗ trong chế tạo bê tông xi măng cho đường là giải pháp đem lại hiệu quả kinh

tế xã hội cao cho nhiều địa phương ở nước ta. Tuy nhiên, đôi khi sử dụng cát mịn ảnh hưởng tiêu cực đến độ mài mòn của bê tông. Đó là do để duy trì tính công tác tương đương như khi sử dụng cát thô, cần tăng lượng nước trộn. Nếu giữ nguyên lượng nước trộn, điều này làm giảm tỷ lệ xi măng trên nước khiến cường độ và khả năng chống mài mòn bị suy giảm. Đối với bê tông mặt đường, độ mài mòn là một trong những chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng. Để bê tông được dùng làm mặt đường cao tốc, cấp I đến cấp III và cấp IV trở xuống độ mài mòn cần phải nhỏ hơn 0,3 g/cm² và 0,6 g/cm².

Các nghiên cứu [1, 2] đã chỉ ra một số yếu tố chính ảnh hưởng đến độ chịu mài mòn của bê tông, bao gồm: cường độ bê tông, tính chất cốt liệu, lượng dùng cốt liệu, phương pháp hoàn thiện bề mặt, điều kiện bảo dưỡng, điều kiện môi trường làm việc và các đặc tính cơ lý của bê tông khối đổ. Trong đó, các nghiên cứu [2, 3] nhấn mạnh ảnh hưởng của cường độ chịu nén, các nghiên cứu [4, 5, 6] đề cập thêm ảnh hưởng của cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông, còn một số nghiên cứu khác [7, 8] chỉ tập trung vào ảnh hưởng của cường độ chịu kéo khi uốn tới độ mài mòn của bê tông. Có thể thấy rằng, để duy trì đồng thời tỷ lệ X/N và tính công tác khi chuyển sang dùng cát mịn, cần phải sử dụng các biện pháp công nghệ như sử dụng hoặc tăng lượng dùng phụ gia giảm nước.

Theo nghiên cứu [7], mài mòn xảy ra do sự chà xát của vật liệu có độ cứng cao hơn lên bề mặt vật liệu có độ cứng nhỏ hơn và để lại các vết xước, phá hủy bề mặt. Nguyên nhân giảm khối lượng của vật liệu khi mài mòn là mất khối lượng do chà xát, xước và do bong tróc hạt vật liệu trên bề mặt. Do đó, có thể nói rằng độ mài mòn phụ thuộc chủ yếu tính chất của hạt cốt liệu, cường độ của đá xi măng cũng như liên kết giữa đá xi măng và cốt liệu. Mặc dù, cường độ của cát cao hơn cường độ của đá (thang độ cứng Mohs) nhưng khi chịu tác động của mài mòn, hạt cát liên kết với nền kém hơn so với hạt đá. Đó là do kích thước của hạt cát sử dụng trong bê tông so với hạt cát mài gần như nhau nên

khả năng hạt cát bị cát mài tác động, đẩy tách ra khỏi nền đá xi măng cao hơn hạt cốt liệu lớn. Thành phần hạt của cát mịn thường bao gồm các hạt nhỏ hơn 1,25mm. Phối hợp loại cát này với đá dăm sẽ dẫn tới hỗn hợp cốt liệu có cấp phối gián đoạn, do thiếu các cấp hạt từ 5mm đến 1,25mm. Nhiều công trình nghiên cứu cho thấy có thể sử dụng hỗn hợp cốt liệu cấp phối gián đoạn với cát mịn để chế tạo bê tông chất lượng tốt. Đặc điểm của bê tông cấp phối gián đoạn là có khối lượng thể tích lớn hơn so với bê tông cấp phối liên tục [9] do chứa nhiều hơn cốt liệu lớn, lượng ngậm cát (tỷ lệ cát/cốt liệu) nhỏ hơn, hơn nữa cấp phối hạt tối ưu của hỗn hợp cốt liệu cấp phối gián đoạn còn phụ thuộc vào lượng hồ xi măng trong hỗn hợp bê tông [10]. Một đặc điểm khác của hỗn hợp bê tông sử dụng cấp phối gián đoạn với cát mịn là hỗn hợp này dễ lèn chặt hơn so với hỗn hợp bê tông cấp phối liên tục có cùng độ sụt [11]. Ngoài ra do xu hướng dễ phân tầng nên hỗn hợp bê tông cấp phối gián đoạn thường được chế tạo với độ sụt thấp [12]. Tuy nhiên các nghiên cứu về ảnh hưởng của cát mịn tới khả năng chống mài mòn của bê tông chưa được đề cập nhiều. Để nâng cao khả năng chống mài mòn cho bê tông sử dụng cát mịn có thể sử dụng mặt đá để bổ sung thêm các cỡ hạt lớn.

Mặt đá là phế thải của quá trình sản xuất cốt liệu lớn (nghiền đá). Trong khi cát nghiền có thành phần cỡ hạt gần tương tự với cát tự nhiên, đảm bảo các yêu cầu về tính chất cơ lý, hóa và có thể thay thế hoàn toàn hoặc một phần cát tự nhiên trong bê tông và vữa xây dựng [13] thì mặt đá có thành phần biến động do không được quản lý. Ưu điểm của cát nghiền so với cát tự nhiên là độ sạch, độ hút nước thấp hơn và độ bám dính cao. Cát tự nhiên có thể bị bao phủ bởi tạp chất sét mịn có khả năng tăng tính dẻo cũng như tính liên kết dẻo trong bê tông tươi tăng nhưng lại ảnh hưởng tiêu cực đến bê tông đóng rắn [14]. Theo nghiên cứu [13], nếu được nghiền từ cùng một nguồn, thì cát nghiền có khối lượng thể tích tương tự như cốt liệu lớn, nên độ tách vữa có phần được hạn chế. Thời gian đông kết của bê tông và vữa cũng bị ảnh hưởng bởi hàm lượng muối hòa tan và tạp chất hữu cơ có trong cốt liệu. Khi sử dụng cát nghiền cả hai hàm lượng này đều thấp vì vậy ít ảnh hưởng đến thời gian đông kết của bê tông.

Nghiên cứu ảnh hưởng của cát nghiền đến tính chất của bê tông, J.K.Kim [15] đã cho thấy cường độ chịu nén và chịu kéo khi uốn các mẫu có tỷ lệ N/X từ 0,4 đến 0,6 làm từ cát nghiền gần bằng các

mẫu dùng cát tự nhiên. Cường độ chịu nén, và đặc biệt, cường độ chịu kéo khi uốn của mẫu bê tông sử dụng cát hỗn hợp (50% cát nghiền + 50% cát tự nhiên) lớn hơn mẫu sử dụng toàn bộ cát nghiền hoặc cát tự nhiên. Phát triển cường độ chịu nén, chịu kéo khi uốn ở các tuổi từ 3 ngày đến 90 ngày của bê tông dùng cát nghiền, cát nghiền + cát tự nhiên, cát tự nhiên về cơ bản là như nhau.

So với cát nghiền thì mặt đá có thành phần và tính chất phụ thuộc nhiều vào nguyên liệu và công nghệ sản xuất cũng như nhiều yếu tố khác và có sự biến động mạnh giữa các cơ sở sản xuất khác nhau, do đó cần có những biện pháp kiểm soát chặt chẽ chất lượng của mặt đá ở các cơ sở sản xuất đó, từ đó có thể đưa ra những quy định chung đối với loại vật liệu này nếu được áp dụng đại trà. Tuy nhiên, phân tích tính chất mặt đá với Hà Nam trong nghiên cứu cho thấy mặt đá có kích thước hạt thô hơn cát thô ở kích thước mắt sàng từ 0,63mm lên 2,5mm và thành phần hạt nằm ngoài khoảng quy định đối với cát thô theo TCVN 7570:2006. Mặc dù bản thân mặt đá có thành phần hạt không thỏa mãn yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ, nhưng khi phối hợp với cát mịn với tỷ lệ hợp lý, hoàn toàn có thể thu được hỗn hợp cốt liệu nhỏ thỏa mãn yêu cầu đối với cát thô. Mặt khác, khi thô hóa cát mịn bằng mặt đá, cũng có thể cải thiện khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn.

Các nghiên cứu và phân tích trên cho thấy rằng cát mịn được bổ sung mặt đá vào thì cấp phối hạt trở nên liên tục, tỷ lệ diện tích bề mặt của hỗn hợp cốt liệu nhỏ giảm dẫn tới lượng cần nước của hỗn hợp bê tông giảm khiến lượng nước trộn của bê tông sử dụng cát mịn tương đương với cát thô cùng tính công tác cho trước. Do đó sử dụng hỗn hợp cát tự nhiên và mặt đá có thể nâng cao được cường độ chịu nén, chịu kéo khi uốn của bê tông so với khi chỉ sử dụng riêng mặt đá vôi hoặc riêng cát tự nhiên. Qua đó, có thể nâng cao khả năng chống mài mòn của bê tông. Nghiên cứu theo định hướng này được thực hiện tại Viện chuyên ngành Bê tông - Viện Khoa học công nghệ xây dựng (Bộ Xây dựng). Trong phạm vi nghiên cứu, đã tập trung vào đối tượng là bê tông xi măng cho đường cấp 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

BÊ TÔNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG

6260:2009 có khối lượng riêng 3,10 g/cm³, độ mịn (lượng sót trên sàng 0,09mm) 1,9 %, độ dẻo tiêu chuẩn 28,5 %, độ ổn định thể tích 1,0 mm, 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 20mm, được sản xuất từ mỏ đá vôi Đồng Ao - Hà Nam. Cốt liệu lớn có khối

lượng thể tích xốp 1430 kg/m³, khối lượng thể tích ở trạng thái khô 2,72 g/cm³ 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 5 mm. Đồng thời, trong nghiên cứu cũng sử dụng mạt đá vôi Hà Nam (M) và cát thô (CV) Sông Lô. Thành phần hạt và tính chất của cát và mạt đá được nêu trong các bảng 1 và 2.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cát mịn, cát thô và mạt đá

Kích thước mắt sàng, mm	Lượng sót tích lũy, %				
	C1	C2	C3	CV	M
5	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	6,7	28,7
1,25	0	0	0	17,3	63,9
0,63	19,5	23,4	33,1	46,5	81,6
0,315	33,7	50,5	63,6	82,1	89,8
0,14	71,6	82,3	88,3	96,3	94,4
Sàng đáy	--	--	--	--	--

Bảng 2. Các chỉ tiêu cơ lý của cát mịn, cát thô và mạt đá

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm				
			C1	C2	C3	CV	M
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,63	2,64	2,66	2,67	2,76
2	Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà trong, khô bề mặt	g/cm ³	2,61	2,62	2,64	2,65	2,75
3	Khối lượng thể tích ở trạng thái khô	g/cm ³	2,60	2,61	2,62	2,64	2,73
4	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1350	1370	1390	1410	1480
5	Độ hút nước	%	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
6	Độ hồng	%	48,1	47,5	46,9	46,6	45,8
7	Lượng hạt lớn hơn 5mm	%	0	0	0	0	0
8	Hàm lượng bụi, sét	%	1,2	1,1	0,9	0,8	0,4
9	Tạp chất hữu cơ, (so với màu chuẩn)	--	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn
10	Mô đun độ lớn	--	1,2	1,6	1,9	2,5	3,6

Các kết quả trên cho thấy, mạt đá vôi sử dụng trong nghiên cứu có thành phần hạt nằm ngoài khoảng quy định với các loại cát theo TCVN 7570:2006. Mạt đá vôi Hà Nam đã được sử dụng để thay thế một phần cát mịn nhằm tạo ra hỗn hợp cốt

liệu nhỏ thỏa mãn yêu cầu tiêu chuẩn về thành phần hạt đối với cát thô. Trước khi phối trộn cả hai loại vật liệu này đều đã được phơi khô sàng loại bỏ các hạt trên 5 mm. Thành phần hạt và tính chất của hỗn hợp cát mịn với mạt đá được nêu trong các bảng 3 và 4.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của hỗn hợp cát mịn và mạt đá

TT	Loại cát	Tỷ lệ mạt đá thay thế, %	Lượng sót tích lũy, %						
			5mm	2,5mm	1,25mm	0,63mm	0,315mm	0,14mm	Sàng đáy
1	C2	20	0	5,0	13,8	22,9	57,1	92,4	--
2	C2	30	0	7,5	17,9	37,2	67,6	93,9	--
3	C2	40	0	8,8	23,2	38,4	72,7	95,1	--
4	C2	50	0	12,1	29,3	44,2	73,6	93,9	--
5	C2	60	0	15,7	37,8	52,6	76,8	94,3	--
6	C1	40	0	6,5	16,6	37,1	70,3	93,6	--
7	C3	40	0	12,5	31,8	41,6	75,5	96,7	--

BÊ TÔNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Bảng 4. Các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp cát mịn và mặt đá

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Loại cát và tỷ lệ mặt đá thay thế, %						
			C2	C2	C2	C2	C2	C1	C3
			20	30	40	50	60	40	40
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,66	2,68	2,69	2,70	2,71	2,68	2,70
2	KLTT ở trạng thái bão hoà trong, khô bề mặt	g/cm ³	2,65	2,66	2,67	2,69	2,70	2,67	2,68
3	KLTT ở trạng thái khô	g/cm ³	2,63	2,65	2,66	2,67	2,68	2,65	2,66
4	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1380	1400	1420	1430	1440	1410	1430
5	Độ hút nước	%	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4
6	Độ hồng	%	47,5	47,2	46,6	46,4	46,3	46,8	46,2
7	Lượng hạt lớn hơn 5mm	%	0	0	0	0	0	0	0
8	Hàm lượng bụi, sét	%	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5
9	Tạp chất hữu cơ, (so với màu chuẩn)	--	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn	Sáng hơn
10	Mô đun độ lớn	--	1,9	2,2	2,4	2,5	2,8	2,2	2,6

Kết quả bảng 3 và 4 cho thấy, khi thay thế 40% cát mịn bằng mặt đá, ta có được hỗn hợp cốt liệu nhỏ đáp ứng yêu cầu đối với nhóm cát thô. Tỷ lệ này sẽ được sử dụng trong các nghiên cứu với bê tông.

Trong nghiên cứu cũng sử dụng phụ gia siêu dẻo gốc naphthalene formaldehyde sulphonate của hãng SPMAT Việt Nam, có tên thương phẩm Daltonmat-RDHP phù hợp với TCVN 8826:2011 và nước máy Hà Nội đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012.

Công tác chế tạo và thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông đều 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 (Bộ Xây dựng).

3. Kết quả và bàn luận

Để làm rõ hướng của hệ số dư vữa đến các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng mặt đá thay thế một phần cát mịn, đã sử dụng tỷ lệ thay thế 40%. Các cấp phối bê tông được chế tạo với cùng loại xi măng, đá, phụ gia, nước và cùng tỷ lệ X/N=2,00. Các cấp phối thí nghiệm được thiết kế với hệ số dư vữa khác nhau. 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 trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Thành phần cấp phối, tính chất của hỗn hợp bê tông nghiên cứu

KH	Lượng dùng vật liệu, kg/m ³						Thông số cấp phối				Tính chất hỗn hợp bê tông						
	Xi măng	Nước	Mặt đá	Cát	Đá	Phụ gia	M _{dl} của cát mịn	M _{dl} của hỗn hợp CLN	Tỷ lệ mặt đá trong hh CLN	K _{dx}	KLTT, kg/m ³	Độ sụt, cm sau thời gian, min			Bọt khí, %	Độ tách nước, %	Độ tách vữa, %
												0'	30'	60'			
C1M.1	349	175	215	323	1388	3,49	1,2	2,2	0,40	1,06	2440	14,0	13,0	12,0	1,3	0,0	0,0
C1M.2	349	174	250	375	1295	3,49	1,2	2,2	0,40	1,22	2440	12,0	11,0	9,5	1,5	0,0	0,0
C1M.3	348	174	280	420	1214	3,48	1,2	2,2	0,40	1,38	2430	10,0	9,0	8,0	1,7	0,0	0,0
C1M.4	347	173	307	460	1141	3,47	1,2	2,2	0,40	1,54	2420	9,0	8,5	7,5	1,8	0,0	0,0
C1M.5	346	173	330	495	1075	3,46	1,2	2,2	0,40	1,70	2410	7,5	6,5	5,5	1,9	0,0	0,0
C2M.1	349	175	216	324	1388	3,49	1,6	2,4	0,40	1,06	2450	14,5	13,5	13,0	1,2	0,0	0,0
C2M.2	349	175	251	377	1297	3,49	1,6	2,4	0,40	1,22	2440	12,5	11,5	10,5	1,4	0,0	0,0
C2M.3	349	174	282	423	1217	3,49	1,6	2,4	0,40	1,37	2440	11,0	10,0	9,0	1,5	0,0	0,0
C2M.4	348	174	309	463	1145	3,48	1,6	2,4	0,40	1,53	2430	10,0	9,5	8,0	1,6	0,0	0,0
C2M.5	347	174	333	499	1081	3,47	1,6	2,4	0,40	1,68	2420	8,5	7,0	6,5	1,7	0,0	0,0
C3M.1	350	175	217	325	1389	3,50	1,9	2,6	0,40	1,06	2450	16,0	15,5	14,0	1,0	0,0	0,0
C3M.2	349	174	252	378	1297	3,49	1,9	2,6	0,40	1,22	2450	14,0	12,5	12,0	1,1	0,0	0,0
C3M.3	349	174	283	425	1217	3,49	1,9	2,6	0,40	1,37	2440	13,0	12,0	11,0	1,3	0,0	0,0
C3M.4	349	174	311	466	1147	3,49	1,9	2,6	0,40	1,52	2440	11,5	10,0	9,5	1,4	0,0	0,0
C3M.5	348	174	334	502	1082	3,48	1,9	2,6	0,40	1,68	2430	10,5	9,5	8,5	1,6	0,0	0,0
CV.1	349	174	--	534	1385	3,49	2,5	--	--	1,07	2440	16,0	15,5	14,5	1,7	0,0	0,0
CV.2	348	174	--	622	1294	3,48	2,5	--	--	1,22	2440	15,5	15,0	14,0	1,8	0,0	0,0
CV.3	347	174	--	697	1212	3,47	2,5	--	--	1,38	2430	14,5	14,0	13,0	1,9	0,0	0,0
CV.4	345	172	--	759	1134	3,45	2,5	--	--	1,55	2410	13,5	12,5	11,5	2,1	0,0	0,0
CV.5	342	171	--	813	1064	3,42	2,5	--	--	1,73	2390	13,0	12,0	11,0	2,3	0,0	0,0

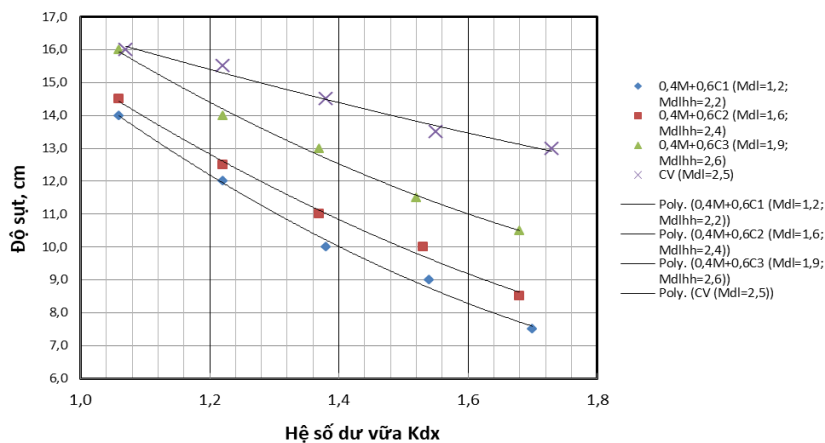
Chú thích: K_{dx}: Hệ số dư vữa thực tế của các cấp phối

Các kết quả thí nghiệm về tính chất của hỗn hợp bê tông thể hiện trong bảng 5 cho thấy, hiện tượng tách nước, tách vữa không xảy ra. Mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ (cát mịn, cát thô và cát mịn phối trộn mạt đá) có ảnh hưởng đáng kể đến tương quan giữa lượng nước dùng và độ sụt của hỗn hợp bê tông. Khi sử dụng cát càng mịn thì diện tích bề mặt tăng mức độ hấp thụ nước tăng do đó lượng nước trộn để đạt cùng độ sụt có xu hướng tăng dần theo chiều giảm mô đun độ lớn của cát mịn cũng như chiều giảm mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn và mạt đá.

Các kết quả nghiên cứu trên cũng cho thấy 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 (hình 1). Điều này được lý giải là khi tăng hệ số dư vữa, lượng cát

và mạt đá trong hỗn hợp bê tông tăng khiến lượng cần nước của hỗn hợp bê tông tăng theo, điều này khiến độ sụt của hỗn hợp bê tông bị suy giảm. Các thí nghiệm trên cho thấy khi hệ số dư vữa thấp từ 1,06 lên 1,07 thì hỗn hợp bê tông khá rời rạc, thường vỡ côn khi xác định độ sụt, việc xác định độ sụt có ý nghĩa khi hệ số dư vữa ở các cấp phối còn lại ở bảng 5.

Mức độ suy giảm độ sụt theo thời gian sau 60 phút khi sử dụng hỗn hợp cát mịn phối trộn mạt đá (có giá trị khoảng 2,0 cm) nhỏ hơn so với khi sử dụng riêng cát mịn (có giá trị khoảng 3,0cm) và ít chịu ảnh hưởng mô đun độ lớn của cát cũng như mô đun độ lớn của hỗn hợp cát mịn phối trộn mạt đá, đây là một ưu điểm khắc phục hạn chế của việc chỉ sử dụng riêng cát mịn trong hỗn hợp của bê tông.



Hình 1. Ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến độ sụt của hỗn hợp bê tông

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 cốt liệu nhỏ. Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông sử dụng các loại cốt liệu nhỏ khác nhau với khoảng hệ số dư vữa nghiên cứu không chênh lệch nhiều. Hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp bê tông trong trường hợp này phụ thuộc nhiều vào mức độ cuốn khí của phụ gia sử dụng.

Các cấp phối bê tông trong nghiên cứu với độ sụt ban đầu từ 7,5 cm đến 16,0 cm sau 60 phút mức độ sụt giảm độ sụt khoảng 2,0 cm, điều đó cho thấy hỗn hợp bê tông bị suy giảm độ sụt không đáng kể theo thời gian, với tính công tác này, các hỗn hợp bê tông vẫn có thể đáp ứng thi công cho mặt đường bê tông xi măng. Như vậy, thay thế 40% cát mịn bằng mạt đá đã cải thiện đáng kể mức độ suy giảm

độ sụt theo thời gian đó là nhỏ hơn so với hỗn hợp bê tông chỉ sử dụng riêng cát mịn, điều này tác động tích cực tới tính công tác của hỗn hợp bê tông làm đường.

Thay thế 40% cát mịn bằng mạt đá thì độ tách vữa của hỗn hợp bê tông được cải thiện đáng kể so với chỉ sử dụng riêng cát mịn đó là trong cả hai trường hợp hỗn hợp bê tông sử dụng riêng cát mịn, sử dụng hỗn hợp mạt đá phối trộn cát mịn hiện tượng tách nước đều không xảy ra, tuy nhiên độ tách vữa khi sử dụng riêng cát mịn với hệ số dư vữa khác nhau có giá trị từ 1,9% đến 3,2%, còn độ tách vữa khi sử dụng hỗn hợp mạt đá phối trộn với cát mịn có giá trị 0% . Điều này có tác động tích cực đến khả năng chống mài mòn của bê tông, do đó việc sử dụng hỗn hợp mạt đá và

BÊ TÔNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG

cát mịn vào bê tông làm đường là một giải pháp tối ưu, khắc phục được nhược điểm của bê tông sử dụng chỉ riêng cát mịn, đồng thời cũng nâng cao được khả năng chống mài mòn cho bê tông sử dụng cát mịn tương đương với cát thô.

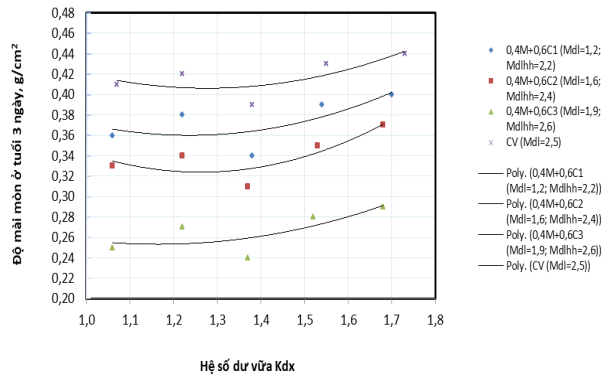
Trong nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến tính chất của bê tông sử dụng thay thế 40% cát mịn bằng mặt đá, đã tiến hành thí nghiệm cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn và độ mài mòn của bê tông (bảng 6).

Bảng 6. Cường độ và độ mài mòn của bê tông sử dụng các loại cốt liệu nhỏ khác nhau

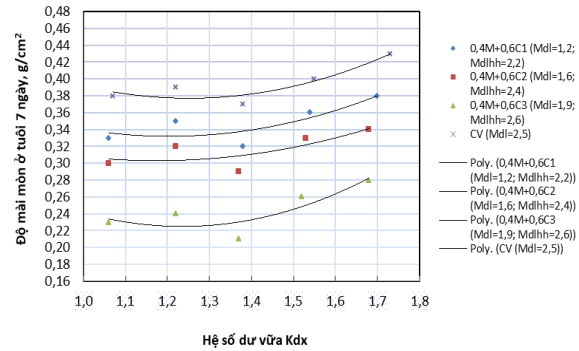
KH	Cường độ chịu nén, ở độ tuổi, ngày, MPa			Cường độ chịu kéo khi uốn, ở độ tuổi, ngày MPa			Độ mài mòn, ở độ tuổi, ngày, g/cm ²		
	3	7	28	3	7	28	3	7	28
C1M.1	19,7	35,7	41,6	4,29	5,34	6,55	0,36	0,33	0,25
C1M.2	19,9	36,5	42,4	4,46	5,73	7,04	0,38	0,35	0,26
C1M.3	21,3	38,8	43,7	4,70	5,94	7,62	0,34	0,32	0,24
C1M.4	20,4	37,4	42,8	5,05	6,31	8,01	0,39	0,36	0,28
C1M.5	19,1	35,3	40,7	4,76	6,15	7,80	0,40	0,38	0,29
C2M.1	20,5	37,2	43,3	4,47	5,56	6,82	0,33	0,30	0,23
C2M.2	20,8	38,1	44,2	4,65	5,97	7,36	0,34	0,32	0,24
C2M.3	22,1	40,4	45,6	4,89	6,19	7,95	0,31	0,29	0,22
C2M.4	21,2	38,5	44,5	5,21	6,57	8,35	0,35	0,33	0,26
C2M.5	19,8	36,8	42,4	4,96	6,40	8,13	0,37	0,34	0,27
C3M.1	21,3	38,7	45,5	4,64	5,78	7,10	0,25	0,23	0,20
C3M.2	21,8	39,6	46,4	4,83	6,21	7,67	0,27	0,24	0,22
C3M.3	23,2	42,1	47,8	5,09	6,43	8,25	0,24	0,21	0,18
C3M.4	22,1	40,8	46,3	5,42	6,84	8,68	0,28	0,26	0,23
C3M.5	20,6	38,3	44,1	5,16	6,65	8,45	0,29	0,28	0,25
CV.1	20,7	39,6	45,1	4,56	5,32	6,31	0,41	0,38	0,34
CV.2	21,9	41,3	46,2	4,86	5,65	6,97	0,42	0,39	0,36
CV.3	22,8	43,1	47,7	4,95	5,98	7,50	0,39	0,37	0,32
CV.4	22,1	42,5	46,6	5,20	6,29	7,72	0,43	0,40	0,37
CV.5	20,5	39,1	44,9	5,10	6,05	7,60	0,44	0,43	0,38

Các kết quả nghiên cứu ở bảng 6 cho thấy, khi hệ số dư vữa tăng từ 1,06 lên 1,38 thì cường độ chịu nén ở tuổi 3, 7 và 28 ngày có xu hướng tăng dần. Khi tiếp tục tăng hệ số dư vữa quá 1,38 thì cường độ chịu nén có xu hướng giảm. Chênh lệch giữa giá trị cường độ chịu nén lớn nhất và nhỏ nhất không vượt quá 5 MPa. Nếu coi mức biến động cường độ chịu nén 2% là nằm trong phạm vi sai số thí nghiệm, thì cường độ chịu nén của bê tông có giá trị lớn nhất khi hệ số dư vữa thay đổi trong khoảng từ 1,24 đến 1,50. Khi hệ số dư vữa tăng từ 1,06 lên 1,54 thì cường độ chịu kéo khi uốn ở tuổi 3, 7 và 28 ngày có xu hướng tăng dần. Khi tiếp tục tăng hệ số dư vữa quá 1,54 thì cường độ chịu kéo khi uốn giảm. Chênh lệch

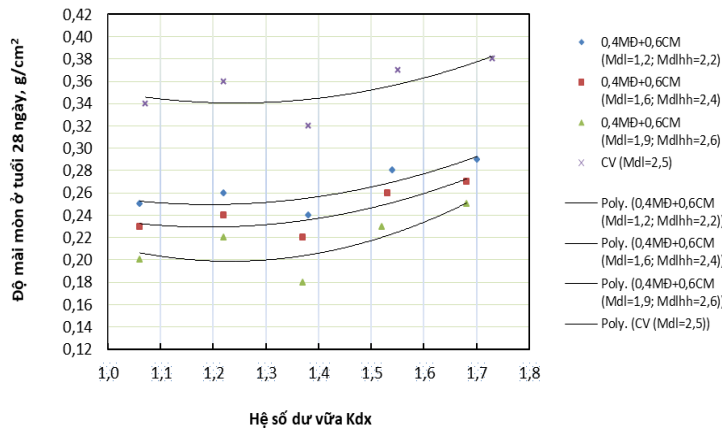
giữa cường độ chịu kéo khi uốn lớn nhất và nhỏ nhất không vượt quá 2 MPa. Nếu coi mức biến động cường độ chịu kéo khi uốn 2% là nằm trong phạm vi sai số thí nghiệm, thì cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông có giá trị lớn nhất khi hệ số dư vữa thay đổi trong khoảng từ 1,45 đến 1,66. Khi hệ số dư vữa tăng từ 1,06 đến 1,70 thì độ mài mòn ở tuổi 3, 7 và 28 ngày có xu hướng tăng (hình 2, 3, 4). Tuy nhiên, độ mài mòn của bê tông sử dụng hỗn hợp cát mịn và mặt đá theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng mặt đá có giá trị nhỏ hơn so với cát thô. Vì vậy, việc nâng cao khả năng chống mài mòn bằng cách bổ sung mặt đá vôi thô hóa cát mịn là một trong những giải pháp tối ưu đối với bê tông.



Hình 2. Ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến độ mài mòn của hỗn hợp bê tông ở 3 ngày tuổi



Hình 3. Ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến độ mài mòn của hỗn hợp bê tông ở 7 ngày tuổi



Hình 4. Ảnh hưởng của hệ số dư vữa đến độ mài mòn của hỗn hợp bê tông ở 28 ngày tuổi

Qua kết quả nghiên cứu trên có thể thấy rằng khi tăng hệ số dư vữa thì độ sụt giảm, độ mài mòn tăng, cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn đạt giá trị tối ưu nhất định. Trong đó mức tối ưu đối với cường độ chịu nén nhỏ hơn đối với cường độ chịu kéo khi uốn. Do đó, để lựa chọn hệ số dư vữa tối ưu khi thiết kế bê tông thì phải cân đối tất cả các yếu tố trên.

Như vậy, có thể nói rằng bê tông sử dụng hỗn hợp cát mịn và mật đá theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng mật đá, thì khả năng chống mài mòn của bê tông được tăng lên đáng kể, giá trị độ mài mòn bê tông này tương đương với bê tông sử dụng cát thô có cùng mô đun độ lớn. Việc sử dụng mật đá để thô hóa cát mịn đã nâng cao được khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật của mặt đường bê tông xi măng.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy thành phần hạt của mật đá không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối

với cát thô theo TCVN 7570:2006, nhưng khi phối hợp với cát mịn theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng mật đá có thể thu được hỗn hợp cốt liệu nhỏ thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật về thành phần hạt đối với cát thô.

Sử dụng hỗn hợp mật đá vôi và cát mịn theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng mật đá có thể làm giảm lượng dùng nước của bê tông, độ tách nước, độ tách vữa không xảy ra. Khi hệ số dư vữa tăng làm suy giảm độ sụt, mức độ suy giảm độ sụt của hỗn hợp bê tông tương đương với sử dụng cát thô.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng khi sử dụng hỗn hợp mật đá phối hợp với cát mịn theo tỷ lệ thay thế 40% cát mịn bằng mật đá thì có thể cải thiện được khả năng chống mài mòn hay làm giảm độ mài mòn của bê tông và đạt từ 0,18 g/cm² đến 0,29 g/cm².

Kết quả đã chế tạo được bê tông sử dụng cát mịn có độ mài mòn nhỏ hơn 0,3 g/cm², cường độ chịu kéo khi uốn lớn hơn 5,0 MPa đáp ứng yêu cầu đối

với mặt đường bê tông xi măng. Qua đó, có thể sử dụng cát mịn thay thế cát thô để chế tạo bê tông làm đường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tarun R. Naik, Shiw S. Singh and Mohammad M. Hossain (1994), Abrasion resistance of concrete as influenced by inclusion of fly ash, *Cement and Concrete Research*, Vol. 24, No. 2, pp. 303-312.
2. Technical University of Szczecin, al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, Poland, Abrasion resistance of high-strength concrete in hydraulic structures, *Elżbieta Horszczaruk, Wear 259 (2005) 62-69*.
3. O.E. Gjörv, Abrasion resistance of high-strength concrete pavements, *ACI Mater. J. 6 (1990) 45-48*.
4. Orhan Karpuz, Muhammet Vefa Akpınar, Metin Mutlu Aydın (2017), "Effects of fine aggregate abrasion resistance and its fineness module on wear resistance of Portland cement concrete pavements", *Revista de la construcción*, Vol.16, No.1, pp.126-132.
5. A.Mardani-Aghabaglou, H.Hosseinnezhad, O.C.Boyaci, Ö.Ariöz, I.Ö. Yaman, K.Ramyar (2014), "Abrasion Resistance and Transport properties of road Concrete", *12th International Symposium on Concrete Road 2014, September 23-26, Prague, Czech Republic, ID 171*.
6. László Gáspár, Zsolt Bencze (2015), "Theory and practice of cement concrete pavements in Hungary", *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers (GRAĐEVINAR)*, Vol. 6, No.1, pp.43-50.
7. Cengiz Duran Atis, Okan Karahan, Kamuran An, Ozlem Celik Sola, and Cahit Bilim, "Relation between Strength Properties (Flexural and Compressive) and Abrasion Resistance of Fiber (Steel and Polypropylene) – Reinforced Fly Ash Concrete", *Journal of materials in civil engineering*, Vol 21, No.8, August 1, 2009m pp.402-408.
8. C.D.Atis and O.N.Celik (2002), "Relation between abrasion resistance and flexural strength of high volume fly ash concrete", *Materials and structures*, Vol.35, May, pp 257-260.
9. Neville, A.M. (1995), Properties of concrete, *Longman, Harlow, 844 pp*.
10. Kennedy, H.L. (1940), "Revised application of fineness modulus in concrete proportioning", *Proc. ACI*, Vol. 36, pp.597-613.
11. Dong Van An (1993), "Gap-graded concrete with an excess of fine sand", *Report 21.10.93.1.05, Faculty of Civil Engineering, Delft University of Technology*.
12. Li, Shu-t'ien and Ramakrishnan, V. (1974), "Gap-graded concrete optimum mixture proportioning", *ACI SP-46, Detroit*, pp. 65-72.
13. Nguyễn Quang Cung và các cộng tác viên (2001), "Nghiên cứu cát nhân tạo sử dụng trong bê tông và vữa xây dựng", *Báo cáo tổng kết đề tài. Hà Nội, tháng 9*.
14. ACI–Manual of concrete practice Part-1, 221.R-89-Guide for use of normal weight aggregate in concrete (1990).
15. J.K.Kim (1997) – The fracture characteristics of crushed lime stone sand concrete – Cement and concrete research. Vol 27 No 11 page 1719-1729.

Ngày nhận bài: 15/11/2018.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 27/11/2018.