

## NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÁT Đụn TẠI CHỖ LÀM ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG TRÊN ĐẢO PHÚ QUỐC

TS. HOÀNG MINH ĐỨC, KS. NGUYỄN KIM THỊNH

Viện KHCN Xây dựng

*Tóm tắt: Trong phát triển cơ sở hạ tầng các khu vực hải đảo, việc sử dụng hợp lý các vật liệu tại chỗ có thể đem lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật đáng kể. Cát đụn trên đảo Phú Quốc là loại cát mịn có các chỉ tiêu kỹ thuật, ngoại trừ thành phần hạt, đáp ứng yêu cầu cho sản xuất bê tông. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ X/N và hệ số dư vữa tới tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng cát đụn Phú Quốc. Qua đó, đã lựa chọn các thành phần bê tông cường độ tới 40 MPa phù hợp cho thi công đường bê tông xi măng trên đảo đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và có giá thành vật liệu sản xuất bê tông giảm từ 11% đến 16% so với phương án sử dụng cát sông*

*Abstract: Rational use of local materials in development of the infrastructure in remoted area, including island can provide significant technico-economic effects. Dune sand in Phu Quoc island is a fine sand, of which the technical properties, except grading, satisfy the standard requirements for concrete product. This paper presents the results of research on the influence of cement to water ratio and mortar excessive coefficient to the properties of concrete with dune sand. In the results, the proportions were selected for concretes with compressive strength up to 40 MPa meeting the requirements for road pavement in the island and having material cost reduction from 11% to 16% in comparison with concrete using river sand.*

*Keywords: concrete, dune sand, road pavement, strength.*

### 1. Đặt vấn đề

Phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng, trong đó có hệ thống đường giao thông là nhu cầu cấp bách của nhiều địa phương trong cả nước. Để nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật, thi công xây dựng đường bê tông xi măng cần sử dụng tối đa vật liệu tại chỗ nhằm giảm chi phí vận chuyển. Điều này đặc biệt quan trọng đối với việc thi công xây dựng trên các đảo như đảo Phú Quốc, nơi mà chi phí vận chuyển

vật liệu từ đất liền ra chiếm tỷ trọng lớn trong cơ cấu giá thành. Bên cạnh đó, việc chuyên chở vật liệu như xi măng, đá, cát ra đảo còn phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện thời tiết, ảnh hưởng không nhỏ đến tiến độ thi công các công trình. Trong khi đó, nguồn cát trên đảo Phú Quốc khá phong phú bao gồm cát bờ biển và cát đụn. Cát bờ biển nằm ở mép nước, chịu tác động của nước biển nên có độ mặn cao. Để bảo tồn cảnh quan môi trường và do yếu tố kỹ thuật nên cát biển không được sử dụng làm vật liệu sản xuất bê tông. Cát đụn được hình thành tự nhiên và nằm sâu phía bên trong đảo cách mép nước trên 300 m, không chịu tác động trực tiếp của nước biển. Khảo sát sơ bộ cho thấy, cát đụn đảo Phú Quốc có tỷ lệ lớn hạt nhỏ, môđun độ lớn thấp và nằm trong nhóm cát mịn. Nếu cát đụn có hàm lượng clorua nằm trong phạm vi cho phép thì về mặt kỹ thuật, hoàn toàn có thể sử dụng cát này trong chế tạo các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Trong quá trình xây dựng, việc giải phóng, chuẩn bị mặt bằng xây dựng trên đảo đòi hỏi phải san gạt, bóc bỏ một lượng lớn cát đụn trên đảo. Việc tận dụng một cách hiệu quả vật liệu này không những giúp sử dụng hiệu quả tài nguyên mà còn nâng cao được hiệu quả kinh tế kỹ thuật của các dự án.

Các nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng các nguồn cát địa phương bao gồm cả cát nhiễm mặn, cát mịn đã được tiến hành tại Việt Nam từ nhiều năm qua. Các nghiên cứu [1,2] tiến hành với cát biển tại 13 khu vực thuộc 10 tỉnh dọc bờ biển nước ta cho thấy sử dụng cát biển trong chế tạo bê tông là rất nhiều triển vọng và hiệu quả với bê tông có cường độ trong khoảng từ 30 MPa đến 35 MPa. So với bê tông sử dụng cát sông, cường độ của bê tông sử dụng cát biển thấp hơn từ 4-10%, riêng các vùng Cửa Lò, Kỳ Lôi (Hà Tĩnh), bãi biển Lăng Cô, cường độ của bê tông sử dụng cát sông và cát biển là xấp xỉ nhau. Nghiên cứu [3, 4] cho thấy, áp dụng các biện pháp kỹ thuật như sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn, phụ gia siêu dẻo, phụ gia khoáng hoạt tính, cốt gia cường và các biện pháp khác có thể cho

phép dùng cát nhiễm mặn chế tạo bê tông cho các kết cấu bê tông cốt thép. Với cát đụn Phú Quốc, nếu hàm lượng clorua trong cát nằm trong giới hạn cho phép thì việc sử dụng chỉ cần tính đến các điểm đặc thù như đối với cát mịn.

Tiêu chuẩn TCVN 7570:2005 khuyến cáo cát mịn có thành phần hạt phù hợp tiêu chuẩn, có mô đun độ lớn từ 1,0 đến 2,0 có thể sử dụng cho bê tông cấp cường độ từ B15 đến B25. Theo tiêu chuẩn của LB Nga GOST 26633-91(2003) cho phép sử dụng cát có mô đun độ lớn từ 1,0 đến 1,5 chế tạo bê tông cấp cường độ chịu nén B30 hay cấp cường độ chịu kéo  $B_{tb}4,0$ . Trong khi đó, tiêu chuẩn của các nước Châu Âu và Hoa Kỳ không đưa ra giới hạn cụ thể về cường độ bê tông sử dụng cát mịn. Các nghiên cứu và ứng dụng cát mịn trong sản xuất bê tông đã được triển khai tại nhiều nước trên thế giới từ khá sớm. Các kết quả đều cho thấy bê tông cát mịn tuân theo các quy luật chung đối với hệ bê tông xi măng. Tuy nhiên khi sử dụng cát mịn, so với sử dụng cát thô, cần tăng lượng nước trộn để hỗn hợp bê tông đạt cùng độ sụt và tăng lượng dùng xi măng để đạt được cùng cường độ. Khi sử dụng cát mịn, thành phần cấp phối hạt của cốt liệu trong bê tông trở nên gián đoạn, điều này ảnh hưởng đến một số tính chất như độ phân tầng của hỗn hợp bê tông,... Tuy nhiên, các nghiên cứu từ những năm 1970 [5] hay mới tiến hành gần đây [6]

cho thấy, bằng việc sử dụng phụ gia thích hợp, điều chỉnh hệ số dư vữa và các biện pháp thi công, hoàn toàn có thể chế tạo bê tông đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đối với nhiều ứng dụng khác nhau với giá thành hợp lý.

Do đó, việc nghiên cứu sử dụng cát đụn tại chỗ làm bê tông cho đường trên đảo Phú Quốc là cần thiết và có cơ sở khoa học. Trong phạm vi nghiên cứu này, nhóm tác giả tập trung vào đối tượng là bê tông xi măng cho đường cấp IV và cấp V trên đảo thi công theo công nghệ đầm rung thông thường, sử dụng hỗn hợp bê tông có độ sụt từ 40 mm đến 60 mm, cường độ chịu nén tới 40 MPa.

**2. Vật liệu và phương pháp**

Trong nghiên cứu đã sử dụng cát từ các đụn cát thuộc khu vực bãi Trường, xã Dương Tơ nằm ở phía Tây Nam của đảo Phú Quốc. Cát được lấy ở 2 khu vực khác nhau có màu sắc khác biệt. Mẫu cát tại khu vực 1 có màu vàng, hạt mịn, được lấy ở độ sâu 1,5 mét sau khi bóc bỏ lớp hữu cơ bề mặt. Mẫu này được ký hiệu là C1. Mẫu cát tại khu vực 2 có màu trắng, được lấy bằng máy xúc tại độ sâu 1,5 mét. Mẫu này được ký hiệu là C2. Mẫu cát dùng để đối chiếu so sánh là cát sông được vận chuyển bằng đường thủy ra đảo, được ký hiệu là CS. Tính chất của các loại cát sử dụng được trình bày tại bảng 1 và bảng 2.

**Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của cát đụn tại chỗ và cát sông**

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm		
			C1	C2	CS
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,64	2,67	2,70
2	Khối lượng thể tích bão hòa nước	g/cm <sup>3</sup>	2,62	2,63	2,67
3	Khối lượng thể tích khô	g/cm <sup>3</sup>	2,61	2,60	2,66
4	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	1350	1420	1400
5	Độ hồng	%	48,3	46,2	47,4
6	Độ hút nước	%	0,5	1,0	0,6
7	Lượng bùn, bụi, sét	%	1,3	0,8	1,5
8	Môđun độ lớn	--	1,3	1,8	1,7
9	Tạp chất hữu cơ	--	Sáng hơn màu chuẩn	Sáng hơn màu chuẩn	Sáng hơn màu chuẩn

**Bảng 2. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cát tại chỗ và cát sông**

Kích thước sàng mm	Lượng sót riêng biệt, %			Lượng sót tích lũy %			YCKT theo TCVN 7570:2006	
	C1	C2	CS	C1	C2	CS	Cát thô	Cát mịn
5	0,0	0,0	0,9	--	--	--	--	--
2,5	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,2	0-20	0-15
1,25	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	4,3	15-45	0-35
0,63	0,2	1,8	9,6	0,2	1,8	13,9	35-70	5-35
0,315	31,0	81,8	39,2	31,2	83,6	53,1	65-90	5-65
0,14	65,7	14,9	40,2	96,9	98,5	93,3	90-100	65-90
Sàng đáy	3,1	1,5	6,7	--	--	--	--	--

Kết quả thí nghiệm cho thấy, cả 3 loại cát sử dụng trong nghiên cứu đều là cát mịn có môđun độ lớn nhỏ hơn 2,0. Về thành phần hạt, các loại cát đều có thành phần hạt nằm ngoài khoảng giá trị quy định đối với cát mịn theo TCVN 7570:2006. Tuy nhiên, nghiên cứu này sẽ hướng tới việc chứng minh rằng sử dụng cát với thành phần hạt nằm ngoài khoảng giá trị tối ưu quy định vẫn có thể chế tạo bê tông đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Hàm lượng clorua và khả năng phản ứng kiềm-silic của các loại cát cũng đã được thí nghiệm đánh giá. Hàm lượng clorua của ba loại cát C1, C2 và CS lần lượt có giá trị là 0,001%; 0,002% và 0,007%. Có thể thấy rằng, hàm lượng clorua trong cát nhỏ hơn giá trị quy định tại TCVN 7570:2006 đối với bê tông dùng cho các kết cấu bê tông cốt thép (0,05%) và bê tông cốt thép ứng lực trước (0,01%). Để xác định khả năng phản ứng kiềm silic của cát, nghiên cứu đã xác định độ giảm kiềm của ba loại cát C1, C2 và CS có giá trị lần lượt là 130 mmol/l; 78 mmol/l và 105 mmol/l, cũng như hàm lượng SiO<sub>2</sub> hòa tan có giá trị lần lượt là 15,65 mmol/l; 25,47 mmol/l và 19,15 mmol/l. Với các giá trị trên, cả ba loại cát sử dụng đều nằm trong vùng cốt liệu vô hại.

Các thí nghiệm đã được tiến hành với xi măng Holcim PCB40 đáp ứng yêu cầu của TCVN 6260:2009, có thời gian bắt đầu và kết thúc đông

kết lần lượt là 140 và 205 phút; cường độ chịu nén ở 3 ngày và 28 ngày bằng 26,4MPa và 46,6MPa. Đá dăm sử dụng trong nghiên cứu là đá dăm Trà Đuốc, Kiên Giang có kích thước hạt lớn nhất 20mm có khối lượng thể tích khô 2,67 g/cm<sup>3</sup>; khối lượng thể tích xốp 1400 kg/m<sup>3</sup>, độ nén dập 9,0%. Trong nghiên cứu cũng sử dụng phụ gia siêu dẻo kéo dài thời gian ninh kết HH202 của Công ty Hưng Hải, phù hợp với TCVN 8826:2011.

Công tác chế tạo và thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông được thực hiện tại phòng thí nghiệm LAS-XD03 - Viện Chuyên ngành Bê tông, tuân thủ các yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

**3. Ảnh hưởng cát đụn tại chỗ đến tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông đường**

Để đánh giá ảnh hưởng của cát đụn tại chỗ đến tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông, nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm một số cấp phối bê tông. Các cấp phối thí nghiệm sử dụng cùng loại xi măng, đá, phụ gia và nước. Cốt liệu mịn là các loại cát trình bày trong bảng 1. Lượng nước trộn, tỷ lệ xi măng trên nước, hệ số dư vữa và lượng dùng phụ gia được thay đổi nhưng vẫn duy trì độ sụt của hỗn hợp bê tông trong khoảng 40 mm đến 60 mm. Thành phần hỗn hợp bê tông trong nghiên cứu được trình bày tại bảng 3. Kết quả thí nghiệm tính chất của hỗn hợp bê tông được trình bày tại bảng 4.

**Bảng 3. Thành phần bê tông nghiên cứu**

TT	Cấp phối	Lượng dùng vật liệu, kg/m <sup>3</sup>				
		Xi măng	Nước	Cát	Đá	PG
1	C1.1	202	209	720	1224	2,0
2	C1.2	276	190	670	1182	2,8

TT	Cấp phối	Lượng dùng vật liệu, kg/m <sup>3</sup>				
		Xi măng	Nước	Cát	Đá	PG
3	C1.3	359	192	639	1177	3,6
4	C1.4	294	158	533	1232	2,5
5	C1.5	338	178	703	1050	3,4
6	C1.6	370	193	787	867	3,2
7	C2.1	204	190	729	1232	2,0
8	C2.2	284	181	689	1216	2,8
9	C2.3	365	185	643	1172	3,6
10	C2.4	310	194	794	990	3,1
11	C2.5	319	197	817	1019	0
12	C2.6	312	208	757	1094	0
13	CS.1	316	237	810	1011	0
14	CS.2	355	224	697	1099	3,5
15	CS.3	288	235	809	987	3,1

**Bảng 4. Kết quả thí nghiệm tính chất hỗn hợp bê tông các cấp phối**

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ X/N	Hệ số dư vữa	KLTT, kg/m <sup>3</sup>	Độ sụt, mm		
					Thời gian sau trộn, phút		
					0	30	60
1	C1.1	0,96	1,28	2360	70	65	60
2	C1.2	1,43	1,36	2330	65	60	55
3	C1.3	1,83	1,38	2370	65	55	55
4	C1.4	1,83	1,27	2210	60	55	55
5	C1.5	1,86	1,67	2270	60	55	55
6	C1.6	1,88	2,26	2210	75	60	55
7	C2.1	1,06	1,27	2360	65	60	60
8	C2.2	1,55	1,30	2380	60	60	55
9	C2.3	1,93	1,39	2370	60	60	60
10	C2.4	1,57	1,84	2270	70	65	60
11	C2.5	1,62	1,76	2320	40	40	35
12	C2.6	1,50	1,56	2370	60	50	45
13	CS.1	1,33	1,78	2340	60	50	40
14	CS.2	1,56	1,55	2370	60	60	55
15	CS.3	1,21	1,85	2300	65	65	60

Kết quả thí nghiệm tính chất của hỗn hợp bê tông thể hiện trên bảng 4 cho thấy, lượng nước trộn để hỗn hợp đạt độ sụt thiết kế từ 40 mm đến 60 mm đối với loại cát tại chỗ C2 dao động trong khoảng 158 kg/m<sup>3</sup> đến 209kg/m<sup>3</sup> khi không dùng phụ gia hóa. Lượng nước này thấp hơn so với cấp phối bê tông sử dụng cát thường CS biến động trong

khoảng từ 224 kg/m<sup>3</sup> đến 237 kg/m<sup>3</sup>. Mặc dù hai loại cát có môđun độ lớn xấp xỉ nhau nhưng thành phần hạt lại khá khác biệt. Đây có thể là nguyên nhân của sự khác biệt về lượng dùng nước. Các hỗn hợp bê tông sử dụng phụ gia có khả năng duy trì độ sụt gần tương đương. Với độ sụt ban đầu 60 mm - 70 mm, sau 60 phút độ sụt đo được là 55 mm đến 60 mm.

## VẬT LIỆU XÂY DỰNG – MÔI TRƯỜNG

Cấp phối bê tông không sử dụng phụ gia duy trì độ sụt kém hơn, với độ sụt ban đầu 60 mm, sau 60 phút độ sụt còn lại là 40 mm - 45 mm. Tuy nhiên, độ sụt của hỗn hợp bê tông với giá trị ban đầu 40 mm suy giảm không đáng kể.

Đối với C1, các cấp phối C1.4, C1.5, C1.6 có tỷ lệ X/N dao động nhỏ 1,83, 1,86 và 1,88, khi hệ số dư vữa (Kd) tăng từ 1,27, 1,67 đến 2,26 lượng nước trộn tăng từ 158 đến 193 lít. Tương tự đối với C2, cấp phối C2.2, C2.4 có tỷ lệ X/N là 1,55 và 1,57, khi hệ số Kd tăng từ 1,30 đến 1,84 lượng dùng nước cũng tăng từ 181kg/m<sup>3</sup> đến 194 kg/m<sup>3</sup>. Từ đó thấy được, trong khoảng thay đổi hệ số Kd từ 1,27 đến 2,26 với C1 và 1,30 đến 1,84 với C2 thì lượng nước trộn trong hỗn hợp bê tông đạt độ sụt 40-60 mm tăng lên khi hệ số Kd tăng.

Đối với 2 cấp phối không dùng phụ gia hóa học C2.5 và C2.6, khi hệ số dư vữa thay đổi từ 1,56 đến

1,76 lượng nước trộn là 197 kg/m<sup>3</sup> và 208 kg/m<sup>3</sup> đều cao hơn lượng nước trộn ở cấp phối C2.4 có Kd bằng 1,84. Từ đó có thể thấy với các hỗn hợp bê tông có độ sụt thấp sử dụng loại cát tại chỗ này, sử dụng phụ gia hóa học có tác dụng làm giảm lượng nước trộn.

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông sử dụng C1 thay đổi từ 2210 kg/m<sup>3</sup> đến 2370 kg/m<sup>3</sup>. Cấp phối C1.4 và C1.6 có khối lượng thể tích thấp nhất là 2210 kg/m<sup>3</sup> ứng với hệ số Kd thấp nhất và cao nhất là 1,27 và 2,26. Điều này cũng xảy ra tương tự đối với cấp phối sử dụng loại C2, ở cấp phối C2.4 có khối lượng thể tích thấp nhất 2270 kg/m<sup>3</sup> ứng với hệ số Kd bằng 1,84, cao nhất trong phạm vi nghiên cứu.

Kết quả thí nghiệm cường độ nén và kéo khi bừa các cấp phối bê tông được thể hiện trong bảng 5.

**Bảng 5. Kết quả thí nghiệm cường độ bê tông các cấp phối**

TT	Cấp phối	Tỷ lệ X/N	Hệ số dư vữa	Cường độ chịu kéo khi bừa, MPa ở tuổi, ngày		Cường độ chịu nén, MPa ở tuổi, ngày			
				7	28	7	28	90	365
1	C1.1	0,96	1,28	3,2	5,0	14,6	21,7	24,0	24,1
2	C1.2	1,43	1,36	4,0	5,7	24,0	28,9	32,6	36,6
3	C1.3	1,83	1,38	4,7	6,2	29,7	37,4	39,9	40,1
4	C1.4	1,83	1,27	3,2	5,1	21,5	31,2	32,0	32,6
5	C1.5	1,86	1,67	4,4	4,5	19,6	28,3	30,5	32,4
6	C1.6	1,88	2,26	3,3	4,4	18,1	25,2	27,5	28,7
7	C2.1	1,06	1,27	3,5	4,6	20,1	24,5	26,8	27,1
8	C2.2	1,55	1,30	5,2	6,3	28,6	33,5	35,3	41,1
9	C2.3	1,93	1,39	4,3	5,5	32,9	43,1	44,8	48,4
10	C2.4	1,57	1,84	3,0	4,0	15,6	21,4	23,7	27,6
11	C2.5	1,62	1,76	3,3	4,1	16,7	23,5	25,2	31,7
12	C2.6	1,50	1,56	3,6	4,2	18,4	25,5	27,7	30,5
13	CS.1	1,33	1,78	3,6	3,9	13,1	21,5	23,2	25,2
14	CS.2	1,56	1,55	5,5	5,9	22,9	33,1	34,6	34,7
15	CS.3	1,21	1,85	4,8	5,4	20,1	30,9	32,0	33,1

Với bê tông sử dụng cát C1, khi tỷ lệ X/N biến động từ 0,96 đến 1,88 cường độ chịu nén tuổi 28 đạt được tăng từ 22,7 MPa đến 37,1 MPa và cường độ kéo khi bừa tăng từ 3,7 MPa đến 5,9 MPa. Cấp phối C1.3 với X/N bằng 1,86, hệ số Kd bằng 1,38 cường độ chịu nén ở 28

ngày có giá trị cao nhất bằng 37,4 MPa, cường độ chịu kéo khi bừa bằng 6,2 MPa. Xét các cấp phối C1.4, C1.5, C1.6 với tỷ lệ X/N thay đổi từ 1,83 đến 1,88 có thể thấy hệ số dư vữa Kd tăng đến 2,26 cường độ bê tông có xu hướng giảm đáng kể.

Đối với bê tông sử dụng loại cát C2, tỷ lệ X/N trong phạm vi nghiên cứu là 1,06 đến 1,93, cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày đạt từ 21,4 MPa đến 43,1 MPa. Cường độ chịu kéo khi bừa đạt từ 3,0 MPa đến 6,3 MPa. Các cấp phối C2.2, C2.4, C2.6 có tỷ lệ X/N thay đổi không lớn trong khoảng từ 1,50 đến 1,57 nhưng cường độ bê tông thay đổi đáng kể ở các hệ số dư vữa khác nhau và đạt giá trị lớn nhất ứng với hệ số dư vữa ở mức 1,30. Cấp phối C2.3 với X/N bằng 1,93, hệ số Kd bằng 1,39 cường độ chịu nén ở 28 ngày đạt 43,1 MPa, cường độ chịu kéo khi bừa đạt 5,5 MPa.

Nhìn chung, các ảnh hưởng của tỷ lệ X/N, hệ số Kd đến cường độ và sự phát triển cường độ sau 28 ngày tuổi của bê tông sử dụng cát tại chỗ đều tuân

theo quy luật của bê tông sử dụng cát thông thường. Ở tuổi 90 và 365 ngày, cường độ chịu nén của các mẫu bê tông sử dụng C1 và C2 đều không giảm. Hệ số Kd tăng, hàm lượng cát sử dụng tăng lên sẽ làm giảm được giá thành của bê tông và cải thiện được tính công tác của bê tông. Tuy nhiên, việc hệ số Kd tăng làm giảm cường độ của bê tông, do đó nghiên cứu đã có những điều chỉnh về lượng dùng xi măng, nước trộn để tăng tỷ lệ X/N.

Trong nghiên cứu cũng đã tiến hành thí nghiệm độ mài mòn của bê tông. Đây là chỉ tiêu quan trọng đối với bê tông mặt đường. Kết quả thí nghiệm độ mài mòn của các cấp phối bê tông được trình bày tại bảng 6.

**Bảng 6. Kết quả thí nghiệm độ mài mòn của bê tông**

TT	Cấp phối	Tỷ lệ X/N	Hệ số dư vữa	Độ mài mòn, g/cm <sup>2</sup>
1	C1.4	1,83	1,27	0,21
2	C1.5	1,86	1,67	0,20
3	C1.6	1,88	2,26	0,19
4	C2.2	1,55	1,30	0,19
5	C2.4	1,57	1,84	0,22
6	C2.6	1,50	1,56	0,22

Kết quả thí nghiệm cho thấy, độ mài mòn của bê tông phụ thuộc vào hệ số Kd. So sánh cấp phối C2.2 và C2.4 cho thấy với tỷ lệ X/N gần tương đương, tăng hệ số Kd từ 1,30 lên 1,84 làm tăng độ mài mòn từ 0,19 g/cm<sup>2</sup> lên 0,22 g/cm<sup>2</sup>. Đó là do khi tăng hệ số dư vữa, mật độ đá trong bê tông giảm, làm tăng độ mài mòn. Tuy nhiên, tăng hệ số Kd từ 1,67 lên 2,26 ở cấp phối C1.5 và C1.6 lại không ảnh hưởng nhiều đến độ mài mòn. Có thể ở đây, khi tăng Kd tới 2,26 đã vượt quá giá trị ngưỡng khi mà độ mài mòn của bê tông chịu ảnh hưởng lớn của vữa xi măng trong bê tông. Khả năng mài mòn của bê tông phụ thuộc vào khả năng mài mòn của đá và của vữa xi măng. Với tỷ lệ X/N cao, cường độ đá xi măng và bê tông được cải thiện, điều này ảnh hưởng tích cực đến khả năng chống mài mòn của bê tông. Cấp phối C1.4 và C1.5 cho thấy, mặc dù hệ số Kd tăng từ 1,27 lên 1,67 nhưng khi tăng tỷ lệ X/N từ 1,83 lên 1,86, độ mài mòn của bê tông thay đổi không đáng kể.

Theo quy định hiện hành, độ mài mòn của bê tông cho mặt đường bê tông xi măng cao tốc, cấp I, cấp II, cấp III phải không lớn hơn 0,3 g/cm<sup>2</sup> và cho mặt đường bê tông xi măng cấp IV trở xuống không lớn hơn 0,6 g/cm<sup>2</sup>. Kết quả thí nghiệm độ mài mòn trên bảng 6 cho thấy, các cấp phối bê tông sử dụng

cát đụn đều đáp ứng được yêu cầu đối với độ mài mòn khi áp dụng làm mặt đường bê tông xi măng.

**4. Hiệu quả kinh tế**

Để đánh giá hiệu quả kinh tế khi sử dụng cát tại chỗ chế tạo bê tông thi công đường, trên cơ sở các kết quả nghiên cứu ở phần trên, đã tiến hành lựa chọn một số cấp phối đại diện sử dụng hai loại cát đụn tại chỗ C1, C2. Các cấp phối bê tông được lựa chọn đảm bảo độ sụt trong khoảng 40 mm đến 60 mm và có cường độ tới 40 MPa, phù hợp với yêu cầu thi công đường bê tông xi măng cấp IV. Các số liệu thu được trong nghiên cứu được sử dụng để xây dựng tương quan giữa tỷ lệ X/N và cường độ chịu nén của bê tông sử dụng mỗi loại cát khác nhau. Tương quan này dùng cho lựa chọn thành phần bê tông đáp ứng yêu cầu ứng dụng trong thực tế. Với yêu cầu cường độ bê tông đạt 25 MPa đến 40 MPa, với loại cát C1 đã lựa chọn tỷ lệ X/N lần lượt là 2,05 và 1,68 còn đối với cát C2 tương ứng là 2,00 và 1,64.

Cấp phối bê tông sử dụng cát đụn C1, C2 và cấp phối bê tông sử dụng cát sông hiện đang áp dụng tại địa bàn được trình bày tại bảng 7.

**Bảng 7. Cấp phối bê tông ứng dụng thực tế**

TT	Ký hiệu	Tỷ lệ X/N	Lượng dùng vật liệu, kg/m <sup>3</sup>				
			Xi măng	Cát	Đá	Nước	PG
1	40C1	2,05	379	784	1030	181	3,79
2	25C1	1,68	311	846	1024	182	3,11
3	40C2	2,00	362	789	1047	177	3,62
4	25C2	1,64	297	860	1030	178	2,97
5	40CS	1,83	358	752	1069	191	3,58
6	25CS	1,52	289	815	1079	187	2,89

Đơn giá vật liệu áp dụng để tính toán là đơn giá tham khảo tại đảo Phú Quốc. Đối với cát tại chỗ, giá thành được tính dựa trên chi phí khai thác bao gồm: nhân công, khấu hao máy móc, vận chuyển và chi phí quản lý. Đơn giá vật liệu tại Phú Quốc tham khảo như sau: cát sông 420.000 VNĐ/m<sup>3</sup>, đá dăm 550.000 VNĐ/m<sup>3</sup>, xi măng 1.800 VNĐ/kg, phụ gia hóa 17.000

VNĐ/lít. Chi phí khai thác cát tại chỗ ước tính bằng 80.000 VNĐ/m<sup>3</sup> bao gồm các chi phí như: nhân công, máy (20.000 VNĐ/m<sup>3</sup>); quản lý (10.000 VNĐ/m<sup>3</sup>) và vận chuyển (50.000 VNĐ/m<sup>3</sup>). Giá thành vật liệu chế tạo 1m<sup>3</sup> bê tông và hiệu quả kinh tế khi sử dụng cát tại chỗ và cát sông chế tạo bê tông thi công đường nội bộ được trình bày trên bảng 8.

**Bảng 8. So sánh chi phí vật liệu chế tạo bê tông**

Mức cường độ, MPa	Giá thành bê tông, 1.000 VNĐ/m <sup>3</sup>			Chênh lệch giá, 1.000 VNĐ/m <sup>3</sup>	
	C1	C2	CS	C1	C2
40	1.198	1.169	1.351	153	182
25	1.065	1.038	1.238	173	200

Có thể thấy rằng, việc tận dụng cát đụn tại chỗ thay thế cát sông không những đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra, mà còn giúp giảm giá thành vật liệu sản xuất bê tông từ 11% đến 16%. Bước đầu áp dụng thử nghiệm các cấp phối đề xuất tại hiện trường cho kết quả khả quan.

**5. Kết luận và kiến nghị**

Tận dụng cát đụn tại chỗ trên Đảo Phú Quốc trong chế tạo bê tông thi công đường là một giải pháp hợp lý, đáp ứng được tình hình thực tế hiện nay. Cát đụn Phú Quốc có các chỉ tiêu cơ bản như hàm lượng bùn, bụi sét, tạp chất hữu cơ, hàm lượng Cl<sup>-</sup>, khả năng phản ứng kiềm – silic đều phù hợp với TCVN 7570 :2006. Thành phần hạt của 2 loại cát tại chỗ không nằm trong miền giới hạn của tiêu chuẩn.

Kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ X/N và hệ số dư vữa tới tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng cát đụn Phú Quốc, qua đó có thể lựa chọn các thành phần bê tông cường độ tới 40 MPa phù hợp cho thi công đường bê tông xi măng trên đảo đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của dự án và có giá thành vật liệu sản xuất bê tông giảm từ 11% đến 16% so với phương án sử dụng cát sông.

1. Trần Tuấn Hiệp, Võ Xuân Lý, Lê Văn Bách (2002). Nghiên cứu sử dụng cát biển và nước biển và nước nhiễm mặn làm bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô và công trình phòng hộ ven biển vùng đồng bằng Nam bộ, *Tạp chí Giao thông Vận tải*, Số tháng 6.
2. Tô Nam Toàn (2004). Nghiên cứu sử dụng cát biển Quảng Ninh làm bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô. *Luận án Thạc sỹ kỹ thuật. Trường đại học Giao thông vận tải.*
3. Đỗ Thị Lan Hoa (2001). Nghiên cứu một số biện pháp nâng cao khả năng chống ăn mòn cho cốt thép trong bê tông sử dụng cát nhiễm mặn. *Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật. Hà Nội.*
4. Lê Việt Hùng (2017). Nghiên cứu lựa chọn chất kết dính và phụ gia cho chế tạo bê tông có cốt gia cường sử dụng cát biển, nước biển. *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH mã số RD82-15. Hà Nội.*
5. Nguyễn Mạnh Kiểm và các ctv (1979), Nghiên cứu sử dụng cát mịn để làm bê tông và vữa. *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH, Viện Khoa học Kỹ Thuật Xây dựng.*
6. Hoàng Minh Đức (2016). Nghiên cứu sử dụng cát đen sông Hồng trong chế tạo bê tông cho các công trình xây dựng trên địa bàn Hà Nội, *Tạp chí Xây dựng*, số 4.

**Ngày nhận bài: 09/10/2017.**

**Ngày nhận bài sửa lần cuối: 31/10/2017.**

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**