

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CÁT BIỂN LÀM CỐT LIỆU CHO BÊ TÔNG

Lê Việt Hùng, Phan Văn Quỳnh

Trung tâm Xi măng và Bê tông - Viện Vật liệu xây dựng

Nhận ngày 13/7/2020, chỉnh sửa ngày 25/8/2020, chấp nhận đăng 02/12/2020

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu khả năng sử dụng cát biển cho chế tạo bê tông. Công trình đã thực hiện đánh giá chất lượng một số nguồn cát biển nguyên khai và qua rửa (khử muối) của một số cơ sở chế biến cát tại Việt Nam. Các mẫu cát biển được đánh giá theo chỉ tiêu tính chất của cốt liệu nhỏ cho bê tông theo TCVN 7570:2006, trong đó chú trọng đến các thành phần có hại trong cát biển như hàm lượng ion clo, sun phat, tạp chất hữu cơ. Ngoài ra, các mẫu cát biển qua xử lý còn được đánh giá các chỉ tiêu hàm lượng vỏ sò, thành phần thạch học, khả năng phản ứng kiềm cốt liệu, độ bền sun phat. Các kết quả nghiên cứu chỉ ra, cát biển với mô đun độ lớn thích hợp, qua rửa khử muối, đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của cát làm cốt liệu nhỏ cho bê tông.

Từ khóa: cát biển, cát nhiễm mặn, cát cho bê tông, cốt liệu nhỏ, bê tông cát biển.

Abstract:

This paper presents investigation results of suitability of using sea sand for concrete production. The study has carried out quality assessment various sea sands including raw sea sands and washed (desalinated) sea sand sources from some sand processing facilities in Vietnam. Properties of the sea sand samples were evaluated through criteria of fine aggregate for concrete according to TCVN 7570:2006, in which focused on contaminated ingredients in the sea sands such as chlorine ions, sulphates, organic impurities. In addition, the processed sea sand samples were also assessed for the shell content, surface textures, petrographic compositions, alkali-aggregate reactivity, and soundness in manesium sulfate solution. The test results showed that sea sand with appropriate fineness modulus, after washed meet the technical requirements of sand used as fine aggregate for concrete.

Keywords: sea sand, salt-contaminated sand, sand for concrete, fine aggregate, sea sand concrete.

1. Giới thiệu chung

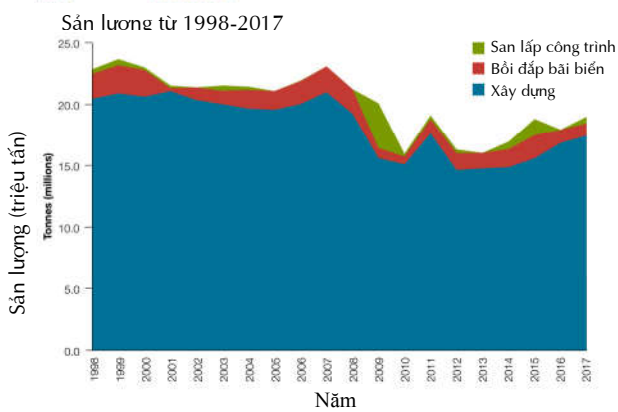
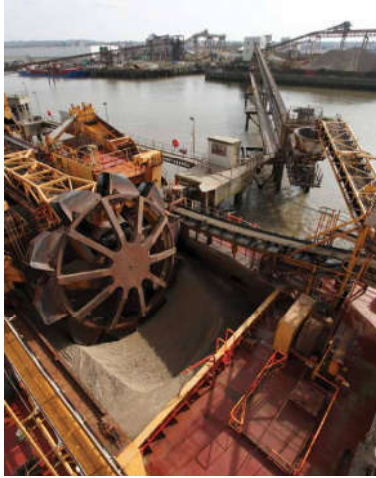
Hiện nay nguồn cát xây dựng ở nước ta vẫn chủ yếu là cát sông, cát nhân tạo chỉ chiếm khoảng 2,3% sản lượng [1]. Do trữ lượng và lượng bồi đắp có hạn, trong khi việc khai thác cát, cuội sỏi tràn lan và tăng liên tục trong những năm vừa qua, dẫn đến các nguồn cát, sỏi tại các dòng sông bị thiếu hụt nghiêm trọng. Nhu cầu cát phục vụ riêng cho chế tạo bê tông và vữa xây dựng ở nước ta hàng năm rất lớn, khoảng 130 triệu m³/năm (tính trong năm 2018)[1]. Theo Chiến lược phát triển ngành vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021-2030 và định hướng đến 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt thì nhu cầu cát xây dựng (chỉ tính riêng cho bê tông và vữa) ở nước ta đến năm 2025 khoảng 170-190 triệu m³/năm, đến năm 2030 khoảng 200-220 triệu m³/năm. Ngoài ra, mỗi năm ở nước ta, lượng vật liệu dùng cho san lấp, đắp nền công trình khoảng 400 triệu m³, trong đó cát tự nhiên là một trong nguồn vật liệu chính.

Nếu sử dụng được các nguồn cát tại chỗ như cát nhiễm mặn, cát biển cho bê tông sẽ mang lại nhiều lợi ích. Tuy vậy, theo hầu hết tiêu chuẩn, quy phạm về cát sử dụng cho bê tông của các nước trên thế giới thì cát nhiễm mặn không được phép sử dụng cho bê tông, đặc biệt bê tông cốt thép, do chúng chứa lượng muối, đặc biệt là ion clo lớn nên ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ bền bê tông và tính ăn mòn cốt thép trong bê tông. Ví dụ, quy phạm kỹ thuật ACI 201.2R [2] và ACI 318[3] của Mỹ giới hạn hàm lượng clorua cho bê tông ứng suất trước là không quá 0,06%,

bê tông thường, tùy từng môi trường tiếp xúc, từ 0,15% đến 1% so với khối lượng xi măng. Quy phạm của Nhật trong Standard specifications for concrete structures, 2007 "Materials and construction" (JSCE)[4] quy định cốt liệu nhỏ có hàm lượng natri clorua không được vượt quá 0,04%. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 206-1:2000 về yêu cầu kỹ thuật với thành phần chế tạo bê tông [5] quy định, vật liệu cho bê tông chứa hàm lượng clorua không quá 0,2% với bê tông ứng suất trước, không quá 0,4% với bê tông cốt thép và 1% với bê tông không cốt thép. Bên cạnh ảnh hưởng của hàm lượng ion clo, trong cát biển còn có thể chứa các tạp chất khác như xác động thực vật (chủ yếu là vỏ sò, ốc), bụi, bùn, sét. Các thành phần này sẽ làm ảnh hưởng đến chất lượng bê tông nếu cát biển sử dụng cho bê tông không được xử lý.

Trên thế giới, cát cho xây dựng được chế biến từ cát biển sử dụng cho chế tạo bê tông đã có lịch sử nhiều thập kỷ tại nhiều nước và khu vực trên thế giới, trong đó, các nước sử dụng nhiều như Nhật Bản, Anh, Hàn Quốc, Đài Loan, Hồng Kông (Trung Quốc) và một số vùng duyên hải của Trung Quốc [6]. Tại Nhật Bản, năm 2011, sản phẩm cát sạn đáy biển (được khai thác ở độ sâu nông hơn 35m) đã chiếm khoảng 12% (8,54 triệu tấn)[7]; tại Liên hiệp Anh, cát biển được đưa sử dụng phổ biến từ thập niên 60, riêng trong 20 năm từ 1998 đến 2017, tổng lượng cốt liệu khai thác từ biển của Anh là 403 triệu tấn, trung bình khoảng 15-20 triệu tấn mỗi năm[8]; tại Hàn Quốc, lượng cát biển cho xây dựng liên tục tăng từ năm 1992 đến năm 2002, tỷ lệ cát biển

chiếm khoảng 27,7 % (năm 2002)[9]; tại các nước khác như Srilanka, Malaysia, Indonesia...đang tiến hành khai thác cát xây dựng, vật liệu san lấp đồng thời với khai thác sa khoáng (casiterit, ilmenit...) từ trầm tích đáy biển[6].



Hình 1. Khai thác cát biển tại Anh [8]

Bài viết này giới thiệu kết quả nghiên cứu đánh giá chất lượng của một số nguồn cát biển nguyên khai và cát biển qua xử lý với mục đích làm cốt liệu cho chế tạo bê tông. Các kết quả trong bài viết được lấy từ kết quả của đề tài cấp Bộ Xây dựng “Nghiên cứu chế tạo cấu kiện bê tông sử dụng tro xỉ nhiệt điện và vật liệu tại chỗ (cát biển, cát nhân tạo)” mã số RD 79-18 do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện.

2. Nội dung và phương pháp thí nghiệm

2.1 Nội dung thực hiện

a) Lấy mẫu và đánh giá cát biển nguyên khai: để đánh giá chất lượng cát biển với mục đích làm cốt liệu cho bê tông, một số mẫu cát biển khu vực Bắc, Trung, Nam được khảo sát và lấy mẫu đại diện. Các mẫu cát biển được lấy ở vị trí cát đáy biển để tránh ảnh hưởng của sóng biển, thủy triều lên xuống và để đảm bảo tính ổn định của thành phần hạt và thành phần hoá. Các mẫu cát biển được lấy theo các phương pháp: (1) sử dụng tàu hút cát để lấy mẫu cát biển tầng đáy; (2) sử dụng gầu cạp để lấy mẫu cát đáy biển (0-20) cm ở vị trí cách mép nước từ 30m đến 50m; (3) Lấy mẫu cát biển, cát nhiễm mặn tại bãi tập kết. Các mẫu cát biển nguyên khai được thí nghiệm đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật đối

với cốt liệu nhỏ theo TCVN 7570:2006. Ngoài ra, các mẫu cát còn được xác định hàm lượng vôi sô lẫn trong cát.

b) Khảo sát hiện trạng xử lý cát nhiễm mặn và lấy mẫu: thực hiện với một số cơ sở chế biến cát tự nhiên làm cát xây dựng đang hoạt động.

c) Đánh giá tính chất và khả năng sử dụng của cát biển qua xử lý: đánh giá tính chất kỹ thuật theo tiêu chuẩn cát bê tông và khả năng ảnh hưởng đến độ bền lâu của bê tông, bao gồm khả năng gây phản ứng kiềm cốt liệu và độ bền sun phát.

2.2 Phương pháp thí nghiệm

Chỉ tiêu tính chất kỹ thuật của cát được thí nghiệm theo TCVN 7572:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử”. Hàm lượng vôi sô trong cát được thí nghiệm theo chuẩn TCVN 7572-20:2006 “Phương pháp xác định hàm lượng mica trong cát”. Khả năng gây phản ứng kiềm cốt liệu theo chuẩn TCVN 7572-14:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử”-Phần 14- Xác định khả năng phản ứng kiềm – silic. Thành phần thạch học cát biển theo TCVN 7572-3:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử”- Phần 3- Hướng dẫn xác định thành phần thạch học. Độ bền sun phát cốt liệu theo ASTM C 88 “Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate” (Phương pháp tiêu chuẩn cho xác định độ bền cốt liệu bằng sử dụng natri hoặc magiê sun phát).

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1 Sơ lược khu vực biển có nguồn cát biển triển vọng làm VLXD tại Việt Nam

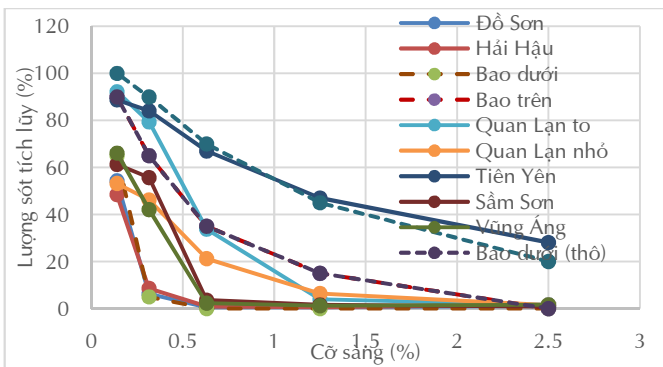
Theo kết quả điều tra địa chất và tìm kiếm các khoáng sản rạn ven bờ tại các vùng biển Việt Nam của Trung tâm Địa Chất và Khoáng Sản (Tổng cục biển đảo Việt Nam) [10], tại khu vực khảo sát trên hơn 4000 km² tại vùng biển Hải Phòng, Quảng Ninh và gần 350 km² vùng biển Bạch Long Vĩ đã xác định được 5 vùng triển vọng VLXD loại b thuộc vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh, 02 vùng triển vọng VLXD loại a với tổng tài nguyên dự báo khoảng 1,4 tỷ m³; tại khu vực biển các tỉnh miền Trung thì các khu vực biển có triển vọng cát biển làm VLXD chủ yếu phân bố ở vùng biển các tỉnh Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Khánh Hòa, Phú Yên, Ninh Thuận, Bình Thuận. Trong đó, vùng biển từ Tuy Hòa-Vũng Tàu, tập trung chủ yếu ở Bình Thuận và Bà Rịa-Vũng Tàu có 8 khu vực có triển vọng vật liệu xây dựng loại a với tổng trữ lượng dự báo 36,225 tỷ m³, 10 khu vực triển vọng vật liệu xây dựng loại b với tổng trữ lượng 10,489 tỷ m³; tại vùng biển các tỉnh phía Nam thì các khu vực biển có triển vọng cát biển làm VLXD chủ yếu phân bố ở các tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, Côn đảo (BT-VT), Bến Tre, Sóc Trăng, Cà Mau, Phú Quốc (Kiên Giang). Ra xa ngoài khơi là khu vực Côn Đảo, Hàm Luông (Bến Tre). Riêng vùng biển Sóc Trăng đã xác định được 6 khu vực triển vọng vật liệu xây dựng đáy biển, trong đó có 01 khu vực loại a và 05 khu vực loại b với tổng tài nguyên dự báo cấp 334a là gần 3,5 tỷ m³, và cấp 334b là gần 14 tỷ m³.

3.2 Kết quả thí nghiệm đánh giá tính chất một số nguồn cát biển

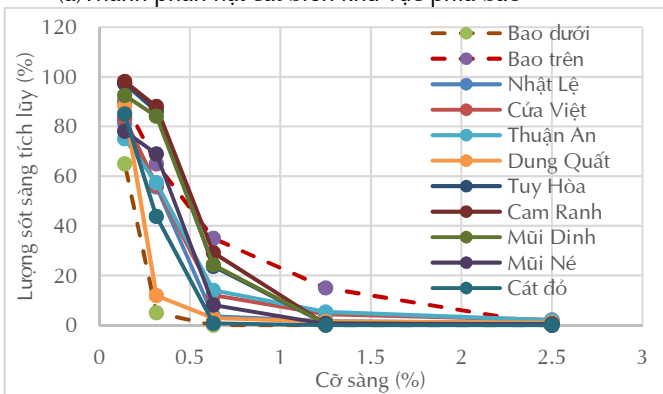
a) Thành phần cỡ hạt, mô đun độ lớn:

Bảng 1. Thành phần hóa của một số mẫu cát biển Việt Nam

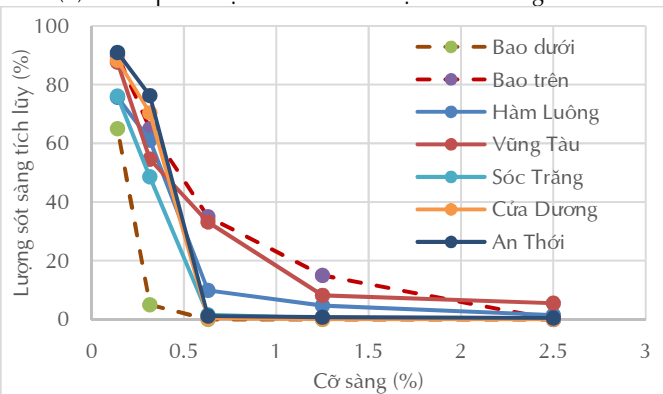
Mẫu cát biển	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Cl ⁻	TiO ₂	MKN
Quan Lạn	93,05	1,138	0,69	1,15	0,31	0,039	0,048	0,076	0,32
Quảng Trị	91,24	4,15	1,21	1,62	0,21	0,07	0,062	-	0,47
Đà Nẵng	90,63	3,26	1,02	1,15	0,32	0,07	0,040	-	0,45
Phú Yên	90,62	3,43	1,16	1,35	0,21	0,08	0,070	-	0,35
Bình Định	92,26	1,12	0,56	1,4	0,51	0,08	0,068	-	0,44
Cam Ranh (Nha Trang)	93,41	0,92	0,42	1,31	0,33	0,04	0,052	-	0,62
Cát đỏ (Bình Thuận)	86,01	6,67	1,62	0,24	0,15	-	0,053	-	2,24
An Thới (Phú Quốc)	91,62	1,58	0,62	1,36	0,32	-	0,071	-	0,46



(a)Thành phần hạt cát biển khu vực phía bắc



(b)Thành phần hạt cát biển khu vực miền trung



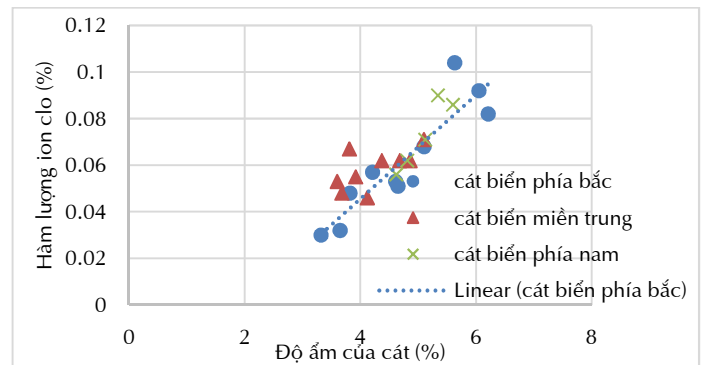
(c)Thành phần hạt cát biển khu vực phía nam

Hình 2. Thành phần hạt một số mẫu cát biển trong cả nước

Kết quả phân tích cho thấy, các mẫu cát biển khảo sát cơ bản thuộc loại cát mịn theo phân loại của TCVN 7570:2006, ngoại trừ cát biển một số khu vực ở Quảng Ninh (cát Tiên Yên và Quan Lạn) có thành phần cỡ hạt thuộc cát loại thô. Tuy nhiên, một số mẫu cát có thành phần cỡ hạt lệch ra ngoài so với quy định thành phần cỡ hạt cát theo TCVN 7570:2006 như cát Cam Ranh, cát Mũi Rinh, cát Mũi Né. Về mô đun độ lớn, các mẫu cát biển khảo sát dao động trong khoảng 0,6 đến 3,15, trong đó phổ biến nhất là trong khoảng 1,0 đến 2,16 (chiếm 18/24 mẫu cát khảo sát).

b) Thành phần hóa:

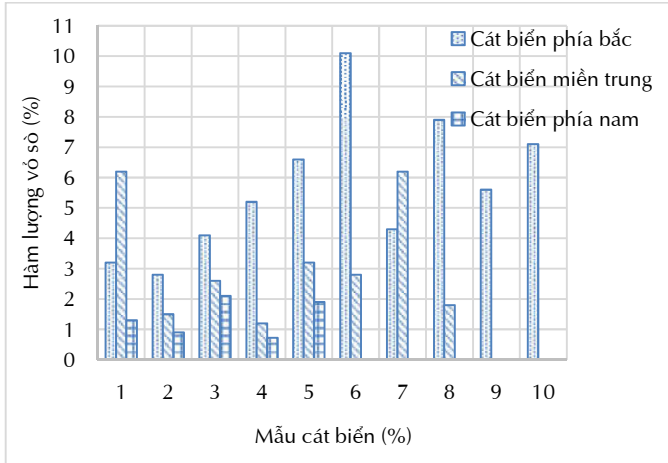
Thành phần hóa một số mẫu cát biển đại diện trong Bảng 1 cho thấy, cát biển có thành phần chủ yếu là SiO₂ chiếm trên 90%. Trong các mẫu cát biển phân tích, mẫu cát đỏ Bình Thuận có hàm lượng SiO₂ khoảng thấp hơn, khoảng 86%, hàm lượng Fe₂O₃ và lượng mất khi nung cao hơn các mẫu các biển khác. Các thành phần ảnh hưởng nhiều đến chất lượng của cát biển khi làm cốt liệu cho bê tông là hàm lượng clorua và hàm lượng sun phat, sun phit. Hàm lượng ion clo ở các mẫu cát biển được phân tích cơ bản cao hơn so với quy định hàm lượng ion clo cốt liệu cho bê tông (không quá 0.05% theo TCVN 7570:2006). Tuy nhiên có thể thấy rằng, hàm lượng ion clo trong cát biển chủ yếu phụ thuộc vào lượng nước biển có trong mẫu cát biển khi phân tích (độ ẩm của cát) (Hình 3). Hàm lượng sun phat, sun phit (quy SO₃) của các mẫu cát biển phân tích đều ở mức thấp dưới 0,08%. Thông thường, mức yêu cầu với hàm lượng SO₃ với cốt liệu cho bê tông là không quá 1% (BS EN 8500-2).



Hình 3. Quan hệ giữa độ ẩm của mẫu cát và hàm lượng ion clo

c) Hàm lượng vỏ sò

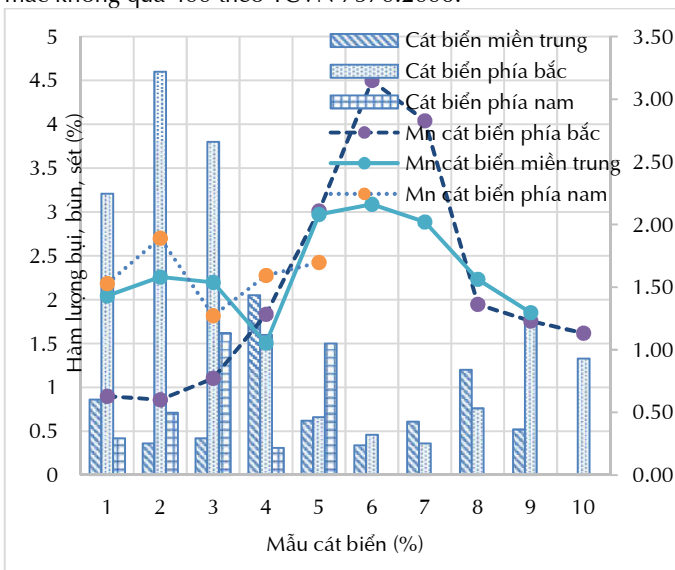
Các nghiên cứu về ảnh hưởng của vỏ sò trong cát biển cơ bản thống nhất rằng, với hàm lượng thấp dưới 10%, vỏ sò trong cát biển chủ yếu ảnh hưởng đến tính công tác của hỗn hợp bê tông mà ít ảnh hưởng đến cường độ bê tông nhưng với hàm lượng vỏ sò lớn [11,12,13] sẽ làm giảm cường độ bê tông. Hàm lượng vỏ sò trong các mẫu cát biển được phân tích dao động trong khoảng 0,72 đến 10,1%, tập trung chủ yếu trong khoảng 1 đến 8%.



Hình 4. Hàm lượng vỏ sò trong một số mẫu cát biển khảo sát

d) Hàm lượng bụi, bùn, sét và tạp chất hữu cơ

Hàm lượng bụi, bùn, sét trong các mẫu cát biển khảo sát dao động lớn, phụ thuộc nhiều vào khu vực biển lấy mẫu. Về cơ bản, các mẫu cát có mô đun độ lớn càng nhỏ thì hàm lượng bụi, bùn, sét càng cao (Hình 5). Các mẫu cát biển tại khu vực Hải Phòng, Nam Định, Thái Bình có hàm lượng bụi, bùn, sét rất cao (lớn hơn 3%), tiếp đến là cát biển khu vực Dung Quất Quảng Ngãi (2,05); cát biển các khu vực khảo sát khác khá sạch, thể hiện qua hàm lượng bụi, bùn, sét chủ yếu trong khoảng 0,3 đến 1,5%, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của cát cho bê tông là không lớn hơn 1,5% cho bê tông mác 400 trở lên và không quá 3% cho bê tông mác không quá 400 theo TCVN 7570:2006.

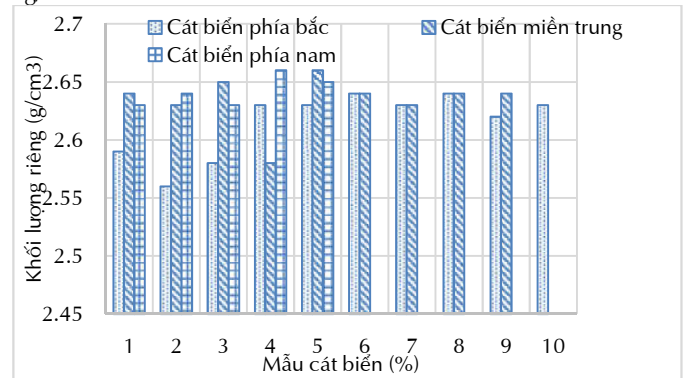


Hình 5. Hàm lượng bụi, bùn, sét của một số mẫu cát biển khảo sát

Tạp chất hữu cơ trong các mẫu cát biển được đánh giá qua phương pháp so màu theo TCVN 7572-9:2006 cho thấy, các mẫu có hàm lượng bụi, bùn, sét cao như cát biển tại khu vực Hải Phòng, Nam Định, Thái Bình và khu vực Dung Quất Quảng Ngãi cho nước màu sẫm hơn màu chuẩn, thể hiện hàm lượng tạp chất hữu cơ trong cát lớn; các mẫu cát biển khảo sát còn lại đều cho nước màu sáng hơn màu chuẩn.

e) Các chỉ tiêu vật lý khác:

Đa số các mẫu cát biển có khối lượng riêng trong khoảng 2,63 đến 2,66 g/cm³, cao hơn một chút so với khối lượng riêng của cát sông (phổ biến là 2,62 g/cm³). Ngoại trừ một số mẫu cát rất mịn khu vực Hải Phòng, Nam Định và Thái Bình có khối lượng riêng thấp, khoảng 2,56-2,59 g/cm³. Khối lượng thể tích xấp xỉ các mẫu cát biển khảo sát phổ biến trong khoảng 1400 đến 1460 kg/m³.



Hình 6. Khối lượng riêng của các mẫu cát biển khảo sát

3.3 Công nghệ khai thác, xử lý và chất lượng cát biển qua xử lý

3.3.1 Sơ lược công nghệ khai thác và xử lý cát biển làm cát xây dựng

Hiện nay ở nước ta, việc khai thác và chế biến cát biển với mục đích làm cốt liệu cho bê tông hiện chưa phổ biến. Việc hút cát biển chủ yếu được thực hiện do nạo vét vật chất đáy biển trong các dự án nạo vét luồng lạch giao thông đường biển hoặc dự án khai thác cát biển làm nguyên liệu công nghiệp tại Quảng Ninh. Công nghệ khai thác cát biển trên thế giới cũng như tại một số cơ sở khai thác cát biển tại Việt nam hiện nay có thể phân thành 4 loại: (1) Tàu hút gắn các máy bơm ly tâm đặt trên tàu, kết hợp với tàu vận tải tải; (2) Bơm hút sang mạn kết hợp với sà lan; (3) Thiết bị chuyên dụng kết hợp với sà lan; (4) Gầu ngoạm đặt trên sà lan kết hợp với sà lan.



Tàu hút cát

Tàu trang bị gầu ngoạm

Hình 7. Phương tiện khai thác cát biển phổ biến

Công đoạn sơ chế cát thường được thực hiện ngay trên tàu tại khai trường. Cát sau khi được bơm hút bằng bơm ly tâm qua hệ thống đường ống dẫn hoặc lấy bằng gầu ngoạm sẽ được sàng phân loại qua hệ thống sàng để loại bỏ các hạt cỡ lớn trên sàng > 5 mm

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát biển đã qua xử lý

STT	Lượng sàng tích lũy (%)				Yêu cầu theo TCVN 7570:2006	
	Cát biển QN hạt thô	Cát biển QN hạt mịn	Cát nhiễm mặn VT	Cát biển Phú Quốc	Cát thô	Cát mịn
5,0	-	-	-	-		
2,5	3,6	0	3,12	3,61	0-20	0
1,25	18,7	0,65	11,4	15,3	15-45	0-15
0,63	52,1	14,2	37,9	32,2	35-70	0-35
0,315	88,0	46,1	73,0	80,4	65-90	5-65
0,14	91,0	88,3	75,5	94,3	90-100	65-90
< 0,14mm	9,0	11,7	24,5	5,7	≤10	≤35
Mô đun (Mn)	2,53	1,49	2,0	2,26		

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm tính chất một số mẫu cát biển đã xử lý

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Cát biển QN hạt thô	Cát biển QN hạt mịn	Cát nhiễm mặn VT	Cát biển Phú Quốc
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,65	2,63	2,63	2,65
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1,48	1,45	1,42	1,43
3	Mô đun độ lớn	-	2,53	1,49	2,26	1,95
4	Hàm lượng vỏ sò	%	8,2	6,8	2,3	1,6
5	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,52	0,86	1,2	0,74
6	Hàm lượng sét cục	%	không có	không có	không có	không có
8	Hàm lượng tạp chất hữu cơ	So màu	sáng hơn màu chuẩn			
9	Hàm lượng ion clorua	%	0,008	0,0065	0,0035	0,004
10	Hàm lượng SO ₃	%	0,005	0,006	0,05	0,0026
11	Phản ứng kiềm -silic		vùng có nguy cơ		vùng vô hại	

(chủ yếu là vỏ sò). Sản phẩm thu được là cát biển có kích thước hạt < 5 mm. Cát thu được sau đó được vận chuyển về cơ sở chế biến cát biển làm cốt liệu cho sản xuất bê tông, vữa xây dựng.

Hiện nay cơ sở chế biến cát biển, cát nhiễm mặn làm cốt liệu cho bê tông và vữa ở nước ta còn rất ít. Một số cơ sở quy mô nhỏ, chế biến cát biển hoặc cát nhiễm mặn theo công nghệ rửa cát tương tự như cát nghiền. Thiết bị rửa cát chủ yếu là rửa thùng quay, rửa trực tiếp trên sàng rung bằng phun nước áp lực hoặc rửa bằng gầu quay. Hình ảnh thiết bị rửa cát phổ biến hiện nay của các cơ sở chế biến cát (áp dụng cho cả cát tự nhiên và cát nghiền) thể hiện trong Hình 8.



Rửa cát bằng nước tại sàng rung



Rửa cát bằng sàng thùng quay

Rửa cát bằng gầu quay

Hình 8. Công nghệ rửa cát phổ biến hiện nay của các cơ sở chế biến cát

Ngoài các công nghệ rửa cát ở trên, hiện nay còn có công nghệ rửa cát bằng nước kiểu va đập và chà xát. Dây chuyền rửa cát theo nguyên lý này được Công ty Phan Thành tại Cần Thơ phát triển và hiện nay đã chuyển giao thiết bị cho một số cơ sở chế biến cát trong nước. Kết quả đánh giá chất lượng cát thành phẩm cho thấy, công nghệ này không chỉ rửa sạch lượng muối lẫn trong cát mà còn làm tăng mô đun độ lớn cát (loại bớt hạt mịn), giảm thiểu lượng vỏ sò, rác thực vật lẫn trong cát.



Hình 8. Dây chuyền xử lý cát biển theo công nghệ Công ty Phan Thành tại Phú Quốc

3.3.2 Đánh giá chất lượng các nguồn cát biển sau chế biến

Các mẫu cát biển qua chế biến được lấy tại một số cơ sở chế biến cát tự nhiên đảo Quan Lạn-Vân Đồn (Quảng Ninh), cát nhiễm mặn sông Thị Vải (Vũng Tàu) và An Thới – Phú Quốc (Kiên Giang). Mục đích là đánh giá chất lượng của cát sau chế biến theo các tiêu chuẩn kỹ thuật của cát cho bê tông.

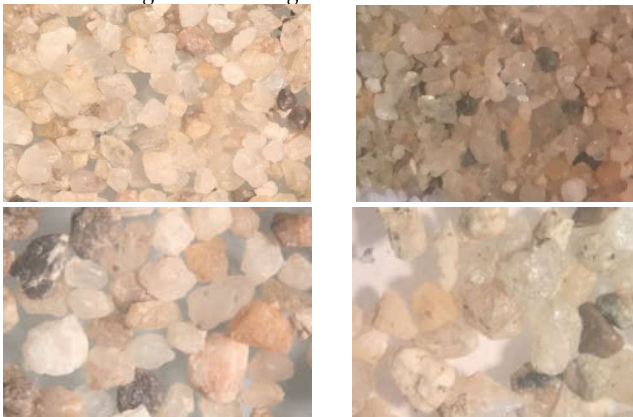
a) Tính chất cơ lý, thành phần tạp chất

Kết quả phân tích thành phần hạt và tính chất của các mẫu cát biển qua xử lý được đưa ra trong Bảng 3 và Bảng 4 dưới đây. Kết quả thí nghiệm cho thấy, thành phần hạt cát biển các mẫu cát

biến sau xử lý cơ bản đáp ứng được các quy định về thành phần cỡ hạt cát cho bê tông, mô đun độ lớn của cát đã được nâng lên so với cát nguyên khai do đã loại bỏ được một số thành phần hạt mịn; giảm đáng kể hàm lượng bụi, bùn, sét, giảm hàm lượng vô sò; giảm đáng kể hàm lượng muối có trong cát, thể hiện qua hàm lượng ion clo và hàm lượng sun phat, sun phit quy SO_3 đều rất thấp so với mẫu cát chưa xử lý. Các mẫu cát biến qua xử lý cơ bản có tính chất cơ lý phù hợp với quy định của TCVN 7570:2006 đối với cốt liệu nhỏ cho bê tông và vữa xây dựng. Hàm lượng ion clorua của các mẫu cát biến sau xử lý không chỉ đáp ứng yêu cầu về hàm lượng clorua trong tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 mà còn đáp ứng được yêu cầu đặt ra là hàm lượng ion clo ở mức dưới 0,024% (đáp ứng theo tiêu chuẩn cát cho bê tông theo tiêu chuẩn Nhật Bản [4] và Quy phạm kỹ thuật sử dụng cát biển cho bê tông của Trung Quốc < 0,03% [14]. Hàm lượng sun phat, sun phit trong các mẫu cát biến sau xử lý đều ở mức rất thấp, đáp ứng quy định ở mức cao nhất là không lớn hơn 0,2% theo BS EN 12620 [15] đối với cốt liệu cho bê tông và vữa.

b) Thành phần khoáng thạch học

Kết quả thí nghiệm thạch học đối với mẫu cát biển Quảng Ninh và Phú Quốc so sánh với cát sông Lô (Việt Trì) cho thấy, thành phần khoáng của các mẫu cát biển được phân tích cơ bản tương tự như cát sông về loại và hàm lượng khoáng vật tạo đá (chủ yếu là thạch anh và felpat, chiếm khoảng 78-85%), khoáng vật nặng (14-22%). Tuy nhiên, trong thành phần của cát biển có lẫn xác sinh vật vô sò, ốc (~ 3%), trong cát sông hầu như không có thành phần này. Độ mài mòn và chọn lọc của cát biển và cát sông đều ở mức trung bình và trung bình kém.



Hạt cát biển

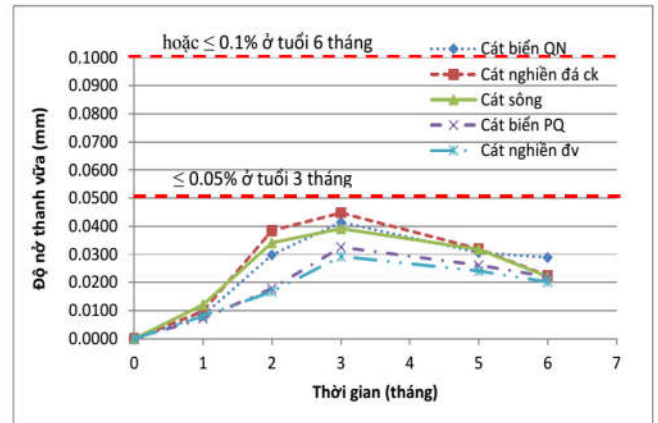
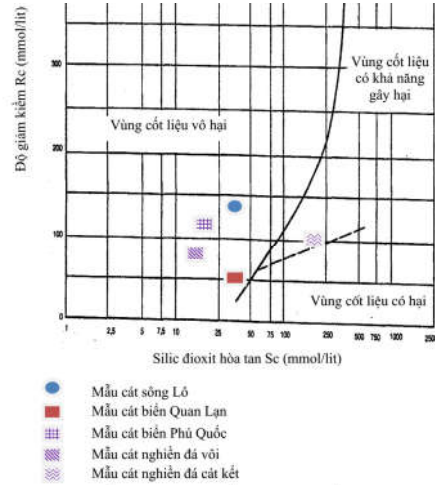
Hạt cát sông

Hình 10. Hình dạng hạt của cát sông và cát biển điển hình

c) Phản ứng kiểm silic-cốt liệu

Kết quả thí nghiệm khả năng phản ứng kiểm cốt liệu của các mẫu cát biển, cát sông và cát nghiền theo phương pháp hóa (TCVN 7572-14) thể hiện trên Hình 11 cho thấy, trong các mẫu cát được phân tích thì có một mẫu cát biển và một mẫu cát nghiền nằm trong vùng cốt liệu có hại. Các mẫu cát này sau đó đã được tiến hành thí nghiệm theo phương pháp độ nở thanh vữa. Kết quả cho thấy, các mẫu đều có độ nở không vượt quá 0,05% ở tuổi đến 6 tháng. Theo chỉ dẫn của tiêu chuẩn TCVN 7572-14:2006 thì các mẫu vữa có độ nở ở tuổi 3 tháng lớn hơn 0,05% hoặc ở tuổi 6 tháng lớn hơn 0,1% là các mẫu có nguy cơ gây phản ứng kiểm silic cốt liệu, như vậy mẫu và cát nghiền đá cát kết được thử

nghiệm mặc dù có kết quả phân tích hóa nằm trong vùng cốt liệu có hại nhưng độ nở thanh vữa của chúng đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn khi sử dụng với xi măng có độ kiềm cao và được thúc đẩy khả năng tạo ra phản ứng kiểm silic ở môi trường độ ẩm và nhiệt độ cao.



Hình 11. Đánh giá khả năng phản ứng kiểm silic cốt liệu các loại cát a) theo phương pháp hóa b) theo phương pháp độ nở thanh vữa

d) Độ bền sun phat

Thí nghiệm này dùng để đánh giá tác động thời tiết đến sự ổn định của cốt liệu. Trong quá trình bê tông làm việc, đặc biệt trong môi trường xâm thực cao, dung dịch muối từ môi trường xâm nhập vào cốt liệu, trong điều kiện thời tiết khô-ẩm, sự kết tinh của lượng muối xâm nhập gây nên ứng suất trong lỗ rỗng mao quản cốt liệu, làm bong tách cấu trúc của hạt cốt liệu. Vấn đề này đặc biệt cần được quan tâm khi bê tông sử dụng trong các môi trường xâm thực cao, môi trường biển. Kết quả thí nghiệm độ bền của các mẫu cát khi ngâm trong dung dịch magiê sun phat bão hòa thể hiện trong Bảng 4.16 cho thấy, các mẫu cốt liệu từ cát biển đều có độ hao hụt (lượng mảnh nhỏ bị phân tách) sau quá trình thí nghiệm ở mức độ rất thấp, nhỏ hơn 8%, trong khi các yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu nhỏ cho bê tông xi măng với chỉ tiêu này là thường quy định không quá 18% (ASTM C33, BS EN 8500-2); hay < 8% theo tiêu chuẩn JGJ 206-2010 Quy phạm với cát biển cho bê tông của Trung Quốc [14]. Ngoài ra, khi so sánh với mẫu cát sông và cát nghiền từ đá vôi đối chứng, các mẫu

cát biển cho thấy độ ổn định trong dung dịch $MgSO_4$ tương đương hoặc tốt hơn.

Bảng 5. Độ bền trong dung dịch magiê sun phat của cát biển và cát đối chứng

Chỉ tiêu	Loại cát			
	Cát biển Phú Quốc	Cát biển Quảng Ninh	Cát sông Lô	Cát nghiên từ đá vôi
Độ bền trong dung dịch bão hòa $MgSO_4$, % mất khối lượng sau 5 chu kỳ	4,3	6,2	6,3	9,4

4. Kết luận và kiến nghị

Cát biển đã có lịch sử sử dụng từ những thập niên 60 của thế kỷ 20 ở nhiều nước trên thế giới. Cát biển sử dụng cho bê tông phải qua rửa để giảm lượng muối xuống dưới mức qui định theo tiêu chuẩn. Nước ta có đường bờ biển dài, các vùng biển có triển vọng cát làm VLXD lớn, trải dài từ bắc vào nam. Nếu tận dụng được nguồn cát này làm vật liệu xây dựng sẽ đáp ứng được lượng lớn nhu cầu cát cho xây dựng, giảm tình trạng khai thác cát lòng sông gây ảnh hưởng đến môi trường.

Theo kết quả đánh giá tính chất một số nguồn cát biển tại nước ta, ngoại trừ các mẫu cát biển khu vực gần cửa sông (như Thái Bình, Nam Định, Hải Phòng), các mẫu cát biển khảo sát khác có các tính chất vật lý như thành phần hạt, mô đun độ lớn, khối lượng riêng, khối lượng thể tích cơ bản đáp ứng các yêu cầu trong tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 cốt liệu cho bê tông và vữa. Tuy nhiên, hàm lượng clorua trong cát vượt mức quy định trong tiêu chuẩn, vì vậy muốn sử dụng được cho bê tông, cát biển cần phải được xử lý để giảm hàm lượng ion clo. Cát biển qua rửa có khả năng giảm lượng ion clo xuống mức thấp, đáp ứng được yêu cầu của tiêu chuẩn qui định cát cho bê tông của Việt Nam và của nước ngoài.

Trên cơ sở kết quả của nghiên cứu này, cần xem xét đưa việc khai thác, chế biến nguồn cát biển tại các khu vực có tiềm năng làm cát xây dựng phục vụ cho nhu cầu thực tế.

Tài liệu tham khảo

[1] Báo cáo Chiến lược phát triển ngành vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021-2030 và định hướng đến 2050, Viện Vật liệu xây dựng, 8-2020.
 [2] The American Concrete Institute, ACI 201 – Guide to Durable Concrete. Guide to Durable Concrete
 [3] The American Concrete Institute, ACI 318-14, Building Code Requirements for Structural Concrete.
 [4] Japan Society of Civil Engineers (JSCE), No.16 STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONCRETE STRUCTURES 2007 "Materials and Construction", 2007.
 [5] BS EN 206-1:2013 Concrete Part 1: Specification, Performance, Production and Conformity.
 [6] Jianzhuang Xiao and el at., Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities, Construction and Building Materials 155 (2017) 1101–1111.
 [7] C. B. J. Zheng, A review of the present situation of the development and utilization of fine aggregate in Japan, Ready-mixed Concr.
 [8] British Marine Aggregate Producers Association (BMAPA), Marine aggregate dredging - a twenty-year review, 1998-2017, 2018.
 [9] Dong-Oh Cho, Challenges to sustainable development of marine sand in Korea, Ocean & Coastal Management 49 (2006) 1–21.

[10] Vũ Trường Sơn, “Đánh giá triển vọng vật liệu xây dựng đáy biển vùng biển Việt Nam từ 0 đến 100 mét nước và định hướng khai thác bền vững”, Tạp Chí Địa Chất, loạt A, số 327-328, 9-12/2011, tr.1-10..
 [11] Alan Elliott Richardson and Thomas Fuller, Sea shells used as partial aggregate replacement in concrete, Structural Survey Vol. 31 No. 5, 2013 pp. 347-354
 [12] S. Y. Y. L. E.I. Yang, Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties,, Cem. Concr. Res. 35 (11) (2005) 2175–2182.
 [13] M. K. H. P. S. Y. E.I. Yang, Effect of partial replacement of sand with dry oyster shell on the long-term performance of concrete, Constr. Build. Mater. 24 (5) (2010) 758–765.
 [14] JGJ206-2010, Technical Code for Application of Sea Sand Concrete, China, Architecture & Building Press, 2010 (in Chinese).
 [15] BSI, Aggregates for Concrete (BS EN 12620), UK. 2013.