

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CỐT LIỆU SAN HỒ THAY THẾ MỘT PHẦN CỐT LIỆU THÔNG THƯỜNG TRONG SẢN XUẤT BÊ TÔNG XI MĂNG

Ngô Ngọc Thủy^{1*}, Vũ Đình Lợi¹, Đinh Quang Trung¹

¹ Học viện Kỹ thuật quân sự

Nhận ngày 09/03/2021, thẩm định ngày 18/03/2021, chỉnh sửa ngày 09/04/2021, chấp nhận đăng 20/5/2021

Tóm tắt:

Bài báo trình bày một số kết quả trong việc sử dụng nước biển thay thế nước ngọt, cát san hô thay thế cát tự nhiên, đá san hô thay thế một phần đá tự nhiên trong sản xuất bê tông xi măng, thử nghiệm lựa chọn thành phần cấp phối để chế tạo bê tông sử dụng nước biển, cát đá san hô có độ sụt từ 40 mm đến 60 mm, cường độ tới 35 MPa, các bước chính trong quy trình thi công bê tông sử dụng nước biển, cát đá san hô, so sánh kết quả về độ sụt hỗn hợp bê tông sử dụng nước biển, cát đá san hô với bê tông xi măng thông thường. Điều này có ý nghĩa rất lớn trong việc tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có ở vùng ven biển và hải đảo để chế tạo bê tông góp phần giảm giá thành sản phẩm đồng thời đặc biệt có ý nghĩa về mặt an ninh quốc phòng khi cần củng cố nâng cấp các công trình phòng thủ ở khu vực hải đảo trong những thời điểm bất ổn về giao thông đường biển trong khu vực.

Từ khóa: Cát san hô, đá san hô, nước biển, cường độ chịu nén.

Abstract:

The article presents some results in using seawater to replace fresh water, coral sand to replace natural sand, coral rock to partially replace natural stone in cement concrete production, testing options graded components for making concrete using seawater, coral sand with slump 40 mm to 60 mm, intensity up to 35 MPa, the main steps in the concrete construction process using seawater, coral sand in order to compare the results of the slump of the concrete mixture using seawater, coral sand and concrete with conventional cement. This has a crucial significance in making use of available raw materials in coastal and island areas to make concrete which reduce the costs of the product and it is especially meaningful in terms of security and national defense as it helps consolidate defense works in the island area during unstable occasions of sea traffic in the region.

Keywords: Coral sand, coral rock, seawater, compressive strength.

1. Đặt vấn đề

Trong những thập kỷ gần đây, cùng với sự vươn lên của nền kinh tế đất nước trong thời kỳ đổi mới, ngành xây dựng đã có những bước tiến rất đáng kể. Trong từng bước phát triển của ngành xây dựng, luôn hiện hữu vai trò dẫn dắt của một số loại vật liệu xây dựng cực kỳ quan trọng trong suốt thế kỷ qua, một trong số đó là bê tông xi măng. Cho đến nay và cả trong tương lai, bê tông xi măng vẫn là sự lựa chọn cơ bản, quan trọng cho các công trình xây dựng. Bối trước mắt, chưa thể có loại vật liệu nào có thể hoàn toàn thay thế được bê tông xi măng trong các công trình xây dựng.

Mặc dù vật liệu bê tông xi măng có nhiều ưu điểm vượt trội, được sử dụng rất phổ biến trong xây dựng, và có thể nói là vật liệu chưa thể thay thế trong giai đoạn hiện nay. Tuy nhiên việc ứng dụng các vật liệu bê tông vào các công trình ở những vùng sâu vùng xa, biên giới hải đảo gặp rất nhiều khó khăn, do nguyên liệu tại chỗ khan hiếm, chi phí vận chuyển lớn, từ đó đẩy giá thành xây dựng lên rất cao, điều này làm hạn chế ứng dụng của vật liệu bê tông.

Đặc điểm địa lý của Việt Nam, có tới hơn 3000 km bờ biển, hàng trăm huyện ven biển và huyện đảo, dân số sống ở khu vực ven biển chiếm gần 50 % tổng dân số ở Việt Nam. Điều này cho thấy nhu cầu về xây dựng các hạng mục công trình phục vụ dân sinh, và an ninh quốc phòng ở khu vực biển đảo và ven biển là rất lớn. Điển hình là các công trình như xây cầu

cảng, đê kè biển, các công trình dân sinh, an ninh quốc phòng trên các huyện đảo ngày càng cấp bách do nhiệm vụ phát triển kinh tế, an sinh xã hội, an ninh quốc phòng. Để giảm giá thành và mở rộng ứng dụng của bê tông trong những vùng đặc thù trên, phương án tận dụng vật liệu địa phương, đặc biệt các vật liệu có sẵn ở ven biển và trên các đảo như là cát biển (gốc thạch anh), cát san hô và đá san hô (sản phẩm sau khi san hô chết có gốc cacbonat), nước biển đã và đang được quan tâm và phát triển, tuy nhiên những vật liệu này thường chứa một lượng muối nhất định, chúng sẽ làm ăn mòn cốt thép và giảm tuổi thọ bê tông từ đó giảm tuổi thọ công trình, đây là nguyên nhân chính khiến chúng ta chưa tận dụng được nguồn nguyên liệu dồi dào này trong xây dựng.

Từ cuối những năm 1990 đã có những nghiên cứu về việc sử dụng cát biển, nước biển để làm bê tông lẫn biển do Tiến sĩ Nguyễn Hồng Bình chủ trì, đã chế tạo được bê tông 20 MPa đến 30 MPa [1]. Gần đây cũng có một số nghiên cứu về ảnh hưởng của nước biển và cát biển tới cường độ của bê tông [3], nghiên cứu chế tạo bê tông từ cát biển và nước biển [4], trong thực tế công ty Thạch Anh tại thành phố Hồ Chí Minh cũng đã sử dụng cát biển làm bê tông có cường độ đạt khoảng 50 MPa. Tuy nhiên các nghiên cứu trên đều chỉ sử dụng cát biển có gốc thạch anh, còn các nghiên cứu về cát và đá dăm có nguồn gốc san hô (do san hô bị chết tạo thành) vẫn chưa được đề cập đến trong các nghiên cứu.

Trong những năm gần đây việc ra đời sản phẩm cốt sợi Polime thay thế cốt thép trong sản xuất bê tông cốt thép, sợi Polime là sản phẩm có đặc điểm không bị ảnh hưởng của muối trong cát và nước biển, điều này đã mở ra một hướng đi mới trong nghiên cứu và sử dụng các loại cát biển gốc thạch anh, cát san hô, đá san hô và nước biển để sản xuất bê tông. Từ đó góp phần đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế, an ninh quốc phòng cho một khu vực rộng lớn ven biển, hải đảo ở nước ta.

2. Các vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

Một trong các yếu tố chính ảnh hưởng tới chất lượng của bê tông là chất lượng của các vật liệu thành phần, do vậy việc nghiên cứu lựa chọn vật liệu phù hợp có ý nghĩa quan trọng nhằm chế tạo bê tông thoả mãn được các yêu cầu đặt ra. Nguyên vật liệu sử dụng trong nghiên cứu được lựa chọn từ nguồn nguyên liệu sẵn có trong nước, đặc biệt ưu tiên vật liệu tại chỗ.

2.1. Xi măng (X)

Nhóm nghiên cứu đã chọn loại xi măng poóc lăng PCB40 Chinphon, là một loại xi măng phổ biến và có độ ổn định cao về chất lượng, dễ kiếm trên thị trường để khảo sát nghiên cứu. Kết quả thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của xi măng được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng Chinphon PCB40.

TT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Khối lượng riêng, g/cm ³	3,0
2	Độ mịn (lượng sót trên sàng 90 μm), %	5,8
3	Nước tiêu chuẩn, %	29,0
4	Độ ổn định thể tích, mm	5,2
5	Thời gian đông kết, phút	
	Bắt đầu	115
	Kết thúc	205
6	Cường độ, MPa	
	Ở tuổi 3 ngày	21
	Ở tuổi 28 ngày	43,4

2.2. Nước (N)

Trong nghiên cứu này, đã sử dụng hai loại nước để trộn bê tông, loại một là nước máy sinh hoạt (N_m), loại nước này thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4506:2012 đối với nước để trộn bê tông và vữa, loại thứ hai là nước biển (N_b) ở quần đảo Trường Sa. Độ pH và thành phần hóa của nước thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất cơ lý của nước.

Loại nước	Độ pH	Cl ⁻ (g/l)	Ca ⁺ (g/l)	Mg ⁺ (g/l)	SO ₄ ²⁻ (g/l)	K ⁺ (g/l)	Na ⁺ (g/l)
Nước máy	7,6	0,22			0,05		
Nước biển	6,8	15,3	0,3	1,1	2,4	0,35	8,5

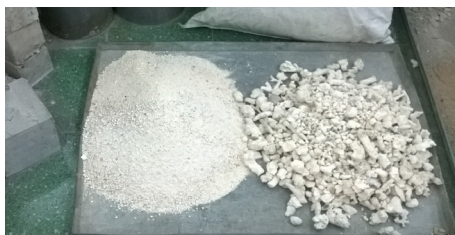
2.3. Cốt liệu lớn (đá tự nhiên, đá san hô)

Nhóm tác giả chọn đá dăm của Phú Lý – Hà Nam (D_m), có các chỉ tiêu cơ lý thoả mãn TCVN 7570:2006 là loại phổ biến trên thị trường để khảo sát. Đá san hô (D_{sh}) sử dụng trong nghiên cứu là đá tại đảo xa bờ. Kết quả thí nghiệm một số tính chất cơ lý của đá dăm, đá san hô được thể hiện trong Bảng 3.

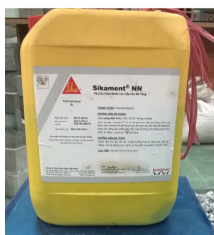
Bảng 3. Một số tính chất cơ lý của cốt liệu lớn.

Tính chất cơ lý	Đá tự nhiên				Đá san hô			
Kích thước mắt sàng, (mm)	5	10	20	40	5	10	20	-
Lượng sót tích lũy trên sàng, (%)	95,3	60,7	8,3	0	99,9	73,63	0	-
Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà trong, khô mặt γ_{ssD} , (g/cm ³)	2,69				2,12			
Khối lượng thể tích ở trạng thái khô γ_{vk} , (g/cm ³)	2,67				2,04			
Độ hút nước, (%)	0,74				3,92			
Khối lượng thể tích xốp, kg/m ³	1442				980			
Độ ẩm sau phơi khô tự nhiên, (%)	0,08				0,17			
Độ nén dập trong xi lanh, (%)	11,1				46			
Hàm lượng thoi dẹt, (%)	3,8				19,6			
Hàm lượng bụi bùn sét, (%)	2,69				0,41			

Kết quả thí nghiệm cho thấy các sản phẩm đá san hô thu được độ nén dập cao, độ hút nước hơn so đá dăm thông thường, có các nhóm hạt tương tự như đá dăm thông thường, bề mặt có độ nhám lớn và nhiều lỗ rỗng hở, hình dạng góc cạnh sắc nhọn, một số có dạng que. Hình dạng và đặc tính bề mặt của đá san hô thể hiện qua Hình 1.



Hình 1. Hình ảnh cát, đá san hô sau khi sàng phân loại.



Hình 2. Hình ảnh vật liệu Sikament NN.

2.4. Cốt liệu nhỏ

Cát sử dụng trong nghiên cứu gồm hai loại, loại thứ nhất là cát vàng Sông Lô (C_m), có tính chất cơ lý thỏa mãn điều kiện cát dùng cho sản xuất bê tông theo TCVN, loại hai là cát san hô (C_{sh}) khai thác tại đảo xa bờ cùng vị trí với đá san hô nói trên, quan sát thấy cát san hô có bề mặt nhám giáp, hình dạng góc cạnh. Tính chất cơ lý của cát san hô được nêu trong Bảng 4.

Bảng 4. Tính chất cơ lý của cát san hô.

Kích thước mắt sàng, mm	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy, (%)	0	3,2	4,5	14,8	99,2	99,8
Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà trong, khô mặt γ_{SSD} , (g/cm ³)	2,68					
Khối lượng thể tích ở trạng thái khô γ_{vk} , (g/cm ³)	2,34					
Độ hút nước, (%)	14,4					
Độ ẩm (sau phơi khô tự nhiên), %	0,71					
Hàm lượng bụi, sét, (%)	1					
Khối lượng thể tích xốp kg/m ³	1120					
Mô đun độ lớn	2,2					
Hàm lượng hạt trên 5 mm	0					

2.5. Phụ gia siêu dẻo (SD)

Do cát san hô, đá san hô có bề mặt nhám giáp hơn, rỗng xốp hơn so với cát đá thông thường, điều này ảnh hưởng không tốt tới độ dẻo của hỗn hợp bê tông, nên trong nghiên cứu đã sử dụng phụ gia siêu dẻo vào với mục đích giảm tỷ lệ N/X trong hỗn hợp bê tông xuống thấp nhất đến mức có thể, đồng thời

đảm bảo tính công tác cho cho hỗn hợp bê tông. Trong nghiên cứu này, đã khảo sát loại phụ gia siêu dẻo gốc Naphthalene Sulfonate Formaldehyde, có tên thương phẩm Sikament NN của hãng Sika Việt Nam. Phụ gia này có một số đặc tính như Bảng 5.

Bảng 5. Một số tính chất phụ gia siêu dẻo.

Dạng sản phẩm	dạng lỏng
Màu sắc	màu nâu đậm
Khối lượng thể tích	1,19 ÷ 1,22 kg/lít
Hàm lượng ion clorua	không có
Liều lượng	0,60 ÷ 2 lít/100 kg xi măng

3. Nghiên cứu thực nghiệm

3.1. Thành phần cấp phối

Thành phần cấp phối bê tông được tính toán theo phương pháp thể tích tuyệt đối. Kết quả tính toán thành phần bê tông được trình bày trong Bảng 6.

3.2. Quy trình thi công

Các công đoạn thi công bê tông sử dụng nước biển, cát, đá san hô cơ bản được thực hiện tương tự như với bê tông thường, ngoại trừ khâu nhào trộn do sử dụng phụ gia siêu dẻo nên nghiên cứu đã thực hiện việc nhào trộn theo trình tự như sau, đầu tiên trộn khô đá tự nhiên, đá san hô, cát san hô, xi măng trong 2 phút, tiếp theo trộn đều với khoảng 2/3 tổng lượng nước trộn trong 2 phút, cuối cùng cho phụ gia siêu dẻo hòa cùng lượng nước còn lại vào trộn đều trong 5 phút.

Công tác trộn, đổ, đầm, bảo dưỡng bê tông được minh họa bằng Hình 3, Hình 4.



Hình 3. Hình ảnh trộn vật liệu.



Hình 4. Hình ảnh đổ và bảo dưỡng bê tông.

Bảng 6. Thành phần cấp phối bê tông.

Tên cấp phối	Loại bê tông	N/X	SD/X	X	C _{sh}	C _{tn}	D _{sh}	D _{tn}	N	SD	CL _{sh} /CL
CP1	Bê tông loại A (Xi măng PCB40, Cát san hô, đá san hô, đá tự nhiên, Nước biển, SikamentNN)	0,534	0,02	437	579,4	-	289,7	696,8	235	8,74	0,55
CP2		0,578	0,02	407	589,4	-	294,7	708,9	235	8,13	0,55
CP3		0,625	0,02	376	599,4	-	299,7	721,0	235	7,52	0,55
CP4	Bê tông loại B (Xi măng PCB40, Cát tự nhiên, đá tự nhiên, Nước máy)	0,57	-	341	-	652	-	1172	195	-	0

CL_{sh}: Cốt liệu gốc san hô, bao gồm cát san hô, đá san hô; CL: Cốt liệu nói chung, gồm cát và đá dăm các loại.

3.3. Kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm độ sụt của hỗn hợp bê tông và cường độ nén ở các tuổi 1,3,7,14,28,180 ngày (R1, R3, R7, R14, R28, R180) được trình bày trong Bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm độ sụt, cường độ nén.

Tên cấp phối	Loại bê tông	N/X	SD/X	Độ sụt (cm)	Cường độ nén (MPa)					
					R1	R3	R7	R14	R28	R180
CP1	Bê tông loại A (Xi măng PCB40, Cát san hô, đá san hô, đá tự nhiên, Nước biển, SikamentNN)	0,534	0,02	8	15,1	27,5	32,4	36,9	38,2	40,9
CP2		0,578	0,02	6	12,9	23,0	31,1	32,9	34,2	36,2
CP3		0,625	0,02	5	11,7	21,7	28,4	30,7	31,5	34,1
CP4	Bê tông loại B (Xi măng PCB40, Cát tự nhiên, đá tự nhiên, Nước máy)	0,57	-	6	-	16,8	20,5	26,7	31,7	34,3

3.4. Đánh giá kết quả thí nghiệm

3.4.1. Đánh giá về độ dẻo hỗn hợp bê tông

Sau khi trộn mỗi cấp phối đều được xác định độ sụt hỗn hợp bê tông theo phương pháp côn Abraham. So sánh kết quả đo độ sụt hỗn hợp bê tông sử dụng nước biển, cát san hô, đá san hô (CP2, CP3) với độ sụt hỗn hợp bê tông thông thường (CP4) nhận thấy mặc dù CP2 và CP3 có tỷ lệ N/X cao hơn nhưng để độ sụt tương đương CP4 ta phải dùng thêm phụ gia siêu dẻo, điều này cho thấy việc sử dụng nước biển, cát san hô, đá san hô có xu hướng làm giảm tính dẻo của hỗn hợp bê tông.

3.4.2. Đánh giá về cường độ bê tông

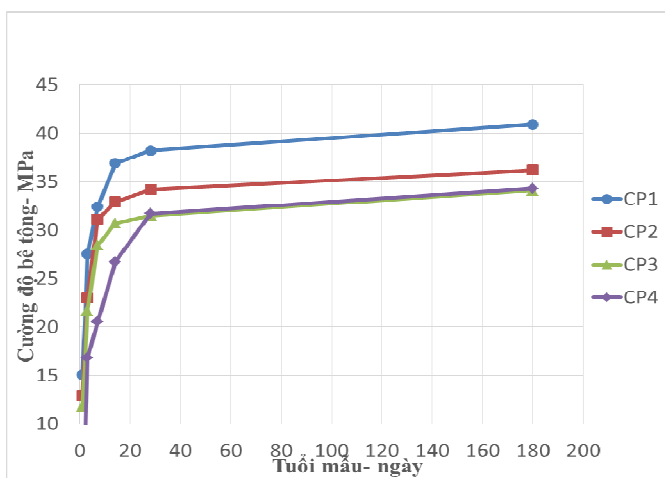
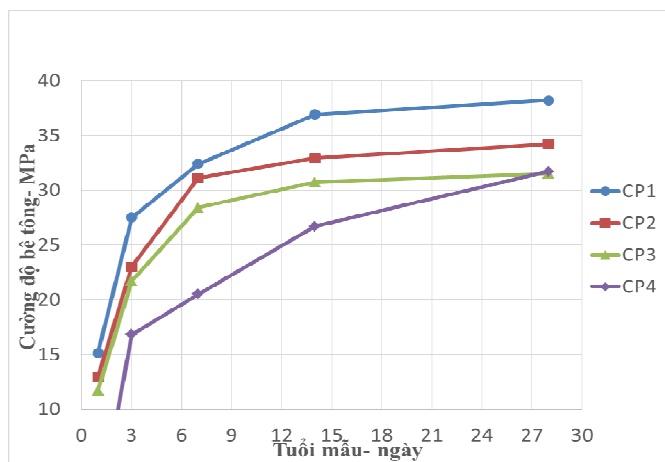
Quá trình phát triển cường độ hai loại bê tông loại A (có sử dụng nước biển, cốt liệu san hô) và loại B (dùng nước máy, cốt liệu thông thường) được thể hiện trên Hình 5.

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, khi sử dụng nước biển thay nước ngọt, cát san hô thay thế cát tự nhiên và dùng đá san hô thay thế một phần đá tự nhiên hoàn toàn có thể chế tạo và thi công bê tông có cường độ tới 35 MPa. Điều này rất có ý nghĩa trong việc tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có ở vùng hải

đảo để chế tạo bê tông góp phần giảm giá thành sản phẩm, và đặc biệt có ý nghĩa khi tình hình an ninh quốc phòng có biến động, việc vận chuyển nguyên liệu từ đất liền bị hạn chế.

Quan sát quá trình phát triển cường độ của bê tông loại A cũng diễn ra tương tự như loại B, đó là cường độ chủ yếu phát triển trong 28 ngày đầu và cường độ vẫn có xu hướng tăng trong những ngày tiếp theo, đặc biệt chưa nhận thấy xu hướng giảm cường độ của bê tông loại A mặc dù lượng cốt liệu gốc san hô chiếm tới 55 %.

So sánh bê tông loại A (CP2) với bê tông loại B (CP4) dễ dàng nhận thấy mặc dù cả hai loại có tỷ lệ N/X tương tự nhau ($\approx 0,57$) nhưng bê tông loại A cho cường độ cao hơn (khoảng 5 %) điều này có thể do hiệu ứng hút nước của cốt liệu san hô trong bê tông loại A đem lại làm cho tỷ lệ N/X trong hồ xi măng loại A thấp hơn so loại B dẫn đến kết quả cho cường độ cao hơn.



Hình 5. Biểu đồ biến thiên cường độ bê tông theo thời gian ở các tuổi 1,3,7,14,28,180 ngày.

4. Kết luận và kiến nghị

Dựa trên những kết quả nghiên cứu đạt được, một số kết luận có thể rút ra trong điều kiện nghiên cứu này như sau:

Sử dụng nước biển thay nước ngọt, cát san hô thay thế cát tự nhiên và đá san hô thay thế một phần đá tự nhiên hoàn toàn có thể chế tạo và thi công bê tông có cường độ tới 35 MPa.

Quá trình phát triển cường độ của bê tông sử dụng nước biển thay nước ngọt, cát san hô thay cát tự nhiên và đá san hô thay thế một phần đá tự nhiên không khác biệt so bê tông thông thường, thậm chí cho cường độ cao hơn (cùng tỷ lệ N/X).

Việc sử dụng nước biển, cát san hô, đá san hô có xu hướng làm giảm tính dẻo của hỗn hợp bê tông.

Ngoài ra, nhóm tác giả kiến nghị hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

Tiếp tục quan sát nghiên cứu quá trình phát triển cường độ bê tông sử dụng cốt liệu gốc san hô ở tuổi sau 180 ngày để đánh giá chính xác tác động của nước biển, cốt liệu gốc san hô đến quá trình phát triển cường độ bê tông.

Nghiên cứu khả năng thay thế hoàn toàn cốt liệu tự nhiên bằng cốt liệu gốc san hô và nước biển thay thế nước ngọt trong chế tạo bê tông có cường độ 25 MPa trở lên.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Hồng Bình và tác giả (2007), *Dùng vật liệu tại chỗ không đúng tiêu chuẩn kỹ thuật xây dựng quy định (sét và muối) cải tạo thành công cốt liệu bê tông xi măng, kè bê tông lấn biển, chắn sóng tránh sồi lở bảo vệ bờ biển Cần Giờ tại ấp Đông Hòa, Huyện Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh, dự án sản xuất thử nghiệm.*
- [2] PGS.TS Phạm Hữu Hanh (2012), *Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng cao dùng cho công trình biển từ nguyên vật liệu sẵn có ở Việt Nam, Báo cáo đề tài nghiên cứu cấp bộ, Hà Nội.*
- [3] Phạm Kim Thành, Đào Thanh Tùng (2015), *"Ảnh hưởng của nước biển và cát biển tới cường độ của bê tông trong điều kiện Phú Yên - Việt Nam", Tạp chí xây dựng, số tháng 12/2015, tr.140-143.*
- [4] Vũ Ngọc Anh, Trương Minh Trí, Đào Kim Thành (2016), *"Bê tông từ cát biển và nước biển", Tạp chí xây dựng, số tháng 3/2016.*