

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT BÊ TÔNG TỪ CÁT BIỂN, NƯỚC BIỂN KHU VỰC NHA TRANG – KHÁNH HÒA

A RESEARCH ON PRODUCING CONCRETE USING SEA SAND, AND SEAWATER OF NHA TRANG BEACH, KHANH HOA PROVINCE

Trần Văn Châu¹, Trương Hoài Chính^{2*}

¹HVCH ngành Xây dựng dân dụng, K33 Nha Trang (liên kết) Khánh Hòa; chau13042010@gmail.com

²Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; truonghchinh@gmail.com

Tóm tắt - Bê tông là vật liệu xây dựng phổ biến trong xây dựng và được chế tạo bởi chất kết dính (xi măng), cốt liệu lớn (đá dăm, sỏi), cốt liệu nhỏ (cát tự nhiên), nước và phụ gia. Ở Việt Nam, cát sông được dùng phổ biến làm cốt liệu nhỏ để chế tạo bê tông thông thường. Do nhu cầu phát triển của xã hội, cát sông ngày càng bị khai thác quá mức để phục vụ hoạt động xây dựng, ảnh hưởng đến môi trường, làm tăng chi phí xây dựng. Vì vậy, cần có một loại vật liệu khác, có thể thay thế cát sông, nước ngọt để chế tạo bê tông như cát biển, nước biển. Nghiên cứu sản xuất bê tông từ cát biển, nước biển theo thời gian và khả năng sử dụng cát biển, nước biển để sản xuất bê tông xi măng, ứng dụng trong công trình xây dựng.

Từ khóa - cát biển; nước biển; bê tông nước biển; bê tông cát biển; cường độ nén

1. Đặt vấn đề

Bê tông là vật liệu xây dựng phổ biến nhất trên thế giới, là kết cấu chịu lực chính trong các công trình xây dựng. Cát từ sông, suối thường được dùng làm cốt liệu nhỏ chế tạo bê tông thông thường.

Theo số liệu điều tra của Bộ Xây dựng cho thấy, đến năm 2020 nhu cầu về cát xây dựng cả nước (cát san lấp, cát đổ bê tông, cát xây tô) khoảng 130 triệu m³/năm, nhu cầu từ năm 2016 đến năm 2020 cần 2,1 đến 2,3 tỉ m³ cát. Trong khi đó, trữ lượng dự báo hiện nay chỉ hơn 2 tỉ m³. Tại Khánh Hòa, dự báo đến năm 2020, nhu cầu cát xây dựng cho toàn tỉnh từ 1,6 đến 1,9 triệu m³/năm, trong khi tổng công suất khai thác chỉ đạt 1,45 triệu m³/năm.

Khánh Hòa là một tỉnh duyên hải, có bờ biển dài 385 km, với tổng diện tích 5.217,6 km² và hơn 250 đảo và quần đảo, nếu tận dụng nguồn cát sẵn có ven biển, cát biển để sản xuất bê tông, sẽ hạn chế việc khai thác quá mức cát vàng, bảo vệ môi trường, nguồn nước, đem lại hiệu quả kinh tế - xã hội lớn nhờ giảm giá thành. Vì vậy, việc “Nghiên cứu sản xuất bê tông từ cát biển, nước biển khu vực Nha Trang – Khánh Hòa” cần được tiến hành nghiên cứu, đánh giá khả năng sử dụng cát biển, nước biển để chế tạo bê tông trong thực tế.

2. Kết quả nghiên cứu - Thí nghiệm khảo sát

2.1. Tổng quan về bê tông

Bê tông xi măng (thường gọi tắt là bê tông) là loại vật liệu đá nhân tạo được hình thành bằng cách tạo hình và làm rắn chắc hỗn hợp, được lựa chọn hợp lý của xi măng, nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia. Trong đó, đá và cát, là những thành phần chịu lực chủ yếu của bê tông; còn xi măng, sau khi trộn với nước sẽ dần đông cứng lại và trở thành một chất kết dính hỗn hợp [3].

Abstract - Concrete is a popular building material in construction and is normally made from cement, coarse aggregate (crushed rock, gravel), fine aggregate (natural sand), water and admixtures. In Vietnam, river sand is commonly used as fine aggregate to make concrete. Due to the development needs of society, river sand is being over - exploited to serve construction activities, affecting the environment and increasing construction costs. Therefore, there should be another material such as sea sand and seawater that can replace river sand, fresh water to make concrete. This research on concrete production using sea sand, and seawater of Nha Trang beach, Khanh Hoa province is to evaluate time-dependent development of compressive strength of concrete with sea sand and seawater, and the possibility of using sea sand and seawater to produce concrete for construction works.

Key words - sea sand; seawater; seawater concrete; sea sand concrete; compressive strength

2.1.1. Các vật liệu cấu thành bê tông

Xi măng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê tông. Chất lượng và hàm lượng xi măng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ cho bê tông.

Cốt liệu nhỏ có thể là cát tự nhiên (cát sông, cát suối, cát đồi), nhân tạo (cát xi, cát Keramzir), cát nghiền và hỗn hợp từ cát tự nhiên và cát nghiền. Cốt liệu nhỏ có kích thước từ 0,14 mm đến 5 mm.

Cốt liệu lớn có thể là đá dăm, sỏi, sỏi dăm (đập hoặc nghiền từ sỏi) và hỗn hợp từ đá dăm và sỏi hay sỏi dăm. Cốt liệu lớn có kích thước từ 5 mm đến 70 mm.

Nước là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thủy hóa làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết để quá trình thi công được dễ dàng. Nước biển có thể dùng để chế tạo bê tông cho những kết cấu làm việc trong nước biển, nếu tổng các loại muối ≤ 35 g/lít nước biển.

Chất phụ gia trong bê tông được sử dụng khá phổ biến, thường có 2 loại. Phụ gia rắn nhanh thường làm tăng nhanh quá trình thủy hóa xi măng, rút ngắn quá trình rắn chắc của bê tông trong điều kiện tự nhiên, cũng như nâng cao cường độ bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày. Phụ gia hoạt động bề mặt có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông như tăng cường độ chịu lực, tăng khả năng chống thấm...

2.1.2. Cường độ của bê tông

Cường độ là đặc trưng cơ bản, phản ánh khả năng chịu lực của bê tông. Cường độ bê tông phụ thuộc thành phần cốt liệu, đặc tính của xi măng, tỷ lệ nước với xi măng, phương pháp thi công và điều kiện môi trường. Theo tiêu

chuẩn Việt Nam TCVN 5574–2012, cường độ chịu nén là cường độ trung bình, tính theo đơn vị daN/cm² (kg/cm²) hay Mpa (N/mm²) của mẫu thử chuẩn khối lập phương vuông, cạnh bằng 150 mm, được dưỡng hộ và thí nghiệm ở tuổi 28 ngày, theo điều kiện chuẩn ở nhiệt độ 27 ± 2°C, độ ẩm không nhỏ hơn 95%.

2.1.3. Cát biển

Cát biển là sản phẩm của các trầm tích dạng sa thạch, thông thường trong 1 kg cát biển, có khoảng 10 đến 20 mg NaCl. Dung trọng cát biển thay đổi từ 1,4 – 1,7 g/cm³, tỷ trọng 2,6 – 2,7 g/cm³, độ xốp thay đổi trong khoảng 35% - 45%. Thành phần hóa học của cát biển có hàm lượng silic rất cao, từ 57% - 90%, hàm lượng Fe₂O₃ là 1,2% - 9,7%, Al₂O₃ là 0,95% - 18,2%, MnO là 0,008% - 0,13%, Na₂O dưới 0,9%, ... [1]

2.1.4. Nước biển

Nước biển có độ mặn khoảng 3,5% muối theo trọng lượng phần lớn là muối NaCl hòa tan dưới dạng ion Na⁺ và Cl⁻. Nước biển cũng chứa Mg²⁺ và SO₄²⁻, Nồng độ pH của trung bình 8,2, nước biển có tính xâm thực xi măng.

2.2. Thí nghiệm thành phần cốt liệu

2.2.1. Xi măng

Sử dụng xi măng Hà Tiên PCB40, Cam Ranh

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm xi măng theo TCVN 6260:2009

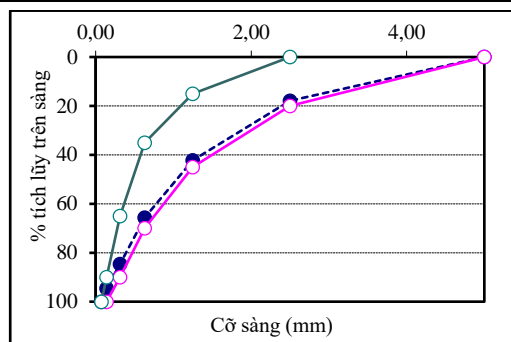
Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thử	Yêu cầu	Kết quả
Cường độ nén 3 ngày	MPa	TCVN 6016:2011	≥ 18	20,3
	MPa	TCVN 6016:2011	≥ 40	44,0
Thời gian đông kết Bắt đầu	Min	TCVN 6017:2015	≥ 45	145
	Min	TCVN 6017:2015	≤ 420	205
Độ mịn (bề mặt riêng)	cm ² /g	TCVN 4030:2003	≥ 2.800	3.785
Phần còn lại trên sàng 0,09 mm	%	TCVN 4030:2003	≤ 10	2,0
Lượng nước tiêu chuẩn	%	TCVN 6017:2015		27,6
Độ ổn định thể tích theo Le Chatelier	mm	TCVN 6017:2015	≤ 10	0,65
Hàm lượng SO ₃	%	TCVN 141:2008	≤ 3,5	2,11

2.2.2. Cát

Cát vàng Sông Cái, Nha Trang – Diên Khánh, cát biển khu vực ven biển Nha Trang.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm cát vàng theo TCVN 7572:2006

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 7570-2006
1	Mô đun độ lớn Mđl	-	3,0	2,0 -:- 3,3
2	Hàm lượng bùn bụi sét	%	1,12	≤ 3,00
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1.472	
4	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,650	
5	Khối lượng thể tích bão hòa	g/cm ³	2,581	
6	Khối lượng thể tích khô	g/cm ³	2,539	
7	Độ hút nước	%	1,66	
8	Độ rỗng	%	55,6	
9	Hàm lượng tạp chất hữu cơ	-	Sáng hơn	Màu chuẩn



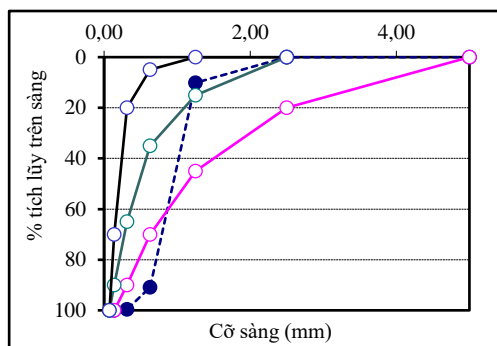
Hình 1. Biểu đồ thành phần hạt cát sông

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm cát biển theo TCVN 7572:2006

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 7570-2006
1	Mô đun độ lớn Mđl	-	3,0	2,0 -:- 3,3
2	Hàm lượng bùn bụi sét	%	0,57	≤ 3,00
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1.579	
4	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,664	
5	Khối lượng thể tích bão hòa	g/cm ³	2,591	
6	Khối lượng thể tích khô	g/cm ³	2,547	
7	Độ hút nước	%	1,73	
8	Độ rỗng	%	59,3	
9	Hàm lượng tạp chất hữu cơ	-	Sáng hơn	Màu chuẩn

Bảng 4. Kết quả kiểm nghiệm chỉ số Cl⁻ và SO₄²⁻ cát biển

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp kiểm nghiệm	Kết quả
1	Clorua (g/m ³)	SMEWW- 4500 Cl--B	3,0
2	Sunphat (g/m ³)	SMEWW- 4500 SO42--E	2,55

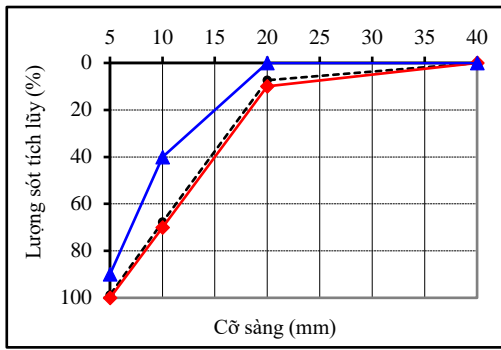


Hình 2. Biểu đồ thành phần hạt cát biển

2.2.3. Đá dăm 1x2 mô đá Hòn Ngang, Diên Khánh

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm đá theo TCVN 7572:2006

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	TCVN 7570-2006
1	Tỷ lệ hạt thổi dẹt và dẹt	%	5,80	≤ 14
2	Hàm lượng bùn bụi sét	%	0,60	≤ 2
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1394	
4	Khối lượng thể tích bão hòa	g/cm ³	2,716	
5	Khối lượng thể tích khô	g/cm ³	2,699	
6	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,744	
7	Độ hút nước	%	0,61	
8	Độ rỗng	%	48,3	
9	Độ ép vỡ trong xy lanh	%	7,3	≤ 14



Hình 3. Biểu đồ thành phần hạt đá

2.2.4. Nước

Sử dụng nước máy sinh hoạt, nước biển Nha Trang

Bảng 6. Thông số nước biển Nha Trang

Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn	Kết quả
Độ pH	TCVN 6492:2011	8,32
Cl ⁻	TCVN 6194:1996	17,906 g/l
SO ₄ ²⁻	TCVN 6250:1996	2,067 g/l
Tổng muối hoà tan	TCVN 6168:1996	34,765 g/l
Cặn không tan	TCVN 4560:1988	11,5 mg/l
Tạp chất hữu cơ (chỉ số permanganat)	TCVN 6186:1996	39 g O ₂ /l

2.2.5. Chất phụ gia

Sử dụng phụ gia giảm nước cao cấp Sika Viscocrete 3000-10, là chất siêu hóa dẻo công nghệ cao gốc polyme thế hệ thứ 3 với hiệu quả thúc đẩy đông cứng cho bê tông. Sika Viscocrete 3000-10 được thêm vào nước định lượng, trước khi cho vào hỗn hợp khô hoặc cho vào hỗn hợp bê tông ướt một cách riêng rẽ. Liều lượng dùng từ 0,7 – 2,5 lít/100 kg xi măng.

Sử dụng phụ gia Sika Viscocrete 3000-10 cho hai loại cấp phối bê tông sử dụng cát biển, nước biển B15 và B20, với 2 tỷ lệ là 0,7 và 1 lít/100 kg xi măng.

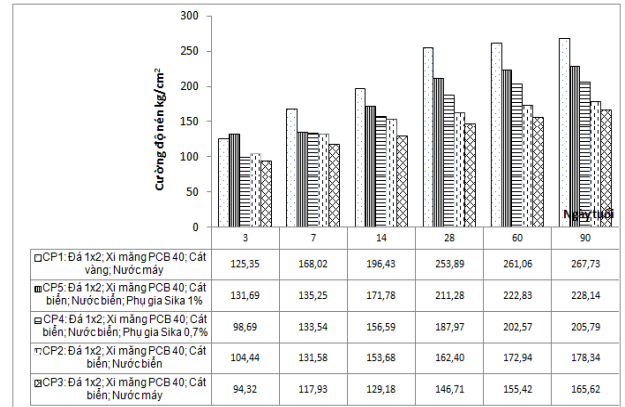
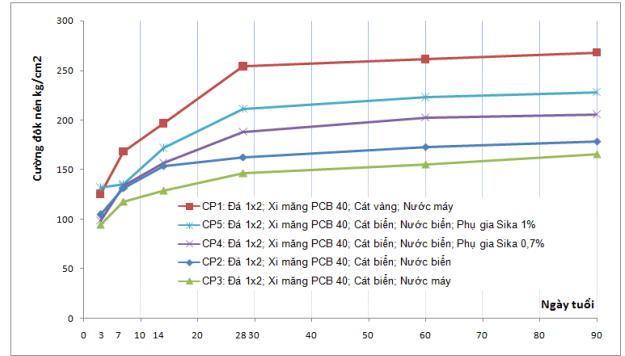
2.3. Kết quả thí nghiệm

Cấp phối bê tông theo cấp phối chuẩn được Bộ Xây dựng công bố; cấp phối có sử dụng phụ gia hóa dẻo Sika Viscocrete 3000-10, điều chỉnh giảm tỷ lệ nước từ 5% đến 10%, tương ứng với tỷ lệ phụ gia sử dụng 0,7% và 1% trên 100 kg xi măng. Độ sụt chung cho các loại cấp phối bê tông thí nghiệm là 6-8 cm.

2.3.1. Kết quả thí nghiệm mẫu bê tông M200 (B15)

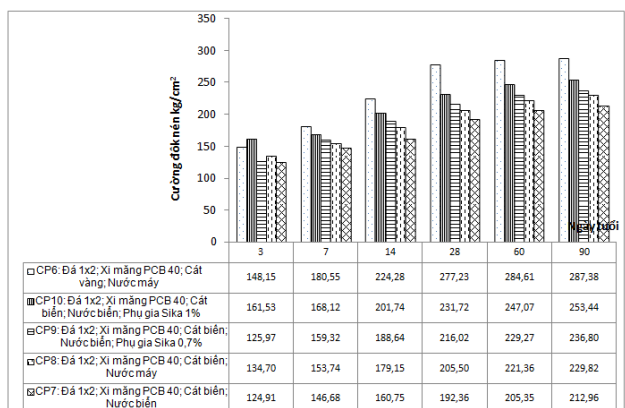
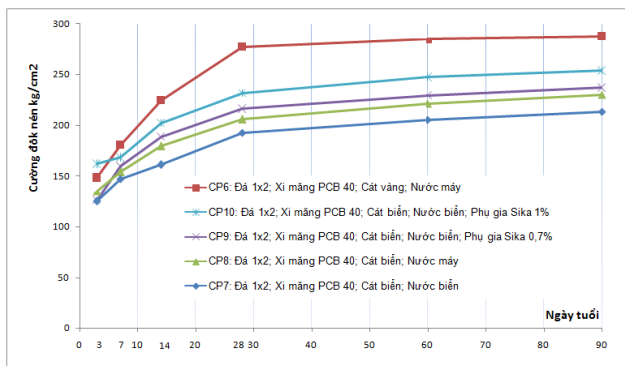
Bảng 7. Kết quả thí nghiệm cường độ mẫu thử M200 (B15)

Mẫu B15	Cường độ nén trung bình mẫu thử theo ngày tuổi R _n , (daN/cm ²)					
	R ₃	R ₇	R ₁₄	R ₂₈	R ₆₀	R ₉₀
CP1	125,35	168,02	196,43	253,89	261,06	267,73
CP2	104,44	131,58	153,68	162,40	172,94	178,34
CP3	94,32	117,93	129,18	146,71	155,42	165,62
CP4	98,69	133,54	156,59	187,97	202,57	205,79
CP5	131,69	135,25	171,78	211,28	222,83	228,14



Hình 4. Biểu đồ so sánh sự phát triển cường độ bê tông cát biển, nước biển B15 với các loại cấp phối khác nhau

2.3.2. Kết quả thí nghiệm mẫu bê tông M250 (B20):



Hình 5. Biểu đồ so sánh sự phát triển cường độ bê tông cát biển, nước biển B20 với các loại cấp phối khác nhau

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm cường độ mẫu thử M250 (B20)

Mẫu B20	Cường độ nén trung bình mẫu thử theo ngày tuổi, R_n (daN/cm ²)					
	R ₃	R ₇	R ₁₄	R ₂₈	R ₆₀	R ₉₀
CP6	148,15	180,55	224,28	277,23	284,61	287,38
CP7	124,91	146,68	160,75	192,36	205,35	212,96
CP8	134,70	153,74	179,15	205,50	221,36	229,82
CP9	125,97	159,32	188,64	216,02	229,27	236,80
CP10	161,53	168,12	201,74	231,72	247,07	253,44

3. Bàn luận

- Sự phát triển cường độ nén của bê tông sử dụng cát biển, nước biển, cấp độ bền B15 và B20 phù hợp quy luật phát triển cường độ nén theo thời gian như bê tông thông thường. Cường độ nén bê tông cát biển, nước biển phát triển mạnh trong 7 ngày đầu, về sau tăng rất chậm so với cấp phối bê tông cát vàng, nước máy. Tuy nhiên, cường độ nén ở các ngày tuổi thấp hơn nhiều so với cường độ nén bê tông thông thường. Ở 90 ngày tuổi, bê tông cát biển, nước biển thấp hơn bê tông thường 33,39% (B15) và 25,90% (B20). Nếu sử dụng phụ gia 0,7% và 1% tỷ lệ này sẽ giảm còn 23,13% (B15), 17,60% (B20) và 14,79% (B15), 11,81% (B20) tương ứng.

- Tại 90 ngày tuổi, nếu sử dụng phụ gia 0,7%, cường độ nén của bê tông cát biển, nước biển B15 tăng 15,39%, B20 tăng 11,20%; nếu tăng phụ gia lên 1%, thì cường độ nén của bê tông B15 tăng 27,92%, B20 tăng 19,01%.

- Cường độ nén ba ngày tuổi của bê tông cát biển, nước biển, có phụ gia phát triển nhanh hơn so với các cấp phối còn lại, sau 3 ngày tuổi cường độ vẫn tăng, nhưng chậm hơn. Từ sau 3 ngày tuổi đến 28 ngày tuổi, cường độ nén các loại cấp phối đều tăng. Sau 28 ngày, ngoài bê tông truyền thống, chỉ có bê tông cát biển, nước biển, phụ gia 1%, đạt cường độ thiết kế là bê tông B15, đạt 211,28 kg/cm² (105,64%) và B20 đạt 231,72 kg/cm².

(BBT nhận bài: 03/3/2018, hoàn tất thủ tục phản biện: 25/3/2018)

4. Kết luận

Việc sử dụng cát biển, nước biển để sản xuất bê tông xi măng có cấp độ bền thấp, có thể đến mác 250 (B20) là khả thi, khi sử dụng phụ gia hóa dẻo Sika Viscocrete 3000-10, với tỷ lệ phù hợp.

Có thể triển khai sản xuất thử nghiệm bê tông cấp độ bền đến M250 (B20), ứng dụng vào một số công trình xây dựng khu vực ven biển, các đảo ở gần bờ, để đánh giá khả năng ứng dụng loại kết cấu này trong thực tiễn.

Cần nghiên cứu ảnh hưởng của cát biển, nước biển với các thành phần cấp phối khác nhau như: sử dụng xi măng bền sunfat, điều chỉnh tỷ lệ xi măng/nước, tỷ lệ cát vàng/cát biển, sử dụng phụ gia khác như CSSB, ... để thiết kế cấp phối bê tông làm từ cát biển, nước biển./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Văn Bách (2006) - "Nghiên cứu sử dụng cát biển Bình Thuận và Vũng Tàu làm bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô", Luận án Tiến sĩ kỹ thuật.
- [2] Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3105:1993 - "Hỗn hợp bê tông thường và bê tông thường - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử".
- [3] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570:2006 - "Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật".
- [4] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570-1÷20:2006 - "Phương pháp thử".
- [5] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6016:2011 - "Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ".
- [6] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6260:2009 - "Xi măng Poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật".
- [7] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7572:2006 - "Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử".
- [8] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4506:2012 - "Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật".
- [9] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3118:1993 - "Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén".
- [10] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3106:1993 - "Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt".