

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG CÁT BIỂN TRONG CÁC ĐIỀU KIỆN BẢO DƯỠNG KHÁC NHAU

Trần Ngọc Thanh^{a,*}, Nguyễn Nhật Huy^a, Dương Minh Triều^a, Lê Thanh Điền^a

^aKhoa kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh,
Số 3 đường Võ Oanh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nhận ngày 10/10/2019, Sửa xong 07/12/2019, Chấp nhận đăng 09/12/2019

Tóm tắt

Bài báo này đánh giá khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển ở Phú Quốc, Kiên Giang trong các điều kiện bảo dưỡng khác nhau. Tổng cộng 180 mẫu lập phương đã được đúc và thí nghiệm nén. Hai loại cấp phối bê tông được khảo sát là mác 200 (M200) và mác 300 (M300). Hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông thay đổi 0, 50 và 100%. Các mẫu bê tông được ngâm trong nước ngọt và nước mặn với các thời gian bảo dưỡng là 7, 14, 28, 56 và 84 ngày. Kết quả thí nghiệm cho thấy cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát biển tăng nhanh khi bảo dưỡng từ 7 ngày đến 28 ngày nhưng tăng chậm hơn từ sau 28 ngày đến 84 ngày. Trong ba hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông 0, 50 và 100% thì các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông 100% có cường độ nén lớn nhất so với các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế khác tại các thời gian bảo dưỡng bao gồm 7, 14, 28 và 56 ngày, trong khi các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông 50% có cường độ nén lớn nhất tại 84 ngày. Khi thay thế 100% cát sông bằng cát biển thì cường độ chịu nén của bê tông tăng từ 2% đến 35%. Hầu hết các mẫu bảo dưỡng trong nước ngọt đều có cường độ chịu nén lớn hơn từ 2% đến 34% trong nước mặn.

Từ khoá: cát biển; hàm lượng cát biển; điều kiện bảo dưỡng; thời gian bảo dưỡng.

EVALUATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE USING SEA SAND UNDER VARIOUS CURING ENVIRONMENT

Abstract

This paper evaluated compressive strength of concrete using sea sand at Phu Quoc, Kien Giang province under various curing environment. Total 180 cube specimens were experienced under compressive test. Two types of concrete compressive strength were used, including grade 200 (M200) and grade 300 (M300). Replacement ratios of sea sand varied from 0, 50 and 100%. All specimen were cured in normal water and sea water for 7, 14, 28, 56 and 84 days. The results showed that the compressive strength of sea sand concrete grew rapidly from 7 days to 28 days but increased slowly from 28 days to 84 days. Among three different replacement ratios of sea sand 0, 50 and 100%, the specimens with 100% replacement of sea sand showed the highest compressive strength at 7, 14, 28 and 56 days, while the specimens with 50% replacement of sea sand showed the highest compressive strength at 84 days. The compressive strength increased from 2% to 35% with 100% of sea sand replacing normal sand. Most of specimens cured in normal water exhibited higher compressive strength from 2% to 34% than those cured in sea water.

Keywords: Sea sand; volume of sea sand; curing environment; curing time.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14\(1V\)-06](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14(1V)-06) © 2020 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: ngocthanh.tran@ut.edu.vn (Thanh, T. N.)

1. Giới thiệu

Nhu cầu về cát sông và nước ngọt để chế tạo và bảo dưỡng bê tông trong kết cấu công trình dân dụng và hạ tầng ngày càng trở nên cấp bách, đặc biệt đối với kết cấu công trình ở các vùng gần biển. Cốt liệu trong đó có bao gồm cát sông thường chiếm khoảng 75% đến 80% thể tích trong bê tông và là một trong những thành phần quyết định đến tính chất cơ lý của bê tông [1]. Tuy nhiên, nguồn cung cát sông ngày càng khan hiếm do trữ lượng hạn chế và việc khai thác cát quá mức đã gây ra các hậu quả nghiêm trọng về môi trường, sạt lở và lũ lụt. Trong khi đó, nước ngọt là một tài nguyên thiết yếu phục vụ sinh hoạt của con người cần được khai thác và sử dụng một cách rất tiết kiệm, nhiều nơi thậm chí còn thiếu nước. Vì vậy rất cần các giải pháp thay thế hoặc khắc phục tình trạng thiếu cát sông và nước ngọt nhằm đảm bảo đủ bê tông cung cấp cho các kết cấu công trình dân dụng và hạ tầng, đặc biệt cho các kết cấu bê tông không hoặc ít sử dụng cốt thép như nền đường, kè...

Các giải pháp hiện thời được đề xuất để thay thế cát và nước ngọt trong bê tông bao gồm: 1) Sử dụng cát mịn hoặc cát nhân tạo nghiền từ đá [2, 3]; 2) Trộn thêm một số phế phẩm từ nhà máy sản xuất công nghiệp như tro bay, bụi silica hay tro xỉ [4–6]; 3) Thay thế cốt liệu trong bê tông bằng kính vỡ, gạch ceramic hay vỏ dừa [7]; 4) Nguyên cứu chế tạo bê tông geopolymer không cần sử dụng nước để bảo dưỡng [8]. Tuy nhiên các giải pháp nêu trên có những hạn chế như sau: cát nhân tạo sản xuất khó, giá thành cao; các phế phẩm từ nhà máy sản xuất công nghiệp chỉ có thể thay thế một phần nhỏ cát trong bê tông; thay thế cốt liệu bằng kính vỡ, gạch ceramic hay vỏ dừa có thể làm giảm khả năng chịu lực của bê tông; bê tông geopolymer thường được bảo dưỡng ở nhiệt độ từ 60°C đến 90°C và không thích hợp cho các kết cấu đổ bê tông tại công trường.

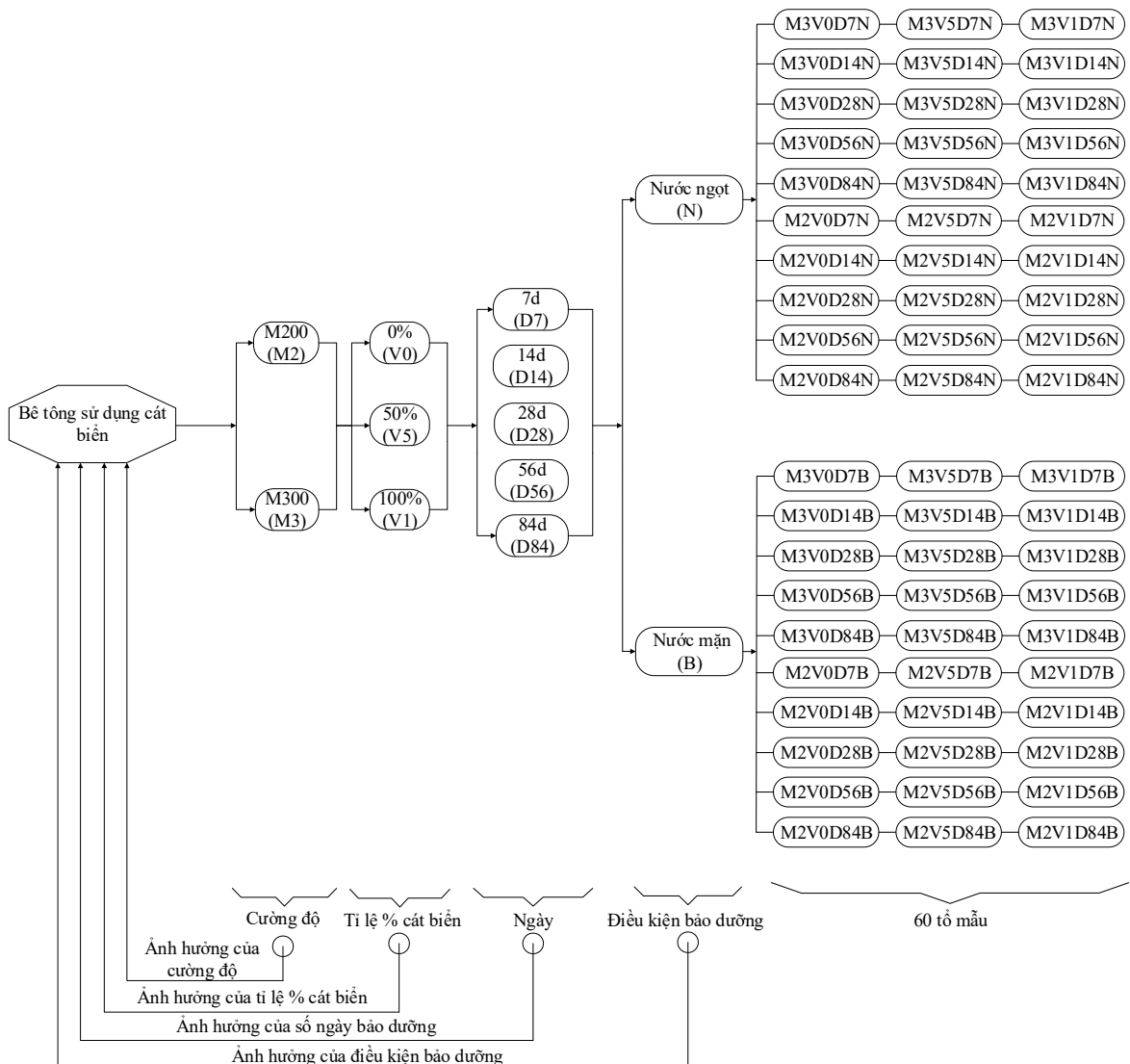
Nghiên cứu này đề xuất sử dụng cát biển thay thế cho cát sông trong chế tạo bê tông và nước mặn thay thế cho nước ngọt trong bảo dưỡng bê tông, vì cát biển và nước mặn có trữ lượng rất lớn, dễ khai thác, đặc biệt thích hợp cho các kết cấu công trình ở các vùng gần biển. Tuy nhiên, trong cát biển và nước mặn có tồn tại nhiều thành phần hóa học khác với cát sông và nước ngọt thông thường nên có thể ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của bê tông, trong đó đặc biệt là khả năng chịu nén. Theo tìm hiểu của tác giả thì không có nhiều nghiên cứu đề cập đến ảnh hưởng của cát biển đến khả năng chịu nén của bê tông. Bách [9] đã đánh giá khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển ở Bình Thuận và Vũng Tàu. Kết quả cho thấy cường độ nén của bê tông sử dụng cát biển và cát sông chênh lệch không đáng kể (từ 5% đến 15%). Châu và Chính [10] nghiên cứu sản xuất bê tông từ cát biển ở Khánh Hòa. Các tác giả đã kết luận rằng cường độ bê tông sử dụng cát biển thậm chí thấp hơn của bê tông sử dụng cát vàng từ 25% đến 33% tại 90 ngày. Hiệp và Toàn [11] đã sử dụng cát biển ở Quảng Ninh để chế tạo bê tông cho đường ô tô. Tác giả đã chỉ ra rằng các mẫu bê tông sử dụng cát biển có cường độ nén thấp hơn các mẫu bê tông sử dụng cát vàng từ 5% đến 10%. Dựa vào những nghiên cứu trên thì khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển ở Phú Quốc, Kiên Giang vẫn chưa được nghiên cứu. Thêm nữa là ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển còn chưa được khám phá.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển ở Phú Quốc, Kiên Giang trong các điều kiện bảo dưỡng khác nhau. Nội dung chi tiết bao gồm: 1) Đánh giá ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển; 2) Đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông đến khả năng chịu nén của bê tông; 3) Đánh giá ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển.

2. Chương trình thực nghiệm

2.1. Sơ đồ thí nghiệm

Một chương trình thực nghiệm được thiết kế như trên Hình 1 để đánh giá khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển trong các điều kiện bảo dưỡng khác nhau. Tổng cộng 180 mẫu lập phương được chế tạo chia làm 60 tổ mẫu. Hai loại cấp phối bê tông được khảo sát là M200 và M300, hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông thay đổi 0, 50 và 100%, thời gian bảo dưỡng bao gồm 7, 14, 28, 56 và 84 ngày, các tổ mẫu được bảo dưỡng trong hai điều kiện khác nhau là ngâm trong nước ngọt và nước mặn.



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

2.2. Vật liệu và chế tạo

a. Vật liệu

Thành phần cấp phối của 2 loại bê tông (M200 và M300) được lấy theo Bảng 1. Thành phần của bê tông bao gồm: xi măng PCB40 do công ty xi măng Hà Tiên sản xuất, cát sông được khai thác tại Tân Châu, tỉnh An Giang, đá 1×2 được khai thác tại Hòn Sóc, huyện Hòn Đất, nước ngọt được lấy từ nhà máy nước thành phố Rạch Giá. Cát biển được lấy tại bãi biển Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang đem phơi khô trong vòng 20 ngày trước khi đem đi thí nghiệm. Bảng 2 và Bảng 3 thể hiện kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý và thành phần hạt của cát sông và cát biển. Có thể thấy cát biển có hàm lượng ion clo lớn hơn nhiều so với cát sông và kích thước hạt cát biển mịn hơn cát sông một chút. Nước mặn được chế tạo bằng cách pha bột NaCl (99%) với nước ngọt với tỉ lệ 3,5%. Nghiên cứu cố gắng tạo nước mặn chỉ có thành phần NaCl nhưng có độ mặn tương đương nước biển thực tế, mặc dù trong nước biển thực tế có thể bao gồm nhiều thành phần khác ngoài NaCl.

Bảng 1. Thành phần cấp phối cho 1 m^3 bê tông

Mác bê tông	Thành phần vật liệu cho 1 m^3 bê tông			
	Xi măng (kg/m^3)	Cát (kg/m^3)	Đá (kg/m^3)	Nước (lít)
M200	305	680	1290	170
M300	465	650	1150	185

Bảng 2. Tính chất cơ lý của cát sông và cát biển

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Tiêu chuẩn thí nghiệm	Cát sông	Cát biển
1	Khối lượng riêng	(g/cm^3)	TCVN 7572-4:2006 [12]	2,62	2,60
2	Khối lượng thể tích xốp	(kg/m^3)	TCVN 7572-6:2006 [13]	1,29	1,29
3	Hàm lượng hạt trên sàng 5 mm (S5)	(%)	TCVN 7572-2:2006 [14]	0,56	0,49
4	Mô đun độ lớn ML	-	TCVN 7572-2:2006 [14]	2,02	1,94
5	Hàm lượng bụi, bùn, sét	(%)	TCVN 7572-8:2006 [15]	0,00	0,00
6	Hàm lượng ion Clo	(%)	TCVN 7572-15:2006 [16]	0,002	0,21
7	Hàm lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm	(%)	TCVN 7572-2:2006 [14]	0,80	4,03
8	Hàm lượng hữu cơ	-	TCVN 7572-9:2006 [17]	Sáng hơn màu chuẩn	Sáng hơn màu chuẩn

Bảng 3. Thành phần hạt cát sông và cát biển

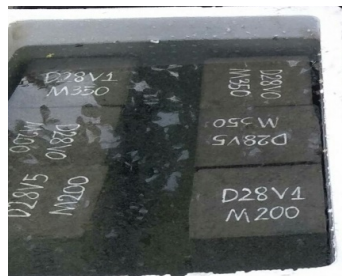
TT	Kích thước sàng (mm)	Khối lượng trên sàng (g)		Phần trăm trên sàng (%)		Phần trăm tích lũy trên sàng (%)	
		Cát sông	Cát biển	Cát sông	Cát biển	Cát sông	Cát biển
1	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,5	30,0	26,0	3,0	2,6	3,0	2,6
3	1,25	42,0	32,0	4,2	3,2	7,2	5,7
4	0,63	90,0	95,0	9,0	9,4	16,3	15,1
5	0,315	580,0	587,0	58,3	57,9	74,6	73,1
6	0,14	245,0	232,0	24,6	22,9	99,2	96,0
7	Đáy	8,0	41,0	0,8	4,0	100,0	100,0

b. Quá trình đúc mẫu và thí nghiệm

Một máy trộn dung tích thùng 450 lít được sử dụng để trộn bê tông. Đầu tiên cát với đá được đổ vào trộn khô trong 5 phút, sau đó xi măng được thêm vào và trộn thêm 3 phút. Cuối cùng nước được bỏ vào từ từ và chia đều làm 2 lần trộn cho đến khi bê tông đảm bảo độ đồng nhất và độ sụt. Sau khi trộn xong bê tông được đổ vào khuôn có kích thước $150 \times 150 \times 150$ mm và được tiến hành đầm chặt bằng tay. Sau 24h các mẫu được tháo khuôn và đem đi bảo dưỡng trong nước ngọt và nước mặn như trên Hình 2. Đến ngày thí nghiệm các mẫu lập phương được đem ra phơi khô 24h để tránh ảnh hưởng của độ ẩm trong các mẫu đến cường độ bê tông, trước khi thí nghiệm nén bằng máy UTM 1000 KN như trên Hình 3. Quá trình đúc mẫu, bảo dưỡng và thí nghiệm tuân theo tiêu chuẩn TCVN 3118-1993 [18].



(a) Nước ngọt



(b) Nước mặn

Hình 2. Phương pháp bảo dưỡng mẫu



Hình 3. Lắp đặt mẫu thí nghiệm

2.3. Kết quả và thảo luận

a. Cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát biển

Kết quả đo độ sụt của các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông khác nhau được cho trong Bảng 4. Có thể thấy hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông càng lớn thì

độ sụt càng giảm. Kết quả thí nghiệm cường độ nén được thể hiện trên Bảng 5 và 6. Cường độ bê tông của các mẫu M200 sau 28 ngày bảo dưỡng phân bố từ 16,01 MPa đến 22,09 MPa. Trong khi cường độ bê tông của các mẫu M300 sau 28 ngày bảo dưỡng phân bố từ 26,19 MPa đến 34,96 MPa. Dựa trên kết quả thí nghiệm có thể thấy cường độ của bê tông phụ thuộc nhiều vào thời gian bảo dưỡng, hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông và điều kiện bảo dưỡng.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm độ sụt của các hỗn hợp bê tông

Hỗn hợp	Hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông (%)	Độ sụt (cm)
1	0% (100% cát sông)	7,5
2	50% (50% cát sông + 50% cát biển)	7
3	100% (100% cát biển)	6,5

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm cường độ nén các mẫu bê tông M200

Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M2V0D7N	SP1	11,41	M2V0D7B	SP1	11,16
	SP2	11,04		SP2	9,89
	SP3	10,77		SP3	11,32
	Trung bình	11,07		Trung bình	10,77
	Độ lệch chuẩn	0,32		Độ lệch chuẩn	0,78
M2V5D7N	SP1	14,34	M2V5D7B	SP1	13,94
	SP2	13,48		SP2	13,14
	SP3	14,45		SP3	13,42
	Trung bình	14,09		Trung bình	13,64
	Độ lệch chuẩn	0,53		Độ lệch chuẩn	0,40
M2V1D7N	SP1	13,14	M2V1D7B	SP1	13,84
	SP2	14,81		SP2	14,87
	SP3	13,52		SP3	14,85
	Trung bình	13,82		Trung bình	14,48
	Độ lệch chuẩn	0,87		Độ lệch chuẩn	0,58
M2V0D14N	SP1	18,13	M2V0D14B	SP1	15,48
	SP2	17,62		SP2	15,51
	SP3	16,47		SP3	15,49
	Trung bình	17,41		Trung bình	15,47
	Độ lệch chuẩn	0,85		Độ lệch chuẩn	0,01
M2V5D14N	SP1	19,11	M2V5D14B	SP1	14,38
	SP2	20,47		SP2	13,54
	SP3	17,96		SP3	14,48
	Trung bình	19,18		Trung bình	14,15
	Độ lệch chuẩn	1,25		Độ lệch chuẩn	0,51

Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M2V1D14N	SP1	19,00	M2V1D14B	SP1	16,20
	SP2	18,25		SP2	18,20
	SP3	19,97		SP3	18,09
	Trung bình	19,07		Trung bình	17,47
	Độ lệch chuẩn	0,86		Độ lệch chuẩn	1,12
M2V0D28N	SP1	18,68	M2V0D28B	SP1	16,33
	SP2	20,96		SP2	18,53
	SP3	20,82		SP3	17,90
	Trung bình	20,15		Trung bình	17,66
	Độ lệch chuẩn	1,27		Độ lệch chuẩn	1,13
M2V5D28N	SP1	21,0	M2V5D28B	SP1	16,54
	SP2	20,0		SP2	16,34
	SP3	19,67		SP3	15,15
	Trung bình	20,22		Trung bình	16,01
	Độ lệch chuẩn	0,69		Độ lệch chuẩn	0,75
M2V1D28N	SP1	22,42	M2V1D28B	SP1	19,02
	SP2	22,35		SP2	18,41
	SP3	21,5		SP3	19,81
	Trung bình	22,09		Trung bình	19,05
	Độ lệch chuẩn	0,51		Độ lệch chuẩn	0,70
M2V0D56N	SP1	21,19	M2V0D56B	SP1	17,45
	SP2	23,19		SP2	18,17
	SP3	23,46		SP3	18,14
	Trung bình	22,61		Trung bình	18,18
	Độ lệch chuẩn	1,24		Độ lệch chuẩn	0,40
M2V5D56N	SP1	22,8	M2V5D56B	SP1	17,37
	SP2	23,67		SP2	16,01
	SP3	20,93		SP3	17,53
	Trung bình	22,47		Trung bình	16,91
	Độ lệch chuẩn	1,40		Độ lệch chuẩn	0,83
M2V1D56N	SP1	24,65	M2V1D56B	SP1	19,21
	SP2	20,84		SP2	20,17
	SP3	22,29		SP3	20,44
	Trung bình	22,59		Trung bình	19,96
	Độ lệch chuẩn	1,92		Độ lệch chuẩn	0,64
M2V0D84N	SP1	22,63	M2V0D84B	SP1	20,18
	SP2	21,17		SP2	18,52
	SP3	24,78		SP3	18,23
	Trung bình	22,86		Trung bình	18,96
	Độ lệch chuẩn	1,81		Độ lệch chuẩn	1,05

Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M2V5D84N	SP1	38,64	M2V5D84B	SP1	33,65
	SP2	38,64		SP2	36,90
	SP3	33,22		SP3	33,80
	Trung bình	36,83		Trung bình	34,76
	Độ lệch chuẩn	3,12		Độ lệch chuẩn	1,83
M2V1D84N	SP1	25,26	M2V1D84B	SP1	24,03
	SP2	26,89		SP2	22,69
	SP3	26,89		SP3	23,33
	Trung bình	26,35		Trung bình	23,39
	Độ lệch chuẩn	0,94		Độ lệch chuẩn	0,67
M2V1D84N	SP1	25,26	M2V1D84B	SP1	24,03
	SP2	26,89		SP2	22,69
	SP3	26,89		SP3	23,33
	Trung bình	26,35		Trung bình	23,39
	Độ lệch chuẩn	0,94		Độ lệch chuẩn	0,67

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm cường độ nén các mẫu bê tông M300

Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M3V0D7N	SP1	24,71	M3V0D7B	SP1	23,19
	SP2	23,88		SP2	23,19
	SP3	23,46		SP3	22,63
	Trung bình	24,02		Trung bình	23,00
	Độ lệch chuẩn	0,63		Độ lệch chuẩn	0,32
M3V5D7N	SP1	26,56	M3V5D7B	SP1	25,43
	SP2	23,46		SP2	24,65
	SP3	26,97		SP3	24,44
	Trung bình	25,66		Trung bình	24,80
	Độ lệch chuẩn	1,91		Độ lệch chuẩn	0,52
M3V1D7N	SP1	26,07	M3V1D7B	SP1	25,51
	SP2	24,44		SP2	22,56
	SP3	26,72		SP3	22,07
	Trung bình	25,74		Trung bình	23,38
	Độ lệch chuẩn	1,17		Độ lệch chuẩn	1,86
M3V0D14N	SP1	27,94	M3V0D14B	SP1	25,69
	SP2	26,89		SP2	26,14
	SP3	25,75		SP3	24,24
	Trung bình	26,86		Trung bình	25,40
	Độ lệch chuẩn	1,09		Độ lệch chuẩn	0,99

Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M3V5D14N	SP1	28,92	M3V5D14B	SP1	26,54
	SP2	25,75		SP2	27,03
	SP3	27,78		SP3	23,51
	Trung bình	27,48		Trung bình	25,70
	Độ lệch chuẩn	1,60		Độ lệch chuẩn	1,90
M3V1D14N	SP1	27,97	M3V1D14B	SP1	26,55
	SP2	30,08		SP2	27,04
	SP3	30,84		SP3	25,57
	Trung bình	29,63		Trung bình	26,40
	Độ lệch chuẩn	1,48		Độ lệch chuẩn	0,74
M3V0D28N	SP1	29,41	M3V0D28B	SP1	24,31
	SP2	32,49		SP2	26,54
	SP3	30,17		SP3	27,86
	Trung bình	30,69		Trung bình	26,19
	Độ lệch chuẩn	1,60		Độ lệch chuẩn	1,79
M3V5D28N	SP1	35,82	M3V5D28B	SP1	27,96
	SP2	33,33		SP2	30,14
	SP3	35,72		SP3	31,00
	Trung bình	34,96		Trung bình	29,61
	Độ lệch chuẩn	1,40		Độ lệch chuẩn	1,56
M3V1D28N	SP1	33,23	M3V1D28B	SP1	29,48
	SP2	31,31		SP2	32,03
	SP3	37,18		SP3	30,34
	Trung bình	33,91		Trung bình	30,61
	Độ lệch chuẩn	2,99		Độ lệch chuẩn	1,29
M3V0D56N	SP1	33,39	M3V0D56B	SP1	31,07
	SP2	34,46		SP2	29,32
	SP3	33,26		SP3	29,41
	Trung bình	33,70		Trung bình	29,95
	Độ lệch chuẩn	0,65		Độ lệch chuẩn	0,98
M3V5D56N	SP1	36,55	M3V5D56B	SP1	30,91
	SP2	32,68		SP2	32,40
	SP3	35,51		SP3	33,42
	Trung bình	34,91		Trung bình	32,28
	Độ lệch chuẩn	2,00		Độ lệch chuẩn	1,26
M3V1D56N	SP1	37,08	M3V1D56B	SP1	33,14
	SP2	33,94		SP2	33,61
	SP3	32,31		SP3	32,21
	Trung bình	34,44		Trung bình	32,99
	Độ lệch chuẩn	2,42		Độ lệch chuẩn	0,71

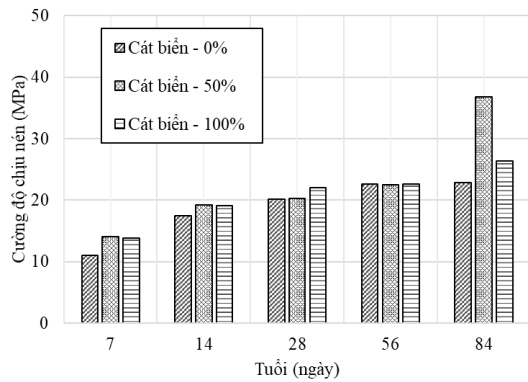
Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)	Nhóm mẫu	Mẫu	Cường độ nén (MPa)
M3V0D84N	SP1	35,09	M3V0D84B	SP1	33,10
	SP2	32,86		SP2	34,05
	SP3	33,94		SP3	34,36
	Trung bình	33,96		Trung bình	33,88
	Độ lệch chuẩn	1,11		Độ lệch chuẩn	0,65
M3V5D84N	SP1	37,60	M3V5D84B	SP1	35,82
	SP2	40,15		SP2	36,87
	SP3	42,38		SP3	38,96
	Trung bình	40,04		Trung bình	37,20
	Độ lệch chuẩn	2,39		Độ lệch chuẩn	1,59
M3V1D84N	SP1	34,67	M3V1D84B	SP1	31,29
	SP2	37,70		SP2	36,66
	SP3	33,42		SP3	33,53
	Trung bình	35,26		Trung bình	33,96
	Độ lệch chuẩn	2,20		Độ lệch chuẩn	2,69

Ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông Hình 4 thể hiện ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông. Có thể thấy tất cả các mẫu có thời gian bảo dưỡng càng lâu thì cường độ chịu nén càng cao. Cường độ chịu nén tăng nhanh từ 7 ngày đến 28 ngày nhưng tăng chậm hơn từ sau 28 ngày đến 84 ngày trừ trường hợp các tổ mẫu có 50% cát biển. Cụ thể cường độ các mẫu tăng từ 13% đến 82% khi thời gian bảo dưỡng tăng từ 7 ngày đến 28 ngày và từ 7% đến 29% khi thời gian bảo dưỡng tăng từ 28 ngày đến 84 ngày. Thời gian bảo dưỡng càng lâu thì quá trình thủy hóa của xi măng trong bê tông càng kéo dài và vì thế cường độ bê tông càng cao.

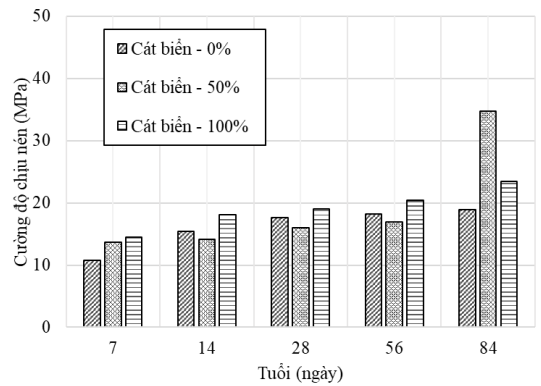
b. Ảnh hưởng của hàm lượng cát biển đến khả năng chịu nén của bê tông

Ảnh hưởng của các hàm lượng cát biển khác nhau (0, 50 và 100%) đến khả năng chịu nén của bê tông cũng được thể hiện trên Hình 4. Hầu hết các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế trong bê tông 100% có khả năng chịu nén cao nhất (so với các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế 0 và 50%) ở 7, 14, 28 và 56 ngày, trừ trường hợp đối với các mẫu bê tông M300 ngâm trong nước ngọt ở 28 và 56 ngày thì khả năng chịu nén của mẫu có hàm lượng cát biển thay thế 100% chênh lệch không đáng kể (thấp hơn từ 1,3% đến 3%) với mẫu có hàm lượng cát biển thay thế 50%. Trong khi đó các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế trong bê tông 50% có khả năng chịu nén cao nhất (so với các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế 0 và 100%) ở 84 ngày. Khi thay thế 100% cát sông bằng cát biển thì cường độ chịu nén tăng từ 2% đến 35% và tại 28 ngày thì tăng từ 8% đến 17%. Như vậy việc thay thế 100% cát sông bằng cát biển trong nghiên cứu thậm chí còn giúp cải thiện khả năng chịu nén của tất cả các mẫu bê tông. Trong khi đó ảnh hưởng của hàm lượng cát biển thay thế trong bê tông 50% phụ thuộc nhiều vào mác bê tông, bê tông M200 thì khi thay thế 50% cát sông bằng cát biển hầu hết cường độ nén bê tông tại 14, 28, và 56 ngày giảm một ít (từ 0,3% đến 9,3%), nhưng đối với M300 thì ngược lại (tăng từ 3% đến 14%). Tại 7 ngày và tại 84 ngày, cường độ nén bê tông đều tăng ở tất cả các mác khi thay thế 50% cát sông bằng cát biển (từ 26% đến 81% đối với bê tông M200 và từ 7% đến 18% đối với bê tông M300). Như vậy hàm lượng cát biển thay thế trong bê tông 50% đạt hiệu quả với bê tông mác cao hơn. Nguyên nhân có thể là do thành phần cát trong 1 m³ bê tông của 2 loại bê tông M200

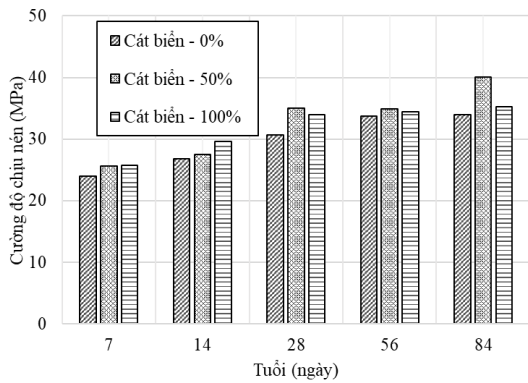
và M300 không giống nhau dẫn tới ứng xử nén khác nhau khi trộn thêm cát biển với hàm lượng thay thế cát sông 50%.



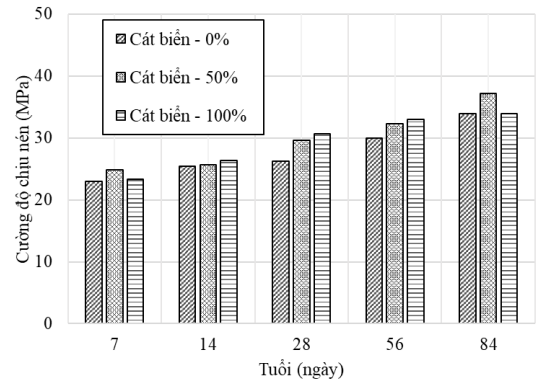
(a) M200 – Nước ngọt



(b) M200 – Nước mặn



(c) M300 – Nước ngọt

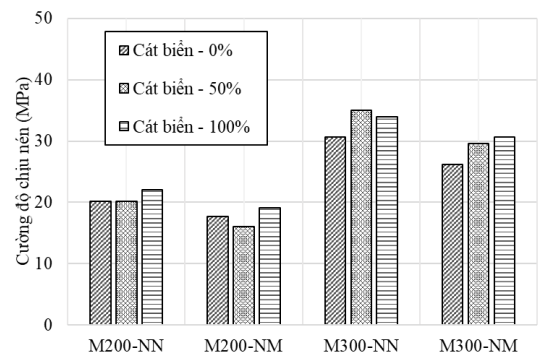


(d) M300 – Nước mặn

Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng và hàm lượng cát biển đến khả năng chịu nén của bê tông

c. Ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông

Hầu hết các mẫu bảo dưỡng trong nước ngọt đều có cường độ chịu nén lớn hơn trong nước mặn từ 2% đến 34% (Bảng 5 và 6). Hình 5 thể hiện ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng đến cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát biển tại 28 ngày, các mẫu bảo dưỡng trong nước ngọt có cường độ cao hơn từ 11% đến 27% so với các mẫu bảo dưỡng trong nước mặn. Nguyên nhân có thể dự đoán là do quá trình thủy hóa của xi măng trong bê tông gặp ảnh hưởng bất lợi khi các mẫu bê tông được bảo dưỡng trong môi trường nước mặn và do đó ảnh hưởng đến khả năng chịu nén của bê tông [19, 20].



Hình 5. Ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng đến khả năng chịu nén của bê tông sử dụng cát biển tại 28 ngày

3. Kết luận

Dựa trên kết quả thí nghiệm khả năng chịu nén của 180 mẫu bê tông sử dụng cát biển với thời gian bảo dưỡng và điều kiện bảo dưỡng khác nhau, các kết luận có thể rút ra như sau:

- Cường độ bê tông của các mẫu M200 sau 28 ngày bảo dưỡng phân bố từ 16,01 MPa đến 22,09 MPa. Trong khi cường độ bê tông của các mẫu M300 sau 28 ngày bảo dưỡng phân bố từ 26,19 MPa đến 34,96 MPa.

- Cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát biển tăng nhanh khi bảo dưỡng từ 7 ngày đến 28 ngày nhưng tăng chậm hơn từ sau 28 ngày đến 84 ngày, trừ trường hợp các tổ mẫu có 50% cát biển. Cụ thể cường độ các mẫu tăng từ 13% đến 82% khi thời gian bảo dưỡng tăng từ 7 ngày đến 28 ngày và từ 7% đến 29% khi thời gian bảo dưỡng tăng từ 28 ngày đến 84 ngày.

- Các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông 100% có khả năng chịu nén cao nhất ở 7, 14, 28 và 56 ngày, tuy nhiên các mẫu có hàm lượng cát biển thay thế cát sông trong bê tông 50% có khả năng chịu nén cao nhất ở 84 ngày. Khi thay thế 100% cát sông bằng cát biển thì cường độ chịu nén tăng từ 2% đến 35% và tại 28 ngày thì tăng từ 8% đến 17%. Hàm lượng cát biển thay thế trong bê tông 50% đạt hiệu quả với bê tông mác cao hơn.

- Hầu hết các mẫu bảo dưỡng trong nước ngọt đều có cường độ chịu nén lớn hơn trong nước mặn từ 2% đến 34%. Các mẫu bảo dưỡng trong nước ngọt có cường độ cao hơn từ 11% đến 27% so với các mẫu bảo dưỡng trong nước mặn tại 28 ngày.

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) cho đề tài mã số 107.01-2019.34.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hasdemir, S., Tuğrul, A., Yılmaz, M. (2016). [The effect of natural sand composition on concrete strength](#). *Construction and Building Materials*, 112:940–948.
- [2] Trung, T. Đ., Đại, B. D., Sáng, L. V. (2013). [To research in using of fine sand as a replacement for regular sand in producing self-compacting high strength concrete](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 7(1):93–103.
- [3] Durga, B., Indira, M. (2016). [Experimental study on various effects of partial replacement of fine aggregate with silica sand in cement concrete and cement mortar](#). *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 33.
- [4] Akhil, S. M., Kumar, V. R. (2015). Experimental study on concrete by partial replacement of fine aggregate with fly ash and egg shell powder. *International Journal and Magazine of Engineering, Technology, Management and Research*, 2(2):214–220.
- [5] Ân, V. V. T., Đại, B. D. (2019). [Nghiên cứu ảnh hưởng của silica fume kết nén có độ mịn khác nhau và tro trấu đến tính chất của bê tông chất lượng cao](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 13(2V):13–20.
- [6] Lâm, N. T., Anh, M. Q. (2015). [Nghiên cứu sử dụng kết hợp tro bay và cát để sản xuất bê tông khí trung áp](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, (24):94–99.
- [7] Chand, G. S., Kumar, P. R. (2017). Partial replacement of aggregate with ceramic tile in concrete. *International Journal of Engineering Research-Online*, 5:173–182.
- [8] Nurrudin, M. F., Haruna, S., Mohammed, B. S., Sha'aban, I. G. (2018). Methods of curing geopolymer concrete: a review. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(1):31–36.
- [9] Bách, L. V. (2005). Bước đầu nghiên cứu sử dụng cát biển Nam Bộ làm bê tông xi măng. *Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải*, 11:1–5.

- [10] Châu, T. V., Chính, T. H. (2018). Nghiên cứu sản xuất bê tông từ cát biển, nước biển khu vực Nha Trang-Khánh Hòa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 3:1–4.
- [11] Hiệp, T. T., Toàn, T. N. (2008). Nghiên cứu sử dụng cát biển Quảng Ninh chế tạo bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô. *Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải*, 11:1–6.
- [12] TCVN 7572-4:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 4: Xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [13] TCVN 7572-6:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 6: Xác định khối lượng thể tích xốp và độ ẩm*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [14] TCVN 7572-2:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 2: Xác định thành phần hạt*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [15] TCVN 7572-8:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 8: Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu và hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [16] TCVN 7572-15:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 15: Xác định hàm lượng clorua*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [17] TCVN 7572-9:2006. *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử – Phần 9: Xác định tạp chất hữu cơ*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [18] TCVN 3118:1993. *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [19] Xiao, J., Qiang, C., Nanni, A., Zhang, K. (2017). [Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities](#). *Construction and Building Materials*, 155:1101–1111.
- [20] Ming, C. U. I., Ji-Ze, M. A. O., Dao-Guang, J. I. A., Ben, L. I. (2014). Experimental study on mechanical properties of marine sand and seawater concrete. *Proceeding of International Conference on Mechanics and Civil Engineering*, Zuhai, China, Atlantis Press.