

# NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG HẠT MỊN SỬ DỤNG CÁT BIỂN TRONG XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG VEN BIỂN

KS. TRẦN PHƯƠNG ĐÔNG  
PGS.TS HOÀNG QUỐC LONG  
TS. NGUYỄN TRỌNG CHỨC  
ThS. ĐINH QUANG TRUNG  
Th.S TRẦN VĂN CƯƠNG  
Học viện Kỹ thuật Quân sự

## TÓM TẮT

Phát triển kinh tế biển đang là vấn đề trọng tâm hiện nay của nước ta. Để thực hiện hiệu quả vấn đề này việc cần thiết hiện nay là xây dựng hệ thống các tuyến đường ven biển và đường trên các đảo ven bờ. Do có nhiều ưu điểm của mặt đường bê tông xi măng (BTXM) mà các tuyến đường ven biển và đường trên các đảo ven bờ trong giai đoạn hiện nay được thiết kế là BTXM. Các tuyến đường ven biển, trên các đảo ven bờ không chỉ đáp ứng các yêu cầu về khả năng chịu lực, tính năng khai thác mà còn phải đảm bảo các yếu tố chống ăn mòn, chống xâm thực, tận dụng vật liệu tại chỗ để bảo vệ môi trường. Nghiên cứu BTXM hạt mịn có sử dụng cát biển và một số vật liệu gia cường cùng phụ gia sẽ đáp ứng được các vấn đề đặt ra. Bài báo này nghiên cứu BTXM hạt mịn có sử dụng cát biển khu vực Bắc Miền trung và một số vật liệu gia cường cùng phụ gia.

**Từ khóa:** Bê tông xi măng, Bê tông hạt mịn, cát biển, xây dựng đường, đường ven biển và đường trên các đảo ven bờ.

## ABSTRACT

Currently, marine economic development is a matter of concern for our country. To effectively solve the above problem, a system of coastal roads and roads on coastal islands must be constructed. Coastal roads and roads on coastal islands are now built with cement concrete pavement by its lots of advantages. Coastal roads and coastal islands must meet not only bearing capacity and exploitation criteria, but also anti-corrosion factors and the usage of local resources to protect the environment. The proposed problems will be solved by research on fine-grained concrete with sea sand and various reinforcing materials and additives. This paper investigates fine-grained concrete made with sea sand in North Central Vietnam and other reinforcing materials and additives.

**Keywords:** cement concrete; fine-grained concrete; sea sand; road construction; coastal roads; roads on coastal islands.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Trong xu hướng phát triển kinh tế biển mạnh mẽ hiện nay ở nước ta thì việc cải tạo và xây dựng mới nhiều tuyến đường ven biển và trên các đảo ven bờ là một yêu cầu cấp bách. Thực tế cho thấy, phần lớn các tuyến đường ven biển và trên các đảo ven bờ phục vụ phát triển

kinh tế và Quốc phòng an ninh đều là mặt đường BTXM. Trong điều kiện làm việc như vậy thì BTXM ngoài việc đáp ứng khả năng chịu lực thì còn có khả năng chống lại các tác động tự môi trường biển như: ăn mòn clorua, ăn mòn sulfate, ăn mòn kiềm - cốt liệu. Bên cạnh đó, một vấn đề khác đặt ra hiện nay là nguồn vật liệu chế tạo

bê tông, bao gồm nguồn cát sông, đá phục vụ xây dựng do khai thác quá mức đã ngày càng suy giảm và tác động tiêu cực đến môi trường, đặt ra vấn đề cấp thiết là phải tìm được các loại vật liệu khác thay thế. Vì vậy, việc nghiên cứu BTXM cần phải gắn liền với việc nghiên cứu sử dụng loại vật liệu thay thế hiệu quả cho các nguyên liệu hiện hữu. Tại Việt Nam hiện nay, nguồn cát biển có trữ lượng lớn có thể dùng làm vật liệu thay thế, ngoài ra có thể sử dụng các vật liệu hạt mịn khác trong việc chế tạo BTXM để giảm giá thành và bảo vệ môi trường.

## 2. KHÁI NIỆM VÀ MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CƯỜNG ĐỘ VÀ TÍNH CHẤT BÊ TÔNG HẠT MỊN

### 2.1. Khái niệm

Bê tông hạt mịn là bê tông trong đó cốt liệu thô được thay thế bằng cát (cát tự nhiên, cát nghiền, cát biển) hoặc các loại vật liệu mịn khác như tro, xỉ nghiền mịn... Kích thước hạt tối đa sử dụng trong bê tông hạt mịn là 10mm [3], [4]. Cốt liệu thô là thành phần thiết yếu trong hỗn hợp bê tông truyền thống, ở những vùng khan hiếm cốt liệu thô, bê tông hạt mịn có thể thay thế bê tông truyền thống.

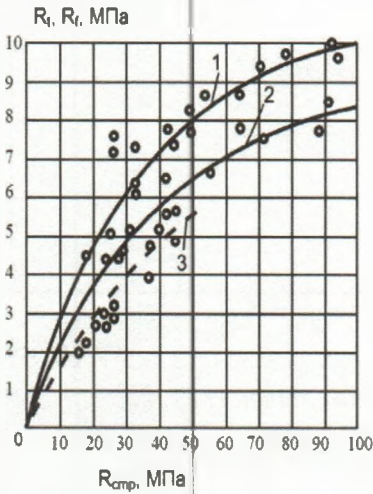
### 2.2. Một số yếu tố ảnh hưởng đến cường độ và tính chất bê tông hạt mịn

#### 2.2.1. Yếu tố ảnh hưởng đến cường độ bê tông hạt mịn

Bê tông hạt mịn là loại bê tông chứa nhiều cát và các hạt phụ nên



yếu tố chính chi phối cường độ của nó là chất lượng của cốt liệu mịn. Theo một số nghiên cứu [3], [4], [5], việc thay thế cốt liệu thô bằng cát mịn trong bê tông có thể làm suy giảm cường độ của bê tông. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo bê tông hạt mịn có sử dụng cát biển cần rất lưu ý vấn đề này để lựa chọn cấp phối sử dụng vào mặt đường BTXM phù hợp. Nhìn chung, các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của bê tông hạt mịn là: Tỷ lệ xi măng-nước; Cường độ của xi măng; Chất lượng của cốt liệu; Hàm lượng và chất lượng của phụ gia; Điều kiện bảo dưỡng.



Hình 1: Sự biến đổi cường độ uốn của bê tông hạt mịn với bê tông truyền thống

Hình 1 cho thấy sự thay đổi của cường độ uốn ( $R_f$ ) của bê tông hạt mịn với bê tông thường ( $R_{cmp}$ ). Các đường cong 1 và 2 lần lượt thể hiện độ bền uốn của hạt mịn và bê tông truyền thống. Độ bền kéo của bê tông hạt mịn được biểu thị bằng đường cong 3.

**2.2.2. Ảnh hưởng của cát biển đến tính chất của bê tông**

- Ảnh hưởng của cát biển đến thời gian đông cứng của bê tông

Theo [6], [7] cát biển có tác dụng làm cho xi măng poocăng và xi măng puzolan xi đông đặc nhanh hơn là nước ngọt, kết quả nghiên cứu được thể hiện theo bảng 1.

**Bảng 1. Thời gian ninh kết của xi măng**

Loại xi măng	Bắt đầu ninh kết, giờ		Kết thúc ninh kết, giờ	
	Nước ngọt	Nước biển	Nước ngọt	Nước biển
XM poocăng	2h30'	1h50'	5h	3h
XM pudolan xi	2,15	1,45	4	3,45
XM xi lò cao	2,5	2,5	5,2	5,3

Tác dụng này có thể dễ hiểu là do trong nước biển có muối  $CaSO_4$  và  $NaCl$ ,  $CaCl$ . Những chất muối này là loại phụ gia thường dùng trong bê tông để cho bê tông mau đông đặc và biến cứng. Theo [5], thì nước biển trộn trong xi măng và bê tông có tác dụng làm cho xi măng và bê tông bị co nhiều hơn nếu để trong không khí và bị nở ra cũng nhiều hơn nếu ngâm trong nước so với trộn nước ngọt.

- Ảnh hưởng của cát biển đến cường độ nén bê tông

Theo tài liệu [4], muối  $NaCl$  làm cho xi-măng thủy hóa nhanh, nhiệt thủy hóa nhiều, nhưng nếu hàm lượng  $NaCl$  ít (0,5% khối lượng xi măng) thì không ảnh hưởng đến cường độ bê-tông, còn nếu lượng  $NaCl$  lớn hơn thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm đi. Tuy nhiên cần lưu ý một điểm sau đây: Muối làm tăng rất nhanh tốc độ đông cứng của bê tông mà không cần phụ gia tăng nhanh cứng hóa vào bê tông.

**2.2.3. Yêu cầu đối với bê tông sử dụng cho các công trình trong môi trường biển**

Khi không xét đến sự tương tác giữa các yếu tố môi trường với cốt thép trong bê tông (bê tông không có cốt thép), bê tông hạt mịn khi sử dụng trong môi trường biển cần lưu ý những điều cơ bản sau:

- Bê tông cần có độ đặc chắc cao, cấu trúc mịn; tỷ lệ nước/xi măng thấp; kĩ thuật đầm chặt tốt để đảm bảo giảm tối đa lượng lỗ rỗng trong

bê tông, hạn chế quá trình xâm thực của nước biển vào trong bê tông.

- Cốt liệu cần qua tuyển chọn đảm bảo chất lượng cao. Cốt liệu nhỏ là cát thạch anh hoặc cốt liệu nghiền từ đá đặc chắc, hàm lượng bụi bùn sét không lớn hơn 1%.

- Chất kết dính nên dùng là loại có hàm lượng khoáng  $C_3A$  thấp. Kết hợp sử dụng cốt liệu nguồn gốc đá cacbonat và dùng thêm các vật liệu pozzolanic để nâng cao độ bền bê tông.

- Dưỡng hộ bê tông bằng nhiệt ẩm (nếu có thể) là phương pháp dưỡng hộ khuyến cáo sử dụng để bê tông đạt được cấu trúc đặc chắc và gia tăng độ bền trước tác động của nước biển.

**Nhận xét:** Qua phân tích khái niệm và các yếu tố ảnh hưởng, yêu cầu thiết kế cho thấy, cần xem xét nghiên cứu thực nghiệm và thiết kế cấp phối phù hợp để từ đó có thể áp dụng trong việc xây dựng mặt đường BTXM.

**3. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO TRONG NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM**

**3.1. Phương pháp chế tạo.**

**3.1.1. Phương pháp Bolomey - Skramtaev**

Cơ sở lý thuyết của phương pháp này là thể tích của bê tông được coi là hoàn toàn đặc và là tổng của các thể tích đặc riêng rẽ của các vật liệu tạo ra bê tông. Phương pháp của Bolomey-Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc tiến hành kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết "thể tích tuyệt đối" [4].

$$V_{bt} = 1000 = V_{XM} + V_C + V_N + V_D \quad (1)$$

Trong đó:

$V_{bt}$  - là thể tích của bê tông;

$V_{XM}$ ,  $V_C$ ,  $V_N$ ,  $V_D$  - là thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, cát, nước, đá.

**3.1.2. Phương pháp ACI (Viện bê tông Mỹ)**

Phương pháp này sử dụng cường độ yêu cầu theo mẫu hình trụ. Đó



là phương pháp nửa thực nghiệm và dựa vào lý thuyết thể tích tuyệt đối [4].

$$V_B \rho_B = V_x \rho_x + V_c \rho_c + V_d \rho_d + V_n \rho_n \quad (2)$$

Lựa chọn  $\rho_B$  theo yêu cầu về công trình:

$$\rho_B = B/m^3;$$

$$B = C + D + N + X \quad (3)$$

Trong đó B là khối lượng của bê tông tươi:

$$V_B = 1m^3 = \frac{C}{\rho_C} + \frac{D}{\rho_D} + \frac{N}{\rho_N} + \frac{X}{\rho_X} \quad (4)$$

Bao gồm các bước như sau:

- Chọn độ sụt, chọn kích thước lớn nhất của cốt liệu thô;
- Xác định lượng nước N;
- Xác định lượng N/X, xác định lượng xi măng:

$$X = N \frac{X}{N} \quad (5)$$

- Xác định khối lượng cốt liệu thô: đá, cát  $D = V_{ad} \cdot \rho_{ad}$
- $\rho_{ad}$  là khối lượng cốt liệu đã đầm chặt:  $\rho_{ad} = (1,45 - 1,55)$ .

$$C = (1000 - V_x - N - V_D - V_{KK})\rho_C$$

$$= (1000 - \frac{X}{\rho_X} - N - \frac{D}{\rho_D} - 2\%) \rho_C \quad (6)$$

### 3.1.3. Phương pháp “Dreux-Gorisse”

Các bước tính toán sơ bộ được trình bày như sau [4], [6]:

- Đường kính lớn nhất của cốt liệu  $D_{max}$  phù hợp với chiều dày bảo vệ;
- Xác định lượng dùng xi măng.

$$\frac{X}{N} = \frac{R_s^{2,8}}{GR_s} + 0,5 \quad (7)$$

G: Hệ số chất lượng cốt liệu.

$$X_{min} = \frac{250 + B}{\sqrt[3]{D}} \quad (8)$$

B và D là mác bê tông và đường kính lớn nhất của cốt liệu.

Lượng nước:

$$N = X \frac{N}{X} \quad (9)$$

Xác định cốt liệu lớn theo đường cong cấp phối cốt liệu trên cơ sở các loại cốt liệu thực tế thông qua bộ sàng tiêu chuẩn.

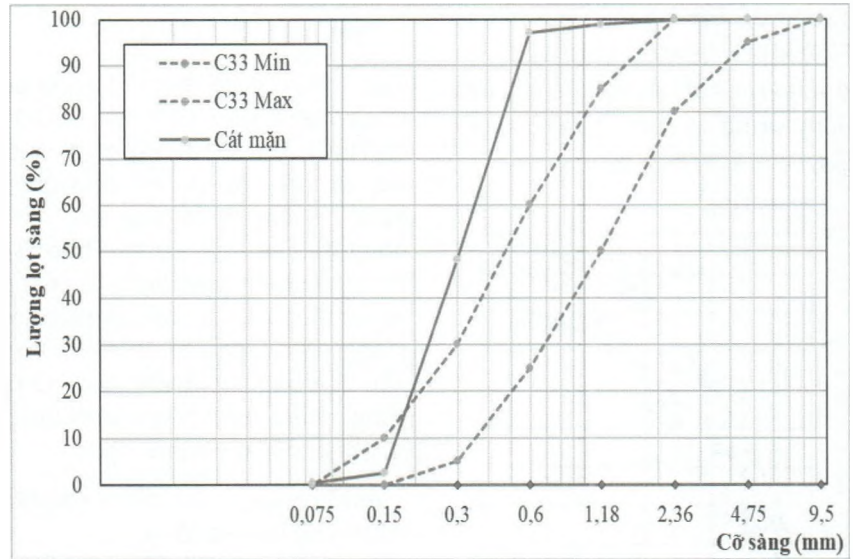
## 3.2. Vật liệu

### 3.2.1. Cát biển

Cát biển được khai thác tại huyện Kỳ Anh - tỉnh Hà Tĩnh. Kết quả kiểm tra các tính chất của cát theo ASTM C33 thể hiện trong bảng 2 và hình 2.

### 3.2.2. Cốt liệu nghiền

Cốt liệu nghiền (đá mịn) được sử dụng có kích thước hạt nằm trong khoảng 0,6 ÷ 9,5 mm kết hợp cát nhiễm mặn để chế tạo bê tông. Nguồn gốc khai thác cốt liệu nghiền tại Hà Nam. Kết quả thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật của cốt liệu nghiền theo ASTM C33 được thể hiện trong Bảng 3.



Hình 2. Đường cong cấp phối cát biển Hà Tĩnh

Bảng 2. Một số chỉ tiêu cơ lý của cát nhiễm mặn Hà Tĩnh

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,63
2	Khối lượng thể tích khô	g/cm <sup>3</sup>	2,495
3	Khối lượng thể tích bão hòa nước	g/cm <sup>3</sup>	2,549
4	Độ hút nước	%	1,238
5	Khối lượng thể tích lên chặt tự nhiên	g/cm <sup>3</sup>	1,532
6	Khối lượng thể tích lên chặt hoàn toàn khô	g/cm <sup>3</sup>	1,485

Bảng 3. Một số chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nghiền

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,698
2	Khối lượng thể tích khô	g/cm <sup>3</sup>	2,462
3	Khối lượng thể tích bão hòa nước	g/cm <sup>3</sup>	2,542
4	Độ hút nước	%	3,916
5	Khối lượng thể tích lên chặt hoàn toàn khô	g/cm <sup>3</sup>	1,602
6	Khối lượng thể tích xốp	g/cm <sup>3</sup>	1,472



**3.2.3. Phụ gia siêu dẻo Sikament NN:**

Trong nghiên cứu sử dụng phụ gia Sikament NN là một loại phụ gia siêu dẻo rất phổ biến dùng cho bê tông. Đây là loại phụ gia thế hệ thứ 2, thu được khi chưng cất than đá, hình thành dựa trên gốc Naphtalen Formaldehyt Sulfonat. Sản phẩm này phù hợp tiêu chuẩn ASTM C494 - loại F.

**3.2.4. Tro bay**

Tro bay là sản phẩm phụ của quá trình đốt than trong các nhà máy nhiệt điện, có đặc tính pozzolanic. Hầu hết các hạt tro bay là hình cầu và vô định hình, có kích thước trong khoảng từ 10 đến 100 μm. Theo các quy định của ASTM C618, tro bay có thể được chia thành hai loại (lớp) chính là F và C, dựa trên thành phần hóa học của chúng do loại than đốt. Thông thường tro bay lớp F được sản xuất từ than antraxit hoặc bitum, trong khi tro bay lớp C được sản xuất từ than non hoặc than bitum phụ. Bên cạnh hai loại chính đó còn có loại tro bay thứ ba là tro bay lớp N - điển hình cho các pozzolan tự nhiên. Tro bay sử dụng trong nghiên cứu là tro bay Vũng Áng có các yêu cầu kỹ thuật đạt theo TCVN 10302:2014 và ASTM C618.

**3.2.5. Sợi thủy tinh gia cường**

Sử dụng sợi thủy tinh chịu kiềm AR-glass dạng tơ mảnh (sợi rất nhỏ). Thông số cần thiết: Loại AR-glass; hàm lượng ZrO<sub>2</sub> >16,2%; đường kính sợi: 11μm; chiều dài 12mm theo tiêu chuẩn EN 14889-2.

**3.2.5. Xi măng**

Xi măng sử dụng là VICEM Bút Sơn PC40 (Hình 3) có thành phần hóa học và các tính chất cơ lý đáp ứng yêu cầu của Tiêu chuẩn hiện hành (TCVN 6016:2011, TCVN 6017:2015, TCVN 4030: 2003).

Thành phần khoáng, hóa học của xi măng Vicem Bút Sơn PC40 có trong bảng 4.

**3.2.6. Thiết kế cấp phối và tiến hành thực nghiệm**

Theo kinh nghiệm của các nghiên cứu trước đó nhóm tác giả lựa chọn tro bay thay thế xi măng cho 3 loại cấp phối CP1-N, CP2-N, CP3-N lần lượt là 20%, 30% và 40%. Nghiên cứu thực hiện với tỷ lệ phối trộn cát biển : cốt liệu nghiền là 1:1 (50% cát biển và 50% cốt liệu nghiền). Sử dụng cấp phối so sánh là CP0-N không sử dụng tro bay và sợi thủy tinh gia cường. Chỉ tiêu cấp phối được thể hiện trong bảng 5.

Công tác thực nghiệm được nhóm nghiên cứu tiến hành tại Phòng thí nghiệm Kiểm định chất lượng công

trình xây dựng - LAS-XD1035 thuộc Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt/Học viện Kỹ thuật Quân sự.

**4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM.**

Theo [1], [2], cường độ mặt đường BTXM cho các đường cấp thấp xây dựng ven biển và các đảo ven bờ cần đạt R<sub>n</sub> = 25Mpa. Nhóm tác giả bước đầu đã tiến hành thực nghiệm tại Phòng thí nghiệm Kiểm định chất lượng công trình xây dựng - LAS-XD1035 thuộc Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt/Học viện Kỹ thuật Quân sự. Kết quả về cường độ nén: Với 3 loại cấp phối khác nhau cho kết quả nén theo thời gian có kết quả khác nhau



Hình 3. Xi măng Vicem Bút Sơn PC40

Bảng 4. Thành phần hóa học của xi măng

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MKN
21,49	5,40	3,49	63,56	1,40	1,65	0,15	0,70	1,20

Bảng 5. Cấp phối nghiền cứu thực nghiệm

Cấp phối	Rn mục tiêu	N/CKD	N	X	Cát mịn	Cát nghiền	KL Tro bay	KL Sợi thủy tinh	KL Siêu dẻo	Ti lệ Tro/XM	Ti lệ Sợi TT/XM	Cát nghiền Cát mịn
	Mpa		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(lít)	%	%	
CP0-N	30	0,45	202,5	450	905	905	0	0	9	0	0	1
CP1-N	30	0,45	202,5	360	905	905	90	6,75	9	20	1,5	1
CP2-N	30	0,45	202,5	315	905	905	135	6,75	9	30	1,5	1
CP3-N	30	0,45	202,5	270	905	905	180	6,75	9	40	1,5	1



theo R7, R14 và R28 (xem hình 4). Một số kết quả thể hiện trong bảng 6.

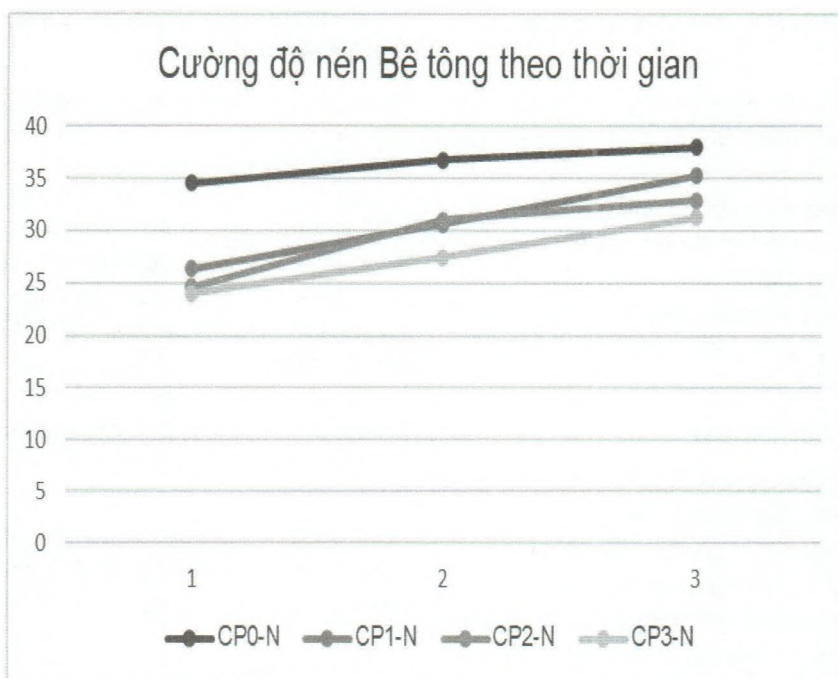
**Nhận xét:** Từ kết quả và biểu đồ cho thấy cường độ 3 cấp phối có giảm so với cấp phối đối chứng. Cường độ cấp phối R28 của cả 3 loại cấp phối đều lớn hơn 30MPa do đó đủ khả năng làm mặt đường bê tông cho mặt đường BTXM cho đường ven biển và các đảo ven bờ khu vực Bắc miền Trung.

**5. Kết luận**

+ Hoàn toàn có thể chế tạo được bê tông hạt mịn sử dụng cát biển, kết hợp cốt liệu nghiền và sử dụng phụ gia khoáng mịn, phụ gia siêu dẻo một cách phù hợp. Các tính chất của bê tông đảm bảo cho bê tông có thể ứng dụng tốt cho việc làm mặt đường BTXM ven biển và trên các đảo ven bờ.

+ Qua phân tích thực nghiệm cho thấy cho thấy bê tông xi măng sử dụng cát biển và các phụ gia có đủ khả năng làm mặt đường bê tông cho mặt đường BTXM cho đường ven biển và các đảo ven bờ.

+ Cần tiếp tục nghiên cứu các tính chất khác nhau của bê tông khi có cốt thép và sự tương tác giữa các yếu tố môi trường lên cốt thép trong bê tông.■



Hình 4. Cường độ nén bê tông theo thời gian

Bảng 6. Kết quả thực nghiệm

Ngày đúc mẫu nén	Độ sụt SN cm	R7 MPa	R14 MPa	R28 MPa	Rku MPa	Rku/R28 %
16/11/2021	20	34,56	36,78	38,02	5,19	13,65
26/11/2021	16	26,35	30,63	35,25	5,12	14,52
23/11/2021	19	24,61	31,05	32,87	4,87	14,82
25/11/2021	20	23,98	27,45	31,25	4,75	15,20

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam, Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế, TCVN 4054-2005, Hà Nội, 2005.
2. Tiêu chuẩn Quốc gia, Đường giao thông nông thôn - Yêu cầu thiết kế, TCVN 10380-2014, Hà Nội, 2014.
3. Trần Văn Cương, “Nghiên cứu đánh giá một số tính chất độ bền của bê tông hạt nhỏ có cường độ 50-60 MPa sử dụng cát nhiễm mặn ứng dụng trong các công trình ven biển”, LV Thạc sỹ, ĐH GTVT 2021.
4. Tống Tôn Kiên (2009), Nghiên cứu chế tạo bê tông hạt mịn dùng trong công trình biển, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học xây dựng, Hà Nội.

5. Aruova L. B., Urkinbaeva Z. I., Ospanova Z. N., Gordienko B. S., Alibekova N. T., Kalieva Z. E., Nurbaeva M. N. (2020), Properties of Fine-Grained Concrete Mixtures during the Construction of Monolithic Structures, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 829 (2020)012018.
6. Baranova A., Badenikova M., Shustov P., Rudykh C. and Bobrova A. (2018), Light fine-grained fibrous concrete for small architectural forms, MATEC Web of Conferences 212, (2018) 01008.
7. Bazhenov Y., Bulgakov B. and Alexandrova O. (2016), Modified fine-grained concrete for facing and repair of the hydraulic structures, MATEC Web of Conferences 86 (2016), 03009.