

# SỬ DỤNG CÁT NGHIÊN THAY THẾ MỘT PHẦN CÁT TỰ NHIÊN TRONG SẢN XUẤT BÊ TÔNG PHỤC VỤ THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH VEN BIỂN

Phạm Toàn Đức  
Khoa Xây dựng  
Email: [ducpt@dhhp.edu.vn](mailto:ducpt@dhhp.edu.vn)

Ngày nhận bài: 02/4/2024

Ngày PB đánh giá: 16/5/2024

Ngày duyệt đăng: 31/5/2024

**Tóm tắt:** Trong khi việc khai thác cát tại các lòng sông hồ hiện nay đang bị hạn chế hoặc cấm do hiện tượng sạt lở thì nhu cầu cát xây dựng lại ngày một tăng cao. Nhiều nơi có nguy cơ thiếu cát xây dựng trầm trọng như các tỉnh miền núi: Cao Bằng, Hà Giang, Sơn La,... các vùng hải đảo như: Côn Đảo, Phú Quốc,... và ngay cả những khu vực có nguồn cát tự nhiên nhưng lại đang cạn kiệt. Theo số liệu của Trung tâm Dự báo và quy hoạch phát triển vật liệu xây dựng thì nhu cầu sử dụng cát xây dựng ở nước ta hàng năm là rất lớn, khoảng  $120 \div 130$  triệu  $m^3$ . Bài báo đề cập đến kết quả nghiên cứu và khả năng có thể sử dụng cát nghiền thay thế một phần cát tự nhiên trong sản xuất bê tông cho các công trình ven biển.

**Từ khóa:** cát nghiền, cát tự nhiên, bê tông, công trình ven biển.

---

## USE CRUSHED SAND TO PARTIALLY REPLACE NATURAL SAND IN CONCRETE PRODUCTION FOR COASTAL CONSTRUCTION

**Abstract:** While sand mining in river and lake beds is currently limited or banned due to landslides, the demand for construction sand is increasing. The risk of serious shortage of construction sand can be seen in many places like mountainous provinces of Cao Bang, Ha Giang, Son La, etc., island areas of Con Dao, Phu Quoc, ect. and even in other places where there is natural sand sources but they are running out. According to data from the Center for Forecasting and Planning for Construction Materials Development, the annual demand for construction sand in our country is very large, about  $120 \div 130$  million  $m^3$ [4]. The article mentions the research results and the possibility of using crushed sand to partially replace natural sand in concrete production for coastal constructions.

**Key words:** crushed sand, natural sand, concrete, coastal construction.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình được gọi là ven biển là những công trình nằm trong phạm vi cách mặt nước biển 20 km. Trong phạm vi này lượng cát biển là rất nhiều, tuy nhiên cát biển hiện nay chưa thể được sử dụng thay thế cát tự nhiên trong chế tạo bê tông bởi một số lý do:

- Cát biển thường mịn, mô đun độ lớn của cát biển khá nhỏ ( $<2,0$ ) so với cát thô tự nhiên (2,0 đến 3,3), nên không phù hợp cho sản xuất bê tông.

- Trong cát biển có ion Clo và ion Sunfat có tính xâm thực mạnh, gây ăn mòn cốt thép, không đảm bảo tiêu chuẩn cho chế tạo bê tông

- Việc loại trừ muối trong cát biển làm tăng giá thành cát biển so với cát tự nhiên

- Từ những đặc điểm của cát biển nên chủ trương từ Chính phủ đến các bộ ngành hiện nay chỉ là nghiên cứu và ứng dụng cát biển làm vật liệu nền đường cho các công trình giao thông.

Một loại cát khác có thể sử dụng để thay thế cát tự nhiên trong chế tạo bê tông là cát nghiền. Cát nghiền là loại cát được nghiền từ đá, có nhiều tên gọi khác nhau như cát công nghiệp, cát nghiền, cát gia công, cát xay... có thành phần cỡ hạt gần tương tự với cát tự nhiên, đảm bảo các yêu cầu về tính chất cơ lý, hoá và có thể thay thế hoàn toàn hoặc một phần cát tự nhiên trong bê tông và vữa xây dựng.

Nhìn chung, so với cát tự nhiên thì cát nghiền có những ưu điểm như: Có thể điều chỉnh mô đun độ lớn của hạt và tỷ lệ thành phần hạt theo từng yêu cầu cấp phối cho các loại bê tông khác nhau; Cát nghiền có bề mặt thô ráp và sắc nhọn hơn cát tự nhiên nên bám dính với hồ xi măng tốt hơn.

Bên cạnh ưu điểm thì cát nghiền cũng có một số nhược điểm: Do bề mặt thô ráp nên độ hút nước của cát lớn; Bê tông tông từ cát nghiền khó bơm hơn do hạt cát sắc nhọn, ma

sát lớn; Độ rỗng của cát nghiền lớn hơn cát tự nhiên.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn sử dụng hai loại cát nghiền có đặc tính và nguồn gốc khác nhau gồm có:

- Cát nghiền từ đá cát kết. Đá cát kết được lấy từ hỗn hợp đất đá phế thải khai thác tại các mỏ than Quảng Ninh, đá cát kết có cường độ ở mức trung bình.

- Cát nghiền từ đá vôi. Đá vôi có cường độ cao hơn đá cát kết, sạch hơn, đá vôi được khai thác tại các mỏ ở Hà Nam.

## 2. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cát nghiền đã được nghiên cứu, sản xuất và sử dụng rất lâu. Ở các nước phát triển, cát nghiền được sản xuất công nghiệp với dây chuyền hiện đại, cung cấp lượng cát nghiền lớn cho lĩnh vực sản xuất vật liệu nói chung và sản xuất bê tông nói riêng. Các nghiên cứu trong và ngoài nước đã được công bố tập trung nhiều về: các phương pháp đánh giá chất lượng cát nghiền và so sánh với cát tự nhiên, từ đó đề xuất quy trình sản xuất cát nghiền; tính chất của bê tông các công trình dân dụng khi sử dụng cát nghiền; tỷ lệ sử dụng cát nghiền thay thế cát tự nhiên trong sản xuất bê tông. Chưa có công bố hay nghiên cứu bài bản nào về việc sử dụng cát nghiền cho các công trình ven biển.

Phương pháp nghiên cứu:

Nghiên cứu này được dựng kết hợp nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau như: phương pháp thu thập hệ thống dữ liệu; phương pháp phân tích, thống kê; phương pháp nghiên cứu lý thuyết; phương pháp thí nghiệm, thực nghiệm; phương pháp chuyên gia. Cụ thể như sau:

- Phương pháp thu thập hệ thống dữ liệu, phân tích, thống kê được sử dụng cho nội dung nghiên cứu: tổng quan về các yêu cầu của bê tông và sử dụng cát nghiền đối với công trình ven biển; cơ sở lý luận của sản xuất cát nghiền.

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết được sử dụng cho việc tính toán cấp phối bê tông sử dụng cát nghiền.

- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm được sử dụng cho nội dung nghiên cứu phân tích các chỉ tiêu của cát và vật liệu đầu vào sử dụng trong nghiên cứu và thí nghiệm đánh giá các tính chất của bê tông và hỗn hợp vữa bê tông theo tiêu chuẩn hiện hành. Với mỗi tính chất bê tông lấy 01 tổ mẫu (gồm 03 mẫu) để tiến hành đánh giá. Các thí nghiệm đánh giá được thực hiện tại trung tâm thí nghiệm LAS 1803 số 193 Văn Cao - Hải Phòng và trung tâm thí nghiệm LAS 09 số 268 Trần Nguyên Hãn - Hải Phòng.

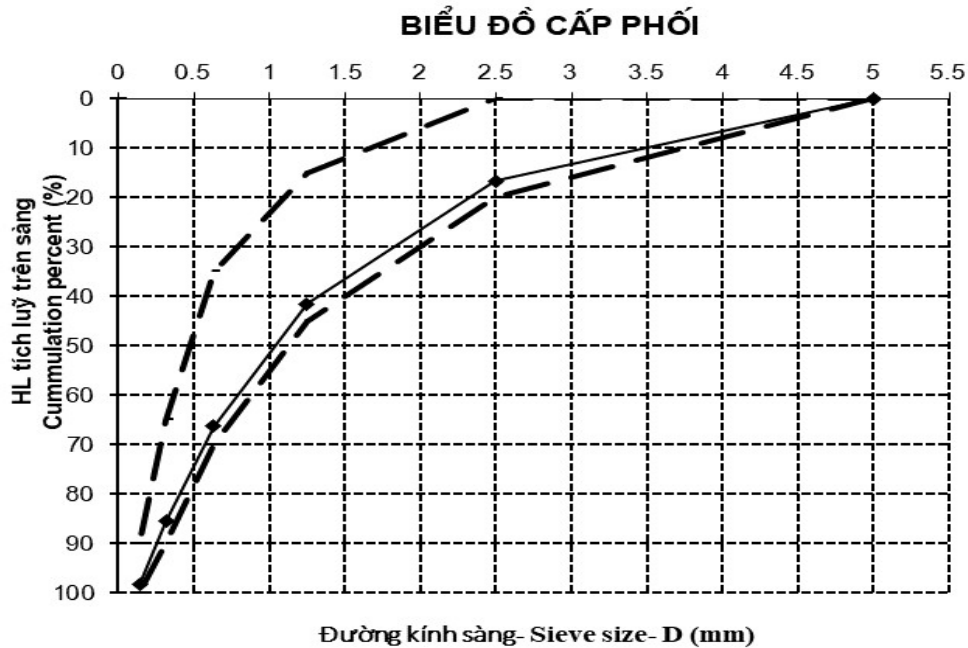
- Phương pháp nghiên cứu chuyên gia được sử dụng cho nội dung nghiên cứu phân tích lựa chọn tỷ lệ phụ gia tối ưu, liều lượng cát nghiền và tối ưu thành phần hạt cốt liệu thô.

### 3. VẬT LIỆU SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU

Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này gồm có: Xi măng, cát nghiền, cát tự nhiên, đá dăm, tro bay nhiệt điện, phụ gia siêu dẻo. Thành phần, tính chất của các loại vật liệu này được thể hiện trong các biểu đồ và bảng sau:

**Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát sông Lô**

STT	Đường kính sàng (mm)	Trọng lượng trên sàng (g)	Lượng sót riêng biệt trên sàng, $a_i$ (%)	Lượng sót tích lũy trên sàng, $A_i$ (%)
1	5			
2	2,5	167	16,7	16,7
3	1,25	248	24,8	41,5
4	0,63	248	24,8	66,3
5	0,315	192	19,2	85,5
6	0,14	128	12,8	98,3
7	<0,14	17	1,7	100



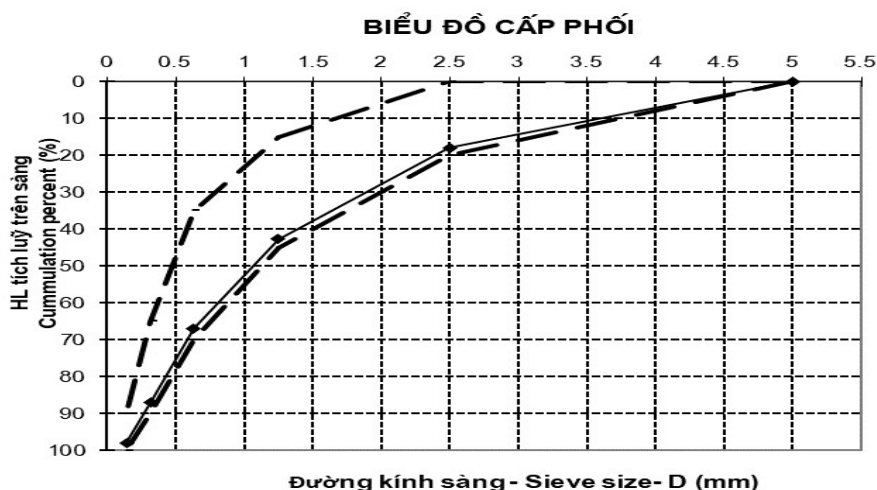
*Hình 1. Biểu đồ cấp phối hạt của cát vàng sông Lô*

**Bảng 2. Các chỉ tiêu vật lý của cát vàng sông Lô**

Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,68	Hàm lượng bùn đất (%)	1,6
KL thể tích xốp	Kg/m <sup>3</sup>	1410	Độ xốp (%)	46,8
Mô đun độ lớn		3,1	Lượng ngậm chất hữu cơ (%)	Nhạt hơn màu chuẩn

**Bảng 3. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát nghiền Hà Nam**

STT	Đường kính sàng (mm)	Trọng lượng trên sàng (g)	Lượng sót riêng biệt trên sàng, a <sub>i</sub> (%)	Lượng sót tích lũy trên sàng, A <sub>i</sub> (%)
1	5			
2	2,5	155	15,5	15,5
3	1,25	347	34,7	50,2
4	0,63	238	23,8	74,0
5	0,315	139	13,9	87,9
6	0,14	86	8,6	96,5
7	<0,14	35	3,5	100

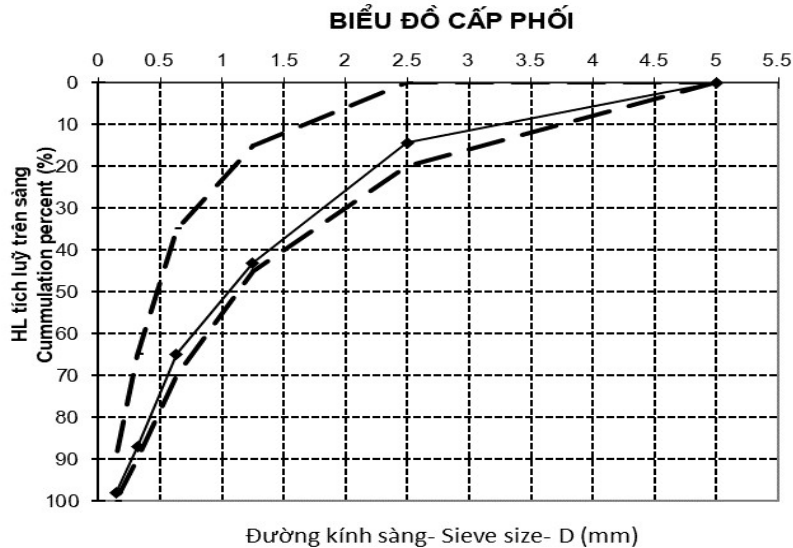
*Hình 2. Biểu đồ cấp phối hạt của cát nghiền Hà Nam***Bảng 4. Các chỉ tiêu vật lý của cát nghiền Hà Nam**

Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,68	Hàm lượng bùn đất (%)	1,8
KL thể tích xốp	Kg/m <sup>3</sup>	1405	Độ xốp (%)	47
Mô đun độ lớn		3,0	Lượng ngậm chất hữu cơ (%)	Nhạt hơn màu chuẩn

**Bảng 5. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát nghiền Quảng Ninh**

STT	Đường kính sàng (mm)	Trọng lượng trên sàng (g)	Lượng sót riêng biệt trên sàng, a <sub>i</sub> (%)	Lượng sót tích lũy trên sàng, A <sub>i</sub> (%)
1	5			
2	2,5	133	13,3	13,3

3	1,25	296	29,6	42,9
4	0,63	259	25,9	68,8
5	0,315	187	18,7	87,5
6	0,14	92	9,2	96,7
7	<0,14	31	3,1	100



Hình 3. Biểu đồ cấp phối hạt của cát nghiền Quảng Ninh

**Bảng 6. Các chỉ tiêu vật lý của cát nghiền Quảng Ninh**

Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,68	Hàm lượng bùn đất (%)	2.0
KL thể tích xốp	Kg/m <sup>3</sup>	1400	Độ xốp (%)	47,2
Mô đun độ lớn		2,9	Lượng ngậm chất hữu cơ (%)	Nhạt hơn màu chuẩn

Như vậy, đường cấp phối của cả ba loại cát đều nằm trong vùng chuẩn cấp phối nên cả ba loại cát đều đạt tiêu chuẩn để chế tạo bê tông

**Bảng 7. Thành phần hóa học của xi măng**

Nhà máy sản xuất	Thành phần hóa học của Klinker, %						
	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>	K <sub>2</sub> O+ 0,658Na <sub>2</sub> O
Chinfon	22,45	5,42	3,60	61,75	1,15	2,18	1,10

**Bảng 8. Thành phần hạt của đá dăm 5-10 và 10-20**

Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót tích lũy trên sàng, %			
	Kết quả thí nghiệm		Theo TCVN 7570:2006	
	5-10	10-20	5-10	10-20
40	0	0	0	0
20	0	8,62	0	0-10
10	12,02	81,5	0-10	40-70
5	97,55	99,38	90-100	90-100

**Bảng 9. Tổng hợp một số tính chất cơ lý của đá dăm**

Tên chỉ tiêu	Cỡ hạt 5-10	Cỡ hạt 10-20	Tiêu chuẩn thử
Khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt, kg/m <sup>3</sup>	1580	1576,5	TCVN 7572-5:2006
Khối lượng riêng ở trạng thái khô, g/cm <sup>3</sup>	2,73	2,74	TCVN 7572-5:2006
Độ rỗng ở trạng thái lèn chặt, %	42,1	42,4	TCVN 7572-6:2006
Khối lượng thể tích xốp, g/cm <sup>3</sup>	1,410	1,405	TCVN 7572-6:2006
Hàm lượng hạt thoi dẹt, %	11,2	12,0	TCVN 7572-13:2006
Hàm lượng bùn, bụi, sét, %	0,12	0,14	TCVN 7572-8:2006
Độ nén dập trạng thái khô, %	12,6	11,0	TCVN 7572-11:2006
Độ nén dập trạng thái ướt, %	11,7	11,3	TCVN 7572-11:2006

**Bảng 10. Thành phần hóa học của Tro bay nhiệt điện Hải Phòng**

TP hóa	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	MKN
%	1,08	1,29	5,43	23,04	0,1	0,2	0,1	46,56	7,44	11,41

#### 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

##### 4.1. Thiết kế cấp phối bê tông mác M300

##### 4.1.1. Thiết kế cấp phối bê tông mác M300 chỉ sử dụng cát tự nhiên

Bảng phương pháp lý thuyết và kinh nghiệm sử dụng các loại phụ gia tro bay và phụ gia siêu dẻo [1,2], tác giả đã thiết kế được cấp phối bê tông mác M300 chỉ sử dụng cát tự nhiên như bảng sau:

**Bảng 11. Cấp phối bê tông mác M300 chỉ sử dụng cát tự nhiên**

Cấp phối	Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Cát (kg)	Đá 5-10 (kg)	Đá 10-20 (kg)	Nước (lít)	Siêu dẻo (lít)
M300 <sub>TN</sub>	266	66	731	420	824	166	2,7

**4.1.2. Thiết kế cấp phối bê tông mác M300 sử dụng cát nghiền**

Cát nghiền được sử dụng thay thế cát tự nhiên với tỷ lệ dao động từ 30% đến 80%, mỗi bước thay thế trong nghiên cứu là 5%, các thành phần còn lại trong cấp phối được giữ nguyên.

Các cấp phối này được ký hiệu là M300<sub>HNxx</sub>, M300<sub>QNxx</sub> (trong đó: HN là Hà Nam, QN là Quảng Ninh, xx là tỷ lệ cát nghiền thay thế). Thành phần cấp phối bê tông mác M300 và kết quả thử nghiệm cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày như bảng sau:

**Bảng 12. Thành phần cấp phối bê tông mác M300 sử dụng cát nghiền**

STT	Mác bê tông	Thành phần cấp phối								Cường độ nén (kg/cm <sup>2</sup> )
		Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Cát nghiền (kg)	Cát tự nhiên (kg)	Đá 5-10 mm (kg)	Đá 10-20 mm (kg)	Nước (lít)	PG siêu dẻo (kg)	
1	M300 <sub>TN</sub>	266	66		731	420	824	166	2,7	320
2	M300 <sub>HN30</sub>	266	66	219	512	420	824	166	2,7	330
3	M300 <sub>HN35</sub>	266	66	256	475	420	824	166	2,7	335
4	M300 <sub>HN40</sub>	266	66	292	439	420	824	166	2,7	330
5	M300 <sub>HN45</sub>	266	66	329	402	420	824	166	2,7	325
6	M300 <sub>HN50</sub>	266	66	366	366	420	824	166	2,7	320
7	M300 <sub>HN55</sub>	266	66	402	329	420	824	166	2,7	320
8	M300 <sub>HN60</sub>	266	66	439	292	420	824	166	2,7	318
9	M300 <sub>HN65</sub>	266	66	475	256	420	824	166	2,7	315
10	M300 <sub>HN70</sub>	266	66	512	219	420	824	166	2,7	310
11	M300 <sub>HN75</sub>	266	66	548	183	420	824	166	2,7	310
12	M300 <sub>HN80</sub>	266	66	585	146	420	824	166	2,7	295
13	M300 <sub>QN30</sub>	266	66	219	512	420	824	166	2,7	328
14	M300 <sub>QN35</sub>	266	66	256	475	420	824	166	2,7	334
15	M300 <sub>QN40</sub>	266	66	292	439	420	824	166	2,7	330
16	M300 <sub>QN45</sub>	266	66	329	402	420	824	166	2,7	325
17	M300 <sub>QN50</sub>	266	66	366	366	420	824	166	2,7	320
18	M300 <sub>QN55</sub>	266	66	402	329	420	824	166	2,7	320
19	M300 <sub>QN60</sub>	266	66	439	292	420	824	166	2,7	316
20	M300 <sub>QN65</sub>	266	66	475	256	420	824	166	2,7	314
21	M300 <sub>QN70</sub>	266	66	512	219	420	824	166	2,7	310
22	M300 <sub>QN75</sub>	266	66	548	183	420	824	166	2,7	302
23	M300 <sub>QN80</sub>	266	66	585	146	420	824	166	2,7	290

**4.1.3. Nghiên cứu lựa chọn cấp phối tối ưu**

Việc lựa chọn cấp phối tối ưu thông qua đánh giá các tính chất: Độ chống thấm nước, độ thấm ion Cl<sup>-</sup>, độ sụt của hỗn hợp bê tông, khối lượng thể tích bê tông. Cấp phối tối ưu là cấp phối đạt đồng thời 05 tính chất kỹ thuật nêu trên, đồng thời là cấp phối có tỷ lệ sử dụng cát nghiền cao nhất. Đối với mỗi mác sẽ có 09 cấp phối bê tông được sử dụng tiến hành nghiên cứu (01 cấp phối chỉ sử dụng cát tự nhiên, 04 cấp phối sử dụng cát nghiền Hà Nam và 04 cấp phối sử dụng cát nghiền Quảng Ninh), những cấp phối được lựa chọn trong nghiên cứu này là những cấp phối có cường độ đạt mác yêu cầu và có tỷ lệ sử dụng cát nghiền lớn nhất.

Bê tông cho các công trình ven biển phải đảm bảo một số yêu cầu kỹ thuật sau: có độ chống thấm nước đạt từ 8 daN/cm<sup>2</sup> trở lên; độ

thấm ion clo ở mức rất thấp, ≤ 1000 cu lông; độ sụt hỗn hợp bê tông tùy theo mác bê tông, mác càng cao thì độ sụt càng lớn, cụ thể là có độ sụt SN=12±2 cm với mác M300, 14±2 cm với mác M400, 16±2 cm với mác M500 và 18±2 cm với mác M600; Khối lượng thể tích đạt 2400-2450 kg/m<sup>3</sup>.

Đối với bê tông mác M300, có 09 cấp phối sử dụng cho nghiên cứu này là: M300<sub>TN</sub>, M300<sub>HN60</sub>, M300<sub>HN65</sub>, M300<sub>HN70</sub>, M300<sub>HN75</sub>, M300<sub>QN60</sub>, M300<sub>QN65</sub>, M300<sub>QN70</sub>, M300<sub>QN75</sub>. Từ đây xác định được cấp phối tối ưu mác M300 gồm 01 cấp phối dùng cát nghiền Hà Nam và 01 cấp phối dùng cát nghiền Quảng Ninh. Việc đánh giá tính chất của bê tông được tiến hành thông qua các tiêu chuẩn hiện hành. Kết quả thí nghiệm đánh giá các tính chất bê tông mác M300 được thể hiện ở bảng sau:

**Bảng 13. Đánh giá các tính chất bê tông mác M300**

STT	Mác bê tông	Độ chống thấm nước (daN/cm <sup>2</sup> )	Độ thấm ion Cl <sup>-</sup> (Cu lông)	Độ sụt (cm)	Khối lượng thể tích (kg/m <sup>3</sup> )
1	M300 <sub>TN</sub>	8	900	13	2430
2	M300 <sub>HN60</sub>	8	850	12	2435
3	M300 <sub>HN65</sub>	8	850	11	2430
4	M300 <sub>HN70</sub>	8	920	10	2430
5	M300 <sub>HN75</sub>	6	1020 (mức thấp)	9	2420
6	M300 <sub>QN60</sub>	8	870	12	2430
7	M300 <sub>QN65</sub>	8	870	10	2425
8	M300 <sub>QN70</sub>	8	950	9	2425
9	M300 <sub>QN75</sub>	6	1070 (mức thấp)	8	2420

Đối chiếu các yêu cầu kỹ thuật đã được đề cập ở trên thì có hai cấp phối tối ưu bê tông mác M300 được lựa chọn là: M300<sub>HN70</sub>, và M300<sub>QN65</sub>.

**4.2. Thiết kế cấp phối bê tông mác M400, M500 và M600**

Việc thiết kế các cấp phối bê tông M400, M500 và M600 được tiến hành tương tự như đối với thiết kế cấp phối bê tông mác M300. Kết quả lựa chọn thành phần cấp phối tối ưu của bê tông mác M300 ÷ M600 được thể hiện ở bảng sau:

**Bảng 14. Tổng hợp các cấp phối tối ưu**

STT	Mác bê tông		Thành phần cấp phối							
			Xi măng (kg)	Tro bay (kg)	Cát nghiền (kg)	Cát tự nhiên (kg)	Đá 5-10 mm (kg)	Đá 10-20 mm (kg)	Nước (lít)	PG siêu dẻo (kg)
1	M300	M300 <sub>HN70</sub>	266	66	512	219	420	824	166	2,7
2		M300 <sub>QN65</sub>	266	66	475	256	420	824	166	2,7
3	M400	M400 <sub>HN65</sub>	312	88	464	250	410	808	160	3,6
4		M400 <sub>QN55</sub>	312	88	393	321	410	808	160	3,6
5	M500	M500 <sub>HN55</sub>	372	118	381	311	398	781	153	4,9
6		M500 <sub>QN45</sub>	372	118	311	381	398	781	153	4,9
7	M600	M600 <sub>HN45</sub>	429	151	302	369	385	758	145	6,4
8		M600 <sub>QN35</sub>	429	151	235	436	385	758	145	6,4

## 5. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này đã chỉ ra có thể sử dụng cát nghiền thay thế một phần cát tự nhiên trong sản xuất bê tông phục vụ thi công các công trình ven biển đạt cả hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật. Lượng dùng cát nghiền tối ưu sẽ tùy thuộc vào mác bê tông và loại cát nghiền cụ thể:

- Với cùng tỷ lệ thay thế cát nghiền thì những cấp phối sử dụng cát nghiền Hà Nam cho kết quả cường độ nén cao hơn cấp phối sử dụng cát nghiền Quảng Ninh.

- Có thể thay thế cát tự nhiên bằng cát nghiền Hà Nam (từ 45% đến 70%) và cát nghiền Quảng Ninh (từ 35% đến 65%) để chế tạo bê tông cho các công trình ven biển có mác M300 đến M600.

- Khi sử dụng cát nghiền với liều lượng càng lớn thì độ chống thấm nước giảm đi, độ thấm ion clo tăng dần, độ sụt giảm dần, không ảnh hưởng đến khối lượng thể tích.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Toàn Đức (2013), “Nghiên cứu sử dụng hỗn hợp tro xỉ than nhà máy nhiệt điện làm phụ gia cho bê tông”, Đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hà Nội.
2. Phạm Toàn Đức (2020), “Nghiên cứu sử dụng tro bay nguyên khai nhà máy nhiệt điện Hải Phòng làm phụ gia khoáng cải thiện tính chất bê tông khối lớn”, Đề tài cấp thành phố, Hải Phòng.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012), “Tiêu chuẩn TCVN 9205:2012 Cát nghiền cho bê tông và vữa”, Tiêu chuẩn Việt Nam, Hà Nội.