

# XỬ LÝ ĐÁ PHẾ PHẨM THÀNH CÁT NGHIÊN VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CÔNG TÁC CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG THƯƠNG PHẨM SỬ DỤNG CÁT NGHIÊN

Huỳnh Phương Nam<sup>1</sup>, Vũ Hoàng Trí<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

Nhận ngày 01/9/2020, chỉnh sửa ngày 09/11/2020, chấp nhận đăng 11/12/2020

## Tóm tắt

Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc tái chế, sử dụng nguồn vật liệu địa phương trong việc sản xuất bê tông thương phẩm, nhằm đưa ra hướng giải quyết nguồn vật liệu phế phẩm trong khai thác đá và thay thế nguồn cát tự nhiên đang ngày một khan hiếm. Trong nghiên cứu này, thực hiện việc khảo sát, đánh giá nguồn vật liệu cát nghiền và đá phế phẩm (hạt nhỏ hơn 5 mm) tại một số mỏ đá trên địa bàn thành phố Đà Nẵng. Quá trình lấy mẫu vật liệu, thí nghiệm và đánh giá chất lượng được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN 9205-2012. Kết quả nghiên cứu cho thấy nguồn vật liệu này chưa đáp ứng về chỉ tiêu thành phần hạt cốt liệu sử dụng trong bê tông xi măng, cần tiến hành các bước xử lý tỷ lệ hạt mịn bằng phương pháp gạn rửa, tuyển ướt hoặc tuyển tách khô trong công đoạn xử lý hạt mịn của công nghệ sản xuất cát nghiền đối với nguồn đá phế phẩm tại địa phương. Nghiên cứu tập trung vào việc thiết kế cấp phối bê tông thương phẩm sử dụng cát nghiền đã qua xử lý thay thế cho cát sông với tỉ lệ 0%, 30%, 50%, 70% và 100% trên cơ sở vẫn đảm bảo về tính công tác (độ sụt  $16 \pm 2$  cm), khả năng lưu giữ độ sụt trong thời gian lớn hơn 90 phút và đảm bảo cường độ cho bê tông mác 30.

**Từ khóa:** Cát nghiền, đá phế phẩm, cát sông, bê tông, độ sụt.

## Abstract

This study provides a background for using of recycled materials in the production of commercial concrete, to provide a solution for the source of waste materials in quarrying and to replace natural sand. This study carried out the survey and assessment of crushed-sand sources and waste rock (the grain diameter is less than 5 mm) in Da Nang city. Material sampling, testing and quality assessment were conducted according to TCVN 9205-2012 standard. Research results show that current material source has not met the criteria of aggregate particles used in cement concrete. It is necessary to take steps to treat the ratio of fine particles by washing decantation, wet sorting or dry separating in the fine-grained processing stage of crushed sand production technology for local waste rock sources. The study focused on the design of the commercial concrete mix using treated ground sand to replace river sand at a rate of 0%, 30%, 50%, 70% and 100% on a guaranteed basis. on work (slump)  $16 \pm 2$  cm, slump retention for more than 90 minutes and ensure strength criteria for concrete.

**Keywords:** crushed-sand, waste rock, natural sand, concrete, slump.

## 1. Giới thiệu

Trong thời gian qua, trên lĩnh vực xây dựng đang rất nan giải tình trạng sử dụng và khai thác cát tự nhiên một cách tràn lan, thiếu hụt trầm trọng nguồn cung cấp cho xây dựng và đô thị hóa hiện nay. Hệ lụy của vấn đề này đối với cả nước nói chung và địa bàn Quảng Nam, Đà Nẵng nói riêng là tình trạng cạn kiệt nguồn vật liệu cát, “cung không đủ cầu” nạn khai thác cát một cách ồ ạt, trái phép diễn biến phức tạp...gây ra tình trạng xói mòn, sạt lở nghiêm trọng trên nhiều nhánh sông ở các địa phương. Vấn nạn ô nhiễm môi trường, tác động nguồn nước sinh hoạt, tình hình an ninh trật tự phức tạp gây nên nhiều sự bức xúc trong nhân dân.

Cũng trong lĩnh vực xây dựng, để đáp ứng nhu cầu phát triển của xây dựng cơ bản trên địa bàn thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam hiện nay có trên 10 đơn vị với hơn 20 trạm bê tông thương phẩm chuyên cung cấp bê tông cho hầu hết các công trình xây dựng trên địa bàn, tình trạng khai thác tại các mỏ đá dăm để phục vụ sản xuất tạo ra một lượng lớn nguyên liệu là đá phế phẩm, nhưng hiện nay chỉ sử dụng để san lấp cho các công trình dân dụng

nhỏ hoặc dùng cho cấp phối đá dăm nền đường và bê tông nhựa đường. Một lượng lớn còn lại trở thành phế phẩm tồn tại các mỏ khai thác, gây nên tình trạng ô nhiễm môi trường không khí và môi trường nước do các thành phần hạt mịn, bụi trong đó gây ra. Để giải quyết các vấn đề về khan hiếm nguồn cát sông và sản phẩm từ khai thác đá (đá dăm). Ngày 9/6/2017 chính phủ đã ra nghị quyết số 46/NQ-CP về “Giải pháp khắc phục tình trạng khan hiếm cát xây dựng ở một số địa phương; các giải pháp sản xuất vật liệu thay thế cát tự nhiên để hạn chế tình trạng khai thác cát lòng sông”; cùng với đó, các văn bản của Bộ Xây dựng tại: Công văn số 1313/BXD-VLXD ngày 09/6/2017 gửi Thủ tướng Chính phủ về việc “Giá cát xây dựng, đề xuất các giải pháp”; Công văn số 1421/BXD-VLXD ngày 22/6/2017 về việc “Đề nghị Ủy ban nhân dân các tỉnh thành phố trực thuộc Trung ương chỉ đạo các cơ quan liên quan tính toán cân đối cung cầu cát xây dựng và vật liệu san lấp, hạn chế sử dụng cát tự nhiên khai thác từ lòng sông để làm vật liệu san lấp, sử dụng cát tự nhiên tiết kiệm có hiệu quả, đặc biệt sử dụng cát nghiền nhân tạo cho bê tông và vữa thay thế cát tự nhiên”; Công

văn số 1531/BXD-VLXD ngày 05/7/2017 gửi Văn phòng Chính phủ về việc “Tăng cường quản lý nhà nước đối với hoạt động khai thác kinh doanh cát, sỏi”.

Thực trạng này cho thấy vấn đề tăng cường khoa học công nghệ nhằm nghiên cứu khảo sát, đánh giá, tìm kiếm giải pháp xử lý nguồn vật liệu đá phế phẩm tại địa phương theo các tính chất cơ lý của cát nghiền, từ đó thiết kế và thực nghiệm các thành phần cấp phối theo định hướng thay thế cho cát sông dùng trong hỗn hợp bê tông nhưng vẫn đảm bảo về tính công tác (độ sụt), khả năng lưu giữ độ sụt trong hỗn hợp bê tông thương phẩm để đáp ứng nhu cầu xây dựng và góp phần giải quyết bài toán ô nhiễm môi trường hiện nay.

**2. Khảo sát nguồn vật liệu và thí nghiệm tính chất cơ lý của cát nghiền và đá phế phẩm (đá mặt - hạt nhỏ hơn 5 mm).**

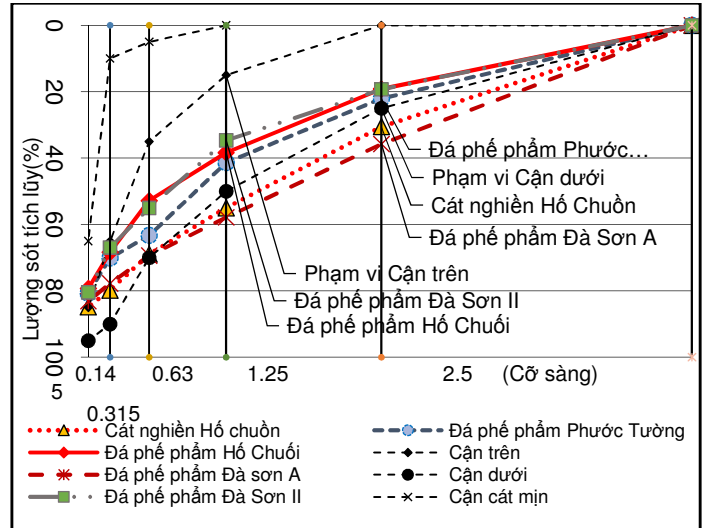
Đối với vật liệu cát nghiền và đá phế phẩm (đá mặt), đây là đối tượng nghiên cứu nên các mẫu sẽ được lấy ở nhiều mỏ đá khác nhau, phân bố rải rác trên địa bàn thành phố Đà Nẵng để tiến hành thí nghiệm chỉ tiêu cơ lý đầu vào và lựa chọn nguồn hợp lý để phục vụ cho các phần tiếp theo của nghiên cứu. Các mỏ được tiến hành khảo sát bao gồm:

- + Mẫu cát nghiền Hồ chuẩn, xã Hòa Ninh, Hòa Vang, TP Đà Nẵng.
- + Mẫu đá phế phẩm : Hồ chuối, phường Hòa Khánh Bắc, Liên chiểu, Đà Nẵng.
- + Mẫu đá phế phẩm: Đà Sơn (A và II) , phường Hòa Khánh Nam, Liên chiểu, Đà Nẵng.
- + Mẫu đá phế phẩm: Phước Tường , phường Hòa Phát, Cẩm Lệ, Đà Nẵng.

Chỉ tiêu cơ lý, thành phần hạt của cát nghiền và đá phế phẩm được thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 7572:2006 và yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 9205-2012 và kết quả cho ở bảng 1.

**Bảng 1.** Chỉ tiêu thành phần hạt của cát nghiền và đá phế phẩm

Cỡ sàng (mm)	Thành phần cấp phối hạt				
	Lượng sót tích lũy (%)				
	Cát nghiền Hồ Chuẩn	Đá phế phẩm Hồ Chuối	Đá phế phẩm Đà Sơn A	Đá phế phẩm Đà Sơn II	Đá phế phẩm Phước Tường
5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	30.55	19.20	35.76	19.29	22.06
1.25	54.98	38.37	57.84	34.67	41.36
0.63	68.93	52.81	69.37	55.03	63.28
0.315	79.76	68.36	77.78	66.95	70.11
0,14	84.80	79.26	83.10	80.44	80.70
<0,14	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mô đun độ lớn (M <sub>dl</sub> )	3.19	2.58	3.24	2.56	2.78



**Hình 1.** Biểu đồ thành phần của cát nghiền và đá phế phẩm

**Nhận xét:** Theo TCVN 9382:2012 - Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền.

Mẫu cát nghiền Hồ chuẩn có mô đun độ lớn, M<sub>dl</sub> = 3.19 cao; lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm lớn hơn 20% và lượng hạt nhỏ hơn 0.15 mm lớn hơn 15%, không phù hợp yêu cầu kỹ thuật dùng để chế tạo Bê tông. Cần nghiên cứu hướng phối trộn thành phần cốt liệu và xử lý giảm hạt nhỏ hơn 0.15 mm trước khi sử dụng cho hỗn hợp bê tông.

Mẫu đá phế phẩm Hồ chuối có mô đun độ lớn có M<sub>dl</sub> = 2.58, nằm ở giá trị trung bình, phù hợp với hỗn hợp bê tông bơm và bê tông có yêu cầu mác chống thấm; Lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm nhỏ hơn 20%, phù hợp để dùng trong bê tông sử dụng cát nghiền. Nhưng lượng hạt nhỏ hơn 0.15 mm lớn hơn 15%, không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Cần nghiên cứu biện pháp giảm % hạt mịn hoặc phối trộn giữa các loại cát, trước khi thiết kế cấp phối bê tông.

Mẫu đá phế phẩm Đà Sơn (A) có M<sub>dl</sub> = 3.24, lớn, lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm lớn hơn 20 % và lượng hạt nhỏ hơn 0.15 mm lớn hơn 15 %. Mẫu không đạt các yêu cầu cho phép dùng để chế tạo Bê tông. Cần nghiên cứu hướng phối trộn thành phần cốt liệu.

Mẫu đá phế phẩm Đà Sơn (II) có M<sub>dl</sub> = 2.56, nằm ở giá trị trung bình phù hợp với hỗn hợp bê tông bơm và bê tông có yêu cầu mác chống thấm; Lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm nhỏ hơn 20%, phù hợp để dùng trong bê tông sử dụng cát nghiền. Nhưng lượng hạt nhỏ hơn 0.15 mm lớn hơn 15%, không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật về cát nghiền sử dụng cho bê tông. Cần nghiên cứu biện pháp giảm % hạt mịn hoặc phối trộn giữa các loại cát, trước khi thiết kế cấp phối bê tông.

Mẫu đá phế phẩm Phước tường có M<sub>dl</sub> = 2.78, nằm ở giá trị cao, lượng hạt từ 2,5 mm đến 5 mm lớn hơn 20%, không phù hợp với hỗn hợp bê tông bơm và bê tông có yêu cầu mác chống thấm. Lượng sót tích lũy trên cỡ sàng 0.315 mm thấp, không đồng đều về thành phần cấp phối hạt. Đối với cỡ hạt nhỏ hơn 0.15 mm có lượng sót tích lũy lớn hơn 15%, không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật về cát nghiền sử dụng cho bê tông. Cần nghiên cứu biện pháp giảm % hạt mịn, phối trộn giữa các loại cát để tăng thành phần hạt ở từ

0.315 đến 0.63 mm và giảm lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm, trước khi đưa vào cấp phối bê tông.

**3. Nghiên cứu xử lý nguồn đá đá phế phẩm theo yêu cầu kỹ thuật của cát nghiền và đề xuất cải tạo nguồn đá phế phẩm tại địa phương**

**3.1. Đề xuất cải tạo nguồn đá mặt tại địa phương**

Để xử lý thành phần hạt mịn trong sản xuất cát nghiền hiện nay, công nghệ sử dụng thông thường theo phương pháp tuyển ướt hoặc tuyển tách khô. Mỗi công nghệ có ưu nhược điểm khác nhau nhưng đều có nhiệm vụ loại bỏ bụi ra khỏi cát. Hiện nay đối với các nước tiên tiến trên thế giới, xu hướng sử dụng phương pháp tách ướt chiếm đa số hơn. Lý do nằm ở chi phí đầu tư và hiệu quả mang lại. Phổ biến nhất khu vực về làm cát nhân tạo có Hàn Quốc, Thái Lan, Nhật Bản, Ấn Độ với các trạm nghiền cát từ đá và sỏi sông. Trên cơ sở kết quả khảo sát một số nguồn vật liệu tại địa phương và trang thiết bị hiện nay, việc đầu tư xử lý, cải tạo nguồn đá phế phẩm tại địa phương để dùng trong bê tông là rất khả dĩ.

**3.2. Xử lý nguồn vật liệu dùng trong nghiên cứu**

**3.2.1. Lựa chọn nguồn vật liệu nghiên cứu**

Hiện tại, Ở mỏ đá Hồ Chuối trên địa bàn thành phố Đà Nẵng có tiến hành sản xuất sản phẩm cát nghiền, nhưng chủ yếu phục vụ cho các trạm bê tông nhựa nên trữ lượng không nhiều và thành phần hạt khi xử lý trong quá trình nghiền không đảm bảo để dùng trong hỗn hợp bê tông xi măng.

Mặt khác, hiện tại ở các mỏ khai thác đá khác, lượng dư thừa của quá trình nghiền đá đang tồn tại một trữ lượng rất lớn là đá phế phẩm nhỏ hơn 5 mm (hay còn gọi là đá mặt). Sản phẩm này, nếu qua quá trình xử lý loại bỏ bớt thành phần hạt mịn nhỏ 0.14 mm bằng các dây chuyền trong phân đoạn xử lý hạt mịn của cát nghiền, thì thành phần hạt của nguồn đá phế phẩm này, có thể nghiên cứu sử dụng được trong hỗn hợp bê tông và bê tông xi măng.

Trên cơ sở khảo sát và các bước thí nghiệm đã tiến hành ban đầu, nghiên cứu lựa chọn mẫu đá phế phẩm nhỏ hơn 5 mm Hồ Chuối để tiến hành các bước xử lý thành phần hạt theo yêu cầu kỹ thuật của cát nghiền dùng cho bê tông.

Mẫu đá phế phẩm Hồ Chuối sau khi xử lý sẽ được gọi chung là cát nghiền.

**3.2.2. Xử lý vật liệu nghiên cứu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu.**

- + Phương pháp xử lý hạt mịn: sử dụng sàng để gạn rửa.
- + Xác định chỉ tiêu cơ lý của vật liệu : theo TCVN 9205-2012:

Cát nghiền cho bê tông và vữa.

Trong quá trình gạn rửa vật liệu đá phế phẩm hàm lượng hạt mịn nhỏ hơn 0.14 mm xuống còn tỷ lệ thành phần nhỏ hơn 15% theo chỉ dẫn của TCVN 9382:2012, nhưng vẫn giữ tỷ lệ hạt này cao, để đảm bảo tính ứng dụng xử lý nguồn đá phế phẩm tại địa phương.

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của mẫu cát nghiền được thống kê trong bảng 2 và bảng 3.

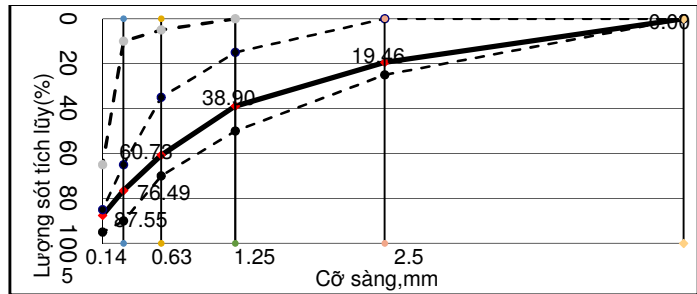
**Bảng 2.** Chỉ tiêu thành phần hạt của cát nghiền (đã xử lý)

Thành phần cấp phối hạt		
Cỡ sàng	Lượng sót từng sàng	Lượng sót tích lũy
( mm )	( % )	( % )
5.00	0.00	0.00
2.50	19.46	19.46

Thành phần cấp phối hạt		
Cỡ sàng	Lượng sót từng sàng	Lượng sót tích lũy
1.25	19.44	38.90
0.63	21.83	60.73
0.315	15.76	76.49
0,14	11.06	87.55
<0,14	12.45	100.00

**Bảng 3.** Các chỉ tiêu cơ lý của mẫu cát nghiền (đã xử lý)

Các chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Tiêu Chuẩn thí nghiệm
Khối lượng riêng	(g/cm <sup>3</sup> )	2.775	TCVN 7572-4:06
Khối lượng thể tích (khô)	(g/cm <sup>3</sup> )	2.730	TCVN 7572-4:06
Khối lượng thể tích (bão hòa)	(g/cm <sup>3</sup> )	2.746	TCVN 7572-4:06
Khối lượng thể tích xốp	(Kg/m <sup>3</sup> )	1598.5	TCVN 7572-6:06
Độ hong	( % )	41.45	TCVN 7572-6:06
Độ hút nước	( % )	0.59	TCVN 7572-4:06
Hàm lượng clorua	( % )	0.0062	TCVN 7572-15:06
Modul độ lớn		2.83	TCVN 7572-2:06
Lượng hạt < 0,14mm	( % )	12.45	TCVN 7572-2:06



**Hình 2.** Biểu đồ thành phần của cát nghiền (đã xử lý).

Theo TCVN 9382:2012, mẫu cát nghiền (đã xử lý) có  $M_{d1} = 2.83$ , nằm ở giá trị cao, đối với hỗn hợp bê tông bơm và bê tông có yêu cầu mức chống thấm cần sử dụng cát hỗn hợp được phối trộn giữa cát trên và cát có  $M_{d1}$  thấp; Lượng hạt từ 2.5 mm đến 5 mm nhỏ hơn 20%, phù hợp để dùng trong bê tông sử dụng cho hỗn hợp bê tông.

Chỉ tiêu cơ lý về thành phần clorua trong mẫu cát nghiền là 0.0062 đảm bảo yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 9205 về cát nghiền dùng cho bê tông và vữa (< 0.01 đối với bê tông dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước; < 0.05 đối với bê tông dùng trong các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép và vữa thông thường.

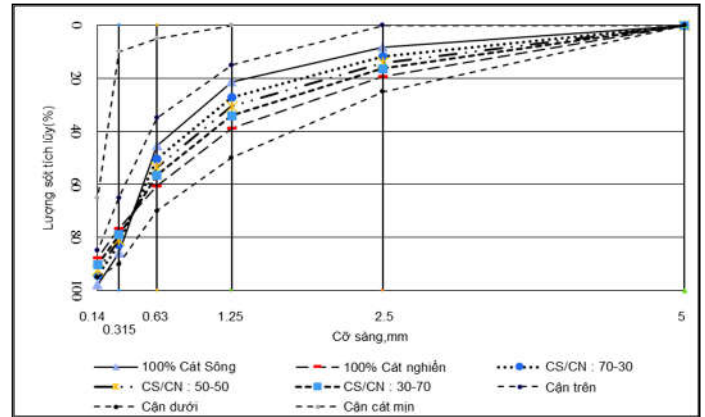
**3.3. Thí nghiệm cơ lý của nguồn vật liệu được thay thế**

Cát sông dùng trong nghiên cứu có nguồn gốc khai thác từ mỏ Cát Hà Nha – huyện Đại lộc, tỉnh Quảng Nam. Đây là nguồn cung cấp cát chính cho các trạm bê tông thương phẩm và các công

trình xây dựng trên địa bàn thành phố Đà Nẵng. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của mẫu được thống kê ở bảng 4.

**Bảng 4.** Thành phần hạt của cát sông

Thành phần cấp phối hạt		
Cỡ sàng (mm)	Lượng sót từng sàng (%)	Lượng sót tích lũy (%)
5.00	0.00	0.00
2.50	8.16	8.16
1.25	13.10	21.27
0.63	24.11	45.38
0.315	40.47	85.85
0,14	11.95	97.80
<0,14	2.20	100.00



**Hình 4.** Biểu đồ thành phần hạt phối trộn cát sông - cát nghiền.

Theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 9205:2012 về cát nghiền cho bê tông và vữa, lượng sót tích lũy trên sàng 0.14 mm đối với cát thô dùng cho bê tông nằm trong khoảng (80 - 95 %) và mục 3.2.2 - TCVN 9382:2012 - Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền, nên sử dụng cát có lượng hạt từ 2,5 mm đến 5 mm không lớn hơn 20 % và lượng hạt nhỏ hơn 0,15 mm từ 5 % đến 15 %. Trong quá trình xử lý hạt mịn của nguồn đá phế phẩm phục vụ cho nghiền cứu theo hướng giảm tối thiểu công tác tuyển ướt vật liệu (mục 2.3.1.2) nhằm đảm bảo tính ứng dụng xử lý nguồn đá phế phẩm tại địa phương. Dựa vào cơ sở trên và kết hợp bảng 8, hình 8, lượng hạt trên sàng 0.14 ở tỷ lệ phối trộn của Cát sông/Cát nghiền (70% / 30%) là 94.61% , nghiền cứu lựa chọn các cấp phối bê tông của mức thiết kế C30 ở tuổi 7 ngày, có tỷ lệ phối trộn Cát sông/Cát nghiền lần lượt là:

- + 100% Cát sông / 0% Cát nghiền (C30\_100S/0N), đây là cấp phối để đối sánh
- + 70% Cát sông / 30% Cát nghiền (C30\_70S/30N)
- + 50% Cát sông / 50% Cát nghiền (C30\_50S/50N)
- + 30% Cát sông / 70% Cát nghiền (C30\_30S/70N)
- + 0% Cát sông / 100% Cát nghiền (C30\_0S/100N)

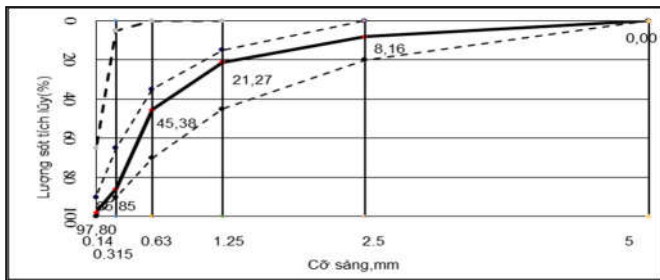
**4.2. Thiết kế thành phần cấp phối :**

Yêu cầu đặt ra trong quá trình thiết kế: Cần đạt độ sụt, khả năng duy trì tính công tác (lưu giữ độ sụt) của hỗn hợp bê tông và vẫn đảm bảo về cường độ bê tông cần thiết kế, nhằm phù hợp với điều kiện sử dụng trong lĩnh vực bê tông thương phẩm.

Cơ sở thiết kế thành phần cấp phối được tiến hành theo, TCVN 9382:2012 - Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền.

TCVN 10306: 2014 Bê tông cường độ cao - thiết kế thành phần mẫu hình trụ.

Quá trình tính toán vật liệu thay thế được thực hiện theo đơn vị thể tích, sau đó quy về đơn vị khối lượng để thuận tiện trong quá trình định lượng vật liệu cho cấp phối. Kết quả thiết kế cấp phối được cho trong bảng 6.



**Hình 3.** Biểu đồ thành phần của cát sông.

Theo TCVN 7570: 2006, mẫu cát sông có  $M_{dl} = 2.51 > 2$  thuộc nhóm cát hạt thô, đạt các yêu cầu kỹ thuật. Các chỉ tiêu khác của các đảm bảo yêu cầu kỹ thuật dùng cho bê tông. Do đặc thù địa hình, đây là loại cát phổ biến ở miền trung nói chung và Đà Nẵng nói riêng, nên việc loại chọn loại cát này để sử dụng phối trộn với cát nghiền là phù hợp.

**4. Kết quả thí nghiệm tính công tác của hỗn hợp bê tông được thay thế bằng cát nghiền được xử lý từ đá phế phẩm trên địa bàn thành phố Đà Nẵng**

**4.1. Lựa chọn tỷ lệ phối trộn cát.**

Tiến hành phối trộn hai loại cát sông và cát nghiền, quá trình phối trộn được thực hiện theo đơn vị thể tích, sau đó quy về khối lượng để thuận tiện trong quá trình định lượng vật liệu cho cấp phối. Kết quả phối trộn được thể hiện trong bảng 5.

**Bảng 5.** Chỉ tiêu thành phần hạt của cát phối trộn

Cỡ sàng (mm)	Lượng sót tích lũy trên sàng, của				
	100% Cát sông	100% Cát nghiền	Cát sông/ Cát nghiền 70% / 30%	Cát sông/ Cát nghiền 50% / 50%	Cát sông/ Cát nghiền 30% / 70%
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5	8.16	19.46	11.68	13.96	16.19
1.25	21.27	38.90	26.75	30.32	33.80
0.63	45.38	60.73	50.15	53.25	56.29
0.315	85.85	76.49	82.94	81.05	79.19
0.14	97.80	87.55	94.61	92.54	90.52
M <sub>dl</sub>	2.58	2.83	2.66	2.71	2.76

**Bảng 6.** Thành phần cấp phối bê tông thiết kế.

Kí hiệu cấp phối	Tỷ lệ phối trộn Cát sông/ Cát nghiền	Thành phần vật liệu cho 1 m <sup>3</sup> bê tông						
		Xi măng PCB 40 (kg)	Cát (kg)		Đá dăm (kg)		Nước (Lít)	Phụ Gia (Lít)
			Cát sông	Cát nghiền	5x20 (mm)	5x10 (mm)		
C30_100S/0N	100/0	410	770	0	856	214	172	4.51
C30_70S/30N	70/30	410	539.0	243.7	856	214	176.5	4.51
C30_50S/50N	50/50	410	385	406.2	856	214	179	4.51
C30_30S/70N	30/70	410	231	568.6	856	214	182	4.51
C30_0S/100N	0/100	410	0	812.4	856	214	186	4.51

**Bảng 7.** Kết quả theo dõi tính công tác của hỗn hợp bê tông

Kí hiệu cấp phối	Thời gian (Phút)									
	5	30	45	60	90	120	150	180	210	
C30_100S/0N	18	17.5	18	17	16.5	15.5	14.5	12.5	6.5	
C30_70S/30N	18	18	17.5	16	16	15.5	14	7	-	
C30_50S/50N	18	17.5	17.5	16.5	16	15	13.5	5.5	-	
C30_30S/70N	18	18	17.5	16	16	14.5	11.5	3	-	
C30_0S/100N	18	18	17.5	15.5	14.5	12.5	7	-	-	

**4.3. Thực nghiệm tính công tác của hỗn hợp bê tông :**

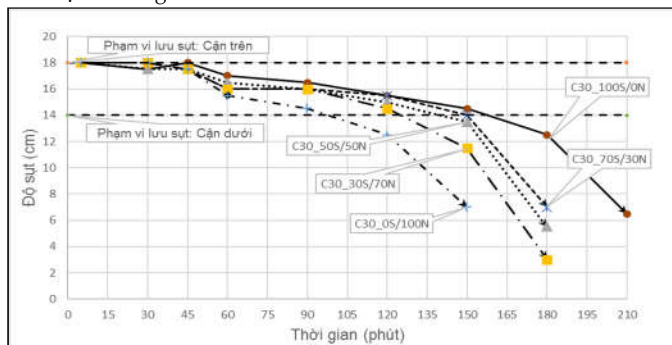
Các hỗn hợp bê tông được trộn bằng máy trộn cưỡng bức trục ngang (theo quy trình trộn hai bậc ở các trạm bê tông thương phẩm)

Nhiệt độ trộn ban đầu khống chế dưới 40°C, nhiệt độ duy trì của hỗn hợp khi tiến hành kiểm tra khả năng lưu giữ độ sụt của hỗn hợp là 35°C để đảm bảo điều kiện của hỗn hợp bê tông thường phẩm.

Trong quá trình thực nghiệm cấp phối cần xác định chính xác khoảng thời gian duy trì tính công tác (lưu giữ độ sụt) của hỗn hợp. Khi tiến hành điều chỉnh để đạt được cấp phối có độ sụt phù hợp thì cần loại bỏ và tiến hành trộn lại cấp phối đã đạt yêu cầu để tiến hành theo dõi tính lưu giữ độ sụt.

Quá trình thực hiện, yêu cầu kỹ thuật tuân theo TCVN 9340:2012 về Hỗn hợp bê tông trộn sẵn.

Kết quả theo dõi tính công tác của hỗn hợp bê tông được thể hiện ở bảng 7.



**Hình 5.** Biểu đồ theo dõi tính công tác của hỗn hợp bê tông

Thời gian duy trì tính công tác của các hỗn hợp bê tông thiết kế đều có khả năng duy trì tính công tác hơn 95 phút. Hỗn hợp

bê tông sử dụng cát tự nhiên có thời gian duy trì cao nhất trong nhóm cấp phối, các cấp phối còn lại mất dần tính công tác khi tỷ lệ sử dụng cát nghiền tăng lên. Tùy vào đặc điểm của hạng mục thi công, có thể lựa chọn cấp phối phù hợp trong quá trình sử dụng.

Bán thân hạt mịn trong cát nghiền có bề mặt gồ ghề, góc cạnh hơn cát sông nên trong hỗn hợp bê tông sẽ làm giữ một lượng nước tự do, tăng sức căng mặt ngoài của nước gây nên hiện tượng suy giảm nhanh độ sụt của hỗn hợp bê tông.

Đối với cấp phối được thay thế bằng 100% cát nghiền, tính công tác khó duy trì hơn các cấp phối được phối trộn giữa cát sông và cát nghiền. Do quá trình khi xử lý cát nghiền đảm bảo về thành phần hạt mịn < 15%, nhưng tỷ lệ lượng hạt này vẫn còn cao, 12.45% (bảng 2) làm tăng tỷ diện bề mặt, bán thân hạt có độ nhám, gồ ghề bề mặt đã làm giữ một lượng nước tự do trong hỗn hợp, gây cản trở tính công tác của phụ gia, làm ảnh hưởng đến việc suy giảm độ sụt nhanh hơn.

Theo hình 5, ngoại trừ cấp phối được thay thế bằng 100% cát nghiền, độ sụt của các hỗn hợp suy giảm chậm, kéo dài được hơn 120 phút, nhưng sau đó đều có xu hướng giảm độ lưu động một cách đột ngột, quá trình này ảnh hưởng bởi đặc tính phụ gia duy trì tính công tác. Bán chất của phụ gia được sử dụng nhằm trì hoãn quá trình xảy ra sự thủy hóa của xi măng, giảm sức căng mặt ngoài của nước để tạo nên độ linh động cho hỗn hợp, sau thời gian kéo dài, xi măng bắt đầu xảy ra quá trình thủy hóa mạnh làm giảm lượng nước nhiều gây nên sự suy giảm đột ngột tính công tác của các hỗn hợp.

Dựa vào biểu đồ (hình 5) có thể thấy rằng, nhóm hỗn hợp bê tông dùng cát phối trộn đều có khả năng duy trì tính công tác ổn định và kéo dài hơn, tách biệt hỗn hợp bê tông sử dụng hoàn toàn bằng cát nghiền. Các cấp phối khi được sử dụng cát phối trộn, về cơ bản có sự xen kẽ của các thành phần hạt mịn trong



cát, hàm lượng hạt mịn khi chèn lấp nhau sẽ làm giảm sức căng mặt ngoài của nước trên bề mặt hạt cát nghiền. Giảm tính năng ngậm nước bề mặt của các hạt lớn hơn, tạo điều kiện cho phụ gia dùng trong hỗn hợp được phát huy tính công tác.

Nhìn chung, các hỗn hợp bê tông được phối trộn giữa cát sông và cát nghiền vẫn có tính tương đồng về đặc điểm công tác, đảm bảo được khả năng sử dụng trong thi công.

Đối với cấp phối sử dụng thay thế bằng 100% cát nghiền vẫn phù hợp với điều kiện thi công đổ xả cho các trạm bê tông thương phẩm có cự ly vận chuyển gần hoặc trạm trộn bê tông tại công trường.

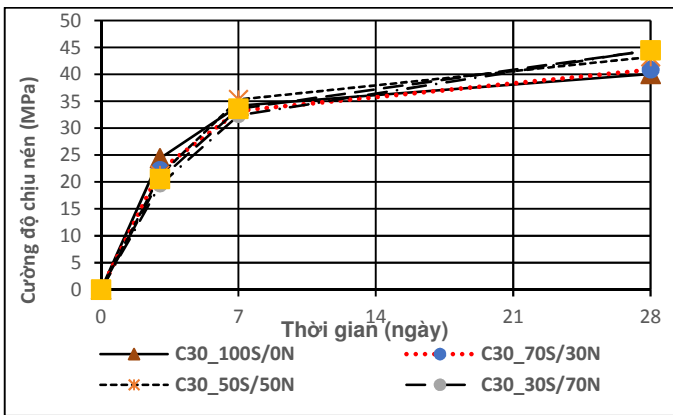
**4.4. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông :**

Cường độ mẫu thử được tiến hành theo quy trình ASTM C39: Tiêu chuẩn thí nghiệm cường độ nén mẫu hình trụ ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày để kiểm tra diễn tiến cường độ của các cấp phối đã thiết kế.

Kết quả thí nghiệm được thống kê trong bảng 8.

**Bảng 8.** Kết quả thí nghiệm cường độ mẫu bê tông thiết kế C30 SN: 16 ± 2 ( 7 ngày tuổi)

STT	Kí hiệu cấp phối	Cường độ nén mẫu (Mẫu trụ 15 x 30 cm)		
		3 Ngày	7 Ngày	28 Ngày
1	C30_100S/0N	24.4	34.2	40.0
2	C30_70S/30N	22.2	33.3	40.9
3	C30_50S/50N	21.3	35.3	43.2
4	C30_30S/70N	19.5	32.4	44.6
5	C30_0S/100N	20.6	33.6	44.5



**Hình 6.** Biểu đồ phát triển cường độ của bê tông C30 theo thời gian

Kết quả thí nghiệm cho thấy khi tiến hành thay thế cát sông bằng cát nghiền, cần điều chỉnh cấp phối để đảm bảo tính công tác của hỗn hợp bê tông nhưng giá trị cường độ vẫn đảm bảo theo yêu cầu thiết kế 30 MPa ở tuổi 7 ngày, độ sụt 16 ± 2 cm.

Cường độ ở 3 ngày có sự chênh lệch khoảng 25% và cường độ của cấp phối sử dụng tỷ lệ cát nghiền càng cao, cường độ phát triển chậm hơn. Nhưng ở tuổi 7 ngày chênh lệch cường độ chỉ còn khoảng 9% và cấp phối sử dụng cát nghiền có xu hướng phát triển cường độ nhanh hơn. Ở tuổi 28 ngày, chênh lệch cường độ khoảng 11.5 %, song giá trị cường độ của các cấp phối sử dụng cát nghiền lúc này có khuynh hướng cao hơn bê tông sử dụng 100% cát sông.

**5. Kết luận:**

Từ kết quả khảo sát thực tế cùng với cơ sở lý thuyết khoa học được nghiên cứu, nhóm tác giả đưa ra nhận định về các nguồn cốt liệu đá phế phẩm trên địa bàn và tính công tác của các hỗn hợp bê tông được thay thế bằng cát nghiền được xử lý như sau:

Nguồn cốt liệu: Nhìn chung, vật liệu đá phế phẩm trên địa bàn không đảm bảo các yêu kỹ thuật của cát nghiền sử dụng cho bê tông, nhưng khả năng cải tạo nguồn vật liệu này theo công đoạn xử lý hạt mịn trong dây chuyền xử lý cát nghiền thì khả năng tận dụng nguồn vật liệu này rất cao, đảm bảo khả năng giải quyết sản phẩm phế thải và tận dụng được nguồn vật liệu phù hợp thay thế cát sông.

Tính công tác của hỗn hợp bê tông: Trên cơ sở kết quả nghiên cứu có thể nhận định rằng, khi sử dụng nguồn vật liệu được xử lý tái chế từ nguồn đá phế phẩm trên địa bàn theo quy trình của cát nghiền, các hỗn hợp bê tông được thay thế theo các tỷ lệ vẫn đảm bảo tính công tác theo thời gian, phù hợp yêu cầu của sản xuất bê tông thương phẩm. Đối với sản phẩm hỗn hợp bê tông được thay thế bằng 100% cát nghiền, cần cân nhắc điều kiện thi công thực tế, quy trình cấp (bơm, đổ xả) do đặc tính của hỗn hợp này rất khó duy trì được tính công tác.

*Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQĐN với đề tài có mã số : T2019-02-66*

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Nguyễn Văn Hiệp (2019). Luận văn thạc sĩ “Nghiên cứu sử dụng cát nghiền thay thế cát thiên nhiên trong bê tông mặt đường trên địa bàn huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên Huế”, - Trung tâm học liệu và truyền thông - Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng.
- [2]. TCVN 9205 : 2012 (2012). Tiêu chuẩn Quốc gia - Cát nghiền cho bê tông và vữa. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [3]. TCVN 9382:2012 (2012). Tiêu chuẩn Quốc gia - Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [4]. TCVN 10306:2014 (2014) Tiêu chuẩn Quốc gia - Bê tông cường độ cao về thiết kế thành phần mẫu hình trụ.
- [5]. TCVN 7572: 2006 (2006). Tiêu chuẩn Quốc gia - Cốt liệu cho bê tông và vữa\_Phương pháp thử. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [6]. TCVN 7570: 2006 (2006). Tiêu chuẩn Quốc gia - Cốt liệu cho bê tông và vữa\_Yêu cầu kỹ thuật. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [7]. TCVN 4030:2003 (2003). Tiêu chuẩn Quốc gia - Xi măng\_phương pháp xác định độ mịn. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [8]. TCVN 6016:2011 (2011). Tiêu chuẩn Quốc gia - Xi măng\_Xác định cường độ - Phương pháp thử. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [9]. TCVN 6017:2015 (2015). Tiêu chuẩn Quốc gia -Xi măng\_Phương pháp xác định thời gian đông kết và độ ổn định thể tích. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [10]. TCVN 6260:2009 (2009). Tiêu chuẩn Quốc gia - Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [11]. TCVN 4506:2012 (2012). Tiêu chuẩn Quốc gia - Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [12]. TCVN 8826:2011 (2011). Tiêu chuẩn Quốc gia - Phụ gia hóa học cho bê tông. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [13]. TCVN 9340:2012 (2011). Tiêu chuẩn Quốc gia - Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [14]. TCVN 3105:1993 (2011). Tiêu chuẩn Quốc gia - Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử. NXB Xây dựng, Hà Nội
- [15]. TCVN 3106:1993 (2011). Tiêu chuẩn Quốc gia - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt. NXB Xây dựng, Hà Nội