

GIỚI HẠN HÀM LƯỢNG CLORUA VÀ SUNPHAT TRONG CÁT CHO BÊ TÔNG VÀ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CÁT BIỂN RỬA TRÔI CHO BÊ TÔNG

Nguyễn Phan Duy¹, Lê Văn Đông¹

¹Khoa Xây dựng, trường Đại học Xây dựng Miền Trung

Nhận ngày 03/02/2021, thẩm định ngày 11/2/2021, chỉnh sửa ngày 12/04/2021, chấp nhận đăng 15/06/2021

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày tổng quan về giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong cát cho bê tông trong tiêu chuẩn của nước ta và một số nước khác trên thế giới. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giới hạn hàm lượng clorua trong cát cho bê tông quy định trong tiêu chuẩn các nước trên thế giới là khác nhau và dao động từ 0,01 % đến 0,15 %, giới hạn hàm lượng sunphat nhỏ hơn 1 %. Để đánh giá khả năng sử dụng cát biển cho bê tông, tác giả tiến hành phân tích thành phần hạt của cát biển cho mẫu cát thu thập trên biển Tp. Tuy Hoà và rửa trôi bằng nước ở nhiệt độ cao và bằng dòng chảy sông. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thành phần hạt của cát biển đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông, hàm lượng clorua trong cát biển sau khi rửa trôi nhỏ hơn giới hạn cho phép theo TCVN 7570:2006.

Từ khoá: Cát biển; Clorua; Sunphat; Cốt liệu; Bê tông

Abstract:

This article presents a literature review of the limits of chloride and sulfate content in fine aggregate for concrete specified in the standards of our country and some other countries around the world. The review results show that the limit of chloride content in sand for concrete according to technical requirements for sand of countries around the world is different and ranges from 0,01 % to 0,15 % by weight of sand. The limit of sulfate content specified in the standards of several countries is similar, less than 1 %. To evaluate the possibility of using sea sand for concrete, the author carried out the sieve analysis of sea sand collected in the sea at Tuy Hoa City, then proceeded to treat sea sand by using hot water and by river flow. Research results show that grain size of sea sand meets the technical requirements of sand for mortar and concrete, the chloride content in treated sea sand is less than the permissible limit according to TCVN 7570: 2006.

Keywords: Marine sand; Chloride; Sulphate; Aggregate; Concrete

1. Giới thiệu

Bê tông là loại vật liệu sử dụng rộng rãi trong xây dựng nhờ có giá thành rẻ, khả năng chịu lực lớn, độ bền cao và có thể sử dụng vật liệu địa phương. Ở nước ta, nguồn cát phục vụ xây dựng chủ yếu được khai thác từ cát sông. Theo số liệu thống kê [1], nhu cầu sử dụng cát cho ngành xây dựng ở nước ta đến năm 2025 khoảng 170 - 190 triệu m³/năm, đến năm 2030 khoảng 200 - 220 triệu m³/năm. Với nhu cầu như vậy, nếu không có những nguồn vật liệu khác thay thế cát sông sẽ xảy ra sự thiếu hụt nghiêm trọng cát cho ngành xây dựng. Không chỉ ở Việt Nam, tình trạng thiếu hụt cát xây dựng xảy ra trên toàn thế giới. Theo báo cáo của Liên hiệp Quốc, mỗi năm có đến 50 tỉ tấn cát được khai thác, nạo vét mỗi năm để phục vụ xây dựng hạ tầng trên toàn thế giới.

Cát biển có trữ lượng dồi dào và là một trong những vật liệu có triển vọng thay thế cát sông [2]. Nhiều nước trên thế giới đã sử dụng cát biển trong xây dựng. Tại Anh và Wales, khoảng 20 % cốt liệu biển được sử dụng thay thế cho cát và sỏi trong bê tông [3]. Tại Nhật Bản, trong những năm 1970-1980, cát biển được sử dụng thay thế cát trong bê tông với tỉ lệ từ 25 - 40 % [4]. Ngoài ra, cát biển cũng được sử dụng cho bê tông tại nhiều nước khác trên thế giới như: Trung Quốc, Sri Lanka, Hà Lan, Đan Mạch, Bỉ, Tây Ban Nha, Thổ Nhĩ Kỳ v.v...

Một trong những vấn đề lớn cản trở việc sử dụng cát biển trong xây dựng là sự có mặt của muối hòa tan, vôi sò và một số tạp chất khác ảnh hưởng lớn đến cấu trúc và các tính chất của bê tông [5]. Các ion sunphat có thể phản ứng với canxi hydroxit để

tạo thành canxi sunphat, sau đó phản ứng với aluminat canxi (C₃A) để tạo thành ettringite làm hỏng bê tông [6]. Hàm lượng muối clorua trong cát biển ảnh hưởng quá trình thủy hóa của xi măng và gây ra ăn mòn cốt thép đặt trong bê tông [7]. Vì vậy, để có thể sử dụng cát biển cho bê tông cần có biện pháp giảm hàm lượng clorua, sunphat và các tạp chất có trong cát biển đến giới hạn cho phép.

Bài báo này trình bày tổng quan giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong cát sử dụng cho bê tông theo tiêu chuẩn của nước ta và một số nước trên thế giới và kết quả nghiên cứu thực nghiệm rửa trôi cát biển sử dụng cho bê tông.

2. Giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong cát cho bê tông

Hiện nay, một số nước như Anh, Nhật và Trung Quốc đã sử dụng cát biển cho bê tông. Tiêu chuẩn kỹ thuật của nước ta và một số nước trên thế giới quy định hàm lượng tối đa cho phép hàm lượng clorua và sunphat, các tạp chất trong cát gây hại cho bê tông. Tuy nhiên, cũng có nhiều quốc gia không quy định rõ ràng về giới hạn hàm lượng các ion và tạp chất gây hại cho bê tông. Ở nước ta, hiện chưa có hướng dẫn và tiêu chuẩn cho phép sử dụng cát biển cho bê tông. TCVN 7570:2006 [8] giới hạn hàm lượng clorua trong cát cho bê tông đối với các loại kết cấu khác nhau. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này không đề cập đến giới hạn hàm lượng sunphat trong cát. Tiêu chuẩn ngành 14 TCN 68 – 2001 [9] hạn chế các hợp chất sunfat và sunfit (tính đối ra SO₃) không lớn hơn 1 %, trong khi đó tiêu chuẩn này không đề cập giới hạn clorua (Bảng 1).

Tại Liên bang Nga, chưa có tiêu chuẩn cho phép sử dụng cát biển cho bê tông. Yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông của Nga - GOST 8736:2014 [10] quy định rất chặt chẽ về hàm lượng các tạp chất và ion có trong cát gây hại cho bê tông và cốt thép. Theo đó hàm lượng clorua và sunphat trong cát cho bê tông không được vượt quá tương ứng 0,15 % và 1,0 % (Bảng 1).

Tại Anh, cát biển được sử dụng rộng rãi trong xây dựng từ những năm 1970, Giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong các loại cát cho bê tông được điều chỉnh thường xuyên qua các bản cập nhật trong tiêu chuẩn. BS 882-1992 [11] giới hạn hàm lượng clorua trong cát bê tông dùng cho kết cấu ứng lực trước và bê tông thường dưỡng hộ nhiệt, bê tông xi măng bền sunphat, bê tông từ các loại xi măng khác tương ứng là 0,01 %; 0,03 % và 0,05 % (Bảng 1). Tiêu chuẩn này không đề cập đến giới hạn hàm

lượng sunphat trong cát. BS 12620: 2002+ A1: 2008 [12] không đề cập đến giới hạn các ion trong cát gây hại cho bê tông.

Trung Quốc là quốc gia cho phép sử dụng cát biển cho bê tông, yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông của nước này quy định tương đối chặt chẽ về hàm lượng clorua, sunphat, vôi sò và các tạp chất có trong cát cho bê tông. Theo JGJ 52-2006 [13] hàm lượng clorua trong cát cho bê tông được giới hạn riêng cho kết cấu bê tông ứng lực trước và kết cấu bê tông thường tương ứng là 0,02 % và 0,06 %. Đến năm 2010, bản cập nhật của yêu cầu kỹ thuật này JGJ 52-2010 [14] đã giảm hàm lượng clorua cho phép trong cát đối với bê tông thường còn 0,03 % và không cho phép sử dụng cát biển cho bê tông ứng lực trước. Các phiên bản của yêu cầu kỹ thuật này đều giới hạn hàm lượng sunphat trong các loại cát cho bê tông là 1 % (Bảng 1).

Bảng 1. Giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong cát cho bê tông tính theo tỉ lệ % khối lượng cát.

Quốc gia	Tiêu chuẩn	Hàm lượng theo khối lượng cát		Ghi chú
		Clorua	Sunphat	
Việt Nam	TCVN 7570:2006 [8]	<0,01 % <0,05 %	-	Bê tông cho kết cấu ứng suất trước Bê tông thông thường
	14 TCN 68-2001 [9]	-	<1,0 %	
Liên bang Nga	GOST 8736:2014 [10]	<0,15 %	<1,0 %	Tổng hàm lượng ion clorua từ các nguồn trong 1 m ³ bê tông không vượt quá 0,6 kg
Anh	BS 882-1992 [11]	<0,01 % <0,03 % <0,05 %	-	Bê tông dưỡng hộ nhiệt độ, bê tông ứng lực trước Bê tông xi măng bền sunphat Các loại bê tông khác
Trung Quốc	JGJ 52-2006 [13]	<0,02 % <0,06 %	<1 %	Cho kết cấu bê tông ứng lực trước Cho kết cấu bê tông
	JGJ 52-2010 [14]	<0,03 %	<1 %	Cho kết cấu bê tông cát biển

Từ kết quả phân tích tổng quan về giới hạn hàm lượng clorua và sunphat trong cát cho bê tông của nước ta và một số nước trên thế giới cho thấy, tiêu chuẩn của các nước giới hạn hàm lượng clorua khác nhau. Trong đó, hàm lượng cho phép của clorua trong cát theo tiêu chuẩn Nga là khá lớn – 0,15 %. Một số tiêu chuẩn các nước giới hạn hàm lượng sunphat là 1 %, trong khi nhiều tiêu chuẩn ở các quốc gia không đề cập đến giá trị này. Theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm của Liu Wei và các cộng sự [15], hàm lượng clorua nhỏ hơn 0,18 % theo khối lượng cát hoặc 0,34 % theo khối lượng bê tông sẽ không xảy ra ăn mòn cốt thép trong bê tông.

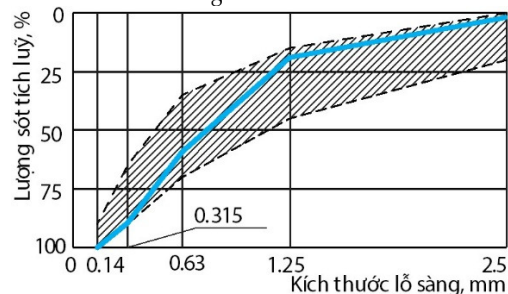
3. Xử lý cát biển bằng phương pháp rửa trôi để làm cốt liệu cho bê tông

Để đánh giá tính khả thi của việc sử dụng cát biển cho bê tông, tác giả tiến hành phân tích thành phần hạt và xác định hàm lượng clorua trong cát biển sau rửa trôi bằng các phương pháp đơn giản: bằng nước nóng và bằng phương pháp tận dụng dòng chảy sóng. Kết quả nghiên cứu được so sánh với các chỉ tiêu về yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông.

Cát biển sử dụng trong nghiên cứu được lấy ở biển trên Tp. Tuy Hoà (Tỉnh Phú Yên). Vị trí lấy mẫu cát: cách mép nước 10 mét và độ sâu từ 0,2 mét để loại bỏ lớp cát mặt. Sau khi lấy mẫu, xử lý sơ bộ để loại bỏ các tạp chất như rác, vôi sò v.v....

Kết quả phân tích khối lượng thể tích của cát biển theo

TCVN 7572-4:2006 [16] 1457g/lit. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát biển theo TCVN 7572-2:2006 [17] được thể hiện trên Hình 1, môđun độ lớn của cát biển là 2,67. Từ kết quả phân tích thành phần hạt của cát biển trên Hình 1 có thể kết luận, thành phần hạt và môđun độ lớn của cát biển đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông.



Hình 1. Thành phần hạt của cát biển.

Hàm lượng clorua có trong cát biển được phân tích tương ứng theo TCVN 7572-15:2006 [18]. Kết quả phân tích hàm lượng clorua trong mẫu cát biển được thu thập tại biển Tp. Tuy Hoà được thể hiện trong Bảng 2. Theo đó, hàm lượng clorua trong mẫu cát vượt quá giới hạn cho phép theo TCVN 7570:2006 [8].

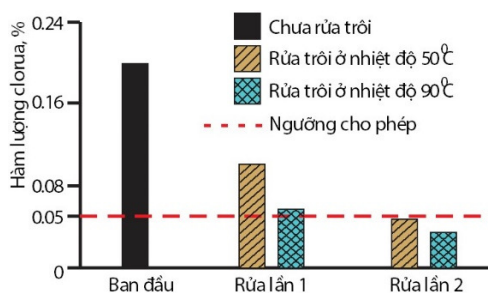
Để giảm hàm lượng clorua trong cát biển, tác giả sử dụng phương pháp rửa trôi bằng nước nóng ở 2 nhiệt độ: 50 °C và 90 °C. Trộn cát biển và nước ở nhiệt độ cần thiết theo tỉ lệ thể tích 1:2

trong thùng với hệ thống khuấy dạng chân vịt và khuấy trong khoảng thời gian 2 phút với tốc độ 30 vòng/phút. Sau đó tiến hành xả nước rửa, phơi khô và lặp lại rửa trôi lần 2. Kết quả phân tích hàm lượng clorua trong cát sau các lần rửa được thể hiện trong Bảng 2.

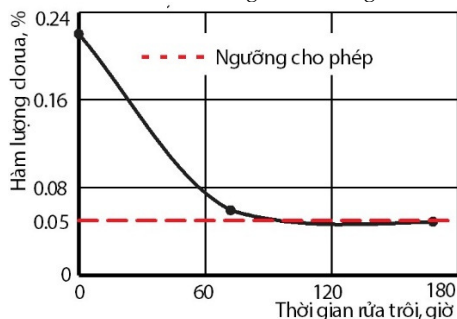
Để tận dụng dòng chảy sông ở các khu vực sông đổ ra biển, tác giả tiến hành sử dụng phương pháp rửa trôi tự nhiên bằng phương pháp tận dụng dòng chảy nước sông Ba (Tp. Tuy Hoà, Phú Yên). Cát được cho vào trong các bao tải và ngâm trong nước sông với thời gian 72 giờ (3 ngày) và 168 giờ (7 ngày). Nhiệt độ trung bình của nước sông trong thời gian ngâm mẫu là 28 °C. Kết quả phân tích hàm lượng clorua của các mẫu cát sau khi rửa trôi bằng các phương pháp khác nhau được thể hiện trong Bảng 2. Biểu đồ thay đổi hàm lượng clorua qua sau khi xử lý được thể hiện trên Hình 2.

Bảng 2. Hàm lượng clorua trong cát biển quan các lần rửa trôi.

TT	Phương pháp rửa	Hàm lượng clorua, %
1	Chưa qua xử lý	0,22
2	Rửa trôi nhiệt độ 50 °C lần 1	0,11
3	Rửa trôi nhiệt độ 50 °C lần 2	0,05
4	Rửa trôi nhiệt độ 90 °C lần 1	0,06
5	Rửa trôi nhiệt độ 90 °C lần 2	0,04
6	Rửa trôi bằng dòng chảy 3 ngày	0,06
7	Rửa trôi bằng dòng chảy 7 ngày	0,05



a) Rửa trôi bằng nước nóng



b) Rửa trôi bằng dòng chảy

Hình 2. Hàm lượng clorua sau khi xử lý.

Kết quả nghiên cứu trên Hình 2 cho thấy, cả hai phương pháp thử nghiệm để xử lý giảm hàm lượng clorua trong cát biển đều mang lại hiệu quả. Khi sử dụng nước nóng để rửa trôi, hàm

lượng clorua trong cát giảm mạnh khi tăng nhiệt độ. Qua 1 lần rửa trôi, hàm lượng clorua trong cát giảm 62,1 % và 70,3 % so với hàm lượng ban đầu khi sử dụng tương ứng nước nóng 50 °C và 90 °C để rửa. Qua lần rửa trôi thứ 2, khi sử dụng nước rửa trôi 50 °C và 90 °C hàm lượng clorua giảm tương ứng 62,2 % và 73 % so với hàm lượng ban đầu. Đồng thời, sau 2 lần rửa trôi, hàm lượng clorua còn lại trong cát đều nhỏ hơn giới hạn theo TCVN 7570:2006 [8], kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Sampath B. và Mohankuma G. [19].

Sau 3 ngày và 7 ngày rửa trôi bằng dòng chảy của sông, hàm lượng clorua giảm 32,4 % và 62,1 % so với hàm lượng clorua ban đầu. Đồng thời, sau 7 ngày rửa trôi, hàm lượng clorua trong cát biển giảm xuống dưới ngưỡng giới hạn cho phép TCVN 7570:2006 [8]. Tuy nhiên cần lưu ý rằng, cát biển sau khi rửa trôi bằng dòng chảy sông có thể có hàm lượng tạp chất như phù sa, bùn sét lớn.

4. Kết luận và kiến nghị

Kết luận:

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu tổng quan về hàm lượng clorua và sunphat giới hạn trong cát cho bê tông, cũng như kết quả nghiên cứu thực nghiệm khả năng sử dụng cát biển cho bê tông. Từ kết quả nghiên cứu trong bài báo, có thể rút ra một số kết luận chính như sau:

Ở một số quốc gia, cát biển đã sử dụng cho bê tông. Hàm lượng clorua và sunphat giới hạn đối với cát cho bê tông trong các tiêu chuẩn của các quốc gia quy định khác nhau.

Cát biển Tp. Tuy Hoà có thành phần hạt đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đối với cát cho bê tông;

Hàm lượng clorua trong cát biển sau khi rửa trôi bằng nước nóng và bằng dòng chảy sông với thời gian thích hợp nhỏ hơn giới hạn cho phép theo TCVN 7570:2006. Kết quả này chứng minh khả năng sử dụng nước nóng hoặc dòng chảy sông để rửa trôi clorua trong cát biển.

Kiến nghị:

Với bờ biển kéo dài từ Bắc đến Nam, nước ta có trữ lượng cát biển dồi dào và nguồn nguyên liệu này có thể thay thế cát sông cho bê tông nếu như được xử lý rửa trôi lượng clorua đến giới hạn cho phép. Bài báo này chỉ mới nghiên cứu đối với cát biển trên địa bàn Tp. Tuy Hoà với hàm lượng clorua nhất định. Để có cơ sở xử lý cát biển và sử dụng cho bê tông cần có nhiều nghiên cứu đối với cát biển ở các vùng khác nhau và đưa ra quy trình xử lý cát biển thích hợp để có thể áp dụng rộng rãi, đặc biệt là phương pháp sử dụng dòng chảy của sông.

Tài liệu tham khảo

[1] VIBM. *Sử dụng cát biển - Giải pháp tăng cường sử dụng nguồn cát xây dựng thay thế tại Việt Nam*. 2020; Available from: <http://vibm.vn/Details/id/2234/Su-dung-cat-bien-Giai-phap-tang-cuong-su-dung-nguon-cat-xay-dung-thay-the-tai-Viet-Nam#.X5--nkfiuHs>.

[2] Xiao, J., et al., *Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities*. Construction and Building Materials, 2017. **155**: p. 1101-1111.

[3] BMAPA, *Marine aggregate dredging and the coastline: a guidance note*,

2013. 2013.
- [4] Hashida, M., N. Matsunaga, and T. Komatsu, *Present Situation of Sea-Sand Mining in Kyushu Island, Japan and Its Influence on Coastal Environment*, in *Coastal Engineering 1992*. 1993. p. 3331-3342.
- [5] Yang, E.-I., S.-T. Yi, and Y.-M. Leem, *Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties*. Cement and Concrete Research, 2005. **35**(11): p. 2175-2182.
- [6] Zhu, J., et al., *Degradation progress and protection of cement mortars partially immersed in sulfate-chloride solution*. Magazine of Concrete Research, 2020, **72**(22): p. 1135-1146.
- [7] Eguchi, K. and Y. Kato, *Effects of chloride ions and hydroxide ions on corrosion of steel bar in hardened cement composites*. 2018.
- [8] IBST, *TCVN 7570:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*. 2006: Việt Nam. p. 6.
- [9] Bộ NN&PTNT, *14 TCN 68 - 2001, Cát dùng cho bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật*. 2001: Việt Nam. p. 6.
- [10] GOST 8736:2014, *Sand for construction works - Specifications*. 2014: Russia. p. 16.
- [11] BS 882-1992, *Specification for aggregates from natural sources for concrete*. 1992: England. p. 14.
- [12] EN, B., *12620: 2002+ A1: 2008. Aggregates for concrete*, in *British Standard Institute*. 2002. p. 60,
- [13] JGJ, *JGJ 52-2006*, in *Standard for technical requirements and test method of sand and crushed stone (or gravel) for ordinary concrete*. 2006: China.
- [14] JGJ 206-2010, *Technical code for application of sea sand concrete*. 2010: China.
- [15] Liu, W., et al., *Discussion and experiments on the limits of chloride, sulphate and shell content in marine fine aggregates for concrete*. Construction and Building Materials, 2018. **159**: p. 725-733.
- [16] Bộ KH&CN, *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*. 2006: Việt Nam. p. 5.
- [17] Bộ KH&CN, *TCVN 7572-2:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt*. 2006: Việt Nam.
- [18] Bộ KH&CN, *TCVN 7572-15:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 15: Xác định hàm lượng clorua*. 2006: Việt Nam.
- [19] Sampath, B. and G. Mohankuma, *Preliminary Study on the Development of Concrete with Sea Sand as Fine Aggregate*. Indian Journal of Science and Technology, 2016. 9.