

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ HỆ SỐ DẪN NHIỆT CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG CỐT LIỆU THỦY TINH Y TẾ

A RESEARCH ON STRENGTH AND THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF CONCRETE USING MEDICAL GLASS AS AGGREGATE

Trương Hoài Chính¹, Lê Văn Cảnh²

¹Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; truongh chinh@gmail.com

²HVCH K31 ngành Xây dựng Dân dụng, Trường Đại học Bách khoa; canhle1991@gmail.com

Tóm tắt - Nghiên cứu sử dụng thủy tinh y tế để sử dụng thay thế vào thành phần cốt liệu của bê tông với mục đích tận dụng nguồn rác thải thủy tinh y tế ngày càng tăng trong các cơ sở y tế để giúp giải quyết phần nào vấn đề rác thải y tế. Đây là một trong những nguồn rác thải gây ô nhiễm rất lớn cho môi trường khi đốt hay chôn lấp. Vấn đề đặt ra là nghiên cứu xác định các chỉ tiêu của bê tông sử dụng thủy tinh như: cường độ chịu nén, hệ số dẫn nhiệt. Từ đó đưa ra những đánh giá cụ thể về bê tông và đề xuất sự lựa chọn sử dụng phù hợp thủy tinh y tế làm cốt liệu trong thành phần bê tông.

Từ khóa - Bê tông thủy tinh; rác thải thủy tinh; ô nhiễm; cường độ chịu nén; hệ số dẫn nhiệt

Abstract - Research on the use of medical glass as an alternative to the aggregate composition of concrete is necessary for the purpose of making use of the growing source of medical glass waste in medical facilities. This waste is one of the sources of waste that causes huge pollution to the environment when being burnt or buried. The problem is to determine the characteristics of concrete using medical glass such as compressive strength, thermal conductivity coefficient. Thereby, the research gives detailed assessments of the concrete and recommends the appropriate use of medical glass as the aggregate in the concrete.

Key words - glass concrete; glass waste; pollution; compressive strength; thermal conductivity coefficient

1. Đặt vấn đề

Ngày nay bê tông là một trong những loại vật liệu đang được sử dụng rất rộng rãi trong xây dựng dân dụng, xây dựng cầu, đường. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, ngày càng có nhiều nghiên cứu chế tạo ra các loại bê tông khác nhau, phù hợp với đặc tính của từng kết cấu công trình, môi trường làm việc... trong đó có việc nghiên cứu, ứng dụng vật liệu bê tông từ các nguồn rác thải tái chế.

Qua tham khảo các nguồn tài liệu, tại Việt Nam, lượng chất thải rắn (trong đó có thủy tinh dùng trong y tế) hàng năm rất lớn và có chiều hướng tăng nhanh: năm 2008 (28 triệu tấn); năm 2015 (41 triệu tấn); dự báo năm 2020 (68 triệu tấn). Trong khi đó hiện nay phương pháp xử lý chất thải phổ biến là chôn lấp hoặc đốt, không những gây ô nhiễm rất lớn cho môi trường và còn làm giảm diện tích đất dùng để sử dụng cho nhiều mục đích khác. [Nguồn: Báo cáo hiện trạng môi trường 5 năm (2010-2015) các địa phương, 2016].

Vấn đề đặt ra là nghiên cứu tận dụng nguồn rác thải y tế (chai lọ thủy tinh) làm cốt liệu thay thế để sản xuất bê tông góp phần giảm thiểu lượng rác thải đã quá tải cho các đơn vị y tế. Vì vậy, việc “Nghiên cứu khả năng chịu lực và hệ số dẫn nhiệt của bê tông sử dụng thủy tinh y tế” cần được nghiên cứu để có thể ứng dụng loại vật liệu này vào thực tế.

2. Kết quả nghiên cứu- Thí nghiệm khảo sát

2.1. Tổng quan về bê tông

Bê tông là một loại đá nhân tạo được chế tạo từ các vật liệu rời (cát, đá, sỏi) và chất kết dính. Vật liệu rời được gọi là cốt liệu, gồm các cỡ hạt khác nhau, loại bé có kích thước từ 1-5mm, loại lớn là sỏi hoặc đá dăm có kích thước 5-40 mm hoặc lớn hơn. Chất kết dính thường là xi măng trộn với nước hoặc các chất dẻo khác. Thành phần hỗn hợp bê tông phải đảm bảo sao cho sau một thời gian rắn chắc phải đạt được những tính chất cho trước như

cường độ, độ chống thấm v.v...

Bê tông được sử dụng rộng rãi trong xây dựng vì có những ưu điểm sau: Cường độ chịu lực cao, có thể chế tạo được những loại bê tông có cường độ, hình dạng và tính chất khác nhau; Giá thành hợp lý, khá bền vững và ổn định đối với tác động của môi trường như: mưa nắng, nhiệt độ, độ ẩm. Tuy nhiên vật liệu bê tông còn tồn tại những nhược điểm: trọng lượng bản thân nặng ($\rho_v = 2200 - 2400 \text{ kg/m}^3$), cách âm, cách nhiệt kém ($\lambda = 1,05 - 1,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{h}$).

2.1.1. Các thành phần cấu tạo bê tông

- Xi măng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê tông, như vậy chất lượng và hàm lượng xi măng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bê tông.

- Nước là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thủy hóa làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết để quá trình thi công được dễ dàng.

- Cốt liệu nhỏ:

Cát là cốt liệu nhỏ cùng với xi măng, nước tạo ra vữa xi măng để lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá, sỏi) và bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu lớn tạo ra khối bê tông đặc chắc. Cát cũng là thành phần cùng với cốt liệu lớn tạo ra bộ khung chịu lực cho bê tông. Cát dùng để chế tạo bê tông có thể là cát thiên nhiên hay cát nhân tạo có cỡ hạt từ 0,14 đến 5 mm.

- Cốt liệu lớn: sử dụng thủy tinh

Chất lượng hay yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu lớn được đặc trưng bởi các chỉ tiêu thành phần hạt, độ lớn và hàm lượng tạp chất. Thành phần hạt của cốt liệu phải thỏa mãn theo TCVN 7570:2006.

2.1.2. Cường độ của bê tông

Theo Tiêu chuẩn Xây dựng của Việt Nam (TCVN

3105:1993, TCVN 4453:1995) [1],[9], quy định mẫu dùng để đo cường độ là một mẫu bê tông hình lập phương có kích thước 150 mm × 150 mm × 150 mm, được dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn, trong thời gian 28 ngày sau khi bê tông ninh kết. Sau đó được đưa vào máy nén để đo ứng suất nén phá hủy mẫu (qua đó xác định được cường độ chịu nén của bê tông), đơn vị tính bằng MPa (N/mm²) hoặc daN/cm² (kg/cm²).Cường độ của bê tông phản ánh khả năng chịu lực của nó. Cường độ của bê tông phụ thuộc vào tính chất của xi măng, tỷ lệ nước và xi măng, phương pháp đổ bê tông và điều kiện đông cứng.

2.1.3. Thủy tinh và các tính chất cơ lý

Thành phần hóa học loại thủy tinh thông thường được dùng làm cửa kính, chai, lọ,... là hỗn hợp của natri silicat, canxi silicat và silic đioxit, có thành phần gần đúng viết dưới dạng các oxit là Na₂O.CaO.6SiO₂.Na₂O.CaO.6SiO₂.

Thủy tinh có rất nhiều tính chất cơ lý khác nhau. Một số tính chất cơ bản:

Chịu nhiệt: một số loại thủy tinh được tạo ra từ các chất như cát silic và oxit boric khi nung ở nhiệt độ cao. Thủy tinh loại này có thể chịu được nhiệt độ cao khoảng 500 - 1000 độ tùy theo vật liệu chế tạo nên nó.

Không thấm: Phần lớn thủy tinh đều ngăn cách với chất lỏng hay không cho chất lỏng xuyên qua do đặc tính liên kết cao và dày của các nguyên tử cấu thành. Sử dụng thích hợp để chứa chất lỏng.

Chống ăn mòn: Khả năng này được ứng dụng tốt trong y tế. Đa phần được sử dụng làm vật chứa các dung môi đặc biệt là dung môi có tính ăn mòn cao như axit, bazơ,.. để bay hơi như chất khử khuẩn, cồn, ...

Cách âm: Thủy tinh còn có khả năng cách âm nhờ vào cấu tạo đặc biệt khi sản xuất. Đó là tạo nên nhiều lỗ rỗng trong lòng thủy tinh và được tổng hợp bởi các hợp chất đặc biệt như sét, xi, ... Nhưng loại thủy tinh này lại không có khả năng chịu lực cao.

2.2. Thí nghiệm thành phần cốt liệu

2.2.1. Xi măng

Sử dụng là xi măng Sông Gianh PCB40. Các chỉ tiêu cơ lý như Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm xi măng theo TCVN 6260-2009

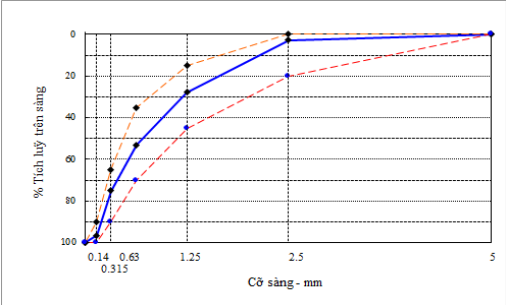
Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	PP thử	Yêu cầu TC [5]
Khối lượng riêng	g/cm ³	3,11	TCVN 4030-03	
Khối lượng thể tích	g/cm ³	1,12	14TCN 67-02	
Độ mịn Trên sàng 0,09	%	2,83	TCVN 4030-03	≤10
Độ dẻo tiêu chuẩn	%	30,6	TCVN 6017-95	
Thời gian đông kết Bắt đầu	Phút	120	TCVN 6017-95	≥45
Kết thúc	Phút	190		≤420

2.2.2. Thành phần cát [6]

Các chỉ tiêu cơ lý của cát như trình bày trong Bảng 2 và Hình 1.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm cát theo TCVN 7572 - 2006

TT	Chỉ tiêu	Kết quả	Đơn vị
1	Khối lượng riêng	2,65	g/cm3
2	Khối lượng thể tích xốp	1,41	g/cm3
3	Khối lượng thể tích khô	2,17	g/cm3
4	Độ xốp	35,2	%
5	Hàm lượng bùn, bụi, sét	0,45	%
6	Mô đun độ lớn	2,37	%
7	Thành phần hạt		%



Hình 1. Biểu đồ thành phần hạt của cát thí nghiệm

2.2.3. Thành phần thủy tinh

Hỗn hợp chai, lọ thủy tinh từ các bệnh viện bao gồm nhiều loại thủy tinh trắng, thủy tinh màu với các loại kích cỡ lớn nhỏ khác nhau. Trong nghiên cứu này, tác giả chỉ tập trung nghiên cứu loại thủy tinh trắng có kích cỡ 0,5x1cm. Chai lọ thủy tinh sau khi vệ sinh và làm sạch, được đập nhỏ theo kích thước yêu cầu trung bình từ 10mm đến 5mm và sàng phân loại và trộn theo tỷ lệ cấp phối 0,5x1 mm (TCVN 7570:2006) [2]. Kết quả sàng phân loại và đúc, ép mẫu được tiến hành và thể hiện trên các Hình 2, 3.



Hình 2. Sàng phân loại thủy tinh và thí nghiệm xác định khối lượng thể tích xốp của thủy tinh



Hình 3. Thí nghiệm phá hoại mẫu bê tông cốt liệu thủy tinh

2.3. Kết quả thí nghiệm

2.3.1. Thí nghiệm cường độ

Cấp phối được tham khảo theo định mức 1784/BXD ngày 17/8/2007 của Bộ Xây Dựng. Trong phạm vi nghiên cứu, sử dụng bê tông có cấp bền B15 (M200), cỡ hạt 0,5x1 cm, dmax=10mm, độ sụt 6-8 cm. Ứng với khối lượng thể tích cát, thủy tinh được thí nghiệm ta có thành phần cấp phối ở Bảng 3.

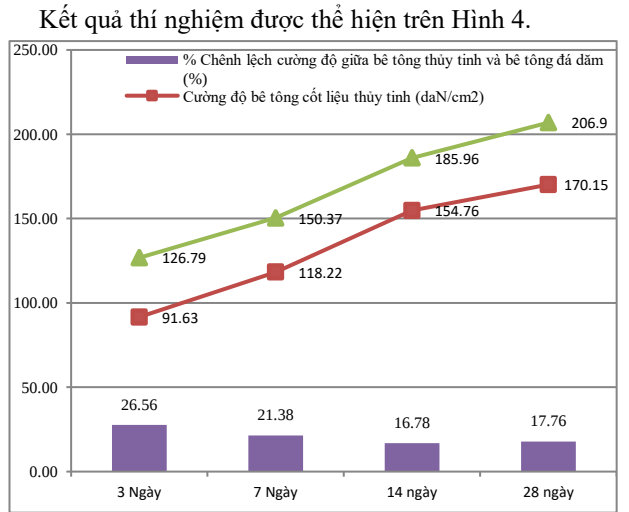
Bảng 3. *Cấp phối bê tông thay thế 100% đá dăm bằng thủy tinh*

Bê tông thủy tinh	Xi măng PCB 40 (Kg)	Cát (Kg)	Thủy tinh (Kg)	Nước (lít)
Khối lượng	308	651,42	884,04	205

So sánh cường độ với mẫu đối chứng bê tông M200 sử dụng đá dăm 0,5x1 cm.

Bảng 4. *So sánh cường độ mẫu bê tông thủy tinh và bê tông đá dăm*

Mẫu thí nghiệm	Ký hiệu	Cường độ trung bình (kG/cm ²)			
		Độ tuổi mẫu thí nghiệm (t ngày)			
		3	7	14	28
Bê tông đá dăm mẫu đối chứng	B _{dc}	126,79	150,37	185,96	206.90
Bê tông thủy tinh thay thế 100% đá dăm	B _n	91,63	118,22	154,76	170.15
So sánh chênh lệch cường độ 2 mẫu thử (%)		26.56	21,38	16,78	17,76



Hình 4. *Biểu đồ so sánh sự phát triển cường độ bê tông cốt liệu thủy tinh và mẫu đối chứng bê tông đá dăm*

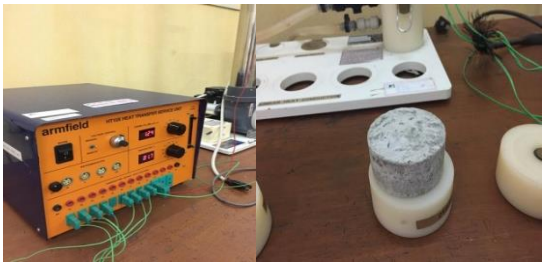
2.3.2. Thí nghiệm hệ số dẫn nhiệt

Trên cơ sở chuẩn bị các mẫu thí nghiệm bê tông thủy tinh tiến hành xác định hệ số dẫn nhiệt và xác định giá trị trung bình. Quá trình thí nghiệm được tiến hành tại phòng thí nghiệm khoa Công nghệ Nhiệt- Điện lạnh Trường Đại học Bách khoa.

- Mô tả thiết bị đo hệ số dẫn nhiệt trên Hình 5, 6, 7



Hình 5. *Phần làm lạnh, phần đốt nóng*



Hình 6. *Thiết bị đo và mẫu đo*



Hình 7. *Kết nối mẫu đo với thiết bị đo- Kết quả số liệu đo*

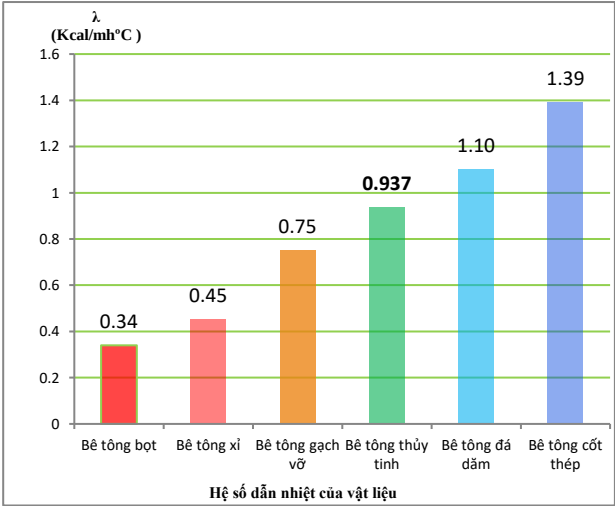
Kết quả đo hệ số dẫn nhiệt các mẫu được thống kê trong Bảng 5.

Bảng 5. *Kết quả đo hệ số dẫn nhiệt của bê tông thủy tinh*

Tên mẫu	Trung bình	M1	M2	M3
Hệ số dẫn nhiệt (Kcal/hm.°C)	0,937	0,949	0,931	0,931

2.3.3. So sánh hệ số dẫn nhiệt với một số loại vật liệu

Căn cứ vào Tiêu chuẩn Quốc gia [12], kết quả nghiên cứu loại bê tông sử dụng thủy tinh y tế với cấp bền B15 (Mác 200), có thể xây dựng biểu đồ so sánh hệ số dẫn nhiệt λ của bê tông nghiên cứu với một số loại vật liệu, kết quả so sánh được thể hiện trên Hình 8.



Hình 8. *So sánh hệ số dẫn nhiệt với một số loại vật liệu*

3. Bàn luận

Qua kết quả thí nghiệm thu được thì bê tông sử dụng cốt liệu thủy tinh trong thời gian 28 ngày tuổi cường phát triển nhanh, đạt 82,24% cường độ so với bê tông đá dăm cấp bền B15 (M200). Hàm lượng thoi dẹt tương đối lớn của cốt liệu thủy tinh cùng với bề mặt của thủy tinh nhẵn nên độ bám dính thấp, dễ trượt lên nhau gây ảnh hưởng đến cường độ bê tông.

Hệ số dẫn nhiệt của bê tông thủy tinh nhỏ hơn so với bê tông thông thường ($\lambda=1,1$ Kcal/mh°C) [12].

4. Kết luận

Việc sử dụng thủy tinh y tế trong thành phần cốt liệu của bê tông sẽ giải quyết được vấn đề ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng ở nước ta. Qua các kết quả nghiên cứu sử dụng thủy tinh y tế để chế tạo bê tông, có thể kết luận như sau:

- Khi thay thế đá dăm (thay thế 100% đá dăm) trong thành phần cấp phối bằng thủy tinh, có thể chế tạo được bê tông có cường độ 170,15 daN/cm² (đạt 82,24% so với bê tông đá dăm cấp bền B15). Đối với những kết cấu bê tông không chịu lực lớn như đan mương, nền đường bê tông, ... hay kết cấu bao che thì bê tông cốt liệu thủy tinh có thể được sử dụng.

- Bê tông sử dụng cốt liệu thủy tinh có hệ số dẫn nhiệt thấp hơn bê tông thông thường. Do đó có thể sử dụng bê tông thủy tinh làm vật liệu cách nhiệt cho kết cấu bao che của một số công trình có yêu cầu cách nhiệt.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng trong đề

tài mã số B2016-DNA-24-TT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3105:1993 - “Hỗn hợp bê tông thường và bê tông thường - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử”.
- [2] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570:2006 - “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”.
- [3] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570-1÷20:2006 - “Phương pháp thử”.
- [4] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6016:2011 - “Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ”.
- [5] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6260:2009 - “Xi măng Poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật”.
- [6] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7572:2006 - “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử”.
- [7] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4506:2012 - “Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”.
- [8] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3118:1993 - “Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén”.
- [9] TCVN 4453:1995 - *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối*
- [10] Bạch Đình Thiên - “Công nghệ thủy tinh xây dựng”, Nhà xuất bản xây dựng.
- [11] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3106:1993 - “Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt”.
- [12] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4605:1988 - “Kỹ thuật nhiệt - Kết cấu ngăn che - Phương pháp thử”.

(BBT nhận bài: 15/3/2018; hoàn tất thủ tục phản biện: 21/3/2018)