

Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sợi tóc con người đến tính chất của bê tông xi măng

Trần Bá Cảnh^{1*}, Trần Minh Sang¹, Nguyễn Thị Thảo Nguyên¹

¹ Khoa Kỹ thuật & Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Tp. Quy Nhơn, Bình Định

TỪ KHOÁ

Sợi tóc con người
Tính chất cơ học của bê tông
Phát triển bền vững

TÓM TẮT

Trong thời đại hiện nay, tái chế chất thải và giảm thiểu ô nhiễm môi trường là mục tiêu chính của phát triển bền vững. Hướng đến mục tiêu này, nghiên cứu đã tận dụng sợi tóc con người là một vật liệu phế thải có sẵn để cải thiện tính chất của bê tông. Nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng sợi tóc người đến tính chất của bê tông thông qua các tỷ lệ khác nhau của sợi tóc người so với khối lượng xi măng lần lượt là 0,25 %, 0,50 % và 1 %. Tính chất của bê tông được xem xét trong nghiên cứu này đó là độ lưu động của bê tông (độ sụt); cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của các mẫu thử chuẩn được đúc từ hỗn hợp bê tông có tỷ lệ tóc người thay đổi như trên ở thời gian bảo dưỡng 28 ngày. Kết quả thực nghiệm cho thấy độ lưu động (độ sụt) của hỗn hợp bê tông chứa sợi tóc người có xu hướng giảm dần khi tỷ lệ sợi tóc người tăng lên, tuy nhiên sợi tóc người có tác dụng như sợi trong bê tông cốt sợi làm tăng cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông lần lượt là 10,99 % và 17,91 % ở tỷ lệ sợi tóc người 0,25 % và 1 % so với khối lượng xi măng.

KEYWORDS

Humain hair fibers
Mechanical properties of concrete
Sustainable development

ABSTRACT

In the modern era, waste recycling and environmental pollution reduction are the primary objectives of sustainable development. To achieve this goal, this study utilizes human hair fibers, an abundantly available waste material, to enhance the properties of concrete. The research evaluates the effects of human hair fibers on concrete properties by incorporating different fiber-to-cement weight ratios of 0.25%, 0.50%, and 1.0%. The concrete properties examined in this study include workability (slump), compressive strength, and flexural tensile strength of standard specimens cast from concrete mixtures with varying human hair fiber content after a curing period of 28 days. Experimental results indicate that the workability (slump) of the concrete mixture containing human hair fibers tends to decrease as the fiber content increases. However, human hair fibers function similarly to conventional fiber-reinforced concrete, improving compressive strength and flexural tensile strength by 10.99% and 17.91%, respectively, at fiber-to-cement ratios of 0.25% and 1%.

1. Giới thiệu

Ngày nay, phần lớn các công trình xây dựng đều được sử dụng từ các vật liệu bê tông thông thường, bê tông cường độ cao, bê tông tính năng cao..., tuy nhiên, bê tông nói riêng và các loại vật liệu gốc xi măng nói chung đều có đặc điểm chung là khả năng chịu nén tốt nhưng khả năng chịu kéo và khả năng biến dạng kém. Để khắc phục những hạn chế nêu trên của vật liệu này, trong những ứng dụng bê tông trên các kết cấu chịu lực, cốt thép dạng thanh (bao gồm cốt dọc và cốt đai) đã được sử dụng. Bên cạnh đó, trong vòng 50 năm trở lại đây, vật liệu cốt sợi không liên tục đã được sử dụng trong các kết cấu bê tông (bê tông cốt thép) nhằm mục đích tăng cường độ, tăng tính dẻo dai của chúng [1]. . Bê tông cốt sợi là loại bê tông được kết hợp với các vật liệu dạng sợi như: sợi thép, sợi thủy tinh, sợi cacbon, sợi tổng hợp, sợi tự nhiên ... để cải thiện đặc tính của bê tông, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật về khả năng ổn định, chịu uốn chịu cắt, chống rạn nứt và khả năng chịu va đập cao [2]. . Tuy nhiên, để sử dụng loại vật liệu này một cách bền vững thì các loại vật liệu cấu thành phải đáp ứng cả hai yêu cầu đó là:

cải thiện những khuyết điểm của vật liệu bê tông và có sẵn trên thị trường địa phương với số lượng lớn để đáp ứng nhu cầu sử dụng. Một trong những vật liệu đáp ứng được yêu cầu này, đó là sợi tóc người [3]. . Sợi tóc người có khả năng chịu kéo tốt nên có thể dùng như sợi trong bê tông cốt sợi để cải thiện khuyết điểm của bê tông. Mặc dù vậy, tóc người được coi là chất thải và là sản phẩm phụ ở hầu hết các nước và được vứt ra ngoài trời. Một vài nơi, tóc người được thu gom về để bừa bãi tại các bãi rác cho mục đích tự phân hủy, có nơi tiêu hủy tóc người bằng cách đốt tóc gây ô nhiễm môi trường do tạo ra khí độc. Do vậy, để bảo vệ môi trường khỏi sự ảnh hưởng của chất thải sợi tóc người bằng cách tận dụng nó và nghiên cứu ảnh hưởng của sợi tóc người trong bê tông xi măng, từ đó sử dụng sợi tóc người để cải thiện các khuyết điểm của vật liệu bê tông là một vấn đề mang tính cấp thiết cần phải được nghiên cứu làm rõ.

Xuất phát từ thực tế nêu trên, đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sợi tóc con người đến tính chất của bê tông xi măng” sẽ tiến hành phân tích, đánh giá ảnh hưởng của sợi tóc người đến đặc trưng cơ học kéo và nén của vật liệu bê tông xi măng thông qua việc thí

*Liên hệ tác giả: tranbacanh@qnu.edu.vn

Nhận ngày 28/02/2025, sửa xong ngày 20/03/2025, chấp nhận đăng ngày 21/03/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2025.872>

nghiệm nén các mẫu bê tông sợi tóc hình lập phương và uốn các dầm bê tông sợi tóc với các hàm lượng sợi tóc khác nhau trong bê tông xi măng, từ đó đưa ra các khuyến cáo cho việc sử dụng sợi tóc trong bê tông xi măng để đạt được hiệu quả cao nhất góp phần bảo vệ môi trường tránh được những tác động tiêu cực của chất thải sợi tóc người.

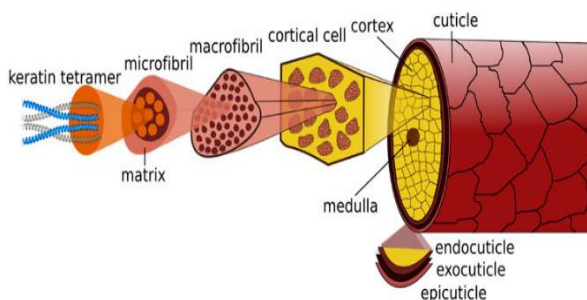


Hình 1. Ví dụ hình ảnh bê tông cốt sợi

2. Thành phần và tính chất của tóc [4].

Sợi tóc có cấu trúc hình trụ được tổ chức chặt chẽ, được tạo thành từ các tế bào keratin trở, theo một thiết kế chính xác và được định sẵn. Xét về thành phần nguyên tố, trung bình, tóc bao gồm 20,85 % oxy, 50,65 % carbon, 17,14 % nitơ, 5,0 % lưu huỳnh và 6,36 % hydro. Keratin mang lại cho tóc sự linh hoạt, độ bền và sức mạnh. Keratin trong lớp vỏ tóc (cortex) đóng vai trò quyết định đối với những đặc tính này, khi các chuỗi dài của nó được nén chặt để tạo thành một cấu trúc vừa đồng nhất, vừa bền vững và vừa linh hoạt. Các tính chất vật lý của tóc bao gồm độ đàn hồi, khả năng chống kéo giãn và khả năng hút ẩm. Độ bền chống đứt gãy phụ thuộc vào độ dày của sợi tóc và tình trạng của lớp vỏ tóc (cortex).

Sợi tóc có tính đàn hồi và có thể chịu được lực kéo giãn đáng kể, dù ở trạng thái khô hay ướt. Khi khô, tóc có thể kéo dài từ 20-30 % so với chiều dài ban đầu, nhưng khi tiếp xúc với nước, con số này có thể tăng lên đến 50 %.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc sợi tóc.

3. Vật liệu sử dụng để tạo mẫu thí nghiệm

Các vật liệu chính để chế tạo bê tông bao gồm: xi măng, cát, đá, nước, tóc. Đề tài sử dụng một số vật liệu có sẵn tại phòng LAS – XD 687.

3.1 Xi măng



Hình 3. Xi măng PCB Phúc Sơn.

Loại xi măng được sử dụng trong nghiên cứu là xi măng PCB 40 Phúc Sơn có giới hạn bền chịu nén ở tuổi 28 ngày đạt 48,7 MPa. Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ lý của xi măng được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng.

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,15
2	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,1
3	Thời gian bắt đầu đông kết	Phút	187
	Thời gian kết thúc đông kết	Phút	285
4	Giới hạn bền chịu nén tuổi 3 ngày	MPa	25,3
5	Giới hạn bền chịu nén tuổi 28 ngày	MPa	48,7

Nhận xét: Xi măng PCB40 Phúc Sơn đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2020 [5]. .

3.2 Cát

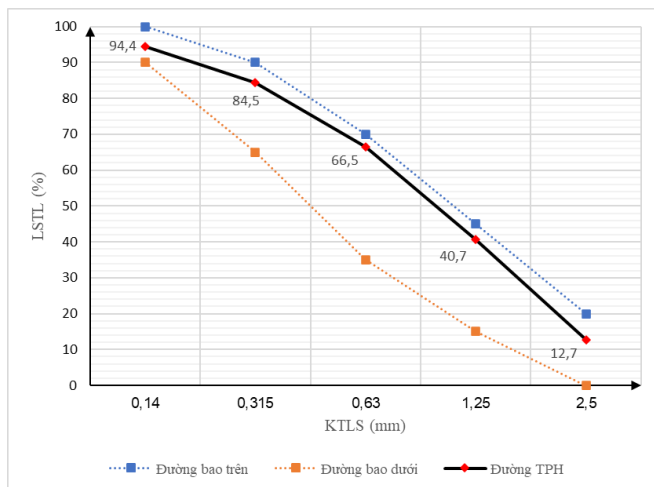


Hình 4. Mẫu cát thí nghiệm.

Loại cát sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ mỏ cát Vân Canh - Bình Định đưa về phòng thí nghiệm LAS-XD 687 để thí nghiệm. Cát thí nghiệm là cát hạt thô, kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của cát được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất cơ lý của cát.

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,68
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,62
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,76
4	Mô đun độ lớn	-	2,99
5	Tạp chất hữu cơ	-	Đạt
6	Thành phần hạt	-	Đạt



Biểu đồ 1. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của cát.

Nhận xét: Cát dùng chế tạo bê tông có các chỉ tiêu cơ lý phù hợp TCVN 7570:2006 [6]. .

3.3 Đá dăm

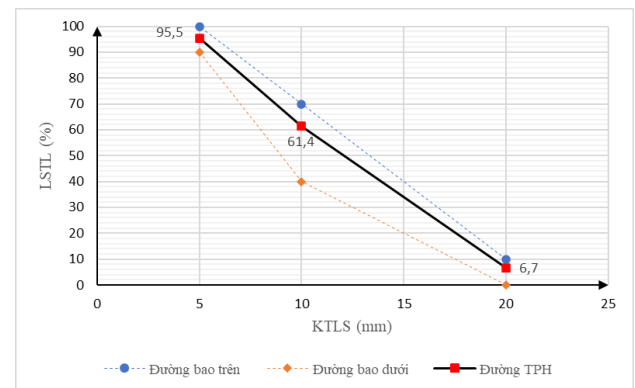


Hình 5. Mẫu đá dăm thí nghiệm.

Loại đá dăm sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ đá 1x2cm - Mỏ đá Nhơn Hòa - Bình Định đưa về phòng thí nghiệm LAS-XD 687 để thí nghiệm. Đá dăm cỡ hạt (5-20) mm có thành phần hạt và tính chất cơ lý của đá dăm đạt TCVN 7570:2006 [6]. được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của đá dăm.

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,75
2	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,67
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,52
4	Hàm lượng thoi dẹt	-	8,65
5	Thành phần hạt	-	Đạt



Biểu đồ 2. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của đá dăm.

Nhận xét: Đá dăm dùng chế tạo bê tông có các chỉ tiêu cơ lý phù hợp TCVN 7570:2006 [6]. .

3.4 Nước

Nước sử dụng trong chế tạo bê tông là nước sinh hoạt sử dụng tại phòng LAS-XD 687. Nước để trộn và bảo dưỡng bê tông đạt tiêu chuẩn TCVN 4506:2012 [7]. .

3.5 Tóc người

Trong phạm vi nghiên cứu, lượng tóc người sử dụng được tính theo thành phần phần trăm khối lượng xi măng trong một khối bê tông. Có bốn tỷ lệ tóc được khảo sát lần lượt là: 0 %; 0,25 %; 0,5 % và 1 %. Sợi tóc người được dùng để chế tạo mẫu với nhiều tỷ lệ chiều dài sợi trên đường kính sợi khác nhau như Hình 1.



Hình 6. Mẫu tóc người thí nghiệm.

4. Thiết kế thành phần bê tông cốt sợi tóc

Thành phần cấp phối bê tông có cấp độ bền B20, độ lưu động 8 đến 10 cm được thiết kế theo phương pháp Bolomey – Skramtaev kết hợp với thực nghiệm. Kết quả tính toán cấp phối được trình bày ở Bảng 4. Để nghiên cứu ảnh hưởng của sợi tóc người đến tính chất của bê tông thì sợi tóc được thêm vào cấp phối bê tông trên theo tỷ lệ lần lượt là 0,25 %; 0,5 % và 1 % khối lượng xi măng. Lượng vật liệu của một mẻ trộn bê tông để đúc 04 mẫu lập phương có kích thước (150x150x150) mm và 04 mẫu đầm có kích thước (150x150x600) mm tương ứng với các hàm lượng sợi tóc người được thêm vào theo tỷ lệ như trên được thể hiện

trong Bảng 5 và Bảng 6. Với ký hiệu cấp phối bê tông: CST0, BST0 lần lượt là cấp phối bê tông đối chứng không có sợi tóc đối với mẫu chịu nén và mẫu chịu kéo khi uốn; CST: là mẫu dùng cho thí nghiệm chịu nén; BST: là mẫu dùng cho thí nghiệm chịu kéo khi uốn và HLO,25; HLO,5; HL1: lần lượt là hàm lượng sợi tóc 0,25 %; 0,5 % và 1 %.

Bảng 4. Thành phần cấp phối của bê tông B20 độ lưu động 8 – 10cm.

Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (l)
350	774	1102	191

Bảng 5. Thành phần cấp phối cho các mẫu bê tông thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

Ký hiệu	Số lượng mẫu	Hàm lượng tóc (%)	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (l)	Tóc (g)
CST0	4	0,00 %	5,2	11,5	16,4	2,8	0,0
CST-HLO,25	4	0,25 %	5,2	11,5	16,4	2,8	13,0
CST-HLO,5	4	0,50 %	5,2	11,5	16,4	2,8	26,0
CST-HL1	4	1,00 %	5,2	11,5	16,4	2,8	52,0

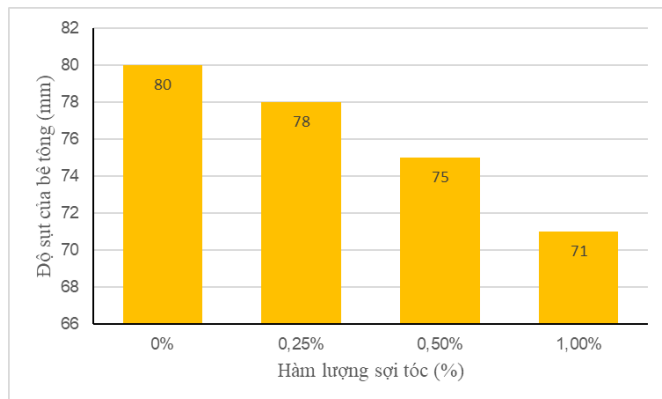
Bảng 6. Thành phần cấp phối cho các mẫu bê tông thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi uốn

Ký hiệu	Số lượng mẫu	Hàm lượng tóc (%)	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (l)	Tóc (g)
BST0	4	0,00 %	0,00 %	20,8	46	65,5	11,3
BST-HLO,25	4	0,25 %	0,25 %	20,8	46	65,5	11,3
BST-HLO,5	4	0,50 %	0,50 %	20,8	46	65,5	11,3
BST-HL1	4	1,00 %	1,00 %	20,8	46	65,5	11,3

5. Chương trình thí nghiệm và nhận xét kết quả

5.1 Thí nghiệm kiểm tra độ lưu động (độ sụt) của bê tông

Mức độ dễ dàng trong việc trộn, đổ, đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông mà không bị phân tầng hoặc tách nước được thể hiện thông qua độ lưu động của bê tông. Trộn các hỗn hợp bê tông với cấp phối đã thiết kế, tiến hành xác định độ sụt bê tông theo tiêu chuẩn TCVN 3106:2022 [8]. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Biểu đồ 3.



Biểu đồ 3. Kết quả thí nghiệm độ sụt của bê tông.

Nhận xét: Kết quả cho thấy khi sử dụng hàm lượng sợi tóc 0 % thì cho độ sụt lớn nhất. Khi tỷ lệ hàm lượng sợi tóc tăng lên thì độ sụt giảm dần. Giá trị thấp nhất được ghi nhận ở hàm lượng sợi tóc 1 %.

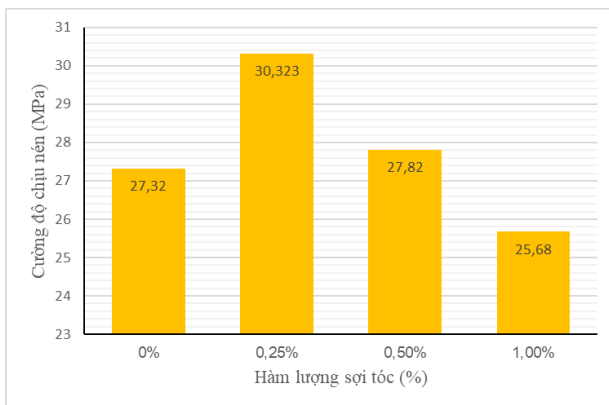
5.2 Thí nghiệm cường độ chịu nén

Trộn các hỗn hợp bê tông với cấp phối đã thiết kế như Bảng 5, tiến hành đúc các mẫu thí nghiệm có kích thước (150x150x150)mm và bảo dưỡng trong 28 ngày theo TCVN 3105:2022 [9]. Sau 28 ngày, thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN 3118:2022 [10]. như Hình 7. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông sử dụng sợi tóc với các tỷ lệ khác nhau 0 %; 0,25 %; 0,5 % và 1 % được thể hiện Biểu đồ 4.

Nhận xét: Kết quả cho thấy khi sử dụng hàm lượng sợi tóc 0,25 % và 0,5 % thì cường độ chịu nén tăng lần lượt là 10,99 % và 1,83 % so với mẫu đối chứng và mức giảm cường độ chịu nén so với mẫu đối chứng là 6,01 % khi hàm lượng sợi tóc 1,0 %. Và thấy rằng cường độ chịu nén của bê tông sẽ tăng tối đa khi hàm lượng sợi tóc người được thêm vào là 0,25 % và bắt đầu giảm khi hàm lượng sợi tóc tăng lên.



Hình 7. Thí nghiệm chịu nén mẫu CSTO.



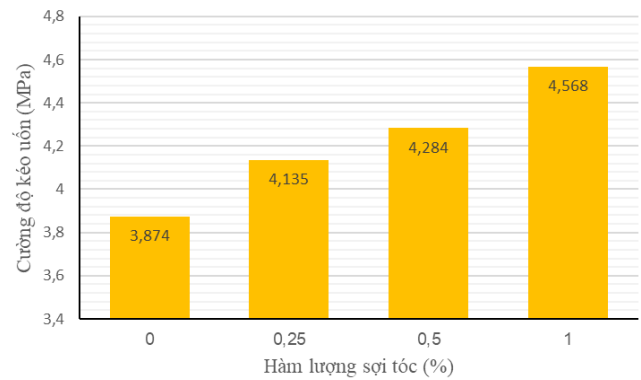
Biểu đồ 4. Kết quả thí nghiệm chịu nén.

5.3 Thí nghiệm cường độ chịu kéo uốn

Tiến hành trộn các hỗn hợp bê tông với cấp phối đã thiết kế như Bảng 6, đúc các mẫu thí nghiệm có kích thước (150x150x600) mm và bảo dưỡng trong 28 ngày theo TCVN 3105:2022 [9]. Sau 28 ngày, thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN 3119:2022 [11], như Hình 8. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng sợi thủy tinh với các tỷ lệ khác nhau 0 %; 0,25 %; 0,5 % và 1 % được thể hiện ở Biểu đồ 5.



Hình 8. Thí nghiệm chịu kéo uốn mẫu BST-HL0,25.



Biểu đồ 5. Kết quả thí nghiệm chịu nén.

Nhận xét: Khác với cường độ chịu nén của bê tông, cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông cốt sợi thủy tinh có xu hướng tăng so với mẫu đối chứng khi hàm lượng sợi tăng lên. Cụ thể cường độ chịu kéo khi uốn tăng 6,74 %; 10,58 % và 17,91 % tương ứng với các hàm lượng sợi 0,25 %; 0,5 % và 1 %. Và đạt cường độ chịu kéo lớn nhất khi hàm lượng sợi là 1 % với mức tăng 17,92 %.

6. Kết luận

Sợi thủy tinh như một chất thải rắn không thể phân hủy được gây ra rất nhiều vấn đề ô nhiễm môi trường. Sợi thủy tinh có khả năng chịu kéo cao và bền vững trong cấu trúc của bê tông nên có thể được tận dụng để cải thiện các tính chất của bê tông. Từ các kết quả thí nghiệm trên cho thấy được rằng:

- + Bê tông cốt sợi thủy tinh có độ lưu động giảm dần khi hàm lượng sợi tăng dần. Tuy nhiên tất cả các cấp phối này đều không có hiện tượng phân tầng, tách nước, do sự có mặt của cốt sợi thủy tinh làm cho hỗn hợp bê tông có tính giữ nước tốt hơn, đảm bảo tính công tác.
- + So với bê tông không có sợi thủy tinh thì bê tông chứa cốt sợi thủy tinh có cường độ chịu nén và chịu kéo khi uốn tăng với hàm lượng sợi khoảng 0,25 đến 0,5 %. Khi hàm lượng sợi tăng đến 1% thì cường độ chịu nén lại giảm đi rõ rệt trong khi cường độ chịu kéo khi uốn vẫn tăng hơn so với mẫu đối chứng.
- + Thông qua các kết quả thí nghiệm đạt được, có thể sử dụng hàm lượng sợi tối ưu 0,25 % cho khả năng chịu nén của bê tông và 1 % cho khả năng chịu kéo của bê tông.
- + Đề xuất có thể sử dụng bê tông cốt sợi thủy tinh ở hàm lượng hợp lý như trên trong một số cấu kiện cấu xây dựng thực tế có sử dụng vật liệu bê tông như: tấm lát nền, nắp cống, bê tông nền... để cải thiện tính chất của bê tông và làm giảm thiểu ô nhiễm môi trường gây ra bởi sợi thủy tinh.

5. Tài liệu tham khảo

- [1]. PGS. TS. Nguyễn Viết Trung (Chủ biên), TS. Nguyễn Ngọc Long, ThS. Phạm Duy Anh. *Bê tông cốt sợi thủy tinh*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2005.
- [2]. Nguyễn Quang Phú. Nghiên cứu xác định hàm lượng cốt sợi thủy tinh hợp lý để chế

- tạo bê tông có khả năng chịu nén và chịu uốn tốt, bền trong môi trường biển. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật thủy lợi và môi trường*, 2018, 6, 23-29.
- [3]. Narain Das Bheel, Suhail Ahmed Abbasi, Shanker Lal Meghwar, Fahad Ali Shaikh. Effect of Human hair as Fibers in Cement Concrete, *Conference Paper*, 2017.
- [4]. Maria Valéria Robles Velasco, Tania Cristina de Sá Dias, Anderson Zanardi de Freitas, Nilson Dias Vieira Júnior, Claudinéia Aparecida Sales de Oliveira Pinto, Telma Mary Kaneko, André Rolim Baby. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2009.
- [5]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6260:2020 Xi măng pooc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật*, Hà Nội - 2020.
- [6]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*, Hà Nội - 2006.
- [7]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4506:2012 Nước cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật*, Hà Nội – 2012
- [8]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3106:2022 Về hỗn hợp bê tông*, Hà Nội – 2022.
- [9]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3105:2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu. chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*, Hà Nội – 2022.
- [10]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3118:2022 Bê tông – Phương pháp xác định cường độ chịu nén*, Hà Nội – 2022.
- [11]. Viện KHCN xây dựng. *Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3119:2022 Bê tông – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn*, Hà Nội – 2022.