Ảnh hưởng của hàm lượng sợi Poly Propylene đến cường độ uốn và môđun đàn hồi của bê tông

Effect of polypropylene fiber content on flexural strength andelastic modulus of concrete

Nguyễn Huy Vững[1], Đỗ Văn Dũng[2], Lê Thế Sang[2]

[1]Trường Đại học Bình Dương, Bình Dương

[2]Trường Sĩ quan Công binh, Bình Dương

Tác giả liên hệ: Nguyễn Huy Vững. Email: nhvung@bdu.edu.vn

Tóm tắt: Mục tiêu nghiên cứu là tìm ra các ảnh hưởng của hàm lượng sợi poly propylen đến khả năng chịu uốn và mô đun đàn hồi của bê tông nền, đánh giá mối quan hệ giữa sợi polypropylen đến khả năng chịu uốn và mô đun đàn hồi của bê tông, khả năng ứng dụng của bê tông khi có thêm sợi gia cường polypropylen trong kết cấu bê tông, đánh giá khả năng làm việc của hỗn hợp bê tông có thêm sợi polypropylen khi được bổ sung thêm phụ phẩm silicafume. Vật liệu sử dụng để thiết kế cấp phối với hàm lượng thay đổi: sợi poly propylen với hàm lượng 0%; 0,5%; 1,%; 1.5% và 2% theo thể tích bê tông, tỷ lệ hàm lượng phụ phẩm silicafume theo khối lượng xi măng, cát, đá, xi măng, phụ gia dẻo 1,5% và cấp phối đối chứng. Bê tông cấp phối có gia cường phụ phẩm đạt cấp độ bền B25. Nghiên cứu được thực hiện bởi các vật liệu thí nghiệm có sẵn tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu thấy được, bê tông có sử dụng sợi polypropylen có khả năng được tăng cường độ uốn, đồng thời sử dụng phụ gia silicafume sẽ làm cho sợi có độ bám dính tốt hơn trong bê tông, cường độ chịu uốn của mẫu thí nghiệm gián tiếp được cao hơn hơn.

Từ khóa: *Bê tông B25; sợi polypropylene; độ uốn; module đàn hồi; thí nghiệm tại Việt Nam*

Abstract: The aim of the study is to find out the effects of polypropylene fiber content on the flexural strength and elastic modulus of concrete, and to evaluate the relationship between polypropylene fibers and the flexural and elastic modulus of the concrete. concrete, the applicability of concrete with the addition of polypropylene fiber reinforcement in the concrete structure, evaluation of the working ability of the concrete mixture with the addition of polypropylene fibers when supplemented with silicafume by-products. Materials used to design the mix with variable content: polypropylene fiber with 0% content; 0.5%; 1.0%; 1.5% and 2% by volume of concrete, proportion of silicafume by-products by weight of cement, sand, stone, cement, plasticizer admixture 1.5% and control mix. Graded concrete with by-product reinforcement reaches durability grade B25. The study was carried out using experimental materials available in Vietnam. Research results show that concrete using polypropylene fibers has the ability to increase flexural strength, and at the same time, using silicafume additives will make the fibers have better adhesion in concrete, and the flexural strength of the samples. indirect experiments were higher.

Keywords: *B25 concrete; bending strength; elastic modulus; experiments in Vietnam; polypropylene fiber*

1. Mở đầu

Trên thế giới, việc nghiên cứu ứng dụng các phụ phẩm sợi poly propylen và silicafume trong lĩnh vực xây dựng vẫn chưa được phổ biến so với các lĩnh vực kỹ thuật khác. Sự ảnh hưởng của sợi poly propylen và silicafume trong kết cấu bê tông là rất lớn, nhiều học giả trong và ngoài nước cũng đã công bố nhiều kết quả nghiên cứu mức độ ảnh hưởng của hàm lượng sợi poly propylen và silicafume cụ thể: Hàm lượng sợi sử dụng có kích thước sợi từ 20÷100mm để gia cường trong bê tông. Kết quả khi có sự tham gia của sợi thì cường độ uốn (cường độ chịu kéo) của bê tông được cải thiện rất nhiều và sự ảnh hưởng của sợi thép đến khả năng làm việc của hỗn hợp bê tông rất lớn [1],[6]. Hàm lượng sợi polymer sử dụng để đánh giá và so sánh ảnh hưởng của sợi đến tính chất của bê tông nền. Kết quả khi sử dụng sợi polyme thì mức độ ảnh hưởng của sợi polyme đến cường độ nén là rất lớn. Đặc biệt mức độ tương quan giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn là rất lớn $R^2 = 0.998$ chứng tỏ rằng sợi và bê tông có mối quan hệ với nhau rất lớn [2],[8]. Hàm lượng sợi poly propylen sử dụng với tỷ lệ 0,15%; 0,2%; 0,25% và 0,30% theo thể tích bê tông và tro bay với tỷ lệ 30%, 40% và 50% theo thể tích bê tông. Mẫu vật liệu thí nghiệm được tạo là là mẫu hình vuông 15x15x15 cm và mẫu hình trụ 15x30 cm. Các thí nghiệm xác định cường độ nén và chịu kéo ở tuổi 28 ngày. Kết quả cho thấy, khi sử dụng các hàm lượng tro bay và hàm lượng poly propylen kết hợp đã cải thiện được cường độ chịu nén và chịu uốn của bê tông so với cấp phối đối chứng [4]. Hàm lượng sợi thép và sợi micro polypropylen sử dụng để gia cường vào bê tông cường độ cao với tỷ lệ 0,5% và 1% theo thể tích bê tông. Các chỉ tiêu cơ lý: cường độ nén, cường độ uốn, mô đun đàn hồi và độ thấm nước. Kết quả cho thấy rằng, với cấp phối khi sử dụng sợi PP (0% S.F-100% P.P.F) sẽ làm giảm cường độ nén khoảng 16%, trong khi sử dụng sợi thép lại làm tăng nhẹ cường độ (100% S.F-0% P.P.F). Cho đến nay các nghiên cứu đã sử dụng hàm lượng sợi poly propylen đến 2% theo thể tích bê tông và hàm lượng silica fume đến 15% theo khối lượng xi măng kết hợp với tro bay, sợi thép, sợi polyme, chất thuỷ tinh, các loại phụ gia, vật liệu tái tạo, xỉ than, hạt nhôm kim loại để đánh giá cường độ chịu nén và cường độ uốn của bê bê tông. Mặc khác, có nghiên cứu chỉ sử dụng hàm lượng sợi poly propylen gia cường vào bê tông để đánh giá mức độ tương quan khi kết hợp sợi đã cho kết quả cải thiện đáng kể hiện tượng nở mềm do các sợi PP mảnh và phân bổ đều trong hỗn hợp bê tông làm tăng cường độ chịu kéo của bê tông ở trạng thái dẻo, làm cho việc phát triển và mở rộng các vết nứt, làm giảm chiều sâu các vết nứt. Đã có nghiên cứu sử dụng sự kết hợp của hàm lượng sợi poly propylen với các loại vật liệu khác, kết quả cũng cho thấy cải thiện được rất nhiều về cường độ kéo khi uốn so với bê tông không sử dụng sợi. Từ những kết quả trên việc nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sợi poly propylen vời hàm lượng 0%; đến 3% theo thể tích bê tông và silicafume với hàm lượng 0%; đến 20% theo khối lượng xi măng đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi của bê tông chưa được đề cập. Nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng tỷ lệ hàm lượng sợi poly propylen từ 0%; 0.5%; 1.0%; 1.5% và 2% và silicafume với hàm lượng 0%; 5%; 10% và 15% để nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sợi poly propylen đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi của bê tông.

2. Vật liệu và phương pháp thí nghiệm

2.1. Vật liệu

2.1.1. Xi măng

Dùng xi măng póoclăng PCB40, độ mịn phù hợp với các tiêu chuẩn TCVN 2682-91 và TCVN 2682-89.

2.3.2. Cát

Sử dụng cát với mođun độ lớn: (M_n=1.85), khối lượng riêng cát là 2.67 g/cm3, khối lượng thể tích 1.62 g/cm3. Cát dùng cho nghiên cứu thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 7572:2006 “Cát xây dựng.

2.1.3. Đá

Sử dụng đá 1x2 có đường kính hạt Dmax là 20 mm, khối lượng riêng của đá là 2.78 g/cm^3, khối lượng thể tích đá là 1.5 g/cm^3.

2.1.4. Phụ gia dẻo

Sử dụng phụ gia dẻo có tác dụng giảm lượng nước nhào trộn, giúp cho bê tông có độ sụt tốt. Phụ gia sử dụng có nguồn gốc hỗn hợp lignosulfonat. Khối lượng thể tích: 1,14-1,16 kg/lít. Liều lượng sử dụng 0.8-1.2 lít/ 100 kg xi măng.

2.1.5. Hạt Silicafume

Sử dụng hạt silica fume được theo Bảng 1 nhằm tăng cường khả năng chịu lực, hàm lượng muội silic trong bê tông từ 5-20% hàm lượng xi măng. Theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM C 1240-93.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của Silica fume

Tên phụ gia	**Hàm lượng SiO_2 (%)**	**Độ ẩm (2%)**	**Lượng mất khi nung (%)**	**Diện tích bề mặt rỗng (m^2/g)**
Silica fume	>85	<3	<6	15-30

2.1.6. Sợi Poly Propylen

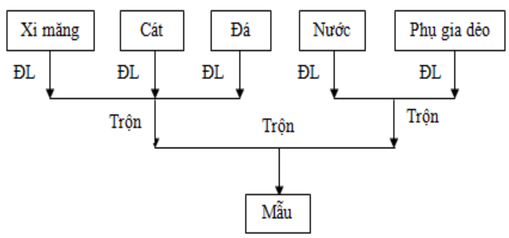
Trong nghiên cứu này, sử dụng loại sợi tổng hợp poly-propylene (PP) có tỷ lệ chiều dài trên đường kính sợi (l/d) là 150 và các thông số kỹ thuật theo nhà sản xuất được trình bày trong Bảng 2.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Tỷ lệ cấp phối bê tông được tính toán theo cấp độ bền B25, tỷ lệ nước và chất kết dính là 0.5, sử dụng phụ gia dẻo, các thành phần được tính toán theo 3 giai đoạn như sau:

Giai đoạn 1:

Cấp phối bê tông xi măng với phụ gia dẻo hàm lượng 1,5% theo khối lượng xi măng. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối đối chứng theo Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối đối chứng

Bảng 2. Các chỉ tiêu kỹ thuật của sợi poly propylen

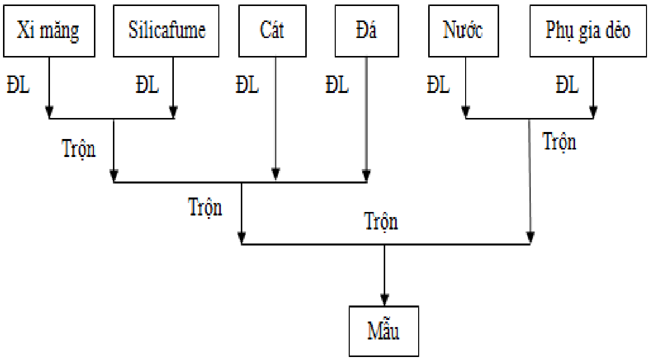
Đường kính (mm)	Khối lượng riêng (tấn/m3)	Mô-đun đàn hồi (Gpa)	Cường độ chịu kéo (Gpa)	Độ dãn dài tương đối (%)	Kháng kiềm, muối, axít
0,3	0,9	3,5	(0,55-0,76)	15-25	Cao

Giai đoạn 2:

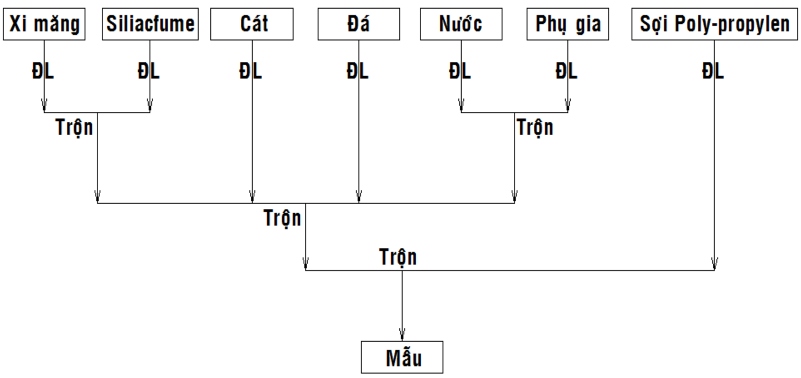
Cấp phối bê tông xi măng với phụ gia khoáng silicafume có hàm lượng 0%, 5%, 10% và 15% theo khối lượng xi măng. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối có dùng phụ gia dẻo và silicafume theo Hình 2.

Giai đoạn 3:

Từ kết quả tối ưu ở giai đoạn 2, cấp phối bê tông xi măng, phụ gia khoáng Silicafume, với sợi poly-propylen hàm lượng 0%, 0.5%, 1%, 1.5% và 2% theo thể tích bê tông. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối có dùng phụ gia dẻo, silicafume và sợi poly propylen theo Hình 3.



Hình 2. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối có dùng phụ gia dẻo và silica fume



Hình 3. Sơ đồ chuẩn bị cấp phối có dùng phụ gia dẻo, silicafume và sợi poly propylen

Phương pháp xác định:

- Xác định cường độ chịu uốn theo TCVN 3119-1993.

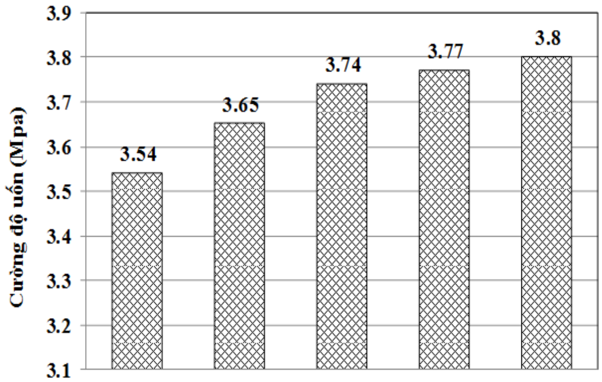
- Xác định mô đun đàn hồi theo TCVN 5276-1993.

3. Kết quả và thảo luận

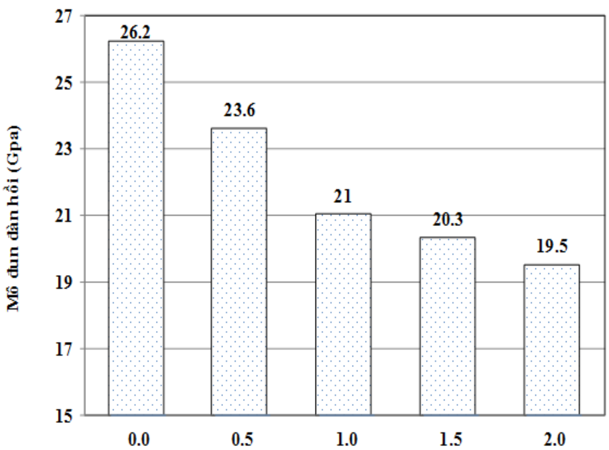
3.1. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ chịu uốn và mô đun đàn hồi trước khi gia cường phụ phẩm silicafume

Sự ảnh hưởng đến cường độ uốn của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và không có phụ phẩm:

Dẫn liệu từ hình 4 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% đồng thời không gia cường phụ phẩm silicafume sẽ có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ uốn của bê tông. Cường độ uốn của bê tông tăng dần so với mẫu đối chứng. Khi thay thế hàm lượng sợi lên đến 0.5% thì cường độ uốn của bê tông tăng nhanh đến 3,1% so với cấp phối đối chứng. Tuy nhiên, khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi đến 1.0% thì cường độ uốn tăng nhẹ đến 2.5% so với mẫu (SF0.0PP0.5), khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi đến 1.5% thì cường độ uốn tăng 3.3% so với mẫu (SF0.0PP0.5), khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi đến 2.0% thì cường độ uốn tăng 4.1% so với mẫu (SF0.0PP0.5). Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0.5 đến 2.0% giúp cải thiện cường độ uốn tăng từ 3.1% đến 7,3% so với mẫu cấp phối đối chứng.



Hình 4. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn khi không có gia cường phụ phẩm silicafume



Hình 5. Ảnh hưởng của sợi đến mô đun đàn hồi khi không có gia cường phụ phẩm silicafume

Sự ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và không có phụ phẩm:

Qua phân tích từ hình 5 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% đồng thời không gia cường phụ phẩm silicafume sẽ có sự thay đổi rất lớn đến khả năng đàn hồi của cấu kiện bê tông.

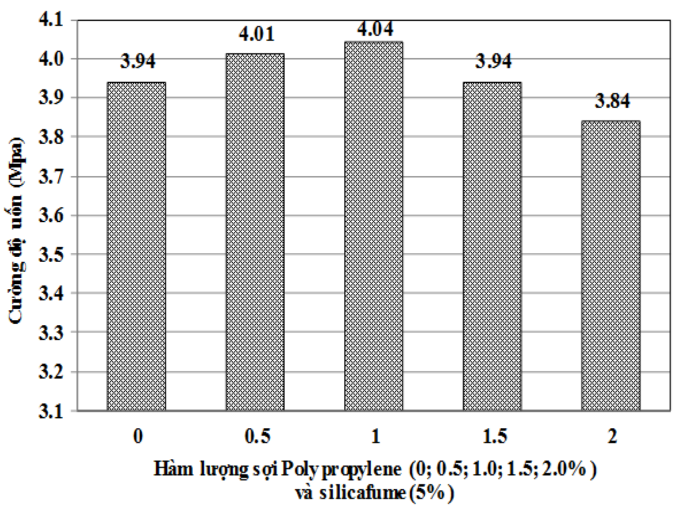
Mô đun đàn hồi của cấu kiện bê tông giảm dần so với mẫu đối chứng. Khi thay thế hàm lượng sợi lên đến 0.5% thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm xuống đến 9,9% so với cấp phối đối chứng.

Tuy nhiên, khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi 1.0% thì mô đun đàn hồi có xu hướng tiếp tục giảm đến 11% so với mẫu (SF0.0PP0.5), khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi đến 1.5% thì mô đun đàn hồi giảm 3.3% so với mẫu (SF0.0PP0.5), khi tiếp tục gia cường thêm hàm lượng sợi đến 2.0% thì mô đun đàn hồi giảm 3.9% so với mẫu (SF0.0PP0.5). Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0.5 đến 2.0% mô đun đàn hồi giảm từ 9.9% đến 25,6% so với mẫu cấp phối đối chứng. Theo [1] sử dụng hàm lượng sợi sử dụng có kích thước sợi từ 20÷100mm để gia cường trong bê tông. Kết quả khi có sự tham gia của sợi thì cường độ uốn (cường độ chịu kéo) của bê tông được cải thiện rất nhiều và sự ảnh hưởng của sợi thép đến khả năng làm việc của hỗn hợp bê tông rất lớn.

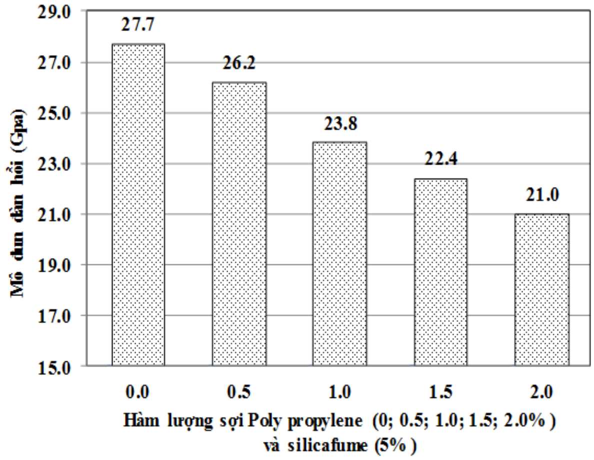
3.2. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm (5% silicafume)

Ảnh hưởng đến cường độ uốn của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 5% silicafume:

Kết quả từ hình 6 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông có khuynh hướng tăng khi hàm lượng sợi gia cường từ 0.5 đến 1.0%, và ngược lại có xu hướng làm cho cường độ uốn giảm khi hàm lượng sợi gia cường lớn hơn 1.0%. Khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5% đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tăng từ 1.8 đến 2.5% so với mẫu cấp phối đối chứng. Tuy nhiên, khi tiếp tục gia cường sợi từ 1.5% đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông có xu hướng giảm xuống đến 2.5% so với mẫu cấp phối đối chứng, và giảm đến 4.95% so với mẫu SF5.0PP1.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 1.0% và silicafume 5% thay thế cho xi măng sẽ góp phần cải thiện được cường độ uốn của bê tông tăng lên 2.5% so với mẫu SF5.0PP0.0.



Hình 6. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn khi có gia cường phụ phẩm 5% silicafume



Hình 7. Ảnh hưởng của sợi đến mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm 5% silicafume

Sự ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 5% silicafume:

Qua hình 7 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng giảm khi hàm lượng sợi gia cường từ 0.5 đến 1.0%. Khi sử dụng hàm lượng sợi 0.5% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm 5.4% so với mẫu SF5.0PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 14.1% so với mẫu SF5.0PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.5% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông sẽ có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 19.1% so với mẫu SF5.0PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 5% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông sẽ có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 24.2% so với mẫu SF5.0PP0.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và silicafume 5% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 5.4% đến 24.2% so với mẫu SF5.0PP0.0.

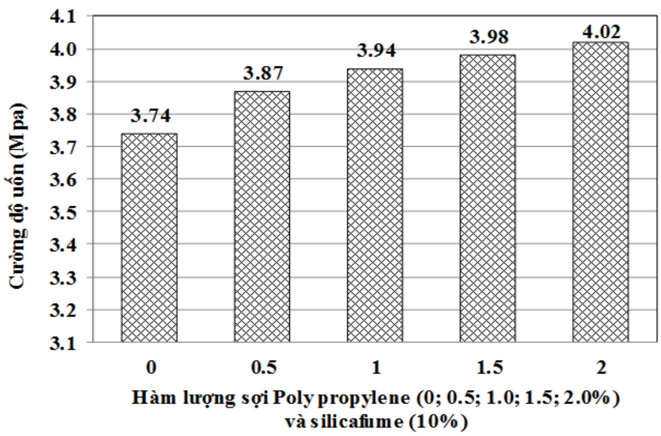
Theo [5], [9] sử dụng hàm lượng sợi polypropylen với các tỷ lệ 0.5%, 1.0%, 1.5% và 2.0% gia cường vào trong bê tông. Kết quả cho thấy cường độ chịu nén tăng 17% khi sử dụng hàm lượng sợi polypropylene 1.5% so với cấp phối đối chứng. Cường độ kéo tăng 22% và mô đun đàn hồi tăng 11% khi sử dụng hàm lượng sợi polypropylene 1.5% so với cấp phối đối chứng.

Theo [10], [11] khi sử dụng hàm lượng silicafume từ 5 đến 10%, hàm lượng nano từ 1 đến 3% và hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2%. Kết quả cho thấy rằng, khi sử dụng hàm lượng silicafume từ 5 đến 10%, hàm lượng nano từ 1 đến 3% và hàm lượng sợi từ 1 đến 2% thì kết quả thí nghiệm cho thấy độ sụt của bê tông bị giảm xuống, cường độ chịu uốn bê tông tăng từ 15 đến 20% và cường độ chịu nén thì không thay đổi.

3.3. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm (10% silicafume)

Ảnh hưởng đến cường độ uốn của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 10% silicafume

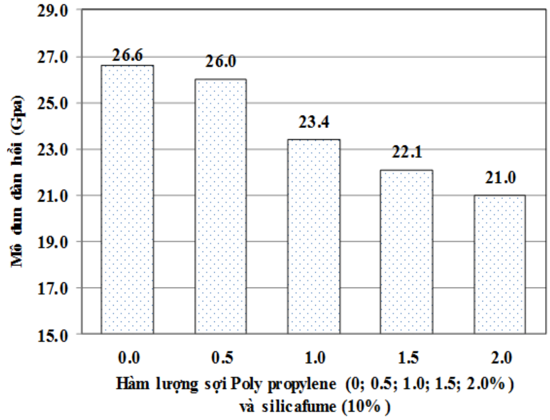
Theo kết quả hình 8 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông được cải thiện rất nhiều. Khi sử dụng hàm lượng sợi đến 0.5% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tăng 3.5% so với mẫu SF10PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông có xu hướng tiếp tục tăng đến 5.7% so với mẫu SF10PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 1.5% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tiếp tục tăng đến 6.4% so với mẫu SF10PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tiếp tục tăng đến 7.5% so với mẫu SF10PP0.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và silicafume 10% thay thế cho xi măng sẽ góp phần cải thiện được cường độ uốn của bê tông từ 3.5% đến 7.5% so với mẫu SF10PP0.0.



Hình 8. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn khi có gia cường phụ phẩm 10% silicafume

Sự ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 10% silicafume:

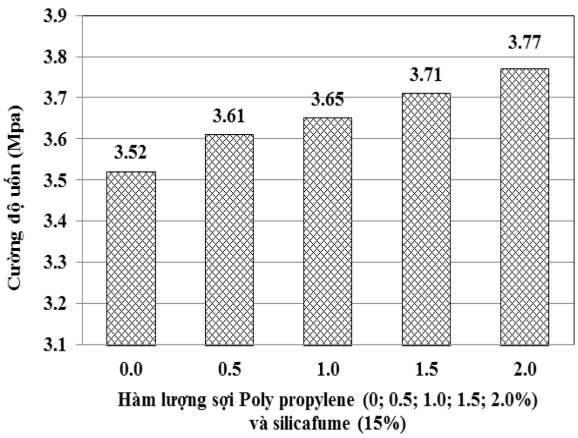
Từ hình 9 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng giảm nhẹ khi hàm lượng sợi gia cường từ 0.5 đến 1.0%. Khi sử dụng hàm lượng sợi 0.5% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm 2.3% so với mẫu SF10PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm mạnh xuống đến 12.0% so với mẫu SF10PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.5% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 16.9% so với mẫu SF10PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 10% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 21.1% so với mẫu SF10PP0.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và silicafume 10% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 2.3% đến 21.1% so với mẫu SF10PP0.0.



Hình 9. Ảnh hưởng của sợi đến mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm 10% silicafume

Theo [4],[8] sử dụng hàm lượng sợi poly propylen sử dụng với tỷ lệ 0,15%; 0,20%; 0,25% và 0,30% theo thể tích bê tông và tro bay với tỷ lệ 30%, 40% và 50% theo thể tích bê tông. Mẫu vật liệu thí nghiệm được tạo là là mẫu hình vuông 15x15x15 (cm) và mẫu hình trụ 15x30 (cm). Các thí nghiệm xác định cường độ nén và chịu kéo ở tuổi 28 ngày. Kết quả cho thấy, khi sử dụng các hàm lượng tro bay và hàm lượng poly propylen kết hợp đã cải thiện được cường độ nén và uốn của bê tông so với cấp phối đối chứng.

3.4. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm (15% silicafume)

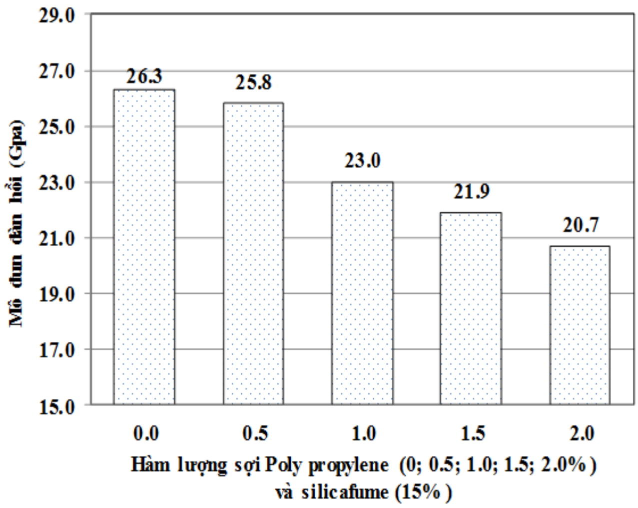


Hình 10. Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn khi có gia cường phụ phẩm 15% silicafume

Ảnh hưởng đến cường độ uốn của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 15% silicafume:

Qua hình 10 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông được cải thiện rất nhiều. Khi sử dụng hàm lượng sợi đến 0.5% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tăng 2.6% so với mẫu SF15PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông có xu hướng tiếp tục tăng đến 3.7% so với mẫu

SF15PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 1.5% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tiếp tục tăng đến 5.4% so với mẫu SF15PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì cường độ uốn của bê tông tiếp tục tăng đến 7.1% so với mẫu SF15PP0.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và silicafume 15% thay thế cho xi măng sẽ góp phần cải thiện được cường độ uốn của bê tông từ 2.6% đến 7.1% so với mẫu SF15PP0.0.



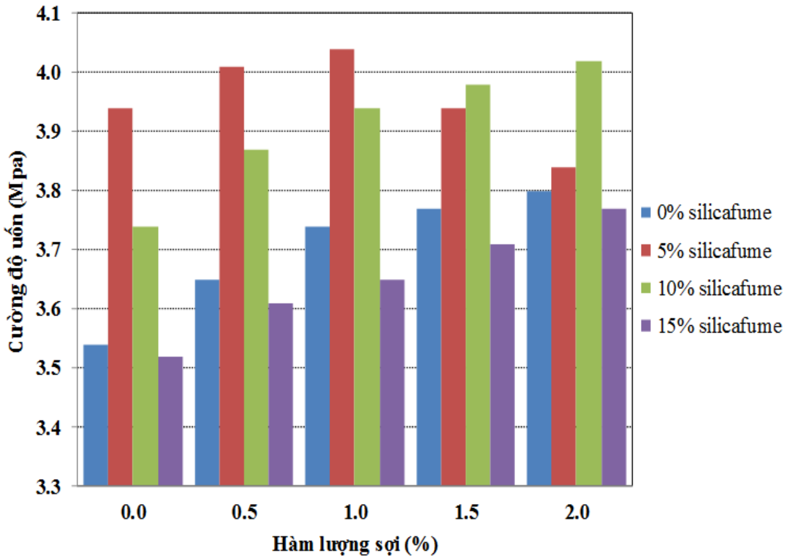
Hình 11. Ảnh hưởng của sợi đến mô đun đàn hồi khi có gia cường phụ phẩm 15% silicafume

Sự ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi của bê tông khi sử dụng hàm lượng sợi từ 0.5 đến 2.0% và phụ phẩm 15% silicafume:

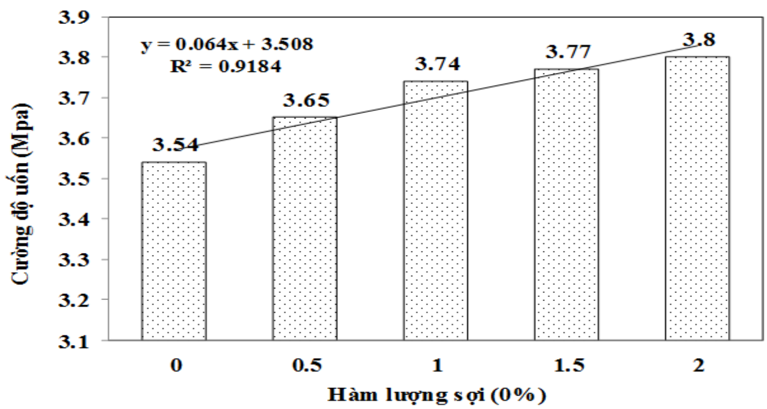
Từ kết quả phân tích trên hình 11 và bảng 2 cho thấy, khi sử dụng hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng giảm nhẹ khi hàm lượng sợi gia cường từ 0.5 đến 1.0%. Khi sử dụng hàm lượng sợi 0.5% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm 1.9% so với mẫu SF15PP0.0. Khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm mạnh xuống đến 12.5% so với mẫu SF15PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 1.5% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 16.7% so với mẫu SF15PP0.0, khi tiếp tục gia cường sợi lên đến 2.0% và phụ phẩm silicafume 15% thay thế xi măng thì mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng tiếp tục giảm xuống đến 21.3% so với mẫu SF15PP0.0. Việc thay thế hàm lượng sợi thay đổi từ 0 đến 2.0% và silicafume 15% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 1.9% đến 21.3% so với mẫu SF15PP0.0.

Nghiên cứu [12] sử dụng hàm lượng sợi poly-propylen sử dụng với tỷ lệ 0,1%; 0,2%; 1% và 2% theo khối lượng của bê tông. Tác giả đã nghiên cứu và phân tích khả năng chịu nén và uốn của bê tông. Kết quả cho thấy rằng, khi gia cường sợi poly propylen vào trong bê tông sẽ làm tăng cường độ uốn của bê tông. Cường độ chịu nén của bê tông cũng tăng và đạt cường độ cao nhất khi sử dụng hàm lượng sợi lên tới 0.2%. Và nếu sử dụng hàm lượng sợi dưới và trên 0.2% thì cường độ uốn và nén giảm. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng với khi gia cường hàm lượng sợi poly propylen vào trong bê tông sẽ làm tăng khả năng hấp thụ nước của bê tông.

3.5. Ảnh hưởng của thành phần hạt mịn silicafume và sợi đến cường độ uốn của bê tông



Hình 12. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn



Hình 13. Ảnh hưởng giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn

Thành phần sợi kết hợp với silicafume tác động đến cường độ uốn của bê tông trình bày trong bảng 2 và trong hình 12, 13.

Hình 13 trình bày ảnh hưởng của phụ gia silicafume trong việc tăng giá trị cường độ uốn của bê tông khi dùng với sợi. Khi sử dụng phụ gia silicafume đến 5% đồng thời hàm lượng sợi tăng đến 1.0% thì cường độ uốn của bê tông sợi có xu hướng tăng dần đạt giá trị cường độ cao nhất là 2.5% so với cấp phối

SF5.0PP0.0 và tăng 14.1% so với cấp phối đối chứng (CPĐC), khi hàm lượng sợi tiếp tục tăng lên đến 2.0% thì cường độ uốn giảm xuống 2.54% so với cấp phối SF5.0PP0.0. Khi cấp phối SF10PP2.0 với 2% sợi cho cường độ uốn lớn hơn đến 13.6% so với cấp phối đối chứng (CPĐC).

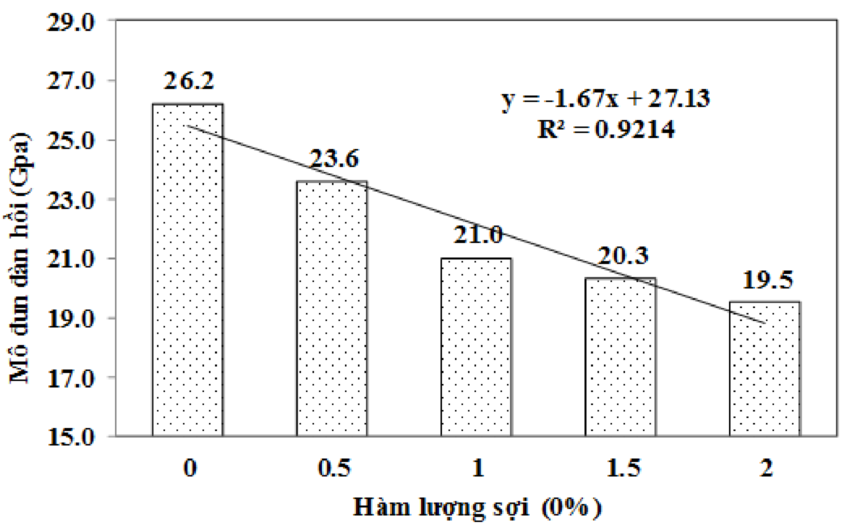
Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và thành phần hạt mịn silicafume cho thấy hàm lượng sợi có khả năng làm tăng cường độ chịu uốn của bê tông nền. Hình 3.9 cho thấy hàm lượng sợi càng tăng khả năng cường độ uốn của bê tông càng cao, cụ thể khi hàm lượng sợi tăng đến 1.0% đồng thời thành phần hạt mịn silicafume tăng đến 5% và khi hàm lượng sợi tăng đến 2.0% đồng thời thành phần hạt mịn silicafume tăng đến 10% thì cường độ uốn tăng lên từ 4.02 Mpa đến 4.04 Mpa tăng từ 13.6 đến 14.1% so với trường hợp không có sợi là 3.54 Mpa. Các hàm lượng sợi đã tạo ra sự liên kết của nền xi măng với các hạt cốt liệu lớn được tăng lên, gián tiếp làm cho sự làm việc chịu uốn của sợi trong bê tông nền tốt hơn.

Thực nghiệm cho thấy, bê tông sử dụng sợi có khả năng gia tăng cường độ uốn, đồng thời sử dụng phụ gia silicafume làm cho sợi được bám dính tốt hơn trong bê tông nền, cường độ uốn gián tiếp được tăng cường hơn.

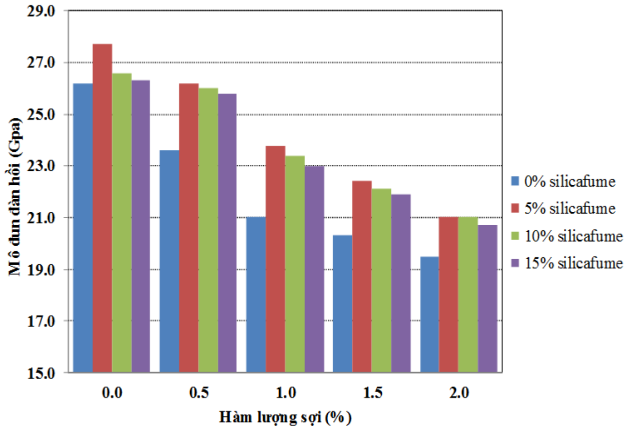
Sử dụng hàm lượng sợi sử dụng để đánh giá và so sánh ảnh hưởng của sợi đến tính chất của bê tông nền. Kết quả khi sử dụng sợi thì mức độ ảnh hưởng của sợi polyme đến cường độ nén là rất lớn. Đặc biệt mức độ tương quan giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn là rất lớn $R^2 = 0.998$ chứng tỏ rằng sợi và bê tông có mối quan hệ với nhau rất lớn [2],[8].

3.6. Ảnh hưởng của thành phần hạt mịn silicafume và sợi đến mô đun đàn hồi của bê tông

Thành phần sợi kết hợp với silicafume tác động đến mô đun đàn hồi của bê tông trình bày trong bảng 2 và trong hình 14, 15.



Hình 14. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và mô đun đàn hồi



Hình 15. Ảnh hưởng giữa hàm lượng sợi và mô đun đàn hồi

Qua thực nghiệm bê tông khi sử dụng sợi cho thấy, mô đun đàn hồi của bê tông giảm dần theo hàm lượng sợi sử dụng. Hình 15 trình bày mối quan hệ giảm tuyến tính của mô đun đàn hồi khi hàm lượng sợi dùng đến 2% và không có silicafume, giảm đến 25.6% so với cấp phối đối chứng. Việc này do sự làm việc kết hợp giữa bê tông nền và sợi làm thay đổi liên kết giữa vữa nền và bộ khung chịu lực của bê tông.

Ảnh hưởng của hàm lượng sợi và mô đun đàn hồi trong hình 15 cho thấy, giá trị modun đàn hồi có xu hướng gia giảm dần theo hàm lượng sợi tham gia và giá trị mô đun đàn hồi cũng sẽ được cải thiện khi có sự gia cường phụ gia silicafume 5%, minh chứng thực nghiệm thì khi chưa gia cường phụ gia silicafume giảm từ 26.2 Gpa đến 19.5 Gpa giảm 25.6%. Mặt khác, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 2% và khi sử dụng kết hợp với 5% silicafume thì mô đun đàn hồi có xu hướng tăng 5.7% so với mẫu không có gia cường phụ gia silicafume và giảm dần đến 24.2% khi hàm lượng sợi ở 2.0%. Điều này chứng tỏ, khi có sự tham gia của silicafume và sợi nhiều sẽ làm khả năng bám dính của bê tông nền và vật liệu sợi giảm đi khả năng đàn hồi, cấu trúc rỗng được giảm xuống thì khả năng đàn hồi của bê tông cũng gián tiếp bị giảm xuống. Ta nhận thấy vai trò của sợi cùng với hàm lượng silicafume sẽ ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bê tông nền. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tiếp tục đánh giá vai trò của silicafume 10% đến sự làm việc chung với bê tông nền khi phối hợp với sợi.

Dẫn liệu tại hình 15 cho thấy, giá trị modun đàn hồi có xu hướng tăng nhẹ so với mẫu cấp phối đối chứng khi gia cường silicafume 10% và khi chưa co sợi tham gia, minh chứng thực nghiệm thì tăng từ 26.2 Gpa đến 26.6 Gpa đạt 1.5%. Mặt khác, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 0.5% đồng thời hàm lượng silicafume tăng đến 10% thì modun đàn hồi có xu hướng giảm nhẹ xuống từ 26.2 Gpa đến 26.0 Gpa đạt 0.7%. Tuy nhiên khi hàm lượng sợi tăng dần đến 1.0% thì mô đun đàn hồi có xu hướng tăng từ 21.0 Gpa đến 23.4 Gpa đạt 11.4% theo hàm lượng sợi và khi sử dụng kết hợp với 10% silicafume. Khi hàm lượng sợi tăng dần đến 1.5% thì mô đun đàn hồi có xu hướng tăng từ 20.3 Gpa đến 22.1 Gpa đạt 8.9% theo hàm lượng sợi và khi sử dụng kết hợp với 10% silicafume. Khi hàm lượng sợi tăng dần đến 2.0% thì modun đàn hồi có xu hướng tăng từ 19.5 Gpa đến 21.0 Gpa đạt 7.7% theo hàm lượng sợi và khi sử dụng kết hợp với 10% silicafume. Điều này chứng tỏ, khi có sự tham gia của silicafume và sợi nhiều sẽ làm khả năng bám dính của bê tông nền và vật liệu sợi giảm đi khả năng đàn hồi, cấu trúc rỗng được giảm xuống thì khả năng đàn hồi của bê tông cũng gian tiếp bị giảm xuống. Ta nhận thấy vai trò của sợi và hàm lượng silicafume cũng ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bê tông nền, tuy rằng sử dụng rất ít thì cũng sẽ tăng thêm phần cải thiện tính đàn hồi của bê tông nền. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tiếp tục đánh giá vai trò của silicafume 15% đến sự làm việc chung với bê tông nền khi phối hợp với sợi.

Thực nghiệm phân tích tại hình 15 cho thấy, mô đun đàn hồi có xu hướng giảm dần theo hàm lượng silicafume gia cường ở tỷ lệ 15% và sợi tăng dần đến 2.0% thì giá trị giảm từ 26.3 Gpa đến 20.7 Gpa giảm 27.1%. Cụ thể, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 0.5% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm nhẹ từ 26.3 Gpa đến 25.8 Gpa giảm 1.9%, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 1.0% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm mạnh từ 26.3 Gpa đến 23.0 Gpa giảm 12.5%, khi hàm lượng sợi tăng đến 1.5% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm nhanh từ 26.3 Gpa đến 21.9 Gpa giảm 16.7%, giá trị mô đun đàn hồi tiếp tục giảm đến 21.3% khi hàm lượng sợi tăng đến 2.0%. Điều này cũng chứng tỏ được rằng, khi có sự tham gia của silicafume và sợi nhiều sẽ làm khả năng bám dính của bê tông nền và vật liệu sợi giảm, dẫn đến khả năng đàn hồi của cấu kiện bê tông cũng giảm theo, bởi do cấu trúc rỗng được giảm xuống thì khả năng đàn hồi của bê tông cũng gián tiếp bị giảm xuống. Ta nhận thấy vai trò của sợi và hàm lượng silicafume cũng sẽ ảnh hưởng tương đối lớn đến cấu trúc của bê tông nền, việc sử dụng rất ít thì cũng sẽ tăng thêm phần cải thiện đáng kể tính đàn hồi của bê tông nền.

Sử dụng hàm lượng sợi thép và sợi micro polypropylen sử dụng để gia cường vào bê tông cường độ cao với tỷ lệ 0,5% và 1% theo thể tích bê tông. Các chỉ tiêu cơ lý: cường độ nén, cường độ uốn, mô đun đàn hồi và độ thấm nước. Kết quả cho thấy rằng, với cấp phối khi sử dụng sợi PP (0% S.F-100% P.P.F) sẽ làm giảm cường độ nén khoảng 16%, trong khi sử dụng sợi thép lại làm tăng nhẹ cường độ (100% S.F-0% P.P.F). Mặt khác, khi gia cường sợi sẽ cải thiện được cường độ uốn của bê tông lên đến 128% so với mẫu cấp phối đối chứng. Hơn nữa khả năng thấm tăng lên khi có sử dụng sợi polypropylenefibers [7].

4. Kết luận

Bài báo sử dụng hàm lượng sợi polypropylen theo các tỷ lệ khác nhau để chế tạo bê tông có tính năng cải thiện cường độ uốn và mô đun đàn hồi của bê tông. Bằng phương pháp xác định cường độ uốn và mô đun đàn hồi dưới sự gia cường phụ phẩm silicafume là 0%, 5%, 10% và 15%. Một số kết luận được rút ra từ kết quả thí nghiệm như sau:

- Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi trước khi gia cường phụ phẩm: Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0.5 đến 2.0% giúp cải thiện cường độ uốn tăng từ 3.1% đến 7,3% và mô đun đàn hồi giảm từ 9.9% đến 25,6% so với mẫu cấp phối đối chứng.

- Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi gia cường phụ phẩm 5% silicafume: Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0 đến 1.0% và silicafume 5% thay thế cho xi măng sẽ góp phần cải thiện được cường độ uốn của bê tông tăng lên 2.5% so với mẫu cấp phối đối chứng. Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0 đến 2.0% và silicafume 5% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 5.4% đến 24.2% so với mẫu cấp phối đối chứng.

- Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi gia cường phụ phẩm 10% silicafume: Khi hàm lượng sợi thay thế đến 2.0% và silicafume 10% thay thế cho xi măng thì cường độ uốn của bê tông tiếp tục tăng đến 7.5% so với mẫu cấp phối đối chứng. Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0 đến 2.0% và silicafume 10% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 2.3% đến 21.1% so với mẫu cấp phối đối chứng.

- Ảnh hưởng của sợi đến cường độ uốn và mô đun đàn hồi khi gia cường phụ phẩm 15% silicafume: Khi hàm lượng sợi thay thế đến 2.0% và silicafume 15% thay thế cho xi măng sẽ góp phần cải thiện được cường độ uốn của bê tông từ 2.6% đến 7.1% so với mẫu cấp phối đối chứng. Khi hàm lượng sợi thay thế từ 0 đến 2.0% và silicafume 15% thay thế cho xi măng sẽ làm giảm mô đun đàn hồi của bê tông từ 1.9% đến 21.3% so với mẫu cấp phối đối chứng.

- Thực nghiệm cho thấy, bê tông sử dụng sợi polypropylen có khả năng gia tăng cường độ uốn, việc đồng thời sử dụng phụ gia silicafume làm cho sợi được bám dính tốt hơn trong bê tông nền, cường độ uốn gián tiếp được tăng cường hơn. Vậy, nếu kết hợp với hàm lượng silicafume tối đa 10% thay thế xi măng thì sẽ cải thiện được cường độ uốn của bê tông.

- Thực nghiệm phân tích cho thấy, mô đun đàn hồi có xu hướng giảm dần theo hàm lượng silicafume gia cường ở tỷ lệ 15% và sợi tăng dần đến 2.0% thì giá trị giảm từ 26.3 Gpa đến 20.7 Gpa giảm 27.1%. Cụ thể, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 0.5% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm nhẹ từ 26.3 Gpa đến 25.8 Gpa giảm 1.9%, khi hàm lượng sợi tăng dần đến 1.0% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm mạnh từ 26.3 Gpa đến 23.0 Gpa giảm 12.5%, khi hàm lượng sợi tăng đến 1.5% thì mô đun đàn hồi có xu hướng giảm nhanh từ 26.3 Gpa đến 21.9 Gpa giảm 16.7%, giá trị mô đun đàn hồi tiếp tục giảm đến 21.3% khi hàm lượng sợi tăng đến 2.0%. Điều này cũng chứng tỏ được rằng, khi có sự tham gia của silicafume và sợi nhiều sẽ làm khả năng bám dính của bê tông nền và vật liệu sợi giảm, dẫn đến khả năng đàn hồi của cấu kiện bê tông cũng giảm theo, bởi do cấu trúc rỗng được giảm xuống thì khả năng đàn hồi của bê tông cũng gián tiếp bị giảm xuống. Ta nhận thấy vai trò của sợi polypropylen và hàm lượng silicafume cũng sẽ ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bê tông nền, việc sử dụng rất ít cốt sợi thì cũng sẽ tăng thêm phần phần cải thiện tính đàn hồi của bê tông nền.

Như vậy, để cải thiện cường độ chịu uốn của bê tông nền thì hàm lượng sợi polypropylen gia cường ở tỷ lệ 1.0% và hàm lượng phụ phẩm silicafume là 5.0%. Đồng thời để cải thiện mô đun đàn hồi thì hàm lượng sợi polypropylen gia cường ở tỷ lệ 0.5% và hàm lượng phụ phẩm silicafume là 5.0%.

Tài liệu tham khảo

[1] Narayanan and Palanyial, Effect of addition of different type of steel fibres on the mechanical aspects of concrete –a review, International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316, 1982.

[2] SP Shah et al, Similarities Indicate that Hallella seregens (Moore and Moore) and Mitsuokella dentalis (Haapasalo et al.) Are Gennealogically Highly Related and Are Members of the Genus Prevotella: Emended Description of the Genus Prevotella (Shah and Collins) and Description of Prevotella dentalis comb.nov, Internationjaolu rnaofl s ystematbica cteriologoyc. t .1995, p. 832-836, 1986.

[3] V, Ramadevi, and DL, Venkatesh Babu, Flexural behavior of hybrid (steel and polypropylene) fibre einforced concrete beams, European Journal of Scientiíic Research, vol, 70 no, 1, pp, 81-87, 2012.

[4] Murahari K., Rao R.M, Effects of Polypropylene fibres on the strength properties Of fly ash based concrete, International Journal of Engineering Science Invention, ISSN (Online): 2319 – 6734, ISSN (Print): 2319 – 6726, 2013

[5] Mahendra Prasad, Chandak Rajeev and Grover Rakesh, A Comparative Study of Polypropylene Fibre Reinforced Silica Fume Concrete with Plain Cement Concrete, International Journal of Engineering esearch and Science & Technology, Vol2, No 4, Nov, pp 127- 136, 2013.

[6] Peng Zhang and Qingfu Li, Fracture Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Containing Fly Ash and Silica Fume, esearch Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 5(2): 665-670, 2013.

[7] Othman Hameed Zinkaah, Influence of steel fibers on the behavior of light weight concrete made from crushed clay bricks, American Journal of Civil Engineering, doi: 10.11648/j.ajce.20140204.11, ISSN: 2330-8729 (Print); ISSN: 2330-8737 (Online), 2014.

[8] Phan Đức Hùng, Lê Anh Tuấn, Ảnh hưởng của chất xúc tác sinh nhiệt đến quá trình geopolymer hóa của vữa, Tạp chí KHCN Xây dựng - số 2/2015.

[9] Divya S Dharan và Aswathy Lal, Comparative Study of Partial Replacement of Cement with Ceramic Waste Along with Addition of Polypropylene Fiber, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-0181, Vol. 8 Issue 01, January-2019.

[10] W.Osterle, A.I.Dmitriev, B.Wetzel, G.Zhang, I.Hausler, B.C.Jim, The role of carbon fibers and silica nanoparticles on friction and wear reduction of an advanced polymer matrix composite, Materials & Design, doi.org/10.1016/j.matdes.2015.12.175, 2016

[11] Nguyễn Đắc Đức, Ngô Văn Minh, Hồ Xuân Nam ứng xử của bê tông sử dụng polyme cốt sợi. Tạp chí Giao thông vận tải, 2016.

[12] Siddiqi Z.A and Kaleem, Comparison of Mechanical Properties of Normal & Polypropylene Fiber Reinforced Concrete, Scientific Inquiry and Review (SIR), 2018.

Ngày nhận bài: 16/3/2023

Ngày hoàn thành sửa bài: 25/6/2023

Ngày chấp nhận đăng: 28/6/2023