

ẢNH HƯỞNG CỦA HẠT NANO-SILICA VÀ SỢI POLYME TRONG KẾT CẤU BÊ TÔNG

Đoàn Duy Khánh¹, Lê Anh Tuấn²

¹Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM

TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu về sự ảnh hưởng của hạt nano-silica và sợi polyme trong kết cấu bê tông. Mục tiêu nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của thành phần hạt nano silica đến các tính chất cơ học của vật liệu bê tông nền, đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ hạt nano silica và tỷ lệ hàm lượng sợi polyme đến các tính chất cơ học của bê tông, đánh giá khả năng làm việc của sợi polyme và các hạt nano silica trong bê tông nền, đánh giá khả năng ứng dụng của bê tông sợi có gia cường hạt nano silica trong các kết cấu bê tông. Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng, Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM với các vật liệu thí nghiệm hiện có tại Việt Nam. Sử dụng phần mềm SAP2000 để mô phỏng ứng xử của cấu kiện thành mỏng để đánh giá khả năng làm việc của bê tông cốt sợi polyme. Kết quả khi sử dụng hàm lượng silicafume từ 5 đến 10% và hàm lượng nano từ 1 đến 3% thì sẽ làm giảm độ sụt trong bê tông đồng thời cũng làm tăng cường độ của bê tông. 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 độ sụt của bê tông bị giảm xuống, cường độ uốn tăng từ 15 đến 20% và cường độ nén thì không đổi.

Từ khóa: Kết cấu bê tông, nano-silica, sợi polyme.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạt nano-silica và sợi polyme trong các ngành xây dựng vẫn chưa được quan tâm nhiều, có một số tác giả vẫn có nghiên cứu nhưng vẫn chưa cụ thể. Tuy nhiên, nghiên cứu sự ảnh hưởng của hạt nano-silica và sợi polyme trong kết cấu bê tông vẫn còn hạn chế, một số học giả đã nghiên cứu về mức độ tương quan giữa hàm lượng sợi polyme và cường độ uốn là rất lớn $R^2 = 0,998$ chứng tỏ rằng chúng có mối quan hệ với nhau rất lớn (Shah và cộng sự, 1986); Kết quả của nghiên cứu cho thấy cường độ nén, cường độ uốn của bê tông được cải thiện rất nhiều do có sự tham gia của hàm lượng nano-silica. Mặt khác, nghiên cứu cũng cho thấy rằng đặc tính và khả năng làm việc của bê tông cốt liệu tái sinh giống với bê tông thông thường khi có sự tham gia của hàm lượng 3% nano-silica (Sudhirkumar V. Barai và cộng sự, 2014); Kết quả cho thấy, khi có hàm lượng của các hạt nhôm kim loại, hydro tạo ra có thể gây ra một số vết nứt lớn trong bê tông, có thể làm giảm tính chất cơ học của bê tông. Tuy nhiên, với việc sử dụng đồng thời

các sợi nano-silica và sợi sẽ cải thiện được tính chất cơ học của bê tông nền (R.Yu, P.Tang và cộng sự, 2014); Nghiên cứu này trình bày thí nghiệm hiệu quả kết hợp của việc sử dụng nano silica và các sợi thép đối với các tính chất cơ học của bê tông nặng. Nano-silica được sử dụng như là một vật liệu để thay thế xi măng bằng các hàm lượng 1%, 1,5%, 2%, và 4%, và sợi thép được sử dụng thay thế vào thể tích chiếm chỗ của bê tông bằng 0,45%, 0,9% và 1,35% (Ahmed S. Elboghadi và cộng sự, 2015); Hàm lượng nano-silica có thể làm giảm khả năng ma sát và mài mòn của vật liệu sợi khi có hàm lượng 10% nano-silica tham gia trong bê tông nền (W. Osterle và cộng sự, 2016). Cho đến nay các nghiên cứu đã sử dụng hàm lượng nano-silica 3% so với tỷ lệ xi măng kết hợp với hàm lượng sợi (sợi polyme, chất thủy tinh, các loại phụ gia, vật liệu tái sinh, tro bay, xỉ than, hạt nhôm kim loại) để gia cường vào bê tông đã cho kết quả đã cải thiện được cường độ nén và cường độ uốn của bê tông. Mặt khác, có nghiên cứu chỉ sử dụng hàm lượng sợi polyme gia cường vào bê tông để

đánh giá mức độ tương quan khi kết hợp sợi đã cho kết quả cải thiện được cường độ uốn của bê tông. Cũng có nghiên cứu sử dụng sự kết hợp của hàm lượng 10% nano-silica và sợi polyme để đánh giá khả năng chịu ma sát và mài mòn của vật liệu sợi đã cho thấy kết quả làm giảm khả năng bị ma sát và mài của vật liệu sợi khi có hàm lượng 10% nano-silica tham gia trong bê tông nền. Từ những nghiên cứu trên cho thấy việc nghiên cứu ảnh hưởng của hạt nano-silica và sợi polyme đến cường độ nén, cường độ uốn, biến dạng và mô đun đàn hồi trong kết cấu bê tông chưa được đề cập trong nghiên cứu. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng của hạt nano-silica và sợi polyme trong kết cấu bê tông.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của thành phần hạt nano silica đến các tính chất cơ học của vật liệu bê tông nền; Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ hạt nano silica và tỷ lệ hàm lượng sợi polyme đến các tính chất cơ học của bê tông; Nghiên cứu khả năng làm việc của sợi polyme và các hạt nano silica trong bê tông nền.

2.2. Phương pháp

Thành phần cấp phối bê tông được tính toán theo cấp độ bền B25, tỷ lệ nước – chất kết dính là 0,4, sử dụng phụ gia dẻo, các thành phần được tính toán theo 3 giai đoạn như sau:

a) Giai đoạn 1: Cấp phối cho bê tông xi măng với phụ gia khoáng Silicafume hàm lượng 0%, 5%, 10% theo khối lượng xi măng.

b) Giai đoạn 2: Từ kết quả tối ưu ở giai đoạn 1, cấp phối cho bê tông xi măng, phụ gia khoáng Silicafume, nano silica hàm lượng 0%,

1%, 2%, 3% theo khối lượng ximang.

c) Giai đoạn 3: Từ kết quả tối ưu ở giai đoạn 2, cấp phối cho bê tông xi măng, phụ gia khoáng Silicafume, nano silica với sợi polyme hàm lượng 0%, 0,5%, 1%, 2% theo thể tích bê tông.

Phương pháp xác định các tính chất của vật liệu như sau: phương pháp xác định cường độ nén (R_n), phương pháp xác định cường độ uốn (R_{ku}), phương pháp xác định cường độ modun đàn hồi (E_0) và biến dạng (ϵ), Phương pháp mô phỏng kết cấu bằng phần mềm SAP2000.

2.3. Vật liệu

Nguyên vật liệu thực nghiệm: Xi măng poóc lăng PCB40, độ mịn phải phù hợp với các tiêu chuẩn TCVN 2682-91 và TCVN 2682-89; Cát với modun độ lớn 1,85, khối lượng riêng 2,67 g/cm³, khối lượng thể tích 1,62 g/cm³. Cát dùng cho nghiên cứu phải thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 7572:2006 “Cát xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật”; Đá được sử dụng có Dmax là 20 mm, khối lượng riêng 2,78 g/cm³, khối lượng thể tích là 1,5 g/cm³; Phụ gia dẻo có tác dụng giảm lượng nước nhào trộn, tạo 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; Hạt silicafume được sử dụng nhằm tăng cường khả năng chịu lực, hàm lượng muối silic trong bê tông từ 5 - 15% hàm lượng xi măng. Theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM C 1240-93; Nanosilica được sử dụng trong các mẫu thí nghiệm là sản phẩm Silica các yếu tố kỹ thuật như sau: kích cỡ trung bình: 120 - 150 nm, độ nhớt: 8,5 PaS, độ pH: 9,0 - 9,6, trọng lượng riêng: 2,37 g/cm³; sợi polyme để chế tạo mẫu, đó là sợi có thông số kỹ thuật theo nhà sản xuất theo bảng 2.1.

Bảng 2.1 Thông số kỹ thuật của sợi polyme

STT	Loại sợi	Đường kính (mm)	Khối lượng riêng (tấn/m ³)	Mô đun đàn hồi (GPa)	Nhiệt độ chảy (°C)	Nhiệt độ cháy (°C)	Kháng kiềm, muối, axit
1	polyme	0,01	0,91	3,44	160	590	cao

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả

3.1.1. Ảnh hưởng của thành phần hạt mịn silicafume và nano silica đến tính chất của bê tông.

Hỗn hợp bê tông được kết hợp với hàm

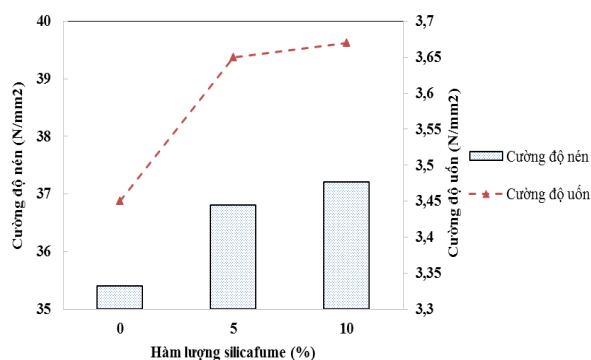
lượng silicafume với tỷ lệ 5 - 10% theo khối lượng xi măng. Đồng thời thành phần nano silica cũng được kết hợp với silicafume để đánh giá vai trò của hạt nano. Ảnh hưởng của thành phần silicafume trong tính chất cơ lý của bê tông được trình bày trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Ảnh hưởng của thành phần silicafume và nano silica đến cường độ bê tông

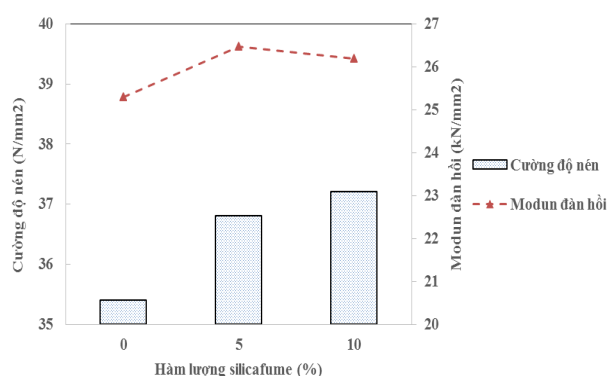
Nhóm	Nano (%)	Silicafume (%)	Cường độ nén (N/mm ²)	Cường độ uốn (N/mm ²)	Biến dạng	Modun (kN/mm ²)
P1	0		35,4	3,45	0,0014	25,3
P1N1	1	0	37,2	3,57	0,00142	26,2
P1N2	2		39,4	3,85	0,00145	27,2
P1N3	3		40,5	3,92	0,00142	28,5
P1S1	0	5	36,8	3,85	0,00137	26,9
P1S1N1	1		38,5	3,87	0,00131	29,4
P1S1N2	2		40,5	3,95	0,00131	30,9
P1S1N3	3		43,8	4,11	0,00128	34,2
P1S2	0	10	37,2	3,65	0,00145	25,7
P1S2N1	1		39,3	3,88	0,00142	27,7
P1S2N2	2		41,2	3,95	0,00142	29,0
P1S2N3	3		42,6	4,15	0,00138	30,9

Khi thành phần cấp phối bê tông sử dụng hạt silica với kích thước micro - hạt silicafume - thì cường độ nén của bê tông có xu hướng được gia tăng. Kết quả trên hình 1 cho thấy cường độ nén bê tông P1S1 và P1S2 tăng khoảng 5 - 7% so với cường độ P1, tương ứng với hàm lượng silicafume là 5 và 10%. Cường độ uốn của P1S1 và P1S2 cũng có xu hướng

tăng theo hàm lượng silicafume sử dụng. Hàm lượng silicafume 5% cho thấy cường độ được gia tăng rõ rệt so với cấp phối đối chứng. Hình 2 cho thấy giá trị của của modun đàn hồi P1S1 và P1S2 cũng có xu hướng tăng khi sử dụng 5 - 10% silicafume. Tuy nhiên khi dùng 10% silicafume thì sự chênh lệch về modun đàn hồi không đáng kể.



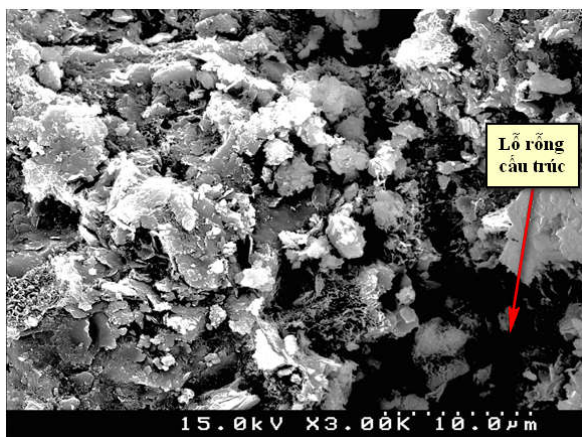
Hình 1. Mối quan hệ giữa hàm lượng silicafume và cường độ nén, uốn của bê tông



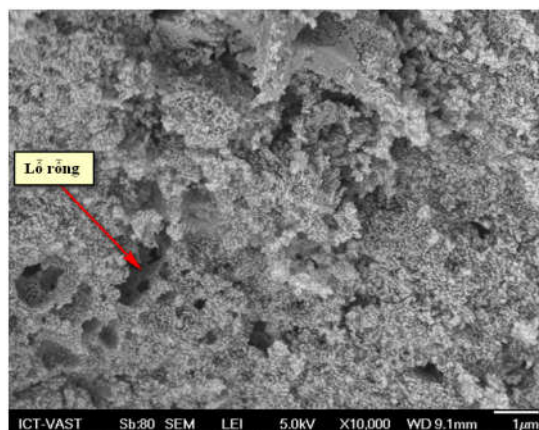
Hình 2. Mối quan hệ giữa hàm lượng silicafume và cường độ nén, đàn hồi của bê tông

Phương pháp phân tích bề mặt cấu trúc của bê tông trong hình 3a và hình 3b cho thấy có sự khác biệt khi sử dụng silicafume. Hình 3a cho thấy sau khi đóng rắn, có sự xuất hiện các lỗ rỗng trên bề mặt bê tông đối chứng P1 với kích thước 5 - 15 μm. Hình 3b cho thấy khi sử dụng hạt micro silica thì trên bề mặt vật liệu

được lấp đầy hơn, các lỗ rỗng bị giảm kích thước chỉ còn khoảng 1 - 3 μm. Tác dụng của hạt micro silica giúp quá trình rắn chắc của bê tông diễn ra tốt hơn, bề mặt bê tông đặc chắc hơn nên có khả năng cường độ cơ lý của bê tông tốt hơn.



a - Bê tông đối chứng)

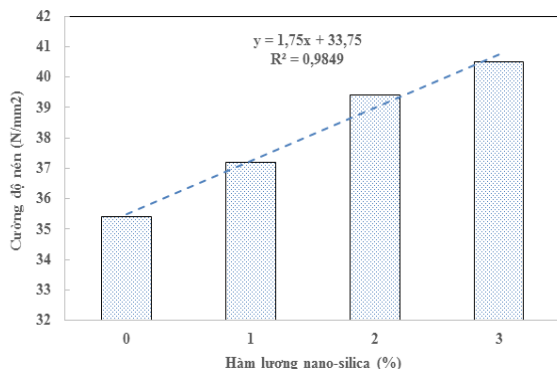


b - Bê tông dùng silicafume

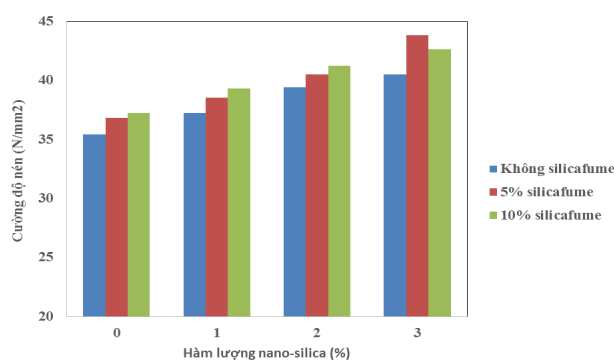
Hình 3. Cấu trúc bề mặt của bê tông phân tích bằng phương pháp SEM (scanning electron microscope)

Hỗn hợp bê tông được kết hợp với nano silica với hàm lượng 1 - 3% trong các cấp phối. Ảnh hưởng của thành phần nano silica trong tính chất cơ lý của bê tông được trình bày trong hình 4, hình 5 và hình 6. Thực nghiệm vai trò của nano silica cho thấy khi dùng 1% hạt nano thì cường độ nén tăng đến 7%, tương đương với kết quả khi dùng 10% hạt micro silica. Hình 4 trình bày xu hướng cường độ nén tăng dần khi hàm lượng nano silica tăng từ 1 đến 3%. Cường độ nén tăng đến 20% tương

ứng với 3% nano silica. Mối quan hệ giữa hàm lượng nano silica và cường độ nén là quan hệ tuyến tính. Hình 5 trình bày vai trò kết hợp giữa các hạt micro silica và nano silica trong cấu trúc của bê tông nền. Kết quả cho thấy các cấp phối PSN có cường độ nén cao hơn so với các cấp phối PS và PN. Khi đó, cấp phối dùng cùng lúc micro và nano silica cho khả năng gia tăng cường độ tốt hơn. Đồng thời, ta thấy cấp phối dùng 5% silicafume kết hợp với 3% nano silica cho kết quả cường độ tốt nhất.



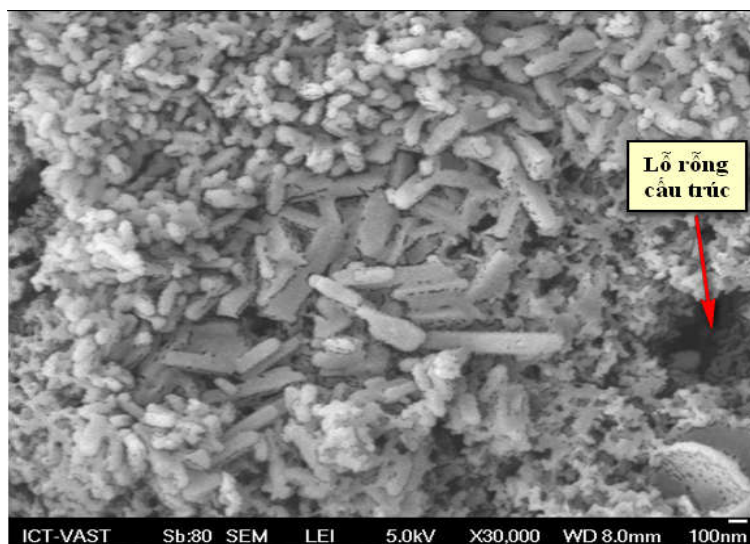
Hình 4. Mối quan hệ giữa hàm lượng nano silica và cường độ nén



Hình 5. Ảnh hưởng của nano silica và silicafume đến cường độ nén

Kết quả phân tích cấu trúc bề mặt bê tông đối với các cấp phối PSN cho thấy khi sử dụng kết hợp micro và nano silica thì cấu trúc bề mặt bê tông được đặc chắc hơn rất nhiều so với các cấp phối P và PN – cấp phối đối chứng và cấp phối dùng silicafume. Hình 6 cho thấy sản phẩm quá trình hydrat của xi măng được tạo thành đồng đều, có lỗ rỗng trên bề mặt bê tông

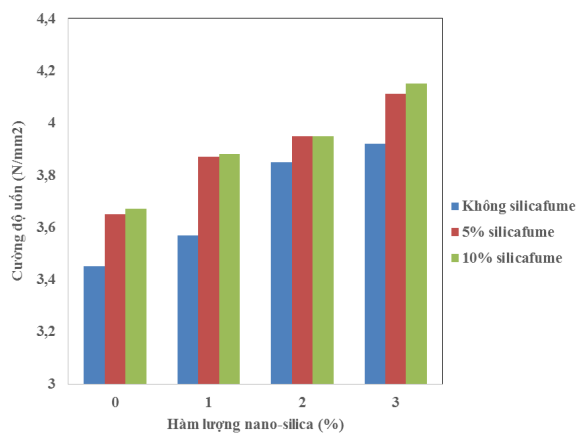
dao động từ 400 - 500 nm, nhỏ hơn so với cấu trúc rỗng khi bê tông dùng micro silica. Do đó, việc sử dụng các hạt nano silica có tác dụng vừa thúc đẩy quá trình đóng rắn của khoáng xi măng, vừa có tác dụng lấp đầy các lỗ rỗng của quá trình đóng rắn, làm cho bê tông xi măng được đặc chắc hơn.



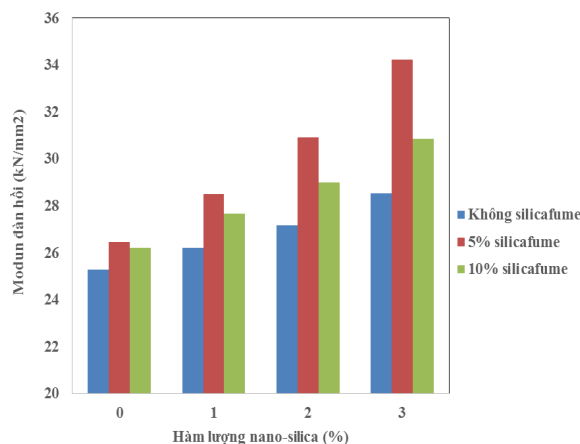
Hình 6. Cấu trúc bề mặt của bê tông khi dùng nano silica kết hợp với silicafume phân tích bằng phương pháp SEM (Scanning electron microscope)

Kết quả thực nghiệm trong hình 7 và hình 8 cho thấy giá trị cường độ chịu uốn và modun đàn hồi cũng có xu hướng gia tăng theo hàm lượng nano silica sử dụng kết hợp với silicafume. Điều này chứng tỏ, khi sự đặc chắc của bê tông nền được cải thiện, cấu trúc rỗng

được giảm xuống thì khả năng chịu uốn của bê tông cũng gián tiếp được cải thiện và modun đàn hồi của bê tông cũng cao hơn. Ta nhận thấy, vai trò của hạt nano silica ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bê tông nền.



Hình 7. Ảnh hưởng của nano silica và silicafume đến cường độ uốn

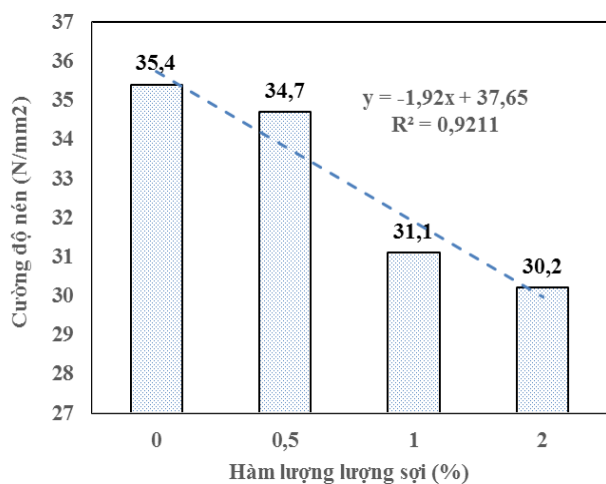


Hình 8. Ảnh hưởng của nano silica và silicafume đến modun đàn hồi

3.1.2. Ảnh hưởng của hàm lượng nano silica và sợi polyme đến cường độ nén của bê tông

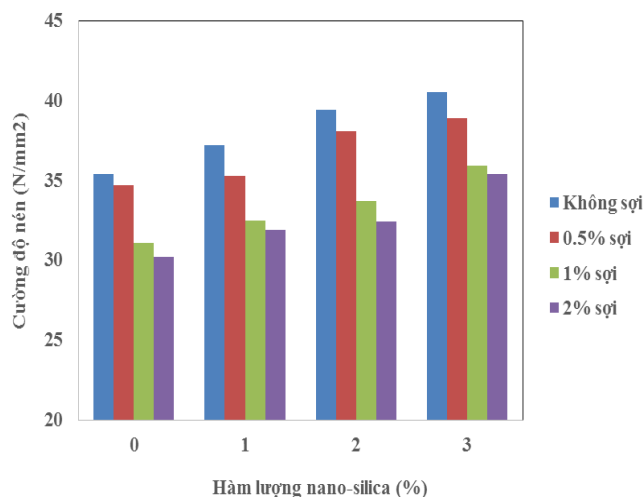
Kết quả thực nghiệm bê tông nền khi sử dụng sợi polyme cho thấy khi sử dụng hàm lượng hạt nano silica từ 1 - 3% thì cường độ

nén của bê tông sợi polyme có xu hướng tăng dần theo. Khi cấp phối nano và phụ gia với 3% nano silica cho cường độ lớn hơn đến 15% so với cấp phối chỉ có phụ gia.



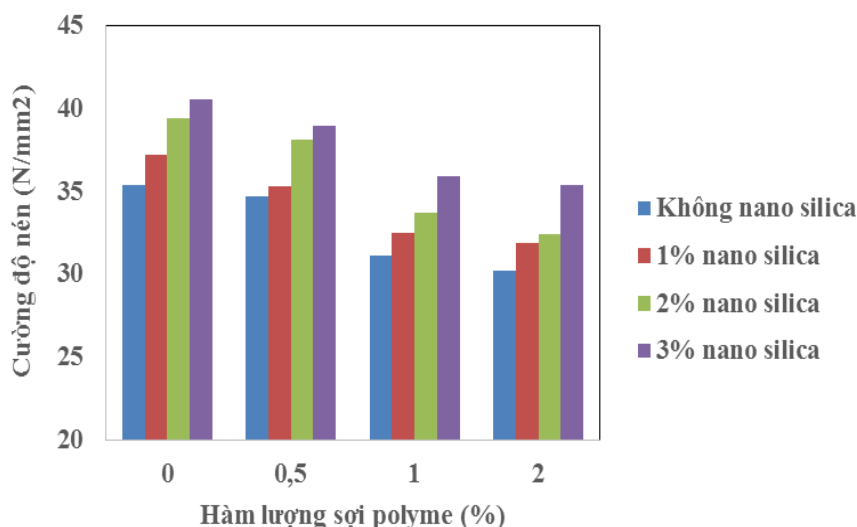
Hình 9. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và cường độ nén

Mối quan hệ giữa thành phần hạt nano silica và hàm lượng sợi tại hình 11 cho thấy hàm lượng nano silica càng tăng thì cường độ nén của bê tông sợi càng cao. Các hạt nano silica làm cho liên kết của nền xi măng với các hạt cốt liệu lớn được cải thiện, gián tiếp làm cho

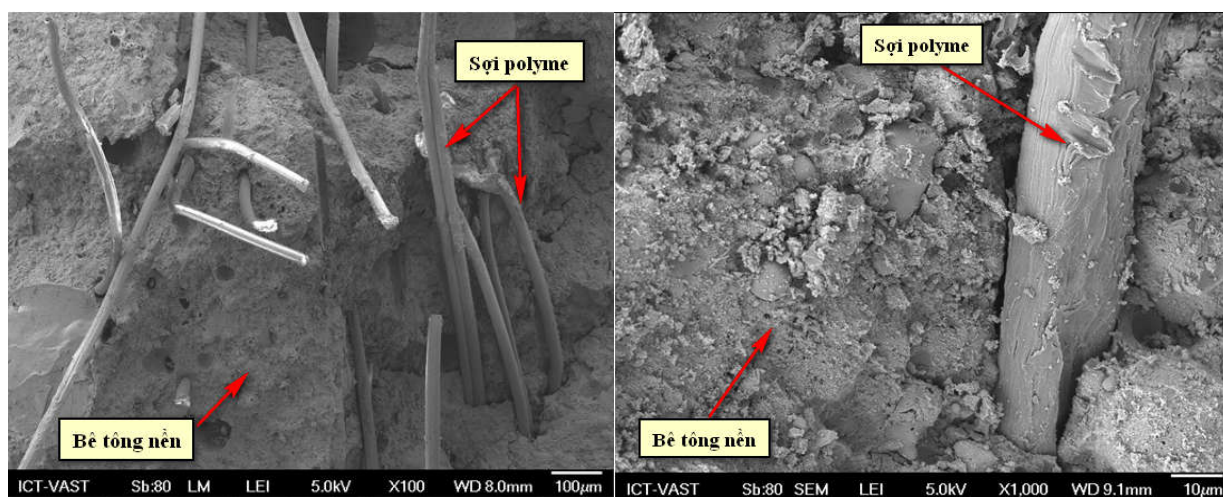


Hình 10. Ảnh hưởng của hàm lượng nano silica đến cường độ nén

sự làm việc chịu nén của sợi trong bê tông nền tốt hơn. Hình 12 trình bày sự bám dính của sợi polyme trong bê tông nền bằng phương pháp chụp cấu trúc bề mặt. quá trình rắn chắc của bê tông khi có nano silica làm cho nền đặc chắc và sợi được liên kết chặt vào nền.



Hình 11. Ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến cường độ nén



a- phân bố sợi polyme trong nền bê tông

b- Sự bám dính của sợi trong nền bê tông

Hình 12. Sự làm việc chung của sợi polyme trong bê tông nền có sử dụng nano silica phân tích bằng SEM

3.1.3. Ảnh hưởng của hàm lượng nano silica và sợi polyme đến cường độ uốn của bê tông

Thành phần sợi polyme kết hợp với hạt

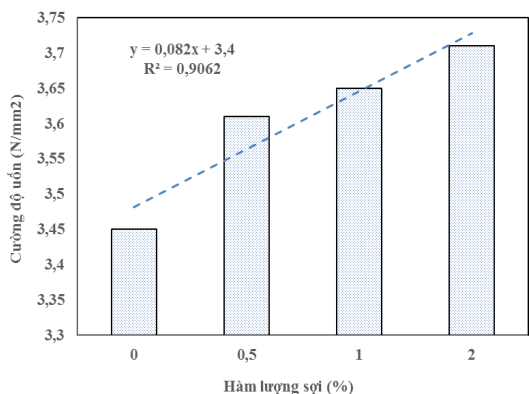
nano silica tác động đến tính chất cường độ uốn của bê tông trình bày trong bảng 3.2.

Bảng 3.2. Ảnh hưởng của nano silica và sợi polyme đến tính chất cường độ uốn

Nhóm	Nano (%)	Sợi (%)	Cường độ nén (N/mm ²)	Cường độ uốn (N/mm ²)	Biến dạng	Modun (kN/mm ²)
P1	0	0	35,4	3,45	0,0014	25,3
P2	0		34,7	3,61	0,00153	22,7
P2N1	1	0,5	35,3	3,74	0,00155	22,8
P2N2	2		38,1	3,95	0,00155	24,6
P2N3	3		38,9	4,11	0,00148	26,3
P3	0		31,1	3,65	0,00155	20,1
P3N1	1	1	32,5	3,78	0,00154	21,1
P3N2	2		33,7	3,95	0,0015	22,5
P3N3	3		35,9	4,21	0,00146	24,6
P4	0		30,2	3,71	0,00162	18,6
P4N1	1	2	31,9	3,95	0,00162	19,7
P4N2	2		32,4	4,11	0,00157	20,6
P4N3	3		35,4	4,32	0,00152	23,3

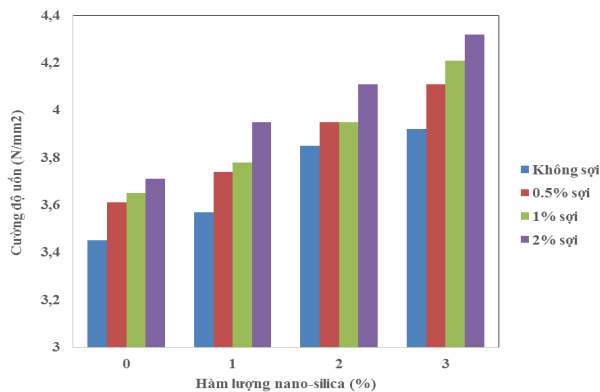
Kết quả thực nghiệm tại hình 13 trình bày mối quan hệ tăng tuyến tính của cường độ uốn khi hàm lượng sợi dùng đến 2%, tăng đến 7% cường độ so với cấp phối đối chứng. Điều này là do sự làm việc chung giữa bê tông nền và sợi có sự gắn kết chặt chẽ, tạo cấu trúc đan xen giữa sợi và vữa nền với bộ khung chịu lực của bê tông. Hình 14 trình bày mối quan hệ của nano silica trong việc tăng giá trị cường độ uốn

của bê tông khi dùng với sợi polyme. Khi sử dụng hàm lượng hạt nano silica từ 1 - 3% thì cường độ uốn của bê tông sợi polyme có xu hướng tăng dần theo, khi hàm lượng nano-silica tăng đến 3% đồng thời hàm lượng sợi tăng đến 2% thì cường độ uốn tăng rất mạnh. Khi cấp phối phụ gia và nạo với 3% nano-silica cho cường độ uốn lớn hơn đến 14% so với cấp phối chỉ có phụ gia.



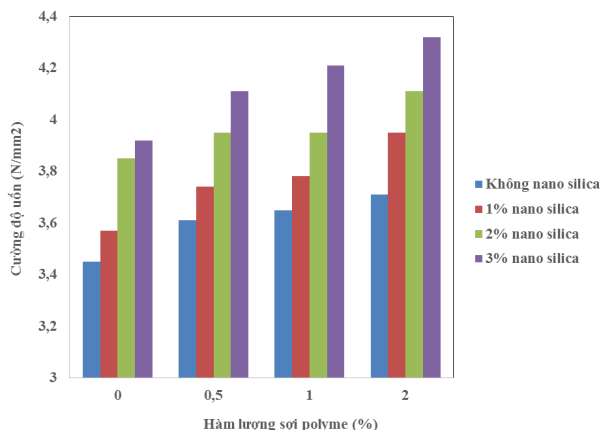
Hình 13. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn

Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và thành phần hạt nano silica và hàm lượng sợi có khả năng làm tăng cường độ chịu uốn của bê tông nền tại hình 15. Các hàm lượng sợi làm cho liên kết của nền xi măng với các hạt cốt liệu lớn được tăng lên, gián tiếp làm cho sự làm



Hình 14. Ảnh hưởng của hàm lượng nano silica và cường độ uốn

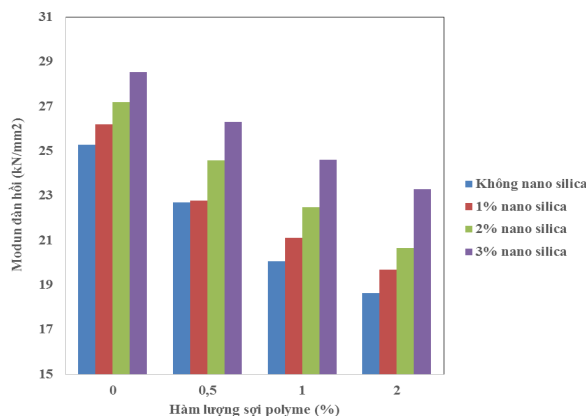
việc chịu uốn của sợi trong bê tông nền tốt hơn. Thực nghiệm cho thấy, bê tông sử dụng sợi polyme có khả năng gia tăng cường độ uốn, đồng thời sử dụng các hạt nano silica làm cho sợi được bám dính tốt hơn trong bê tông nền, cường độ uốn gián tiếp được tăng cường hơn.



Hình 15. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và cường độ uốn

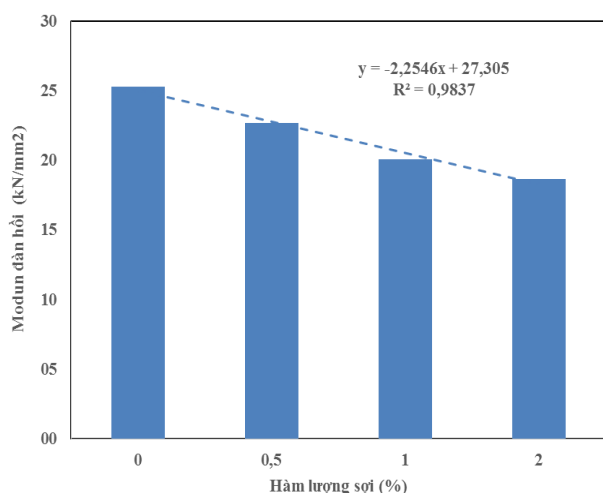
3.1.4. Ảnh hưởng của hàm lượng nano silica và sợi polyme đến modun đàn hồi của bê tông

Kết quả thực nghiệm bê tông nền khi sử dụng sợi polyme cho thấy modun đàn hồi của bê tông giảm dần theo hàm lượng sợi sử dụng. Hình 16 trình bày mối quan hệ giảm tuyến tính của modun đàn hồi khi hàm lượng sợi dùng đến 2%, giảm đến 26% giá trị modun đàn hồi so với cấp phối đối chứng. Điều này là do sự làm việc chung giữa bê tông nền và sợi làm



Hình 18. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và modun đàn hồi

thay đổi liên kết của vữa nền với bộ khung chịu lực của bê tông. Kết quả trên hình 17 trình bày vai trò của nano silica trong việc cải thiện tính chất modun đàn hồi của bê tông khi dùng với sợi polyme. Khi sử dụng hàm lượng hạt nano silica từ 1 - 3% thì modun đàn hồi của bê tông sợi polyme có xu hướng giảm dần theo. Khi cấp phối phụ gia và nano với 3% nano-silica làm cho modun đàn hồi nhỏ hơn đến 20% so với cấp phối phụ gia.



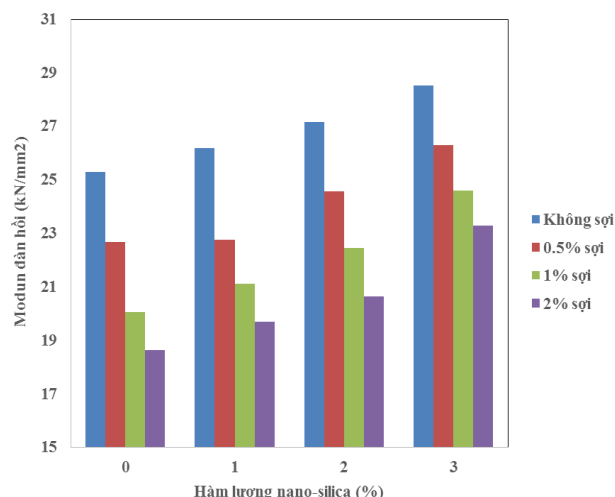
Hình 16. Mối quan hệ giữa hàm lượng sợi và modun đàn hồi

Mối quan hệ giữa thành phần hạt nano silica và hàm lượng sợi cho thấy các hạt nano silica có khả năng làm giảm modun đàn hồi của bê tông nền. Hình 18 cho thấy thành phần hạt nano silica càng tăng thì modun đàn hồi của bê tông khi không có sợi càng cao, khi có hàm lượng sợi và hàm lượng sợi bắt đầu tăng dần từ 0,5% đến 2% thì modun đàn hồi của bê tông càng giảm, làm giảm liên kết của vữa với các hạt cốt liệu lớn.

3.2. Thảo luận

Kết quả khi sử dụng nano-silica với hàm lượng 1 - 3% cho thấy các hạt nano silica có khả năng cải thiện cường độ chịu nén của bê tông nền, thành phần hạt nano silica càng tăng thì cường độ nén của bê tông sợi càng cao.

Khi sử dụng nano với hàm lượng silicafume 5 - 10% cho thấy bê tông sử dụng sợi polyme có khả năng gia tăng cường độ uốn, đồng thời sử dụng các hạt nano silica làm cho sợi được bám dính tốt hơn trong bê tông nền, cường độ uốn gián tiếp được tăng cường hơn; khi sử dụng silicafume với sợi polyme kết quả thực nghiệm cho thấy bê tông nền khi sử dụng hàm lượng 10% silicafume thì cường độ uốn của bê



Hình 17. Mối quan hệ giữa hàm lượng nano silica và modun đàn hồi

tông tăng rất mạnh theo hàm lượng sợi polyme sử dụng; khi sử dụng nano với sợi polyme kết quả thực nghiệm cho thấy, giá trị modun đàn hồi của bê tông có xu hướng tăng khi dùng hạt nano silica tuy nhiên khi sử dụng sợi thì modun đàn hồi của bê tông có xu hướng giảm xuống làm cho modun đàn hồi của bê tông sợi - nano silica giảm.

Khi sử dụng nano, silicafume với sợi polyme kết quả thực nghiệm cho thấy với hàm lượng 5% silicafume giúp cải thiện cường độ uốn, khi tiếp tục gia tăng hàm lượng silicafume lên 10% thì cường độ uốn cũng tiếp tục tăng lên do có sự làm việc chung với sợi. Như vậy vai trò của hạt nano, sợi polyme và hàm lượng silicafume cũng ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc của bê tông nền, tuy rằng khi sử dụng rất ít thì cũng sẽ tăng thêm phần cải thiện tính đàn hồi của bê tông nền.

Qua phân tích bằng phương pháp phân tử hữu hạn đối với kết cấu tấm mỏng: ảnh hưởng bê tông có sự tham gia của nano-silica và sợi polyme thì sẽ làm giảm độ sụt, làm tăng cường độ uốn của bê tông và cường độ nén của bê tông không thay đổi, cùng vật liệu bê tông nền

và khi có sử dụng hạt nano-silica và sợi polyme thì khả năng chịu uốn tăng lên từ 15 - 20%. Do đó sợi polyme tham gia vào bê tông nền tốt hơn so với khi không sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép, mối quan hệ giữa hàm lượng nano-silica, sợi polyme và cường độ chịu nén của bê tông đã được kiểm định theo hàm số bậc nhất, tương quan hồi quy giữa hàm lượng nano-silica và cường độ chịu nén của bê tông trong trường hợp có 2,0% sợi polyme theo quan hệ hàm bậc nhất là tốt nhất.

IV. KẾT LUẬN

Khi sử dụng hàm lượng hạt mịn silicafume 5 - 10% và nano-silica 1 - 3% thì cường độ nén của bê tông tăng từ 5 - 7%. Thử nghiệm vai trò của nano silica cho thấy khi dùng 1% hạt nano thì cường độ nén tăng đến 7%, tương đương với kết quả khi dùng 10% hạt silica. Cường độ nén tăng đến 20% khi sử dụng hàm lượng 3% nano silica. Mối quan hệ giữa hàm lượng nano silica và cường độ nén là quan hệ tuyến tính. Đồng thời, cấp phối dùng 5% silicafume kết hợp với 3% nano silica cho kết quả cường độ tốt nhất.

Khi sử dụng hàm lượng nano silica 1 - 3% và sợi polymer 0,5 - 2% thì cường độ nén của bê tông sợi polyme có tăng đến 15% so với cấp phối chỉ có phụ gia. Kết quả thực nghiệm khi sử dụng hàm lượng sợi polyme đến 2% thì cường độ uốn tăng đến 7% so với cấp phối đối chứng. Điều này là do sự làm việc chung giữa bê tông nền và sợi có sự gắn kết chặt chẽ, tạo cấu trúc đan xen giữa sợi và vữa nền với bộ khung chịu lực của bê tông.

Khi sử dụng sợi polyme 0,5 - 2% modun đàn hồi của bê tông giảm đến 2% và giảm đến 26% giá trị modun đàn hồi so với cấp phối đối chứng. Điều này là do sự làm việc chung giữa bê tông nền và sợi làm thay đổi liên kết của

vữa nền với bộ khung chịu lực của bê tông. Khi sử dụng hàm lượng hạt nano silica từ 1 - 3% thì modun đàn hồi của bê tông sợi polyme giảm đến 20% so với cấp phối phụ gia.

Khi sử dụng hàm lượng silicafume từ 5 đến 10% và hàm lượng nano từ 1 - 3% thì sẽ làm giảm độ sụt trong bê tông đồng thời cũng làm tăng cường độ của bê tông. Khi sử dụng hàm lượng silicafume từ 5 - 10% , hàm lượng nano từ 1 - 3% và hàm lượng sợi từ 1 - 2% thì độ sụt của bê tông bị giảm xuống, cường độ uốn tăng từ 15 - 20% và cường độ nén thì không đổi. Kết quả của đề tài cũng đã đáp ứng được các mục tiêu của nghiên cứu đã đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. SP Shah et al. (1986). 16s rRNA Gene Similarities Indicate that *Hallella sergens* (Moore and Moore) and *Mitsuokella dentalis* (Haapasalo et al.) Are Genetically 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. *International Journal of Systematic Bacteriology*, tr. 832-836.
2. R.Yu, P.Tang, P.Spiesz, H.J.H.Brouwers (2014). *A study of multiple effects of nano-silica and hybrid fibres on the properties of Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete (UHPC) incorporating waste bottom ash (WBA)*. Construction and Building Materials, doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.059
3. Sudhirkumar V. Barai, Bibhuti Bhusan Mukharjee (2014). *Influence of Nano-Silica on the properties of recycled aggregate concrete*. Construction and Building Materials, doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.003.
4. Ahmed S. Elboghadi 1, Hala M. Elkady 2, Hamed M. Salem 3, and Ahmed M. Farahat 4 (2015). *Effect of Nano Silica and Steel Fiber on Properties of Concrete*. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER)*, ISSN (Print): 2393-8161.
5. W.Osterle, A.I.Dmitriev, B.Wetzel, G.Zhang, I.Hausler, B.C.Jim (2016). *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.

IMPACT OF NANO-SILICA AND POLYMER YARN IN CONCRETE STRUCTURES

Doan Duy Khanh¹, Le Anh Tuan²

¹*Vietnam National University of Forestry - Southern Campus*

²*Hochiminh University of Science and Technology*

SUMMARY

This paper presents the results of the research on the influence of nanoparticles and polymer fibers in concrete structures. The objective of the study was to evaluate the effect of silica nanoparticles on the mechanical properties of concrete substrates, to evaluate the effect of silica nanoparticles ratio and polymer fiber content on mechanical properties. The study of concrete, evaluating the performance of polymer fibers and silica-based silica nanoparticles, assessed the applicability of reinforced concrete silica nanoparticulate in concrete structures. Experimental research was carried out at the Building Materials Laboratory, Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City Polytechnic University with experimental materials available in Vietnam. We used SAP2000 software to simulate the behavior of thin-walled components to assess the performance of polymer reinforced concrete. The results of using silicafume content between 5 and 10% and nano content of 1 to 3% will reduce slump in concrete and also increase the strength of concrete. When using silicafume content and from 5 to 10%, nano content of 1 to 3% and fiber content of 1 to 2%, the slump of the concrete is reduced, the bending strength increases from 15 to 20% and Candlestick intensity is not constant.

Keywords: Concrete structures, nano-silica, polymer fibers.

Ngày nhận bài : 27/10/2017

Ngày phản biện : 22/11/2017

Ngày quyết định đăng : 03/12/2017