



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH CƠ HỌC CỦA BÊ TÔNG CỐT SỢI THÉP

Bùi Văn Bình*, Nguyễn Khánh Ly, Phạm Thị Ngọc Hà

Trường Đại học Mở - Địa chất

* Tác giả liên hệ: buivanbinh@humg.edu.vn

Tóm tắt

Nhằm nghiên cứu cường độ của bê tông cốt sợi phục vụ công tác chế tạo các tấm bê tông đúc sẵn, nhóm nghiên cứu sử dụng cấp phối vữa theo tiêu chuẩn Mac 150 với hàm lượng một khối vữa: 380 kg xi măng; 1.028 kg cát và 270 kg nước. Để đánh giá hàm lượng cốt sợi đến cường độ của bê tông, nhóm nghiên cứu sử dụng cốt sợi thép chiều dài 5 cm; đường kính 0,3 mm để đúc 3 tổ hợp mẫu chứa tỷ lệ cốt sợi thép trên khối lượng xi măng lần lượt là 0%; 3,3%; 6,6%. Các thí nghiệm xác định cường độ kháng nén, cường độ kháng uốn và cường độ kháng kéo đã được thực hiện. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng khi hàm lượng cốt sợi thép tăng thì cường độ kháng nén, cường độ kháng kéo và cường độ kháng uốn tăng. Giá trị cường độ kháng nén của các tổ hợp mẫu 3,3% và 6,6% hàm lượng cốt thép trên xi măng tăng so với mẫu không cốt thép lần lượt là 14% và 16%. Tương tự, sự gia tăng cường độ kháng uốn giữa mẫu có cốt thép và không cốt thép là 10% và 17%. Đối với cường độ kháng kéo thì sự gia tăng cường độ lần lượt là 13% và 15%. Với sự gia tăng cường độ khi thêm vào hàm lượng cốt thép, bê tông cốt sợi có thể được sử dụng để đúc các loại bê tông dạng tấm để phục vụ xây dựng.

Từ khóa: bê tông cốt sợi; cường độ kháng uốn bê tông; cường độ kháng kéo bê tông.

1. Giới thiệu chung

Hiện nay, bê tông được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng. Bê tông có ưu điểm là có khả năng làm việc tốt với cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép; đạt được yêu cầu kỹ thuật do thiết kế dễ ra; khá bền vững và ổn định dưới thời tiết mưa, nắng, nhiệt độ, độ ẩm và có giá thành hợp lý. Bên cạnh những ưu điểm trên thì bê tông cũng dễ phát sinh các vết nứt do co ngót, cường độ chịu kéo, chịu uốn, độ mài mòn và khả năng chống va đập kém. Vì vậy, cần phải bổ sung nghiên cứu các loại vật liệu mới có khả năng khắc phục những nhược điểm trên của bê tông. Giải pháp tăng cường khả năng chịu lực của bê tông thông qua việc thay đổi một số tính chất cơ lý của vật liệu, như trộn thêm vào bê tông các loại sợi là một ý tưởng đang được quan tâm nghiên cứu trên thế giới. Cùng với nhu cầu sử dụng vật liệu bê tông cốt sợi, nhóm nghiên cứu đã tiến hành nghiên cứu đặc điểm của bê tông cốt sợi thép và các tính chất cơ học của chúng để phục vụ công tác chế tạo các tấm bê tông mỏng chế tạo sẵn.

Trên thế giới, bê tông cốt sợi đã được nghiên cứu rộng khắp trong nhiều thập kỷ qua, đã có nhiều nhà khoa học nghiên cứu về khả năng ứng xử của bê tông cốt sợi từ trạng thái hỗn hợp đến rắn chắc và độ bền của bê tông cốt sợi trong những điều kiện làm việc khác nhau. Majumdar và Nurse (1974) đã giới thiệu bê tông cốt sợi thủy tinh như là một loại vật liệu hỗn hợp mới. Nghiên cứu đã chỉ ra hàm lượng tối ưu của cốt sợi với cường độ kháng uốn của bê tông và ngoài sự gia tăng về độ bền thì khả năng chống cháy của bê tông cũng được cải thiện đáng kể. Rudnov và nnk (2016) đã nghiên cứu các tính chất của bê tông cốt sợi với các loại sợi thép, sợi thủy tinh và sợi polypropylene. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự gia tăng cường độ kháng kéo của bê tông. Qua kết quả nghiên cứu các nhà khoa học đã chỉ ra rằng độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm xuống khi sợi được đưa vào trong hỗn hợp bê tông, sự giảm xuống về độ dẻo càng tăng khi hàm lượng sợi tăng lên. Sự suy giảm về độ dẻo của hỗn hợp bê tông sử dụng các loại sợi tổng hợp khác nhau sẽ khác nhau. Độ dẻo của hỗn hợp bê tông cốt sợi giảm xuống khi chiều dài sợi tăng lên.

Ở Việt Nam, có nhiều tác giả nghiên cứu chế tạo bê tông cốt sợi và ứng dụng bê tông cốt sợi trong một số các lĩnh vực xây dựng. Nguyễn Văn Chánh và Trần Văn Miên (2003), Nguyễn Văn

Chánh (2003) đã nghiên cứu chế tạo bê tông cốt sợi trên nền vật liệu xây dựng địa phương nhằm làm gia tăng cường độ chịu kéo, uốn và khả năng chống va đập của bê tông. Các loại sợi được sử dụng như sợi thép, sợi polypropylene và sợi bazan đã được sử dụng. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự gia tăng cường độ chịu nén, kéo, uốn và tính dẻo dai của bê tông khi sử dụng cốt sợi.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp nghiên cứu trong phòng để xác định một số đặc trưng về độ bền của bê tông cốt sợi. Ngoài ra, để có những kiến thức cơ bản về bê tông cốt sợi, chúng tôi đã tiến hành thu thập, tổng hợp, phân tích và đánh giá các tài liệu để tiếp thu và kế thừa các kết quả nghiên cứu trước đây liên quan đến việc sử dụng bê tông cốt sợi trong xây dựng. Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu đã tiến hành chế tạo mẫu bê tông cốt sợi và thực hiện các thí nghiệm trong phòng nhằm xác định cường độ kháng nén, cường độ kháng kéo và cường độ kháng uốn của mẫu bê tông cốt sợi.

2.1. Quy trình chế tạo

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng cấp phối vữa theo tiêu chuẩn Mac 150 với hàm lượng một khối vữa: 380 kg xi măng; 1.028 kg cát và 270 kg nước. Để đánh giá hàm lượng cốt sợi đến cường độ của bê tông, nhóm nghiên cứu sử dụng cốt sợi thép chiều dài 5 cm, đường kính 0,3 mm để đúc 3 tổ hợp mẫu chứa tỷ lệ cốt sợi thép trên khối lượng xi măng lần lượt là 0%; 3,3%; 6,6%.

Sau khi các mẫu được đúc xong thì quá trình bảo dưỡng mẫu sẽ được thực hiện, nhằm đảm bảo cường độ của bê tông phát triển ổn định và không gây ra sự rạn nứt trong mẫu bê tông.

Các mẫu đúc phải được bảo dưỡng và đóng rắn giống như bảo dưỡng và đóng rắn của kết cấu sản phẩm tương ứng cần kiểm tra.

Các mẫu dùng để kiểm tra chất lượng bê tông thương phẩm cần được phủ ẩm và bảo dưỡng trong điều kiện nhiệt độ phòng, sau đó được tháo khuôn và bảo dưỡng tiếp trong điều kiện nhiệt độ 20 °C và độ ẩm từ 95 - 100% cho đến ngày thử mẫu. Đối với cấp phối vữa bê tông Mac 150 thời gian giữ mẫu trong khuôn là 16 - 24 giờ.

2.2. Các đặc trưng vật lý và cơ học của bê tông cốt sợi

2.2.1. Đặc trưng vật lý của bê tông cốt sợi

Khối lượng thể tích của bê tông cũng là một chỉ tiêu dùng để đánh giá sơ bộ mức độ đặc chắc của các mẫu bê tông với nhau. Đồng thời đây là một chỉ tiêu vật lý cần thiết để tính toán trọng lượng của các kết cấu bê tông. Dựa vào kết quả xác định nhóm nghiên cứu đã xác định được khối lượng thể tích trung bình của các mẫu tương ứng với tỷ lệ cốt thép trên xi ở 0%, 3,3% và 6,6% lần lượt là 2.1, 2.15 và 2.25 t/m³. Sự gia tăng khối lượng thể tích của bê tông khi trộn thêm cốt sợi với 3,3% và 6,6% lần lượt là 2% và 7%. Điều này cho thấy rằng khi trộn thêm cốt sợi vào vữa bê tông với hàm lượng cốt sợi thích hợp sẽ không ảnh hưởng quá lớn đến trọng lượng của hỗn hợp bê tông thành phẩm.

2.2.3. Đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi

Các thí nghiệm xác định cường độ kháng nén, cường độ kháng uốn và cường độ kháng kéo đã được thực hiện. Mẫu có thể chế tạo bằng các cách khác nhau: lấy hỗn hợp bê tông đã được nhào trộn để đúc mẫu hoặc dùng thiết bị chuyên dùng khoan lấy mẫu từ kết cấu có sẵn. Thực hiện các thí nghiệm xác định cường độ kéo; cường độ uốn và cường độ nén thông qua mẫu đã được đúc sẵn với tỷ lệ cốt sợi thép lần lượt là 0%; 3,3% và 6,6% với thời gian bảo dưỡng là 28 ngày tuổi.

a) Thí nghiệm xác định cường độ kháng nén

Thí nghiệm nén đơn trục xác định cường độ của mẫu bê tông được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 3121-11:2003. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng máy nén Digmax3 của hãng Controls tại

phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật công trình, Bộ môn Địa chất công trình Trường Đại học Mở - Địa chất, hình 2. Thiết bị thí nghiệm được vận hành theo cơ chế điều khiển ứng suất. Trong quá trình nén, tốc độ tăng tải được điều khiển là 0.1 MPa/s. Quá trình tăng tải liên tục cho đến khi mẫu bị phá hủy.

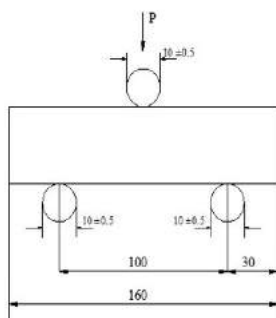
Đối với thí nghiệm nén thì ngoài biến dạng co ngắn theo phương tác dụng của lực, bê tông còn bị nở ngang. Cường độ nén xác định được khi mẫu có lần lượt hàm lượng sợi thép trên xi măng 0%; 3,3%; 6,6% là 15,15 MPa; 21,31 MPa và 23,50 MPa.



Hình 1: Quá trình nén mẫu bê tông.

b) Thí nghiệm xác định cường độ uốn

Cường độ kháng uốn của mẫu bê tông được thực hiện trên hệ thống thủy lực của máy nén đá. Tuy nhiên, hộp nén bao gồm hai gối kê cách nhau 100 mm và ở giữa hai gối kê là bộ phận tác dụng lực dạng điểm, hình 2. Trong quá trình thí nghiệm thì tải trọng được tăng từ từ cho đến khi mẫu bị phá hủy, hình 3.



Hình 2. Hộp thí nghiệm uốn.



Hình 3. Thí nghiệm xác định cường độ kháng uốn.

Kết quả cường độ kháng uốn của các mẫu bê tông cốt sợi được với hàm lượng sợi thép trên xi măng 0%; 3,3%; 6,6% lần lượt là 1,492 MPa; 1,513 MPa; 2,59 MPa.

c) Thí nghiệm xác định cường độ kháng kéo

Để xác định cường độ kháng kéo của mẫu bê tông cốt sợi, thông thường sẽ phải thực hiện kéo trực tiếp hoặc thông qua thí nghiệm kéo gián tiếp như thí nghiệm Brazilian. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng thí nghiệm kéo gián tiếp Brazilian để xác định cường độ kháng kéo. Hộp mẫu

dùng để xác định cường độ kháng kéo như hình 4. Hộ mẫu xác định cường độ kháng kéo được đặt trong hệ thống thủy lực của máy nén đá. Tải trọng được tăng từ từ với tốc độ 0.05 MPa/s cho đến khi mẫu bị phá hủy, hình 5.



Hình 4. Hộp mẫu xác định cường độ kháng kéo Brazilian.

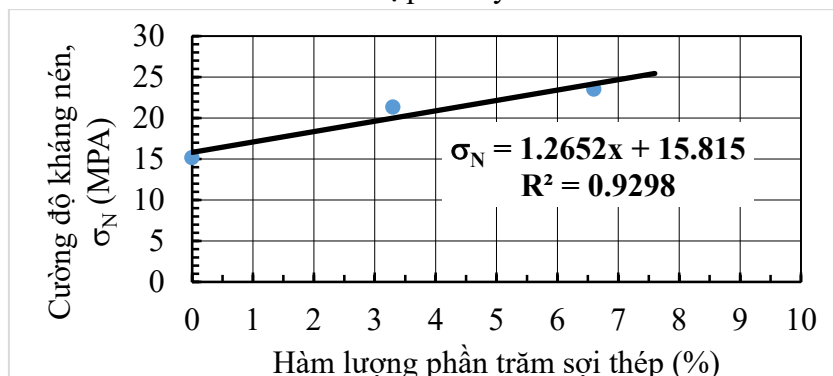


Hình 5. Thí nghiệm cường độ kháng kéo.

Giá trị cường độ kháng kéo thông qua thí nghiệm Brazilian với hàm lượng sợi thép trên xi măng 0%; 3,3%; 6,6% lần lượt là 8,279 MPa; 10.463 MPa; 12,069 MPa.

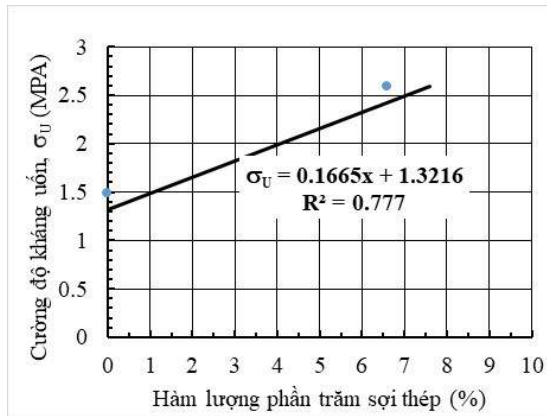
3. Kết quả nghiên cứu

Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng khi hàm lượng cốt thép tăng thì cường độ kháng nén, cường độ kháng kéo và cường độ kháng uốn tăng. Giá trị cường độ kháng nén của các tổ hợp mẫu 3,3% và 6,6% hàm lượng cốt thép trên xi măng tăng so với mẫu không cốt thép lần lượt là 14% và 16%. Điều này cho thấy sự gia tăng đáng kể về cường độ kháng nén của mẫu bê tông cốt sợi với các hàm lượng sợi thép khác nhau. Mặt khác, dựa vào khối lượng thể tích của các tổ hợp mẫu với hàm lượng sợi thép khác nhau cho thấy rằng, với hàm lượng sợi thép khoảng 3,3% và 6,6% khối lượng thể tích của mẫu tăng lên không đáng kể lần lượt là 2.15 và 2.25 t/m³, trong khi đó cường độ kháng nén của mẫu có sự gia tăng đáng kể. Điều này cho thấy rằng với hàm lượng sợi thép cho vào thì khối lượng của mẫu có sự gia tăng nhỏ, nhưng lại đạt được sự gia tăng độ bền nhất định. Ngoài khía cạnh gia tăng về mặt độ bền, thì dạng phá hủy của mẫu cũng là một yếu tố cần được xem xét. Với mẫu bê tông không chứa sợi thép, mẫu có tính chất phá hủy giòn tạo ra các mặt phá hủy tách rời nhau. Trong khi đó, với các mẫu bê tông có chứa cốt sợi thì quá trình phá hủy xảy ra từ từ có tính dẻo, khi mẫu bị phá hủy các sợi thép vẫn được liên kết với nhau và gắn kết các khối nứt trong mẫu. Làm cho các khối nứt không bị tách rời nhau ra. Đây là một đặc điểm rất hữu ích của bê tông cốt sợi khi sử dụng để đúc các hệ thống tấm bê tông dùng làm các vật liệu mặt bàn, hoặc các kết cấu ốp trang trí do đặc tính phá hủy dẻo và khả năng duy trì được tính liên kết của các khối nứt sau khi bị phá hủy.

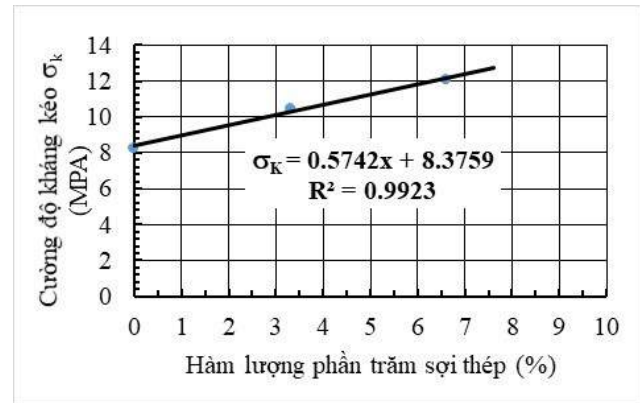


Hình 6. Mối quan hệ giữa hàm lượng cốt sợi với cường độ kháng nén.

Tương tự như với cường độ kháng nén, cường độ kháng uốn và cường độ kháng kéo cũng thể hiện cùng một xu hướng. Sự gia tăng cường độ kháng uốn của các tổ hợp mẫu 3,3% và 6,6% hàm lượng cốt thép trên xi măng tăng so với mẫu không cốt thép lần lượt là 10% và 17%, hình 7. Đối với cường độ kháng kéo thì sự gia tăng cường độ lần lượt là 13% và 15%, hình 8. Điều này cho thấy rằng có sự gia tăng đáng kể khi hàm lượng sợi thép sử dụng. Từ đó cho thấy rằng, bê tông cốt sợi có khả năng cải thiện cường độ kháng uốn và kháng kéo của bê tông và tăng khả năng ứng dụng của bê tông cốt sợi sử dụng trong các cấu kiện chịu uốn và chịu kéo.

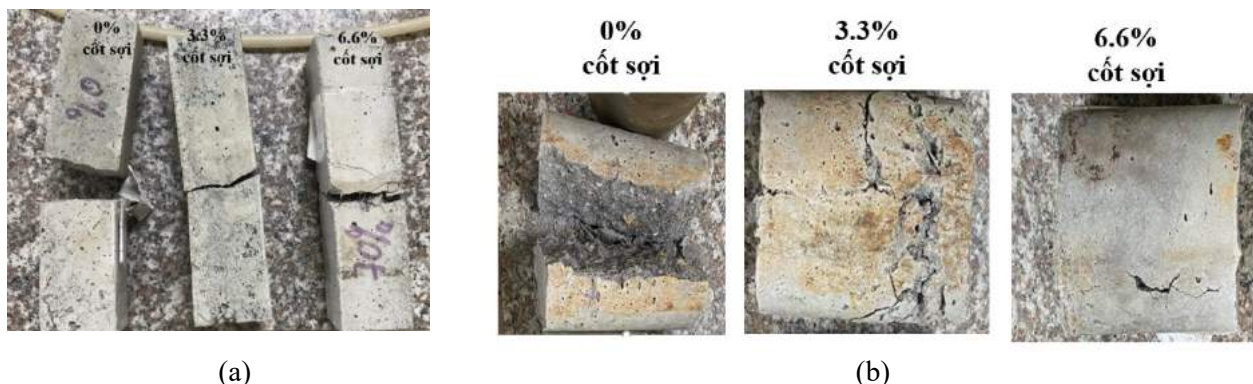


Hình 7. Mối quan hệ giữa hàm lượng cốt sợi với cường độ kháng uốn.



Hình 8. Mối quan hệ giữa hàm lượng cốt sợi với cường độ kháng kéo.

Một đặc điểm đáng chú ý khác đó là khả năng liên kết toàn khối của bê tông sau khi bị phá hủy. Các thí nghiệm nén, thí nghiệm kéo và thí nghiệm uốn đều có một đặc điểm phá hủy chung đó là với mẫu bê tông không chứa cốt sợi thì mẫu có đặc tính phá hủy giòn, sau khi bị phá hủy mẫu tạo thành các khối nứt tách rời nhau. Mặt khác, với những mẫu có chứa cốt sợi thì thể hiện rõ khả năng đảm bảo tính toàn khối của mẫu sau khi bị phá hủy. Mẫu sau khi phá hủy vẫn giữ được tính liên kết giữa các khối nứt với nhau nhờ sự liên kết của các cốt sợi chứa trong bê tông. Hàm lượng cốt sợi càng lớn thì tính liên kết toàn khối càng lớn. Hình 9 thể hiện tính liên kết của các khối nứt sau khi mẫu bị phá hủy tương ứng với hàm lượng cốt sợi trong bê tông lần lượt là 0, 3,3 và 6,6%.



(a)

(b)

Hình 9: Khả năng liên kết của các khối nứt sau khi mẫu bị phá hủy.
(a) thí nghiệm uốn và (b) thí nghiệm kéo.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu với bê tông cốt sợi thép đã cho thấy sự gia tăng cường độ đáng kể của bê tông cốt sợi trong khi đó sự gia tăng khối lượng thể tích của bê tông là không đáng kể. Giá trị cường độ kháng nén của các tổ hợp mẫu 3,3% và 6,6% hàm lượng cốt thép trên xi măng tăng so với mẫu không cốt thép lần lượt là 14% và 16%. Tương tự, sự gia tăng cường độ kháng uốn giữa mẫu có cốt thép và không cốt thép là 10% và 17%. Đối với cường độ kháng kéo thì sự gia tăng cường độ lần lượt là 13% và 15%. Ngoài sự gia tăng về cường độ khi có sự tham gia của cốt sợi

trong bê tông, thì đặc tính phá hủy hay khả năng giữ ổn định toàn khối của bê tông cốt sợi sau khi bị phá hủy cũng là một trong những ưu điểm quan trọng của bê tông cốt sợi. Thông qua các thí nghiệm nén, uốn và kéo với hàm lượng cốt sợi khác nhau cho thấy rằng, khi có sự tham gia của cốt sợi, mẫu bê tông có thể duy trì được tính liên khối nhất định sau khi bị phá hủy. Trong khi các mẫu không chứa cốt sợi, mẫu bị phá hủy giòn tạo thành các khối nứt tách rời nhau. Từ các đặc điểm về cường độ cũng như khả năng duy trì sự ổn định toàn khối của bê tông cốt sợi cho thấy rằng nó có tính khả thi khi sử dụng bê tông cốt sợi trong việc đúc các cấu kiện chịu uốn và chịu kéo.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Văn Chánh, Trần Văn Miên, 2003. *Ứng dụng bê tông cường độ cao cốt sợi bazan cho các công trình chịu tải trọng động*, Thông Tin Phát Triển Khoa Học Công Nghệ Bê Tông Ở Việt Nam (IDC 2003), Đà Nẵng.
- Nguyễn Văn Chánh, Trần Văn Miên, 2003. *Basalte Fiber Reinforced High Strength Concrete*, 28th Conference on Our World in Concrete & Structure, Volume XXII, Singapore.
- Nguyễn Văn Chánh, 2003. *Bê tông cốt sợi phân tán*”, Hồ sơ nghiên cứu, Trung Tâm Vật Liệu Mài Cao Cấp - Đại Học Bách Khoa TP.HCM.
- Nguyễn Văn Chánh, Phan Xuân Hoàng, Trần Văn Miên, Nguyễn Quốc Hào, Nguyễn Thanh Dũng, 2002. *Phát triển vật liệu mới - bê tông cốt sợi phân tán*, Hội Nghị Khoa Học và Công Nghệ Lần Thứ 8, Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM, trang 129 - 134.
- Majumdar, A. J., & Nurse, R. W., 1974. Glass fibre reinforced cement. *Materials Science and Engineering*, 15(2-3), 107-127.
- Rudnov, V., Belyakov, V., & Moskovsky, S., 2016. Properties and design characteristics of the fiber concrete. *Procedia Engineering*, 150, 1536-1540.

Preliminary study on the mechanical properties of steel fiber concrete

Bui Van Binh*, Nguyen Khanh Ly, Pham Thi Ngoc Ha

Hanoi University of Mining and Geology

*Corresponding author: buivanbinh@humg.edu.vn

Abstract

In order to study the strength of fiber-reinforced concrete for the manufacture of precast concrete slabs, the research team used a mortar mix according to Mac 150 standard with the content of one mortar block: 380 kg of cement; 1.028 kg of sand and 270 kg of water. To evaluate the fiber content to the strength of concrete, the research team used steel fiber reinforcement 5cm in length; 0.3mm diameter to cast 3 sample combinations containing the ratio of steel fiber reinforcement to cement weight of 0%, respectively; 3,3%; 6,6%. Tests to determine compressive strength, flexural strength and tensile strength were performed. The experimental results show that when the reinforcement content increases, the compressive strength, tensile strength and flexural strength increase. The compressive strength values of the sample combinations of 3,3% and 6,6% of the reinforcement content on cement increased by 14% and 16%, respectively. Similarly, the increase in flexural strength between reinforced and unreinforced samples was 10% and 17%. For tensile strength, the increase in strength is 13% and 15%, respectively. With the increase in strength when adding reinforcement content, fiber reinforced concrete can be used to cast concrete slabs for construction.

Key words: *Steel fabric concrete, Flexural strength of concrete, tensile strength of concrete.*

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG
PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Chịu trách nhiệm xuất bản
GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP
BÙI MINH CƯỜNG
Chịu trách nhiệm bản thảo
TS. NGUYỄN HUY TIẾN

Biên tập và sửa bản in: NGUYỄN THỊ LƯƠNG
Dàn trang chế bản: TRẦN HÀ ANH
Họa sĩ bìa: ĐẶNG NGUYỄN VŨ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội
ĐT: 024 3942 4543 ; Fax: 024 3822 0658
Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn
Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh
ĐT: 028 3822 5062

In 60 bản, khổ 20.5×29 cm, tại Công ty TNHH In và Quảng cáo Tân Thành Phát
Địa chỉ: Số 4b, ngõ 486 đường Ngô Gia Tự, ph. Đức Giang, Q. Long Biên, TP Hà Nội
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3109-2023/CXBIPH/03-172/KHKT
Quyết định xuất bản số: 152/QĐ-NXBKHK, ngày 22 tháng 9 năm 2023
In xong và nộp lưu chiểu năm 2023.
Mã ISBN: 978-604-67-2752-1



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Số 70 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội
SĐT: 024 3822 0686 | Hotline: 0989 275 999
Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn
Website: <https://nxbkhkt.com.vn>

