

ẢNH HƯỞNG CỦA SỢI XENLULO TỚI TÍNH ĐÍNH BẮM CỦA VỮA TRÁT TƯỜNG Ở TRẠNG THÁI TƯƠI

Phan Văn Tiến*, Nguyễn Thanh Hưng, Phạm Thị Hiền Lương

Khoa Xây dựng- Đại học Vinh, 182 Lê Duẩn, TP. Vinh, Nghệ An

*Email: vantienkxd@vinhuni.edu.vn

Đến Tòa soạn: 13/08/2013; Chấp nhận đăng: 28/02/2014

TÓM TẮT

Sợi thường được sử dụng để cải thiện các tính chất của vật liệu xi măng ở trạng thái cứng, và vấn đề này đã được nghiên cứu và công bố bởi rất nhiều tác giả. Tuy nhiên, ảnh hưởng của sợi tới tính chất của vật liệu ở trạng thái tươi, bao gồm tính dính bám và tính lưu biến, chưa được nghiên cứu đầy đủ. Thêm vào đó, hầu như không có công bố khoa học nào về ảnh hưởng của sợi xenlulo tới tính dính bám của vữa tươi. Do đó trong khuôn khổ bài báo này chúng tôi trình bày nghiên cứu về ảnh hưởng của sợi xenlulo tới tính dính bám của vữa trát tường ở trạng thái tươi, bao gồm lực dính kết, lực cổ kết và sức bám. Kết quả cho thấy sợi xenlulo làm tăng lực dính kết, lực cổ kết của vữa tươi. Tuy nhiên nó làm giảm sức bám của vữa.

Từ khóa: tính dính bám; vữa xi măng; vữa tươi; sợi xenlulo; thí nghiệm dính bám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các loại sợi dùng trong vật liệu xây dựng, bao gồm sợi polypropylene, sợi polyester, sợi xenlulo, ... có tác dụng tăng cường các tính chất của vật liệu ở trạng thái cứng như giảm hiện tượng nứt co ngót, tăng cường độ chịu kéo, nén, giảm từ biến,...



Hình 1. Một số loại sợi dùng cho vữa xi măng: Sợi polypropylene, sợi polyester, sợi xenlulo.

Có 2 nhóm sợi chính dựa trên chiều dài trung bình của sợi: các loại sợi dài có tỉ lệ chiều dài/đường kính từ 200 đến 500, thường được dùng để gia cố vật liệu; các loại sợi ngắn, có tỉ lệ chiều dài / đường kính từ 20 đến 60, được sử dụng để điều chỉnh các tính chất của vữa xi măng ở

trạng thái ướt. Sợi dài thường có chiều dài lớn hơn 40 mm và thường được sử dụng với hàm lượng 3 - 8 kg/m³, trong khi sợi ngắn thường có chiều dài từ 6 - 12 mm và hàm lượng thường dùng 0,6 - 1,0 kg/m³.

Nhìn chung các loại sợi thường được thêm vào thành phần của vật liệu xây dựng để tăng cường các tính chất cơ học của vật liệu ở trạng thái cứng. Việc nghiên cứu tác dụng của các loại sợi tới tính chất của vật liệu ở trạng thái cứng đã được công bố bởi khá nhiều tác giả [5, 6, 7]. Tuy nhiên ảnh hưởng của các loại sợi này tới tính chất của vữa ở trạng thái tươi (1 - 2 tiếng sau khi trộn) chưa được nghiên cứu đầy đủ [1, 3, 4]. Thêm vào đó, hầu như không có một công bố khoa học nào về tác động của việc sử dụng các loại sợi này tới tính dính bám của vật liệu ở trạng thái tươi. Do đó trong bài báo này, chúng tôi xin trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của sợi xenlulo tới tính dính bám của vữa trát tường ở trạng thái tươi.

Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm LMT ở Pháp, sử dụng thiết bị đo lưu biến A2000ex của TA instruments. Đây là một máy đo lưu biến có độ chính xác cao và đã được ứng dụng rộng rãi trong việc nghiên cứu chất lỏng. Gần đây Kaci là nhóm nghiên cứu đầu tiên sử dụng máy AR2000ex để nghiên cứu về vật liệu vữa xi măng ở trạng thái tươi [2].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Thành phần và hàm lượng của các thành phần của mẫu thí nghiệm vữa trát tường được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Công thức vữa khô điều chỉnh sợi xenlulo.

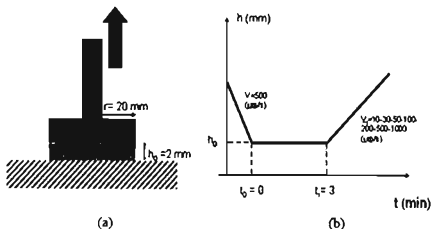
Thành phần	Xi măng	Cát	Sợi xenlulo	Phụ gia polyme	Nước
Hàm lượng % theo khối lượng	30	70	Thay đổi (0-0,82)	0,22	30

Chất kết dính bao gồm xi măng Portland (CEM I 52,5 N CE CP2 NF từ Teil-Pháp) với hàm lượng như trong bảng 1. Ngoài ra còn có cát và một hàm lượng cố định chất phụ gia polyme (methocel-0353). Cát được sử dụng trong thí nghiệm dính bám được kiểm soát về thành phần cấp phối bằng cách trộn 30 % cát hạt nhỏ (đường kính trung bình khoảng 0,41 mm) với 70 % cát hạt lớn (đường kính trung bình khoảng 1,13 mm). Sợi xenlulo có đường kính trung bình khoảng 10 μ m và chiều dài trung bình khoảng 1 mm. Hàm lượng của sợi được thay đổi trong khoảng 0 % đến 0,82 %. Trong thực tế người ta thường sử dụng hàm lượng sợi 0,5 % [2]. Hàm lượng nước và các thành phần khác được giữ không đổi với tất cả các mẫu thí nghiệm.

2.2. Phương pháp đo độ dính bám

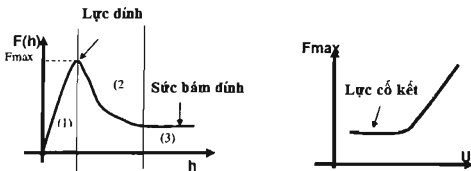
Độ dính bám của vữa tươi được xác định bởi thí nghiệm dính bám, trong đó lớp vữa thí nghiệm được chèn giữa 2 tấm phẳng, sau một khoảng thời gian nhất định, 2 tấm này sẽ được tách rời với 1 tốc độ cho trước và trong quá trình đó, giá trị lực dọc được ghi lại. Các đại lượng đặc trưng cho tính dính bám của vữa, bao gồm lực dính kết, lực cổ kết và sức bám, sẽ được xác định từ đồ thị biến thiên của lực dọc theo thời gian thu được trong quá trình thí nghiệm. Trình tự thí nghiệm được miêu tả trên hình 2, trong đó chiều dày của lớp vữa là $h_0 = 2$ mm. Mẫu thí nghiệm được chèn giữa 1 tấm cố định và 1 tấm di động. Đầu tiên tấm di động di chuyển hướng

xuống dưới với vận tốc không đổi 500 $\mu\text{m/s}$ để ép mẫu thí nghiệm tới bề dày h_0 , sau đó mẫu được nghỉ ngơi trong thời gian 3 phút, sau đó tấm di động sẽ di chuyển hướng lên trên, tách mẫu thí nghiệm với vận tốc cho trước. Ở đây vận tốc kéo này được thay đổi lần lượt từ 10 đến 1000 $\mu\text{m/s}$. Thí nghiệm kết thúc ngay khi mẫu thí nghiệm bị phá hủy.



Hình 2. Thí nghiệm đo độ dính bám.

Trong quá trình thí nghiệm, giá trị lực dọc sẽ được ghi lại và đồ thị biến thiên của lực dọc theo thời gian sẽ được sử dụng để xác định các giá trị đặc trưng cho tính dính bám của vật liệu. Hình 3 thể hiện mẫu đồ thị đặc trưng, thu được trong quá trình thí nghiệm và cách xác định các giá trị đặc trưng cho tính dính bám của vật liệu. Đồ thị cho thấy lực dọc tăng, sau khi vượt qua giá trị F_{max} thì giảm dần theo thời gian và cuối cùng đạt 1 giá trị cân bằng, hầu như không thay đổi khi kết thúc thí nghiệm. Đồ thị được chia ra 3 vùng riêng biệt. Trong vùng (1), ứng xử của vật liệu là đàn hồi nhớt. Khi đó mối quan hệ giữa ứng suất kéo và biến dạng là tuyến tính, ứng suất kéo chưa vượt quá ứng suất tới hạn của vật liệu. Vùng (2) bắt đầu khi ứng suất kéo vượt qua ứng suất tới hạn và khi đó ứng xử của vật liệu là đàn hồi dẻo, bắt đầu xuất hiện phá hủy cục bộ trong mẫu thí nghiệm và sự phá hủy tăng dần. Sau khi mẫu bị phá hủy hoàn toàn, giá trị lực dọc đo được sẽ không đổi (vùng (3)). Giá trị này được dùng để xác định sức bám của vật liệu, tương ứng với lượng vật liệu còn dính bám lại ở tấm di động sau thí nghiệm.



Hình 3. Đồ thị đặc trưng và cách xác định các giá trị đặc trưng cho tính dính bám của vật liệu.

Các giá trị đặc trưng cho tính dính bám của vật liệu được xác định từ thí nghiệm dính bám gồm có:

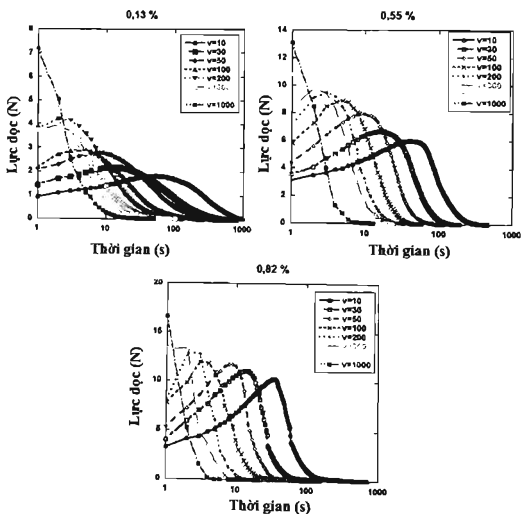
1) Giá trị lực kéo lớn nhất $F_{\max}$ là giá trị lực kéo tới hạn để bắt đầu xảy ra hiện tượng phá hủy mẫu thí nghiệm, nó liên quan lực dính kết của vật liệu.

2) Giá trị lực dọc ở giai đoạn cân bằng khi kết thúc thí nghiệm tương đương với lượng vật liệu còn bám trên tấm di động sau khi kết thúc thí nghiệm. Giá trị này dùng để xác định sức bám của vật liệu.

3) Lực dính kết của vật liệu bao gồm ảnh hưởng của độ nhớt (phụ thuộc vào vận tốc kéo), và lực cổ kết của vật liệu (liên quan đến lực tương tác của các phần tử của vật liệu ở trạng thái tĩnh). Lực cổ kết của vật liệu được xác định là lực dính kết của vật liệu khi lực kéo bằng 0. Đối với nghiên cứu ở đây, tốc độ kéo nhỏ nhất mà máy thí nghiệm có thể thực hiện là $10 \mu\text{m/s}$, do đó lực cổ kết được tính là lực dính kết thu được khi kéo mẫu vừa thí nghiệm với $v = 10 \mu\text{m/s}$.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA SỢI XENLULO TỚI TÍNH DÍNH BẨM

3.1. Kết quả thí nghiệm dính bám



Hình 4. Đồ thị biến thiên của lực dọc theo thời gian với các mẫu sử dụng hàm lượng sợi khác nhau.

Giá trị lực dọc ghi được khi thực hiện thí nghiệm dính bám với các mẫu vừa sử dụng các hàm lượng sợi xenlulo khác nhau và được kéo với các vận tốc khác nhau $v = 10, 50, 100, 200,$

300, 500 và 1000 $\mu\text{m/s}$. Kết quả được biểu thị trên hình 4. Mỗi đồ thị tương ứng với 1 hàm lượng nhất định sợi xenlulo được sử dụng, bao gồm 0,13 %; 0,55 % và 0,82 %.

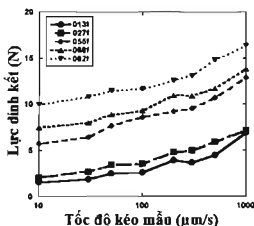
Từ hình 4, với vận tốc kéo nhất định, đồ thị biến thiên của lực dọc thu được gần như có hình dạng tổng quát đã được biểu thị trên hình 3. Lực dọc tăng tuyến tính theo thời gian, vượt qua ngưỡng F_{max} và giảm dần về một giá trị cân bằng. Mỗi đồ thị đều bao gồm 3 vùng như đã phân tích ở trên. Tuy nhiên khi tốc độ kéo mẫu lớn, vùng "đàn hồi nhất" (vùng 1) gần như không quan sát được trên đồ thị, ví dụ như trường hợp $v = 1000 \mu\text{m/s}$. Điều này là do giới hạn của máy thí nghiệm chỉ có thể thực hiện được tối đa 1 phép đo mỗi giây.

Từ các đồ thị thu được này, những đặc trưng của tính dính bám, bao gồm lực dính kết, lực cổ kết và sức bám sẽ được xác định.

3.2. Lực dính kết

Sự biến thiên của lực dính kết của vật liệu theo tốc độ kéo mẫu được xác định tại các giá trị hàm lượng sợi khác nhau, thể hiện trên hình 5. Ở một hàm lượng sợi nhất định, lực dính kết của vật liệu tăng khi tốc độ kéo mẫu tăng. Điều này có thể được giải thích bởi khi bị kéo với tốc độ kéo lớn, các hạt vật liệu sẽ không có thời gian để sắp xếp, di chuyển theo dòng chảy vữa tạo ra bởi quá trình kéo mẫu, đồng nghĩa với việc tạo ra lực cản đối với quá trình kéo. Do đó giá trị lực thu được sẽ lớn hơn khi kéo mẫu với vận tốc nhỏ. Sự phụ thuộc của lực dính kết đối với tốc độ kéo mẫu cũng đã được báo cáo trong nghiên cứu của A. Kaci [2].

Xem xét giá trị lực dính kết tại mỗi tốc độ kéo mẫu nhất định trên hình 5, chúng ta có thể thấy lực dính kết nhỏ nhất tại hàm lượng sợi là 0,13 %, tăng dần cho tới giá trị lớn nhất tại hàm lượng sợi 0,82 %. Có nghĩa là việc thêm thành phần sợi xenlulo vào vữa giúp tăng lực dính kết của vật liệu và sự tăng này là đơn điệu.

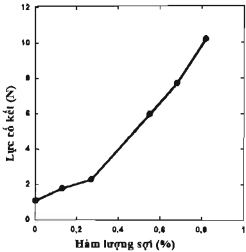


Hình 5. Biến thiên của lực dính kết theo vận tốc khi sử dụng các hàm lượng sợi khác nhau.

3.3. Lực cổ kết

Lực cổ kết là lực tương tác của các phần tử của vật liệu ở trạng thái tĩnh. Lực cổ kết của vật liệu được xác định là lực dính kết của vật liệu khi lực kéo bằng 0. Ở đây, tốc độ kéo nhỏ nhất mà máy thí nghiệm có thể thực hiện là 10 $\mu\text{m/s}$, do đó lực cổ kết được tính là lực dính kết thu được khi kéo mẫu vữa thí nghiệm với $v = 10 \mu\text{m/s}$.

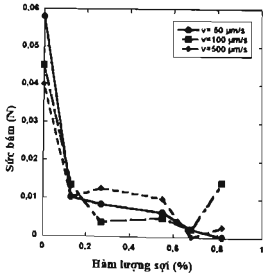
Đồ thị sự biến thiên của lực cổ kết đối với hàm lượng sợi sử dụng được biểu thị trên hình 6. Cũng giống như lực dính kết, chúng ta nhận thấy có 1 sự tăng rõ rệt của lực cổ kết của vật liệu khi tăng hàm lượng sợi. Thêm vào đó, dường như có 1 giá trị hàm lượng sợi ngẫu nhiên (nằm giữa 0,27 và 0,55 %) mà tại đó có 1 sự tăng rõ rệt sức cổ kết của vật liệu. Khi sử dụng hàm lượng sợi thấp hơn giá trị này, sự phụ thuộc của lực cổ kết của vật liệu vào hàm lượng sợi là không rõ ràng.



Hình 6. Sự biến thiên lực cổ kết của vật liệu theo hàm lượng sợi.

3.4. Sức bám

Sức bám được xem như bằng với trọng lượng vật liệu còn dính trên tấm di động sau khi kết thúc thí nghiệm dính bám. Đại lượng này được xác định từ đồ thị lực dọc thu được như đã phân tích ở phần 2.2. Sự biến thiên của sức bám theo hàm lượng sợi ở các tốc độ kéo mẫu khác nhau được biểu thị trên hình 7.



Hình 7. Sự biến thiên sức bám của vật liệu theo hàm lượng sợi ở các tốc độ kéo mẫu khác nhau.

Mặc dù sức bám là rất nhỏ (ở đây giá trị này dao động từ 0,001- 0,06 N), chúng ta nhìn thấy sự sụt giảm rõ rệt của sức bám của vật liệu khi tăng hàm lượng sợi. Ở hàm lượng sợi cao (0,82 %), sức bám của vật liệu gần như bằng 0. Điều này có nghĩa là vữa thí nghiệm hầu như không dính bám vào tấm di động. Ngược lại ở hàm lượng sợi thấp (0,13 %), sức bám thu được lớn hơn nhiều (0,06 N ở tốc độ kéo 50 $\mu\text{m/s}$).

4. KẾT LUẬN

Tính dính bám của vật liệu sử dụng sợi xenlulo đã được nghiên cứu sử dụng thí nghiệm dính bám. Từ đồ thị lực dọc đo được trong quá trình thí nghiệm, các đại lượng đặc trưng cho tính dính bám của vật liệu đã được xác định, bao gồm lực dính kết, lực cổ kết và sức bám. Kết quả thí nghiệm cho thấy việc tăng hàm lượng sợi xenlulo sẽ làm tăng giá trị lực dính kết, lực cổ kết và làm giảm sức bám của vật liệu. Sự tăng, giảm của các đại lượng này là không tuyến tính.

Việc tồn tại 1 giá trị hàm lượng sợi mà ở đó có sự thay đổi rõ rệt về tính chất dính bám của vật liệu (giữa 0,27 và 0,55 %) có thể được giải thích bởi sự lồng vào nhau của các sợi xenlulo khi được sử dụng với hàm lượng cao, đó đó sẽ làm tăng sức dính kết của vật liệu. Do đó việc phát triển một nghiên cứu về ảnh hưởng của hình dạng, kích thước của sợi tới tính chất của vữa xi măng là cần thiết để giải thích một cách định lượng về hiện tượng này.

Lời cảm ơn. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn công ty Parex Lanko-Pháp đã ủng hộ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Banfill P. F. G., Stars G., Derruau G., McCarter W. J., Chrisp T. M. - Rheology of low carbon fibre content reinforced cement mortar, *Cement and Concrete Composites* **28** (2006) 773-780.
2. Kaci A., Bouras R., Phan V. T., Chaouche M., Brossas H. - Adhesive and rheological properties of fresh fiber-reinforced mortars, *Cement and Concrete Composites* **33** (2) (2011) 218-224.
3. Katherine Kuder G., Nilufer Ozyurt, Edward Mu B., Surendra Shah P. - Rheology of fiber-reinforced cementitious materials, *Cement and Concrete Research* **37** (2007) 191-199.
4. Nilufer Ozyurt, Thomas Mason O., Surendra Shah P. - Correlation of fiber dispersion, rheology and mechanical performance of FRCs, *Cement and Concrete Composites*, **29** (2007) 70-79.
5. Perez-Pena M. and Mobasher B. - Mechanical properties of fiber reinforced lightweight concrete composites, *Cement and Concrete Research* **24** (6) (1994) 1121-1132.
6. Song P. S., Hwang S., Sheu B. C. - Strength properties of nylon- and polypropylene-fiber-reinforced concretes, *Cement and Concrete Research* **35** (2005) 1546-1550.
7. Youjiang Wang - Tensile properties of Synthetic fiber reinforced mortar, *Cement and Concrete Composites* **12** (1990) 29-40.

