

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG PHỤ GIA XANTHAN TRONG XÂY DỰNG THÔNG QUA KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ÉP KÉO VÀ THÍ NGHIỆM CƯỜNG ĐỘ

Nguyễn Minh Hoạt, Võ Văn Bạc, Nguyễn Đình Duy, Phan Văn Tiến*

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Vinh, Nghệ An, Việt Nam

ARTICLE INFORMATION TÓM TẮT

Journal: Vinh University
Journal of Science
ISSN: 1859-2228

Volume: 53

Issue: 1A

***Correspondence:**
vantien.phan1010@gmail.com

Received: 28 December 2023

Accepted: 29 January 2024

Published: 20 March 2024

Citation:

Nguyễn Minh Hoạt, Võ Văn Bạc,
Nguyễn Đình Duy, Phan Văn
Tiến (2024). Đánh giá khả năng
ứng dụng phụ gia Xanthan trong
xây dựng thông qua kết quả
thí nghiệm ép kéo và thí nghiệm
cường độ. **Vinh Uni. J. Sci.**
Vol. 53 (1A), pp. 47-53
doi: 10.56824/vujs.2023a167

Xanthan là một polysaccharide tự nhiên dạng bột, được tạo ra thông qua quá trình lên men của đường do vi khuẩn *Xanthomonas campestris* đảm nhiệm. Trong xây dựng, Xanthan đã được nghiên cứu và ứng dụng trong vật liệu xây dựng cầu đường, phụ gia điều chỉnh độ nhớt trong bê tông tự đầm... và trong công nghệ vật liệu xây dựng nói chung, Xanthan được sử dụng như phụ gia điều chỉnh nhớt, chất làm đặc... trong bê tông. Trong nghiên cứu này, khả năng ứng dụng Xanthan trong bê tông đã được đánh giá sơ bộ. Thông qua kết quả thí nghiệm ép kéo để đánh giá ứng xử lưu biến của hồ Xanthan, tác giả đã triển khai thí nghiệm nén mẫu bê tông sử dụng phụ gia Xanthan (2%), đánh giá sự thay đổi cường độ của bê tông khi sử dụng Xanthan. Kết quả cho thấy Xanthan có thể sử dụng trong bê tông để cải thiện tính dính bám với khuôn và tăng khả năng tróc khuôn dễ dàng. Đồng thời khi trộn Xanthan trong bê tông với hàm lượng 2% cũng góp phần tăng cường độ chịu nén của bê tông với mức tăng 7%.

Từ khóa: Xanthan; thí nghiệm ép kéo; cường độ; bê tông.

1. Tổng quan chung

Với sự phát triển của công nghệ xây dựng, số lượng ngày càng nhiều và quy mô của các công trình xây dựng, đòi hỏi công nghệ thi công ngày càng hiện đại và chính xác cao. Để đảm bảo chất lượng của công trình xây dựng, các phương pháp đánh giá chất lượng bê tông cần phát triển để ngoài việc kiểm tra chất lượng đầu vào, quy trình trộn tại trạm trộn... thì tại hiện trường thi công chủ yếu vẫn là đo độ sụt của vữa bê tông, lấy mẫu để kiểm tra cường độ sau này... Thực tế cho thấy việc kiểm tra đánh giá các tính chất như trên vẫn chưa đủ để đảm bảo rằng chất lượng bê tông đạt yêu cầu so với quy định để có thể thi công bơm, đổ đầm...

Hiện nay ở các nước phát triển trên thế giới, nhiều công ty cung ứng bê tông thương phẩm, nhiều nhà thầu chuyên thi công bê tông và các trung tâm nghiên cứu về vật liệu xây dựng, các trung tâm nghiên cứu phát triển... đang nghiên cứu triển khai sâu về lĩnh vực lưu biến của vật liệu xây dựng, trong đó có bê tông với mục đích tìm ra những phương

OPEN ACCESS

Copyright © 2024. This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY NC\)](#), which permits non-commercially to share (copy and redistribute the material in any medium) or adapt (remix, transform, and build upon the material), provided the original work is properly cited.

pháp, cách thức, thiết bị, thông số đặc trưng để đánh giá đúng và đủ chất lượng bê tông. Những phương pháp mới này phải đáp ứng được độ chính xác, độ tin cậy cao hơn so với phương pháp truyền thống là độ sụt. Song song với đó, các công ty sản xuất trang thiết bị thí nghiệm cũng cải tiến, chế tạo các trang thiết bị, máy móc thí nghiệm đo độ lưu biến của bê tông có độ chính xác cao hơn để phục vụ cho các nghiên cứu đánh giá này.

Thí nghiệm ép kéo (Squeeze test) được sử dụng để xác định tính lưu biến của các vật liệu gốc xi măng và đánh giá khả năng đùn của vật liệu đó. Trong thực tế các thí nghiệm ép thường được sử dụng như một kỹ thuật đơn giản để xác định các tính chất đặc trưng cho dòng chảy của vật liệu ở thể keo có độ đặc cao (highly concentrated suspensions) như polymer nóng chảy, bột gốm nhão hoặc thậm chí là gel làm tóc... Hầu hết các loại vật liệu này hoạt động như chất lỏng có độ nhớt cao hoặc chất dẻo. Việc đánh giá hành vi lưu biến của vật liệu là rất cần thiết để dự đoán trước ứng xử của vật liệu nhằm kịp thời đưa ra các giải pháp xử lý các tình huống phát sinh khi thi công.

Xanthan (còn gọi là Xanthan gum) là một polysaccharide tự nhiên dạng bột, được tạo ra thông qua quá trình lên men của đường (glucose hoặc sucrose) do vi khuẩn *Xanthomonas campestris* đảm nhiệm. Nó thường được sử dụng như một phụ gia trong thực phẩm, đối với mỹ phẩm nó như là chất tạo đặc và chất nhũ hóa. Trong xây dựng, Xanthan đã được nghiên cứu và ứng dụng trong vật liệu xây dựng cầu đường như chất kết dính để ổn định nền đất khi xây dựng đường ở Sri Lanka, phụ gia điều chỉnh độ nhớt trong bê tông tự đầm... và trong công nghệ vật liệu xây dựng nói chung, Xanthan được sử dụng như phụ gia điều chỉnh nhớt, chất làm đặc... trong bê tông. Tuy nhiên để nắm được các vấn đề cốt lõi cũng như làm chủ được việc ứng dụng phụ gia Xanthan trong xây dựng, việc nghiên cứu về tính lưu biến của Xanthan và đề xuất hướng ứng dụng cụ thể trong xây dựng ở Việt Nam là rất cần thiết và có tính thực tiễn cao.

Trong bài viết này, từ những kết quả thí nghiệm xác định ứng xử lưu biến và kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của bê tông sử dụng phụ gia Xanthan sẽ đánh giá được phần nào khả năng ứng dụng Xanthan trong xây dựng cũng như đưa ra một số khuyến nghị cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả ứng dụng của loại phụ gia này trong xây dựng.

2. Thiết kế thí nghiệm

Trong thí nghiệm ép kéo (squeeze flow technique), vật liệu thí nghiệm được nén ép giữa hai mặt phẳng cứng, thường bằng kim loại có bề mặt có độ dính bám khác nhau, hình tròn. Hai mặt phẳng này từ từ ép lại gần nhau với vận tốc cho trước và nén ép vật liệu thí nghiệm. Lực ép F và khoảng cách h giữa hai mặt phẳng song song sẽ được ghi lại trong suốt quá trình thí nghiệm. Khi vật liệu bị ép giữa hai mặt song song với độ trượt biên hoàn hảo, nó phải đạt sự cân bằng giữa các phương (2 phương) của các biến dạng kéo dài (biến dạng đùn) và thí nghiệm ép đùn có thể đo được lưu biến kéo dài (extensional rheology) của vật liệu. Một ranh giới không trượt (no-slip) tạo ra ở đó tồn tại cả biến dạng trượt và biến dạng kéo dài (extensional strain), tuy nhiên nếu bán kính mặt phẳng ép R lớn hơn nhiều so với chiều dày ép mẫu, $R \gg h$ và nếu có đủ ma sát biên, có thể bỏ qua biến dạng kéo dài. Khi đó lực ép F sẽ do ứng suất trượt gây ra và từ lực F đo được trong quá trình thí nghiệm, lưu biến trượt của vật liệu sẽ được xác định và đánh giá chính xác [1].

2.1. Vật liệu thí nghiệm

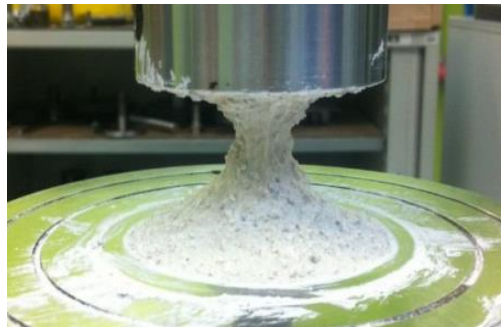
Vật liệu thí nghiệm bao gồm bột Xanthan và nước. Bột Xanthan được hòa với nước để tạo thành hồ Xanthan với tỷ lệ 5%, tức 100g nước sẽ được dùng để hòa tan 5g Xanthan (Hình 1).



Hình 1: Bột Xanthan

2.2. Thiết bị thí nghiệm

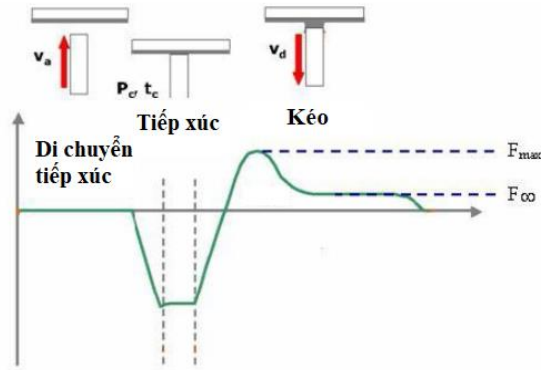
Thiết bị đo lưu biến với hai mặt phẳng rắn song song, đồng trục, trong đó có một mặt phẳng cố định và một mặt phẳng di chuyển tạo tiếp xúc (ép) và kéo để tạo dòng chảy. Dạng thiết bị này đã được nghiên cứu, sử dụng rất nhiều, thể hiện trong các công bố của nhiều tác giả trên thế giới [2-6]. Dạng hình học sử dụng để gắn vào máy thí nghiệm đo lưu biến thể hiện trên Hình 2.



Hình 2: Dạng hình học sử dụng để gắn vào máy thí nghiệm đo lưu biến [7]

2.3. Chương trình thí nghiệm

Hình 3 mô tả chương trình thí nghiệm ép-kéo (Squeeze - Tack). Ở đây mặt phẳng phía trên, bằng thép, được giữ cố định. Vật liệu được cho với khối lượng như nhau giữa các lần thí nghiệm lên trên mặt phẳng phía dưới. Sau đó tấm phẳng phía dưới sẽ di chuyển từ từ lên trên với tốc độ đặt trước. Quá trình di chuyển này sẽ tạo sự tiếp xúc giữa vật liệu thí nghiệm và hai mặt phẳng này. Vật liệu thí nghiệm sẽ bị ép dần đến chiều dày cho trước, h. Tiếp theo, vật liệu sẽ được nghỉ ngơi trong thời gian 1 phút (relaxation time) để loại trừ các tác động dư do quá trình ép ở giai đoạn 1. Đây là giai đoạn 2 của thí nghiệm. Giai đoạn 3 là giai đoạn cuối cùng, khi đó vật liệu thí nghiệm được kéo dãn ra với tốc độ không đổi, được đặt trước. Trong thí nghiệm này được thực hiện bởi V. T. Phan [7], vận tốc này được lựa chọn trong các giá trị sau: 2 mm/phút; 20 mm/phút; 200 mm/phút.



Hình 3: Chương trình thí nghiệm ép - kéo [7].

Từ một số kết quả và phân tích ứng xử lưu biến thu được bởi [7], các tác giả đã triển khai thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của Xanthan tới cường độ chịu nén của bê tông. Công thức bê tông thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Công thức bê tông sử dụng Xanthan

Thành phần	Đá dăm (kg)	Cát vàng (kg)	Xi măng PCB40 (kg)	Nước sạch (lít)	Phụ gia (%)
Lượng dùng	27,32 kg	8,61 kg	6,55 kg	3,33	2%

Bê tông sau khi trộn được đưa vào đúc mẫu ngay lập tức để đảm bảo tính chính xác của kết quả thí nghiệm. Quá trình đúc mẫu tuân theo quy định của TCVN 3015-1993. Cường độ chịu nén của bê tông sau 28 ngày được xác định bằng phương pháp nén mẫu sử dụng máy nén trong phòng thí nghiệm. Ở đây các mẫu nén bằng máy nén bê tông 3000 kN của Matest (Italy), một trong những hãng sản xuất thiết bị hàng đầu châu Âu. Hoạt động tự động hoàn toàn bởi bộ điều khiển tự động Autotec C098N, loại máy kết cấu khung bốn cột pre-stressed, có độ vững chắc rất cao. Bộ phận kiểm tra hành trình piston, núm điều chỉnh tốc độ nén có đồng hồ chia vạch và số. Bộ phận điều chỉnh piston chạy nhanh tránh thời gian chờ. Bơm điện loại multipiston đảm bảo cung cấp dầu liên tục, rất thích hợp để thí nghiệm nén mẫu bê tông mác cao (Hình 4).

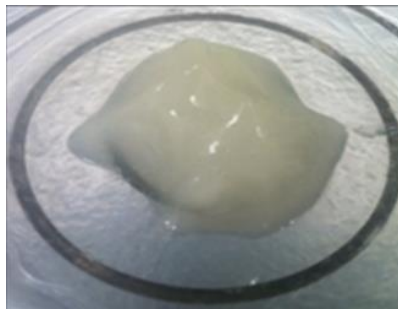


Hình 4: Thí nghiệm nén mẫu bê tông

3. Phân tích kết quả

3.1. Kết quả thí nghiệm ép-kéo [7]

Từ kết quả thí nghiệm ép kéo công bố bởi [7] cho thấy tính ổn định của Xanthan là không cao. Khi bị ép tới chiều dày cho trước, hồ Xanthan vẫn có khả năng sắp xếp vị trí các hạt phân tử bằng các dòng chảy bên trong hỗn hợp. Điều này dễ hiểu vì Xanthan là một polyme sinh học có tính nhầy, dẻo, đông đặc. Sau khi kết thúc thí nghiệm, tức là quá trình tách rời giữa hai mặt phẳng đã kết thúc, vật liệu bị chia tách thành một phần nằm ở mặt phẳng cố định phía dưới, phần còn lại dính vào mặt phẳng di động phía trên, ta thấy tất cả các mẫu thí nghiệm đều không bị phân tách. Hỗn hợp Xanthan tập trung ở tâm của mặt phẳng phía dưới và hầu như không có vật liệu dính ở mặt phẳng phía trên (Hình 5).



Hình 5: Kết quả thí nghiệm ép kéo đối với hồ Xanthan [7]

Như vậy lực dính giữa vật liệu thí nghiệm và các mặt phẳng không đủ để thắng được nội lực của hỗn hợp Xanthan. Điều đó chứng tỏ giá trị lực ghi nhận được trong quá trình ép kéo là lực dính giữa Xanthan và các mặt phẳng thí nghiệm. Đồng thời chứng tỏ Xanthan có thể sử dụng làm chất làm dày, đông đặc khi ứng dụng trong vật liệu xây dựng. Giá trị ứng suất ép và ứng suất kéo thu được cũng rất nhỏ, cho thấy khả năng cải thiện, điều chỉnh tính dính bám với ván khuôn, giúp tróc khuôn dễ dàng nếu sử dụng trong bê tông với tỉ lệ hợp lý [7].

3.2. Thí nghiệm cường độ chịu nén

Do điều kiện thí nghiệm, số lượng mẫu thí nghiệm là 9 mẫu, trong đó 3 mẫu không sử dụng phụ gia Xanthan, còn 6 mẫu sử dụng ở hàm lượng 2%. Kết quả thí nghiệm thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Kết quả thí nghiệm nén bê tông ở 28 ngày tuổi

TT	Hàm lượng Xanthan	Lực nén phá hoại (kN)	Diện tích mẫu thí nghiệm	Cường độ chịu nén (Mpa)
1	0	327,52	225 cm ²	1,45
2	0	335,62		1,49
3	2	343,68		1,52
4	2	357,84		1,59
5	2	349,52		1,55
6	2	342,64		1,52

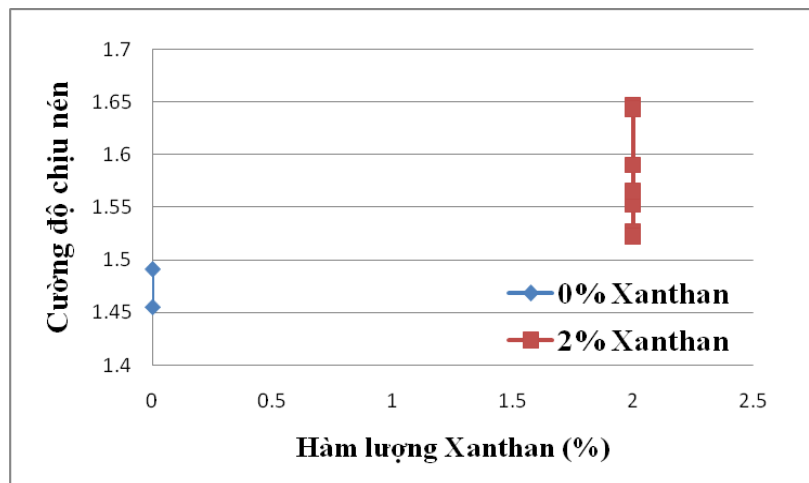
TT	Hàm lượng Xanthan	Lực nén phá hoại (kN)	Diện tích mẫu thí nghiệm	Cường độ chịu nén (Mpa)
7	2	352,21		1,56
8	2	370,60		1,64
9	2	369,88		1,64

Công thức tính toán cường độ của mẫu thử:

$$R_n = \frac{P}{F} (Mpa)$$

Trong đó: R_n : Cường độ bê tông theo ngày tuổi (Mpa); P: Lực nén trung bình (KN); F: Diện tích trung bình của hai mặt mẫu (cm^2).

Cường độ thí nghiệm của bê tông sử dụng Xanthan được thể hiện trên Hình 6. Kết quả cho thấy cường độ bê tông tăng khi sử dụng hàm lượng 2% Xanthan. Giá trị trung bình của bê tông không sử dụng Xanthan là 1.47 MPa, giá trị này của bê tông khi sử dụng 2% Xanthan là 1.58 MPa. Mức tăng này tương ứng 7%. Như vậy có thể thấy Xanthan có thể điều chỉnh tăng cường độ của bê tông.



Hình 6: Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá sơ bộ khả năng ứng dụng Xanthan trong bê tông. Thông qua kết quả thí nghiệm ép kéo để đánh giá ứng xử lưu biến của hồ Xanthan, tác giả đã triển khai thí nghiệm nén mẫu bê tông sử dụng phụ gia Xanthan (2%), đánh giá sự thay đổi cường độ của bê tông. Kết quả cho thấy Xanthan có thể sử dụng trong bê tông để cải thiện tính dính bám với khuôn và tăng khả năng tróc khuôn dễ dàng. Đồng thời khi trộn Xanthan trong bê tông với hàm lượng 2% cũng góp phần tăng cường độ chịu nén của bê tông với mức tăng 7%. Để ứng dụng Xanthan trong bê tông xây dựng đạt hiệu quả thì đây chỉ là nghiên cứu bước đầu, cần triển khai đánh giá ảnh hưởng của loại phụ gia này với phổ tỉ lệ phần trăm rộng hơn, chi tiết hơn. Ngoài ra cần đánh giá thêm nhiều tính chất cơ lý của bê tông như độ sụt, độ hút nước, tính thấm, ... cũng như các tính chất từ biến của bê tông, ...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Fábio A. Cardoso, Franco A. Grandes, Victor K. Sakano, Andressa C. A. Rego, Fábio C. Lofrano, Vanderley M. John, Rafael G. Pileggi, “Experimental Developments of the Squeeze Flow Test for Mortars,” In *Rheology and Processing of Construction Materials*, Springer International Publishing, 2020.
- [2] Fabio A. Cardoso, Vanderley M. John, Rafael G. Pileggi, “Rheological behavior of mortars under different squeezing rates,” *Cement and concrete research*, pp. 748-753, 2009.
- [3] O. H. Campanella, M. Peleg, “Squeezing flow viscometry of peanut butter,” *J. Food science*, 52 (1), 180-184, 1987.
- [4] J. D. Sherwood, D. Durban, “Squeeze-flow of a Herschel-Bulkley fluid,” *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, 77,115-121, 1998.
- [5] N. Delhaye, A. Poitou, M. Chaouche, “Squeeze flow of highly concentrated suspensions of spheres,” *Journal of Non - Newtonian Fluid Mech.*, 94, 67-74, 2000.
- [6] França Marylinda, Cazacliu Bogdan, Cardoso Fabio, Pileggi Rafael, “Influence of mixing process on mortars rheological behavior through rotational rheometry,” *Construction and Building Materials*, 2009.
- [7] V. T. Phan, “Evaluation of Some Rheological Properties of Xanthan Gum,” *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 10(5), 6172-6175, 2020. DOI: 10.48084/etasr.3696.

ABSTRACT

EVALUATE THE POSSIBILITY OF APPLYING XANTHAN IN CONSTRUCTION THROUGH SQUEEZE TACK AND COMPRESSIVE STRENGTH EXPERIMENTS

Nguyen Minh Hoat, Vo Van Bac, Nguyen Dinh Duy, Phan Van Tien

Department of Construction, Vinh University, Nghe An, Vietnam

Received on 28/12/2023, accepted for publication on 29/01/2024

Xanthan is a natural polysaccharide in powder form, created through the fermentation of sugar by the bacteria *Xanthomonas campestris*. In construction, Xanthan has been researched and applied in road and bridge construction materials, viscosity adjusting additives in self-compacting concrete... and in construction materials technology in general, Xanthan is used as a viscosity modifier, thickener... in concrete. In this study, the applicability of Xanthan in concrete was preliminarily evaluated. Through the results of squeeze - tack experiments to evaluate the rheological behavior of Xanthan pastes, the author conducted a compression test with concrete using Xanthan additive (2%), evaluating the change in strength of concrete when using Xanthan. The results show that Xanthan can be used in concrete to improve adhesion to the mold and increase the ability to easily peel off the mold. At the same time, using Xanthan in concrete with a content of 2% also contributes to increasing the compressive strength of concrete with an increase of 7%.

Keywords: Xanthan; squeeze flow technique; strength; concrete.