

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ THÀNH PHẦN ĐẾN TÍNH CHẤT LƯU BIẾN CỦA VỮA XI MĂNG

Hoàng Quốc Gia

Trường Đại học Thủy lợi, email: hoangquocgia@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Như chúng ta đã biết, ba tính chất cơ bản nhất của vật liệu xi măng nói chung và bê tông nói riêng đó là cường độ, tính bền vững và độ linh động (hay tính dễ thi công). Hai tính chất đầu tiên liên quan đến bê tông ở trạng thái đã đóng rắn, còn tính linh động chỉ được nhắc đến khi bê tông ở trạng thái lỏng (bê tông tươi).

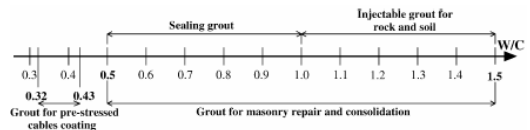
Các thuộc tính ở trạng thái tươi của bê tông đóng một vai trò quan trọng và ảnh hưởng lớn đến chất lượng cũng như tính chất của bê tông khi đã đóng rắn. Người ta tính rằng chi phí thi công của bê tông (bao gồm nhân công, thiết bị) cũng bằng chi phí của vật liệu để chế tạo bê tông. Chính vì vậy những nghiên cứu về tính chất của bê tông ở trạng thái tươi ngày càng được chú ý trên thế giới, số lượng các công trình khoa học tập trung vào vấn đề này ngày càng nhiều, nhất là khi phụ gia hóa học được sử dụng rộng rãi hiện nay và được ứng dụng vào bê tông tự lèn hay vữa xi măng tự chảy.

Nghiên cứu về tính chất của vật liệu xi măng ở trạng thái tươi liên quan đến một số khái niệm về tính ổn định, độ chặt, tính linh động hay nói khái quát nhất đó là tính chất “lưu biến”. Theo định nghĩa, lưu biến học (rheology) là ngành khoa học nghiên cứu biến dạng và dòng chảy của một loại vật chất dưới tác dụng của ứng suất. Nói một cách cụ thể hơn, lưu biến học nghiên cứu mối quan hệ giữa biến dạng và ứng suất tác dụng tương ứng của một chất lỏng. Mối quan hệ này được gọi là tính chất lưu biến (rheological behavior) và thường được biểu diễn bằng mối quan hệ giữa ứng suất tiếp τ và vận tốc biến

dạng trượt $\dot{\gamma}$. Để xác định các thông số lưu biến người ta dùng lưu biến kế và đường cong biểu thị mối quan hệ giữa $\tau - \dot{\gamma}$ được gọi là đồ thị lưu biến (rheogram).

Để nghiên cứu tính chất lưu biến của bê tông thì đơn giản nhất là bắt đầu từ hỗn hợp chất kết dính xi măng và nước (vữa xi măng - VXM). Có thể khẳng định rằng tính chất của bê tông phụ thuộc phần lớn vào tính chất của VXM tạo ra nó (Cyr *et al.* 2000). Ngoài ra hiện nay VXM có rất nhiều ứng dụng trong thực tế như vữa sửa chữa kết cấu bị nứt, vữa bơm ống gen của cáp ứng lực trước...

Như đã nói ở trên, quá trình nghiên cứu về lưu biến của vật liệu xi măng đang được chú trọng ở nhiều nước trên thế giới nhằm cải thiện nâng cao hơn nữa chất lượng của loại vật liệu này. Tuy nhiên ở nước ta số lượng những nghiên cứu về vấn đề này còn khá hạn chế. Bài báo này nhằm mục đích, trước nhất khái quát những khái niệm cơ bản về tính chất lưu biến của vật liệu xi măng, sau nữa là tập trung vào nghiên cứu những ảnh hưởng của thành phần VXM đến tính chất lưu biến của nó.



Hình 1. Các ứng dụng của VXM (Rosquoët *et al.* 2003)

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mỗi sự thay đổi của thành phần VXM đều dẫn đến những sự thay đổi của tính chất lưu

biển. Những nhân tố ảnh hưởng đến lưu biến của VXM có thể kể đến như tỷ lệ N/X, bản chất hóa học của XM, hàm lượng phụ gia... Bài báo này chỉ tập trung vào hai nhân tố ảnh hưởng nhiều nhất là tỷ lệ N/X và hàm lượng phụ gia siêu dẻo (PGSD).

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là phương pháp thực nghiệm kết hợp với so sánh những kết quả nghiên cứu đã có trước đây.

Các thí nghiệm được thực hiện trên loại XM CEM I 52,5N CP2 (Xi măng loại 1 sản xuất tại CH Pháp theo tiêu chuẩn châu Âu EN 197-1. Đây là loại xi măng thông thường tương đương PC 50 của Việt Nam). PGSD được sử dụng là ACE 456 của công ty BASF có gốc polycarboxylate (PGSD thế hệ mới).

Thiết bị dùng để xác định các tính chất lưu biến của VXD là lưu biến kế (rheometer). Ngoài xác định mối quan hệ giữa $\tau - \dot{\gamma}$, lưu biến kế còn có thể xác định và tính toán một số tính chất lưu biến khác như giới hạn chảy τ_0 (ứng suất tiếp τ nhỏ nhất cần tác dụng để tạo ra dòng chảy) hay độ nhớt μ (tỷ lệ giữa ứng suất tiếp τ và vận tốc biến dạng trượt $\dot{\gamma}$ - thể hiện sức kháng lại sự chảy của bản thân vật liệu).



Hình 2. Lưu biến kế

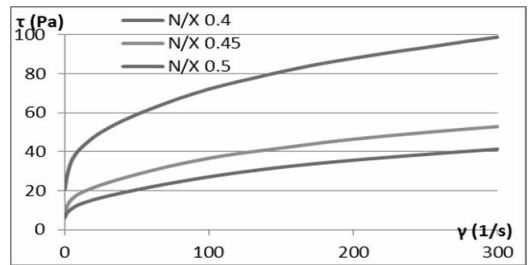
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ N/X

Tỷ lệ nước/XM hiển nhiên là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến tính lưu biến của vữa XM. Đã có nhiều nghiên cứu khẳng định rằng tăng tỷ lệ N/X sẽ làm giảm giới hạn chảy và độ nhớt của vữa XM (Geiker *et al.* 2002, Wallevik *et al.* 2004). Để hiểu rõ hơn

ảnh hưởng của N/X đến tính chất lưu biến của VMX, chúng tôi đã thực hiện thí nghiệm trên các loại VXM không phụ gia với các tỷ lệ N/X khác nhau. Kết quả thí nghiệm được biểu diễn ở Hình 3.

Kết quả thí nghiệm phù hợp với những kết quả nghiên cứu đã có trước đây (độ nhớt của vữa XM giảm khi tỷ lệ N/X tăng). Đặc biệt hơn, kết quả cho thấy quan hệ giữa ứng suất và biến dạng giữa $\tau - \dot{\gamma}$ là phi tuyến tính.



Hình 3. Đồ thị lưu biến của các loại VXM không phụ gia với tỷ lệ N/X khác nhau

Trước đây, để cho đơn giản người ta thường công nhận tính chất lưu biến của vật liệu XM là tuyến tính và coi bê tông hay VXM là loại vật liệu Bingham (đồ thị lưu biến là đường thẳng). Tuy nhiên những nghiên cứu gần đây đã cho thấy điều ngược lại.

Để miêu tả chính xác hơn tính chất lưu biến phi tuyến của VXM, người ta thường sử dụng mô hình Herschel-Bulkley (de Larrard *et al.* 1998). Mô hình này đặc trưng bởi 3 thông số : ngưỡng chảy τ_0 , độ đặc K và số mũ n và được biểu thị dưới dạng sau:

$$\begin{cases} \dot{\gamma} = 0 & \text{khi } \tau \leq \tau_0 \\ \tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n & \text{khi } \tau > \tau_0 \end{cases}$$

Phân tích kết quả thí nghiệm từ Hình 2 cũng cho thấy tính chất lưu biến của VXM khi không có PGSD thuộc dạng chảy lỏng (shear - thinning) - mặt lõm của đồ thị lưu biến hướng về phía trục vận tốc biến dạng trượt $\dot{\gamma}$ (độ nhớt μ giảm theo τ hoặc $\dot{\gamma}$).

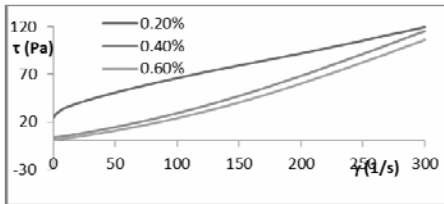
3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng PGSD

PGSD là một loại phụ gia hóa học được cho vào trong vật liệu xi măng để làm tăng tính linh động, cụ thể hơn nó có tác dụng làm

lượng nước cần sử dụng mà vẫn giữ được tính dễ thi công. Hiện nhiên hàm lượng PGSD sử dụng sẽ ảnh hưởng lớn đến tính lưu biến của VXM.

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng giới hạn chảy τ_0 tỉ lệ nghịch với hàm lượng PGSD, hay nói cách khác τ_0 giảm khi lượng PGSD sử dụng tăng lên (Beaupré 1994). Không những thế, sử dụng PGSD còn ảnh hưởng đến tính chất lưu biến của VXM.

Hình 4 dưới đây thể hiện kết quả thí nghiệm của các loại VXM có cùng tỷ lệ N/X nhưng hàm lượng phụ gia khác nhau. Giống như kết luận của nhiều tác giả khác, giới hạn chảy τ_0 giảm nhanh khi lượng PGSD tăng lên. Đến một hàm lượng đủ lớn (ở đây là 0,6%), τ_0 gần như bằng không và VXM trở thành « vừa tự chảy ».



Hình 4. Đồ thị lưu biến của VMX có cùng tỷ lệ N/X = 0.35 với hàm lượng PGSD khác nhau

Mặt khác, PGSD còn làm ảnh hưởng lớn đến đồ thị lưu biến của VXM. Cụ thể hơn, khi lượng PGSD tăng lên, VXM từ tính chất lưu biến dạng chảy lỏng (shear - thinning) trở thành dạng chảy đặc (shear - thickening) - mặt lõm của đồ thị lưu biến mặt lõm của đồ thị lưu biến hướng về phía trục ứng suất tiếp τ (độ nhớt μ tăng theo τ hoặc $\dot{\gamma}$). Đây là điểm hết sức đặc biệt về tính lưu biến của vật liệu XM nói chung và VXM nói riêng. Tất nhiên, khi hàm lượng VXM quá cao sẽ dẫn đến vấn đề phân tầng và VXM trở nên không đồng nhất, phép đo lưu biến sẽ bị sai số (Hoang *et al.* 2015), tuy nhiên trong phạm vi bài báo này chúng tôi không đi sâu vào vấn đề này.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã khái quát một số vấn đề chung nhất về lưu biến học của vật liệu xi

măng. Các kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng mỗi một sự thay đổi của thành phần cấp phối không những làm ảnh hưởng đến các thông số lưu biến (ngưỡng chảy, độ nhớt) mà còn làm ảnh hưởng đến tính chất lưu biến (được thể hiện qua đồ thị lưu biến). Những nghiên cứu về lưu biến học của vật liệu xi măng cần được mở rộng hơn nữa để bắt kịp với sự phát triển của các loại phụ gia mới và ứng dụng vào quá trình vận chuyển, thi công bê tông (bơm, phun...)

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Beaupré, D. (1994). Rheology of High Performance Shotcrete, University of British Columbia, Canada.
- [2] Cyr, M., C. Legrand and M. Mouret (2000). "Study of the shear thickening effect of superplasticizers on the rheological behaviour of cement pastes containing or not mineral additives." Cement and Concrete Research 30(9): 1477-1483.
- [3] de Larrard, F., C. F. Ferraris and T. Sedran (1998). "Fresh concrete: A Herschel-Bulkley material." Materials and Structures 31(7): 494-498.
- [4] Geiker, M. R., M. Brandl, L. N. Thrane and L. F. Nielsen (2002). "On the effect of coarse aggregate fraction and shape on the rheological properties of self-compacting." Cement, Concrete and Aggregates, 24: 3-6.
- [5] Hoang, Q. G., A. Kaci, E.-H. Kadri and J.-L. Gallias (2015). "A new methodology for characterizing segregation of cement grouts during rheological tests." Construction and Building Materials 96: 119-126.
- [6] Rosquoët, F., A. Alexis, A. Khelidj and A. Phelipot (2003). "Experimental study of cement grout: Rheological behavior and sedimentation." Cement and Concrete Research 33(5): 713-722.
- [7] Wallevik, Ó. H. and J. E. Wallevik (2004). "Rheology of Cementitious Materials."