

ỨNG DỤNG PHỤ GIA KHOÁNG TRO BAY VÀO CÔNG NGHỆ VỮA XI MĂNG TỰ CHẢY KHÔNG CO NGÓT

Hoàng Quốc Gia¹, Vũ Quốc Vương¹

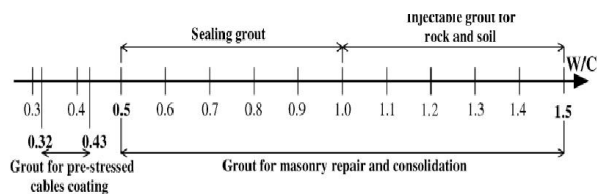
Tóm tắt: Mục đích của bài báo này là thử nghiệm sự kết hợp giữa vữa xi măng tự chảy không co ngót và phụ gia khoáng tro bay. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là thay thế một phần vữa xi măng bằng nhiều tỉ lệ tro bay khác nhau (từ 0 – 30%) sau đó thực hiện các thí nghiệm đánh giá độ lưu động (độ chảy xòe) và cường độ chịu nén (ở 28 ngày tuổi). Các kết quả thí nghiệm đã chỉ ra hàm lượng tro bay tối ưu và cho thấy triển vọng để ứng dụng loại phụ gia khoáng này vào công nghệ vữa xi măng tự chảy.

Từ khóa: Vữa xi măng tự chảy không co ngót, tro bay, độ lưu động, cường độ nén.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Vữa xi măng (VXM) hiện nay được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau trong ngành xây dựng như sửa chữa kết cấu bị nứt, bơm ống gen của cáp ứng lực trước, ổn định nền đất... Tùy vào tỷ lệ nước/xi măng (N/X) mà vữa xi măng được chia thành nhiều loại với những ứng dụng khác nhau (Hình 1). Với sự phát triển mạnh mẽ của ngành hóa vật liệu cùng với đó là sự ra đời của nhiều loại phụ gia hóa học tính năng cao, công nghệ vữa xi măng tự chảy cũng đã và đang được áp dụng trong những năm gần đây. Về mặt định nghĩa, vữa tự chảy là loại vữa trộn sẵn có đặc tính tự san phẳng, không co ngót chịu được cường độ cao. Vữa tự chảy được chế tạo trên nền cơ bản là gốc xi măng kết hợp phụ gia khoáng, hoá và phụ gia trương nở. Loại vật liệu mới này có nhiều tính năng ưu việt như: có độ linh động cao, không phân tầng, không tách nước, dễ dàng lấp đầy các khe hở nhỏ, các khe hở có hình dạng phức tạp đồng thời vữa sau khi đóng rắn có cường độ cao, chịu mài mòn và chống va đập tốt. So với VMX thông thường, vữa tự chảy có nhiều ứng dụng hơn, vừa là vữa dùng sửa chữa vừa có tính năng làm vật liệu chống thấm tốt cho công trình xây dựng như chống thấm sàn mái, chống thấm tầng hầm... Hiện nay, vữa tự chảy được các nhà sản xuất vật liệu cung cấp dưới dạng thành phẩm (đóng bao

25kg hoặc 50kg), chỉ cần thêm nước để sử dụng. Tuy vậy vữa tự chảy cũng có những nhược điểm như giá thành cao (gấp khoảng 10 lần xi măng thông thường), công nghệ chế tạo phức tạp.



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

Tro bay là sản phẩm sau khi đốt cháy của than nghiền ở các nhà máy nhiệt điện và là một loại phụ gia khoáng hoạt tính cho xi măng. Sử dụng tro bay hợp lý giúp giảm giá thành xây dựng và cải thiện nhiều tính chất của bê tông xi măng và các loại vật liệu gốc xi măng khác (vữa xi măng, gạch không nung...) như giảm nhiệt thủy hóa, tăng tính bền vững, nâng cao độ bền cơ học dài hạn, tăng tính dễ thi công... Ở Việt Nam cũng như trên thế giới cũng đã có rất nhiều nghiên cứu về sử dụng tro bay đối với vật liệu xi măng và áp dụng cụ thể vào các công trình xây dựng dân dụng, giao thông, thủy lợi (Vũ Quốc Vương, 2014).

Người ta ước tính hiện nay, lượng tro bay sinh ra từ các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam lên tới 12 triệu tấn/năm. Lượng tro bay này nếu không được xử lý, tận dụng có hiệu quả, sẽ không chỉ là một sự lãng phí mà còn là một

¹ Bộ môn Vật liệu xây dựng, Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi.

hiểm họa lớn với môi trường do bụi và các thành phần độc hại trong tro bay phát tán ra. Ngoài ra lượng tro sinh ra từ các nhà máy nhiệt điện này còn làm tăng nhu cầu diện tích bãi chứa hàng năm. Có thể nói rằng tro bay đang là vấn đề thời sự nóng, Thủ tướng Chính phủ cũng đã ban hành Quyết định số 1696/QĐ-TTg về một số giải pháp thực hiện xử lý tro của nhà máy nhiệt điện để làm nguyên liệu sản xuất VLXD. Chính vì vậy một yêu cầu cấp thiết đặt ra là nghiên cứu mở rộng phạm vi sử dụng tro bay ở Việt Nam

2. VẬT LIỆU VÀ THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

Vữa xi măng tự chảy (Grout – viết tắt là G) được sử dụng trong các thí nghiệm là Vmat Grout M60 – một sản phẩm của Công ty cổ phần Vmat, đạt chất lượng theo tiêu chuẩn TCVN 9204:2012. Thành phần chính của Vmat M60 là xi măng mác cao, kết hợp với phụ gia khoáng mịn (silica fume), phụ gia siêu dẻo và phụ gia trương nở. Các tính chất chính của Vmat Grout được giới thiệu trong Bảng 1.

Tro bay (Fly ash – viết tắt là FA) được dùng trong bài báo này là tro bay Phả Lại đã qua công đoạn tuyển với lượng than chưa cháy hết (lượng mất khi nung LOI) nhỏ hơn 6%, đạt chất lượng hợp chuẩn ASTM C618 của Hoa Kỳ. Thành phần hóa học của tro bay Phả Lại được biểu thị trong Bảng 2 dưới đây.

Các thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng, Đại học Thủy lợi. Thiết bị sử dụng là máy trộn, khuôn lãg trụ 4x4x16 cm, thiết bị thí nghiệm độ chảy xòe của vữa (theo TCVN 3121-3: 2003) và máy nén mẫu vữa (theo TCVN 3121-11: 2003).

Bảng 1. Tính chất của vữa tự chảy Vmat Grout M60

Chỉ tiêu	Đơn vị	Mức chất lượng
Độ chảy xòe	cm	20-30
Độ tách nước sau 3 giờ trộn	%	0
Độ nở của hỗn hợp vữa sau 3 giờ trộn	%	$\geq 0,1$
Độ nở của hỗn hợp vữa sau 28 ngày	%	0,05 – 0,35

Cường độ chịu nén của vữa	N/mm ²	03 ngày ≥ 35 07 ngày ≥ 40 28 ngày ≥ 60
Độ thấm ion clo ở tuổi sau 28 ngày	Culông	≤ 800

Bảng 2. Thành phần hóa học của tro bay Phả Lại

Thành phần hoá học	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O
% trọng lượng	53,2	24,2	6,38	2,17	0,44

3. Kết quả thí nghiệm và phân tích

Để nghiên cứu sự kết hợp của tro bay với vữa tự chảy, nhóm tác giả đã tiến hành các thí nghiệm với 4 mẫu vữa bằng cách thay thế 1 phần khối lượng của vữa tự chảy bởi hàm lượng tro bay là 0%, 10%, 20% và 30% với tỷ lệ nước/chất kết dính N/CKD giữ cố định là 0,2 cho cả 4 mẫu vữa. Các mẫu thí nghiệm lần lượt được ký hiệu là 0FA, 10FA, 20FA, 30FA tương ứng với lượng tro bay được sử dụng.

Sau khi trộn, tiến hành thí nghiệm xác định độ lưu động của vữa bằng phương pháp đo độ chảy xòe theo TCVN 3121-3: 2003. Bốn mẫu vữa trên tiếp tục được đúc vào các khuôn hình lãg trụ có kích thước 4x4x16 cm. Sau khi tháo khuôn, các mẫu vữa được bảo dưỡng ẩm và tiến hành thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày. Toàn bộ quá trình thí nghiệm (chế tạo mẫu, bảo dưỡng, uốn nén) được thực hiện tuân theo TCVN 3121-11: 2003.



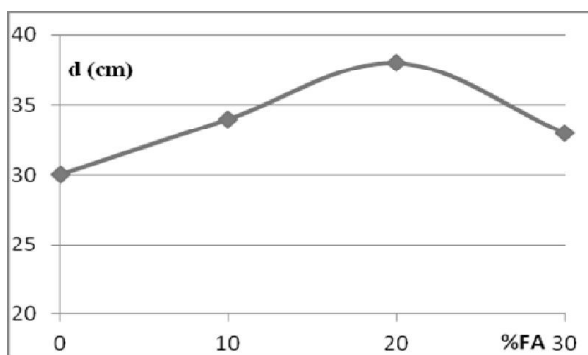
Hình 2. Thí nghiệm độ chảy xòe

Các kết quả thí nghiệm được thể hiện dưới sự thay đổi của độ chảy xòe d (cm) và cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày R (Mpa) theo sự thay đổi của hàm lượng tro bay sử dụng (từ 0-30%).



Hình 3. Thí nghiệm nén mẫu vữa

Kết quả thí nghiệm độ chảy xòe của vữa ở Hình 4 cho thấy độ chảy xòe vữa tự chảy khi không sử dụng tro bay đạt giá trị 30 cm, cao hơn nhiều so với vữa xi măng thông thường với cùng tỷ lệ $N/X = 0,2$. Điều này cho thấy khả năng tự lấp đầy (hay tự chảy) và dễ dàng thi công của Vmat Grout M60. Khi thay thế một phần vữa tự chảy bằng cho bay, độ lưu động của hỗn hợp vữa tăng dần và đạt giá trị cực đại tại hàm lượng tro bay bằng 20%. Vượt qua giá trị này, độ lưu động của vữa lại giảm.



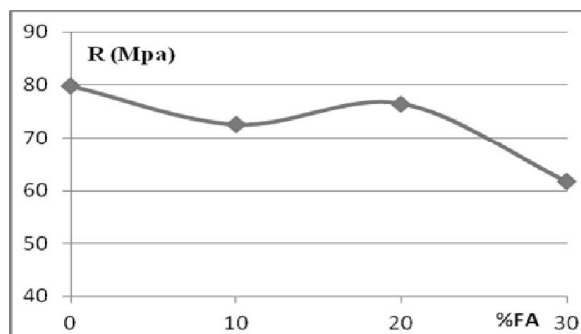
Hình 4. Sự thay đổi của độ chảy xòe của các mẫu vữa theo hàm lượng tro bay

Điều này có thể được giải thích bởi độ mịn của tro bay. Trên thực tế, các hạt tro bay mịn hơn rất nhiều so với các hạt xi măng (là thành phần chủ yếu của vữa tự chảy). Tỷ diện tích (độ mịn Blaine) của tro bay Phả Lại khoảng $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$, cao hơn nhiều xi măng (khoảng 3000

cm^2/g). Chính vì vậy, khi cho tro bay vào trong vữa tự chảy, lượng tro bay này góp phần tối ưu hóa cấp phối hạt của xi măng, các hạt tro bay mịn hơn sẽ trở thành các lớp đệm để các hạt xi măng dễ dàng trơn trượt hơn và qua đó tăng tính lưu động của hỗn hợp. Tuy nhiên, khi lượng tro bay vượt quá một ngưỡng nào đấy (ở đây là 20%), diện tích tiếp xúc với nước của các hạt xi măng và tro bay tăng lên, làm tăng lượng nước yêu cầu để giữ nguyên tính linh động. Cụ thể trong trường hợp này là vượt quá 20%FA, độ linh động của vữa giảm xuống.

Thí nghiệm cường độ chịu nén của 4 mẫu vữa được thực hiện ở tuổi 28 ngày. Mẫu Vmat Grout M60 không sử dụng cho bay đạt cường độ 79,7 Mpa (với tỷ lệ Nước/Grout là 0,2). Kết quả thí nghiệm cũng đồng thời cho thấy khi %FA là 10%, cường độ vữa giảm khoảng 10%, tuy nhiên khi tăng hàm lượng tro bay lên 20% cường độ lại tăng và gần bằng với mẫu đối chứng không sử dụng tro bay (76,4 Mpa so với 79,7 Mpa). Ngược lại, với mẫu vữa FA30, khi hàm lượng tro bay tăng lên 30% thì cường độ lại giảm mạnh (Hình 5).

Thành phần hóa học của tro bay Phả Lại ảnh hưởng lớn đến tính chất cơ học của vữa xi măng. Hầu hết Cao trong tro bay đều ở dạng khoáng tương tự như xi măng, như vậy cũng có hoạt tính cường độ. Tuy nhiên do hàm lượng CaO có trong tro bay khá thấp nên khi cho vào trong nước nó không thể hiện khả năng đóng rắn như xi măng và ít đóng góp vào hoạt tính dính kết. (Tro bay chỉ thể hiện rõ nét đặc tính Puzolan nhờ thành phần SiO_2 vô định hình kết hợp với sản phẩm thủy hóa CH từ xi măng để tạo ra C-S-H có tính bền vững cao hơn).



Hình 5. Sự thay đổi của cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của các mẫu vữa theo hàm lượng tro bay

Chính vì vậy, khi thay thế 1 phần vữa tự chảy bằng tro bay thì cường độ chịu nén của hỗn hợp vữa – tro bay có xu hướng giảm. Tuy nhiên, các hạt tro bay có dạng hình cầu và mịn hơn các hạt xi măng. Khi sử dụng với hàm lượng hợp lý, các hạt tro bay sẽ lấp đầy khoảng trống giữa các hạt xi măng, tạo nên cấu trúc đặc chắc hơn và góp phần cải thiện cường độ. Điều này là vô cùng quan trọng khi tỷ lệ N/CKD nhỏ, các hạt xi măng ở rất gần nhau. Cụ thể trong trường hợp này, khi hàm lượng tro bay là 20% tạo ra thành phần hạt tốt (thể hiện qua thí nghiệm độ lưu động), và các hạt tro bay đóng vai trò dính kết và tối ưu hóa vi cấu trúc của đá xi măng.

4. Kết luận

Những kết quả thí nghiệm đã chỉ ra khi sử dụng 20% tro bay Phả Lại kết hợp với Vmat Grout M60 giúp nâng cao tính linh động mà vẫn đảm bảo được cường độ chịu nén của hỗn hợp vữa. Điều này chỉ ra 20% tro bay là hàm lượng hợp lý nhất khi kết hợp hai loại vật liệu này với

nhau. Không những thế, khi sử dụng 20% tro bay thì có thể giảm tỷ lệ N/CKD để giữ nguyên độ lưu động (so với vữa tự chảy không có tro bay) và làm tăng cường độ. Mặt khác khi sử dụng tro bay sẽ cải thiện tính bền vững của hỗn hợp vữa như chống thấm, chống ăn mòn hóa học do hoạt tính Pozolan của vật liệu này.

Nghiên cứu trong bài báo này đã chỉ ra tiềm năng to lớn để kết hợp tro bay với vữa tự chảy, nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật (giá thành tro bay rẻ hơn nhiều lần vữa tự chảy). Tuy nhiên các kết quả mới chỉ hạn chế ở 1 loại tro bay và 1 loại vữa với một vài tỷ lệ kết hợp nhất định. Mỗi loại vữa xi măng hay mỗi loại tro bay lại có những tính chất khác nhau, nên khi kết hợp lại sẽ cho ra những kết quả khác nhau. Rất có thể đối với loại vữa tự chảy khác và loại tro bay khác, hàm lượng tro bay tối ưu về độ lưu động không đồng thời cho ra kết quả tối ưu về cường độ chịu nén. Vì vậy cần thiết phải tiếp tục nghiên cứu để mở rộng phạm vi áp dụng của tro bay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 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.
- Vũ Quốc Vương (2014). "Vật liệu xây dựng nâng cao". Nhà xuất bản Bách Khoa Hà Nội.
- Tro bay - Vật liệu làm bê tông xây dựng. Tạp chí Người Xây dựng.
- Phạm Huy Khang (2010). "Tro bay và ứng dụng trong xây dựng đường ô tô và sân bay trong điều kiện Việt Nam"
- TCVN 9204:2012 - Vữa xi măng khô trộn sẵn không co.
- ASTM C618 - Standard Specification for Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan For Use As A Mineral Admixture In Portland Cement Concrete.
- TCVN 3121-3 : 2003 - Vữa xây dựng - phương pháp thử. Phần 3: xác định độ lưu động của vữa tươi.
- TCVN 3121-11 : 2003 - Vữa xây dựng - phương pháp thử. Phần 11: xác định cường độ uốn và nén của vữa đã đóng rắn.

Abstract:

USE FLY ASH AS A MINERAL ADMIXTURE IN SELF LEVELLING CEMENT GROUT TECHNOLOGY

This work aim to study the combination of self levelling cement grout and fly ash – a type of mineral admixture. The used methodology is the replace a part of grout by fly ash at many different ratios (from 0-30%) and the experiments for evaluating the workability (spreading) and strength (at 28 days age). The experimental results showed the optimum fly ash content and demonstrate the possibility for the application of this mineral admixture in self levelling cement grout technology.

Keywords: Self levelling cement grout, Fly ash, Workability, Strength.

BBT nhận bài: 24/02/2017

Phản biện xong: 09/3/2017