

# SỬ DỤNG VỮA THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG ĐỂ GIA CỐ NỀN ĐẤT BẰNG ĐINH NEO (USE ECO-GROUTS INTENDED FOR SOIL NAILLING)

Trịnh Quang Minh

Bộ môn Công Trình Giao Thông, Khoa Công Trình, Đại học Thủy lợi, email: minhqtq@wru.edu.vn

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vai trò của vữa trong đinh neo ngoài việc giữ cho đinh neo ổn định và truyền lực từ đất vào đinh neo, vữa còn tham gia một phần bảo vệ đinh neo chống lại sự ăn mòn, bởi neo làm việc trong đất là môi trường có độ ẩm tương đối cao [2], [3], [4], [5], [6]. Loại vữa truyền thống hay được sử dụng là loại vữa xi măng và nước với tỷ lệ nước/ xi măng (N/X) bằng 0,5. Loại vữa truyền thống này có ưu điểm là cường độ cao, tuy nhiên do việc sử dụng hàm lượng xi măng lớn, do đó lượng khí thải CO<sub>2</sub> sinh ra do quá trình sản xuất xi măng cao, điều này là khó chấp nhận được trong yêu cầu về vật liệu phát triển bền vững như hiện nay. Metakaolin (MK) được biết đến như một loại vật liệu khoáng hoạt tính có các tác dụng hóa lý, có thể cải thiện cường độ của vữa hay bê tông khi thay thế hợp lý một phần xi măng trong đó. Ngoài ra, metakaolin là loại vật liệu thân thiện với môi trường, do hàm lượng CO<sub>2</sub> thải ra thấp hơn 10 lần khi sản xuất 1 tấn metakaolin so với 1 tấn xi măng [2]. Do đó Metakaolin được sử dụng với mong muốn thay thế một phần xi măng trong vữa.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Xi măng sử dụng có mác 52,5 sản xuất theo tiêu chuẩn châu âu EN 197-1. Metakaolin sử dụng được sản xuất theo công nghệ đèn chớp bởi công ty Argeco (Pháp), có độ tinh khiết hơn 50% và diện tích bề mặt được xác định bằng phép đo BET là 14 m<sup>2</sup>/g. Quá trình sản xuất metakaolin còn thải ra 1 lượng khoáng (filler), nó được tận dụng như một thành phần thứ 3 trong vữa, đóng vai trò như cốt liệu cát mịn. Độ lưu động của vữa được đánh giá bằng thí nghiệm đo thời gian chảy qua côn Marsh (đường kính 4,75mm) theo tiêu chuẩn NF P 18-358. Thời gian chảy của vữa càng lớn, độ lưu động càng thấp. Độ ổn định của vữa được định nghĩa là tỉ số thể tích của nước tách ra khỏi vữa so với thể

tích tổng cộng của vữa, được xác định theo tiêu chuẩn NF P 18-359. Theo kiến nghị của [3], độ phân tầng của vữa không vượt quá 3%. Thí nghiệm kéo nhổ (pull-out) được thực hiện ngoài hiện trường theo tiêu chuẩn XP P94-444. Mục đích của thí nghiệm này nhằm tạo ra sự phá hủy của đinh neo do sự hư hỏng liên kết giữa vữa và cốt thép. Dạng phá hủy này phụ thuộc vào tính chất của vữa. Mô hình thí nghiệm như sau: neo được đặt vào hố khoan trong đá có đường kính 115mm nhằm tăng độ ma sát giữa vữa và nền tránh sự phá hủy do trượt giữa vữa và nền, ngoài ra thép sử dụng để làm đinh neo có đường kính lớn (43mm), và chiều dài neo nhỏ (1m) nhằm tránh phá hoại do đứt cốt thép. Thành phần của vữa nghiên cứu được giới thiệu trong *bảng 1*.

*Bảng 1: thành phần vữa thí nghiệm*

Tỷ lệ xi măng (theo % khối lượng)	40%; 50%; 60%
Tỷ lệ MK (theo % khối lượng)	30%; 40%; 50%; 60%
Cát mịn (filler) (% khối lượng)	0%; 10%; 20%; 30%
Hàm lượng nước (tỷ lệ thể tích nước/CKD)	0.38; 0.39; 0.40

## 3. KẾT QUẢ VÀ BÌNH LUẬN

### 3.1. Thí nghiệm tối ưu hóa thành phần vữa trong phòng thí nghiệm

#### 3.1.1. Tính chất của vữa ở trạng thái tươi

Thời gian chảy qua côn Marsh của vữa giảm khi hàm lượng filler tăng. Điều này được giải thích bởi diện tích bề mặt của filler thấp do đó độ yêu cầu nước giảm. Yêu cầu về tính chất của vữa ở trạng thái tươi được quy định trong [3], theo đó thời gian chảy của vữa qua côn Marsh có đường kính 4,75mm từ 50 - 80 giây. Phần lớn các hỗn hợp vữa thí nghiệm đều cho độ lưu động phù hợp với [3], trừ trường hợp hỗn hợp có độ đặc quá cao ( $\Gamma = 0,4$ ). Độ ổn định của vữa đáp ứng được yêu cầu của [3], kết

qua thí nghiệm chỉ ra rằng độ ổn định của vữa nhỏ hơn 2% với tất cả các hỗn hợp nghiên cứu.

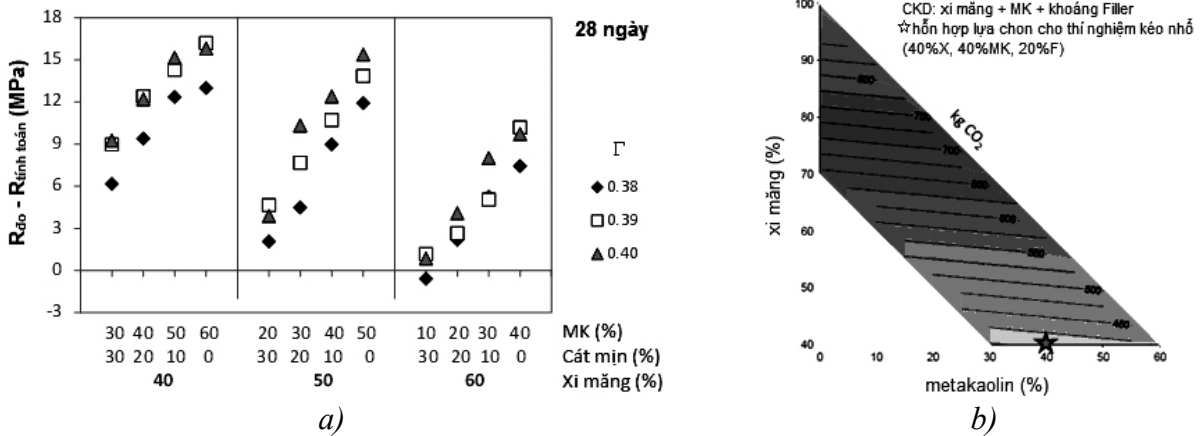
### 3.1.2. Tính chất của vữa ở trạng thái đông kết

Cường độ của vữa ở 28 ngày giảm khi thay thế xi măng bởi metakaolin và khoáng filler. Điều này được giải thích bởi hàm lượng xi măng bị thay thế lớn, dẫn đến lượng vôi tạo ra do sự thủy hóa của xi măng có thể không đủ để phản ứng hết với lượng metakaolin sử dụng, hơn nữa các hạt xi măng có thể bị phân tán bởi sự có mặt của metakaolin và khoáng filler. Tuy nhiên với đa phần các hỗn hợp vữa nghiên cứu đều cho cường độ của vữa ở 28 ngày trong khoảng từ 20-30 MPa, phù hợp với kiến nghị của [3].

### 3.1.3. Đánh giá hiệu quả của Métakaolin

Để đánh giá hiệu quả của métakaolin thay thế đối với cường độ chịu nén của vữa, tác giả sử dụng công thức của Féret [1], luật Féret cho phép chúng

ta có thể dự báo được cường độ chịu nén của vữa xi măng trong trường hợp không có các chất phụ gia khoáng (ký hiệu  $R_{Féret}$  hay  $R_{tính toán}$ ). Nguyên lý chính của tính toán này là chúng ta “giả thiết” xi măng là chất kết dính duy nhất trong hỗn hợp vữa, trong khi đó métakaolin chỉ đóng vai trò như các hạt khoáng trơ, không gây ra các hiệu ứng vật lý hay tham gia vào các phản ứng pouzzolan. Sự chênh lệch giữa cường độ chịu nén thực tế đo được trên các mẫu 4x4x16 cm (ký hiệu  $R_{đo}$  giá trị này có sự đóng góp một phần cường độ của métakolin) và cường độ tính toán theo lý thuyết ( $R_{tính toán}$ ) không kể đến ảnh hưởng của métakaolin mà chỉ có đóng góp bởi xi măng, cho phép chúng ta đánh giá hiệu quả của métakolin sử dụng. Kết quả tính toán được thể hiện trên hình 5a cho thấy một sự thay thế xi măng bởi 60%MK cho hiệu quả cao nhất, nghĩa là với 60% MK có thể được tiêu thụ tối đa bởi hàm lượng vôi sinh ra từ phản ứng thủy hóa của xi măng.



Hình 1: Đánh giá hiệu quả métakaolin đến cường độ và lượng  $CO_2$  thải ra môi trường

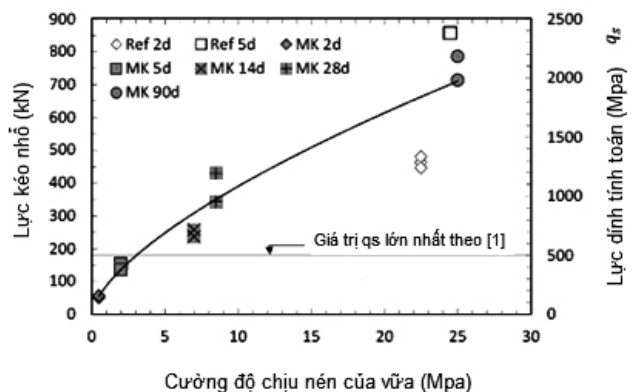
### 3.1.4. Tác động đến môi trường

Việc tính toán hàm lượng khí  $CO_2$  thải ra môi trường dựa trên hàm lượng khí  $CO_2$  thải ra khi sản xuất 1 tấn xi măng và sản xuất 1 tấn metakaolin. Tính toán này chưa kể đến hàm lượng  $CO_2$  sinh ra do quá trình vận chuyển vữa từ nhà máy sản xuất đến công trường thi công. Hàm lượng khí  $CO_2$  thải ra theo tỷ lệ xi măng sử dụng trong vữa được giới thiệu trong hình 1b. Hỗn hợp vữa được lựa chọn (đánh dấu sao trên hình vẽ với 40% Xi măng - 40%MK - 20%Filer) có hàm lượng  $CO_2$  nhỏ hơn 350 kg $CO_2$ / tấn, giảm gần 3 lần so với loại vữa truyền thống (chỉ có xi măng).

## 3.2. Thí nghiệm kéo nhỏ ngoài hiện trường

Thí nghiệm kéo nhỏ được thực hiện ngoài hiện trường với các hỗn hợp vữa ở ngày tuổi khác nhau.

Hỗn hợp vữa đối chứng chỉ gồm xi măng, vữa sử dụng metakaolin (ký hiệu MK), hỗn hợp được đánh dấu sao trên hình 1b. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo nhỏ của vữa trong đinh neo được giới thiệu ở hình 2.



Hình 2: Sự liên hệ giữa lực kéo nhỏ - cường độ của vữa

Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng:

- Vữa đối chứng có cường độ chịu nén cao hơn so với vữa MK, do đó cường độ chịu kéo nhỏ của neo với loại vữa này cao hơn.

- Với đa phần các loại đất ở Pháp có  $q_s < 500\text{kPa}$  theo [3], vữa có cường độ chịu nén lớn hơn 5MPa là đủ, ngược lại khi vữa có cường độ chịu nén lớn hơn khi đó sự phá hủy có thể xảy ra giữa lớp tiếp giáp đất – vữa.

#### 4. KẾT LUẬN

- Sử dụng MK giảm thiểu đáng kể tác động đến môi trường so với loại vữa truyền thống

- Một sự thay thế 60% xi măng bởi MK & filler có thể làm giảm cường độ của vữa, tuy nhiên thí nghiệm kéo nhỏ với loại vữa này chỉ ra rằng cường độ này đủ để sử dụng cho đỉnh neo. Trong thực tế vữa sử dụng trong đỉnh neo thường có cường độ chịu nén trên 20MPa (nhằm tăng độ chặt của vữa, bảo vệ cốt thép chống ăn mòn, vấn đề này cần được bàn luận thêm bởi khi thiết kế đỉnh neo thông thường đã có các biện pháp riêng để bảo vệ cốt thép chống lại sự ăn mòn), trong khi thí nghiệm kéo nhỏ ngoài hiện trường đã chỉ ra rằng với 90% loại đất nền ở Pháp (có  $q_s < 500\text{kPa}$ ) có thể sử dụng vữa có cường độ thấp hơn nhiều (khoảng 5Mpa).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Féret R., Compacité des mortiers hydrauliques, Annales des Ponts et Chaussées, 1892, série 7, n°4, pp.5-161.
- [2]. Martin Cyr, Trinh Minh, Bernard Husson, Géraldine Casaux-Ginestet, Design of MK-cement grouts intended for soil nailing, Elsevier Editorial System(tm) for Construction & Building Materials, submitted: August 15th 2012
- [3]. Projet national Clouterre, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), France, 1991.
- [4]. Robit P., Cyr M., Husson B., Casaux-G., Trinh Minh, Coulis de faible émission carbone à base de métakaolin, Congrès national de géotechnique et de géologie de l'ingénieur, JNGG 4-5-6 juillet 2012, Bordeaux, France.
- [5]. Trinh Minh., Utilisation du métakaolin pour substitution partielle du ciment dans les applications géotechniques d'injection, de scellement d'ancrage et béton projeté, PhD Thesis, university of Toulouse III, 2012
- [6]. Trinh Minh, Cyr M., Husson B., Casaux G., Robit P., Use of metakaolin in grout seal applications, 2nd International Seminar INVACO - Innovation & Valorisation in Civil Engineering & Construction Materials, Rabat (Morocco), November 23-25, 2011.