

Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá khả năng sử dụng cát nhân tạo để chế tạo vữa cọc Micropile

Nguyễn Văn Mạnh^{1,2*}, Bùi Văn Đức^{1,2}, Lê Huy Việt^{1,2}, Đào Phúc Lâm³, Tăng Văn Lâm^{1,2}, Trần Văn Tiến¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

² Nhóm nghiên cứu mạnh GECS, Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

³ Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

TỪ KHÓA

Cát nhân tạo
Vữa cọc
Micropile
Cường độ nén
Độ chảy xòe

TÓM TẮT

Hiện nay, nhu cầu sử dụng cát để làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam là rất lớn. Tuy nhiên, nguồn cung từ cát tự nhiên rất hạn chế so với nhu cầu, đồng thời quá trình khai thác cát tự nhiên thường gây ảnh hưởng tiêu cực tới môi trường. Cát nhân tạo còn được gọi là cát nghiền là sản phẩm nghiền từ đá tự nhiên. Tiềm năng sản xuất cát nhân tạo ở Việt Nam là rất lớn do gần 80 % diện tích tự nhiên là đồi núi. Vữa micropile (đường kính $\leq 300\text{mm}$) thường được sử dụng làm móng hoặc gia cường nền móng các công trình cổ, cũ cần nâng cấp, đặc biệt trong điều kiện không gian thi công hạn chế và ít gây ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Vữa cọc micropile thường được chế tạo từ hỗn hợp nước và xi măng với tỉ lệ $N/X = 0,4 \div 0,5$, cường độ chịu nén của vữa ở 28 ngày tuổi đạt $30 \div 40\text{MPa}$, độ chảy xòe $18 \div 20\text{cm}$ để đảm bảo tính công tác khi bơm. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng cát nhân tạo được nghiền từ đá granite (Ninh Thuận) để chế tạo vữa cọc micropile đảm bảo các yêu cầu đặt ra. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy cường độ chịu nén của vữa cọc micropile sử dụng cát nghiền có thể đạt $46,3\text{MPa}$ khi tỉ lệ $N/X = 0,43$; độ chảy xòe của hỗn hợp vữa đạt trung bình $22,6\text{cm}$. Những giá trị này của vữa chế tạo từ cát nhân tạo hoàn toàn phù hợp để sử dụng làm thành phần của vữa cọc micropile theo một số hướng dẫn thiết kế và thi công hiện hành.

KEYWORDS

Artificial sand
Pile mortar
Micropile
Compressive strength
Flowability

ABSTRACT

Currently, the demand for using sand as the construction material in Vietnam is very large. However, the supply of natural sand is very limited compared to the demand, and the natural sand exploitation process also affects the environment. Artificial sand, also known as crushed sand, is a crushed product from natural rocks. The potential for artificial sand production in Vietnam is high since Vietnam's topography includes 80% of mountains and hills. Micropile piles (diameter $\leq 300\text{mm}$) are often used as foundations or to reinforce the foundations of ancient structures that need to be repaired in limited construction space conditions and with little impact on neighboring structures. Micropile mortar is usually manufactured from a mixture of water (N) and Portland cement (X) with the ratio $N/X = 0.4 \div 0.5$, the compressive strength of the mortar at 28 days of age reaches $30 \div 40\text{MPa}$, and the flowability is about $18 \div 20\text{cm}$ to ensure workability when pumping. In this study, the authors used artificial sand crushed from granite (Ninh Thuan) to make micropile mortar that meets those set requirements. Results have shown that artificial sand can be used to manufacture micropile mortar with compressive strength at 28 days of age reaching 46.3MPa when the ratio of $N/X = 0.43$; the flowability of the mortar reached an average of 22.6cm . These physical and mechanical values of mortar manufactured from artificial sand are appropriate for being used as cement mortar for micropiles.

1. Giới thiệu

Hiện nay, nhu cầu sử dụng cát để làm vật liệu xây dựng công trình như nhà dân dụng, cầu đường là rất lớn. Theo tính toán của Viện Vật liệu xây dựng thì nhu cầu sử dụng cát xây dựng trong nước ta hàng năm khoảng 130triệu m^3 , trong khi đó công suất cấp phép khai thác cát xây dựng chỉ khoảng $62\text{triệu m}^3/\text{năm}$ [1]. Qua đó cho thấy nguồn cung hợp pháp chỉ đáp ứng được từ 40% đến 50% nhu cầu cát xây

dựng. Do đó, nếu tiếp tục khai thác và sử dụng cát tự nhiên như hiện nay thì không lâu nữa nước ta sẽ thiếu cát trầm trọng và gây ra nhiều hệ quả to lớn cho quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Vì thế, trong tương lai gần cần phải nghiên cứu sử dụng vật liệu mới để thay thế một phần hoặc toàn bộ cát tự nhiên. Trong số các loại vật liệu thay thế cát tự nhiên thì sử dụng cát nghiền đã và đang nhận được nhiều sự quan tâm, đặc biệt tại các quốc gia có diện tích đồi núi lớn, trữ lượng đá sử dụng sản xuất cát nghiền cao.

*Liên hệ tác giả: nguyenvanmanh@humg.edu.vn

Nhận ngày 08/05/2024, sửa xong ngày 13/06/2024, chấp nhận đăng ngày 14/06/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2024.617>

Theo Nghị quyết số 46/NQ-CP ngày 9 tháng 6 năm 2017 của Chính phủ [2], Thủ tướng Chính phủ yêu cầu Bộ Xây dựng báo cáo về tình hình, giải pháp khắc phục tình trạng khan hiếm cát xây dựng ở một số địa phương và có giải pháp sản xuất vật liệu thay thế cát tự nhiên để hạn chế tình trạng khai thác cát lòng sông gây ảnh hưởng đến môi trường. Ngày 18 tháng 8 năm 2020, Thủ tướng Chính phủ cũng ra Quyết định số 1266/QĐ-TTg để phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050 [3]. Trong đó, đưa ra các mục tiêu cụ thể như sau: i) giai đoạn 2021 - 2030: đầu tư, phát triển các cơ sở khai thác, chế biến cát tự nhiên, sản xuất cát nhân tạo nhằm đáp ứng nhu cầu xây dựng trong nước; tăng cường phát triển các sản phẩm cát nhân tạo đáp ứng nhu cầu sử dụng; phấn đấu đạt mục tiêu sử dụng cát nghiền, cát tái chế từ phế thải công nghiệp và xây dựng để thay thế tối thiểu 40 % lượng dùng cát tự nhiên trong xây dựng; ii) giai đoạn 2031 - 2050: hạn chế tối đa sử dụng cát tự nhiên trong xây dựng; nâng cao tỷ lệ sử dụng cát nghiền, cát tái chế từ phế thải công nghiệp và xây dựng, cát nước lợ lên tối thiểu 60 % tổng lượng cát dùng trong xây dựng. Ngoài ra, Bộ Khoa học và Công nghệ cũng đã ban hành tiêu chuẩn TCVN 9205:2012 - Cát nghiền cho bê tông và vữa [4]. Như vậy, việc nghiên cứu sử dụng cát nhân tạo thay thế cát tự nhiên trong xây dựng là một trong những giải pháp đáp ứng được yêu cầu định hướng phát triển của Chính phủ về sử dụng vật liệu xây dựng, đồng thời không những mang lại hiệu quả kinh tế - xã hội, mà còn góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Cát nhân tạo hay còn được gọi là cát nghiền là sản phẩm được nghiền nhỏ từ đá tự nhiên. Ưu điểm nổi bật của cát nhân tạo là kích thước hạt được kiểm soát dễ dàng nên đáp ứng tốt cho từng yêu cầu của mỗi công trình cụ thể; cát nhân tạo thường ít hoặc hầu như không chứa các hợp chất hữu cơ, hợp chất hòa tan và tạp chất nên có thể duy trì được các tính chất cần thiết của hỗn hợp vữa và bê tông, đặc biệt là cường độ chịu nén. Nhược điểm cơ bản của cát nhân tạo là thành phần hạt mịn khá lớn, hạt cát nhiều góc cạnh nên cần lượng nước trộn nhiều hơn so với cát tự nhiên; ngoài ra do trọng lượng của cát nhân tạo nặng nên dẫn đến độ linh động bị hạn chế.

Tiềm năng sản xuất cát nhân tạo ở Việt Nam là rất lớn với gần 80 % diện tích tự nhiên là đồi, núi và phân bố rộng khắp nên rất dồi dào nguồn đá để sản xuất cát nhân tạo. Tuy nhiên, việc sản xuất và sử dụng cát nhân tạo ở nước ta còn hạn chế và gặp nhiều khó khăn do sự quản lý thiếu đồng bộ quá trình khai thác cát, thiếu tài liệu hướng dẫn sản xuất và sử dụng cát nhân tạo để chế tạo vữa và bê tông [5].

Ở trong nước đã có một số nghiên cứu sử dụng cát nhân tạo để chế tạo vữa và bê tông xây dựng. Nhóm tác giả [6] đã nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp cát nhân tạo và cát tự nhiên đến tính chất cơ bản của bê tông như độ sụt và cường độ chịu nén. Kết quả cho thấy, hỗn hợp gồm cát nhân tạo và cát tự nhiên loại mịn có thể sử dụng là cốt liệu nhỏ cho bê tông mà vẫn đảm bảo yêu cầu kinh tế - kỹ thuật. Tính công tác của hỗn hợp bê tông thương phẩm sử dụng cát nghiền từ đá phế phẩm ở một số mô trên địa bàn Thành phố Đà Nẵng đã được nghiên cứu và công bố trong [7]. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, cát nghiền từ đá phế phẩm hoàn toàn có thể thay thế cho cát tự nhiên để chế tạo

bê tông thương phẩm đảm bảo được tính công tác theo thời gian. Nhóm tác giả [8] thông qua thực nghiệm để đánh giá khả năng sử dụng cát nghiền từ đá vôi cho cốt bê tông cốt thép chịu nén. Kết quả thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày của mẫu bê tông sử dụng cát nghiền từ đá vôi đã vượt 157 % so với giá trị thiết kế cấp phối B20 theo TCVN 9382:2012. Tác giả [9] đã nghiên cứu khả năng sử dụng cát nghiền từ đá vôi Hà Nam để chế tạo bê tông cường độ cao. Kết quả cho thấy khi sử dụng cát nhân tạo được sản xuất từ đá vôi Hà Nam có thể chế tạo được bê tông cường độ cao (cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi đạt 57,8 MPa đến 71,5 MPa. Đồng thời kết quả cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cát nhân tạo ở 28 ngày tuổi cũng cao hơn khoảng 6 % so với bê tông sử dụng cát tự nhiên.

Trong những năm gần đây, nhu cầu sửa chữa, cải tạo nâng cấp các công trình cũ, cổ có giá trị văn hóa - lịch sử ngày một cao. Đặc điểm chung cơ bản của các công trình cũ, cổ thường là độ bền kết cấu giảm, không gian phục vụ hoạt động thi công cải tạo và nâng cấp khá hạn chế. Thực tiễn cho thấy, việc cải tạo, nâng cấp thường làm tăng tải trọng công trình, dẫn đến làm tăng áp lực lên kết cấu nền móng. Do đó, để đảm bảo tính ổn định cho công trình thì cần thực hiện các hoạt động gia cường kết cấu nền móng cũ. Mặc dù vậy, do đặc điểm riêng của công trình nên các công nghệ và giải pháp kỹ thuật gia cường kết cấu nền móng truyền thống thường khó áp dụng hiệu quả, thậm chí có thể gây phá hoại kết cấu công trình cần cải tạo, nâng cấp. Trong trường hợp này, giải pháp sử dụng cọc đường kính nhỏ (cọc micropile) đã và đang được xem là một trong những giải pháp phù hợp. Cọc micropile được định nghĩa là loại cọc đường kính ≤ 300 mm được khoan và bơm vữa cường độ cao tại chỗ cùng với cốt thép gia cường [10]. Vữa cọc micropile được thiết kế để tạo cường độ lớn nhất nhưng cũng phải có tính công tác cao để có thể bơm dễ dàng. Hiện nay, theo [10] vữa sử dụng cho cọc micropile chỉ bao gồm hỗn hợp nước (N) và xi măng (X). Hỗn hợp vữa cọc micropile thường được trộn theo tỉ lệ $N/X = 0,4 \div 0,5$; vữa có cường độ chịu nén đơn trục thông thường khoảng $30 \div 40$ MPa. Ngoài ra, tính công tác của vữa cọc cần được thiết kế sao cho đảm bảo điều kiện thuận lợi nhất cho quá trình bơm vữa vào lỗ khoan tạo cọc. Tính công tác của vữa cọc phụ thuộc vào tỉ lệ N/X , khoảng cách từ máy bơm vữa cọc đến vị trí cọc, đường kính cọc, chiều sâu cọc và dạng cốt thép cọc, ...v.v. Do đó, vữa cọc cần phải có đầy đủ các tính chất như độ chảy, cường độ, độ ổn định và độ bền lâu dài. Yêu cầu về tính lưu động của vữa cọc có thể làm tăng hàm lượng nước, tuy nhiên nó lại ảnh hưởng tiêu cực đến các mục tiêu khác của vữa. Trong tất cả các yếu tố ảnh hưởng thì các yếu tố như độ chảy của vữa, thời gian ninh kết và tỉ lệ N/X đóng vai trò quan trọng nhất.

Qua những phân tích ở trên cho thấy, ở nước ta hiện nay chưa có nghiên cứu nào sử dụng cát nhân tạo để chế tạo vữa cho cọc micropile. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo vữa cọc micropile từ cát nhân tạo đảm bảo các yêu cầu về cường độ chịu nén và độ chảy xòe của vữa, thuận lợi cho quá trình thi công bơm vữa vào thân cọc.

2. Vật liệu sử dụng và tiêu chuẩn áp dụng

Để sử dụng cát nhân tạo chế tạo được hỗn hợp vữa đảm bảo các

tính chất của vữa dùng làm cọc micropile, nhóm nghiên cứu đã sử dụng một số loại vật liệu như sau:

Xi măng: xi măng sử dụng trong nghiên cứu là xi măng PCB40 Hoàng Thạch, có thành phần và tính chất thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 2682:2020 [11].

Cát nhân tạo: cát nhân tạo là loại cát được nghiền từ đá granite Ninh Thuận (hình 1), có đường phân phối cỡ hạt theo tiêu chuẩn TCVN 9205:2012 [4] như trên hình 2. Theo kết quả phân tích trên hình 2 cho thấy, cát nhân tạo Ninh Thuận thuộc loại cát thô do đường phân phối cỡ hạt tiệm cận với giới hạn trên của miền phân phối cỡ hạt theo TCVN 9205:2012 [4]. Do đó, để đảm bảo yêu cầu về độ chảy và khả năng bơm cho cọc micropile, trong nghiên cứu chỉ sử dụng các thành phần hạt ≤ 2,36 mm theo tiêu chuẩn ASTM C136/C136M [12], các thành phần hạt có kích thước > 2,36 mm được loại bỏ.

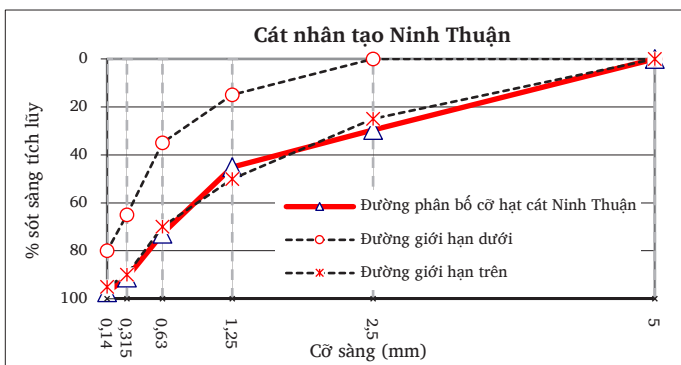
Kết quả phân tích một số tính chất vật lý của cát nhân tạo nghiền từ đá granite Ninh Thuận được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Một số tính chất vật lý của cát nhân tạo nghiền từ đá granite Ninh Thuận.

| STT | Chỉ tiêu | Đơn vị | Giá trị |
|-----|--------------------------------------|-------------------|---------|
| 1 | Kích thước hạt | mm | ≤ 5 |
| 2 | Trọng lượng riêng | g/cm ³ | 2,66 |
| 3 | Trọng lượng thể tích xấp xỉ tự nhiên | kg/m ³ | 1,41 |
| 4 | Độ rỗng | % | 47,2 |
| 5 | Độ ẩm | % | 3,1 |
| 6 | Hàm lượng bụi, bùn, sét | % | 0,76 |
| 7 | Mô đun độ lớn (M _d) | - | 3,36 |
| 8 | Hàm lượng hạt < 0,14 mm | % | 2,7 |



Hình 1. Cát nhân tạo nghiền từ đá granite (Ninh Thuận).



Hình 2. Thành phần hạt của cát nhân tạo nghiền từ đá granite (Ninh Thuận).

Nước: nước sử dụng để trộn vữa là nước máy sinh hoạt, đảm bảo theo tiêu chuẩn nước sử dụng trộn bê tông và vữa TCVN 4506:2012 [13].

Phụ gia: để tăng độ chảy của vữa và phát triển cường độ sớm, trong nghiên cứu sử dụng 2 loại phụ gia: phụ gia siêu dẻo Dynamon Easy 11 và phụ gia tăng cường độ sớm Dynamon SP1 của hãng Mapei Việt Nam (hình 3). Hàm lượng sử dụng phụ gia được sử dụng theo khuyến cáo của nhà sản xuất Mapei: phụ gia siêu dẻo Dynamon Easy 11 sử dụng 0,5 ÷ 2 lít/100kg xi măng, trong nghiên cứu này sử dụng phụ gia Easy 11 với tỉ lệ 1,5 lít/100kg xi măng; phụ gia tăng cường độ sớm Dynamon SP1 sử dụng 0,6 ÷ 1,2 lít/100kg xi măng, trong nghiên cứu này sử dụng phụ gia SP1 với tỉ lệ 1 lít/100kg xi măng.



Hình 3. Phụ gia Dynamon Easy 11 và Dynamon SP1 sử dụng trong nghiên cứu.

3. Thiết kế thành phần cấp phối vữa cát nhân tạo sử dụng làm vữa cọc micropile

Hiện nay ở nước ta chưa có chỉ dẫn nào về thiết kế thành phần cấp phối vữa cát nhân tạo mà chỉ có tiêu chuẩn TCVN 9382:2012 - Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền [14]. Do đó, để có cơ sở tính toán cấp phối vữa cát nhân tạo, nhóm nghiên cứu sử dụng tiêu chuẩn TCVN 9382:2012 [14] và không tính đến thành phần cốt liệu lớn để thiết kế sơ bộ thành phần cấp phối cho vữa cát nhân tạo.

Thành phần cấp phối vữa cát nhân tạo được xác định theo nguyên tắc thể tích tuyệt đối theo phương trình sau:

$$\frac{X}{\gamma_X} + \frac{N}{\gamma_N} + \frac{C}{\gamma_C} + V_{E11} + V_{SP1} = 1000 \text{ (lít)}$$

Trong đó: X, N, C là khối lượng (kg) dùng tương ứng của xi măng, nước và cát; $\gamma_X, \gamma_N, \gamma_C$ tương ứng là trọng lượng riêng của xi măng, nước và cát; V_{E11}, V_{SP1} tương ứng lần lượt thể tích phụ gia siêu dẻo Easy 11 và phụ gia tăng cường độ SP1 của hãng Mapei.

Tính toán cấp phối cho vữa đảm bảo yêu cầu có cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi là 40MPa và độ chảy xoe của vữa là 18 ÷ 20cm. Nhóm nghiên cứu đã thực hiện tính toán cấp phối vữa sử dụng các tỉ lệ N/X khác nhau trong phạm vi cho phép và nhận được kết quả như trong Bảng 2.

Bảng 2. Cấp phối vật liệu cho 1m³ vữa cát nhân tạo.

| Ký hiệu | Tỉ lệ N/X | Xi măng, X (kg) | Nước, N (kg) | Cát, C (kg) | Phụ gia Easy 11 (lít) | Phụ gia SP1 (lít) |
|---------|-----------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| CP1 | 0,43 | 593 | 255 | 1441 | 8,895 | 5,930 |
| CP2 | 0,45 | 567 | 255 | 1466 | 8,500 | 5,667 |
| CP3 | 0,50 | 510 | 255 | 1517 | 7,650 | 5,100 |

Trên cơ sở thành phần cấp phối vữa cát nhân tạo ở Bảng 2, tiến hành trộn vữa, xác định độ chảy xòe, đúc mẫu và bảo dưỡng mẫu sau đó tiến hành thí nghiệm nén để xác định cường độ chịu nén của mẫu vữa.

4. Kết quả thí nghiệm mẫu vữa

4.1. Xác định độ chảy của vữa

Tính công tác của hỗn hợp vữa cát nhân tạo được xác định bằng nhớt kế Suttard theo tiêu chuẩn TCVN 9204:2012 (hình 4) [15]. Các bước thí nghiệm được tiến hành như sau: (1) lau sạch bề mặt tấm kính mica đáy và căn chỉnh đảm bảo độ phẳng bằng thước cân bằng nivo; (2) đặt ống trụ vào giữa vòng tròn trung tâm của tấm kính mica rồi dùng tay ép xuống để tạo độ kín ở đáy; (3) rót hỗn hợp vữa đã trộn vào ống trụ một lần cho đầy đến miệng ống, chú ý cho vữa chảy liên tục để tránh cuốn khí; (4) gõ nhẹ vào thành ống 5 lần rồi rút nhẹ ống lên theo phương thẳng đứng bằng tay; (5) sau khi vữa ngừng chảy (khoảng 10 đến 15 giây), dùng thước đo đường kính lan của vữa theo hai phương vuông góc với nhau. Độ chảy của vữa là giá trị trung bình của hai đường kính vuông góc với nhau.

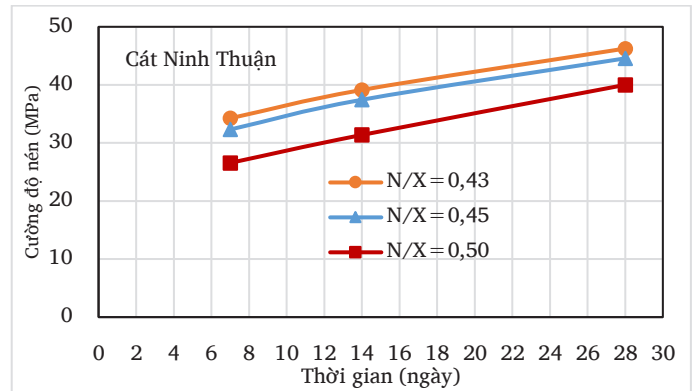


Hình 4. Xác định độ chảy của vữa chế tạo từ cát nhân tạo Ninh Thuận.

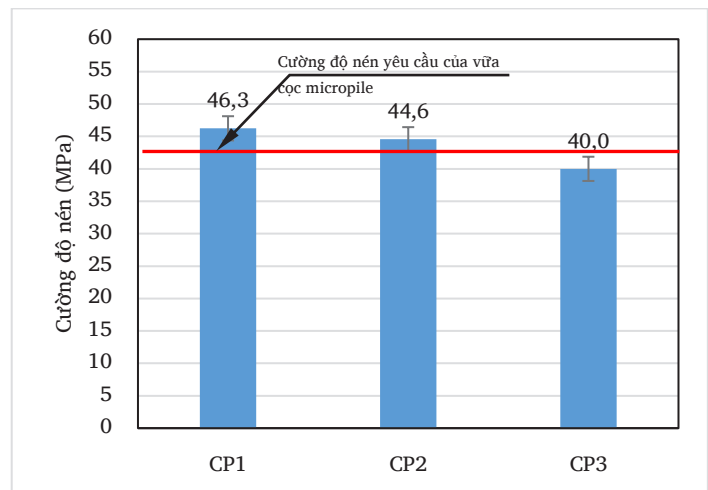
Giá trị độ chảy của vữa trung bình đạt 22,6 cm. Kết quả này phù hợp với yêu cầu về độ chảy của vữa khi thiết kế và yêu cầu của vữa bơm cho cọc micropile.

4.2. Xác định cường độ chịu nén của mẫu vữa

Sau khi đúc mẫu, các mẫu được bảo quản trong điều kiện phòng thí nghiệm và được ngâm nước bảo dưỡng sau khi tháo khuôn. Các tổ hợp mẫu được sử dụng để tiến hành thí nghiệm nén ở tuổi 7, 14 và 28 ngày. Kết quả thí nghiệm nén được thể hiện trên hình 5 cho các cấp phối theo tỉ lệ N/X khác nhau.



Hình 5. Biểu đồ phát triển cường độ chịu nén theo thời gian của mẫu vữa cát nhân tạo.



Hình 6. Ảnh hưởng của cấp phối đến cường độ chịu nén của vữa.

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của mẫu vữa cho thấy: cường độ chịu nén của vữa phụ thuộc vào tỉ lệ nước/xi (N/X) như thể hiện trên hình 5 và hình 6. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi tỉ lệ N/X càng thấp thì cường độ chịu nén của vữa càng cao. Với tỉ lệ N/X = 0,43, vữa đạt cường độ cao nhất 46,3 MPa ở tuổi 28 ngày, trong khi đó với tỉ lệ N/X = 0,45 và N/X = 0,5, vữa đạt cường độ tương ứng là 44,6 MPa và 40 MPa ở 28 ngày tuổi. Điều này hoàn toàn phù hợp với quy luật chung là muốn tăng cường độ chịu nén của vữa thì cần giảm lượng nước nhào trộn. Tuy nhiên, cần chú ý khi giảm lượng nước nhào trộn sẽ dẫn đến làm giảm tính công tác (khả năng bơm được) của vữa thông qua giá trị độ chảy. Ngoài ra, tất cả các cấp phối của vữa cát nhân tạo đều đạt cường độ trên 40 MPa ở tuổi 28 ngày theo yêu cầu đặt ra.

5. Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm chế tạo vữa cho cọc micropile sử dụng cát nhân tạo đã thu được một số kết quả cơ bản như sau:

- Trên cơ sở tiêu chuẩn TCVN 9382:2012 - Chi dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền [14], nghiên cứu này đã tính toán cấp phối vữa cát nhân tạo và nhận được hỗn hợp vữa có tính công tác tốt - độ chảy đạt trung bình 22,6 cm - đảm bảo được các yêu cầu về độ linh động của vữa để có khả năng bơm cho cọc micropile.
- Cường độ chịu nén của vữa sử dụng cát nhân tạo phụ thuộc vào tỷ lệ N/X. Trong phạm vi nghiên cứu cho thấy, cường độ chịu nén của vữa càng tăng khi tỉ lệ N/X càng giảm. Cường độ chịu nén lớn nhất đạt được là 46,3 MPa ở 28 ngày tuổi với tỷ lệ N/X = 0,43; cường độ chịu nén nhỏ nhất là 40 MPa với tỷ lệ N/X = 0,5. Như vậy, với tỷ lệ N/X = 0,5 nằm trong giới hạn trên theo Sabatini và nnk., 2005 nhưng hỗn hợp vữa cát nhân tạo vẫn đạt cường độ chịu nén theo yêu cầu là 40 MPa.
- Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về cường độ chịu nén và độ chảy của vữa được chế tạo từ cát nhân tạo cho thấy, có thể sử dụng cát nhân tạo để chế tạo vữa cho cọc micropile đáp ứng đầy đủ các yêu cầu cần thiết. Đây là một giải pháp có hiệu quả về kinh tế và bảo vệ môi trường ở nước ta hiện nay.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2023-MDA-07. Nhóm tác giả xin được gửi lời cảm ơn tới Phòng thí nghiệm LAS-XD 295 đã hỗ trợ thí nghiệm trong nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Mộc Miên, "Thực trạng cát xây dựng: Khi cầu vượt xa cung", 03/11/2022. Địa chỉ: <https://baoxaydung.com.vn/thuc-trang-cat-xay-dung-khi-cau-vuot-xa-cung-343170.html>.
- [2]. Chính phủ (2017). *Nghị quyết số 46/NQ-CP ngày 9 tháng 6 năm 2017 của Chính phủ, kết luận Phiên họp Chính phủ thường kỳ tháng 5 năm 2017*.
- [3]. Chính phủ (2020). *Quyết định số 1266/QĐ-TTg ngày 18 tháng 8 năm 2020, Phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050*.
- [4]. TCVN 9205:2012. *Cát nghiền cho bê tông và vữa*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [5]. Nguyễn Văn Đoàn (2018). Sử dụng cát nghiền để chế tạo bê tông và vữa xây dựng. *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo KHCN toàn quốc - Cát nghiền thay thế cát tự nhiên - Vật liệu thân thiện môi trường*. Nhà xuất bản Xây dựng, 116-129.
- [6]. Hoàng Hồng Vân và nnk. (2018). Nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp cát nhân tạo và cát thiên nhiên đến tính chất cơ bản của bê tông. *Tạp chí Khoa học Kiến trúc - Xây dựng*, 90-94.
- [7]. Huỳnh Phương Nam, Vũ Hoàng Trí (2021). Xử lý đá phế phẩm thành cát nghiền và nghiên cứu tính công tác của hỗn hợp bê tông thương phẩm sử dụng cát nghiền. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, 1/2021, 35-40.
- [8]. Lê Viết Dũng và nnk. (2021). Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá khả năng sử dụng cát nghiền nguồn gốc đá vôi cho cốt bê tông công trình chịu nén. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 3V/2021, 93-103.
- [9]. Tăng Văn Lâm, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Trọng Chức (2023). Khả năng sử dụng cát nghiền nguồn gốc đá vôi cho bê tông cường độ cao. *Hội thảo Khoa học Quốc gia: Phát triển và quản lý bền vững tài nguyên và môi trường: Từ miền núi tới ven biển*. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 18-27.
- [10]. Sabatini, P. J., Tanyu B., Armour T., Groneck P., Keeley J. (2005). *Micropile Design and Construction*. National Highway Institute.
- [11]. TCVN 2682:2020. *Xi măng Poóc lăng*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [12]. ASTM C136/136M:2017. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. American Society for Testing and Materials.
- [13]. TCVN 4506:2012. *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [14]. TCVN 9382:2012. *Chi dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [15]. TCVN 9204:2012. *Vữa xi măng khô trộn sẵn không co*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.