

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ỨNG XỬ NÉN ĐÚNG TÂM CỦA KHỐI XÂY GẠCH ĐẤT XI MĂNG DẠNG TỰ CHÈN

Hà Tuấn Sơn^a, Trần Thùy Dương^{b,*}

^a*Khoa Doanh trại, Học viện Hậu cần, Ngọc Thụy, quận Long Biên, Hà Nội, Việt Nam*

^b*Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 18/12/2024, Sửa xong 06/01/2025, Chấp nhận đăng 03/3/2025

Tóm tắt

Gạch đất xi măng dạng tự chèn (gọi tắt là gạch đất xi măng) là loại gạch không nung được gia cường bằng xi măng. Khối xây làm từ gạch đất xi măng không cần dùng đến vữa xây như trong khối xây từ gạch đất sét nung truyền thống nhờ vào các chi tiết liên kết được tạo thành trong quá trình ép tạo hình gạch. Nghiên cứu về sự làm việc của khối xây bằng gạch đất xi măng là cần thiết, nhưng còn khá hạn chế, đặc biệt là trong điều kiện Việt nam. Nội dung bài báo này trình bày một nghiên cứu thực nghiệm về ứng xử của khối xây bằng gạch đất xi măng chịu tác dụng của tải trọng nén đúng tâm thông qua 03 mẫu khối xây có cùng kích thước hình học nhưng độ cứng khác nhau, kí hiệu là W-0 (khối xây không gia cường sườn đứng), W-1 (khối xây có gia cường bốn sườn đứng, không cốt thép) và W-2 (khối xây có gia cường bốn sườn đứng, có cốt thép $\varnothing 10$). Các kết quả thu được đã làm rõ các giai đoạn làm việc và cơ chế phá hoại khối xây dưới tác dụng của tải trọng nén đúng tâm. Đồng thời, cho thấy việc sử dụng sườn đứng gia cường đứng góp phần cải thiện đáng kể độ cứng và tăng khoảng 39,5 – 50% khả năng chịu lực nén của khối xây bằng gạch đất xi măng.

Từ khoá: gạch đất xi măng dạng tự chèn; khối xây; tải trọng nén đúng tâm; sườn gia cường; nghiên cứu thực nghiệm.

EXPERIMENTAL STUDY ON THE BEHAVIOR OF INTERLOCKING CEMENT STABILIZED EARTH BRICKS MASONRY UNDER CONCENTRATED AXIAL COMPRESSIVE LOAD

Abstract

Interlocking cement stabilized earth bricks (named cement-earth bricks ICSEB) are non-fired and reinforced with cement. The masonry made from cement earth bricks does not require mortar like traditional masonry clay brick, with the help of the interlocking features formed during the pressing process of shaping the bricks. Research on the cement earth bricks masonry is necessary, but still quite limited. This paper presents an experimental study on the behavior of cement-earth bricks masonry under concentrated axial compressive load through three masonry specimens with the same geometric dimensions but different stiffness. These masonry specimens are named W-0 (unreinforced vertical masonry), W-1 (reinforced using four vertical ribs without steel bars) and W-2 (reinforced using four vertical ribs with steel bars $\varnothing 10$). It was evidenced from the experimental results that the working stages and failure modes of cement earth bricks masonry under axial compressive load are clarified. Additionally, the experimental results show that the use of reinforcing ribs significantly improves the stiffness and about 39,5 – 50% load-bearing capacity of cement earth bricks masonry.

Keywords: interlocking cement stabilized earth bricks; masonry; concentrated axial load; reinforced ribs; experimental investigation.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2025-19\(2V\)-12](https://doi.org/10.31814/stce.huce2025-19(2V)-12) © 2025 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Gạch đất xi măng dạng tự chèn (Interlocking cement stabilized earth bricks) là loại gạch được chế tạo từ hỗn hợp vật liệu gồm đất (mịn), xi măng, nước. Các vật liệu này sau khi được trộn với một tỷ lệ

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: duongtt@huce.edu.vn (Dương, T. T.)

phù hợp sẽ được đưa vào khuôn ép và được tạo hình bằng công nghệ ép tĩnh (không nung). Các viên gạch đất xi măng thường có dạng tự chèn (interlocking) thông qua các chi tiết liên kết được tạo thành trong quá trình ép tạo hình gạch. Nhờ đó, việc thi công xây dựng khối xây (tường) bằng loại gạch này không cần dùng đến vữa xây như trong xây dựng bằng gạch đất sét nung truyền thống. Theo kết quả nghiên cứu trong [1], gạch đất xi măng là vật liệu đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật dùng trong xây dựng nhà ở thấp tầng, đặc biệt tại các địa bàn khu vực miền núi có điều kiện sinh sống còn nhiều thiếu thốn, hướng tới sử dụng vật liệu tại chỗ nhằm giảm khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu, chi phí nhân công, tiết kiệm năng lượng, không gây ô nhiễm môi trường (không nung). Hình 1(a) và (b) minh họa nhà ở của người miền núi và nhà một tầng được xây dựng bằng gạch đất xi măng dạng tự chèn.



(a) Nhà của Người Tày ở Hòa Bình



(b) Nhà bằng gạch đất xi măng tại Hòa Bình

Hình 1. Hình ảnh nhà ở và nhà thấp tầng xây dựng bằng gạch đất xi măng dạng tự chèn tại vùng núi phía Bắc [1]

Từ đặc điểm về vật liệu, cách thức chế tạo cũng như đặc điểm liên kết dạng tự chèn trong việc thi công khối xây khác biệt so với gạch đất nung truyền thống nên đã có những nghiên cứu về gạch đất xi măng. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào một số vấn đề chính như các đặc trưng cơ học của gạch đất xi măng, độ bền của gạch đất xi măng dưới tác động của điều kiện môi trường và sự làm việc của khối xây bằng gạch đất xi măng. Nghiên cứu năm 2023 của Hiếu và cs. [1] đã tập trung vào việc nghiên cứu giải pháp chế tạo gạch đất xi măng và đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng xi măng, khối lượng thể tích đến sự cường độ chịu nén gạch đất không nung. Nghiên cứu của Healthcode [2], Bahar và cs. [3], Morel và cs. [4], Oti và cs. [5] đã tập trung làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của gạch đất xi măng như kích thước hình học, hàm lượng xi măng, độ ẩm của đất, lực ép đến cường độ của gạch đất xi măng. Các kết quả nghiên cứu đều khẳng định hàm lượng xi măng bổ sung đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo cường độ chịu nén của gạch đất xi măng. Nghiên cứu của các tác giả [6–8] tập trung vào việc đánh giá độ bền của gạch đất xi măng dưới tác dụng của độ ẩm và nhiệt độ môi trường. Các kết quả thu được cũng một lần nữa khẳng định vai trò của hàm lượng xi măng đến độ bền chịu nước của gạch đất xi măng.

Đối với khối xây bằng gạch đất xi măng, do gạch tự chèn nên không sử dụng vữa để liên kết các viên gạch. Các chi tiết liên kết dạng sườn đứng và giằng ngang thường được bổ sung để tăng khả năng chịu lực và ổn định của khối xây. Các sườn đứng được tạo ra bằng cách đặt cốt thép trong phần lỗ rỗng của viên gạch, sau đó rót vữa để lấp đầy lỗ rỗng. Kích thước của sườn đứng bằng với kích thước của lỗ rỗng và chiều cao bằng với chiều cao của khối xây. Hình 2 trình bày thực tế thi công các sườn đứng trong khối xây bằng gạch đất xi măng.

Sự làm việc của khối xây bằng gạch đất xi măng khi chịu tác dụng của tải trọng tải trọng đứng (do trọng lượng bản thân tường, mái nhà, ...) và tải trọng ngang (do gió) là một nội dung nghiên cứu nhận



Hình 2. Minh họa thi công sườn đứng [1]

được nhiều sự quan tâm. Bales và cs. [9] đã trình bày những cơ sở tính toán khối xây bằng gạch đất xi măng. Ahmad và cs. [10] đã tiến hành các thí nghiệm các khối xây bằng gạch đất xi măng có kích thước $1000 \times 1300 \times 125$ chịu tác dụng của tải trọng nén đúng tâm và nén lệch tâm. Kết quả thu được cho thấy khả năng chịu nén của khối xây thấp hơn so với khả năng chịu nén của từng viên gạch đất xi măng và khả năng chịu nén của khối xây giảm khi độ lệch tâm của tải trọng tăng. Panuwat và Qudeer [11], thông qua các thí nghiệm nén trên các khối xây bằng gạch đất xi măng tự chèn kích thước $1000 \times 1000 \times 150$ có sườn đứng bằng vữa xi măng (không có cốt thép) đã làm rõ được hiệu quả của các sườn đứng trong việc tăng khả năng chịu nén của khối xây. Laursen và cs. [12] đã tiến hành các thí nghiệm khối xây bằng gạch đất xi măng có kích thước $2400 \times 1200 \times 150$, có các sườn đứng bằng vữa xi măng (có cốt thép) chịu tác dụng tải trọng ngang phân bố đều trên bề mặt khối xây. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy rõ sự suy giảm độ cứng của khối xây theo mức độ tải trọng tác dụng và vai trò của các sườn đứng. Có thể thấy, các nghiên cứu về sự làm việc của khối xây bằng gạch đất xi măng cũng như vai trò của sườn đứng đối với ứng xử của khối xây còn khá hạn chế. Một số vấn đề nghiên cứu như số lượng của sườn đứng trong khối xây, cường độ của vữa xi măng chế tạo sườn đứng, hàm lượng cốt thép trong sườn, ... còn chưa được làm rõ. Có thể thấy, đây là những vấn đề nghiên cứu cần thiết làm cơ sở cho việc ứng dụng gạch đất xi măng trong việc xây dựng nhà ở.

Ở Việt Nam, nghiên cứu về gạch không nung đã được một số tác giả tiến hành nghiên cứu [13–15]. Tuy nhiên các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào gạch không nung dạng xi măng cốt liệu, các nghiên cứu về gạch đất không nung và ứng xử của khối xây sử dụng loại gạch này còn rất hạn chế. Nội dung bài báo này trình bày một nghiên cứu thực nghiệm về ứng xử của khối xây bằng gạch đất xi măng dạng tự chèn dưới tác dụng của tải trọng nén đúng tâm và đánh giá hiệu quả của sườn đứng bằng vữa xi măng (không có cốt thép và có cốt thép) trong việc tăng khả năng chịu lực của khối xây. Kết quả nghiên cứu thu được có thể làm cơ sở cho việc ứng dụng gạch đất xi măng trong xây dựng nhà ở tại các địa bàn miền núi của nước ta. Nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm và Kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

2. Nghiên cứu thực nghiệm

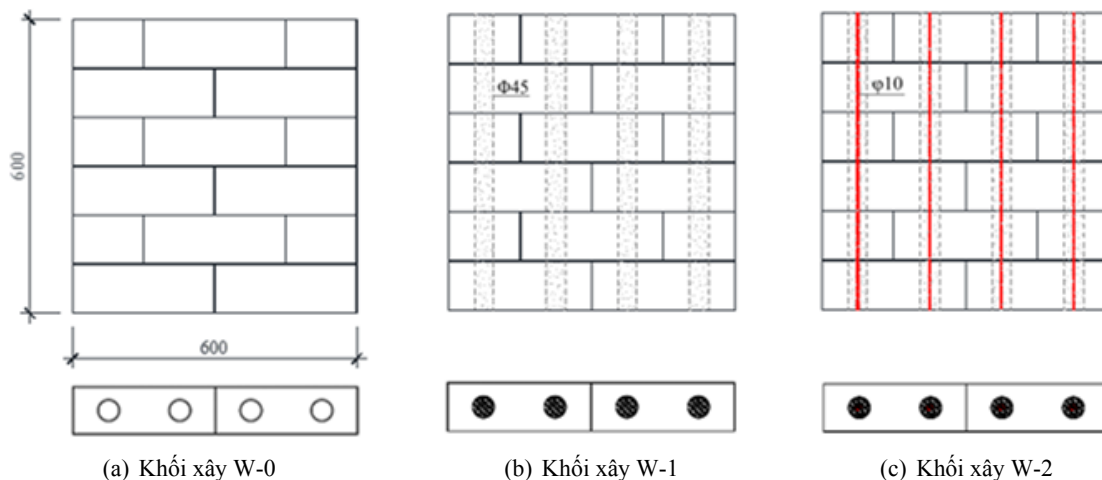
2.1. Mẫu thí nghiệm và vật liệu chế tạo

Trong nghiên cứu này, tổng cộng có ba mẫu khối xây đã được thí nghiệm được liệt kê trong Bảng 1. Kích thước các khối xây là $600 \times 600 \times 150$ mm phù hợp với tiêu chuẩn BS EN 1052-1:1999 [16]. Mô hình minh họa cấu tạo, kích thước hình học của khối xây, cách bố trí sườn gia cường và cốt thép trong sườn thể hiện ở Hình 3.

Loại gạch được sử dụng trong thí nghiệm là gạch đất xi măng được chế tạo từ nguồn vật liệu đất đồi tại Hòa Bình, sử dụng chất kết dính là xi măng PCB30 và được tạo hình bằng công nghệ ép tĩnh. Kích thước viên gạch $300 \times 150 \times 100$ mm có các lỗ tròn rỗng và vuông, kèm theo các khớp để thi công theo hình thức tự chèn như trên Hình 4. Trong đó, các lỗ tròn rỗng để rót vữa và gia cường cốt

Bảng 1. Kí hiệu các mẫu khối xây sử dụng trong thí nghiệm

Tên mẫu	Đặc điểm mẫu thí nghiệm
W-0	Khối xây không gia cường sườn đứng
W-1	Khối xây được gia cường bốn sườn đứng, không có cốt thép
W-2	Khối xây được gia cường bốn sườn đứng, có cốt thép $\varnothing 10$



Hình 3. Mô hình minh họa mẫu khối xây



Hình 4. Gạch sử dụng cho mẫu thí nghiệm

thép có đường kính là $\varnothing 45$, từ đó có thể thấy diện tích vữa và cốt thép chiếm 7,07% tổng diện tích tiết diện mẫu thí nghiệm. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của gạch được thực hiện thông qua thí nghiệm nén phá hoại các mẫu gạch đất có kích thước $300 \times 150 \times 100$ mm như trên Hình 5(a). Cường độ chịu nén của các viên gạch thí nghiệm có biến động do sự không đồng nhất của vật liệu chế tạo và sự chênh lệch kích thước trong quá trình sản xuất gạch. Biểu đồ ứng suất – biến dạng của mẫu gạch điển hình thu được như trên Hình 5(b). Cường độ chịu nén trung bình của các mẫu gạch thí nghiệm là 1,8839 MPa.

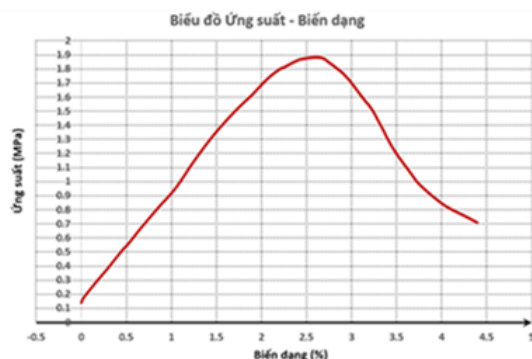
Vữa xi măng gia cường sườn đứng được chế tạo bằng xi măng PCB-30 và cát vàng. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của vữa xi măng cát được thực hiện trên mẫu vữa trụ tròn (đường kính

100 mm, cao 200 mm, 02 tổ mẫu) như trên Hình 6(a). Quá trình tăng tải và biến dạng của mẫu được theo dõi và khi mẫu phá hoại thì dừng máy. Biểu đồ ứng suất – biến dạng của mẫu vừa được thể hiện ở Hình 6(b). Cường độ chịu nén trung bình của hai mẫu vừa ở tuổi 28 ngày đạt 6 MPa.

Cốt thép dọc trong sườn gia cường được sử dụng là thép $\varnothing 10$ (nhóm CB-500V) được bố trí trong các lỗ gạch như trên Hình 3(c). Các đặc trưng cơ học của cốt thép sử dụng để chế tạo mẫu được xác định thông qua thí nghiệm kéo theo chỉ dẫn trong tiêu chuẩn TCVN 197:2002, giới hạn chảy thu được từ thí nghiệm kéo có giá trị bằng 510 MPa.



(a) Thí nghiệm nén mẫu gạch

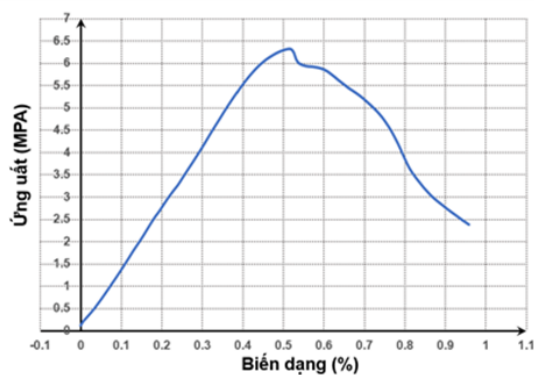


(b) Biểu đồ ứng suất - biến dạng mẫu gạch

Hình 5. Thí nghiệm nén và biểu đồ ứng suất – biến dạng trên mẫu gạch dùng trong thí nghiệm



(a) Thí nghiệm nén mẫu vữa



(b) Biểu đồ ứng suất - biến dạng mẫu vữa

Hình 6. Thí nghiệm nén và biểu đồ ứng suất – biến dạng trên mẫu vữa

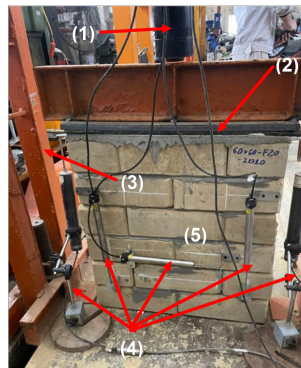
Các khối xây được xây theo đúng kích thước thiết kế như trên Hình 3. Chiều dài các thanh cốt thép gia cường đúng bằng chiều cao mẫu thí nghiệm (600 mm). Hàng gạch trên cùng sẽ được đổ một lớp vữa tạo phẳng trên bề mặt để thuận tiện cho quá trình gia tải sau này. Lớp vữa xi măng để tạo thành các sườn đứng gia cường được trộn thủ công tại phòng thí nghiệm theo đúng cấp phối, sau đó được rót để lấp đầy lỗ rỗng. Các khối xây được bảo dưỡng 7 ngày trước khi tiến hành thí nghiệm. Trước khi thí nghiệm, tiến hành lăn sơn trắng trên bề mặt của khối xây, sau đó phun một lớp sơn dạng xịt màu đen (Hình 7) để tạo thành các điểm mốc sử dụng cho việc theo dõi sự hình thành và phát triển vết nứt trên bề mặt khối xây bằng công nghệ điểm ảnh.



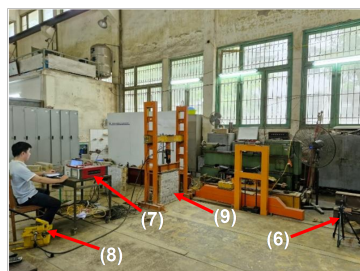
Hình 7. Mẫu khối xây hoàn thiện

2.2. Sơ đồ thí nghiệm và bố trí dụng cụ đo

Các mẫu khối xây được thí nghiệm theo sơ đồ chịu nén đúng tâm như trên Hình 8. Tải trọng tập trung do kích thủy lực tạo ra, độ lớn của tải trọng được đo bằng một dụng cụ đo lực điện tử (Load cell) với giá trị đo được nhỏ nhất là 1N. Chuyển vị và biến dạng của mẫu thí nghiệm được đo bằng dụng



- (1) Xilanh gia tải
- (2) Tấm cao su và dầm thép chữ I tạo tải trọng phân bố đều
- (3) Hệ khung gia tải
- (4) Các thiết bị đo biến dạng và chuyển vị đứng và ngang
- (5) Mẫu thí nghiệm

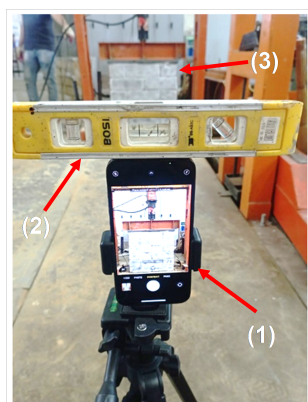


- (6) Hệ thống máy ảnh chụp ảnh mẫu thí nghiệm
- (7) Data logger kết nối với các thiết bị đo và máy tính
- (8) Hệ thống gia tải
- (9) Mẫu thí nghiệm đã được sơn tạo các điểm ảnh

Hình 8. Sơ đồ lắp đặt và bố trí thí nghiệm

cụ đo chuyển vị điện tử LVDT (độ chính xác 0,001 mm). Dụng cụ đo chuyển vị theo phương đứng của đợc bố trí ở hai bên cạnh khối xây. Biến dạng tương đợc của khối xây đợc đo bằng hai LVDT gắn trên bề mặt khối xây với chiều dài chuẩn đo bằng 300 mm. Dụng cụ đo lực, đo chuyển vị đợc kết nối với một bộ thu thập, xử lý số liệu (Data logger) cho phép ghi nhận tự đợc và đồng thời các số liệu đo (01 giây/lần đo).

Phương pháp điểm ảnh (DIC) đợc sử dụng để khảo sát sự hình thành và phát triển vết nứt trên bề mặt khối xây dưới tác dụng của tải trọng thí nghiệm. Máy ảnh đợc bố trí song song và cách mặt trước của mẫu khoảng 2,5 m như trên Hình 9. Sau khi thực hiện xong tất cả các công tác chuẩn bị cho thí nghiệm, các thiết bị đợc kiểm tra chính xác và ổn định sẽ tiến hành gia tải bằng cách sử dụng kích thủy lực. Thực hiện thí nghiệm đến khi mẫu bị phá hoại. Trong quá trình thí nghiệm tiến hành chụp ảnh bề mặt mẫu bằng máy ảnh.



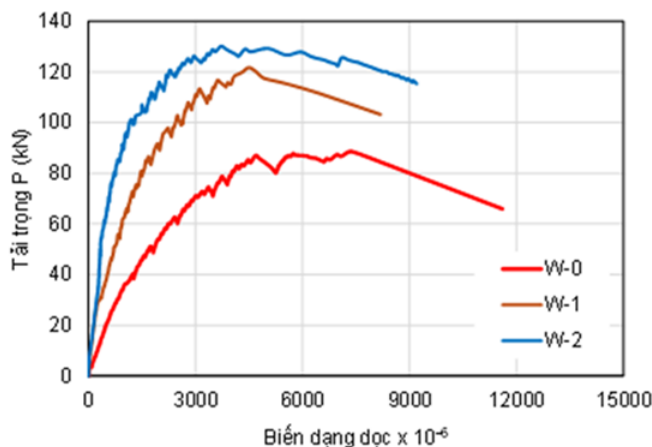
- (1) Hệ thống giá đỡ và máy ảnh
- (2) Nivo cân bằng
- (3) Mẫu thí nghiệm

Hình 9. Sơ đồ bố trí máy ảnh

3. Phân tích kết quả thí nghiệm

3.1. Quan hệ tải trọng và biến dạng dọc của các mẫu thí nghiệm

Trên Hình 10 trình bày quan hệ giữa tải trọng và biến dạng tương đợc theo phương dọc (phương tải trọng tác dụng) của 03 mẫu thí nghiệm W-0, W-1 và W-2.



Hình 10. Quan hệ tải trọng - biến dạng của các mẫu thí nghiệm

Quan sát Hình 10 có thể dễ dàng thấy:

- Các mẫu khối xây có gia cường (mẫu W-1 và W-2) có mô đun đàn hồi lớn hơn và miền làm việc đàn hồi kéo dài hơn so với mẫu khối xây không gia cường (W-0).

- Tương tự, mẫu khối xây không gia cường W-0 suy giảm cường độ và mất khả năng chịu lực nhanh hơn mẫu khối xây có gia cường W-1 và W-2.

Từ biểu đồ quan hệ tải trọng - biến dạng trên Hình 10 có thể đưa về dạng đồ thị khái quát như trên Hình 11, trong đó sự làm việc của cả ba mẫu thí nghiệm gồm các giai đoạn sau đây:

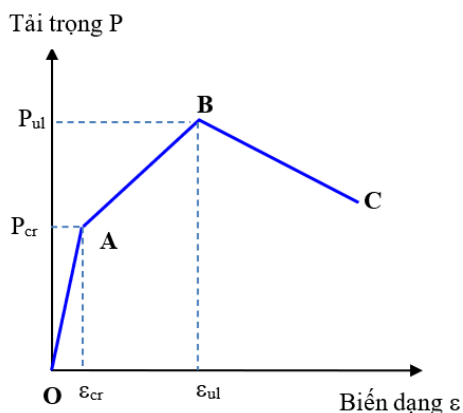
- Giai đoạn OA: Đây là giai đoạn khối xây làm việc trong miền đàn hồi. Độ cứng khi nén của khối xây có sườn đứng là tổng độ cứng của khối xây gạch xi măng và độ cứng của sườn đứng. Điểm A là điểm xuất hiện vết nứt đầu tiên tương ứng với tải trọng hình thành vết nứt, ký hiệu P_{cr} . Đây là điểm tương ứng với sự thay đổi độ dốc trên đường quan hệ giữa tải trọng và biến dạng

- Giai đoạn AB: Giai đoạn các vết nứt hình thành và phát triển trên khối xây. Trong giai đoạn này, độ cứng nén của khối xây bị suy giảm nhanh.

Điểm B tương ứng với thời điểm khối xây bị phá hoại hoàn toàn, tương ứng với tải trọng cực hạn gây phá hoại khối xây P_{ul} . Khi có mặt của sườn đứng, tải trọng nén tác dụng vào các viên gạch đất giảm đi, do vậy sự phát triển của các vết nứt trên khối xây có gia cường sườn đứng chậm hơn so với khi không gia cường sườn đứng.

- Giai đoạn BC: giai đoạn khối xây bị phá hoại. Biến dạng của khối xây tăng nhanh đồng thời với sự suy giảm của tải trọng tác dụng lên khối xây.

Các giá trị tải trọng đặc trưng và biến dạng tương ứng của 03 mẫu thí nghiệm được trình bày trong Bảng 2.



Hình 11. Dạng điển hình của quan hệ tải trọng - biến dạng

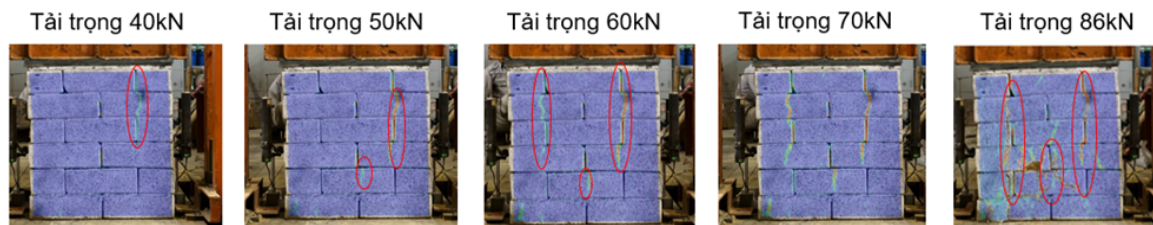
Bảng 2. Các giá trị tải trọng và biến dạng đặc trưng

Mẫu thí nghiệm	Tải trọng gây nứt P_{cr} (kN)	Biến dạng tại thời điểm nứt $\epsilon_{cr} \times 10^{-6}$	Tải trọng cực hạn P_{ul} (kN)	Biến dạng tại thời điểm phá hoại $\epsilon_{ul} \times 10^{-6}$
W-0	20	485	86	4.900
W-1	31	300	120	4.700
W-2	35	300	129	3.850

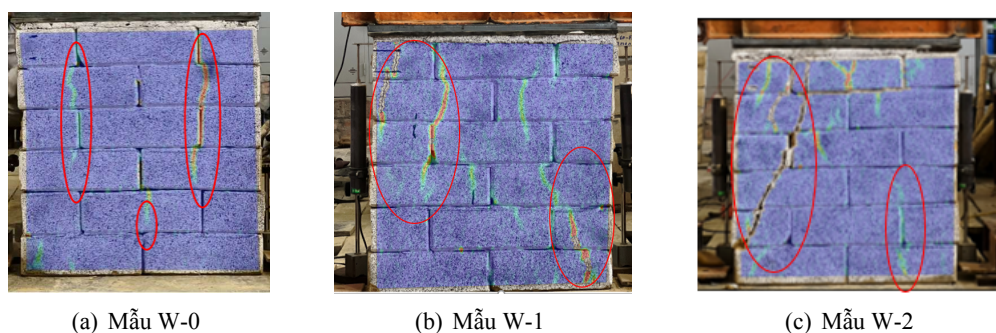
Từ các kết quả trên Hình 10 và ở Bảng 2, cho thấy sự làm việc của khối xây bằng gạch đất xi măng khi có sườn có sự khác biệt so với khối xây không có sườn gia cường. Các giá trị tải trọng gây nứt, tải trọng cực hạn của mẫu có sườn gia cường cao hơn so với mẫu không có sườn trong khi các giá trị biến dạng tương ứng nhỏ hơn. Kết quả này được giải thích bằng việc các sườn gia cường tham gia cùng chịu lực với khối xây gạch, giảm bớt tải trọng tác dụng lên phần khối xây gạch nên làm chậm lại quá trình hình thành vết nứt cũng như phá hoại khối xây gạch. So với khối xây có sườn gia cường không có cốt thép thì khi có mặt cốt thép, khả năng chịu lực của khối xây cũng được cải thiện. Những kết quả này cho thấy sự làm việc đồng thời của gạch xây, sườn và cốt thép gia cường trong cùng khối xây khi chịu tác dụng của tải trọng nén.

3.2. Sự hình thành, phát triển các vết nứt và cơ chế phá hoại mẫu

Dựa vào hình ảnh sự hình thành và phát triển các vết nứt được chụp lại theo từng cấp tải bằng phương pháp điểm ảnh đối với mỗi mẫu thí nghiệm, nhận thấy cơ chế phá hoại của các mẫu khối xây chủ yếu là do sự phát triển vết nứt của các viên gạch. Trên Hình 12 trình bày sự hình thành và phát triển vết nứt trên mẫu W-0: Điểm A (40 kN) vết nứt xuất hiện dọc theo vị trí mạch khối xây kéo dài; Điểm B (50 kN) xuất hiện vết nứt giữa viên gạch hàng thứ 5; Điểm C (60 kN) xuất hiện thêm vết nứt dọc theo mạch khối xây; Điểm D (70 kN) các vết nứt dọc mạch khối xây và ở giữa các viên gạch kéo dài và mở rộng; Điểm E (86 kN): Các vết nứt kéo dài và mở rộng hơn, khối xây bị phá hoại. Dạng vết nứt điển hình thu được bằng phương pháp DIC trên các mẫu được trình bày trên Hình 13.



Hình 12. Sự hình thành và phát triển vết nứt trên mẫu W-0



Hình 13. Dạng vết nứt điển hình trên các mẫu thí nghiệm

Có thể nhận thấy, đối với mẫu W-0 các vết nứt chủ yếu là dọc theo chiều cao khối xây, theo phương tác dụng của tải trọng thí nghiệm. Dạng vết nứt này phù hợp với vết nứt trên khối xây gạch đất sét nung do tải trọng nén gây ra [17]. Từ đặc điểm này, có thể thấy cơ chế hình thành vết nứt trên khối xây như sau: dưới tác dụng của tải trọng nén, khối xây chịu nén nhưng đồng thời làm cho chúng bị biến dạng nở ngang. Biến dạng này hình thành nên các ứng suất kéo trong các viên gạch, khi ứng suất kéo vượt quá khả năng chịu kéo (vốn rất thấp) của gạch sẽ gây ra tình trạng nứt. Đối với mẫu khối xây có sườn gia cường W-1 và W-2, các vết nứt chủ yếu cũng phát triển dọc theo chiều cao khối xây, nhưng phát triển chậm hơn so với khối xây không có sườn W-0 (Hình 10). Kết quả này được giải thích bằng việc sự có mặt của các sườn làm hạn chế tình trạng nở ngang của khối xây, dẫn tới làm chậm lại sự gia tăng ứng suất kéo trong khối xây cũng như sự hình thành vết nứt trên các mẫu gạch. Ngoài ra còn xuất hiện một số vết nứt cục bộ phân bố không có quy luật, các vết nứt này là do sự không đồng nhất của vật liệu chế tạo gạch hoặc sự chênh lệch kích thước của gạch.

Quan sát hình ảnh của sườn đứng trong các mẫu khi bị phá hoại (Hình 14) cho thấy trên các sườn không xuất hiện các vết nứt giống như dạng phá hoại khi đạt tải trọng giới hạn. Ở trạng thái làm việc, gạch đóng một phần vai trò hạn chế sự mất ổn định cho sườn. Tuy nhiên khi tải trọng tăng dần, gạch không còn đủ khả năng tham gia giữ ổn định cho sườn, đây chính là nguyên nhân chính dẫn tới sự mất ổn định của sườn và sự phá hoại mẫu thí nghiệm.



Hình 14. Dạng phá hoại của sườn đứng trong mẫu thí nghiệm

3.3. Ảnh hưởng của sườn gia cường trong khối xây gạch đất xi măng

Các kết quả về quan hệ tải trọng và biến dạng, sự hình thành và phát triển vết nứt trên khối xây đã cho thấy được sự làm việc đồng thời của các sườn đứng trong khối xây gạch đất xi măng. Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy mức độ tăng khả năng chịu lực của khối xây có sườn so với khối xây không có sườn lần lượt là 39,5% (mẫu W-1) và 50,0% (mẫu W-2). Ngoài ra, việc so sánh quan hệ tải trọng - biến dạng và khả năng chịu lực của 02 mẫu W-1 và W-2 cũng cho thấy rõ vai trò của việc tăng cường cốt thép chịu lực trong sườn. Kết quả thu được đã cho thấy cốt thép tham gia làm việc trong sườn và góp phần tăng độ cứng, khả năng chịu nén của sườn và của tổng thể khối xây.

4. Kết luận

Các thí nghiệm đã được thực hiện để nghiên cứu ứng xử chịu nén đứng tâm của khối xây gạch đất xi măng dạng tự chèn khi không sử dụng sườn đứng và có sử dụng sườn đứng (không cốt thép và có cốt thép). Thông qua đồ thị quan hệ tải trọng - biến dạng đã làm rõ được các giai đoạn làm việc của các khối xây. Các hình ảnh thu được từ phương pháp DIC cho thấy được sự hình thành và phát triển vết nứt và cơ chế phá hoại của các khối xây. Từ các kết quả thí nghiệm, có thể kết luận rằng dưới tác dụng của tải trọng nén đứng tâm, các mẫu thí nghiệm đều trải qua các giai đoạn làm việc gần tương tự nhau như giai đoạn làm việc đàn hồi, giai đoạn cận phá hoại và giai đoạn sau phá hoại. Tuy nhiên, vẫn có một số điểm khác biệt như sau:

- Khối xây không gia cường sườn đứng suy giảm khả năng chịu lực nhanh hơn rất nhiều so với khối xây có gia cường sườn đứng thông qua việc quan sát dạng đồ thị tải trọng - biến dạng của từng mẫu. Khi được gia cường, miền làm việc đàn hồi của các mẫu cũng kéo dài hơn.

- Việc sử dụng sườn gia cường cũng góp phần cải thiện đáng kể độ cứng tổng thể và khả năng chịu lực nén của khối xây. So với mẫu W-0, khả năng chịu lực của mẫu W-2 tăng được khoảng 50% và đối với mẫu W-1 là tăng được khoảng 39,5%.

- Các mẫu được gia cường chủ yếu xuất hiện các vết nứt xung quanh các sườn đứng cũng cho thấy nguyên nhân chính khiến các mẫu này bị phá hoại là do sự mất ổn định của sườn đứng trong khối xây.

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) cho chương trình thực nghiệm thông qua Đề tài mã số 107.01-2020.16.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hiếu, N. T., Tuấn, N. V., Đạt, P. X., Hà, P. T. H. (2023). *Nghiên cứu giải pháp và công nghệ xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc sử dụng các vật liệu tại chỗ*. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN Bộ Xây Dựng RD 49-22.
- [2] Heathcote, K. (1991). [Compressive strength of cement stabilized pressed earth blocks: Strength of cement stabilized pressed earth blocks depends on cement content and compacted density — simple formula presented to predict strength based on variables](#). *Building Research & Information*, 19(2):101–105.
- [3] Bahar, R., Benazzoug, M., Kenai, S. (2004). [Performance of compacted cement-stabilised soil](#). *Cement and Concrete Composites*, 26(7):811–820.
- [4] Morel, J.-C., Pkla, A., Walker, P. (2007). [Compressive strength testing of compressed earth blocks](#). *Construction and Building Materials*, 21(2):303–309.
- [5] Oti, J. E., Kinuthia, J. M., Bai, J. (2009). [Engineering properties of unfired clay masonry bricks](#). *Engineering Geology*, 107(3–4):130–139.
- [6] Walker, P. J. (1995). [Strength, durability and shrinkage characteristics of cement stabilised soil blocks](#). *Cement and Concrete Composites*, 17(4):301–310.
- [7] Saidi, M., Cherif, A. S., Zeghami, B., Sediki, E. (2018). [Stabilization effects on the thermal conductivity and sorption behavior of earth bricks](#). *Construction and Building Materials*, 167:566–577.
- [8] Malkanthi, S. N., Balthazaar, N., Perera, A. A. D. A. J. (2020). [Lime stabilization for compressed stabilized earth blocks with reduced clay and silt](#). *Case Study in Construction Materials*, 12:e00326.
- [9] Bales, C., Donahue, C., Fischer, M., Mellbom, A., Pearson, T. (2009). *Interlocking compressed earth blocks: from soils to structures*. Senior Project, Department of Civil Engineering, California Polytechnic University of San Luis, Obispo.
- [10] Ahmad, Z., Othman, S., Yunus, B., Mohamed, A. (2011). Behaviour of masonry wall constructed using interlocking soil cement bricks. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 5(12):804–810.
- [11] Panuwat, J., Qudeer, H. (2018). Experimental study on axial and diagonal compressive behavior of brick masonry walls. *Kasem Bundit Engineering Journal (KBEJ)*, 8(2):1–20.
- [12] Laursen, P. T., Herskedal, N. A., Jansen, D. C., Qu, B. (2013). [Out-of-plane structural response of interlocking compressed earth block walls](#). *Materials and Structures*, 48(1–2):321–336.
- [13] Kiên, T., Phát, N., Hanh, P., Sáng, L. (2017). Nghiên cứu chế tạo gạch không nung và vữa từ phế thải công nghiệp phục vụ phát triển bền vững. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCN XD) - ĐHXDHN*, 11(1):3–10.
- [14] Tuan, N. V., Lam, N. N., Thang, N. C. (2018). [Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến cường độ nén gạch bê tông](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(2): 80–85.
- [15] Tuấn, T. V., Dũng, C. T. (2022). [Xác định các thông số kỹ thuật hợp lý bàn rung tạo va chạm bê tông và pallet của máy đúc gạch không nung](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 16(1V):116–125.
- [16] BS EN 1052-1:1999 (1999). *Methods of test for masonry - Determination of compressive strength*. British Standard.
- [17] Cường, L. T., Đạo, Đ. C. (2008). *Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.