



TẠP CHÍ XÂY DỰNG - eISSN 3030-4482

Nghiên cứu đánh giá tiềm năng ứng dụng gạch đất không nung trong điều kiện Việt Nam

Potential of unfired earth bricks for sustainable construction in Vietnam

► **THS.NCS Bùi Thanh Bảo***, **PGS.TS Bùi Quốc Bảo**, **PGS.TS Trần Minh Tùng**

Trường Đại học Tôn Đức Thắng

*Email: 221904001@student.tdtu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Chuyên mục: Khoa học công nghệ

Ngày nhận bài: 11/5/2026

Ngày sửa bài: 19/5/2026

Ngày chấp nhận đăng: 27/5/2026

Ngày xuất bản Online: 29/5/2026

Tác giả liên hệ:

Email: 221904001@student.tdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá tiềm năng sử dụng đất đào tại Việt Nam để chế tạo gạch đất nén tĩnh không nung ổn định bằng xi măng CEBs, hướng đến giảm phụ thuộc vào cát tự nhiên và phát triển vật liệu xây dựng bền vững. Đất được phân tích thông qua thành phần hạt, chỉ số dẻo, XRD và SED nhằm xác định mức độ phù hợp cho chế tạo CEBs. Kết quả cho thấy đất có hàm lượng sét khoảng 12%, chỉ số dẻo 8,1% và không chứa khoáng Montmorillonite gây trương nở, phù hợp để sử dụng làm vật liệu xây dựng từ vật liệu đất. Các mẫu CEBs được ổn định bằng 6%, 8% và 10% xi măng, sau đó thí nghiệm nén một trục theo thời gian bảo dưỡng. Ở tuổi 28 ngày, cường độ chịu nén của các mẫu lần lượt đạt 3,53 MPa, 4,40 MPa và 5,79 MPa. Mẫu chứa 10% xi măng cho cường độ cao nhất, tăng khoảng 64% so với mẫu chứa 6% xi măng. Kết quả cho thấy gạch đất nén ổn định xi măng có triển vọng ứng dụng trong xây dựng tại Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh cần tận dụng nguồn đất tại chỗ và giảm tác động môi trường.

Từ khóa: Gạch đất không nung; gạch đất nén (CEBs); đất nén gia cường xi măng; cường độ chịu nén.

ABSTRACT

This study evaluates the potential use of excavated earth in Vietnam for producing cement stabilized compressed earth blocks (CEBs), with the aim of reducing dependence on natural sand and supporting the development of sustainable construction materials.

The earth was characterized by particle size distribution, plasticity index, X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) to determine its suitability for CEB production. The results indicate that the soil has a clay content of approximately 12%, a plasticity index of 8.1% and contains no expansive montmorillonite minerals, suggesting that it is suitable for use as an earth-based construction material. CEB specimens were stabilized with 6%, 8% and 10% cement and then tested for unconfined compressive strength at different curing ages. At 28 days, the compressive strengths of the specimens were 3.53 MPa, 4.40 MPa, and 5.79 MPa, respectively. The specimen with 10% cement achieved the highest compressive strength, which was approximately 64% higher than that of the specimen with 6% cement. The results show that cement stabilized compressed earth blocks may be applicable in construction in Vietnam, particularly in relation to the use of locally available soil and the reduction of environmental impacts.

Keywords: Unfired earth blocks; compressed earth blocks (CEBs); cement stabilized compressed earth blocks; compressive strength.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoạt động khai thác cát tăng khoảng 6% mỗi năm, làm gia tăng nguy cơ thiếu hụt cát xây dựng và gây ra nhiều vấn đề môi trường, kinh tế, xã hội [1]. Trong khi đó, bê tông xi măng vẫn sử dụng lượng cát lớn và phát sinh tác động môi trường đáng kể trong quá trình sản xuất. Vì vậy, cần nghiên cứu các vật liệu thay thế nhằm giảm phụ thuộc vào cát tự nhiên, trong đó vật liệu từ đất là một hướng tiếp cận nhiều tiềm năng [2, 3]. Hình 1 trình bày ví dụ một công trình tại Pháp, tường được xây từ gạch đất nén kết hợp xi măng.



Hình 1. Trung tâm y tế tại Pháp được xây dựng bằng gạch đất nén bởi công ty Filiater

Vật liệu đất nén có ưu điểm về khả năng tận dụng nguyên liệu tại chỗ, năng lượng hàm chứa thấp [4, 5] và có tính điều hòa nhiệt độ và độ ẩm của môi trường trong nhà [6]. Các dạng vật liệu đất phổ biến gồm đất nén (rammed earth), gạch đất nén (compressed earth block - CEB), adobe, đất trộn rơm và bê tông đất [2, 3, 7-9]. Trong đó, gạch đất nén CEB được tạo hình bằng khuôn, xây lắp tương tự khối xây truyền thống nên dễ phù hợp với điều kiện thi công ở Việt Nam.

Tuy nhiên, vật liệu đất có cường độ cơ học bị giảm nếu độ ẩm vật liệu tăng (ví dụ trường hợp ngập lụt) [12, 13]. Trong thực tế áp dụng, đất thường thêm chất kết dính như xi măng, vôi hoặc geopolimer để cải thiện các đặc tính cơ học và độ bền theo thời gian. Nghiên cứu này tập trung đánh giá khả năng chịu nén của gạch đất nén ổn định bằng xi măng.

2. CHƯƠNG TRÌNH THỰC NGHIỆM

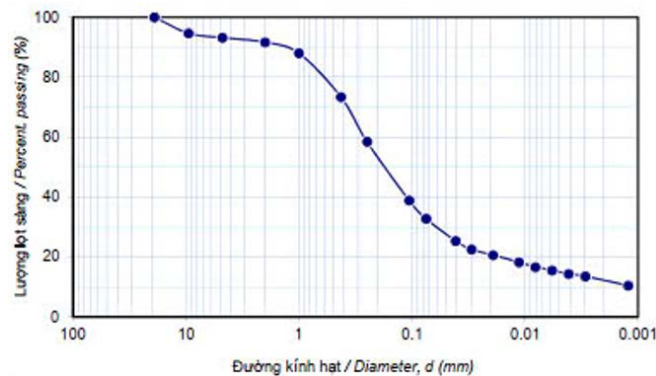
2.1. Vật liệu

2.1.1. Đất

Đất sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ khu vực đào đất của một dự án tại TP Hồ Chí Minh, Việt Nam. Thay vì bị thải bỏ, loại đất này có thể được tái sử dụng làm vật liệu xây dựng trong bối cảnh thiếu hụt cát. Để hạn chế chất hữu cơ, đất được lấy ở độ sâu 0,5 - 1 m so với mặt đất tự nhiên. Thành phần hạt của đất được xác định theo ASTM D422, kết quả trình bày ở Hình 2.

Theo Hình 2, hàm lượng hạt nhỏ hơn 0,002 mm chiếm 12% (thường tương ứng với hàm lượng sét). Phân tích XRD được thực hiện để xác định khoáng sét, kết quả cho thấy cát hạt mịn chủ yếu là Quartz (SiO_2), là khoáng trơ không trương nở hay co ngót. Do đó, loại đất này phù hợp để sử dụng làm vật liệu xây dựng.

Tỷ trọng hạt và chỉ số dẻo của đất được xác định theo ASTM D854 và ASTM D4318. Kết quả cho thấy đất có giới hạn chảy 22,2%, giới hạn dẻo 14,1% và chỉ số dẻo 8,1%, thuộc nhóm đất có tính dẻo trung bình.



Hình 2. Phân bố thành phần hạt của đất sử dụng trong nghiên cứu

2.1.2. Xi măng

Xi măng PCB40, loại Insee Power-S của Công ty INSEE, được sử dụng trong nghiên cứu. Xi măng này có khối lượng riêng 3,12 t/m³ và diện tích bề mặt riêng 4.360 cm²/g.

2.2. Chế tạo mẫu

Do vữa có thể ảnh hưởng đến ứng xử cơ học của hệ gạch - vữa, nghiên cứu sử dụng mẫu trụ thay cho mẫu khối xây để bảo đảm tính đồng nhất và đạt tỷ số chiều cao/đường kính là 2, theo tiêu chuẩn ASTM D2166 cũng như khuyến nghị của các nghiên cứu trước đây về gạch đất không nung [3].

Hình 3 thể hiện mẫu đất nén có đường kính 5 cm, chiều cao 10 cm, được nén tĩnh một lần bằng máy ép thủy lực, trong khuôn thép, nhằm mô phỏng quá trình sản xuất gạch CEB trong thực tế. Hàm lượng nước tối ưu được xác định sơ bộ thông qua thí nghiệm đầm nén Proctor. Từ kết quả này, hàm lượng nước chế tạo được chọn là 10%. Sau hiệu chỉnh lực nén, mẫu đạt khối lượng thể tích khô 1.980 ± 15 kg/m³, tương đương gạch CEB thông thường [2, 9].

Sau khi chế tạo, mẫu được bọc kín và bảo quản ở 28°C, độ ẩm 70% trong 3 ngày để hạn chế nứt co ngót, sau đó tháo bọc và tiếp tục dưỡng hộ trong cùng điều kiện.



Hình 3. Quá trình chế tạo mẫu bằng phương pháp nén tĩnh trong khuôn thép

2.3. Thí nghiệm nén một trục

Thí nghiệm nén một trục được thực hiện sau 7, 14, 28 và 56 ngày kể từ khi chế tạo mẫu nhằm đánh giá sự phát triển cường độ nén theo thời gian (Hình 4). Mỗi giá trị trung bình của mẫu được xác định từ kết quả của năm mẫu độc lập.

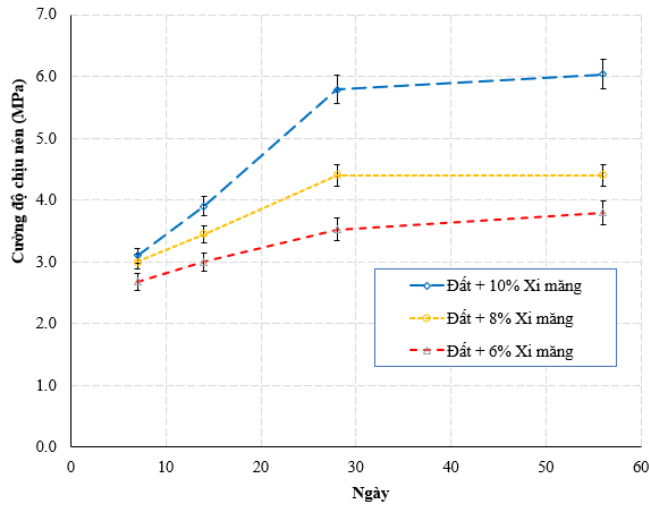


Hình 4. Thí nghiệm nén một trục mẫu đất nén

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

* *Cường độ chịu nén của mẫu CEBs:*

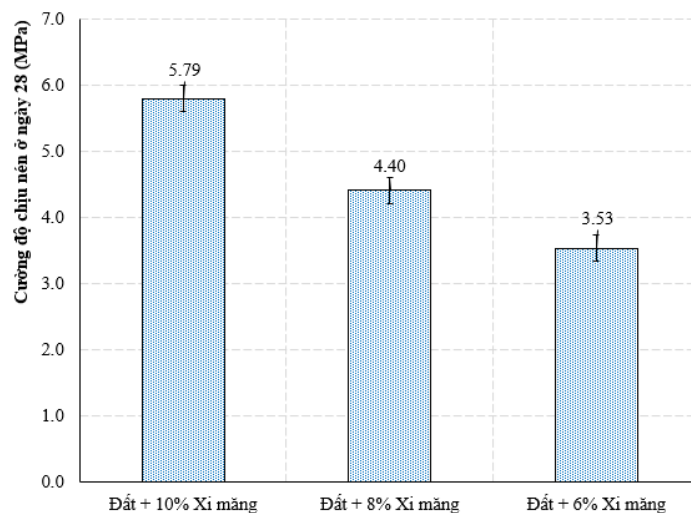
Sự phát triển cường độ chịu nén theo thời gian của các mẫu đất nén sử dụng 6%, 8% và 10% xi măng (theo khối lượng) được trình bày ở Hình 5. Kết quả cho thấy độ phân tán cường độ giữa các mẫu chế tạo trong phòng thí nghiệm thấp, với sai lệch dưới 5%.



Hình 5. Phát triển cường độ chịu nén theo thời gian của mẫu xi măng đất với các hàm lượng xi măng 6%, 8% và 10%

Hình 5 cho thấy cường độ chịu nén của các mẫu có xu hướng tăng theo thời gian bảo dưỡng và chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi hàm lượng xi măng. Đối với mẫu chứa 10% xi măng, cường độ chịu nén phát triển mạnh, đạt 3,10 MPa ở ngày thứ 7, tăng lên 3,90 MPa ở ngày thứ 14 và đạt 5,79 MPa ở ngày thứ 28. Sau 28 ngày, cường độ tiếp tục tăng nhẹ và đạt giá trị cao nhất là 6,03 MPa ở ngày thứ 56. Trong khi đó, mẫu chứa 6% xi măng cho cường độ thấp nhất, lần lượt đạt 3,53 MPa và 3,80 MPa ở ngày thứ 28 và ngày thứ 56. Đối với mẫu chứa 8% xi măng, cường độ đạt 4,40 MPa ở ngày thứ 28 và hầu như không có sự gia tăng đáng kể đến ngày thứ 56. Kết quả này cho thấy việc tăng hàm lượng xi măng, đặc biệt ở mức 10% góp phần cải thiện đáng kể cường độ chịu nén của mẫu theo thời gian bảo dưỡng.

Hình 6 trình bày tổng hợp cường độ chịu nén của các mẫu ở ngày thứ 28, theo các hàm lượng xi măng khác nhau. Mẫu chứa 6% xi măng có cường độ chịu nén thấp nhất ở ngày thứ 28 là 3,53 MPa và được chọn làm giá trị tham chiếu. Khi hàm lượng xi măng tăng lên 8%, cường độ chịu nén tăng khoảng 25% so với mẫu 6% xi măng. Đặc biệt, mẫu chứa 10% xi măng đạt cường độ cao nhất, lớn hơn khoảng 64% so với mẫu 6% xi măng. Kết quả này cho thấy hàm lượng xi măng có ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển cường độ chịu nén của CEBs, trong đó việc tăng hàm lượng xi măng giúp cải thiện khả năng liên kết giữa các hạt đất và làm tăng độ đặc chắc của vật liệu.



Hình 6. So sánh cường độ chịu nén các mẫu ở ngày thứ 28

Các nghiên cứu trước đây đã khảo sát việc ổn định đất bằng nhiều loại chất kết dính khác nhau, như vôi [12] hoặc geopolimer [14-17]. Tổng hợp các kết quả trước đây cho thấy cường độ chịu nén của đất nén thay đổi tùy theo loại chất kết dính và hàm lượng sử dụng. Đối với đất ổn định bằng 5 - 10% xi măng, cường độ nén thường dao động từ 3 đến 6 MPa. Trong khi đó, đất ổn định bằng 5 - 10% vôi có cường độ nén thấp hơn, thường trong khoảng 1,5 đến 3,5 MPa. Khi sử dụng geopolimer với cùng hàm lượng 5 - 10%, cường độ nén đạt được cao hơn, khoảng 5 - 10 MPa. Trong nghiên cứu này, cường độ chịu nén của các mẫu đất nén ổn định bằng xi măng, với nguồn đất tận dụng từ đất đào tại một dự án của TP Hồ Chí Minh, cho các kết quả nằm trong khoảng của các nghiên cứu trước đây.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

4.1. Kết luận, kiến nghị

Bài báo đã trình bày nghiên cứu sử dụng đất đào trộn với xi măng và nén tĩnh để tạo ra vật liệu đất nén không nung. Cường độ chịu nén của mẫu tăng theo hàm lượng xi măng và thời gian bảo dưỡng. Ở tuổi 28 ngày, mẫu chứa 6%, 8% và 10% xi măng lần lượt đạt 3,53 MPa, 4,40 MPa và 5,79 MPa. Trong đó, mẫu chứa 10% xi măng cho cường độ cao nhất, tăng khoảng 64% so với mẫu chứa 6% xi măng.

Kết quả này cho thấy, vật liệu đất nén trộn xi măng có khả năng đáp ứng yêu cầu về cường độ chịu nén và có tiềm năng ứng dụng trong xây dựng tại Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh cần giảm sử dụng cát tự nhiên và tận dụng nguồn đất đào tại chỗ.

4.2. Hướng nghiên cứu tiếp theo

Các nghiên cứu tiếp theo cần đánh giá thêm độ bền chịu nước, co ngót, độ bền lâu dài và ứng xử của khối xây hoàn chỉnh để làm rõ khả năng ứng dụng thực tế của vật liệu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] X. Zhong, S. Deetman, A. Tukker et al. Increasing material efficiencies of buildings to address the global sand crisis. *Nat Sustain* 5, 389-392, 2022.
- [2] M. Hall, R. Lindsay, M. Krayenhoff. *Modern Earth Buildings. Materials, Engineering, Constructions and Applications*, Woodhead Publishing, 800p, 2012.
- [3] A. Fabbri, J.C. Morel, J.E. Aubert, Q.B. Bui, D. Gallipoli, B.V.V. Reddy, A. Ventura (Editors). *Testing and Characterisation of Earth-based Building Materials and Elements. State-of-the-Art Reports of the RILEM TC 274-TCE*, Springer, 293p, 2022, ISBN: 978-3-030-83296-4.
- [4] J.C. Morel, A. Mesbah, M. Oggero, P. Walker. Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. *Building and Environment* 36, 1119-26, 2001.
- [5] B.V. Venkatarama Reddy, P. Prasanna Kumar. Embodied energy in cement stabilised rammed earth walls. *Energy Build.* 42, 380-385, 2010.
- [6] D. Allinson, M. Hall. Hygrothermal analysis of a stabilised rammed earth test building in the UK. *Energy and Buildings* 42, 845-852, 2010.
- [7] Q.B. Bui, J. C. Morel, V. H. Tran, S. Hans, M. Oggero. How to use in-situ soils as building materials. *Procedia Engineering* 145, 1119-1126, 2016.
- [8] P. Walker, R. Keable, J. Martin, V. Maniatidis. *Rammed earth: Design and construction guidelines*. BRE Bookshop, 2005.

- [9] B.V. Venkatarama Reddy. Compressed Earth Block & Rammed Earth Structures. Springer, ISBN978-981-16-7877-6, 465p, 2022.
- [10] Q.B. Bui, T.P. Nguyen, D. Schwede. Manually compressed soil blocks stabilised by fly ash based geopolymer: a promising approach for sustainable buildings. *Scientific Reports* 13, 22905, 2023.
- [11] H. Van Damme, H. Houben, Earth concrete. Stabilization revisited. *Cement and Concrete Research*, 114, 90-102, 2018.
- [12] Q.B. Bui, J.C. Morel, S. Hans, P. Walker, Effect of moisture content on the mechanical characteristics of rammed earth, *Constr. Build. Mater.*, vol. 54, pp. 163-169, 2014.
- [13] T.P. Ngo, Q.B. Bui, V.T.A. Phan, H.B. Tran. Durability of geopolymer stabilised compacted earth exposed to wetting-drying cycles at different conditions of pH and salt. *Construction and Building Materials*, 329, 127168, 2022.
- [14] T.P. Ngo, V.T.A. Phan, D. Schwede, D.M. Nguyen, Q.B. Bui. Assessing influences of different factors on the compressive strength of geopolymer-stabilised compacted earth. *Journal of the Australian Ceramic Society* 58, 379-395, 2022.
- [15] S.O. Sore, A. Messan, E. Prud'homme, G. Escadeillas, F. Tsobnang. Stabilization of compressed earth blocks (CEBs) by geopolymer binder based on local materials from Burkina Faso. *Construction and Building Materials* 165, 333-345, 2018.
- [16] A. Marsh, A. Heath, P. Patureau, P. Evernden, P. Walker. Influence of clay minerals and associated minerals in alkali activation of soils. *Construction and Building Materials* 229, 116816, 2019.
- [17] T. Miranda, R. A. Silva, D. V. Oliveira, D. Leitão, N. Cristelo, J. Oliveira, E. Soares. ICEBs stabilised with alkali-activated fly ash as a renewed approach for green building: Exploitation of the masonry mechanical performance. *Construction and Building Materials* 155, 65-78, 2017.