

ỨNG DỤNG VẬT LIỆU COMPOSITE TRONG KIẾN TRÚC XÂY DỰNG

Trần Phi Dũng^{1*}, Ngô Thị Hồng Phi¹¹Trường Đại học Quang Trung, 327 Đào Tấn, Phường Quy Nhơn Bắc, Tỉnh Gia Lai, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: tpdung@qtu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 03/11/2025

Ngày hoàn thiện: 20/11/2025

Ngày chấp nhận: 29/11/2025

Ngày đăng: 06/12/2025

TỪ KHÓA

Composite,
Vật liệu xây dựng mới,
Polymer matrix,
Kiến trúc bền vững,
Ứng dụng thực tiễn.

TÓM TẮT

Trong bối cảnh phát triển bền vững, ngành xây dựng đòi hỏi những giải pháp vật liệu mới vừa có hiệu quả kỹ thuật, vừa thân thiện môi trường. Composite nổi lên như một loại vật liệu có nhiều ưu điểm: nhẹ, bền, chịu lực tốt, khả năng chống ăn mòn, cách nhiệt cao và dễ tạo hình. Nghiên cứu này tập trung hệ thống hóa cơ sở lý luận về composite, đặc biệt là composite nền polymer (polymer matrix composite), đồng thời phân tích ứng dụng tiêu biểu tại công trình Trung tâm Heydar Aliyev (Azerbaijan). Kết quả cho thấy vật liệu composite mang lại hiệu quả vượt trội về kỹ thuật, kinh tế và thẩm mỹ, đồng thời mở ra tiềm năng lớn khi ứng dụng vào điều kiện xây dựng tại Việt Nam. Tuy nhiên, việc ứng dụng còn hạn chế do chi phí và công nghệ thi công. Từ đó, nghiên cứu đề xuất các giải pháp nhằm tăng cường phổ biến, hoàn thiện cơ chế hỗ trợ và khuyến khích sự tham gia của doanh nghiệp – nhà nước – giới nghiên cứu để thúc đẩy ứng dụng vật liệu composite trong thực tiễn.

APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION ABSTRACT

Trần Phi Dũng^{1*}, Ngô Thị Hồng Phi¹¹Quang Trung University, 327 Dao Tan Street, Quy Nhon Bac Ward, Gia Lai Province, Viet Nam

*Corresponding Author: tpdung@qtu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Nov 03rd, 2025Revised: Nov 20th, 2025Accepted: Nov 29th, 2025Published: Dec 06th, 2025

KEYWORDS

Composite,
New construction material,
Polymer matrix,
Sustainable architecture,
Practical application

ABSTRACT

In the context of sustainable development, the construction industry requires innovative materials that are both technically efficient and environmentally friendly. Composite materials have emerged as a promising solution due to their outstanding properties: lightweight, high strength, corrosion resistance, thermal insulation, and flexible shaping ability. This study systematizes the theoretical basis of composites, particularly polymer matrix composites, and analyzes the application at the Heydar Aliyev Center (Azerbaijan) as a typical case. The findings indicate that composites offer significant advantages in technical, economic, and aesthetic aspects, while also showing great potential for application in Vietnam's construction industry. However, challenges remain due to high costs and limited technology adoption. The study proposes solutions to enhance awareness, improve policy support, and encourage collaboration among enterprises, government, and researchers to promote composite applications in practice.

1. Đặt vấn đề

Ngành xây dựng Việt Nam đang đứng trước yêu cầu đổi mới vật liệu để đáp ứng mục tiêu phát triển bền vững và giảm phát thải. Composite, với những đặc tính ưu việt, đã được ứng dụng thành công ở nhiều công trình trên thế giới. Tuy nhiên, tại Việt Nam việc ứng dụng còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện để phân tích tiềm năng và đề xuất giải pháp ứng dụng composite trong kiến trúc – xây dựng.

2. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Đề tài hướng đến việc làm rõ cơ sở khoa học và thực tiễn của vật liệu composite trong kiến trúc – xây dựng, cụ thể:

- Mục tiêu tổng quát:

Đánh giá tiềm năng và khả năng ứng dụng vật liệu composite trong thiết kế, thi công và vận hành công trình kiến trúc – xây dựng tại Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp thúc đẩy ứng dụng rộng rãi.

- Mục tiêu cụ thể:

Hệ thống hóa kiến thức về composite: lịch sử phát triển, cấu tạo, phân loại và đặc tính cơ – lý – hóa học.

Phân tích một số công trình tiêu biểu trên thế giới (điển hình là Trung tâm Heydar Aliyev – Azerbaijan) để minh chứng hiệu quả kỹ thuật, thẩm mỹ và kinh tế.

So sánh ưu điểm và hạn chế của composite với các vật liệu xây dựng truyền thống như bê tông, thép, gỗ.

Đánh giá tính khả thi khi áp dụng composite trong điều kiện xây dựng tại Việt Nam.

Đề xuất các giải pháp về kỹ thuật, kinh tế và chính sách nhằm khuyến khích sử dụng composite trong thực tiễn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để đạt được các mục tiêu trên, đề tài sử dụng kết hợp nhiều phương pháp nghiên cứu khoa học, bao gồm:

- Nghiên cứu tài liệu (literature review):

Thu thập, tổng hợp và phân tích các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến vật liệu composite và ứng dụng trong xây dựng.

Đánh giá xu hướng phát triển vật liệu mới trong bối cảnh kiến trúc bền vững.

- Phân tích điển hình (case study):

Lựa chọn công trình Trung tâm Heydar Aliyev (Azerbaijan) cùng một số công trình có ứng dụng composite khác để nghiên cứu chi tiết.

Làm rõ vai trò, hiệu quả và bài học kinh nghiệm từ thực tiễn quốc tế.

- Phương pháp so sánh – đối chiếu:

Phân tích sự khác biệt giữa composite và các vật liệu truyền thống về độ bền, trọng lượng, tính thẩm mỹ, chi phí và tác động môi trường.

Xác định lợi thế cạnh tranh cũng như hạn chế của composite trong điều kiện Việt Nam.

- Phân tích – tổng hợp (analysis & synthesis):

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu, đưa ra kết luận khoa học và các đề xuất ứng dụng cụ thể.

Định hướng giải pháp công nghệ, chính sách và đào tạo nguồn nhân lực nhằm tăng cường ứng dụng composite trong xây dựng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc tính nổi bật của vật liệu composite

Kết quả nghiên cứu tổng quan cho thấy composite, đặc biệt là composite nền polymer (Polymer Matrix Composite – PMC), có những ưu điểm vượt trội so với vật liệu truyền thống:

Trọng lượng nhẹ nhưng độ bền cao, giúp giảm tải trọng công trình và chi phí kết cấu móng.

Chịu lực và chịu ăn mòn tốt, đặc biệt trong môi trường khắc nghiệt (ẩm ướt, hóa chất, muối biển).

Khả năng cách nhiệt và cách âm cao, phù hợp với xu hướng công trình xanh, tiết kiệm năng lượng.

Tính linh hoạt trong thiết kế và tạo hình, cho phép sáng tạo hình khối kiến trúc độc đáo mà vật liệu truyền thống khó thực hiện.

Những đặc tính này khẳng định composite là vật liệu tiên tiến, đáp ứng cả yêu cầu kỹ thuật, kinh tế lẫn thẩm mỹ trong xây dựng.

3.2. Phân tích ứng dụng thực tiễn qua công trình điển hình

Trường hợp điển hình được lựa chọn là Trung tâm Heydar Aliyev (Azerbaijan) – công trình kiến trúc nổi tiếng thế giới của Zaha Hadid Architects. Công trình sử dụng composite như một vật liệu chủ đạo cho phần vỏ bao che, mang lại nhiều kết quả đáng chú ý:

Tạo ra hình khối kiến trúc mềm mại, liên tục mà bê tông hoặc thép khó có thể đạt được.

Tiết kiệm vật liệu và năng lượng thi công, do composite có trọng lượng nhẹ, dễ lắp ghép.

Đảm bảo độ bền và tính thẩm mỹ lâu dài, nhờ khả năng chống ăn mòn và duy trì bề mặt sáng mịn theo thời gian.

Kết quả phân tích chứng minh composite không chỉ giúp công trình đạt hiệu quả thẩm mỹ độc đáo mà còn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

3.3. So sánh với vật liệu truyền thống

Khi so sánh composite với bê tông, thép và gỗ – ba vật liệu phổ biến trong xây dựng, có thể nhận thấy:

Composite có khả năng chống ăn mòn tốt hơn thép, giảm chi phí bảo trì.

Trọng lượng composite nhẹ hơn bê tông, nhưng vẫn đảm bảo độ bền cơ học cao.

Composite có độ bền và ổn định hơn gỗ, đồng thời không bị ảnh hưởng bởi mối mọt và điều kiện khí hậu.

Tuy nhiên, chi phí sản xuất composite còn cao và công nghệ thi công chưa phổ biến tại Việt Nam, là rào cản lớn nhất trong việc ứng dụng.

GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT NHIỆT ĐỘ CHO BÊ TÔNG KHỐI LỚN ĐỂ ĐẨY NHANH TIẾN ĐỘ THI CÔNG CÔNG TRÌNH

3.4. Khả năng ứng dụng tại Việt Nam

Kết quả nghiên cứu và thảo luận cho thấy Việt Nam có tiềm năng lớn trong việc ứng dụng composite, đặc biệt cho:

Công trình ven biển và hạ tầng: nhờ khả năng chống ăn mòn muối biển.

Nhà cao tầng và công trình công cộng: nhờ đặc tính nhẹ, giúp giảm tải trọng.

Công trình kiến trúc nghệ thuật, biểu tượng đô thị: nhờ tính linh hoạt trong tạo hình.

Tuy nhiên, để triển khai rộng rãi cần:

Hoàn thiện khung tiêu chuẩn kỹ thuật và định mức.

Hỗ trợ nghiên cứu – sản xuất composite trong nước để giảm chi phí.

Đẩy mạnh hợp tác quốc tế và đào tạo nguồn nhân lực về công nghệ composite.

Bảng 1. So sánh một số đặc tính cơ bản giữa Composite và vật liệu truyền thống

Tiêu chí	Composite (nền polymer)	Bê tông	Thép	Gỗ
Trọng lượng riêng	Nhẹ (1.5–2.0 g/cm ³)	Nặng (2.3–2.5 g/cm ³)	Rất nặng (7.8 g/cm ³)	Nhẹ (0.5–0.9 g/cm ³)
Cường độ chịu kéo/nén	Cao, tỷ lệ bền/trọng lượng lớn	Cao khi nén, thấp khi kéo	Rất cao cả kéo và nén	Thấp, dễ biến dạng
Độ bền môi trường	Chống ăn mòn, kháng hóa chất, chịu thời tiết tốt	Dễ nứt, thấm nước, xuống cấp	Dễ gỉ sét, cần sơn/phủ bảo vệ	Nhạy cảm với mối mọt, ẩm mốc
Khả năng tạo hình	Linh hoạt, dễ uốn cong, tạo khối phức tạp	Hạn chế, phụ thuộc cấp pha	Hạn chế, cần gia công phức tạp	Hạn chế, chịu tác động của thối gỗ
Tuổi thọ công trình	40–50 năm hoặc hơn, ít cần bảo trì	30–50 năm, cần bảo dưỡng định kỳ	50–70 năm, cần chống gỉ thường xuyên	20–40 năm, phụ thuộc môi trường
Chi phí ban đầu	Cao (công nghệ & vật liệu đặc thù)	Trung bình, phổ biến nhất	Cao, phụ thuộc thị trường	Thấp đến trung bình
Chi phí bảo trì	Thấp (ít hư hỏng, ít cần bảo vệ)	Cao (nứt, thấm cần sửa chữa)	Trung bình – cao (chống gỉ)	Cao (chống mối mọt, ẩm mốc)
Ứng dụng điển hình	Công trình kiến trúc biểu tượng, bao che, cấu kiện nhẹ	Móng, kết cấu chịu lực chính	Kết cấu khung, cầu, nhà cao tầng	Nhà ở dân dụng, nội thất

Nghiên cứu đã làm rõ đặc tính, tiềm năng và khả năng ứng dụng của vật liệu composite trong lĩnh vực kiến trúc – xây dựng. Các kết quả chính có thể tóm lược như sau:

Về đặc tính vật liệu: Composite, đặc biệt là composite nền polymer, có nhiều ưu điểm vượt trội: trọng lượng nhẹ, độ bền cao, khả năng chống ăn mòn, cách nhiệt – cách âm tốt, đồng thời linh hoạt trong tạo hình kiến trúc.

Về ứng dụng thực tiễn: Qua phân tích công trình điển hình như Trung tâm Heydar Aliyev (Azerbaijan), composite đã chứng minh hiệu quả trong cả ba khía cạnh: kỹ thuật, thẩm mỹ và kinh tế.

Về so sánh với vật liệu truyền thống: Composite khắc phục được nhiều hạn chế của bê tông, thép và gỗ, đặc biệt ở khả năng chống ăn mòn và giảm chi phí bảo trì. Tuy nhiên, composite vẫn còn hạn chế về chi phí ban đầu và công nghệ thi công tại Việt Nam.

Về khả năng ứng dụng tại Việt Nam: Composite có thể phát huy hiệu quả trong các công trình ven biển, nhà cao tầng, công trình công cộng và các công trình kiến trúc biểu tượng. Đây là hướng đi tiềm năng trong bối cảnh phát triển công trình xanh và kiến trúc bền vững.

Như vậy, composite là vật liệu triển vọng, có thể đóng góp quan trọng cho sự phát triển ngành xây dựng Việt Nam nếu được nghiên cứu, ứng dụng và quản lý phù hợp.

4.2. Kiến nghị

Để tăng cường khả năng ứng dụng vật liệu composite trong thực tiễn, nghiên cứu đề xuất một số kiến nghị sau:

Về chính sách và quản lý:

Hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật liên quan đến thiết kế, sản xuất và thi công bằng vật liệu composite.

Xây dựng cơ chế khuyến khích doanh nghiệp sản xuất – thi công ứng dụng composite, thông qua ưu đãi thuế, hỗ trợ vốn và các chương trình thử nghiệm.

Về nghiên cứu – đào tạo:

Đẩy mạnh nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực vật liệu composite, từ thí nghiệm cơ bản đến ứng dụng thực tiễn.

Tăng cường đào tạo, tập huấn cho kiến trúc sư, kỹ sư và sinh viên ngành xây dựng về vật liệu composite và công nghệ liên quan.

Về doanh nghiệp và thị trường:

Doanh nghiệp cần đầu tư vào dây chuyền sản xuất composite hiện đại, giảm chi phí và nâng cao chất lượng.

Thúc đẩy quảng bá, hội thảo và triển lãm để nâng cao nhận

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

thức cộng đồng, tạo dựng niềm tin đối với vật liệu composite.

Về hợp tác quốc tế:

Khuyến khích hợp tác với các tổ chức, viện nghiên cứu và doanh nghiệp nước ngoài để tiếp nhận công nghệ tiên tiến, đồng thời tìm kiếm mô hình ứng dụng phù hợp cho Việt Nam.

5. Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Xây dựng. (2021). Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn 2050. Hà Nội.

[2] Nguyễn Hữu Tài & Lê Thị Ngọc Lan. (2019). Khả năng ứng dụng vật liệu composite polymer matrix trong kiến trúc công trình dân dụng. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 5, 45–52.

[3] Nguyễn Văn Vượng. (2018). Vật liệu composite và ứng dụng trong xây dựng. Hà Nội: NXB Xây dựng.

[4] Trần Văn Phú. (2020). Công nghệ vật liệu xây dựng hiện đại. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật.

[5] Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM. (2022). Giáo trình Vật liệu Xây dựng. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.

[6] Ashby, M. F., & Jones, D. R. H. (2012). Engineering materials 2: An introduction to microstructures and processing (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

[7] Bank, L. C. (2006). Composites for construction: Structural design with FRP materials. John Wiley & Sons.

[8] Gibson, R. F. (2016). Principles of composite material mechanics (4th ed.). CRC Press.

[9] Hollaway, L. C. (2010). Advanced fibre-reinforced polymer (FRP) composites for structural applications in construction. Woodhead Publishing.

[10] Mallick, P. K. (2007). Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design (3rd ed.). CRC Press.

[11] Strong, A. B. (2008). Fundamentals of composites manufacturing: Materials, methods and applications. Society of Manufacturing Engineers.

[12] Zaha Hadid Architects. (2014). Heydar Aliyev Center project documentation. ZHA Publications.