

SO SÁNH HIỆU QUẢ GIỮA CỌC KHOAN NHỎI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ VÀ CỌC ÉP
TRUYỀN THỐNG TRONG THI CÔNG MÓNG NHÀ CAO TẦNG TẠI BÌNH ĐỊNHVõ Hồng Thiện¹, Phạm Văn Quang^{2*}¹Trường Đại học Quang Trung, 327 Đào Tấn, Phường Quy Nhơn Bắc, Tỉnh Gia Lai, Việt Nam²Trường Đại học Lương Thế Vinh, Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, Tỉnh Ninh Bình, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: phamvanquang@ltvu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 05/7/2025
Ngày hoàn thiện: 25/8/2025
Ngày chấp nhận: 29/8/2025
Ngày đăng: 05/9/2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu này so sánh hiệu quả giữa cọc khoan nhồi đường kính nhỏ (Ø150-300mm) và cọc ép truyền thống (Ø300-600mm) trong thi công móng nhà cao tầng tại Bình Định giai đoạn 2020-2024. Áp dụng phương pháp khảo sát thực địa, mô hình hóa số (Plaxis, GeoStudio), thực nghiệm (nén tĩnh cọc, kiểm tra vật liệu) và phân tích hệ thống, nghiên cứu đã đạt được các kết quả quan trọng. Về hiệu quả kỹ thuật, cọc ép có sức chịu tải cao hơn (120±15 tấn/cọc so với 65±8 tấn/cọc) nhưng cọc khoan nhồi vượt trội về độ ổn định (độ lún 9±1.5mm so với 12±2mm) và giảm 85% rung động thi công (0.8-1.2mm/s so với 5-7mm/s). Về kinh tế, mặc dù chi phí đơn vị cao hơn 32.4%, cọc khoan nhồi tiết kiệm 28.6% thời gian thi công và giảm 65.7% chi phí phát sinh. Kết luận cho thấy cọc ép phù hợp cho công trình lớn ở khu vực ít ràng buộc, trong khi cọc khoan nhồi tối ưu cho đô thị nhờ ưu điểm về độ ổn định và giảm rung động. Nghiên cứu đề xuất hướng phát triển công nghệ kết hợp ưu điểm cả hai phương pháp.

TỪ KHÓA

Cọc khoan nhồi
Cọc ép
Móng nhà cao tầng
Hiệu quả kỹ thuật
Hiệu quả kinh tế

COMPARISON OF EFFECTIVENESS BETWEEN SMALL DIAMETER BORED
PILES AND TRADITIONAL PRESSED PILES IN HIGH-RISE BUILDING
FOUNDATION CONSTRUCTION IN BINH DINHThien Vo Hong¹, Quang Pham Van^{2*}¹Quang Trung University, 327 Dao Tan Street, Quy Nhon Bac Ward, Binh Dinh Province, Viet Nam²Luong The Vinh University, Cau Dong Street, Ninh Binh Province, Viet Nam

*Corresponding Author: phamvanquang@ltvu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Jul 05th, 2025
Revised: Aug 25th, 2025
Accepted: Aug 29th, 2025
Published: Sep 05th, 2025

ABSTRACT

This study compares the effectiveness between small-diameter bored piles (Ø150-300mm) and traditional driven piles (Ø300-600mm) in the construction of high-rise building foundations in Binh Dinh province from 2020 to 2024. Applying field surveys, numerical modeling (Plaxis, GeoStudio), experimental methods (static load tests, material testing), and system analysis, the research has yielded significant results. In terms of technical efficiency, driven piles exhibit higher load-bearing capacity (120±15 tons/pile compared to 65±8 tons/pile), while bored piles excel in stability (settlement of 9±1.5mm vs. 12±2mm) and reduce construction vibrations by 85% (0.8-1.2mm/s vs. 5-7mm/s). Economically, despite a 32.4% higher unit cost, bored piles save 28.6% in construction time and reduce additional costs by 65.7%. The conclusion indicates that driven piles are suitable for large-scale projects in less constrained areas, whereas bored piles are optimal for urban environments due to their stability and vibration reduction advantages. The study proposes future research directions to develop hybrid technologies combining the strengths of both methods.

KEYWORDS

Bored piles
Driven piles
High-rise building foundations
Technical efficiency
Economic efficiency

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh phát triển đô thị hóa mạnh mẽ hiện nay, việc xây dựng các công trình nhà cao tầng đang trở thành xu hướng tất yếu tại các tỉnh thành phát triển như Bình Định. Móng cọc đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo độ ổn định và tuổi thọ công trình, đặc biệt trong điều kiện địa chất phức tạp của khu vực. Trong số các giải pháp móng hiện nay, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ và cọc ép truyền thống đang là hai phương án được cân nhắc hàng đầu.

Thực tế thi công cho thấy mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm riêng. Cọc ép truyền thống tuy có chi phí đầu tư ban đầu thấp hơn nhưng thường gây rung động mạnh, ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Trong khi đó, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ tuy giá thành cao hơn nhưng lại phù hợp với điều kiện thi công chật hẹp và ít gây tác động đến môi trường xung quanh. Đặc biệt, tại Bình Định với đặc thù địa chất đa dạng, việc lựa chọn phương án móng tối ưu càng trở nên quan trọng.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc lựa chọn giải pháp móng phù hợp, đảm bảo cả về mặt kỹ thuật lẫn hiệu quả kinh tế. Thông qua việc so sánh toàn diện các chỉ tiêu kỹ thuật, chi phí và hiệu quả thi công, kết quả nghiên cứu sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích cho các nhà thầu, chủ đầu tư và cơ quan quản lý trong quá trình ra quyết định. Đồng thời, nghiên cứu cũng góp phần làm phong phú thêm cơ sở dữ liệu về công nghệ thi công móng tại khu vực miền Trung nói chung và tỉnh Bình Định nói riêng.

2. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu này nhằm so sánh hiệu quả giữa cọc khoan nhồi đường kính nhỏ và cọc ép truyền thống trong thi công móng nhà cao tầng tại tỉnh Bình Định, tập trung vào các mục tiêu cụ thể sau:

Đánh giá hiệu quả kỹ thuật: So sánh khả năng chịu tải, độ lún, và ảnh hưởng đến nền đất của hai loại cọc trong điều kiện địa chất đặc thù tại Bình Định.

Phân tích hiệu quả kinh tế: Tính toán chi phí vật liệu, nhân công, thời gian thi công để xác định phương án tối ưu về mặt tài chính.

Xây dựng quy trình thi công tối ưu: Đề xuất quy trình áp dụng cho từng loại cọc, đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công.

Đề xuất giải pháp kỹ thuật: Đưa ra khuyến nghị lựa chọn loại cọc phù hợp dựa trên đặc điểm địa chất, quy mô công trình và yêu cầu kỹ thuật tại địa phương.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để đạt được các mục tiêu trên, nghiên cứu áp dụng đa dạng các phương pháp khoa học sau:

Phương pháp khảo sát thực địa: Thu thập số liệu địa chất tại các công trình nhà cao tầng ở Bình Định. Đánh giá hiện trạng thi công cọc tại các dự án tiêu biểu.

Phương pháp mô hình hóa số: Phân tích ứng xử của cọc dưới tác động tải trọng tĩnh và động.

Phương pháp thực nghiệm: Thí nghiệm nén tĩnh cọc (Static Load Test) để xác định sức chịu tải thực tế; Kiểm tra chất lượng vật liệu (bê tông, cốt thép) theo tiêu chuẩn TCVN.

Phương pháp phân tích hệ thống:

So sánh tổng thể các yếu tố kỹ thuật, kinh tế, môi trường giữa hai giải pháp.

Đánh giá rủi ro và độ bền vững trong dài hạn.

Phương pháp thống kê và xử lý số liệu:

Sử dụng phần mềm SPSS, Excel để phân tích dữ liệu khảo sát và thí nghiệm.

Xây dựng biểu đồ, bảng so sánh hiệu quả giữa hai phương pháp.

2.3. Tiếp cận nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo hướng kết hợp lý thuyết và thực nghiệm, bao gồm:

Phân tích tài liệu: Tổng hợp các nghiên cứu trước đây về cọc khoan nhồi và cọc ép.

Khảo sát thực tế: Lấy mẫu đất, đánh giá điều kiện địa chất tại Bình Định.

Mô phỏng và kiểm chứng: Đối chiếu kết quả mô hình với dữ liệu thực tế để đảm bảo độ tin cậy.

2.4. Phạm vi nghiên cứu

SO SÁNH HIỆU QUẢ GIỮA CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ VÀ CỌC ÉP TRUYỀN THỐNG TRONG THI CÔNG MÓNG NHÀ CAO TẦNG TẠI BÌNH ĐỊNH

Đối tượng nghiên cứu: Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ ($\varnothing 150\text{--}300\text{mm}$) và cọc ép bê tông cốt thép truyền thống ($\varnothing 300\text{--}600\text{mm}$).

Phạm vi địa lý: Các công trình nhà cao tầng (từ 10 tầng trở lên) tại tỉnh Bình Định.

Thời gian nghiên cứu: Dữ liệu được thu thập từ các dự án thi công trong giai đoạn 2020–2024.

Giới hạn nghiên cứu: Tập trung vào hiệu quả kỹ thuật và kinh tế, chưa xét đến yếu tố môi trường dài hạn.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả đánh giá hiệu quả kỹ thuật

Bảng 1: So sánh đặc tính kỹ thuật giữa hai loại cọc

Chỉ tiêu	Cọc ép truyền thống ($\varnothing 400\text{mm}$)	Cọc khoan nhồi ($\varnothing 250\text{mm}$)	Ghi chú
Sức chịu tải trung bình (tấn/cọc)	120 ± 15	65 ± 8	Thí nghiệm nén tĩnh 15 cọc mỗi loại
Độ lún sau 1 năm (mm)	12 ± 2	$9 \pm 1,5$	Theo dõi tại 3 công trình
Mức độ rung động (mm/s)	5-7	0,8-1,2	Đo bằng máy đo rung
Số lượng cọc cho nhà 15 tầng	180-200	240-260	Diện tích móng 800m^2
Hiệu suất vật liệu (tấn/ m^3)	2,4	2,9	Tính theo thể tích cọc

Kết quả nghiên cứu từ Bảng 1 cho thấy sự khác biệt rõ rệt về đặc tính kỹ thuật giữa hai loại cọc. Về khả năng

chịu tải, cọc ép truyền thống ($\varnothing 400\text{mm}$) đạt giá trị trung bình 120 ± 15 tấn/cọc, cao hơn gần gấp đôi so với cọc khoan nhồi ($\varnothing 250\text{mm}$) chỉ đạt 65 ± 8 tấn/cọc. Tuy nhiên, khi xét về hiệu suất sử dụng vật liệu, cọc khoan nhồi thể hiện ưu thế vượt trội với 2.9 tấn/ m^3 so với 2.4 tấn/ m^3 của cọc ép, tương đương hiệu suất cao hơn 20.8%. Điều này cho thấy mặc dù có sức chịu tải đơn nhỏ hơn, cọc khoan nhồi sử dụng vật liệu hiệu quả hơn.

Về độ ổn định lâu dài, kết quả theo dõi tại các công trình thực tế cho thấy cọc khoan nhồi có độ lún sau 1 năm ($9 \pm 1.5\text{mm}$) nhỏ hơn đáng kể so với cọc ép ($12 \pm 2\text{mm}$), chứng tỏ khả năng làm việc ổn định hơn trong điều kiện nền đất yếu tại Bình Định. Đặc biệt, cọc khoan nhồi thể hiện ưu điểm vượt trội về mức độ rung động khi thi công, chỉ ở mức 0.8-1.2 mm/s so với 5-7 mm/s của cọc ép, giảm tới 80-85% rung động.

Về số lượng cọc cần thiết cho công trình nhà 15 tầng (diện tích móng 800m^2), cọc ép yêu cầu 180-200 cọc, ít hơn 25-30% so với 240-260 cọc của giải pháp khoan nhồi. Tuy nhiên, sự chênh lệch này được bù đắp bởi khả năng thi công nhanh và ít ảnh hưởng đến môi trường xung quanh của cọc khoan nhồi.

3.2. Kết quả phân tích hiệu quả kinh tế

Kết quả phân tích chi phí thi công cho thấy những khác biệt đáng kể giữa hai phương pháp. Xét về chi phí trực tiếp, cọc khoan nhồi có giá thành đơn vị cao hơn 32.4% (2.45 triệu đồng/m so với 1.85 triệu đồng/m của cọc ép), chủ yếu do chi phí vật tư chiếm tỷ trọng lớn hơn (62% so với 58%). Tuy nhiên, phương pháp khoan nhồi lại thể hiện nhiều ưu điểm vượt trội khi xét tổng thể dự án.

Về nhân công, cọc khoan nhồi tiết kiệm được 5 điểm phần trăm (chỉ chiếm 20% tổng chi phí so với 25% của cọc ép) nhờ quy trình thi công được cơ giới hóa cao. Đặc biệt, thời gian thi công được rút ngắn đáng kể (4-5 ngày/100 cọc so với 6-7 ngày của cọc ép), giúp tiết kiệm 28.6% thời gian, góp phần đẩy nhanh tiến độ tổng thể.

Một ưu điểm nổi bật khác là chi phí phát sinh của cọc khoan nhồi thấp hơn tới 65.7% (120.000 đồng/cọc so với 350.000 đồng/cọc), chủ yếu do không phải đầu tư các biện pháp giảm chấn, xử lý rung động như với cọc ép. Như vậy, mặc dù chi phí đơn vị cao hơn, nhưng xét về tổng thể dự án, cọc khoan nhồi mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn nhờ tiết kiệm thời gian, nhân công và giảm thiểu các chi phí phát sinh, đặc biệt phù hợp với các công trình có yêu cầu tiến độ gấp hoặc thi công trong khu vực đông dân cư.

3.3. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm

Kết quả mô phỏng bằng phần mềm Plaxis cho thấy sự khác biệt rõ rệt về đặc tính làm việc của hai loại cọc. Về ứng suất phát sinh trong đất nền, cọc ép tạo ra ứng suất lớn nhất 3.2 MPa, cao hơn 14.3% so với 2.8 MPa của cọc khoan nhồi. Điều này cho thấy cọc khoan nhồi phân bố tải trọng đồng đều hơn trong nền đất. Độ lún dự đoán của cọc ép (15mm) cũng lớn hơn đáng kể (36.4%) so với cọc khoan nhồi (11mm), chứng tỏ khả năng làm việc ổn định hơn của giải pháp khoan nhồi.

Về độ an toàn, hệ số an toàn của cọc khoan nhồi đạt 2.3, cao hơn 9.5% so với 2.1 của cọc ép, thể hiện khả năng đảm bảo an toàn tốt hơn trong các điều kiện làm việc khác nhau. Đặc biệt, phạm vi ảnh hưởng của cọc khoan nhồi chỉ khoảng 6.2m, nhỏ hơn 27% so với 8.5m của cọc ép, cho thấy ưu thế rõ rệt khi thi công trong khu vực có các công trình lân cận.

Các kết quả này khẳng định cọc khoan nhồi có khả năng phân bố tải trọng tốt hơn, giảm thiểu ảnh hưởng đến nền đất xung quanh và đảm bảo độ ổn định cao hơn so với cọc ép truyền thống, đặc biệt phù hợp với các công trình trong khu vực đô thị có nhiều ràng buộc về mặt không gian và yêu cầu khắt khe về độ lún.

3.4. Phân tích hiệu quả kinh tế - kỹ thuật

Kết quả nghiên cứu cho thấy mỗi phương pháp thi công cọc đều có những ưu nhược điểm riêng khi xét trên cả hai phương diện kinh tế và kỹ thuật.

Về hiệu quả kỹ thuật: Cọc ép truyền thống thể hiện ưu thế rõ rệt về khả năng chịu tải đơn vị (120 ± 15 tấn/cọc so với 65 ± 8 tấn/cọc của cọc khoan nhồi), đặc biệt phù hợp với nền đất cát chặt. Tuy nhiên, cọc khoan nhồi lại vượt trội về độ ổn định lâu dài (độ lún chỉ 9 ± 1.5 mm so với 12 ± 2 mm), khả năng phân bố tải đều trong đất nền (ứng suất lớn nhất 2.8MPa so với 3.2MPa) và đặc biệt phù hợp với đất sét yếu. Hệ số an toàn của cọc khoan nhồi cũng cao hơn (2.3 so với 2.1), đồng thời giảm tới 27% phạm vi ảnh hưởng tới nền đất xung quanh.

Về hiệu quả kinh tế: Mặc dù chi phí đơn vị của cọc khoan nhồi cao hơn 32.4%, nhưng xét tổng thể lại mang lại nhiều lợi ích kinh tế đáng kể: tiết kiệm 28.6% thời gian thi công, giảm 5% chi phí nhân công và đặc biệt giảm tới 65.7% chi phí phát sinh. Hiệu suất sử dụng vật liệu của cọc khoan nhồi cũng cao hơn 20.8%, giúp tối ưu hóa chi phí vật tư.

3.5. Phân tích SWOT giải pháp

Phân tích SWOT là công cụ quan trọng để đánh giá toàn diện giải pháp thi công. Ma trận SWOT (Bảng 4) cung cấp cái nhìn hệ thống về các yếu tố nội bộ (điểm mạnh, điểm yếu) và yếu tố bên ngoài (cơ hội, thách thức) ảnh hưởng đến hiệu quả của giải pháp.

3.5.1. Giải pháp cọc ép truyền thống

Điểm mạnh (Strengths)	Điểm yếu (Weaknesses)
Khả năng chịu tải đơn vị cao (120 ± 15 tấn/cọc)	Gây rung động mạnh (5-7mm/s)
Chi phí đơn vị thấp hơn (1,850,000đ/m dài)	Độ lún lớn hơn (12 ± 2 mm)
Thi công nhanh ở diện tích rộng	Phạm vi ảnh hưởng rộng (8.5m)
Ít phụ thuộc vào điều kiện địa chất phức tạp	Khó thi công trong khu vực chật hẹp
Cơ hội (Opportunities)	Thách thức (Threats)

SO SÁNH HIỆU QUẢ GIỮA CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ VÀ CỌC ÉP
TRUYỀN THỐNG TRONG THI CÔNG MÓNG NHÀ CAO TẦNG TẠI BÌNH ĐỊNH

Ứng dụng cho các dự án lớn ven đô	Quy định ngày càng nghiêm ngặt về rung động
Phát triển công nghệ giảm chấn	Khó khăn khi thi công trong đô thị
Tối ưu hóa thiết kế giảm chi phí	Cạnh tranh với các công nghệ mới

3.5.2. Giải pháp cọc khoan nhồi đường kính nhỏ

Điểm mạnh (Strengths)	Điểm yếu (Weaknesses)
Thi công linh hoạt trong không gian hẹp	Chi phí đơn vị cao hơn (2,450,000đ/m dài)
Rung động thấp (0.8-1.2mm/s)	Sức chịu tải đơn vị thấp hơn (65±8 tấn/cọc)
Độ lún nhỏ (9±1.5mm)	Yêu cầu kỹ thuật thi công cao
Hiệu suất vật liệu cao (2.9 tấn/m³)	Phụ thuộc nhiều vào chất lượng thi công
Cơ hội (Opportunities)	Thách thức (Threats)
Nhu cầu ngày càng tăng ở đô thị	Cạnh tranh về giá với công nghệ khác
Phát triển vật liệu và công nghệ mới	Đòi hỏi nhân lực trình độ cao
Ứng dụng cho công trình đặc biệt	Rủi ro khi thi công trong đất phức tạp

Phân tích SWOT đã cung cấp đánh giá toàn diện về hai giải pháp thi công móng. Đối với cọc ép truyền thống, điểm mạnh nổi bật là khả năng chịu tải cao (120±15 tấn/cọc) và chi phí thấp (1,850,000đ/m), phù hợp cho các dự án quy mô lớn ở khu vực ít ràng buộc. Tuy nhiên, nhược điểm chính là gây rung động mạnh (5-7mm/s) và độ lún lớn (12±2mm), làm hạn chế ứng dụng trong đô thị. Cơ hội phát triển nằm ở các dự án ven đô, trong khi thách thức đến từ các quy định ngày càng nghiêm ngặt về môi trường.

Về cọc khoan nhồi, giải pháp này tỏ ra vượt trội trong môi trường đô thị nhờ ưu điểm giảm rung (0.8-1.2mm/s),

độ lún nhỏ (9±1.5mm) và tính linh hoạt cao. Tuy nhiên, chi phí cao hơn (2,450,000đ/m) và yêu cầu kỹ thuật thi công phức tạp là những rào cản cần vượt qua. Cơ hội mở rộng thị trường rất lớn do nhu cầu xây dựng đô thị tăng cao, nhưng đồng thời cũng phải đối mặt với thách thức về cạnh tranh công nghệ và đòi hỏi nhân lực chất lượng cao.

Qua phân tích có thể thấy, mỗi giải pháp đều có phạm vi ứng dụng phù hợp riêng. Xu hướng phát triển trong tương lai cần tập trung vào việc kết hợp ưu điểm của cả hai công nghệ, đồng thời khắc phục những hạn chế hiện tại để nâng cao hiệu quả tổng thể.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã chỉ rõ sự khác biệt rõ rệt về hiệu quả kỹ thuật và kinh tế giữa hai phương pháp thi công móng cọc. Cọc ép truyền thống tỏ ra vượt trội về khả năng chịu tải (120±15 tấn/cọc) và chi phí ban đầu thấp hơn (1,850,000đ/m), phù hợp cho các công trình lớn ở khu vực ít ràng buộc. Trong khi đó, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ thể hiện ưu thế rõ rệt về độ ổn định (độ lún chỉ 9±1.5mm), khả năng thi công linh hoạt trong không gian hẹp và đặc biệt phù hợp với môi trường đô thị nhờ giảm tới 85% rung động. Về mặt kinh tế, mặc dù chi phí đơn vị cao hơn 32.4%, cọc khoan nhồi mang lại nhiều lợi ích tổng thể nhờ tiết kiệm 28.6% thời gian thi công và giảm 65.7% chi phí phát sinh. Kết quả nghiên cứu khẳng định mỗi phương pháp đều có phạm vi ứng dụng phù hợp riêng và việc lựa chọn cần dựa trên đặc điểm cụ thể của từng công trình, địa chất và môi trường xung quanh. Xu hướng phát triển trong tương lai cần tập trung vào việc kết hợp ưu điểm của cả hai công nghệ để nâng cao hiệu quả tổng thể trong xây dựng móng nhà cao tầng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Xây dựng (2012). TCVN 9362:2012 - Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình. Nhà xuất bản Xây dựng.
[2] Bộ Xây dựng (2015). TCVN 9393:2012 - Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu. Nhà xuất bản Xây dựng.

- [3] ASTM International (2018). ASTM D1143-20: Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load.
- [4] Das, B. M. (2019). Principles of Foundation Engineering (9th Edition). Cengage Learning.
- [5] Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1980). Pile Foundation Analysis and Design. John Wiley & Sons.
- [6] Tomlinson, M. J. (2001). Foundation Design and Construction (7th Edition). Pearson Education.