

Nghiên cứu sức chịu tải cọc bê tông ly tâm dự ứng lực trong điều kiện địa chất thành phố Vĩnh Long bằng phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn

Study on the load-bearing capacity of prestressed concrete piles on soft soil in Vĩnh Long City using analytical and finite element methods.

TS. Lâm Ngọc Quý^{1,*}, Lưu Minh Kỳ²

¹ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây;

² Trung tâm GĐCLXD, Sở Xây dựng Vĩnh Long;

*Tác giả liên hệ: lamngocqui@mtu.edu.vn

■Nhận bài: 05/07/2024 ■Sửa bài: 10/08/2024 ■Duyệt đăng: 08/09/2024

TÓM TẮT

Khi các công trình được xây dựng trên nền địa chất có lớp đất bùn sét trạng thái chảy với bề dày lớn thì việc sử dụng cọc bê tông cốt thép thường có những mặt hạn chế về kích thước cọc (chiều dài và tiết diện cọc). Do đó, để khắc phục các hạn chế của loại cọc này, ta sử dụng cọc bê tông ly tâm dự ứng lực (BTLT DƯL). Nội dung bài báo tính toán sức chịu tải của cọc BTLT DƯL đường kính $D = 500 \text{ mm}$ trên nền địa chất khu vực thành phố Vĩnh Long bằng phương pháp giải tích, kết hợp với phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Plaxis 3D V20) nhằm tìm ra giá trị sức chịu tải của cọc phù hợp nhất.

Từ khóa: cọc bê tông ly tâm dự ứng lực, sức chịu tải, đất yếu, phương pháp phần tử hữu hạn, Plaxis.

ABSTRACT

When buildings are constructed on soft soil with significant thickness, there are limitations to the size of reinforced concrete piles. To overcome these limitations, prestressed centrifugal concrete piles are used. The article focuses on calculating the bearing capacity of prestressed centrifugal concrete piles with a diameter of 500 mm on the geological foundation of Vĩnh Long City using both analytical and finite element methods (Plaxis software) to determine the most suitable bearing capacity value of the pile..

Keywords: prestressed centrifugal concrete piles, bearing capacity, soft soil, finite element methods, Plaxis.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, các giải pháp nền móng được sử dụng nhiều nhất trong các công trình dân dụng có tải trọng lớn là phương án móng sâu với việc sử dụng các loại cọc như: cọc ép BTCT đúc sẵn, cọc Khoan nhồi, cọc Barette và thông dụng nhất là cọc bê tông ly tâm dự ứng lực (BTLT DƯL). Điềm qua các công trình trọng điểm lớn sử dụng cọc bê tông ly tâm dự ứng lực như: Nhà thi đấu đa năng tỉnh Vĩnh Long, Trụ sở làm việc công ty xăng dầu Petrolimex Vĩnh Long, Chi cục quản lý thị trường tỉnh Vĩnh Long, Công ty được phẩm Cửu Long

(Benovas), Trụ sở làm việc Mobiphone Vĩnh Long, Nhà khách UBND tỉnh Vĩnh Long, Hội trường Tỉnh ủy tỉnh Vĩnh Long, Đài phát thanh và truyền hình tỉnh Vĩnh Long

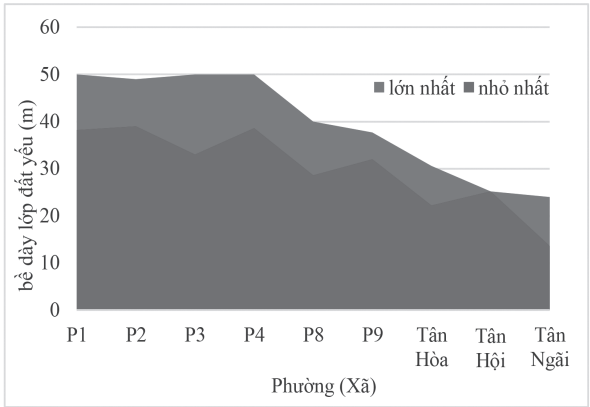
Trong các công trình xây dựng sử dụng cọc bê tông cốt thép thường có các mặt hạn chế. Việc xuất hiện sớm các vết nứt trong cọc bê tông cốt thép thường khi cọc chịu kéo và uốn, phần bê tông trong cọc phát sinh các vết nứt làm giảm khả năng chống ăn mòn của cọc, từ đó làm giảm tuổi thọ của cọc, nhất là trong các môi trường ăn mòn mạnh. Để khắc phục các hạn chế của cọc bê tông cốt thép thường

ta sử dụng cọc bê tông ly tâm dự ứng lực vì có các ưu điểm: bê tông được nén trước ở điều kiện khai thác phần bê tông không xuất hiện ứng suất kéo (hoặc nếu có xuất hiện thì giá trị nhỏ không gây nứt). Do bê tông được ứng suất trước, kết hợp với quay ly tâm đã làm cho cọc đặc chắc chịu được tải trọng cao không nứt, tăng khả năng chống thấm, chống ăn mòn cốt thép, ăn mòn sulphate. Ngoài ra, sử dụng bê tông và thép cường độ cao nên tiết diện cốt thép giảm dẫn đến trọng lượng của cọc giảm, tạo thuận lợi cho việc vận chuyển, thi công. Hơn nữa, cọc bê tông ly tâm ứng suất trước có độ cứng lớn hơn cọc bê tông cốt thép thường nên có thể đóng sâu vào nền đất, tận dụng khả năng chịu tải của đất nền dẫn đến sử dụng ít cọc trong một đài móng, dẫn đến tiết kiệm chi phí xây dựng móng có lợi về kinh tế.

Vấn đề khó khăn là địa chất khu vực thành phố Vĩnh Long có lớp đất bùn sét yếu trạng thái chảy với bề dày lớn, có khu vực dày trên 40m, được phân bố gần lớp đất mặt, dẫn đến việc tính toán sức chịu tải của cọc đôi khi cho kết quả chênh lệch khá nhiều so với kết quả thử tĩnh cọc. Do đó, việc nghiên cứu sức chịu tải cọc BTLT DUL là cần thiết nhằm bổ sung số liệu tương quan giữa đường kính cọc ứng với cấp tải trọng công trình dân dụng trong điều kiện địa chất thành phố Vĩnh Long.

Nhìn chung, lớp đất nền khu vực thành phố Vĩnh Long là lớp đất yếu với chiều dày lớn. Bề dày lớp đất yếu bùn sét thay đổi từ 4,3m đến 45m. Bề dày lớp đất yếu xuất hiện (dày nhất) ở khu vực trung tâm thành phố như Phường 1 và 3, chiều dày lớp đất yếu này giảm dần về phía khu vực cầu Mỹ Thuận như Xã Trường An, Xã Tân Hòa. Trong lớp này đặc biệt chú ý phụ lớp 1c là lớp cát bụi mịn trạng thái rời có thể xen kẽ từ 1,5m đến 14,5m. Tuy nhiên, lớp này rất không đồng đều và có thể xuất hiện ở hố khoan này nhưng không xuất hiện ở hố khoan khác gần đó khoảng 50m. Lớp đất số 2 là lớp sét, màu xám nâu, trạng thái dẻo mềm. Lớp sét dày nhất xuất hiện ở Phường 1 với bề dày lớn 37,5 m và bề dày 2,2m xuất hiện tại khu vực Phường 8. Trong lớp này có 2 phụ lớp là 2a có bề dày thay đổi từ 1,5m đến 17,6m và 2c có bề dày thay đổi từ 1,4m đến 4,5m. Tiếp

theo lớp đất số 2 là lớp số 3, cát pha trạng thái chặt với bề dày khoảng từ 1,9m đến 14m. Đây là lớp đất tốt có sức chịu tải lớn. Phía dưới lớp cát pha là lớp sét pha trạng thái nửa cứng đến cứng. Tất cả các hố khoan đều dừng khoan trong lớp đất này xuất hiện ở độ sâu từ 13,6m tại Xã Tân Hòa đến 61,3m ở Phường 9. Bề dày các lớp đất và địa điểm xuất hiện bề dày lớn nhất và nhỏ nhất trên phạm vi khu vực nghiên cứu được thể hiện như Hình 1.



Hình 1. Phân bố bề dày lớp đất yếu tại các Phường Xã

Cọc BTLT DUL là loại cọc được sản xuất bằng phương pháp ly tâm tốc độ cao, tạo nên cấu trúc đặc chắc, tăng cường khả năng chịu tải và độ bền cho cọc. Cọc BTCT ly tâm được sử dụng phổ biến trong xây dựng cho các công trình có tải trọng lớn như nhà cao tầng, cầu vượt, công trình ven biển, hoặc những công trình có địa chất phức tạp.



Hình 2. Cọc BTLT DUL

Theo nhóm tác giả Y. Sugimura, M.B. Karkee, K. Mitsui điều tra về các khía cạnh hư hỏng của cọc bê tông đúc sẵn do trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995 [1]. Tác giả đã trình bày kết quả điều tra về các khía cạnh hư hỏng của cọc bê tông đúc sẵn (PC) do trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995 gây ra. Trận động đất này đã gây ra thiệt hại nặng nề

cho các công trình xây dựng ở khu vực, bao gồm cả nhiều tòa nhà sử dụng cọc PC. Tác giả đã kiểm tra một số địa điểm bị ảnh hưởng bởi động đất và thu thập dữ liệu về hiệu suất của cọc PC. Dữ liệu này được sử dụng để đánh giá các khía cạnh hư hỏng khác nhau của cọc PC, bao gồm gãy vỡ, uốn cong và dịch chuyển. Kết quả nghiên cứu cho thấy cọc PC có thể bị hư hỏng đáng kể do động đất. Các loại hư hỏng phổ biến nhất bao gồm gãy vỡ ở phần đầu cọc và dịch chuyển ngang của cọc. Hư hỏng của cọc PC có thể dẫn đến sụp đổ của công trình xây dựng, gây ra thiệt hại về người và tài sản.

Kết quả thí nghiệm uốn của cọc bê tông cốt thép cường độ cao đúc sẵn dự ứng lực (PC) với các thanh không liên kết bố trí ở tâm mặt cắt ngang theo nhóm tác giả M. Akiyama, S. Abe, N. Aoki, M. Suzuki [2] với mục đích của nghiên cứu là đánh giá hiệu suất uốn của cọc PC với cấu hình thanh không liên kết này và so sánh nó với cọc PC truyền thống. Cọc PC được chế tạo với cường độ bê tông cao và sử dụng thép dự ứng lực cường độ cao. Các thanh không liên kết được bố trí ở tâm mặt cắt ngang của cọc. Cọc PC được thử nghiệm uốn đến khi gãy. Kết quả thí nghiệm cho thấy cọc PC với cấu hình thanh không liên kết có hiệu suất uốn tốt hơn cọc PC truyền thống. Cọc PC với thanh không liên kết có thể chịu được tải trọng lớn hơn và có độ dịch chuyển nhỏ hơn trước khi gãy.

Theo TS. Phan Dũng [3] giới thiệu một phương pháp mới để dự báo sức chịu tải dọc trục của cọc dựa trên các đặc trưng vật lý - cơ học của đất. Phương pháp này sử dụng một mô hình toán học để mô phỏng sự tương tác giữa cọc và đất, và sử dụng các thông số vật lý - cơ học của đất để xác định sức chịu tải của cọc. Cung cấp một phương pháp mới và có tiềm năng để dự báo sức chịu tải dọc trục của cọc. Phương pháp này có thể giúp các kỹ sư thiết kế móng cọc an toàn và hiệu quả hơn.

Theo Trần Văn Nam & Phạm Đức Tiệp [4]. Tác giả trình bày một phương pháp mới để tính toán sức chịu tải của cọc theo tiêu chuẩn về độ tin cậy. Phương pháp này sử dụng mô hình xác suất để mô tả sự biến động của các

tham số ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc, và sử dụng phương pháp Monte Carlo để tính toán sức chịu tải theo xác suất. Phương pháp này có thể được sử dụng để thiết kế móng cọc cho các công trình xây dựng quan trọng, có yêu cầu cao về độ tin cậy. Cung cấp một phương pháp mới và có hiệu quả để tính toán sức chịu tải của cọc theo tiêu chuẩn về độ tin cậy. Phương pháp này có thể giúp các kỹ sư thiết kế móng cọc an toàn và tiết kiệm hơn.

Theo tác giả Kiều Duy Linh và Lê Hoàng Phong [5]. Tác giả nghiên cứu áp dụng tính toán cọc chịu tải trọng ngang ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long phục vụ cho công tác thiết kế - xây dựng kè ven sông ở kênh Xáng Xà No – tỉnh Hậu Giang. Đã xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến sức chịu tải ngang của cọc ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Đã đề xuất phương pháp tính toán sức chịu tải ngang của cọc phù hợp cho khu vực nghiên cứu và có phương pháp tính toán được đề xuất đã được kiểm chứng bằng kết quả thí nghiệm và cho thấy kết quả chính xác. Kết quả nghiên cứu của tác giả có thể được áp dụng để thiết kế - xây dựng kè ven sông an toàn và hiệu quả ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Đã cung cấp thông tin hữu ích về tính toán cọc chịu tải trọng ngang ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Theo nghiên cứu của Lê Quốc Tiến lựa chọn giải pháp nền móng phù hợp cho công trình xây dựng tại Vĩnh Long [6]. Luận văn thạc sĩ của tác giả Lê Quốc Tiến, hoàn thành năm 2014 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, tập trung vào việc xác định giải pháp nền móng tối ưu cho các công trình xây dựng tại Vĩnh Long, dựa trên đặc điểm địa chất khu vực. Luận văn đã xác định được các yếu tố địa chất quan trọng ảnh hưởng đến nền móng công trình tại Vĩnh Long, đồng thời đề xuất giải pháp nền móng tối ưu cho công trình xây dựng, đảm bảo an toàn, kinh tế và phù hợp với điều kiện địa chất khu vực.

Kết hợp việc tổng hợp tình hình địa chất khu vực, tình hình sử dụng các loại cọc ở thành phố Vĩnh Long. Phân tích các ưu và nhược điểm cũng như là khả năng chịu tải của cọc BTLT DUL cho thấy rằng việc nghiên cứu

sức chịu tải của cọc BTLT DUL theo đường kính cọc ứng với cấp tải trọng công trình là thật sự cần thiết để góp phần làm tài liệu tham khảo trong quá trình thiết kế móng cọc tại khu vực địa chất này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để góp phần làm đa dạng hóa các dữ liệu so sánh, tác giả sẽ tiến hành tính toán sức chịu tải của cọc có đường kính $D = 500$ mm bằng phương pháp giải tích, đồng thời mô phỏng bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

Việc tính toán được thực hiện tại công trình Nhà Thi đấu đa năng tỉnh Vĩnh Long được xây dựng trên khu đất có diện tích 24.900 m^2 thuộc phường 2, thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long. Từ đó đưa ra số liệu so sánh và rút ra kết luận, kiến nghị.

2.1. Phương pháp giải tích Theo TCVN 10304:2014 [7]

Sức chịu tải trọng nền cực hạn của cọc đóng, ép theo chỉ tiêu vật lý

$$R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_{si} l_i)$$

trong đó:

γ_c : Hệ số điều kiện làm việc (Bảng 19), lấy $\gamma_c = 1$.

γ_{cq} : Hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc, tra Bảng 3 [7, tr.26].

γ_{cf} : Hệ số điều kiện làm việc của đất trên thân cọc tra bảng 3 [7, tr.26].

q_b : Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc tra bảng 1 [7, tr.24].

f_{si} : Cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ i trên thân cọc tra Bảng 2 [7, tr.25].

l_i : Chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ i , chia nhỏ $l_i \leq 2\text{m}$.

u : Chu vi của cọc.

A_b : Diện tích mặt cắt ngang của cọc.

Sức chịu tải trọng nền cực hạn của cọc đóng, ép theo chỉ tiêu cường độ

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum f_i l_i$$

Với, cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc theo Meyerhof: $q_b = cN'_c + q'_{\gamma,p} N'_q$

f_i : Cường độ sức kháng trung bình (ma sát đơn vị) của lớp đất thứ i trên thân cọc.

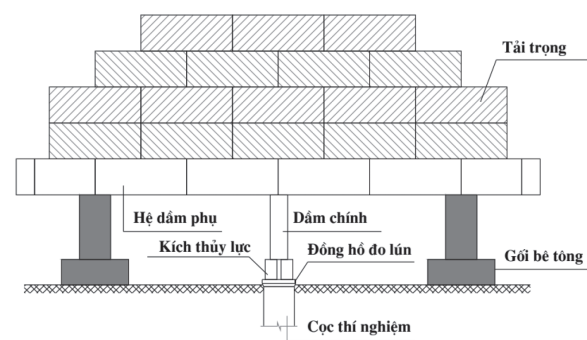
$$f_i = \alpha \times c_{u,i} + k_i \sigma'_{v,z} \times \tan \delta_i$$

Sức chịu tải cực hạn của cọc theo Viện Kiến trúc Nhật Bản 1988

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum (f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i})$$

Với $f_{c,i}$, $f_{s,i}$ – lực ma sát đơn vị được xác định dựa vào chỉ số SPT trung bình lần lượt trong lớp đất dính và rời tương ứng với $l_{c,i}$ và $l_{s,i}$

2.2. Phương pháp xác định sức chịu tải của cọc từ kết quả thí nghiệm hiện trường theo TCVN 9393:2021 [8]



Hình 3. Sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm nén tĩnh của cọc

Xác định sức chịu tải giới hạn theo chuyển vị giới hạn quy ước: Trên đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị, sức chịu tải giới hạn P_{gh} là tải trọng quy ước ứng với chuyển vị giới hạn quy ước, S_{gh} . Giới thiệu một số giá trị P_{gh} và S_{gh} theo đề nghị của các tác giả khác nhau.

Xác định sức chịu tải giới hạn theo phương pháp đồ thị: Sức chịu tải giới hạn được xác định dựa trên hình dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị $S = f(P)$, $\log S = f(\log P)$, trong nhiều trường hợp cần kết hợp với các đường cong khác như $S = f(\log t)$, $P = f(S/\log t)$... Tùy thuộc vào hình dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị, sức chịu tải giới hạn được xác định theo một trong hai trường hợp sau:

+ Trường hợp đường cong có điểm uốn rõ ràng: sức chịu tải giới hạn được xác định trực tiếp trên đường cong, là tải trọng ứng với điểm đường cong bắt đầu thay đổi độ dốc đột ngột hoặc đường cong gần như song song với trục chuyển vị;

+ Trường hợp đường cong thay đổi chậm, rất khó hoặc không thể xác định chính xác điểm uốn: sức chịu tải giới hạn được xác định theo các phương pháp đồ thị khác nhau.

Tùy thuộc vào quy trình gia tải, loại cọc thí nghiệm và điều kiện đất nền, có thể áp dụng một trong các phương pháp đồ thị sau đây để xác định sức chịu tải giới hạn của cọc, trong đó:

+ Phương pháp De Beer, phương pháp Chin, phương pháp 80 % của Brinch Hansen là các phương pháp thích hợp xác định sức chịu tải từ kết quả thí nghiệm theo quy trình gia tải tốc độ chậm;

+ Phương pháp Davission, phương pháp Fuller và Hoy, phương pháp Butler và Hoy là các phương pháp thích hợp xác định sức chịu tải từ kết quả thí nghiệm theo quy trình gia tải tốc độ nhanh;

+ Phương pháp 90% của Brinch Hansen là phương pháp thích hợp xác định sức chịu tải từ kết quả thí nghiệm theo quy trình gia tải tốc độ với tốc độ chuyển vị không đổi CRP. phương pháp thích hợp xác định sức chịu tải từ kết quả thí nghiệm theo quy trình gia tải tốc độ với tốc độ chuyển vị không đổi CRP.

2.3. Phương pháp phần tử hữu hạn

Bên cạnh các công thức giải tích theo nhiều tác giả và tiêu chuẩn, phương pháp phần tử hữu hạn cũng được xem là một trong những phương pháp xác định sức chịu tải của cọc đơn có độ tin cậy cao. Phần mềm Plaxis 3D [9] được xem là một trong những phần mềm trên nền tảng phương pháp phần tử hữu hạn, được dùng để tính toán các bài toán địa kỹ thuật từ cơ bản đến nâng cao. Cụ thể là việc mô phỏng nén tĩnh cọc bằng phần mềm Plaxis 3D đã được rất nhiều chuyên gia địa kỹ thuật xây dựng sử dụng để mô phỏng sức chịu tải của cọc phục vụ cho việc nghiên cứu tính toán, phân tích và so sánh với kết quả tính được bằng phương pháp giải tích và phương pháp nén tĩnh cọc hiện trường.

Mô hình Mohr - Coulomb trong Plaxis được dựa trên ý tưởng quy luật cơ bản đàn

hồi - dẻo với mặt ngưỡng cố định không bị tác động bởi biến dạng dẻo và trạng thái ứng suất của một điểm nằm trong mặt ngưỡng đàn hồi thuần túy. Không có quy luật tái bền hay hóa mềm yêu cầu đối với mô hình Mohr - Coulomb vì nó được giả định là dẻo thuần túy. Hàm ngưỡng dẻo f được giới thiệu như là một hàm ứng suất biến dạng mà có thể được trình bày như là một mặt trong không gian ứng suất chính. Điều kiện chảy Mohr – Coulomb là một mở rộng của định luật ma sát của Coulomb về trạng thái ứng suất tổng quát. Trong thực tế, điều kiện này đảm bảo rằng ma sát thỏa mãn ở bất kỳ mặt phẳng trong vật liệu. Điều kiện chảy bao gồm sáu hàm chảy có biến là các ứng suất chính theo Smith và Griffith (1982). Đây cũng là điều kiện phá hoại của vật liệu. Trong đó có hai thông số chính là lực dính c và góc nội ma sát ϕ .

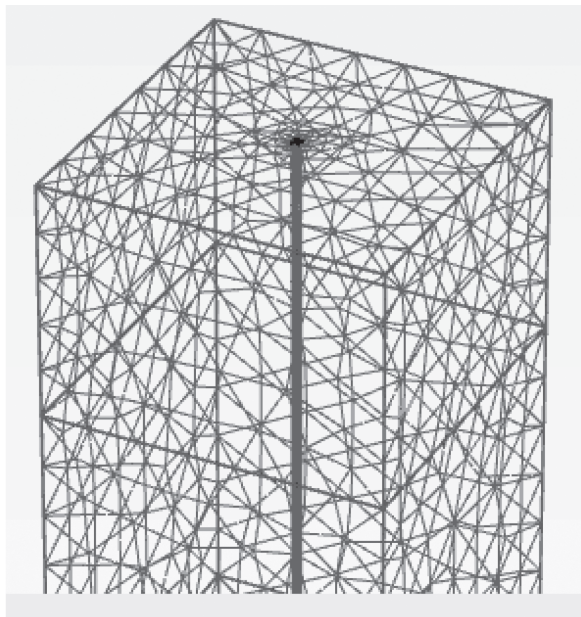
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Việc tính toán sức chịu tải của cọc theo phương pháp giải tích dựa trên tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10304:2014 và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D v20.

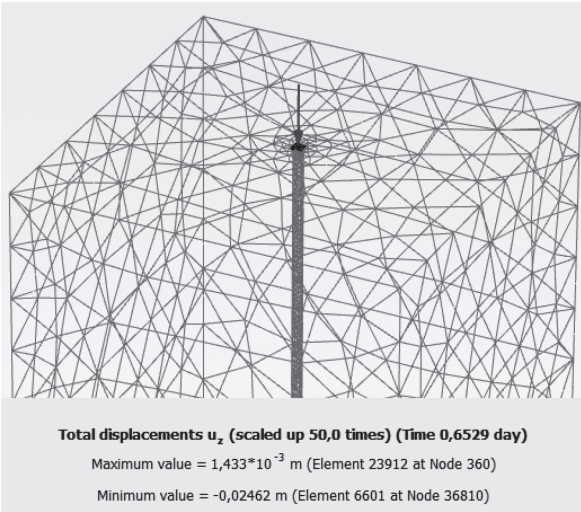
Các giai đoạn thực hiện nén tĩnh cọc trên phần mềm dựa trên TCVN 9393:2012 Bảng 1.

Bảng 1: Các giai đoạn mô phỏng nén tĩnh cọc theo TCVN 9393:2012

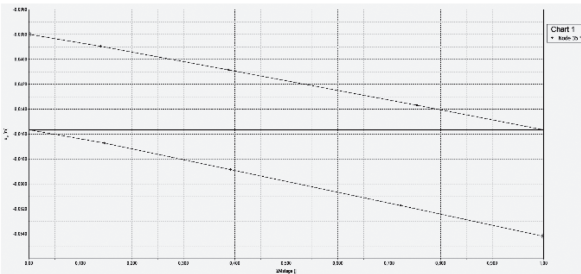
- GĐ 1: ép cọc.	- GĐ 10: Gia tải 25%
- GĐ 2: Gia tải 10%	= 375 kN
= 150 kN	- GĐ 11: Gia tải 50%
- GĐ 3: Giảm tải về 0	= 750 kN
- GĐ 4: Gia tải 25%	- GĐ 12: Gia tải 75%
= 375 kN	= 1125 kN
- GĐ 5: Gia tải 50%	- GĐ 13: Gia tải 100%
= 750 kN	= 1500 kN
- GĐ 6: Gia tải 75%	- GĐ 14: Gia tải 125%
= 1125 kN	= 1875 kN
- GĐ 7: Gia tải 100%	- GĐ 15: Gia tải 150%
= 1500 kN	= 1875 kN
- GĐ 8: Giảm tải 50%	- GĐ 16: Gia tải 175%
= 750 kN	= 2625 kN
- GĐ 9: Giảm tải 0	- GĐ 17: Gia tải 200%
	= 3000 kN



Hình 4. Kết quả chia lưới phần tử



Hình 5. Chuyển vị đứng của cọc khi chịu tải trọng 100%Ptk = Pmax =1500 kN



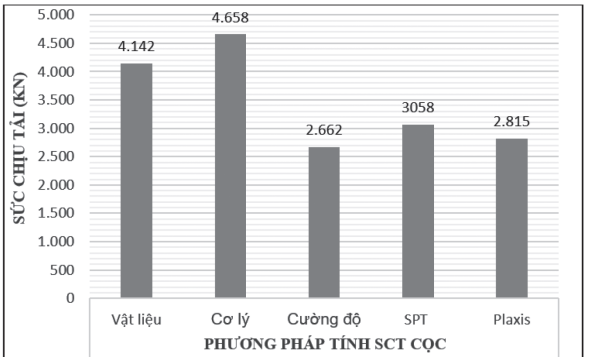
Hình 6. Biểu đồ quan hệ tải trọng – chuyển vị

Từ Hình 5, ta có thể xác định giá trị tải trọng giới hạn khi cọc đạt chuyển vị giới hạn là 0,1D là 2813 kN (với D đường kính cọc). Theo TCVN 9393:2012 thì tải trọng giới hạn này cũng chính là sức chịu tải cực hạn của cọc.

Kết quả tính toán theo các phương pháp được trình bày như Bảng 2.

Bảng 2: Giá trị sức chịu tải cọc theo các phương pháp

Phương pháp giải tích			Phương pháp PTHH
SCT cọc theo các chỉ tiêu	SCT cực hạn (kN)	SCT thiết kế (R_{ck}) (kN)	SCT cực hạn (kN)
Cường độ vật liệu	4142	1500	2815
Chỉ tiêu cơ lý	4658		
Chỉ tiêu cường độ của đất nền	2662		
Thí nghiệm SPT	3058		



Hình 7. Giá trị sức chịu tải cọc theo các phương pháp

Nhận xét: Kết quả tính toán ở Bảng 2 và Hình 7 cho thấy giá trị sức chịu tải cực hạn của cọc được xác định theo chỉ tiêu cường độ là 2662 kN, là giá trị nhỏ nhất được lựa chọn để thiết kế móng cọc. Tuy nhiên, theo kết quả mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D V20 là 2815 kN so với kết quả được xác định theo thí nghiệm SPT là 3058 kN. Điều này có thể thấy rằng, để đảm bảo an toàn lẫn kinh tế thì chúng ta nên sử dụng giá trị sức chịu tải của cọc theo kết quả mô phỏng nén tĩnh cọc bằng phần mềm Plaxis 3D V20 là phù hợp nhất để lựa chọn làm giá trị sức chịu tải thiết kế.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tính toán giải tích và mô phỏng sức chịu tải của cọc bằng phần mềm Plaxis 3D, từ đó rút ra kết luận như sau:

Kết quả mô phỏng cho thấy với cọc BTLT DU'L đường kính $D = 500$ mm trong nền đất yếu có bề dày lớn khu vực thành phố Vĩnh Long có giá trị sức chịu tải cực hạn theo mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D có giá trị là 2815 kN gần bằng với giá trị sức chịu tải của cọc được xác định theo thí nghiệm SPT là 3058 kN. Điều này cho thấy việc mô phỏng sức chịu tải của cọc bằng phần mềm Plaxis 3D cho giá trị khá tin cậy và có thể tham khảo trong quá trình thiết kế cọc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Sugimura, M.B. Karkee, K. Mitsuji, "An investigation on aspects of damage to precast concrete piles due to the 1995 Hyogoken-Nambu earthquake," in: *Proceedings of the Third UJNR Workshop on Soil-structure Interaction, 2004*, Menlo Park, California, USA, pp. 1–16.
- [2] M. Akiyama, S. Abe, N. Aoki, M. Suzuki, "Flexural test of precast high-strength reinforced concrete pile prestressed with unbonded bars arranged at the center of the cross-section," *Eng. Struct.*, 34 (2012) 259–270.
- [3]. Phan Dũng, "Về một phương pháp dự báo sức chịu tải dọc trục của cọc dựa trên các đặc trưng vật lý – Cơ học của đất," *Tạp chí khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải Tp.Hồ Chí Minh*, No.1/2007, tr.22-30, năm 2007.
- [4]. T.V. Nam & P.Đ. Tiệp, "Tính toán sức chịu tải của cọc theo tiêu chuẩn về độ tin cậy," *Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật*, Số 200, 2019.
- [5]. K.D.Linh và L.H.Phong, "Nghiên cứu áp dụng tính toán cọc chịu tải trọng ngang ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long phục vụ cho công tác thiết kế - xây dựng kè ven sông ở kênh Xáng Xà No – tỉnh Hậu Giang," *Tạp chí Khoa học và Kinh tế phát triển*, số 05, tr.45-76, 2019.
- [6]. L.Q. Tiến, "Nghiên cứu lựa chọn giải pháp nền móng hợp lý với điều kiện địa chất công trình xây dựng ở thành phố Vĩnh Long," Luận văn thạc sĩ xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2014.
- [7]. TCVN 10304:2014: Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2014.
- [8]. TCVN 9393:2012: Cọc - Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012.
- [9]. Reference Manual, Plaxis 3D CONNECT Edition V20, Bentley Co., 2020.