

## **ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỌC KHOAN NHỒI TỪ KẾT QUẢ NÉN TĨNH TẠI HIỆN TRƯỜNG**

**Nguyễn Ngọc Thắng<sup>1</sup>**

**Tóm tắt:** *Xác định sức chịu tải của cọc khoan nhồi từ thí nghiệm nén tĩnh dọc trục là phương pháp đáng tin cậy, cho phép kiểm nghiệm lại các phương pháp tính toán sức chịu tải theo lý thuyết, từ đó chọn ra giá trị sức chịu tải chính xác nhất của cọc. Nguyên lý của phương pháp thí nghiệm là gia tải nén dọc trục theo từng cấp lên cọc thử và tiến hành đo độ lún ổn định của cọc tương ứng cho tới lúc đạt giá trị cực hạn của cấp tải đó. Phương pháp này phù hợp với mô hình làm việc thực tế của cọc và đất nền nên cho kết quả đánh giá sức chịu tải của cọc có độ tin cậy cao. Tuy nhiên việc định lượng chuyển vị đầu cọc ứng với tải trọng cực hạn mới chỉ là quy ước; hoặc như tải trọng nén dọc trục,  $P_{thử}$ , được chỉ định lấy bằng hai trăm phần trăm sức chịu tải thiết kế,  $P_{tk}$ , trong khi trị số  $P_{tk}$  này lại phụ thuộc vào phương pháp tính toán lý thuyết sức chịu tải của cọc, điều kiện địa chất, chiều sâu cọc nên kết quả thu được có những sai số khác nhau. Bài báo này dựa trên kết quả thí nghiệm nén tĩnh dọc trục cọc khoan nhồi tại một số công trình trong khu vực đất yếu ở Thành phố Hồ Chí Minh để so sánh, đánh giá với giá trị sức chịu tải được tính toán từ các phương pháp lý thuyết khác nhau trong TCVN 10304:2014.*

**Từ khoá:** Cọc khoan nhồi, thí nghiệm nén tĩnh, sức chịu tải cọc, sức chịu tải thiết kế.

### **1. GIỚI THIỆU CHUNG**

Trong nhiều năm qua, công nghệ - cọc khoan nhồi đã được áp dụng mạnh mẽ trong xây dựng công trình ở nước ta. Ước tính hàng năm chúng ta thực hiện khoảng 50 ÷ 70 nghìn mét dài cọc khoan nhồi có đường kính 0,8 ÷ 2,5m, với chi phí khoảng 1300 ÷ 1400 tỷ đồng. Cọc khoan nhồi là cọc bê tông cốt thép ở đó bê tông được thi công đổ tại chỗ vào nền đất trong các lỗ tạo bằng phương pháp khoan hoặc ống thiết bị. Cọc khoan nhồi được gọi theo công nghệ tạo lỗ và đổ bê tông, tên Tiếng Anh gọi là "bored pile" hoặc "drilled piers" đối với cọc có đường kính lớn hoặc "Micropile" cho các loại cọc có đường kính nhỏ hơn (Nguyễn Văn Quảng, 2014). Công nghệ thi công cọc khoan tạo lỗ và thi công bê tông trực tiếp, do vậy quá trình thi công cọc nằm trong lòng đất dễ sinh ra các khuyết tật co thắt, hẹp cục bộ, bê tông quanh thân cọc bị rửa

trôi, rỗ bề mặt, lẫn các tạp chất làm giảm khả năng chịu lực của cọc. Bên cạnh đó công trường thi công lộ thiên và ngoài trời nên tiến độ thi công phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, môi trường (Phan Trường Phiệt, 2007; Nguyễn Hữu Đầu, 2014).

Tính toán thiết kế cọc khoan nhồi được chỉ dẫn khá cụ thể, chi tiết và tường minh trong TCVN 10304 : 2014 (Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc, 2014) và các chỉ dẫn thiết kế. Tuy nhiên vì sức chịu tải cọc khoan nhồi phụ không chỉ phụ thuộc vào các chỉ tiêu, cường độ thông số nền đất, vật liệu kích thước đường kính và chiều sâu cọc, các giả thiết ứng xử của đất đối với cọc mà còn phụ thuộc vào biện pháp thi công, kỹ thuật và giải pháp thi công. Do vậy để chọn được sức chịu tải của cọc sát với điều kiện tính toán và làm việc thực tế cần được thí nghiệm kiểm tra, đánh giá sức chịu tải cọc trước khi thiết kế đại trà (Nguyễn Viết Trung, 2012).

---

<sup>1</sup> Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

Phương pháp thử tải trọng tĩnh truyền thống là phương pháp trực tiếp xác định sức chịu tải của cọc, thực chất là xem xét ứng xử của cọc (độ lún) trong điều kiện cọc làm việc như thực tế dưới tải trọng công trình. Dựa trên quan hệ tải trọng-độ lún, sức chịu tải của cọc được xác định với một hệ số an toàn xác định bởi thiết kế. Hiện nay phương pháp này vẫn được coi là phương pháp có độ chính xác cao nhất. Ở Việt Nam hiện nay phương pháp thí nghiệm nén tĩnh đã trở nên quen thuộc và được sử dụng khá phổ biến (Nguyễn Hữu Đầu, 2014).

## 2. THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI CỌC KHOAN NHỒI

### 2.1. Phương pháp gia tải bằng tải trọng tĩnh

Quy trình nén chậm với tải trọng không đổi, cho phép đánh giá đồng thời khả năng chịu tải và độ lún của cọc theo thời gian, tuy vậy quy trình này đòi hỏi nhiều thời gian có thể kéo dài

nhiều ngày. Sơ đồ hiện trường gia tải thí nghiệm nén tĩnh cọc được thể hiện như trên 1 trong đó tải trọng thí nghiệm được cung cấp bởi các kích thủy lực, biến dạng lún đo bằng các đồng hồ, minh họa ở hình 2 (Nguyễn Bá Kế, 2020).



Hình 1. Hiện trường gia tải thí nghiệm nén tĩnh cọc  
(Nguồn: <https://www.kynangxaydung.com/2020/09/thiet-ke-xay-dung-suc-chiu-tai-nen-tinh/>)



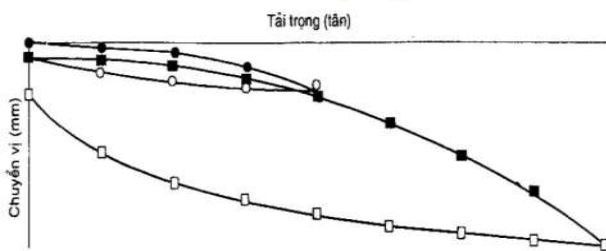
Hình 2. Minh họa thiết bị đo lực và đồng hồ chuyển vị thí nghiệm nén tĩnh cọc  
(Nguồn: <https://hoplong1295.com/thu-nghiem-kiem-tra-suc-chiu-tai-cua-coc/>)

### 2.2. Đánh giá sức chịu tải cọc từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh

Xác định sức chịu tải giới hạn theo phương pháp đồ thị: dựa trên đường cong quan hệ tải trọng – chuyển vị, các dạng đường cong được thiết lập khá đa dạng, tùy thuộc vào phương pháp gia tải và độ lớn các cấp tải hoặc tùy thuộc vào thời gian của các cấp tải. Có hai trường hợp sau: 1) Nếu đường cong tải trọng – chuyển vị  $S = f(P)$  có điểm uốn rõ ràng, sức

chịu tải giới hạn là tải trọng tương ứng với điểm đường cong bắt đầu thay đổi tốc độ đột ngột hoặc đường cong gần như song song với trục chuyển vị; 2) Trường hợp đường cong  $S = f(P)$  thay đổi chậm không thể xác định điểm uốn, khi đó sử dụng phương pháp xác định khác nhau như phương pháp Davisson, phương pháp Chin, phương pháp De Beer và Wallays hay phương pháp Fuller và Hoy, ... (Nguyễn Ngọc Thắng, 2020). Trong nội dung

nguyên cứu này sức chịu tải cọc từ thí nghiệm được lấy theo phương pháp đồ thị TCVN 9393: 2012 (Cọc - Phương pháp thí nghiệm tải trọng tĩnh nén dọc trục, 2012), sức chịu tải giới hạn được xác định dựa trên hình dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị  $S = f(P)$ , minh họa hình vẽ 3.



Hình 3. Đường cong xác định sức chịu tải cọc từ thí nghiệm theo TCVN 9393:2012

### 3. ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỌC KHOAN NHỒI TỪ KẾT QUẢ NÉN TĨNH TẠI HIỆN TRƯỜNG CHO KHU VỰC ĐẤT YẾU THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

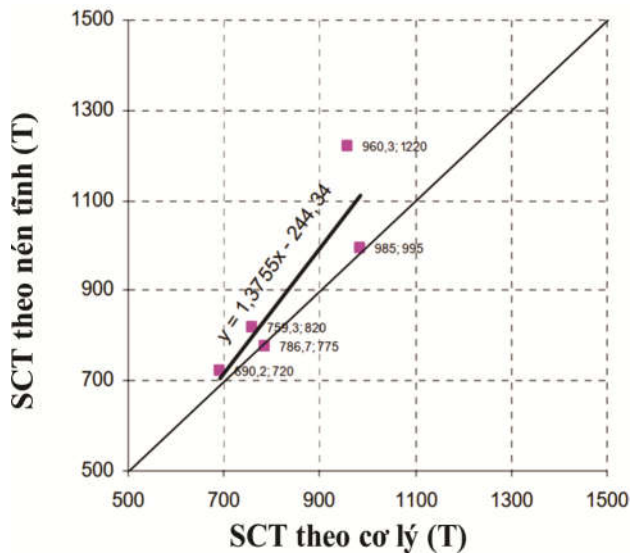
a) *Kết quả tính toán chịu tải cọc tại một số Dự án tại Thành phố Hồ Chí Minh*

Sức chịu tải (SCT) của cọc tính theo TCVN 10304:2014 (Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc, 2014), được tính theo chỉ tiêu cơ lý của nền đất, cường độ đất nền và tính toán theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT theo Meyerhof, Nhật Bản và Schmertmann; SCT từ thí nghiệm lấy theo TCVN 9393:2012 (Cọc - Phương pháp thí nghiệm tải trọng tĩnh nén dọc trục, 2012) bằng phương pháp đồ thị, tổng hợp trong bảng từ 1, hình vẽ từ 4 đến 9 biểu diễn tương quan giữa SCT thí nghiệm và lý thuyết (Hội khoa học kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh, 2020).

**Bảng 1. Sức chịu tải cọc tại một số dự án thực tế**

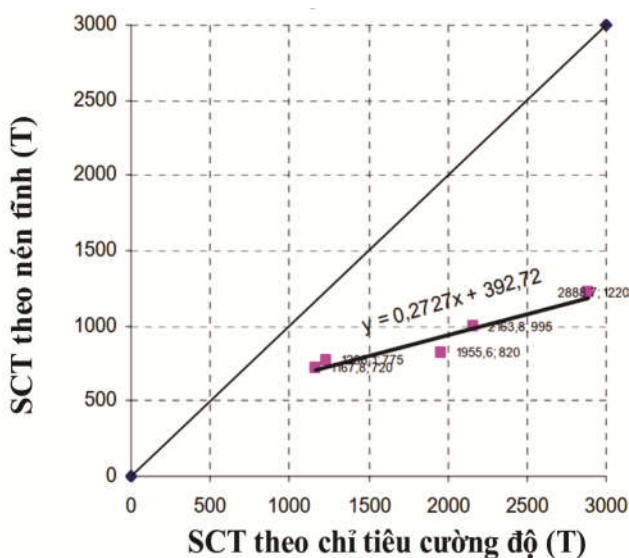
STT	Các công trình cụ thể	Theo chỉ tiêu cơ lý đất nền	Theo chỉ tiêu cường độ của đất nền	Theo kết quả SPT, Meyerhof	Theo kết quả SPT, Nhật Bản	Theo kết quả SPT, Schmertmann	Theo thí nghiệm hiện trường
1	Cao ốc 14 tầng, Gia Phúc, Quận Thủ Đức, cọc nhồi D800, L = 40m	690,2	1167,8	351,5	608,3	720,0	720
2	Dự án Văn phòng Waseco, Quận Tân Bình, cọc nhồi D1000, L = 38,5m	786,7	1236,1	484,9	816,5	849,0	775
3	Dự án Chung cư 20 tầng An Hòa, Quận 2, cọc nhồi D1000, L = 56,5m	759,3	1955,6	469,0	856,2	856,6	820
4	Dự án Cao ốc Diamond Plaza, Quận 1, cọc nhồi D1300, L = 45m	985,0	2163,8	643,6	1186,8	1402,3	995
5	Dự án Cao ốc Thương mại Hiệp Phú, Quận 9, cọc nhồi D1000, L = 60m	960,3	2888,7	577,9	1025,5	1311,8	1220

b) *Nhận xét kết quả tính toán*



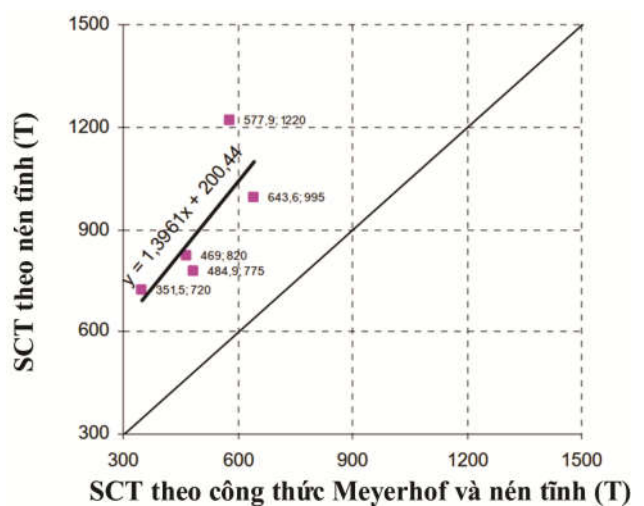
Hình 4. Mối liên hệ giữa SCT theo cơ lý và nén tĩnh

Đồ thị Hình 4 biểu diễn SCT cọc theo chỉ tiêu cơ lý và kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc. Từ đồ thị nhận thấy SCT theo chỉ tiêu cơ lý cho kết quả nhỏ hơn, sai số lớn, từ 2 – 22%. Nguyên nhân ở đây do giới hạn từ các bảng tra lập sẵn để tìm sức kháng bên thân cọc và sức kháng mũi cọc chỉ dừng lại ở độ sâu 35m nếu dùng cho các độ sâu khác sẽ có sai số lớn.

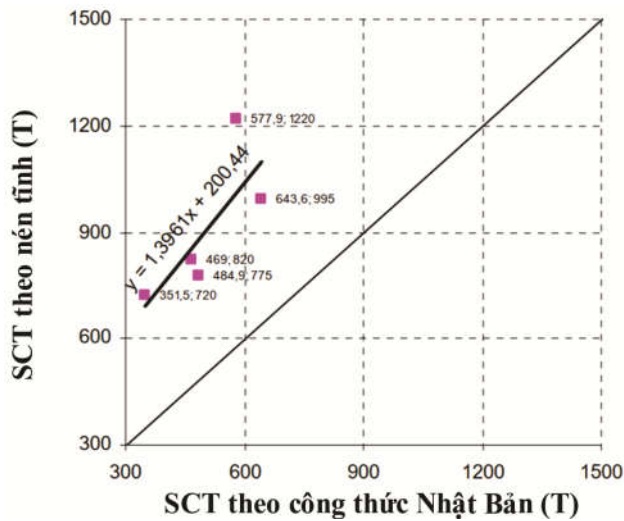


Hình 5. Mối liên hệ giữa SCT theo chỉ tiêu cường độ và nén tĩnh

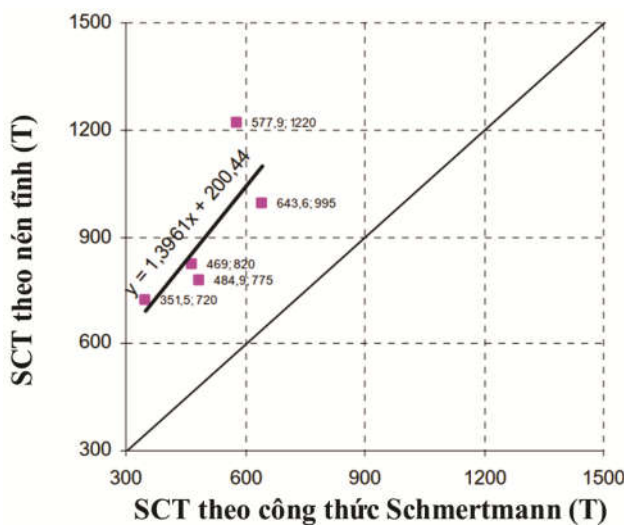
Đồ thị Hình 5 cho thấy SCT cọc theo chỉ tiêu cường độ lớn hơn nhiều so với kết quả nén tĩnh, sai số là trên 50%. Nguyên nhân là do trong quá trình thi công tạo lỗ khoan, đất quanh thân cọc và mũi cọc xáo trộn và không kể đến trong tính toán, các trị số  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  dùng tính SCT tăng tuyến tính theo chiều sâu mũi cọc cũng không hợp lý với cọc có chiều dài lớn. Trường hợp tính theo trị số xuyên tiêu chuẩn SPT ở công thức Meyerhof lớn hơn khá nhiều so với nén tĩnh, sai số từ 20-50%, thể hiện trong Hình 6, hệ số điều chỉnh theo phương trình:  $P_c = 1,136P_{tt} + 5$  với  $P_c$  là sức chịu tải cần chọn,  $P_{tt}$  là SCT tính theo trị số SPT của công thức Meyerhof. Hình 7 và 8 lần lượt biểu diễn so sánh SCT của cọc tính theo công thức Nhật Bản và Schmertmann với kết quả thí nghiệm. Trong cả 2 phương pháp tính này đều cho kết quả khá sát với kết quả nén tĩnh, sai số là 4-19% ở công thức Nhật Bản, trong khi với công thức Schmertmann sai số dưới 10% và khá tương đồng ở hầu hết các số liệu thu được.



Hình 6. Mối liên hệ giữa SCT theo Meyerhof và nén tĩnh



Hình 7. Mối liên hệ giữa SCT theo công thức Nhật Bản và nén tĩnh



Hình 8. Mối liên hệ giữa SCT theo công thức Schmertmann và nén tĩnh

## 5. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu khảo sát đánh giá sức chịu tải của cọc khoan nhồi ở bài báo này được lấy từ 05 dự án cụ thể đặt tại vị trí quận 1, 2, 9, quận Thủ Đức và quận Tân Bình, thành phố Hồ Chí Minh. Các địa điểm này có cấu trúc nền địa chất phân bố khá tương đồng nhau về thành phần, chiều dày và chiều sâu các lớp đất yếu, chỉ số cơ lý, SPT của các lớp sét, sét pha của các lớp đất này cũng chênh lệch không lớn. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Sức chịu tải tính toán theo chỉ tiêu cơ lý và cường độ của đất nền chưa kể đến điều kiện thi công thực tế của cọc khoan nhồi nên độ tin cậy không cao, chỉ thích hợp trong trường hợp cọc ngắn hoặc nền đất tốt. Tính toán sức chịu tải theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT từ công thức Meyerhof hệ số an toàn lớn nên giá trị thu được cũng nhỏ hơn nhiều so với kết quả thí nghiệm. Do vậy các phương pháp này chỉ dùng trong giai đoạn tính toán sơ bộ hoặc nhận định sức chịu ở bước thiết kế cơ sở. Hai phương pháp tính toán sức chịu tải theo công thức Nhật Bản và Schmertmann có kết quả khá sát với kết quả thí nghiệm tại các vị trí xây dựng như trên; đặc biệt ở tính toán bằng công thức Schmertmann sai số nhỏ là chấp nhận được và phù hợp trong tính toán cọc khoan nhồi, áp dụng cho nền đất có cấu trúc tương đồng với các khu vực đã nêu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Văn Quảng, (2014), *Đánh giá sức chịu tải cọc khoan nhồi từ thí nghiệm*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- Phan Trường Phiệt, Lê Đức Thắng, (2007), *Nền và móng*, Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội.
- Nguyễn Hữu Đầu, (2014), *Đánh giá sức chịu tải cọc khoan nhồi*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- Bộ xây dựng, (2014), *TCVN 10304: 2014: Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc*.
- Nguyễn Viết Trung, Lê Thanh Liêm, (2012), *Cọc khoan nhồi trong công trình giao thông*, Nhà xuất bản Xây dựng.
- Hội nghị khoa học kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh, (2020): *Báo cáo kết quả thử tải cọc khoan nhồi tại các công trình xây dựng Thành phố Hồ Chí Minh*.

- Nguyễn Bá Kế, (2020), *Thi công Cọc khoan nhồi*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà nội.
- Bộ xây dựng, (2012), *Tiêu chuẩn TCVN 9397: 2012 Cọc khoan nhồi – Kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp động biến dạng nhỏ*.
- Bộ xây dựng, (2012), *Tiêu chuẩn TCVN 9393: 2012 Cọc - Phương pháp thí nghiệm tải trọng tĩnh nén dọc trục*.
- Nguyễn Ngọc Thắng, (2020), *Đánh giá khuyết tật cọc khoan nhồi theo vận tốc sóng siêu âm*, Hội nghị Khoa học thường niên, Đại học Thủy lợi, tháng 11 năm 2019.

**Abstract:**

**DETERMINATION OF LOAD-BEARING CAPACITY OF BORED PILES BASED ON AXIAL STATIC COMPRESSION TEST RESULTS IN FIELD CONDITIONS**

*Determining the load-bearing capacity of bored piles from axial static compression tests is a reliable method that allows testing of the calculated load-bearing capacity according to theory, thereby selecting the most accurate load-bearing capacity value for the pile. The principle of the experimental method is to load the pile in axial compression gradually, and measure the corresponding settlement of the pile until the ultimate load value of that load level is reached. This method is suitable for the practical working model of the pile and soil, thus providing highly reliable results in evaluating the load-bearing capacity of the pile. However, quantifying the displacement of the pile head corresponding to the ultimate load, which is only a convention; or the axial compression load,  $P_{th}$ , is specified to be taken as two hundred percent of the design load-bearing capacity,  $P_{tk}$ , while this value depends on the theoretical calculation method of the pile load-bearing capacity, geotechnical conditions, and depth of the pile, resulting in different errors in the obtained results. This article is based on the results of axial static compression tests on bored piles at some construction sites in weak soil areas in Ho Chi Minh City, comparing and evaluating them with load-bearing capacity values calculated from different theoretical methods in TCVN 10304: 2014.*

**Keywords:** Bored piles, static compression tests, load-bearing capacity, design load-bearing capacity.

---

Ngày nhận bài: 22/3/2023

Ngày chấp nhận đăng: 27/3/2023