

PHƯƠNG PHÁP “ η_T ” XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC

Nguyễn Kế Tường⁽¹⁾, Nguyễn Minh Hùng⁽²⁾, Nguyễn Minh Thi⁽²⁾

⁽¹⁾ Trường đại học Tôn Đức Thắng; ⁽²⁾ Trường đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận 29/12/2016; Chấp nhận đăng 29/01/2017; Email: nguyengketuong@tdt.edu.vn

Tóm tắt

Móng cọc áp dụng cho các công trình có tải trọng truyền vào đất nền lớn hơn khả năng chịu lực của móng nông trên nền đất và móng cọc chuyển tải trọng công trình vào sâu trong nền đến những lớp đất tốt hơn bên dưới. Nhóm cọc và nền đất cùng làm việc đồng thời để nâng, giữ công trình bên trên luôn cân bằng và ổn định. Lựa chọn tiết diện, chiều dài, số lượng cọc và bố trí cọc cho phù hợp với điều kiện tải trọng, điều kiện địa chất công trình, điều kiện về thiết bị thi công là vấn đề khó khăn trong thiết kế thi công móng cọc công trình để đạt hiệu quả kinh tế. Phân tích áp lực của đất nền tác dụng lên móng cọc để xác định sức chịu tải của cọc và lựa chọn tiết diện, chiều dài và bố trí cọc cho phù hợp với điều kiện tải trọng công trình, điều kiện địa chất công trình, điều kiện về thiết bị thi công sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao. Nhóm tác giả nghiên cứu đề xuất một phương pháp mới gọi là phương pháp cân bằng áp lực đất và thiết lập một công thức mới tính sức chịu tải của cọc theo đất nền dựa trên cơ sở cân bằng áp lực đất nền xung quanh cọc. Kết quả tính toán sức chịu tải theo công thức này và so sánh với các giá trị của cọc theo kết quả ép cọc, thí nghiệm nén tĩnh cọc tại hiện trường. Các giá trị tính toán sức chịu tải theo công thức này tương thích với các giá trị thu được từ ép cọc và thử cọc.

Từ khóa: nhóm cọc, sức chịu tải, nền đất, công thức, phương pháp η_T .

Abstract

METHOD “ η_T ” FOR DETERMINATION OF PILE BEARING CAPACITY

Pile foundations are used to transfer the building loads into strong soil layers located deeply below the ground surface. The determination of pile lengths, number and disposition of piles in a group is a difficult task in the design of a pile foundation. An appropriate design of pile foundation in consideration of the loads applied to the building, geotechnical conditions at the construction site and construction techniques will result in a cost-effective design. In this work, the authors aim to present a method for determining the bearing capacity of piles, called “soil earth pressure balanced method”. The bearing capacities of piles calculated with the proposed method are compared with the results of pile load testing conducted on the field and good agreement between these values are found.

1. Đặt vấn đề

Hiện tại, khi thiết kế móng cọc thường sử dụng các công thức kinh nghiệm, các bảng tra kinh nghiệm để xác định khả năng chịu lực cho cọc và cả nhóm cọc [2]. Các giá trị tính toán sức chịu tải của cọc theo lý thuyết và thực tế sau khi thí nghiệm hiện trường để xác định sức chịu tải cọc với số lượng cọc thử rất ít, chỉ tối thiểu có 2 cọc hoặc 1% số lượng cọc [3] trong

công trình, từ cơ sở này người thiết kế phải xác định sức chịu tải cho toàn bộ cọc trong công trình, 99% số cọc không thử tải cần được đánh giá hợp lý về sức chịu tải để đem lại sự an toàn và hiệu quả kinh tế. Nhóm tác giả nghiên cứu đề xuất một phương pháp mới gọi là phương pháp cân bằng áp lực đất và thiết lập một công thức mới tính sức chịu tải của cọc theo đất nền dựa trên cơ sở cân bằng áp lực đất nền xung quanh cọc. Kết quả nghiên cứu này sẽ đem lại sự an toàn và hiệu quả cho công trình có sử dụng móng cọc.

2. Lập công thức xác định sức chịu tải của cọc theo phương pháp ứng suất của đất nền

Sức chịu tải cực hạn của cọc tính theo công thức [2]

$$R_{c,u} = (q_p \cdot A_p + u \sum f_i \cdot h_i) \quad (1)$$

- Theo Terzaghi

$$\diamond \text{ cọc tròn: } q_p = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma;$$

$$\diamond \text{ cọc vuông: } q_p = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma;$$

$$\text{Trong đó: } N_q = \frac{a^2}{a \cdot \cos^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})}; \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \cot g \phi; \quad N_\gamma = \frac{tg \phi}{2} \left(\frac{K_{p,y}}{\cos^2 \phi} - 1 \right);$$

$$a = e^{(0.75\pi - \frac{\phi}{2}) \cdot tg \phi}$$

Hệ số $K_{p,y}$ phụ thuộc vào góc ma sát trong và tra bảng 4.2 trong [3]

$$\text{- Theo Meyerhof: } N_q = e^{\pi tg \phi} \cdot tg^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}); N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \phi; N_\gamma = (N_q - 1) \cdot tg(1.4 \phi)$$

$$\text{- Theo Hansen: } N_q = e^{\pi tg \phi} \cdot tg^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}); N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \phi; N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg \phi$$

$$\text{- Theo Vesic: } N_q = e^{\pi tg \phi} \cdot tg^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}); N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \phi; N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg \phi$$

Trong (1) q_p là cường độ của đất dưới mũi cọc, f_i là cường độ lực ma sát của đất dọc thân cọc, xác định các giá trị này mỗi phương pháp tính mỗi khác, không có tính hội tụ. Với phương pháp chỉ tiêu cơ lý của đất nền thì phải dựa vào bảng tra số 2; 3 trong [2]. Với phương pháp chỉ tiêu cơ lý của đất nền thì dựa vào đồ thị hình G1, bảng G1. Với phương pháp xác định sức chịu tải theo thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT- theo Meyerhof [2] sử dụng công thức kinh nghiệm G7, G8; theo công thức Nhật Bản [2] thì sử dụng hình G2. Với phương pháp xác định sức chịu tải của cọc theo sức kháng mũi xuyên tĩnh q_c theo công thức G13, G14 và bảng G2. Với phương pháp tính theo hệ số α -Tomlinson, 1995 sử dụng các đồ thị hình 3.51[6]. Với phương pháp tính theo hệ số β -Burland, 1973 sử dụng các đồ thị hình 3.52[6]. Với phương pháp tính theo hệ số λ -ViJayvergiya và Focht, 1972 sử dụng các đồ thị hình 3.53 [6].

Theo các phương pháp nêu trên thì tính chính xác và phù hợp với giá trị thực tế của sức chịu tải đất nền cho cọc không lớn vì các số liệu tham khảo trên đồ thị và các bảng tra của các công thức kinh nghiệm ở các nơi không hoàn toàn tương thích khi tính sức chịu tải cho cọc theo đất nền. Vì vậy, nhóm tác giả đề xuất một phương pháp xác định sức chịu tải của cọc đại trà dựa trên phân tích tương quan giữa ứng suất của nền đất và sức chịu tải của cọc thử tĩnh.

Cường độ đất dưới mũi cọc, q_p , tính theo công thức: $q_p = c \cdot N_c + q \cdot N_q$; [1], [3] thể hiện khả năng chịu lực của nền đất tính theo nhóm tác giả, như sau:

$$q_{p\eta-T} = \left(\left(\sum \gamma_i \cdot h_i + \frac{c}{\tan \phi} \right) \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi} - \frac{c}{\tan \phi} \right) e^{\pi \cdot \tan \phi} \quad (2)$$

Lực ma sát bên đơn vị của đất xung quanh cọc theo nhóm tác giả đề xuất tính theo công thức (3): $f_i = c_{ai} + K\eta_T \cdot \sigma'_{vz} \cdot \tan \phi_{ai}$ (3)

Trong đó: c_{ai} : Lực dính giữa thân cọc và đất lớp đất thứ i ; với cọc đóng bê tông cốt thép, $c_{ai} = c_i$ trong đó c_i là lực dính của đất nền lớp thứ i , kN/m²; σ'_{vz} : Ứng suất hữu hiệu trong nền đất theo phương thẳng đứng dọc theo chiều dài cọc tại độ sâu z , kN/m²; $\sigma'_{vi} = \sum \gamma_i \cdot h_i$; K là hệ số ảnh hưởng của áp lực đất xung quanh cọc do nhóm tác giả đề xuất, $K = 0,5(K_a + K_p)$; K_a , K_p là hệ số áp lực đất chủ động và bị động của đất quanh cọc đối với cọc; ϕ_{ai} : Góc ma sát giữa cọc và đất nền quanh cọc dọc theo thân cọc; cọc bê tông hạ bằng phương pháp đóng, ép thì $\phi_{ai} = \phi$, trong đó ϕ là góc ma sát trong của đất nền, độ; η_T : Hệ số ma sát xét ảnh hưởng của áp lực đất quanh cọc lên cọc dọc theo phương chiều dài cọc, $\eta_T = (0,25 \div 1)$ phụ thuộc vào loại cọc và loại đất nền, phương pháp hạ cọc, trong nghiên cứu này tác giả tính toán với giá trị $\eta_T = 0,25$ - cọc ép bê tông cốt thép; h_i : Chiều dày từng lớp đất cọc đi xuyên qua, mét; ϕ : Góc ma sát trong của lớp đất tại mũi cọc, độ. Giá trị sức chịu tải của cọc theo đất nền theo các công thức (1), (2), (3) được thể hiện trong các bảng tính ở mục sau với các công trình cụ thể.

3. Kết quả tính toán sức chịu tải của cọc theo phương pháp ứng suất của đất nền

3.1. Chung cư 16 tầng, đường Lê Đức Thọ (phường 13-14, quận Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh).

Cọc có đường kính 40 cm; cọc dài 19,8 m. Tài liệu địa chất như sau:

Bảng 1. Số liệu địa chất công trình chung cư 16 tầng đường Lê Đức Thọ

STT	Bề dày lớp đất (m)	Độ sâu lớp đất (m)	Trọng lượng riêng hiệu quả (kN/m ³)	Lực dính hiệu quả (kN/m ²)	Góc ma sát trong (độ)
1	5.8	5.8	14.9	10.6	2.56
2	3.9	9.7	19.3	29.8	8.25
3	3.7	13.4	19.1	13.4	24.3
4	11.8	25.2	19.7	10.3	28
5	3.8	29.0	21.3	67.8	15

Bảng 2. Sức chịu tải của cọc theo đất nền tại công trình chung cư 16 tầng, đường Lê Đức Thọ

Chiều dài và tiết diện cọc (m)	Sức chịu tải của cọc theo tác giả (kN)	Sức chịu tải từ ép cọc và thí nghiệm nén tĩnh, Q_a (kN)
29 - $\phi = 0,4$	3523	3400÷3600 - 30 cọc

3.2. Công trình Trung tâm Y tế Cần Giuộc (36 đường Nghĩa Sĩ Cần Giuộc, tỉnh Long An)

Bảng 3. Số liệu địa chất công trình Trung tâm Y tế Cần Giuộc

STT	Bề dày lớp đất (m)	Độ sâu lớp đất (m)	Trọng lượng riêng hiệu quả (kN/m ³)	Lực dính hiệu quả (kN/m ²)	Góc ma sát trong (độ)
1	7	7	4.2	3.2	4
2	12	19	9.5	37.7	16.29

Bảng 4. Sức chịu tải của cọc theo đất nền tại công trình Trung tâm Y tế Cần Giuộc

Chiều dài và tiết diện cọc (m)	Sức chịu tải của cọc theo tác giả (kN)	Sức chịu tải từ ép cọc và thí nghiệm nén tĩnh, Q_a (kN)
19 - 0.25x0.25	795	770÷800 - 30 cọc

3.3. Công trình Trung tâm Điều dưỡng và phục hồi chức năng (28 Lữ Gia, TP. Đà Lạt)

Bảng 5. Số liệu địa chất công trình Trung tâm Điều dưỡng và phục hồi chức năng

STT	Bề dày lớp đất (m)	Độ sâu lớp đất (m)	Trọng lượng riêng hiệu quả (kN/m^3)	Lực dính hiệu quả (kN/m^2)	Góc ma sát trong (độ)
1	0.5	0.5	15	10	5
2	4.5	5	16.8	37.8	12.46
3	6	11	7.1	34.2	13.55
4	6	17	7	18	12.45
5	6.4	23.4	7.6	34.1	18.3

Bảng 6. Sức chịu tải của cọc theo đất nền tại công trình

Trung tâm Điều dưỡng và phục hồi chức năng

Chiều dài và tiết diện cọc (m)	Sức chịu tải của cọc theo tác giả (kN) $R_{c,k}$	Sức chịu tải từ ép cọc và thí nghiệm nén tĩnh, Q_a (kN)
23.4 - 0.3x0.3	1323	1280÷1450- 30 cọc

3.4. Công trình Bệnh viện Sản nhi Long An (tỉnh lộ 827, phường 7, TP Tân An)

Bảng 7. Số liệu địa chất công trình Bệnh viện Chuyên khoa sản Long An

STT	Bề dày lớp đất (m)	Độ sâu lớp đất (m)	Trọng lượng riêng hiệu quả (kN/m^3)	Lực dính hiệu quả (kN/m^2)	Góc ma sát trong (độ)
1	1.6	1.6	5.4	6.2	3.13
2	3.7	5.3	7.7	6.2	6.13
3	2.3	7.6	9.2	25.8	15.01
4	9.4	19	15,7	35.8	16.32

Bảng 8. Sức chịu tải của cọc tại công trình Bệnh viện Chuyên khoa sản Long An

Chiều dài và tiết diện cọc (m)	Sức chịu tải của cọc theo tác giả (kN) $R_{c,k}$	Sức chịu tải từ ép cọc và thí nghiệm nén tĩnh, Q_a (kN)
19 - 0.25x0.25	263	220÷280 - 30 cọc

4. Tổng hợp kết quả sức chịu tải của cọc theo đất nền từ thí nghiệm hiện trường và tính toán theo phương pháp ứng suất của nền đất

Sức chịu tải của cọc theo đất nền có thể xác định tại hiện trường theo các phương pháp thử cọc bằng tải trọng tĩnh nén dọc trục, thí nghiệm thử cọc bằng tải động và thí nghiệm xuyên đất. Trong đó thí nghiệm thử cọc bằng tải trọng tĩnh nén dọc trục là chính xác nhất về khả năng chịu tải của cọc theo TCVN 9393:2012 Cọc-Phương pháp thí nghiệm tại hiện trường bằng tải ép tĩnh dọc trục. Giá trị sức chịu tải của cọc theo đất nền của các công trình nghiên cứu thể hiện theo bảng sau, kết quả này căn cứ các kết quả thí nghiệm hiện trường, thể hiện trong bảng 9.

Bảng 9. Bảng so sánh kết quả tính toán và thí nghiệm hiện trường về sức chịu tải của cọc

S T T	Tên công trình	Số lượng cọc thử	Tiết diện cọc thử (cm)	Chiều dài cọc thử (m)	Sức chịu tải từ ép cọc và thí nghiệm nén tĩnh, Q_a (kN)	Sức chịu tải của cọc $R_{c,k}$ theo tác giả (kN)	So sánh theo %
1	Chung cư 16 tầng Lê Đức Thọ	30	ϕ 50	29	3400÷3600	3523	-16÷6
2	Trung tâm Điều dưỡng và phục hồi chức năng	30	30x30	23.4	1280÷1450	1323	-3÷9

3	Trung tâm Y tế Cần Giuộc	30	25x25	19	770÷800	795	-3÷0.6
4	Bệnh viện Sản nhi Long An	30	20x20	11	220÷280	263	-16÷6

Căn cứ kết quả thí nghiệm và tính toán trong bảng 9, *kết quả tính toán theo công thức và phương pháp của tác giả phù hợp về kết quả thí nghiệm hiện trường bằng phương pháp nén dọc trực, nén ép thí công cọc*. Số lượng cọc thí nghiệm để so sánh là 120 cọc.

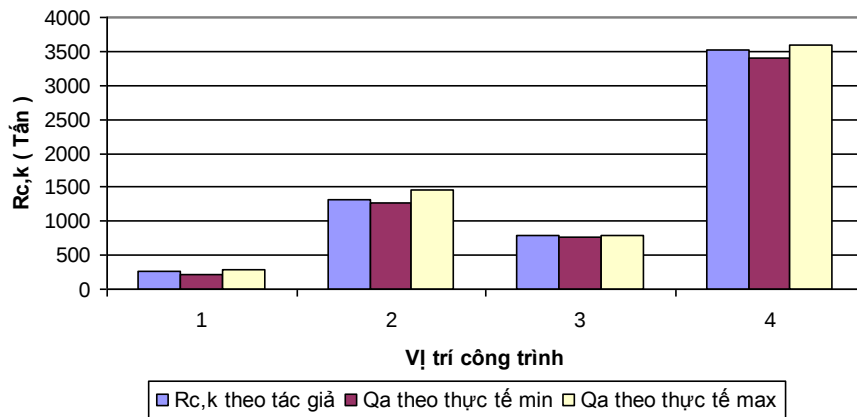
5. Kết luận

- Cách tính của tác giả sử dụng chỉ tiêu vật lý và cơ học của đất để tính toán kết quả, không sử dụng bảng tra nên tính phù hợp cao hơn so với các phương pháp sử dụng bảng tra trước đây

- Phương pháp xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền nêu trên của tác giả có giá trị tính toán phù hợp tương đối tốt với thực tế thực tế của nền đất

- Sử dụng phương pháp này có thể dự đoán kết quả về sức chịu tải cọc đại trà trong công trình sau khi có kết quả thử cọc bằng phương pháp hiện trường hay lý lịch ép cọc thử để tiết kiệm chi phí và an toàn cho công trình.

- Phương pháp tính này chỉ mới so sánh đối với cọc ép, đúc sẵn, chưa so sánh với cọc khoan nhồi và các loại cọc khác.



Hình 1. Đồ thị so sánh kết quả tính toán và thí nghiệm hiện trường

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 10304: 2014 *Móng cọc -Tiêu chuẩn thiết kế*.
- [2] TCVN 9393:2012 *Cọc - Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trực*.
- [3] Joseph E. Bowel (1996), *Foundation Analysis And Design, fifth edition*, McGraw-Hill International Editions.
- [4] Tài liệu địa chất và thử tĩnh cọc của công trình: Chung cư 16 tầng (đường Lê Đức Thọ, phường 13-14, quận Gò Vấp, TP Hồ Chí Minh), Trung tâm Y tế Cần Giuộc (số 36 đường Nghĩa Sĩ Cần Giuộc, tỉnh Long An - cọc số 1-2), Trung tâm Điều dưỡng và phục hồi chức năng (Đoàn điều dưỡng 198, số 28 Lữ Gia, TP. Đà Lạt), Bệnh viện Sản nhi Long An (tỉnh lộ 827, phường 7, TP. Tân An, tỉnh Long An)