

# Nguyên tắc chung xác định sức chịu tải của cọc trong nền đất theo TCVN 10304:2014

General principles determining the loading capacity of pile in the soil according to TCVN 10304:2014

> PHẠM THÀNH HIỆP<sup>[1]</sup>, NGUYỄN MINH HÙNG<sup>[1]</sup>,  
TS. NGUYỄN KẾ TƯỜNG<sup>[1]</sup>, NGUYỄN THỊ HẰNG<sup>[1]</sup>

hieppt@tdmu.edu.vn; hungnm@tdmu.edu.vn;

tuongnk@tdmu.edu.vn; hangnt@tdmu.edu.vn

Email liên hệ: nguyengkietuongtdm2019@gmail.com;

<sup>[1]</sup> Trường Đại học Thủ Dầu Một

## TÓM TẮT:

Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế - TCVN 10304:2014 là tiêu chuẩn trình bày các tiêu chí tính toán xác định sức chịu tải của cọc trong đất nền của nước Việt Nam trong lĩnh vực xây dựng có sử dụng cọc trong kết cấu móng. Tiêu chuẩn này được áp dụng để thiết kế móng cọc của nhà và công trình xây dựng. Hiện nay, các công trình xây dựng chủ yếu là nhà cao tầng và thường xây dựng ở các khu đất mới, móng công trình hầu hết là móng cọc. Thiết kế móng cọc cho công trình cần phải hợp lý, an toàn, kinh tế.

Nhiều công trình xây dựng chưa tính toán phù hợp với tiêu chuẩn nên chưa đạt hiệu quả kinh tế cho nhà đầu tư. Nhóm tác giả tổng hợp quy trình tính sức chịu tải cho cọc trong móng theo khả năng chịu lực của đất nền để giúp cho người thiết kế tránh những thiếu sót trong quá trình thiết kế móng cọc.

**Từ khóa:** móng cọc; cọc nhồi; đất nền; góc ma sát; sức chịu tải của cọc.

## ABSTRACT:

Pile foundations - Design standards - TCVN 10304: 2014 are the standards presenting the calculation criteria to determine the load capacity of piles in the foundation soil of Vietnam in the construction sector using piles in foundation structures. This standard is applied to the design of pile foundations of houses and constructions. Currently, the construction works are mainly high-rise buildings and often built on new land, the foundation is mostly pile foundations. Designing the foundation for the project must be reasonable, safe and economic.

Many construction works have not calculated in accordance with standards, so they have not achieved economic efficiency for investors. The authors synthesize the process of calculating the bearing capacity for piles in the foundation according to the bearing capacity of the ground to help the designer avoid shortcomings in the design of the pile foundation.

**Keywords:** pile foundation; bored pile; the ground; friction angle; pile load capacity.

## 1. Cơ sở tính sức chịu tải của cọc theo đất nền theo TCVN 10304:2014

Móng cọc cần được tính toán thiết kế trên cơ sở:

- Các kết quả khảo sát địa chất, địa hình tại vị trí công trình xây dựng;

- Tài liệu về động đất tại vùng, khu vực xây dựng;

- Các số liệu đặc trưng về chức năng, cấu trúc công nghệ của công trình và các điều kiện khai thác, sử dụng công trình;

- Tải trọng và các hình thức tác động lên công trình từ điều kiện hoạt động của công trình;

- Các công trình lân cận và ảnh hưởng của việc xây dựng mới đối với các công trình lân cận;

- Các yêu cầu sinh thái, môi trường;

- So sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án thiết kế khả thi.

- Nền và móng công trình có cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn, có 2 nhóm trạng thái giới hạn:

a) Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất gồm:

- Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc;

- Theo sức kháng của đất nền đối với cọc;

- Theo trạng thái mất ổn định của nền chứa cọc khi có tải trọng do động đất, công trình nằm trên sườn dốc hay gần đó, hoặc nếu các lớp đất của nền ở thể dốc đứng.

b) Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai gồm:

- Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng;

- Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và momen;

c) Nhóm trạng thái giới hạn thứ ba:

- Theo sự hình thành các vết nứt các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc. TCVN 5574:2018;

- Theo sự mở rộng các vết nứt các cấu kiện bê tông cốt thép của móng cọc TCVN 5574:2018.

Trong các phép tính nền móng cần kể đến tác dụng đồng thời của các thành phần lực và các ảnh hưởng bất lợi của môi trường

bên ngoài: ảnh hưởng của nước dưới đất và tình trạng của nó đến các chỉ tiêu cơ - lý đất ... Công trình và nền cần được xem xét đồng thời, nghĩa là phải tính tác dụng tương hỗ giữa công trình và nền bên dưới.

Sơ đồ tính toán hệ "công trình - nền" hoặc "móng - nền" cần được chọn lựa có kể đến những yếu tố cơ bản nhất xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của nền và kết cấu công trình - các sơ đồ tính định của công trình, đặc tính xây dựng, đặc điểm thể nằm của các lớp đất, các tính chất đất nền và khả năng thay đổi - biến dạng trong quá trình xây dựng và sử dụng. Cần kể đến sự làm việc không gian của kết cấu công trình, tính phi tuyến về hình học và vật lý, tính dị hướng, các tính dẻo, từ biến của vật liệu xây dựng và đất, sự phát triển của các vùng biến dạng dẻo của nền dưới móng. Việc tính toán móng cọc cần được tiến hành với việc xây dựng các mô hình toán mô tả ứng xử cơ học của móng cọc ở trạng thái giới hạn thứ nhất hoặc trạng thái giới hạn thứ hai.

Khi tính toán móng cọc cần kể đến độ cứng của kết cấu nối các đầu cọc, phải đưa vào mô hình tính toán. Cần đưa vào sơ đồ tính toán cả những yếu tố sau:

- Các điều kiện đất nền khu vực xây dựng;
- Chế độ địa chất thủy văn;
- Đặc điểm thi công cọc;
- Sự có mặt của cặn lắng dưới mũi cọc - đối với cọc khoan nhồi và barrette.

- Khi thực hiện tính toán bằng phương pháp số, sơ đồ tính toán hệ "đài - cọc - đất nền" cần được chọn, kể được các thành phần cơ bản nhất quyết định sức kháng của hệ này.

- Cần kể đến yếu tố thời gian và sự thay đổi tải trọng lên cọc và móng cọc theo thời gian.

+ Khi tính tải trọng tác động lên cọc, lên móng cọc và lên nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất phải tính với các tổ hợp tải trọng tính toán để bảo đảm an toàn;

+ Khi tính khả năng chịu lực của đất nền cho cọc, cho móng cọc và cho nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất và thứ hai phải tính các số liệu địa chất theo tổ hợp tính toán để bảo đảm an toàn;

+ Khi tính theo trạng thái giới hạn thứ hai thì tính tải trọng tác động lên công trình với các tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn để có hiệu quả kinh tế.

Tất cả các tính toán cọc, móng cọc và nền móng phải dùng các đặc trưng tính toán của vật liệu và đặc trưng tính toán đất nền.

Trị số tiêu chuẩn các đặc trưng của đất nền cần xác định trên cơ sở những thí nghiệm trực tiếp làm tại hiện trường hoặc trong phòng thí nghiệm đối với đất có kết cấu tự nhiên hoặc nhân tạo.

- Trị số tiêu chuẩn của lực dính và góc ma sát trong của đất được xác định bằng phương pháp bình phương cực tiểu từ quan hệ đường thẳng giữa sức chống cắt và áp lực nền.

+  $\tau$  là sức chống cắt của mẫu đất:  $\tau = p \cdot \tan \phi + c$

+  $p$  là áp lực pháp tuyến truyền lên mẫu đất, như sau:

$$c^{tc} = \frac{1}{\Delta} \times \left( \sum_{i=1}^n \tau_i \times \sum_{i=1}^n p_i^2 - \sum_{i=1}^n p_i \times \sum_{i=1}^n p_i \times \sum_{i=1}^n \tau_i \times p_i \right) \quad (1)$$

$$\text{tg} \phi^{tc} = \frac{1}{\Delta} \times \left( n \sum_{i=1}^n \tau_i \times p_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \times \sum_{i=1}^n p_i \right) \quad (2)$$

Trong đó:  $\Delta = n \times \sum_{i=1}^n p_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n p_i \right)^2$ ;  $n$  là số lần thí

nghiệm của đại lượng  $\tau$ .

- Trị số tiêu chuẩn của các đặc trưng khác của đất tính theo giá trị trung bình cộng các kết quả thí nghiệm riêng rẽ:

$$A^{tc} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n A_i \quad (3)$$

+  $A_i$  là trị số riêng của đặc trưng của xác định tại hiện trường hoặc phòng thí nghiệm

+  $n$  là số lần thí nghiệm của đặc trưng

Trị số tính toán về đặc trưng đất nền phải xác định theo chỉ dẫn của TCVN 9362:2012, TCVN 9351:2012 và TCVN 9352:2012;

$$A^{tt} = \frac{A^{tc}}{k_d} \quad (4)$$

+  $A^{tc}$  là trị số tiêu chuẩn của đặc trưng đất nền

+  $A^{tt}$  là trị số tính toán của đặc trưng đất nền

+  $k_d$  là hệ số an toàn về đất, khi xác định trị số tính toán của lực dính  $c$  và góc ma sát trong  $\phi$ , cường độ giới hạn về nén của nền  $R_n$ , khối lượng thể tích đất được tính theo:

$$k_d = \frac{1}{1 - \rho} \quad \text{là giá trị an toàn cho công trình}$$

+ Đối với  $c$  và  $\text{tg} \phi$ :  $\rho = t_\alpha \times v$

+ Đối với  $R_n$  và  $\gamma$ :  $\rho = \frac{t_\alpha \times v}{\sqrt{n}}$

$t_\alpha$  là hệ số lấy theo bảng A.1

$v$  là hệ số biến đổi các đặc trưng:  $v = \frac{\sigma}{A^{tc}}$

Đối với lực dính  $c$  và góc ma sát trong của đất  $\phi$ :

$$\sigma_c = \sigma_\tau \times \sqrt{\frac{1}{\Delta} \times \sum_{i=1}^n p_i^2}$$

$$\sigma_\tau = \sqrt{\frac{1}{n-2} \times \sum_{i=1}^n (p_i \times \text{tg} \phi^{tc} + c^{tc} - \tau_i)^2}$$

$$\text{Đối với } R_n: \sigma_{R_n} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (R_n^{tc} - R_{ni})^2}$$

$$\text{Đối với } \gamma: \sigma_\gamma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (\gamma^{tc} - \gamma_i)^2}$$

Trị số tính toán về đặc trưng vật liệu làm cọc và đài cọc cần lấy theo yêu cầu của TCVN 5574:2018; Trị số tính toán đặc trưng của vật liệu cọc, móng cọc  $R_b$ ;  $R_{bt}$ .

Trị số tính toán của hệ số nền bao quanh cọc  $C_z$  lấy theo chỉ dẫn của Phụ lục A Tính toán cọc chịu tác dụng đồng thời lực thẳng đứng, lực ngang và mômen -TCVN 10304:2014;

## 2. Phương pháp xác định sức chịu tải của cọc theo TCVN 10304:2014

Cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc  $q_b$  và trên thành cọc  $f_i$  xác định theo chỉ dẫn theo mục 7.2 và 7.3, theo TCVN 10304:2014. Sức chịu tải của cọc các loại, hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép chịu tải trọng nén  $R_{c,u}$ , tính bằng kN, được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc:

$$R_{c,u}(i) = \gamma_c (\gamma_{cq} \cdot q_b \cdot A_b + u \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot l_i) \quad (5)$$

+  $\gamma_c$  là hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất,  $\gamma_c = 1$ ;

+  $q_b$  là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc; xác định tùy theo phương pháp tính.

+  $u$  là chu vi tiết diện ngang thân cọc;  
 +  $f_i$  là cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ "i" dọc trên thân cọc; xác định tùy theo phương pháp tính;  
 +  $A_b$  là diện tích cọc tựa lên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc;  
 +  $l_i$  là chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ "i";  
 +  $\gamma_{cq}$  và  $\gamma_{cf}$  tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất theo TCVN 10304:2014.  
 +  $\gamma_k$  là hệ số tin cậy theo đất nền, phụ thuộc vào số lượng cọc trong móng theo TCVN 10304:2014;  
 +  $\gamma_o$  là hệ số điều kiện làm việc của đất nền theo độ đồng nhất của nền khi sử dụng móng cọc theo TCVN 10304:2014'  
 +  $\gamma_n$  là hệ số tin cậy về tầm quan trọng của công trình, theo cấp công trình theo TCVN 10304:2014.

$$\min [R_{c,u} (i) \dots] = R_{c,k} \quad (6)$$

$R_{c,k}$  xác định giá trị cực tiểu của các giá trị  $R_{c,u}$  theo các phương pháp xác định khác nhau

$$N_{c,d} (j) \leq \frac{\gamma_o}{\gamma_n} R_{c,d}; R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k} \quad (7)$$

Đây là điều kiện cân bằng, đánh giá khả năng chịu lực của 3c đất nền đối với tải trọng truyền vào cọc.

$$N_{c,d} (j) = \frac{N}{n} \pm \frac{M_x \cdot y_j}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M_y \cdot x_j}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (8)$$

Xác định tải trọng truyền vào từng cọc trong móng từ công trình theo tổ hợp tính toán.

### 3. Kết luận về phương pháp xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền

Khi thiết kế móng cọc cho công trình thì thường phải lthi công cọc thử và thí nghiệm xác định sức chịu tải trọng phù hợp của đất nền cho cọc. Cọc thử thường được dự kiến tải trọng thử ép tĩnh dọc trục theo giá trị  $R_{c,d}$  của tư vấn thiết kế. Nếu giá trị  $R_{c,d}$  được tính toán không phù hợp thì sẽ hoặc không an toàn cho công trình và lãng phí kinh phí đầu tư.

### 4. Kiến nghị về xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền

Để xác định được kích thước cọc cho công trình sử dụng móng cọc cần phải tuân thủ quy trình thiết kế móng cọc phải đầy đủ các bước, lựa chọn các chỉ tiêu cơ lý đúng quy định, tính toán đúng quy trình, thi công bảo đảm chất lượng thì sẽ đạt được hiệu quả kinh tế và tuổi thọ công trình phù hợp.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế
- [2]. TCVN 5574:2018 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép
- [3]. TCVN 5575:2012 Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế
- [4]. TCVN 9347: 2012 Khoan thăm dò địa chất công trình
- [5]. TCVN 9362:2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình
- [6]. TCVN 9363:2012 Khảo sát cho xây dựng - Khảo sát địa kỹ thuật cho nhà cao tầng
- [7]. TCVN 9386:2012 Thiết kế công trình chịu động đất
- [8]. TCVN 9393:2012 Cọc - Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng ép tĩnh dọc trục
- [9]. TCVN 10304:2014 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế
- [10]. Châu Ngọc Ẩn, *Cơ học đất*, Nhà XB Đại học quốc gia tpHCM, 2011
- [11]. Joseph E. Bowel, *Foundation Analysis And Design*, fifth edition, McGraw-Hill International Editions, 1996

[12]. Lê Xuân Mai, Đỗ Hữu Đạo, Nguyễn Tín, Đoàn Việt Lê: *Nền và móng*, NXBXD, 2012

[13]. T. H. Jordan, "Structural Geology of the Earth's Interior", Proceedings of the National Academy of Science, 1979, Sept., 76(9): 4192-4200.

[14]. Hazlett, James S. Monroe; Reed Wicander; Richard (2006). *Physical geology: exploring the earth*;

[15]. R.WHITLOW, *Basic soil mechanics*; third edition, Longman