

VỀ MỘT SỐ KẾT QUẢ BẤT THƯỜNG TRONG TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA CỌC ĐƠN THEO PHƯƠNG PHÁP CỦA TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ MÓNG CỌC

TS. TRỊNH VIỆT CƯỜNG

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Phương pháp tính toán độ lún của cọc đơn trong tiêu chuẩn thiết kế móng cọc của Việt Nam TCXD 205:1998 và TCVN 10304:2014 được chuyển dịch từ các tiêu chuẩn của Liên Xô và của Liên bang Nga. Áp dụng phương pháp của tiêu chuẩn cho thấy trong một số trường hợp kết quả tính toán không phù hợp với quy luật, thể hiện ở chỗ độ lún của cọc đồng biến với độ cứng của lớp đất dưới mũi cọc.

Báo cáo này trình bày một số trường hợp tính toán cho kết quả bất thường và đề xuất cách xác định phạm vi của các thông số tính toán sẽ cho các kết quả như vậy.

1. Đặt vấn đề

Tính toán dự báo độ lún và khả năng chịu tải của cọc là những nội dung quan trọng trong thiết kế móng cọc. Ở Việt Nam, TCXD 205:1998 lần đầu đưa vào phương pháp tính toán độ lún của cọc đơn trên cơ sở chuyển dịch SNiP 2.02.03-85 [1] của Liên Xô và tiếp theo đó TCVN 10304:2014 [3] duy trì nội dung đó trên cơ sở chuyển dịch SP 24.13330.2011 [2] của Liên bang Nga.

Phương pháp tính toán trong tiêu chuẩn Việt Nam đã cho phép dự báo độ lún của cọc phục vụ thiết kế nhiều công trình với quy mô khác nhau. Tuy vậy kết quả tính toán độ lún trong một số điều kiện nhất định của cọc và nền đã cho kết quả không phù hợp với quy luật, thể hiện ở chỗ độ lún đồng biến với mô đun biến dạng của đất dưới mũi cọc (độ lún tăng lên khi tăng mô đun biến dạng của nền).

Bài báo này trình bày một số kết quả tính toán độ lún và xác định phạm vi có thể xảy ra hiện tượng không phù hợp với quy luật như đã nêu trên.

2. Nội dung của phương pháp tính toán trong TCVN 10304:2014

2.1 Tóm tắt phương pháp tính toán

Sơ đồ cọc trong nền được minh họa trên hình 1, trong đó cọc xuyên qua lớp đất phía trên với mô đun cắt G_1 , hệ số Poisson μ_1 và tựa trên lớp đất được coi như bán không gian biến dạng tuyến tính, đặc trưng bởi mô đun cắt G_2 và hệ số Poisson μ_2 . Tiêu chuẩn chỉ dẫn xác định mô đun cắt của đất bằng cách sử

dụng quan hệ $G = 0,4E_0$, trong đó E_0 là mô đun tổng biến dạng của đất. Điều kiện cần thiết để có thể áp dụng phương pháp tính là $L_p/d > G_1 L_p/G_2 d > 1$.

Đối với cọc đơn không mở rộng mũi, độ lún được xác định theo công thức:

$$s = \frac{\beta \cdot N}{G_1 \cdot L_p} \quad (1)$$

trong đó:

N là tải trọng đứng truyền lên cọc, MN;

β là hệ số xác định theo công thức:

$$\beta = \frac{\beta'}{\lambda_1} + \frac{1 - \frac{\beta'}{\alpha'}}{X} \quad (2)$$

với: $\beta' = 0,17 \ln(k_{n1} \cdot G_1 \cdot L_p / G_2 \cdot d)$ là hệ số ứng với cọc tuyệt đối cứng ($EA = \infty$);

$\alpha' = 0,17 \ln(k_{n1} L_p / d)$ là hệ số đối với nền đồng nhất có đặt trưng G_1 và ν_1 ;

$X = \frac{EA}{G_1 L_p^2}$ là hệ số độ cứng tương đối của cọc;

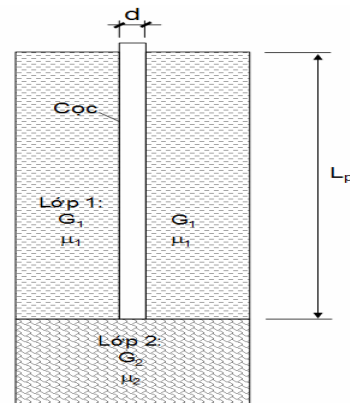
λ_1 là thông số xác định việc tăng độ lún do thân cọc chịu nén và tính theo công thức:

$$\lambda_1 = \frac{2,12 X^{3/4}}{(1 + 2,12 X^{3/4})} \quad (3)$$

k_{n1} , k_{n1} là các hệ số tính theo công thức:

$$k_{n1} = 2,82 - 3,78\mu + 2,18\mu^2 \quad (4)$$

ứng với $\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$ và khi và khi $\mu = \mu_1$



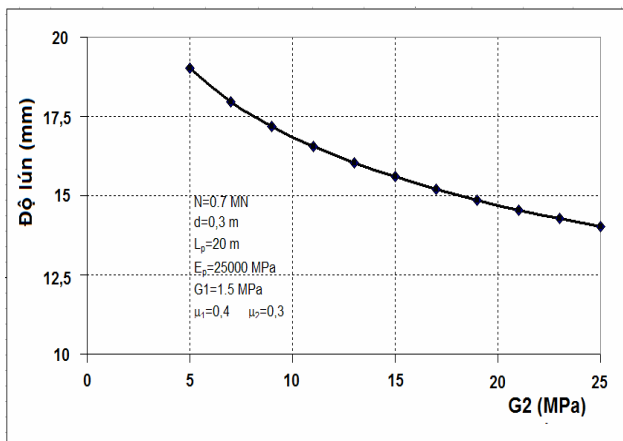
Hình 1. Sơ đồ cọc trong nền

2.2 Một số kết quả tính toán

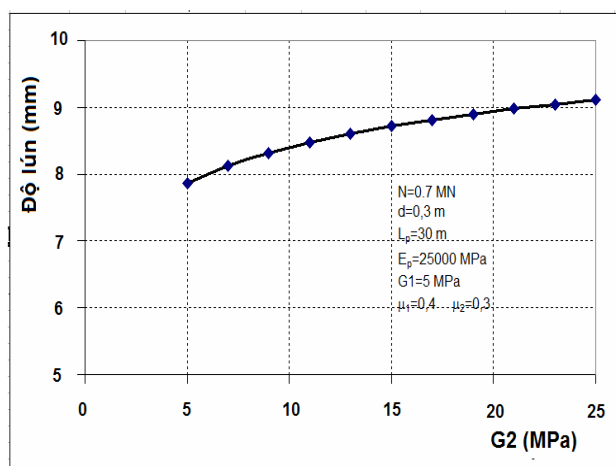
Trong thiết kế móng cọc, độ lún thường chỉ được tính toán cho một vài trường hợp cụ thể của cọc và nền. Những giá trị đơn lẻ thu được từ tính toán như trên không cho thấy quy luật biến đổi của độ lún theo một số thông số tính toán. Để khảo sát ảnh hưởng của một số thông số đối với độ lún, việc tính toán được thực hiện cho một số trường hợp cụ thể của cọc trong nền với những giá trị không đổi của d , G_1 , μ_1 , μ_2 và L_p , còn G_2 thay đổi trong khoảng giá trị thường gặp trong thực tế. Hình 2 và hình 3 là biểu đồ quan hệ giữa độ lún của cọc và mô đun cắt G_2 . Từ các kết quả tính toán thu được có thể nhận xét:

- Giá trị tính toán của độ lún trên hình 2 ở trong khoảng 14÷19 mm nên tương đối phù hợp với độ lún mà cọc thường đạt tới khi nén tĩnh. Độ lún của cọc cũng giảm khá nhanh khi tăng G_2 . Kết quả này phù hợp với quy luật, trong đó độ lún của cọc nghịch biến với độ cứng của nền đất;

- Cũng với cọc có cùng đường kính tiết diện như trường hợp trên nhưng với chiều dài lớn hơn và nằm trong đất cứng hơn thì độ lún tính toán của cọc *đồng biến* với độ cứng của nền, tức là đất càng cứng thì độ lún càng tăng (hình 3). Kết quả tính toán này là bất thường, không phù hợp với quy luật.



Hình 2. Kết quả tính toán phù hợp với quy luật (Độ lún nghịch biến với mô đun cắt G_2)



Hình 3. Kết quả tính toán không phù hợp với quy luật (Độ lún đồng biến với mô đun cắt G_2)

Kết quả bất thường như trên có thể do những sai sót trong khâu chuyển dịch từ tiêu chuẩn Nga sang tiếng Việt hoặc có thể do những giới hạn của phương pháp tính toán. Kiểm tra và so sánh những nội dung tương ứng trong TCVN 10304:2014, SNiP 2.02.03-85 và SP 24.1330.2011 cho thấy không có sai sót trong khâu chuyển dịch tiêu chuẩn. Liên quan đến phương pháp tính toán cần thu thập và nghiên cứu tài liệu gốc của phương pháp tính mới có thể đánh giá được. Bài báo này giới hạn trong việc đề xuất cách xác định điều kiện có thể cho kết quả tính toán bất thường nếu áp dụng công thức tính toán trong tiêu chuẩn hiện hành.

3. Xác định phạm vi phương pháp tính toán cho kết quả không phù hợp với quy luật

Mục tiêu của phần này là xác định những khoảng giá trị của các thông số có ảnh hưởng đến độ lún của cọc dẫn đến kết quả là độ lún đồng biến với độ cứng của lớp đất dưới mũi cọc. Có thể đạt được mục tiêu bằng cách xây dựng công thức tính toán độ lún s , tiếp theo đó sẽ khảo sát đạo hàm s' theo G_2 để xác định những trường hợp $s' > 0$.

Thay các số hạng trong (2), (3) và (4) vào (1) và biến đổi, có được công thức tính độ lún:

$$s = \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \left[\frac{0,17}{2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4}} \left[1 + 2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4} \right] \ln \frac{k_n \cdot G_1 \cdot L_p}{G_2 \cdot d} + \frac{G_1 L_p^2}{AE} \left[1 - \frac{1}{\ln \left(\frac{k_{n1} L_p}{d} \right)} \ln \frac{k_n \cdot G_1 \cdot L_p}{G_2 \cdot d} \right] \right] \quad (5)$$

Công thức (5) xác định trong toàn bộ miền giá trị của các biến số có thể gặp trong thực tế.

Đặt $x = \frac{k_n \cdot G_1 \cdot L_p}{G_2 \cdot d}$, có:

$$s = \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \left[\frac{0,17}{2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4}} \left[1 + 2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4} \right] \ln x + \frac{G_1 L_p^2}{AE} \left[1 - \frac{1}{\ln \left(\frac{k_{n1} L_p}{d} \right)} \ln x \right] \right] \quad (6)$$

Triển khai tiếp và viết gọn lại, (6) có dạng:

$$s = (A - B) \ln x + C \quad (7)$$

trong đó: A, B và C là các số hạng không phụ thuộc và G_2 :

$$\left\{ \begin{aligned} A &= \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \frac{0,17}{2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4}} \left[1 + 2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4} \right] \\ B &= \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \frac{G_1 L_p^2}{AE} \frac{1}{\ln \left(\frac{k_{n1} L_p}{d} \right)} \\ C &= \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \frac{G_1 L_p^2}{AE} \end{aligned} \right. \quad (8)$$

Để đánh giá quy luật thay đổi (đồng biến hay nghịch biến) của độ lún s theo biến số là mô đun cắt G_2 cần xét đạo hàm s' của (7) theo G_2 . Đạo hàm có dạng đơn giản:

$$s' = \frac{(B - A)}{G_2} \quad (9)$$

Điều kiện để độ lún s đồng biến với G_2 là $s' > 0$. Vì $G_2 > 0$ nên s đồng biến với G_2 khi $B > A$:

$$\frac{N}{G_1 \cdot L_p} \frac{G_1 L_p^2}{AE} \frac{1}{\ln \left(\frac{k_{n1} L_p}{d} \right)} > \frac{N}{G_1 \cdot L_p} \frac{0,17}{2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4}} \left[1 + 2,12 \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)^{3/4} \right] \quad (10)$$

Biến đổi và rút gọn biểu thức trên và đặt $Y = \left(\frac{AE}{G_1 L_p^2} \right)$, có được:

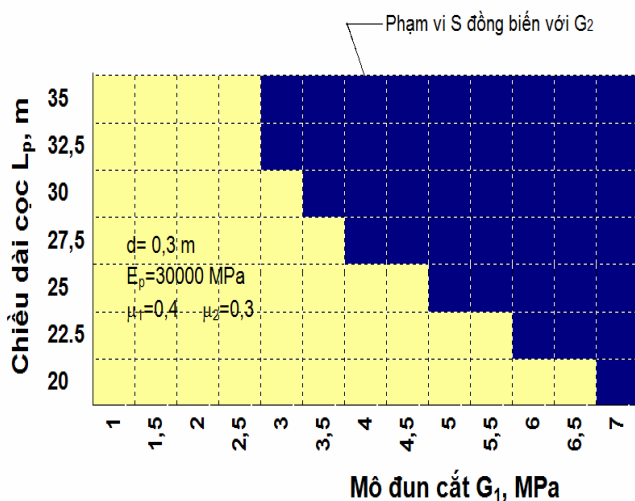
$$\frac{1}{\ln \left(\frac{k_{n1} L_p}{d} \right) Y} - \frac{0,080189}{(Y)^{3/4}} - 0,17 > 0 \quad (11)$$

Sử dụng bất đẳng thức (11), một số trường hợp khảo sát các yếu tố có ảnh hưởng nhiều nhất đối với độ lún của cọc là đường kính d, chiều dài L_p và mô đun cắt G_1 được trình bày dưới dạng biểu đồ trên các hình 4, 5 và 6, trong đó vùng màu đậm hơn là phạm vi cho kết quả không phù hợp với quy luật. Từ các kết quả tính toán có thể nhận xét:

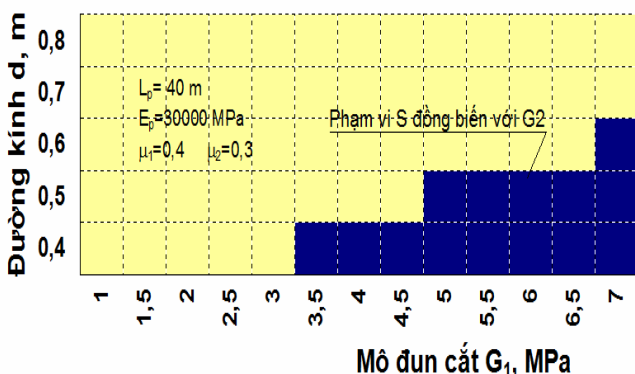
- Hiện tượng bất thường không xảy ra khi mô đun cắt G_1 nhỏ. Khi tăng giá trị của G_1 thì khả năng sự thay đổi bất thường của độ lún cũng tăng theo;

- Đối với đường kính cọc, khi d càng lớn thì càng ít có khả năng xảy ra biến động bất thường của độ lún trong phạm vi các giá trị thường gặp của G_1 ;

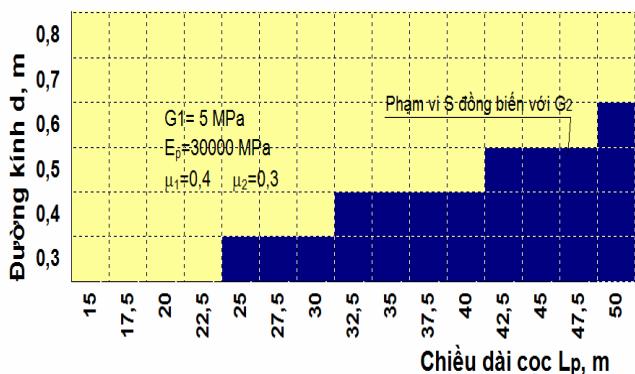
- Liên quan đến chiều dài cọc, nếu đường kính cọc nhỏ thì hiện tượng bất thường có thể xảy ra khi chiều dài cọc tương đối nhỏ. Đối với cọc lớn hơn thì hiện tượng đó chỉ xảy ra khi chiều dài cọc đủ lớn.



Hình 4. Phạm vi công thức cho kết quả không phù hợp quy luật theo ảnh hưởng của L_p và G_1



Hình 5. Phạm vi công thức cho kết quả phù hợp và không phù hợp quy luật theo ảnh hưởng của đường kính cọc d và mô đun cắt G_1



Hình 6. Phạm vi công thức cho kết quả phù hợp và không phù hợp quy luật theo ảnh hưởng của chiều dài cọc trong đất L_p và đường kính d

4. Kết luận và kiến nghị

a) Áp dụng phương pháp tính toán của tiêu chuẩn cho kết quả bất hợp lý trong một số điều kiện nhất định về cọc và cấu tạo địa tầng, thể hiện ở chỗ độ lún của cọc đồng biến với độ cứng của lớp đất dưới mũi cọc. Nguyên nhân đưa đến các kết quả bất thường này chưa được làm rõ;

b) Cần tìm hiểu về tài liệu gốc của phương pháp tính để có thể đánh giá nguyên nhân phương pháp tính toán độ lún của cọc đơn trong tiêu chuẩn hiện hành có thể dẫn đến những kết quả không theo quy luật. Cũng có thể bổ sung những giới hạn về chiều dài, đường kính tiết diện cọc hoặc các đặc trưng biến dạng của đất để kết quả tính toán phù hợp với thực tế;

c) Để xác định phạm vi công thức (1) cho kết quả không theo quy luật, có thể áp dụng điều kiện ở công thức (11);

d) Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố ảnh hưởng cho thấy khi mô đun cắt G_1 cao, đường kính tiết diện cọc nhỏ và chiều dài cọc lớn thì khả năng thu được độ lún tính toán theo (1) không phù hợp với quy luật cao hơn;

e) Nên thực hiện nghiên cứu về một số phương pháp tính toán độ lún khác, qua đó lựa chọn phương pháp phù hợp để áp dụng trong thiết kế móng cọc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. СНИП 2.02.03-85 “Свайные фундаменты”.
 [2]. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
 [3]. TCVN 10304:2014 “Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế”.

Ngày nhận bài: 20/12/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 24/12/2015.