



VẬN DỤNG TIÊU CHUẨN CP 52-101-2003 ĐỂ TÍNH CHỌC THÙNG CỦA MÓNG CỌC BTCT

Lê Anh Xuân¹, Lê Bá Huê²

Tóm tắt: Bài báo này giới thiệu phương pháp tính toán chọc thủng đài móng cọc, có và không có cốt thép ngang chịu tác dụng của lực dọc và mô men theo tiêu chuẩn thiết kế CP 52-101-2003 của Liên bang Nga.

Từ khóa: Chọc thủng, đài cọc, cốt thép, mô men uốn, CP 52-101-2003.

Summary: This paper introduces the analysis method for punching shear of pile cap with and without lateral reinforcement under the application of bending moment by using the Russian Standard SP 52-101-2003.

Key words: Punching shear, pile cap, reinforcement, bending moment, SP 52-101-2003.

Nhận ngày 4/10/2014, chỉnh sửa ngày 30/10/2014, chấp nhận đăng 31/12/2014



1. Đặt vấn đề

Trong các tài liệu về thiết kế móng cọc, tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BTCT hiện hành chỉ giới thiệu cách tính chọc thủng đơn giản, chịu lực chọc thủng đặt đúng trọng tâm của tháp chọc thủng. Trong trường hợp khác, ví dụ: móng chịu nén lệch tâm, chọc thủng của cọc góc... thì việc tính toán theo các tiêu chuẩn trên là không chính xác. Trong thiết kế, người ta dùng bài toán chọc thủng không có cốt thép ngang để chọn chiều cao đài móng; trường hợp để giảm chiều cao đài, chiều sâu đào đất, có thể áp dụng bài toán tính chọc thủng có cốt thép ngang đặt trong đài hoặc trong các giằng xuyên qua cọc. Dưới đây xin giới thiệu cách tính toán chọc thủng của đài móng cọc, có và không có cốt thép ngang, chịu tác dụng của lực dọc và mô men bằng cách vận dụng tiêu chuẩn CP 52-101-2003 của Nga.



2. Bài toán chọc thủng của móng chịu nén đúng tâm

Trong tính toán chọc thủng, các tiêu chuẩn của Việt Nam, Nga, ACI đều không tính đến khả năng chịu cắt của cốt thép dọc, chỉ sử dụng bê tông và cốt ngang để chống chọc thủng. Bài toán chọc thủng thường có đáy tháp chọc thủng dạng chu vi kín nằm trọn trong đáy đài. Tháp chọc thủng có đáy trên là chu vi hoặc chu vi qui ước của cọc, đáy dưới được mở ra từ mép cọc một góc $\alpha \geq 45^\circ$, Hình 1. Gọi tiết diện tính toán là tiết diện trung bình nằm cách mép cọc một khoảng $c/2$, c là khoảng cách từ mép cọc đến biên của đáy tháp nằm ở mức chiều cao tính toán h_o , nếu $\alpha = 45^\circ$ thì $c = h_o$.

Trong trường hợp móng chịu nén đúng tâm, lực chọc thủng nằm ở trọng tâm chu vi tiết diện tính toán của tháp chọc thủng. Điều kiện cường độ chống chọc thủng khi không có và có cốt ngang theo TCVN 5574-2012 [1] và CP 52-101-2003 [2], [3] đều giống nhau:

2.1 Trường hợp không có cốt ngang

$$\text{- Khi } \alpha = 45^\circ: F \leq F_b = R_{bt} U_m h_o \quad (1)$$

$$\text{- Khi } \alpha > 45^\circ: F \leq F_b = 2R_{bt} h_o (K_1 a_{bb} + K_2 b_{bb}) \quad (2)$$

trong đó: F là lực chọc thủng, $F = N - \sum_{i=1}^n R_i$; N là lực dọc tính toán tác dụng ở mặt móng; n là số cọc nằm

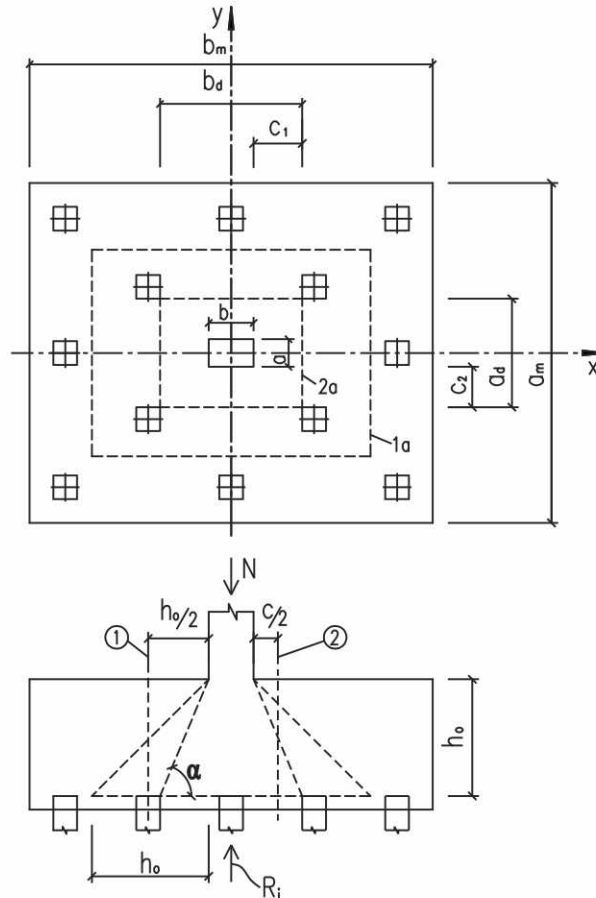
trong giới hạn của tháp chọc thủng; R_i là phần lực nén tính toán của các cọc nằm trong giới hạn của tháp chọc thủng; F_b là khả năng chống chọc thủng của riêng bê tông đài; R_{bt} là cường độ chịu kéo tính toán của bê

¹ThS, Công ty CP TVĐT và TM Minh Long. E-mail: anhxuanqb@gmail.com.

²PGS.TS, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp. Trường Đại học Xây dựng.

tông đài; h_o là chiều cao làm việc trung bình của đài, $h_o = (h_{ox} + h_{oy})/2$; U_m là giá trị trung bình của chu vi đáy trên và đáy dưới của tháp chọc thủng, $U_m = 2(a + b + 2h_o)$; a_b , b_b là bề rộng trung bình của hai đáy của một mặt nghiêng tương ứng đáy trên là a , b . Trên hình 1 thì $a_b = (a + a_d)/2$; $b_b = (b + b_d)/2$; và K_1 , K_2 là hệ số tăng khả năng chịu cắt của bê tông khi tiết diện nghiêng có góc $\alpha > 45^\circ$, $K_1 = h_o / c_1$; $K_2 = h_o / c_2$;

Theo TCVN 5574 - 2012 [1], trong vế phải của công thức (2) lấy không lớn hơn giá trị ứng với tháp chọc thủng có $c = 0,4h_o$ nên giá trị K_i tính toán không được lớn hơn 2,5; nếu tính ra $K_i > 2,5$ thì chỉ được phép lấy $K_i = 2,5$.



Hình 1. Hai trường hợp chọc thủng của móng cọc:
 $\alpha = 45^\circ$ - đáy tháp đường 1a, tiết diện tính toán 1;
 $\alpha > 45^\circ$ - đáy tháp đường 2a, tiết diện tính toán 2

2.2 Trường hợp có cốt thép ngang

Cốt thép ngang có thể đặt đều trên một diện tích giới hạn của đài hoặc đặt dạng chữ thập như kiểu dầm chìm, Hình 2.

$$\text{Điều kiện cường độ chống chọc thủng: } F \leq F_b + F_{sw} \tag{3}$$

trong đó:

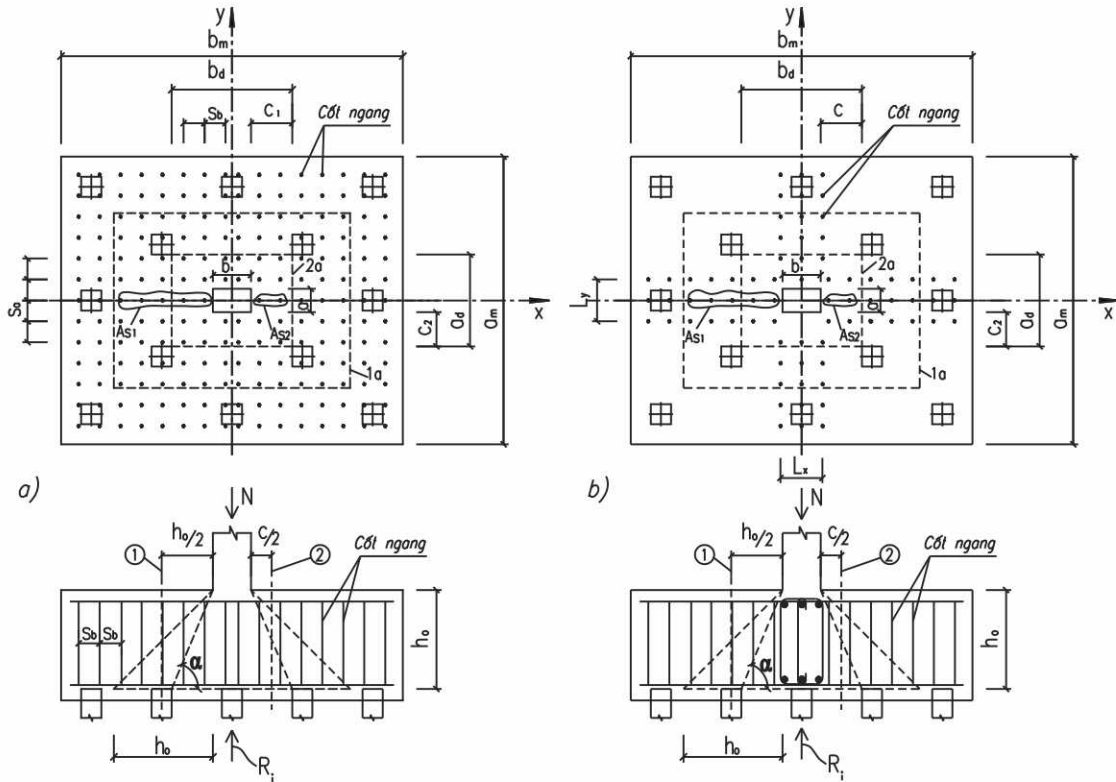
F_b là khả năng chống chọc thủng của riêng bê tông, xác định theo công thức (1) khi $\alpha = 45^\circ$ hoặc (2) khi $\alpha > 45^\circ$;

F_{sw} là khả năng chống chọc thủng của tất cả các cốt ngang bị các mặt nghiêng của tháp chọc thủng cắt qua;

$$F_{sw} = 0,8 \sum R_{sw} A_{sw} \tag{4}$$

R_{sw} là cường độ tính toán của cốt ngang, chỉ lấy với thép CI, AI;

A_{sw} là diện tích của một lớp cốt ngang nằm trong phương vuông góc với đường chu vi tiết diện tính toán.



Hình 2. Bố trí cốt ngang và cách lấy A_s :

a) Bố trí cốt ngang đều 2 phương; b) Bố trí cốt ngang dạng chữ thập;
 A_{s1} : dùng cho trường hợp $\alpha = 45^\circ$ - đáy tháp đường 1a, tiết diện tính toán 1;
 A_{s2} : dùng cho trường hợp $\alpha > 45^\circ$ - đáy tháp đường 2a, tiết diện tính toán 2

2.2.1 Trường hợp cốt ngang đặt đều 2 phương

Khi cốt ngang được bố trí đều dọc theo các cạnh của chu vi tiết diện tính toán (Hình 2a) với khoảng cách S thì có thể đổi tích số $R_{sw} A_{sw}$ ra khả năng chịu lực trên đơn vị dài:

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S \quad (5)$$

Lúc này có thể triển khai công thức (4) cụ thể dưới dạng:

$$\text{Khi } \alpha = 45^\circ: F_{sw} = 0,8 q_{sw} U_m \quad (6)$$

$$\text{Khi } \alpha > 45^\circ: F_{sw} = 1,6 (q_{sw,a} a_{tb} + q_{sw,b} b_{tb}) \quad (7)$$

trong đó: $q_{sw,a}$, $q_{sw,b}$ là khả năng chịu cắt trên đơn vị dài của cốt ngang dọc theo cạnh của chu vi tiết diện tính toán song song với cạnh a, b và được tính: $q_{sw,a} = R_{sw} A_{sw} / S_a$; $q_{sw,b} = R_{sw} A_{sw} / S_b$; S_a , S_b - Khoảng cách các lớp cốt đai nằm trong phương song song cạnh a, b.

2.2.2 Khi cốt ngang đặt dưới dạng chữ thập

Cốt ngang được bố trí theo hai phương x và y trong đoạn L_x , L_y , (Hình 2b). Trong trường hợp này có thể sử dụng công thức (4) hoặc công thức (7) để tính F_{sw} . Nếu dùng công thức (7) thì thay a_{tb} bởi L_y , b_{tb} bởi L_x . Khi đặt cốt ngang, cần thỏa mãn các yêu cầu về cấu tạo. Để đảm bảo yêu cầu phá hoại dẻo thì trong tính toán phải lấy $F_{sw} \leq F_b$ và cốt thép ngang được kể đến trong tính toán khi $F_{sw} \geq 0,25F_b$. Khi đặt cốt ngang, ngoài tính toán theo bài toán chọc thủng có cốt thép, cần kiểm tra tính toán chọc thủng không có cốt thép ngang theo (1) và (2) cho tiết diện tính toán nằm ngoài vùng đặt cốt thép ngang.

3. Bài toán chọc thủng khi có mô men

Khi chân cột chịu tổ hợp nội lực gồm N, M_x , M_y thì phản lực trong cọc được tính theo công thức (8) dưới đây với giả thiết đài tuyệt đối cứng:



$$P_i = \frac{N}{n} \pm \frac{M_x y_i}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x_i}{\sum x_i^2} \quad (8)$$

3.1 Khi không có cốt thép ngang

Điều kiện kiểm tra chống chọc thủng:
$$\frac{F}{F_b} + \frac{M_x}{M_{bx}} + \frac{M_y}{M_{by}} \leq 1 \quad (9)$$

trong đó: F là lực chọc thủng, tính như mục 2.1; F_b là khả năng chống chọc thủng của bê tông đài, tính theo công thức (1) hoặc (2) và M_{bx}, M_{by} là mô men uốn giới hạn trong phương x và y mà bê tông chịu được trên tiết diện tính toán khi chịu tác dụng riêng lẻ.

Mô men uốn giới hạn M_{bx(y)} theo từng phương xác định theo công thức:

$$M_{bx(y)} = R_{bt} \cdot W_{bx(y)}^* \cdot h_0 \quad (10)$$

Mô men kháng quy ước của chu vi tiết diện tính toán:

$$W_{bx(y)}^* = \frac{\sum_{i=1}^n K_i l_{bx(y)i}}{y(x)_{max}} \quad (11)$$

trong đó: n là số đoạn tiết diện tính toán có K_i = h₀ / c_i hằng số ; l_{bx(y)i} là mô men quán tính của từng đoạn tiết diện tính toán có K_i hằng số.

Khi tháp chọc thủng có α = 45°, công thức (11) trở thành:

$$M_{bx(y)} = R_{bt} \cdot W_{bx(y)} \cdot h_0 \quad (12)$$

trong đó: W_{bx(y)} là mô men kháng của chu vi tiết diện tính toán với bề dày thành bằng đơn vị.

3.2 Khi có cốt thép ngang

Tính toán cường độ khi có cốt thép ngang chịu lực tập trung và mô men theo hai phương theo điều kiện:

$$\frac{F}{F_b + F_{sw}} + \frac{M_x}{M_{bx} + M_{sw,x}} + \frac{M_y}{M_{by} + M_{sw,y}} \leq 1 \quad (13)$$

trong đó : F, M_x, M_y là lực chọc thủng và mô men tập trung ở chân cột theo hai phương; F_b, M_{bx}, M_{by} là lực chọc thủng giới hạn, mô men phương x và y giới hạn mà BT chịu được trên tiết diện tính toán khi chịu lực riêng lẻ và F_{sw}, M_{sw,x}, M_{sw,y} là lực chọc thủng giới hạn và mô men giới hạn trong phương trục x và y mà cốt ngang chịu được khi tác dụng riêng lẻ. F_b, F_{sw} và M_{bx}, M_{by} xác định theo mục 2.1, 2.2 và 3.1.

M_{sw,x} và M_{sw,y} do cốt ngang chịu (cốt ngang pháp tuyến với trục cấu kiện và phân bố đều dọc theo chu vi tiết diện tính toán theo từng phương mô men uốn), theo công thức:

$$M_{sw,x(y)} = 0,8 \frac{\sum_{i=1}^n q_{swi} l_{sw,x(y)i}}{x(y)_{max}} \quad (14)$$

q_{swi} xác định theo 2.2.1 cho từng đoạn của chu vi tiết diện tính toán.

Trong trường hợp cốt ngang đặt đều theo cả hai phương và trị số q_{sw} đều theo cả chu vi tiết diện tính toán (ví dụ: cột vuông, đài vuông, khoảng cách cọc theo hai phương như nhau) thì công thức (14) trở thành dạng đơn giản sau:

$$M_{sw,x(y)} = 0,8 q_{sw} W_{sw,x(y)} \quad (15)$$

Với W_{sw,x(y)} = W_{bx(y)} là mô men kháng của chu vi tiết diện tính toán của bê tông không xét đến hệ số K_i.

Giá trị F_b + F_{sw}, M_{bx} + M_{sw,x}, M_{by} + M_{sw,y} trong (13) lấy tương ứng không lớn hơn 2F_b, 2M_{bx}, 2M_{by}. Cốt thép ngang cần thỏa mãn điều kiện cấu tạo. Khi không thỏa mãn thì trong tính toán chọc thủng chỉ tính những cốt ngang mà tháp chọc thủng đi qua nếu bảo đảm điều kiện neo của nó.



4. Ví dụ tính toán

Tính toán chọc thủng của đài như Hình 3. Tiết diện cọc: 300x300mm, bố trí 13 cọc theo hình hoa mai, khoảng cách cọc theo phương trục: 850mm. Chiều cao làm việc trung bình của đài: h₀ = 800mm. Nội lực chân cột: N = 6500 kN, M_x = 250 kNm, M_y = 200 kNm; Bê tông cấp độ bền B25, R_{bt} = 1,05 MPa, R_b = 14,5 MPa; Dùng cốt đai nhóm CI, R_{sw} = 175 MPa.

4.1 Trường hợp không có cốt đai

4.1.1 Tính chọc thủng theo TCVN 5574 - 2012: Chỉ chịu lực nén $N = 6500 \text{ kN}$

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha = 45^\circ$:

$$F = \frac{8}{13} 6500 = 4000 \text{ kN}; h_0 = 800 \text{ mm}; U_m = 2(a+b+2h_0) = 2(500+700+2 \cdot 800) = 5600 \text{ mm}$$

$$F_b = R_{bt} U_m h_0 = 1,05 \cdot 5600 \cdot 800 = 4704000 \text{ N} = 4704 \text{ kN} > F = 4000 \text{ kN}.$$

Đảm bảo yêu cầu chọc thủng với góc nghiêng 45° .

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha > 45^\circ$:

Đáy tháp chọc thủng nằm mép trong của dẫy cọc biên, có: $a_a = b_a = 1700 - 300 = 1400 \text{ mm}$; $a_{tb} = (500 + 1400)/2 = 950 \text{ mm}$; $b_{tb} = (700 + 1400)/2 = 1050 \text{ mm}$.

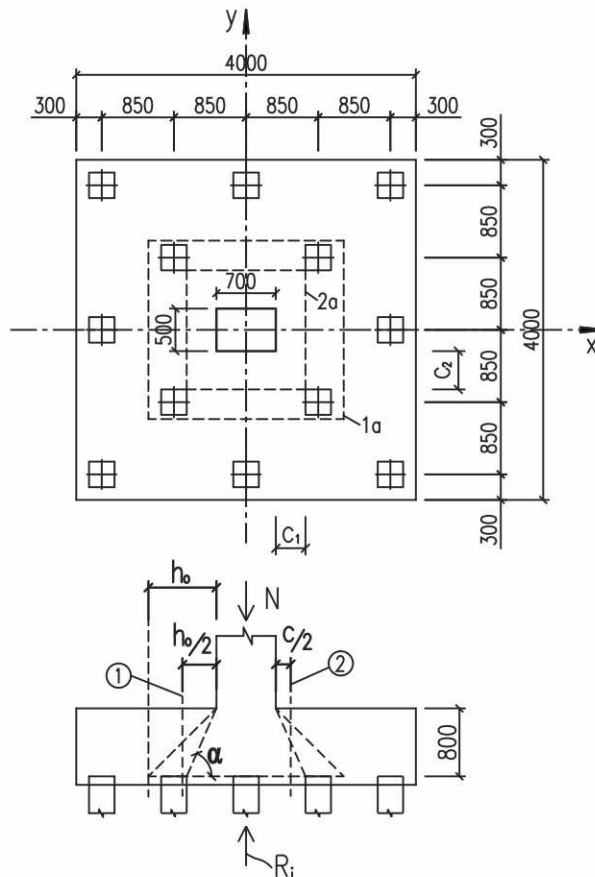
$$c_1 = 350 \text{ mm}; c_2 = 450 \text{ mm};$$

$$K_1 = h_0 / c_1 = 800 / 350 = 2,286 < 2,5; K_2 = h_0 / c_2 = 800 / 450 = 1,778 < 2,5.$$

$$F = \frac{12}{13} 6500 = 6000 \text{ kN}; F_b = 2R_{bt} h_0 (K_1 a_{tb} + K_2 b_{tb}) = 2 \cdot 1,05 \cdot 800 \times (2,286 \cdot 950 + 1,778 \cdot 1050) = 6784456 \text{ N}.$$

$$F_b = 6784,5 \text{ kN} > F = 6000 \text{ kN}$$

Đảm bảo yêu cầu chọc thủng.



Hình 3. Tháp chọc thủng

4.1.2 Tính theo CP 52.101.2003

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha = 45^\circ$:

Tiết diện tính toán chu vi chữ nhật. Kích thước cạnh ngắn: $a + h_0 = 500 + 800 = 1300 \text{ mm}$; Kích thước cạnh dài: $b + h_0 = 700 + 800 = 1500 \text{ mm}$.

$$\text{Mô men kháng theo phương } M_x: W_{bx} = 2 \left(\frac{1500^3}{12} + 1300 \times 750^2 \right) \frac{1}{750} = 2,7 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\text{Mô men kháng theo phương } M_y: W_{by} = 2 \left(\frac{1300^3}{12} + 1500 \times 650^2 \right) \frac{1}{650} = 2,514 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{bx} = R_{bt} W_{bx} h_0 = 1,05 \cdot 2,7 \cdot 10^6 \cdot 800 = 2268 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{by} = R_{bt} W_{by} h_0 = 1,05 \cdot 2,514 \cdot 10^6 \cdot 800 = 2111,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Điều kiện chọc thủng (9): $\frac{4000}{4704} + \frac{250 \cdot 10^6}{2268 \cdot 10^6} + \frac{200 \cdot 10^6}{2111,8 \cdot 10^6} = 1,055$. Không đảm bảo khả năng chống chọc thủng.

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha > 45^\circ$: Đáy tháp chọc thủng nằm mép trong của dẫy cọc biên.

Tiết diện tính toán có cạnh $a_{tb} = 950\text{mm}$; $b_{tb} = 1050\text{mm}$; $K_1 = h_0/c_1 = 800/350 = 2,286 < 2,5$; $K_2 = h_0/c_2 = 800/450 = 1,778 < 2,5$.

Mô men kháng quy ước của tiết diện tính toán theo (11):

$$W_{bx}^* = 2 \left(\frac{1050^3}{12} \cdot 1,778 + 950 \times 525^2 \cdot 2,286 \right) \frac{1}{525} = 2,934 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{by}^* = 2 \left(\frac{950^3}{12} \cdot 2,286 + 1050 \times 475^2 \cdot 1,778 \right) \frac{1}{475} = 2,461 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{bx} = R_{bt} W_{bx}^* h_0 = 1,05 \cdot 2,934 \cdot 10^6 \cdot 800 = 2464,6 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{by} = R_{bt} W_{by}^* h_0 = 1,05 \cdot 2,461 \cdot 10^6 \cdot 800 = 2067,2 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Điều kiện chọc thủng (9): $\frac{6000}{6784,5} + \frac{250 \cdot 10^6}{2464,6 \cdot 10^6} + \frac{200 \cdot 10^6}{2067,2 \cdot 10^6} = 1,083$. Không đảm bảo khả năng chống chọc thủng.

Như vậy, nếu tính theo CP 52-101-2003, có kể đến ảnh hưởng của mô men thì đài không đảm bảo yêu cầu chống chọc thủng, cần thiết có thể đặt cốt đai theo bài toán dưới đây.

4.2 Bài toán có cốt đai đều khắp

Bố trí cốt đai $d = 10\text{mm}$, khoảng cách đều theo cả hai phương, $S_w = 200\text{mm}$, dẫy cốt đai đầu tiên cách mép cột 100mm.

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha = 45^\circ$:

Trên mặt nghiêng có chiều dài hình chiếu $h_0 = 800\text{mm}$, mỗi lớp cốt đai bị cắt qua có 4 nhánh cốt đai, vì vậy $A_{sw} = 4 \cdot 78,5 = 314 \text{ mm}^2$; tính q_{sw} theo công thức (5).

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S = 175 \cdot 314 / 200 = 274,75 \text{ N/mm};$$

$$F_{sw} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot U_m = 0,8 \cdot 274,75 \cdot 5600 = 1230880 \text{ N} = 1230,9 \text{ kN}$$

Trong trường hợp này $W_{sw} = W_b$; vì vậy:

$$M_{sw,x} = 0,8 q_{sw} W_{sw,x} = 0,8 \cdot 274,75 \cdot 2,7 \cdot 10^6 = 593,46 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{sw,y} = 0,8 q_{sw} W_{sw,y} = 0,8 \cdot 274,75 \cdot 2,514 \cdot 10^6 = 552,58 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Kiểm tra điều kiện chọc thủng (13): $\frac{4000}{4704+1230,9} + \frac{250}{2268+593,46} + \frac{200}{2111,8+552,58} = 0,8364$. Đảm bảo khả năng chống chọc thủng.

- Xét tháp chọc thủng có $\alpha > 45^\circ$:

Trên mặt nghiêng có chiều dài hình chiếu $c_1 = 350\text{mm}$ và $c_2 = 450\text{mm}$ có 2 nhánh cốt đai bị cắt qua ở mỗi lớp, vì vậy $A_{sw} = 2 \cdot 78,5 = 157 \text{ mm}^2$;

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S = 175 \cdot 157 / 200 = 137,375 \text{ N/mm}; \text{ Tính } F_{sw} \text{ theo (7)}$$

$$F_{sw} = 1,6(q_{sw,a} a_{tb} + q_{sw,b} b_{tb}) = 1,6 \cdot 137,375 \cdot (950 + 1050) = 439600 \text{ N} = 439,6 \text{ kN}$$

$$W_{sw,x} = 2 \left(\frac{1050^3}{12} + 950 \times 525^2 \right) \frac{1}{525} = 1,365 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{sw,y} = 2 \left(\frac{950^3}{12} + 1050 \times 475^2 \right) \frac{1}{475} = 1,298 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{sw,x} = 0,8 q_{sw} W_{sw,x} = 0,8 \cdot 137,375 \cdot 1,365 \cdot 10^6 = 150 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{sw,y} = 0,8 q_{sw} W_{sw,y} = 0,8 \cdot 137,375 \cdot 1,298 \cdot 10^6 = 142,65 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Điều kiện chống chọc thủng (13): $\frac{6000}{6784,5+439,6} + \frac{250}{2464,6+150} + \frac{200}{2067,2+142,65} = 1,017$. Không đảm bảo khả năng chống chọc thủng.

Nếu chọn cốt đai $d = 12\text{mm}$, vẫn khoảng cách 200 trong đoạn $c_1 = 350\text{mm}$ và $c_2 = 450\text{mm}$. Tính toán tương tự cho trường hợp tháp chọc thủng có $\alpha > 45^\circ$:

$$A_{sw} = 2 \cdot 113,1 = 226,2 \text{ mm}^2; q_{sw} = 198 \text{ N/mm}; F_{sw} = 633,6\text{kN}; M_{sw,x} = 216 \cdot 106 \text{ Nmm};$$

$$M_{sw,y} = 205,6 \cdot 106 \text{ Nmm}$$

Điều kiện chống chọc thủng (13): $\frac{6000}{6784,5+633,6} + \frac{250}{2464,6+216} + \frac{200}{2067,2+205,6} = 0,99$. Đảm bảo khả năng chống chọc thủng.



4. Kết luận

Tính chọc thủng kết cấu bê tông cốt thép nói chung và đài cọc nói riêng theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành của Việt Nam TCVN 5574-2012 là chưa an toàn trong trường hợp có tác dụng của mô men. Vận dụng tiêu chuẩn CP 52-101-2003 cho bài toán chọc thủng của móng cọc vừa có tính thống nhất với tiêu chuẩn Việt Nam vừa đảm bảo an toàn cho hệ kết cấu, nên cần phổ biến rộng rãi để áp dụng. Vì phạm vi của bài báo có hạn nên phần chọc thủng của cọc góc, đài có cốt thép bố trí theo dạng chữ thập, sử dụng cốt thép trong giằng móng để chống chọc thủng... chưa được đề cập.

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 5574-2012 (2012), Tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép.
2. SP 52-101-2003 (2004), Russian National Standards: Concrete and reinforced concrete structures without prestressing, Moscow (bản tiếng Nga).
3. NIIZhB (2005), Guide for the design of concrete and reinforced concrete structures of normal-weight concrete without prestressing of reinforcement (to SP 52-101-2003), Moscow: Gosstroy USSR (bản tiếng Nga).