

# KIẾN NGHỊ VỀ TÍNH TOÁN CỐT ĐAI CHỊU CẮT CỦA DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU LỰC TẬP TRUNG THEO SP63.13330.2012

PGS.TS. LÊ BÁ HUẾ

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu tóm tắt phương pháp tính toán cốt đai (không có cốt xiên) của dầm bê tông cốt thép chịu lực tập trung theo SP63.13330.2012 của Nga. Qua bài báo, tác giả đã chỉ ra những khiếm khuyết trong các công thức thực hành và đề xuất qui trình tính toán mới, phù hợp hơn

Từ khóa: Dầm bê tông cốt thép, cốt đai, sức kháng cắt, SP63.13330.2012.

Abstract: This paper briefly presents method for designing stirrup (without using inclined transverse reinforcement) of reinforced concrete beams subjected to concentrated forces, which is conforming to SP63.13330.2012. Some shortcomings of practice formulas are highlighted in the paper. A new procedure for transverse reinforcement calculation is proposed by the author, which is more suitable for engineering practice.

Keywords: Reinforced concrete beam, transverse reinforcement, shear strength, SP63.13330.2012

## 1. Đặt vấn đề

Việt Nam ban hành tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép: TCVN 5574 – 2012 [1] theo SNiP 2.03.01-84\* [2]. Sau đó, nước Nga đã ban hành tiêu chuẩn mới SNiP 52-01-2003 [3] và theo nó là CP 52-101-2003 [4] và một phần của nó đã được đưa vào trong giáo trình “Kết cấu bê tông cốt thép – phần cấu kiện cơ bản” của Bộ môn công trình Bê tông cốt thép - Đại học Xây dựng xuất bản năm 2011 [5]. Đến nay, Nga đã ban hành tiêu chuẩn SP63.13330.2012 nhưng phần tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng không có gì thay đổi. Tuy nhiên, khi vận dụng tiêu chuẩn mới này và của giáo trình để tính bài toán dầm chịu cắt đã nảy sinh một số vấn đề chưa hợp lý. Bài báo này đề cập đến những bất hợp lý đó và kiến nghị qui trình tính toán phù hợp hơn. Để đơn giản, chúng tôi sử dụng CP 52-101-2003 vì nó chỉ viết riêng cho bê tông nặng.

## 2. Tính toán cốt đai chịu cắt theo CP 52-101-2003 [4]

### 2.1 Các công thức chung

Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng chịu

cắt cho cấu kiện có tiết diện không đổi, chỉ đặt cốt đai:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} = \frac{M_b}{c} + 0.75q_{sw}c_0 = Q_u \quad (1)$$

trong đó:  $Q$  là lực cắt trên tiết diện nghiêng có chiều dài hình chiếu  $c$  do tải trọng ngoài đặt về một phía của tiết diện nghiêng khảo sát. Khi tải trọng đặt ở mặt trên của cấu kiện thì giá trị  $Q$  lấy trên tiết diện thẳng góc cách gối tựa một đoạn  $c$ , khi đó cần tính đến khả năng văng mặt của hoạt tải đặt trên đoạn đó;  $Q_b$  là khả năng chịu cắt của bê tông trên tiết diện nghiêng có chiều dài hình chiếu  $c$ , xác định bằng công thức thực nghiệm (tính theo tiết diện chữ nhật, không xét cánh của tiết diện chữ T).

$$Q_b = \frac{M_b}{c} \quad (2)$$

trong đó:  $M_b = 1,5R_{bt}bh_0^2$  (3)

Giá trị  $Q_b$  được khống chế trong khoảng:

$$Q_{b\min} = 0,5R_{bt}bh_0 \leq Q_b \leq Q_{b\max} = 2,5R_{bt}bh_0 \quad (4)$$

Tức là:  $3h_0 \geq c \geq 0,6h_0$ . Thường dùng:  $3h_0 \geq c \geq h_0$ .

$Q_{sw}$  là khả năng chịu cắt của cốt đai

$$Q_{sw} = 0,75 \sum R_{sw} A_{sw} = 0,75q_{sw}c_0 \quad (5)$$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{S} \quad (6)$$

trong đó:  $R_{sw}$  - cường độ tính toán của cốt đai;  $A_{sw}$  - diện tích tiết diện ngang của các nhánh cốt đai đặt trong một lớp;  $S$  - khoảng cách các lớp cốt đai;  $c_0$  - chiều dài hình chiếu vết nứt nghiêng, lấy bằng  $c$  nhưng không lớn hơn  $2h_0$  và không nhỏ hơn  $h_0$ .

$$h_0 \leq c_0 \leq 2h_0 \quad (7)$$

Giá trị nhỏ nhất để tính cốt đai của  $q_{sw}$ :

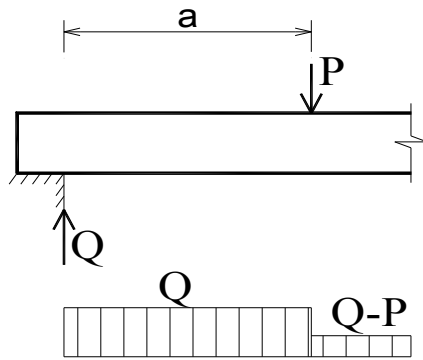
$$q_{sw} \geq q_{sw\min} = 0,25R_{bt}b \quad (8)$$

$c$  là chiều dài hình chiếu tiết diện nghiêng lên phương của trục cấu kiện.

Trong trường hợp chung cần tiến hành tính toán trên một số tiết diện nghiêng với chiều dài  $c$  khác nhau nhưng không vượt quá khoảng cách từ gối tựa đến tiết diện có mômen uốn lớn nhất và  $3h_0$ .

Khi tính với lực tập trung, giá trị  $c$  lấy theo giá

trị nhỏ nhất trong 3 trị số dưới đây:  $c \leq c_{\max} = 3h_0$ ; khoảng cách từ mép gối tựa đến lực tập trung  $a$  (hình 1); và trị số để cho vế phải của (1) là nhỏ nhất.



Hình 1. Sơ đồ tính và biểu đồ lực cắt của dầm chịu lực tập trung

**2.2 Bài toán kiểm tra khả năng chịu cắt theo CP 52-101-2003 [4]**

Khi dầm chịu một lực tập trung đặt cách mép gối tựa một đoạn là  $a$  (hình 1):

Để vế phải của (1) là nhỏ nhất, trị số  $c$  xác định theo (9) khi giả thiết  $c = c_0$ .

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{0,75q_{sw}}} \quad (9)$$

Sau khi có  $c$  thỏa mãn các điều kiện hạn chế, chọn giá trị  $c_0 \leq c$  và thỏa mãn  $h_0 \leq c_0 \leq 2h_0$  rồi đưa vào điều kiện (1) để kiểm tra.

Nếu có  $c = c_0$ , lắp vào công thức (1) sẽ có:

$$Q_u = 2\sqrt{0,75M_b q_{sw}} \quad (10)$$

**2.3 Bài toán thiết kế cốt đai theo CP 52-101-2003 [4]**

Chọn trước đường kính, số nhánh, tìm  $q_{sw}$  để thỏa mãn (1). Sau khi có  $q_{sw}$  thông qua (6) sẽ xác định ra khoảng cách tính toán ( $S_{tt}$ ). So sánh  $S_{tt}$  với khoảng cách lớn nhất cho phép ( $S_{\max}$ ) và khoảng cách cấu tạo ( $S_{ct}$ ) để chọn được khoảng cách cốt đai ( $S$ ) cần bố trí. Dưới đây chỉ đề cập đến việc tính toán  $q_{sw}$ . Căn cứ vào tiêu chuẩn, lập công thức cho trường hợp chịu một lực tập trung đặt cách mép gối tựa một đoạn là  $a$ . Giá trị  $q_{sw}$  xác định theo quy trình dưới đây phụ thuộc vào hệ số  $K = a/h_0$ , lấy không lớn hơn 3.

Đặt  $\varepsilon_1 = \frac{Q}{R_{bt}bh_0}$ ;  $\varepsilon_r = \frac{1,5}{K} + 0,1875K_0$

$$q_{sw} = \begin{cases} \frac{0,25R_{bt}b\varepsilon_r}{\varepsilon_1} & \text{khi } \varepsilon_1 \leq \varepsilon_r \\ R_{bt}b \frac{\varepsilon_1 - 1,5}{0,75K_0} & \text{khi } \varepsilon_1 > \varepsilon_r \end{cases} \quad (11)$$

Với  $K_0 = \min(K, 2)$ .

**3. Kiến nghị cho bài toán thiết kế**

Mặc dù lý thuyết cũng đã khá rõ ràng, ngắn gọn nhưng khi vận dụng vào tính toán thì khá phức tạp và các công thức của tiêu chuẩn chưa tường minh. Nguyên nhân là do  $c$  khác  $c_0$  và các trị số  $c, c_0$  bị chặn ở các khoảng không trùng nhau nên vế phải của (1) là những hàm chỉ liên tục trong từng đoạn. Để có thể lập được các công thức tính toán tường minh, dễ hiểu hơn, bài báo sẽ triển khai cơ sở lý thuyết theo bài toán thiết kế.

+ Trường hợp  $a \leq h_0$ : Thuộc bài toán công xôn ngắn.

Trong trường hợp này chỉ nên kiểm tra tiết diện có thỏa mãn điều kiện:  $Q \leq Q_{b\max} = 2,5R_{bt}bh_0$

+ Trường hợp  $a > h_0$

Nếu giả thiết rằng trị số  $c_0 = c$  và thỏa mãn các điều kiện hạn chế của  $c; c_0$  đã nêu, thì quan hệ giữa  $c$  với  $M_b$  và  $Q$  sẽ được suy ra từ (12):

$$c = \frac{2M_b}{Q} \quad (12)$$

Sau khi có  $c$ , chọn  $c$  thỏa mãn các điều kiện hạn chế,  $c = \min(a; c; 3h_0)$

Chọn giá trị  $c_0 = \min(c; 2h_0)$  rồi đưa vào điều kiện (1) để tính  $q_{sw}$ .

Nếu chọn được  $c$  và  $c_0$  mà có  $c = c_0$  thì:

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{3M_b} \quad (13)$$

Nếu có  $c = 3h_0$  thì  $c_0 = 2h_0$ , đưa vào điều kiện (1):

$$q_{sw} = \frac{Q - Q_{b\min}}{1,5h_0} \quad (14)$$

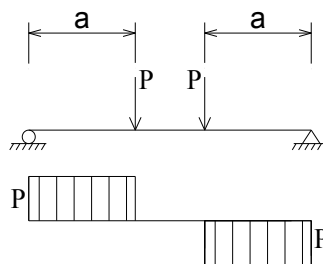
Giá trị  $q_{sw} \geq q_{sw\min} = 0,25R_{bt}b$

**4. Ví dụ tính toán**

Để so sánh tính đúng đắn giữa qui trình đề xuất và tiêu chuẩn ban hành, ta có thể làm một số ví dụ để minh họa.

Do bài toán thuận khá rõ ràng và hoàn toàn tuân theo tiêu chuẩn, để dùng nên trong phần ví dụ này chỉ so sánh trên bài toán ngược – bài toán thiết kế, sau đó nếu có sai khác sẽ dùng bài toán thuận để kiểm tra.

Ví dụ: Dầm bê tông cốt thép (hình 2) có tiết diện  $b = 300 \text{ mm}$ ,  $h = 700 \text{ mm}$ ,  $h_0 = 650 \text{ mm}$ . Bê tông cấp độ bền B15 có  $R_{bt} = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $R_b = 8,5 \text{ MPa}$ . Dầm chịu hai tải trọng tập trung  $P = 250 \text{ kN}$  đặt cách mép gối tựa một đoạn là  $a$ ,  $Q = P$ , xét các trường hợp  $a$  khác nhau dưới đây:



Hình 2. Dầm bê tông cốt thép chịu tác dụng của 2 lực tập trung đối xứng

**4.1 Với  $a = 2,5 \text{ m}$**

Kiểm tra điều kiện  $Q = 250000 \text{ N} < 0,3R_{bt}bh_0 = 497250 \text{ N}$  nên tiết diện đảm bảo chịu ứng suất nén chính.

**a. Tính  $q_{sw}$  theo tiêu chuẩn [4]**

$$K = \frac{a}{h_0} = 3,85 > 3 \text{ nên lấy } K = 3; K_0 = \min(K, 2) = 2; \varepsilon_1 = \frac{Q}{R_{bt}bh_0} = 1,71; \varepsilon_r = \frac{1,5}{K} + 0,1875K_0 = 0,875.$$

Do  $\varepsilon_1 > \varepsilon_r$  nên  $q_{sw}$  tính theo công thức (10):  $q_{sw} = R_{bt}b \frac{\varepsilon_1 - \frac{1,5}{K}}{0,75K_0} = 181,5 \text{ N/mm}.$

**b. Tính theo quy trình đề xuất**

$$M_b = 1,5R_{bt}bh_0^2 = 142593750 \text{ Nmm}; c = \frac{2M_b}{Q} = 1140,75 \text{ mm}.$$

Chọn  $c = \min(a; c_0; 3h_0) = \min(2500; 1140,75; 1950) = 1140,75 \text{ mm}.$

Chọn giá trị  $c = \min(c; 2h_0) = \min(1140,75; 1300) = 1140,75 \text{ mm}.$

Do  $c = c_0$  nên tính  $q_{sw}$  theo (13):

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{3M_b} = \frac{250000^2}{3 \times 142593750} = 146,103 \text{ N/mm}$$

Do giữa tiêu chuẩn và quy trình khác nhau nên kiểm tra lại theo bài toán thuận.

**c. Kiểm tra theo tiêu chuẩn [4]:**

Dùng trị số  $q_{sw} = 181,5 \text{ N/mm}$  để tính  $c$  theo phương trình (9):  $c = \sqrt{\frac{M_b}{0,75q_{sw}}} = 1023,5 \text{ mm}.$

$c = 1023,5 < 2h_0 = 1300 < a = 2500$  nên lấy  $c = c_0 = 1023,5 \text{ mm}$  để tính  $Q_u$  theo công thức (11).

$$Q_u = 2\sqrt{0,75M_bq_{sw}} = 278643,7 \text{ N}$$

Tuy  $Q_u = 278643,7 \text{ N} > Q = 250000 \text{ N}$  nhưng không đúng với mục tiêu của bài toán thiết kế là  $Q_u = Q$ .

**d. Kiểm tra quy trình đề xuất**

Dùng trị số  $q_{sw} = 146,103 \text{ N/mm}$  để tính  $c$  theo phương trình (9):  $c = \sqrt{\frac{M_b}{0,75q_{sw}}} = 1140,75 \text{ mm}.$

Giống như bài toán thiết kế nên lấy  $c = c_0 = 1140,75 \text{ mm}$  để tính  $Q_u$  theo công thức (10).

$$Q_u = 2\sqrt{0,75M_bq_{sw}} = 250000 \text{ (N)} = Q$$

Như vậy tính theo tiêu chuẩn [4] chưa hợp lý.

**4.2 Với  $a = 1,5 \text{ m}$**

Tương tự như trên ta có:

**a. Tính  $q_{sw}$  theo tiêu chuẩn [4]**

$$K = \frac{a}{h_0} = 2,3077 < 3 \text{ nên lấy } K = 2,3077; K_0 = \min(K, 2) = 2; \varepsilon_1 = \frac{Q}{R_{bt}bh_0} = 1,71; \varepsilon_r = \frac{1,5}{K} + 0,1875K_0 = 1,025.$$

$$\text{Do } \varepsilon_1 > \varepsilon_r \text{ nên } q_{sw} \text{ tính theo công thức (10): } q_{sw} = R_{bt}b \frac{\varepsilon_1 - \frac{1,5}{K}}{0,75K_0} = 159 \text{ N/mm}.$$

**b. Tính theo quy trình đề xuất**

Trị số  $c$  theo (12) không đổi,  $c = 1140,75 \text{ mm} < 2h_0 = 1300 \text{ mm} < a = 1500 \text{ mm}$  nên lấy  $c = c_0 = a = 1140,75 \text{ mm}$  để tính  $q_{sw}$  theo (13):  $q_{sw} = \frac{Q^2}{3M_b} = 146,103 \text{ N/mm}.$

Trong trường hợp này  $q_{sw}$  không thay đổi, trong khi đó tính theo tiêu chuẩn lại bị thay đổi từ 181,5 N/mm xuống 159 N/mm. Đây cũng là điều không hợp lý của tiêu chuẩn.

Do có sự khác nhau nên cần kiểm tra lại theo bài toán thuận.

**c. Kiểm tra theo tiêu chuẩn [4]**

$$\text{Dùng trị số } q_{sw} = 159 \text{ N/mm} \text{ để tính } c \text{ theo phương trình (9): } c = \sqrt{\frac{M_b}{0,75q_{sw}}} = 1093,506 \text{ mm}.$$

$c = 1093,506 < 2h_0 = 1300 < a = 1500$  nên lấy  $c = c_0 = 1093,506 \text{ mm}$  để tính  $Q_u$  theo công thức (11).

$$Q_u = 2\sqrt{0,75M_bq_{sw}} = 260801,11 \text{ N}$$

Tuy  $Q_u = 260801,11 > Q = 250000$  nhưng không đúng với mục tiêu của bài toán thiết kế là  $Q_u = Q$ .

**d. Kiểm tra theo quy trình đề xuất**

Dùng trị số  $q_{sw} = 146,103 \text{ N/mm}$  để tính, kết quả giống y như trường hợp  $a = 2,5 \text{ m}$ , có  $Q_u = 250000 \text{ N}$ . Như vậy tiêu chuẩn [4] chưa hợp lý.

**4.3 Với  $a = 1,0 \text{ m}$**

Tương tự như trên ta có:

**a. Tính  $q_{sw}$  theo tiêu chuẩn [4]**

$$K = 1,5345 \text{ nên lấy } K_0 = \min(K, 2) = 1,5345; \varepsilon_1 = 1,71; \varepsilon_r = 1,2635$$

$$q_{sw} = R_{bt}b \frac{\varepsilon_1 - \frac{1,5}{K}}{0,75K_0} = 143,2 \text{ N/mm}$$

**b. Tính theo quy trình đề xuất**

Giá trị  $c$  theo (12) không đổi,  $c = 1140,75 \text{ mm}.$

Chọn  $c = \min(a; c; 3h_0) = \min(1000; 1140,75; 1950) = 1140,75 \text{ mm} = 1000 \text{ mm}.$

Chọn  $c_0 = \min(c; 2h_0) = \min(1000; 1300) = 1000 \text{ mm}.$

Với  $c = c_0 = a = 1000 \text{ mm}$ , lắp vào (1) sẽ tính được  $q_{sw}$ :

$$q_{sw} = \frac{Q - \frac{M_b}{a}}{0,75a} = \frac{250000 - \frac{142593750}{1000}}{0,75 \times 1000} = 143,2 \text{ N/mm}.$$

Như vậy kết quả  $q_{sw}$  tính theo tiêu chuẩn [4] và tính theo quy trình đề xuất cho kết quả bằng nhau.

### 5. Kết luận và kiến nghị

#### a. Kết luận

Quy trình tính toán kiến nghị mới đã lập trong bài báo là căn cứ hoàn toàn vào lý thuyết của tiêu chuẩn, trình bày khá tường minh, có cơ sở nên đủ tin cậy.

Qua ví dụ, thấy rằng tính  $q_{sw}$  theo tiêu chuẩn là chưa hợp lý, chưa tiết kiệm.

#### b. Kiến nghị

Nên kiểm chứng và có thể đưa quy trình tính toán kiến nghị trong bài báo vào tính toán cho bài toán tính cốt đai cho dầm chịu tải tập trung.

---

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

---

1. TCVN 5574-2012, Kết cấu bê tông và bê tông

cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

2. SNiP 2.03.01-84\*, Concrete and reinforced concrete structures (bản tiếng Nga).
3. SNiP 52-01-2003, Concrete and reinforced concrete structures. Principal rules, Moscow, 2004 (bản tiếng Nga).
4. CP 52-101-2003, Concrete and reinforced concrete structures made without reinforcement prestressing. *Set of rules (CP) for design and construction, Moscow, 2004 (bản tiếng Nga)*.
5. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2011), "Kết cấu bê tông cốt thép-Phần cấu kiện cơ bản", *Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội*.

**Ngày nhận bài: 22/6/2018.**

**Ngày nhận bài sửa lần cuối: 28/11/2018.**

*Recommendation on the calculation of stirrup of reinforced concrete beams subjected to concentrated forces conforming to SP63.13330.2012*