

TÍNH TOÁN CỐT THÉP KHÔNG ĐỐI XỨNG CỦA CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM

PGS.TS Phan Quang Minh

Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp
Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo trình bày một số vấn đề chưa được đề cập trong TCXDVN 356-2005 về tính toán cốt thép không đối xứng của cấu kiện chịu nén lệch tâm.

Summary: The paper presents the analysis of eccentrically loaded columns with unsymmetrical longitudinal reinforcement in use of the Vietnamese Code TCXDVN 356-2005.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép TCXDVN 356-2005 [2] được ban hành và bước đầu đưa vào áp dụng trong thực tế thiết kế kết cấu công trình, tuy nhiên việc tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm lệch khi bố trí thép không đối xứng còn một số vấn đề chưa được nghiên cứu và đề cập, gây khó khăn cho người sử dụng. Bài báo nhằm làm rõ việc xây dựng quy trình tính toán cốt thép không đối xứng của cấu kiện trên với tiết diện chữ nhật.

1. Phân biệt hai trường hợp lệch tâm

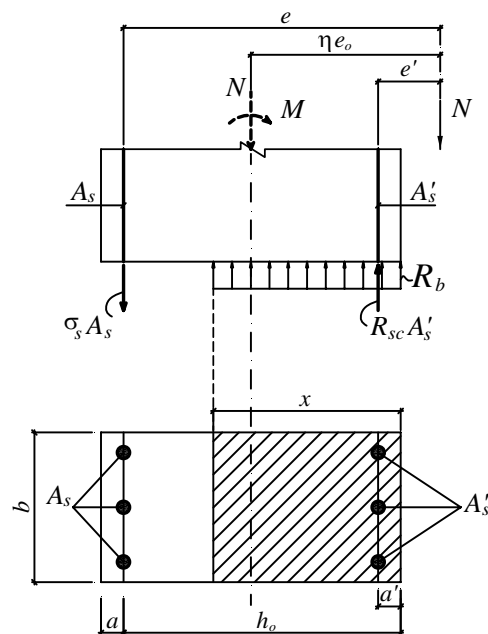
Xét cấu kiện chịu nén lệch tâm. Tiết diện có hình chữ nhật với kích thước b, h chịu tác dụng của cặp nội lực mô men uốn M và lực nén N (hình 1). Khi cốt thép đặt tập trung theo cạnh b thành A_s và A'_s , tiêu chuẩn thiết kế TCXDVN 356-2005 đưa ra hai trường hợp tính toán phụ thuộc vào chiều cao vùng bê tông chịu nén x :

$x \leq \xi_R h_0$ trường hợp lệch tâm lớn (độ lệch tâm $e_0 = \frac{M}{N}$ khá lớn) (1)

$x > \xi_R h_0$ trường hợp lệch tâm bé (độ lệch tâm $e_0 = \frac{M}{N}$ khá bé), (2)

h_0 - chiều cao làm việc của tiết diện.

Khi cốt thép bố trí không đối xứng ($A_s \neq A'_s$), chưa thể xác định được x để căn cứ vào đó mà



Hình 1. Sơ đồ ứng suất

phân biệt trường hợp nén lệch tâm là lớn hay bé. Trong [1] sử dụng độ lệch tâm phân giới e_p , tương tự như trong [3] cho rằng với tiết diện chữ nhật có thể lấy gần đúng $e_p \approx 0,3h_0$. Trường hợp xảy ra lệch tâm lớn nếu $e_p \leq \eta e_0$ hoặc ngược lại (η - hệ số xét đến ảnh hưởng của uốn dọc). Cách xác định phân giới này tuy khá đơn giản nhưng chưa đánh giá được sự làm việc của cấu kiện.

Xét chiều cao vùng bê tông chịu nén $x = \xi_R h_0$, từ các phương trình cân bằng lực (hình 1), để dàng xác định được diện tích cốt thép A_s và A'_s :

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} \quad (3)$$

$$A_s = \xi_R \frac{R_b}{R_s} b h_0 + A'_s - \frac{N}{R_s} \quad (4)$$

với:
$$e = \eta e_0 + 0,5h_0 - a \quad (5)$$

a, a' - khoảng cách từ mép chịu kéo (nén) của tiết diện đến trọng tâm của cốt thép chịu kéo (nén) A_s và A'_s .

R_b - cường độ chịu nén tính toán của bê tông

R_s, R_{sc} - cường độ chịu kéo, nén tính toán của cốt thép (với các nhóm thép CI, CII và CIII, ta có $R_s = R_{sc}$)

ξ_R, α_R - đặc trưng của vật liệu, phụ thuộc vào cấp độ bền của bê tông và nhóm thép.

Khi $x = \xi_R h_0$, cốt thép A_s chịu kéo và chỉ cần bố trí theo cấu tạo với hàm lượng cốt thép nhỏ nhất μ_{\min} , do vậy có thể xác định giá trị e tương ứng với trường hợp này (ký hiệu là e_R). Thay (3) vào (4), giải phương trình theo e , ta có:

$$e_R = (h_0 - a') - \frac{[\xi_R(1 - \frac{a'}{h_0}) - \alpha_R] R_b b h_0^2 + R_s A_s (h_0 - a')}{N} \quad (6)$$

$$A_s = \mu_{\min} b h_0 \quad (7)$$

Vậy ta có thể phân biệt hai trường hợp lệch tâm như sau:

- Khi $e \geq e_R$, trường hợp lệch tâm lớn
- Khi $e < e_R$, trường hợp lệch tâm bé.

Công thức (6) cho thấy để xảy ra nén lệch tâm là lớn hoặc bé, ngoài tương quan giữa mô men uốn M và lực nén N với kích thước tiết diện, còn phụ thuộc vào việc bố trí cốt thép cũng như đặc trưng của vật liệu.

2. Tính toán cốt thép

Nếu trường hợp nén lệch tâm là lớn, việc xác định diện tích cốt thép A_s và A'_s khá dễ dàng và được trình bày trong [1]. Trong trường hợp nén lệch tâm là bé, cốt thép A_s có thể là chịu kéo hoặc nén. Khi A_s là kéo, cốt thép được bố trí theo cấu tạo. Khi A_s chịu nén nhiều, A_s cần được bố trí theo tính toán, do vậy cần thiết phải phân biệt trạng thái ứng suất của A_s . ứng suất trong cốt thép σ_s được xác định theo chiều cao vùng nén x [1]:

$$\sigma_s = \left(\frac{2(1 - \frac{x}{h_0})}{1 - \xi_R} - 1 \right) R_s = \left(\frac{2(1 - \xi)}{1 - \xi_R} - 1 \right) R_s \quad (8)$$

Khi $\sigma_s = 0$, chiều cao tương đối của vùng bê tông chịu nén ξ_0 là:

$$\xi_0 = 0,5(1 + \xi_R) \quad (9)$$

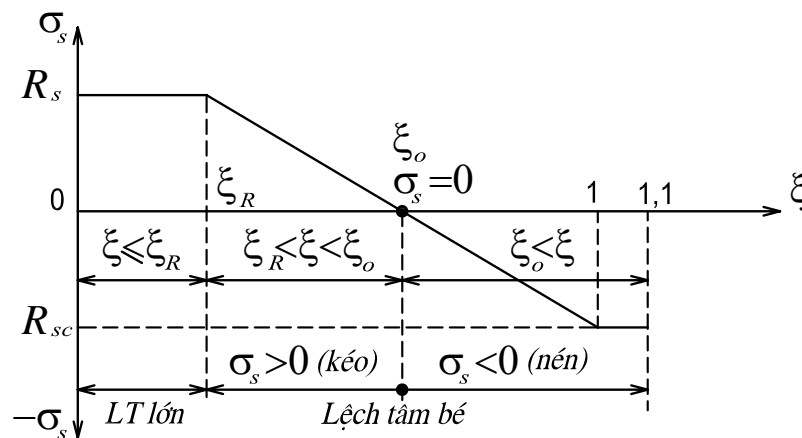
Thay (9) vào (6), ta có giá trị lệch tâm e_{R0} tương ứng:

$$e_{R0} = (h_0 - a') - \frac{R_b b h_0^2}{N} \xi_0 \left(0,5 \xi_0 - \frac{a'}{h_0} \right) \quad (10)$$

Vì vậy có thể phân biệt trạng thái ứng suất trong cốt thép A_s theo e_{R0} như sau:

- Khi $e > e_{R0}$, cốt thép A_s chịu kéo
- Khi $e < e_{R0}$, cốt thép A_s chịu nén.

Trên hình 2 minh họa rõ hơn về hai trường hợp lệch tâm theo chiều cao tương đối của vùng bê tông chịu nén ξ .



Hình 2. Hai trường hợp lệch tâm

Nếu A_s chịu nén, giả thiết rằng A_s được bố trí theo cấu tạo. Khi toàn bộ tiết diện chịu nén (chiều cao vùng nén $x = h$), lấy cân bằng theo mô men tại trọng tâm cốt thép A'_s (hình 1):

$$Ne' = R_{sc} A_s (h_0 - a') + 0,5R_b bh(h_0 - a') \quad (11)$$

$$e' = 0,5h - a' - \eta e_0 \quad (12)$$

Từ (11) ta có giới hạn:

$$e'_R = \frac{h_0 - a'}{N} (R_{sc} A_s + 0,5R_b bh) \quad (13)$$

Khi $e' < e'_R$, ứng suất trong cốt thép A_s là $\sigma_s < R_{sc}$. Khi $e' > e'_R$, ứng suất trong cốt thép $\sigma_s > R_{sc}$, điều này là không chấp nhận được, có nghĩa việc chọn A_s theo cấu tạo là không đảm bảo, do đó cần tính lại theo (11). Trong trường hợp này ta có:

$$A_s = \frac{Ne' - 0,5R_b bh(h_0 - a')}{R_{sc}(h_0 - a')} \quad (14)$$

$$A'_s = \frac{Ne - 0,5R_b bh(h_0 - a')}{R_{sc}(h_0 - a')} \quad (15)$$

Với việc phân biệt hai trường hợp lệch tâm cũng như trạng thái ứng suất của cốt thép, có thể dễ dàng xây dựng quy trình tính toán cốt thép không đối xứng của cấu kiện chịu nén lệch tâm.

KẾT LUẬN

Thiết kế cấu kiện chịu nén lệch tâm theo TCXDVN 356-2005 khá phức tạp nên việc xây dựng một quy trình tính toán cụ thể là rất cần thiết. Các vấn đề đã trình bày trong bài báo nhằm làm sáng tỏ lý thuyết tính toán, giúp người kỹ sư tiếp cận một cách đúng đắn và dễ dàng hơn bài toán tính toán cốt thép không đối xứng của cấu kiện chịu nén lệch tâm.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống. Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản). Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
2. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép TCXDVN 356-2005
3. Manoilov L. Stomanobeton (in Bulg) - Sofia, 2002.