

LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN SỰ HÌNH THÀNH VÀ MỞ RỘNG VẾT NỨT DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

(Theo TCVN 5574-2018)

- ❖ Thông số ban đầu: Tiết diện dầm có kích thước $b \times h$ (mm), cường độ chịu nén tiêu chuẩn của bê tông $R_{b,n}$, cường độ chịu kéo tính toán theo giới hạn II của bê tông $R_{bt,ser}$, mô đun đàn hồi của bê tông E_b , mô đun đàn hồi của cốt thép E_s . Cho biết trước cấu tạo cốt thép của tiết diện. Tính toán sự hình thành và mở rộng vết nứt của tiết diện trên?

❖ Tính toán sự hình thành và mở rộng vết nứt

- Tính toán hệ số quy đổi cốt thép về bê tông:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} \quad (190\text{-TCVN 5574-2018})$$

- Tính toán diện tích của tiết diện ngang quy đổi của cấu kiện:

$$A_{red} = A + \alpha A_s + \alpha A'_s \quad (163\text{-TCVN 5574-2018})$$

Trong đó A , A_s , A'_s lần lượt là diện tích tiết diện ngang của bê tông, của cốt thép chịu kéo và của cốt thép chịu nén.

- Tính toán mô men tĩnh của diện tích tiết diện quy đổi đối với trục bê tông chịu kéo nhiều hơn:

$$S_{t,red} = \frac{bh^2}{2} + \alpha A_s a + \alpha A'_s (h - a')$$

- Tính toán khoảng cách từ trục bê tông chịu kéo nhiều nhất đến trọng tâm tiết diện quy đổi của

$$y_t = \frac{S_{t,red}}{A_{red}} \quad (164\text{-TCVN 5574-2018})$$

- Tính toán mô men quán tính của tiết diện bê tông, của cốt thép chịu kéo và của cốt thép chịu nén

$$I = \frac{bh^3}{12} + bh \left(\frac{h}{2} - y_t \right)^2$$

$$I_s = A_s (y_t - a)^2$$

$$I'_s = A'_s (h - y_t - a')^2$$

- Mô men quán tính của tiết diện quy đổi đối với trọng tâm của nó:

$$I_{red} = I + \alpha I_s + \alpha I'_s \quad (162\text{-TCVN 5574-2018})$$

- Mô men kháng uốn của tiết diện quy đổi:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_t} \quad (160-TCVN 5574-2018)$$

- Mô men kháng uốn đàn dẻo của tiết diện đối với thớ bê tông chịu kéo ngoài cùng:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} \quad (159-TCVN 5574-2018)$$

- Mô men hình thành vết nứt:

$$M_{crc} = W_{pl} R_{bt,ser} \quad (158-TCVN 5574-2018)$$

- Trường hợp mô men hình thành vết nứt M_{crc} lớn hơn mô men uốn M tại tiết diện thì kết luận không hình thành vết nứt, trường hợp mô men hình thành vết nứt M_{crc} nhỏ hơn mô men uốn M tại tiết diện thì kết luận thỏa mãn điều kiện hình thành vết nứt.
- Tính toán bề rộng vết nứt:
- Tính toán hàm lượng cốt thép vùng chịu kéo và chịu nén:

$$\mu_s = \frac{A_s}{bh_0}$$

$$\mu'_s = \frac{A'_s}{bh_0}$$

- Mô đun biến dạng quy đổi của bê tông chịu nén:

$$E_{b,red} = \frac{R_{b,n}}{\varepsilon_{b1,red}} \quad (169-TCVN 5574-2018)$$

- Tính toán hệ số quy đổi cốt thép về bê tông:

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}} \quad (168-TCVN 5574-2018)$$

- Chiều cao vùng chịu nén trung bình của tiết diện ngang quy đổi:

$$y_c = x = h_0 \left[\sqrt{\alpha_{s1}^2 (\mu_s + \mu'_s)^2 + 2\alpha_{s1} \left(\mu_s + \mu' \frac{a'}{h_0} \right)} - \alpha_{s1} (\mu_s + \mu') \right] \quad (196-TCVN 5574-2018)$$

Trong đó $\alpha_{s1} = \alpha_{s2}$ (theo mục 8.2.2.3.2 TCVN 5574-2018)

- Mô men quán tính của diện tích tiết diện vùng bê tông chịu nén, của cốt thép chịu kéo và của cốt

$$I_b = \frac{bx^3}{12} + bx \left(\frac{x}{2} \right)^2$$

$$I_s = A_s (h - x - a)^2$$

$$I'_s = A'_s (x - a')^2$$

- Mô men quán tính của tiết diện quy đổi:

$$I_{red} = I_b + \alpha_{s1} I_s + \alpha_{s1}' I'_s \quad (193-TCVN 5574-2018)$$

Trong đó $\alpha_{s1} = \alpha_{s2}$ (theo mục 8.2.2.3.2 TCVN 5574-2018)

- Đường kính danh nghĩa của nhóm cốt thép chịu kéo:

$$d_s = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$$

- Diện tích tiết diện bê tông chịu kéo:

$$A_{bt} = b y_t$$

Trong đó: $2a' \leq y_t \leq 0.5h$

- Khoảng cách cơ sở giữa các vết nứt thẳng góc kề nhau:

$$L_s = 0.5 \frac{A_{bt}}{A_s} d_s \quad (174\text{-TCVN 5574-2018})$$

Trong đó:

$$\text{- } L_s \text{ phải thoả mãn các điều kiện: } \begin{cases} L_s \leq 40d_s \\ L_s \leq 400 \\ L_s \geq 10d_s \\ L_s \geq 100 \end{cases}$$

- Ứng suất σ_s trong cốt thép chịu kéo:

$$\sigma_s = \frac{M(h_0 - y_c)}{I_{red}} \alpha_{s1} \quad (167\text{-TCVN 5574-2018})$$

- Bề rộng vết nứt:

$$a_{crc,i} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} L_s \quad (166\text{-TCVN 5574-2018})$$

Trong đó:

- φ_1 là hệ số, kể đến thời hạn tác dụng của tải trọng, lấy bằng:

1.0 – khi có tác dụng ngắn hạn của tải trọng;

1.4 – khi có tác dụng dài hạn của tải trọng;

- φ_2 là hệ số, kể đến loại hình dạng bề mặt của cốt thép dọc, lấy bằng:

0.5 – đối với cốt thép có gân và cáp;

0.8 – đối với cốt thép trơn;

- φ_3 là hệ số, kể đến đặc điểm chịu lực, lấy bằng:

1.0 – đối với cấu kiện chịu uốn và chịu nén lệch tâm;

1.2 – đối với cấu kiện chịu kéo

- ψ_s là hệ số, kể đến sự phân bố không đều biến dạng tương đối của cốt thép chịu kéo giữa các vết nứt; cho phép lấy $\psi_s = 1$, trường hợp khi $M \leq M_{crc}$ thì giá trị ψ_s cần được xác định theo công thức:

$$\psi_s = 1 - 0.8 \frac{M_{crc}}{M} \quad (176-TCVN 5574-2018)$$

- Tính toán cấu kiện bê tông cốt thép cần được tiến hành theo sự mở rộng dài hạn và ngắn hạn của các vết nứt thẳng góc và xiên.
- Chiều rộng vết nứt dài hạn được xác định theo công thức:

$$a_{crc} = a_{crc,1} \quad (156-TCVN 5574-2018)$$

- Chiều rộng vết nứt ngắn hạn được xác định theo công thức:

$$a_{crc} = a_{crc,1} + a_{crc,2} - a_{crc,3} \quad (157-TCVN 5574-2018)$$

Trong đó:

- $a_{crc,1}$ là chiều rộng vết nứt do tác dụng dài hạn của tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn;
- $a_{crc,2}$ là chiều rộng vết nứt do tác dụng ngắn hạn của tải trọng thường xuyên và tạm thời (dài hạn và ngắn hạn);
- $a_{crc,3}$ là chiều rộng vết nứt do tác dụng ngắn hạn của tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn.