

TÍNH TOÁN CẤU KIỆN BTCT THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ II.

1. TÍNH ĐỘ VÔNG CẤU KIỆN CHIU UỐN

1.1. Khái niệm chung:

Đối với cấu kiện chịu uốn khi chịu tác dụng của tải trọng thì bị võng xuống. Kết cấu có độ võng lớn sẽ không thuận lợi cho việc sử dụng mặc dù nó chưa bị phá hoại. Đối các cấu kiện lắp ghép và những kết cấu sử dụng vật liệu cường độ cao, việc tính độ võng của cấu kiện càng cần được chú ý hơn để đảm bảo điều kiện sử dụng của kết cấu. (Về mặt vận hành máy móc, về mặt cấu tạo, về yêu cầu mỹ quan,...).

Các dầm có độ võng lớn hơn 1/250 nhịp thường có thể nhận thấy bằng mắt thường, nhất là độ võng của các dầm chìa ra ngoài. Độ võng quá mức sẽ:

- Gây hư hỏng các thành phần phi kết cấu của công trình: nứt các tường ngăn, hư hỏng các cửa..
- Ảnh hưởng đến khả năng sử dụng bình thường của kết cấu: như khi phải dỡ các thiết bị có yêu cầu phải thẳng hàng, gây trở ngại cho sự thoát nước sàn..
- Hư hỏng các kết cấu: cấu kiện có độ võng quá mức có thể tiếp xúc với các cấu kiện khác thì quỹ đạo tải trọng (sự phân bố tải trọng vào các cấu kiện) sẽ thay đổi gây phá hoại.

Qui phạm quy định độ võng của cấu kiện khi làm việc bình thường phải nhỏ hơn độ võng cho phép đối với loại kết cấu đó.

$$f \leq [f]. \quad (9 - 1)$$

Trong đó: - f: Độ võng lớn nhất của cấu kiện trong điều kiện làm việc bình thường.
- [f]: Độ võng cho phép của loại kết cấu đó. (Theo qui phạm).

Thí dụ: - Dầm cầu trục chạy điện. $[f] = (1/600) L$
- Sàn có trần phẳng, cấu kiện của mái.

Khi Nhịp $L \leq 6m$. $[f] = (1/200) L$.

$6m < L \leq 7,5m$ $[f] = 3cm$.

$L > 7,5m$ $[f] = (1/250).L$.

* Chú ý:

- Khi tính độ võng thì dùng tải trọng tiêu chuẩn vì đó là tải trọng tác dụng lên kết cấu trong điều kiện làm việc bình thường. Khi nào có tải trọng vượt quá trị số tiêu chuẩn thì chỉ là nhất thời và khi tải trọng trở về trị số tiêu chuẩn thì độ võng cũng giảm đi.

- Vì bê tông có tính từ biến nên tải tác dụng dài hạn sẽ làm tăng độ võng của cấu kiện lên. Do đó cần phân biệt tải trọng tác dụng dài hạn và tải trọng tác dụng ngắn hạn. Tải trọng tác dụng dài hạn gồm trọng lượng bản thân và một phần tải trọng sử dụng. Theo tiêu chuẩn nhà nước về "Tải trọng và tác động TCVN 2737-95) đã đưa ra những qui định cụ thể.

Cấu kiện cần tính võng thường có khe nứt trong vùng kéo nên cơ sở tính toán là giai đoạn II của trạng thái ứng suất và biến dạng.

1.2. Độ cong trục dầm và độ cứng của dầm:

a. Khái niệm độ cong và độ cứng của dầm:

Việc tính độ võng của cấu kiện bằng vật liệu đàn hồi chúng ta đã gặp trong môn Sức bền Vật liệu (Như các phương pháp tính phân định hạn, phương pháp thông số ban đầu, phương pháp đồ toán, v.v..) hay trong cơ học kết cấu (Phương pháp đặt lực đơn vị, v.v..).

Xét dầm chịu uốn với tải trọng tăng dần: lúc đầu dầm cứng và không bị nứt, toàn bộ tiết diện bê tông chịu ứng suất (đường biến dạng là đoạn OA). Khi tải trọng tăng vết nứt xuất hiện, tại tiết diện bị nứt mô men quán tính giảm làm giảm rõ rệt độ cứng của dầm. Các đoạn dầm có xuất hiện vết nứt các nhiều, số vết nứt càng nhiều càng làm giảm độ cứng, độ võng của dầm tăng nhanh hơn.

Như vậy bắt đầu từ điểm A dầm có độ võng phi tuyến rõ rệt do sự giảm độ cứng khi tăng dần các vết nứt. Theo thời gian, độ võng tăng do tính từ biến của bê tông.

Theo Sức bền Vật liệu thì độ cong trục dầm được xác định theo phương trình vi phân đường đàn hồi:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ}$$

Trong đó: $-\frac{1}{\rho}$: Gọi là độ cong trục dầm.

$-EJ$: Độ cứng của dầm bằng vật liệu đàn hồi, đồng chất, đẳng hướng.

(Giải pt trình vi phân với các điều kiện biên ta được độ võng y).

Nhưng BTCT là vật liệu đàn hồi dẻo, không đồng chất, trong miền chịu kéo lại có khe nứt nên không thể biểu thị độ cứng của dầm bằng EJ được.

Với dầm BTCT cần xét đến sự thay đổi độ cứng do biến dạng dẻo và nứt. Mô men quán tính của dầm thay đổi từ tiết diện không nứt lớn hơn tiết diện bị nứt. Do sự thay đổi này mà việc tính toán độ võng của dầm BTCT trở nên không đơn giản.

Thường độ cứng của dầm BTCT được kí hiệu bằng chữ B và độ cong trục dầm được biểu thị bằng quan hệ sau:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{B} \quad (9 - 2)$$

b. Trạng thái ứng suất biến dạng của dầm sau khi xuất hiện khe nứt:

Xét một đoạn dầm chịu uốn. Sau khi xuất hiện khe nứt trạng thái US - BD thể hiện trên hình vẽ.

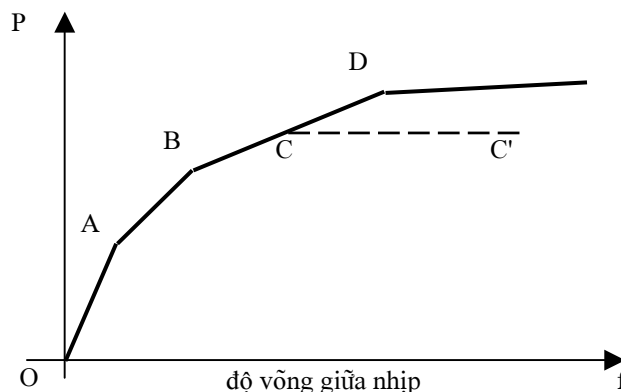
- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo: Tại tiết diện có khe nứt toàn bộ lực kéo do cốt thép chịu. Ứng suất kéo trong cốt thép tại tiết diện có khe nứt là σ_a , ứng suất giảm dần vào khoảng giữa hai khe nứt vì có BT cùng tham gia chịu kéo.

- Ứng suất trong BT chịu kéo: Tại khe nứt ứng suất trong BT bằng không. Càng xa vết nứt, ứng suất trong BT tăng dần và lớn nhất tại khoảng giữa hai khe nứt và bằng σ_{bk} .

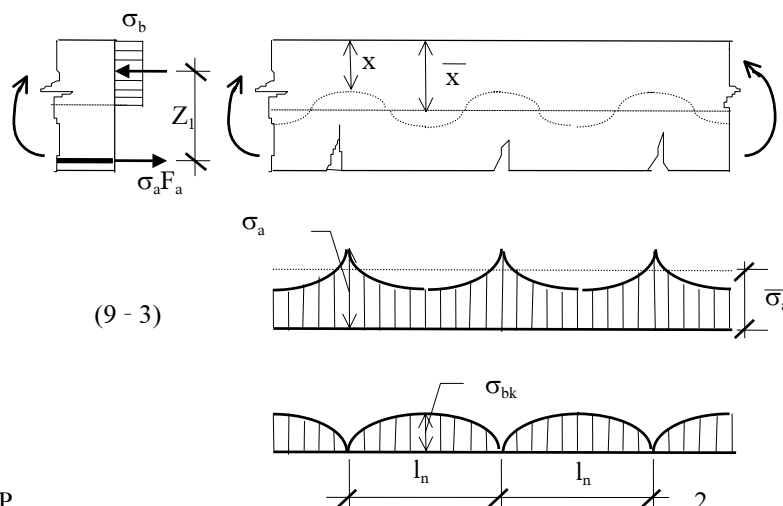
Do đó sau khi xuất hiện khe nứt thì trục trung hòa của dầm có dạng lượn sóng (Tức x biến thiên). Để tính toán người ta thay trục trung hòa thực tế bằng trục trung hòa trung bình với chiều cao vùng nén trung bình \bar{x} .

Bằng thực nghiệm người ta đã xác lập được quan hệ giữa x và \bar{x} .

$$x = \bar{x} \left(1 - \frac{0.7}{100\mu + 1} \right)$$



- A: Thời điểm các đầu dầm bắt đầu bị nứt.
- B: Bắt đầu có các vết nứt giữa nhịp.
- D: Bắt đầu sự chảy dẻo tại các TD có mô men lớn.
- C → C' độ võng tăng do từ biến với tải trọng dài hạn



(9 - 3)

và $\overline{\sigma}_b = \psi_b \cdot \sigma_b$ Với $\psi_b \leq 1$. (pxi) (9 - 4)

$\overline{\sigma}_a = \psi_a \cdot \sigma_a$ Với $\psi_a \leq 1$. (9 - 5)

Trong đó:

- ψ_b : Hệ số xét đến sự biến dạng không đồng đều của thớ BT chịu nén ngoài cùng dọc theo đoạn dầm đang xét (với BT nặng $\psi_b = 0.9$, khi chịu tải trọng rung động $\psi_b = 1$).

- ψ_a : Hệ số xét đến sự làm việc chịu kéo của BT nằm giữa hai khe nứt. Xác định bằng tính toán.

Mặt khác khi chấp nhận giả thiết tiết diện phẳng đối với dầm có chiều cao vùng nén \bar{x} thì biến dạng tỉ đối trung bình của BT chịu nén $\overline{\varepsilon}_b$ và của cốt thép chịu kéo $\overline{\varepsilon}_a$ có quan hệ:

$$\left. \begin{aligned} \overline{\varepsilon}_a &= \frac{\overline{\sigma}_a}{E_a} = \psi_a \frac{\sigma_a}{E_a} ; \\ \overline{\varepsilon}_b &= \frac{\overline{\sigma}_b}{E_b} = \psi_b \frac{\sigma_b}{\nu \cdot E_b} \end{aligned} \right\} (9 - 6)$$

ν : là hệ số đàn hồi của BT vùng nén. Với BT nặng: $\nu = 0,45$ khi tải trọng tác dụng ngắn hạn, $\nu = 0,15$ khi tải trọng tác dụng dài hạn.

Tại tiết diện có khe nứt, biểu đồ ứng suất trong BT vùng nén được xem là hình chữ nhật. Xét cân bằng nội - ngoại lực ta có:

$$\sigma_a = \frac{M^c}{F_a Z_1} ; \quad \sigma_b = \frac{M^c}{F_b Z_1} \quad (9 - 7)$$

Trong đó:

- F_a : là diện tích cốt thép chịu kéo.
- F_b : là diện tích vùng bê tông chịu nén.
- Z_1 : Cánh tay đòn nội lực ngẫu lực tại tiết diện có khe nứt.

Nếu tiết diện có cốt thép chịu nén F_a' thì qui đổi F_a' thành diện tích BT tương đương.

Khi đó: $\sigma_b = \frac{M^c}{F_{bqđ} Z_1}$ (9 - 8)

Với $F_{bqđ} = F_b + \frac{E_a}{E_b} F_a' = F_b + \frac{n}{\nu} F_a'$

c. Độ cong trực dầm và độ cứng của dầm:

Xét 1 đoạn dầm nằm giữa 2 khe nứt :

Khoảng cách 2 khe nứt bằng l_n , chiều cao vùng nén x , chiều cao làm việc h_0 , bán kính cong ρ .

Qua B kẻ $DC // OA$; qua E kẻ $EF // DC$:

$ED = \overline{\varepsilon}_b \cdot l_n$; $FG = (\overline{\varepsilon}_b + \overline{\varepsilon}_a) \cdot l_n$.

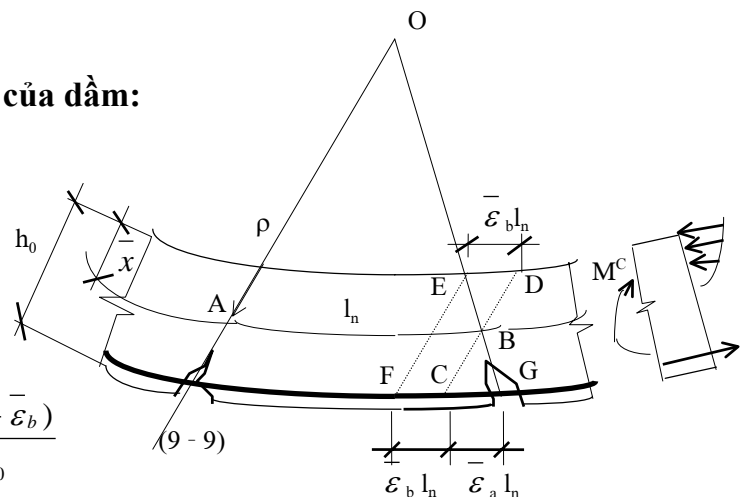
Xét 2 tam giác đồng dạng OAB và EFG:

$$\frac{l_n}{\rho} = \frac{(\overline{\varepsilon}_a + \overline{\varepsilon}_b) \cdot l_n}{h_0} \Rightarrow \frac{1}{\rho} = \frac{(\overline{\varepsilon}_a + \overline{\varepsilon}_b)}{h_0} \quad (9 - 9)$$

Thay (9 - 6), (9 - 7) vào (9 - 9) ta được:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M^c}{h_0 Z_1} \left(\frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{\psi_b}{\nu \cdot E_b F_{bqđ}} \right) \quad (9 - 10)$$

So sánh (9 - 10) với (9 - 2), ta có:



$$B = \frac{h_0 Z_1}{\left(\frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{\psi_b}{\nu \cdot E_b F_{bqđ}} \right)} \quad (9 - 11)$$

Nhìn vào công thức xác định B ta thấy độ cứng của dầm BTCT khác dầm bằng vật liệu đàn hồi, nó không những phụ thuộc vào đặc trưng hình học của TD mà còn phụ thuộc vào tải trọng (F_b có x, \dots) vào tính chất đàn hồi dẻo của BT. Muốn tăng B thì tăng h_0 là hiệu quả nhất. (Ngoài ra có thể tăng mác BT hay bề rộng tiết diện nhưng kém hiệu quả).

d. Tính các đặc trưng trong B:

a) **Tính $F_{bqđ}$:**

Diện tích miền BT chịu nén có kể đến cốt thép chịu nén trong TD chữ T (tổng quát):

$$F_{bqđ} = (b_c' - b) \cdot h_c' + \frac{n}{\nu} \cdot F_a' + b \cdot x. \quad (9 - 12)$$

$$F_{bqđ} = (\gamma' + \xi) \cdot b \cdot h_0.$$

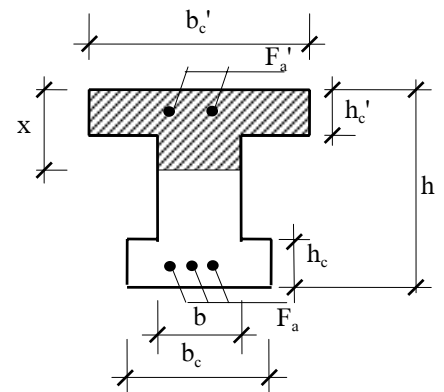
Với
$$\gamma' = \frac{(b_c' - b)h_c' + \frac{n}{\nu} F_a'}{b \cdot h_0}; \quad \xi = \frac{x}{h_0}$$

ξ : Chiều cao tương đối của vùng BT chịu nén $\xi = \frac{x}{h_0}$ xác định theo công thức

thực nghiệm:
$$\xi = \frac{1}{1.8 + \frac{1 + 5(L + T)}{10\mu \cdot n}} \quad (9 - 13)$$

Trong đó
$$L = \frac{M^c}{R_n^c \cdot b \cdot h_0^2}; \quad T = \gamma' \left(1 - \frac{\delta'}{2} \right); \quad \delta' = \frac{h_c'}{h_0};$$

$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0}; \quad n = \frac{E_a}{E_b};$$



b) **Tính Z_1 :**

Cánh tay đòn nội ngẫu lực tại tiết diện có khe nứt. Nếu giả thiết sơ đồ ứng suất của miền BT chịu nén là hình chữ nhật thì dễ dàng tìm được Z_1 từ điều kiện:

$$Z_1 = \frac{S_{bqđ}}{F_{bqđ}} = \frac{S_b + \frac{n}{\nu} F_a' (h_0 - a')}{(\gamma' + \xi) \cdot b \cdot h_0} = \frac{(b_c' - b)h_c' \cdot \left(h_0 - \frac{h_c'}{2} \right) + b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + \frac{n}{\nu} F_a' (h_0 - a')}{(\gamma' + \xi) \cdot b \cdot h_0}$$

Viết lại theo các kí hiệu trên và $2a' \approx h_c'$ nên

$$Z_1 = \left[1 - \frac{\delta' \cdot \gamma' + \xi^2}{2 \cdot (\gamma' + \xi)} \right] h_0 \quad (9 - 14)$$

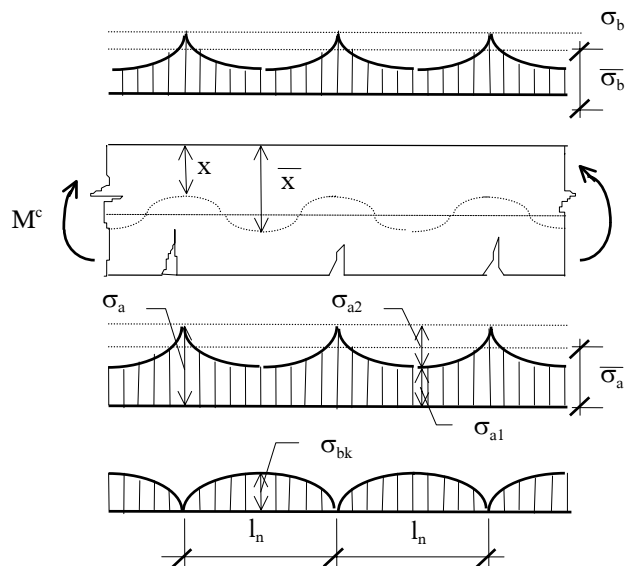
c) **Tính ψ_a :**

Ta có:
$$\psi_a = \frac{\sigma_a}{\sigma_a}$$

Từ sơ đồ ứng suất bên đây, có thể biểu diễn:

$$\sigma_a = \sigma_a - \omega_k \cdot \sigma_{a2};$$

Trong đó: ω_k Hệ số điều chỉnh biểu đồ ứng suất trong cốt thép giữa 2 khe nứt.



Ta được:
$$\psi_a = 1 - \omega_k \cdot \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_a}$$

Xét sự cân bằng giữa nội lực và ngoại lực ở trạng thái đang xét:

- Tại TD có khe nứt: $M^c = \sigma_a \cdot F_a \cdot Z_1$;
- Tại TD giữa 2 khe nứt: $M^c = M_a + M_b = \sigma_{a1} \cdot F_a \cdot Z + M_b$;

Suy ra: $\sigma_a \cdot F_a \cdot Z_1 = \sigma_{a1} \cdot F_a \cdot Z + M_b$;

Nếu lấy $M_b = \chi \cdot M_{bn}$, trong đó: (khi)

M_{bn} : mô men uốn do BT chịu được trước khi xuất hiện vết nứt $M_{bn} = R_{kc} \cdot W_{bn}$

W_{bn} : mô men kháng đàn hồi dẻo của tiết diện BT có xét đến biến dạng không đàn hồi của BT chịu kéo. Lấy Z_1

$$\approx Z \Rightarrow \sigma_{a2} \cdot F_a \cdot Z = M_b \Rightarrow \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_a} = \frac{M_b}{M^c}$$

Ta được:
$$\omega_k \cdot \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_a} = \omega_k \cdot \chi \cdot \frac{M_{bn}}{M^c} = \omega_{k\chi} \cdot \frac{M_{bn}}{M^c} \Rightarrow \psi_a = 1 - \omega_{k\chi} \cdot \frac{M_{bn}}{M^c} \quad (9 - 15)$$

Với $\omega_{k\chi} = 0.8$ đối với tải trọng tác dụng ngắn hạn.

$\omega_{k\chi} = 1.0$ đối với tải trọng tác dụng dài hạn.

* Tiêu chuẩn thiết kế cho phép dùng công thức thực nghiệm sau:

$$\psi_a = 1.25 - S \cdot \frac{R_{kc} W_n}{M^c} \leq 1 \quad (9 - 16)$$

Trong đó: S Hệ số phụ thuộc hình dạng mặt ngoài cốt thép và tải trọng tác dụng.

Tải trọng tác dụng ngắn hạn S = 1,1 thép gỗ; S=1,0 thép trơn.

Tải trọng tác dụng dài hạn: S = 0,8 cho mọi loại thép.

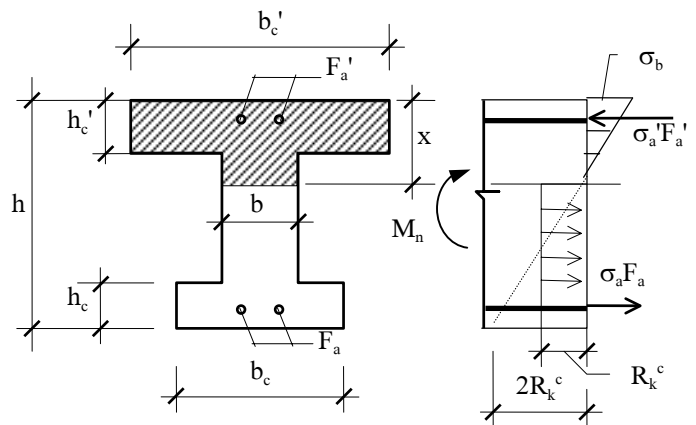
Khi tính ψ_a nếu $(R_{kc} \cdot W_n)/M^c > 1$ thì lấy bằng 1 để tính vì rằng cơ sở tính võng là giai đoạn II trạng thái US - BD, tức là khi miền BT chịu kéo đã có khe nứt.

R_{kc} : Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn của cốt thép.

* Tính W_n :

Ứng suất trên tiết diện khi sập nứt như hình vẽ.

Ứng suất trong vùng BT chịu nén phân bố dạng hình tam giác có $\nu = 1$, vùng BT chịu kéo xem gần đúng hình chữ nhật có trị số bằng R_{kc} (do BT vùng kéo có biến dạng dẻo lớn, $\nu = 0,5$). Nếu kéo dài cạnh nghiêng hình tam giác vùng nén thì sẽ cắt mép ngoài chịu kéo 1 đoạn $2R_{kc}$).



Vậy ứng suất trong thớ BT chịu nén ngoài cùng (theo gthuyết TD phẳng)
$$\sigma_b = 2R_{kc} \cdot \frac{x}{h - x}$$

Từ phương trình cân bằng lực lên phương trục dầm ta có thể tìm được chiều cao vùng nén:

$$\xi = \frac{x}{h} = 1 - \frac{b \cdot h + 2 \cdot (1 - \delta'_c) F'_c + 2 \cdot (1 - \delta') \cdot n \cdot F_a}{2 F_{bqđ} - F_c} \quad (9 - 17)$$

Trong đó: $F'_c = (b'_c - b) \cdot h'_c$; $F_c = (b_c - b) \cdot h_c$; $\delta'_c = h'_c / 2h$; $\delta = a / h$.

$F_{bqđ} = bh + F'_c + F_c + n \cdot (F_a + F'_a)$.

Từ điều kiện cân bằng Mômen đối với trục song song và cách mép trên tiết diện 1 đoạn bằng $x/3$ rồi so sánh với biểu thức M_n trên ta được:

$$W_n = b \cdot (h - x) \cdot \left(\frac{h}{3} + \frac{x}{6} \right) + F_c \left(h - \frac{h_c}{2} - \frac{x}{3} \right) + \frac{2F'_c (x - 0,5h'_c)}{h - x} \cdot \left(\frac{x}{3} - \frac{h'_c}{2} \right) +$$

$$+ 2.n.F_a \cdot \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) + 2.n.F_a \cdot \left(\frac{x-a'}{h-x} \right) \cdot \left(\frac{x}{3} - a' \right); \quad (9-18)$$

Đối với tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn ($F_a' = 0$)

$$\xi = \frac{x}{h} = 1 - \frac{b \cdot h}{2 \cdot (b \cdot h + n \cdot F_a)} = 1 - \frac{1}{2 \cdot (1 + n \cdot \mu_1)}$$

Trong đó $\mu_1 = \frac{F_a}{b \cdot h}$.

Vậy:
$$W_n = b \cdot (h - x) \cdot \left(\frac{h}{2} + \frac{x}{6} \right) + 2.n.F_a \cdot \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) \quad (7-19)$$

Trong tính toán thực tế có thể lấy gần đúng $\xi = 1/2$ thì

$$W_n = [0,292 + 0,75\gamma_1 + 0,15\gamma_1'] b \cdot h^2. \quad (7-20)$$

Trong đó: $\gamma_1 = \frac{(b_c - b) \cdot h_c + 2 \cdot n \cdot F_a}{b \cdot h}$; $\gamma_1' = \frac{(b_c' - b) \cdot h_c' + 2 \cdot n \cdot F_a'}{b \cdot h}$

Công thức gần đúng của W_n sai số không đáng kể khi $n \cdot \mu_1 \leq 0,25$ và $\gamma_1' \leq 0,3$.

Khi tiết diện chữ nhật không đặt cốt thép thì $\xi = 1/2$, lúc đó W_n kí hiệu là :

$$W_{bn} = (7/24) \cdot b \cdot h^2$$

(Tức Mômen kháng đàn hồi dẻo lớn hơn momen kháng đàn hồi 7/4 lần).

Cũng có thể xác định W_n từ mômen kháng đàn hồi W_0 :

$$W_n = \gamma \cdot W_0. \quad (7-21)$$

Trong đó γ là hệ số kể đến biến dạng không đàn hồi của BT vùng kéo và phụ thuộc vào hình dáng tiết diện, trị số γ có bảng tra.

1.3. Tính độ võng của dầm:

a. Dầm đơn giản có tiết diện không đổi:

Khi xác định B ta đã có nhận xét là B phụ thuộc vào mômen do ngoại lực gây ra, do đó B sẽ thay đổi dọc theo trục dầm cùng với sự thay đổi của mômen.

Nhưng như vậy sẽ rất phức tạp nên tiêu chuẩn thiết kế cho phép coi dầm đơn giản có tiết diện không đổi có độ cứng không đổi và bằng độ cứng nhỏ nhất B_{\min} . (Tức B theo tiết diện có M_{\max}).

Thí dụ đối với dầm đơn nhịp l, chịu q phân bố đều:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{\max}^c}{B_{\min}} \cdot l^2;$$

Khi chịu tải trọng bất kỳ thì độ võng được biểu diễn theo công thức tổng quát:

$$f = \beta \cdot \left(\frac{1}{\rho} \right)_{\max} \cdot l^2 = \beta \cdot \frac{M_{\max}^c}{B_{\min}} \cdot l^2; \quad (7-22)$$

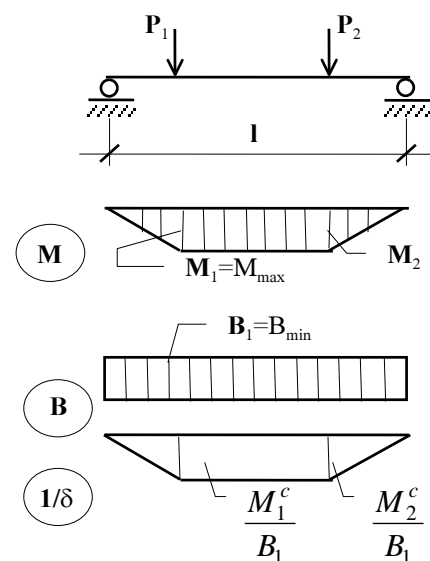
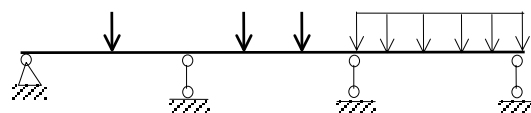
Trong đó β hệ số phụ thuộc vào sơ đồ dầm, dạng tải trọng.

b. Dầm liên tục:

Đối với dầm liên tục thì ta xem B không đổi trên từng đoạn có mômen cùng dấu và độ cứng được xác định theo mômen lớn nhất của đoạn dầm đó (lấy bằng độ cứng bé nhất).

Tương tự dầm đơn giản, trên mỗi đoạn dầm có mô men cùng dấu ta xem độ cong tỉ lệ với mô men:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_i^c}{B_{i_{\min}}}$$



Công thức tổng quát để xác định độ võng của cầu kiện:

$$f = \int_0^1 \overline{M}(x) \cdot \frac{1}{\rho}(x) \cdot dx ; \quad (7 - 23)$$

Trong đó:

$\overline{M}(x)$: Mô men tại TD có tọa độ x do tải trọng đơn vị đặt tại TD cần tính độ võng.

$\frac{1}{\rho}(x)$: Độ cong toàn phần của cầu kiện tại TD có tọa độ x do tải trọng gây ra.

c. Độ võng toàn phần của dầm:

Theo tiêu chuẩn thiết kế, độ võng toàn phần của dầm chịu tải trọng tác dụng ngắn hạn và tải trọng tác dụng dài hạn được xác định theo công thức:

$$f = f_1 - f_2 + f_3. \quad (7 - 24)$$

Trong đó:

- f_1 : Độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng.
- f_2 : Độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn.
- f_3 : Độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn.

(Chú ý khi tính f_1, f_2 các giá trị γ và ψ_a phải ứng với tính chất ngắn hạn của tải trọng còn f_3 thì γ và ψ_a ứng với tính chất dài hạn của tải trọng.)

Có thể giải thích công thức tính f bằng đồ thị.

Sau khi tính được f, tiêu chuẩn thiết kế còn yêu cầu điều chỉnh (tăng, giảm) để xét đến sự sai lệch do thi công và ảnh hưởng của lực cắt.

