

## CHƯƠNG III DẦM THÉP

### §1. KHÁI NIỆM CHUNG

#### 1.1. Các loại tiết diện

(i) kết cấu chịu uốn được dùng rất rộng rãi : đỡ sàn nhà DD & CN, dầm cầu chạy, dầm cầu, cửa van, cửa đập.

(ii) kết cấu thiết kế và chế tạo đơn giản, làm việc vững chắc.

(iii) để so sánh khả năng chịu uốn của các loại tiết diện dầm ta dùng bán kính lõi  $\rho = W/A$ , thì  $\rho$  của tiết diện I là lớn nhất.

\_ dầm định hình và dầm tổ hợp (hàn, bulông).

\_ dầm chịu lực cắt nhỏ có thể dùng dầm có lỗ rỗng.

\_ dầm đơn giản, dầm liên tục nhiều nhịp và dầm có mút thừa.

#### 1.2. Bố trí hệ dầm

Có 3 phương pháp bố trí hệ dầm:

##### a. Bố trí đơn giản

Bản sàn đặt lên dầm, dầm đặt lên gối tựa.

##### b. Bố trí phổ thông

Kết cấu sàn gồm có dầm chính, dầm phụ và bản sàn : bản sàn đặt lên cánh trên dầm phụ, dầm phụ tựa vào dầm chính, dầm chính đặt lên gối tựa. Để giảm bớt chiều cao xây dựng của sàn dầm phụ có thể liên kết vào bụng dầm chính.

##### c. Bố trí phức tạp

Bao gồm : dầm chính, dầm phụ, dầm phụ ngang, dầm phụ dọc và bản sàn. (*xem H. 3-1*)

#### 1.3. Nhịp dầm và tải trọng tác dụng lên dầm

\_ Nhịp dầm là kích thước cơ bản của dầm, là khoảng cách giữa hai tâm gối tựa. Chiều dài dầm thường lớn hơn một ít so với nhịp dầm. Khoảng cách giữa hai mép gối tựa gọi là nhịp thông thoáng của dầm.

- Nhịp của dầm chính là khoảng cách giữa các gối tựa.
- Khoảng cách giữa các dầm chính là nhịp của dầm phụ.
- Tải trọng tác dụng lên sàn thường là tải trọng phân bố đều, truyền xuống dầm phụ là phần tải trọng tác dụng lên diện tích 1 (bước là  $a$ ), truyền xuống dầm chính là phần tải

trọng tác dụng lên diện tích 2 (bước b), truyền lên cột là phần tải trọng tác dụng lên diện tích 3. (xem H. 3-2)

#### 1.4. Bản sàn

Bản sàn có thể bằng bê tông cốt thép hoặc bằng thép.

Chiều dày bản sàn bằng thép có thể xác định sơ bộ như sau:

- $p_s \leq 10 \text{ kN/m}^2$ ,  $t_s = 6 \div 8 \text{ mm}$ .
- $p_s = 10 \div 20 \text{ kN/m}^2$ ,  $t_s = 8 \div 10 \text{ mm}$ .
- $p_s > 20 \text{ kN/m}^2$ ,  $t_s = 10 \div 14 \text{ mm}$ .

Tùy theo tỉ số  $l/t$  ( $l$  – nhịp tính toán của bản,  $t$  – chiều dài của bản) có thể chia bản sàn làm ba loại: bản dày, bản mỏng và bản có độ dày trung bình.

##### a) Bản dày

Có tỉ số  $l/t \leq 50$  : thường đối với bản bê tông cốt thép.

##### b) Bản mỏng

Có tỉ số  $l/t \geq 300$  : ít dùng trong xây dựng.

##### c) Bản có độ dày trung bình

Là bản có tỉ số  $50 < l/t < 300$ , dùng nhiều trong kết cấu thép.

#### – Tính bản theo bài toán giải tích: (xem H. 3-3)

Bản vừa chịu momen uốn  $M$  vừa chịu lực kéo  $H$ . Điều kiện để tính lực kéo  $H$  là độ giãn dài của bản do  $H$  sinh ra phải bằng hiệu số độ dài cong và độ dài thẳng của bản.

$\Delta l_H$ : độ giãn dài của bản do  $H$  gây ra, được tính bằng công thức :

$$\Delta l_H = \frac{H l}{E t (1 - \mu^2)} \quad (\text{III-1})$$

Hiệu số độ dài cong và độ dài thẳng của bản :

$$\Delta l = \int_0^l (ds - dx) = \int_0^l \left( \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} - 1 \right) dx \approx \frac{1}{2} \int_0^l \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 dx \quad (\text{III-2})$$

Khi biến hình, đường đàn hồi bản có dạng:  $y = \Delta \sin(\pi x / l)$  và do đó  $\Delta l = \pi^2 \Delta^2 / 4 l$

Theo S.P. Timoshenko độ võng lớn nhất khi có  $q$  và  $H$  đồng thời tác dụng :

$$\Delta = \frac{\Delta_0}{1 + \alpha} \quad (\text{III.3})$$

$\Delta$  – độ võng ở giữa dầm chỉ có  $q^{lc}$  tác dụng,  $\Delta_0 = M_q l^2 / 10 E_t I_t$  (III.4)

$\alpha$  – hệ số ảnh hưởng lực dọc,  $\alpha = H / H_{th} = H / (\pi^2 D / l^2) = H l^2 / (\pi^2 D)$

trong đó:  $H_{th} = \pi^2 D / l^2$  : lực tới hạn Euler của bản đang tính

$D = E_t I_t = E t^3 / 12 (1 - \nu^2)$  : độ cứng trụ của bản

$$\text{Từ đó rút ra được : } H = \pi^2 D \alpha / l^2 = f(\alpha) \approx 10 D \alpha / l^2 \quad (\text{III.5})$$

Momen do lực phân bố đều q và lực kéo H tác dụng lên bản :

$$M = M_q - H \Delta = M_q - H \Delta_0 / (1 + \alpha) = M_q - 10 D \alpha / l^2 [\Delta_0 / (1 + \alpha)] = \frac{M_q}{1 + \alpha} \quad (\text{III.6})$$

$M_q$  – momen do lực phân bố đều q sinh ra,  $M_q = q^{lc} l^2 / 8$

Tìm hệ số ảnh hưởng của lực dọc  $\alpha$  theo điều kiện  $\Delta_{lH} = \Delta l$

$$\frac{H l (1 - \mu^2)}{E t} = \frac{\pi^2}{4 l} \left( \frac{\Delta_0}{1 + \alpha} \right)$$

Thay trị số của H vào ta được phương trình :

$$\alpha (1 + \alpha)^2 = 3 (\Delta_0 / t)^2 \quad (\text{III.7})$$

Ứng suất do M và H sinh ra phải thỏa mãn điều kiện :

$$\sigma = \sigma_H + \sigma_M = \frac{H}{t} + \frac{6M}{t^2} \leq f \gamma_c \quad (\text{III.8})$$

**\_ Tính bản theo công thức gần đúng :**

Chiều dày này có thể xác định bằng công thức gần đúng của T.L. Teloian:

$$\frac{l}{t} = \frac{4n_o}{15} \left( 1 + \frac{72 E_1}{n_o^4 q^{lc}} \right) \quad (\text{III.9})$$

trong đó  $[\Delta / l] = 1 / n_o$  là độ võng cho phép của bản.

**\_ Tính bản theo đồ thị : (xem H. 3-4)**

Chiều dày này có thể xác định bằng biểu đồ của S.D. Lei-tes, với trục hoành là  $l/t$  và trục tung là giá trị  $q$  [kN/m<sup>2</sup>] cùng với các đường biểu diễn tương ứng với  $[\Delta/l]$  khác nhau.

**Ví dụ III-1.** Tính bản có nhịp  $l = 120$  cm dưới tác dụng của tải trọng tiêu chuẩn  $q^{lc} = 2\,400$  daN/m<sup>2</sup> với độ võng giới hạn  $[\Delta/l] = 1 / n_o = 1 / 150$ .

*Bài giải*

Theo Teloian (III-9) tính được:

$$\frac{l}{t} = \frac{4n_o}{15} \left( 1 + \frac{72 E_1}{n_o^4 q^{lc}} \right) = \frac{4 \times 150}{15} \left( 1 + \frac{72 \times 2,3 \times 10^6}{150^4 \times 0,24} \right) = 94,7 \approx 95.$$

Chiều dày của bản  $t = 1\,200 / 95 = 1,26$  cm chọn 12 mm.

Tìm lực kéo H :

$$M_q = q^{lc} l^2 / 8 = 0,24 \times 120^2 / 8 = 434 \text{ daNcm}$$

Độ võng tính theo (III-4) :  $\Delta_0 = M_q^{lc} l^2 / 10 D = 434 \times 120^2 / (10 \times 3,3 \times 10^5) = 1,88$  cm, trong đó:

$$D = E_1 t^3 / 12 = 2,3 \times 10^6 \times 1,23 / 12 = 3,3 \times 10^5 \text{ daN/cm}^2$$

Tính  $\alpha$  theo (III-7):  $\alpha (1 + \alpha)^2 = 3 (\Delta_0 / t)^2 = 3 \times (1,882 / 1,2)^2 = 7,36$ , rút ra  $\alpha = 1,35$ .

Độ võng kể đến H xác định theo (III-3)  $\Delta = \Delta_0 / (1 + \alpha) = 1,88 / (1 + 1,35) = 0,8$  cm,  $[\Delta / l] = 0,8 / 120 = 1 / 150$ .

Tính H theo (III-5):  $H = 10 D \alpha / l^2 = 10 \times 3,3 \times 10^5 \times 1,35 / 120^2 = 309 \text{ daN}$

Tính M theo công thức (III-6):  $M = M_q / (1+\alpha) = 189 \text{ daNcm}$

Ứng suất trong bản tính theo (III-8):

$$\sigma = \sigma_H + \sigma_M = H / t + 6M / t^2 = 309/1,2 + 189 \times 6 / 1,2^2 = 257 + 790 = 1047 \text{ daN/cm}^2 \leq f \gamma_c$$

## §2. DẦM ĐỊNH HÌNH

Thiết kế dầm định hình gồm các bước sau:

1. Chọn tiết diện dầm
2. Kiểm tra tiết diện dầm về bền, về ổn định tổng thể, độ võng
3. Cấu tạo và tính toán các chi tiết của dầm (nối dầm, gối dầm)

### 2.1. Chọn tiết diện

Khi dầm làm việc trong trạng thái đàn hồi (xem H. 3-4):

$$W_{yc} = \frac{M}{f \gamma_c} \quad (\text{III.10})$$

M \_ momen uốn của dầm

$\gamma_c$  \_ hệ số điều kiện làm việc (xem Bảng 3 – TCXDVN 338-2005)

f \_ cường độ tính toán của thép

Đối với dầm đơn giản có tiết diện đặc và thỏa tất cả các điều kiện sau thì có thể kể đến sự làm việc trong giai đoạn đàn hồi dẻo của thép.

+ dầm làm từ các loại thép có giới hạn chảy  $f_c \leq 530 \text{ N/mm}^2$

+ chịu tải trọng tĩnh

+ bảo đảm điều kiện ổn định tổng thể

+ giá trị ứng suất tiếp  $\tau$  tại một tiết diện có M và Q ứng với tổ hợp bất lợi nhất thỏa điều kiện  $\tau \leq 0.9 f_v$ , khi đó momen kháng uốn yêu cầu xác định theo:

$$W_{yc} = \frac{M}{c_1 f \gamma_c} \quad (\text{III.11})$$

$c_1$  \_ lấy theo B \_ Phụ lục C - TCXDVN 338-2005

Có được  $W_{yc}$  tra bảng thép hình có  $W_x \geq W_{yc}$  để chọn số hiệu thép thích hợp.

### 2.2. Kiểm tra lại tiết diện

1) Theo cường độ (theo độ bền):

$$\text{ _ Tại tiết diện có } M_{\max} \text{ phải thỏa mãn: } \sigma = M_{\max} / W_n \leq f \gamma_c \quad (\text{III.12})$$

$$\text{ hoặc kể đến sự phát triển biến dạng dẻo của thép: } \sigma = M_{\max} / W_n \leq c_1 f \gamma_c \quad (\text{III.13})$$

trong đó  $W_n$  \_ momen chống uốn thực của tiết diện, không kể phần giảm yếu nếu có.

\_ Tại tiết diện có  $Q_{\max}$  (thường đầu dầm hoặc vị trí có tải trọng tập trung) :

$$\tau = Q_{\max} S_w / (I_x t_w) \leq f_v \gamma_c \quad (\text{III.14})$$

$Q_{\max}$  \_ lực cắt tính toán lớn nhất

$S_w$  \_ momen tĩnh của nửa tiết diện đối với trục trung hòa

$I_x$  \_ momen quán tính của tiết diện

$t_w$  \_ chiều dày bụng dầm

$f_v$  \_ cường độ tính toán chịu cắt

\_ Tại tiết diện có  $M_1$  và  $Q_1$  tương đối lớn cần kiểm tra lại ứng suất tương đương:

$$\sigma_{td} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2)} \leq 1.15 f \gamma_c \quad (\text{III.15})$$

với  $\sigma_1 = (M_1 / W_x) \times (h_w / h)$  và  $\tau_1 = Q_1 S_f / (I_x t_w)$  trong đó  $S_f$  là momen tĩnh của một cánh dầm đ/v trục trung hòa của tiết diện dầm.

\_ Khi có lực tập trung  $F$  tác dụng vào cánh trên của dầm (xem H. 3-5), kiểm tra ứng suất cục bộ của bản bụng dầm :

$$\sigma_c = F / (t_w l_z) \leq f \gamma_c \quad (\text{III.16})$$

trong đó:  $l_z$  đối với dầm định hình xác định :  $l_z = b + h_y$  (III.17)

$b$  \_ chiều rộng tấm đệm đặt tải trọng tập trung  $P$ , có thể là  $b_f$  của dầm phụ bên trên.

$h_y$  \_ khoảng cách từ mặt trên của cánh dầm đến biên trên của chiều cao tính toán của bản bụng  $h_w$  ( $h_w$  : đối với dầm định hình là khoảng cách giữa các điểm bắt đầu uốn cong của bản bụng, chỗ tiếp giáp bản bụng với cánh trên và cánh dưới; đối với dầm hàn là chiều cao bản bụng)

Kiểm tra bền tiết diện dầm tại vị trí có lực tập trung cục bộ:

$$\sigma_{td} = \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_c^2 - \sigma_1 \sigma_c + 3\tau_1^2)} \leq 1.15 f \gamma_c \quad (\text{III.19})$$

2) Theo độ võng của dầm

Độ võng của dầm phải thỏa mãn điều kiện:  $\Delta / l \leq [\Delta / l]$  (III.20)

trong đó  $[\Delta / l]$  độ võng giới hạn của dầm, tra (Bảng 1 – TCXDVN 338-2005)

3) Theo ổn định (xem phần “Dầm tổ hợp hàn”)

**Ví dụ III-2.** Tính hệ dầm đặt lên sàn có kích thước 12 x 6 m (không tính dầm chính). Biết: hoạt tải tác dụng lên sàn  $q = 2\,000 \text{ daN/m}^2$ , hệ số vượt tải 1.2, thép BCT3KΠ2,  $[\Delta / l] = 1 / 250$ . Tính với hai phương án: (1) bố trí theo kiểu phổ thông, (2) bố trí theo kiểu phức tạp. Bản sàn dày  $t = 8 \text{ mm}$ , nhịp bản hay khoảng cách giữa các dầm phụ  $a = 800 \text{ mm}$ .

*Bài giải*

*Phương án 1 (xem H. 3-a)*

Trọng lượng bản sàn :  $g^{lc} = 7\,850 \times 0.008 = 62.8 \text{ daN/m}^2$

Tải trọng tính toán lên dầm phụ (nhịp 6 m):

$$q = (n_p p^{lc} + n_g g^{lc}) a = (1.2 \times 2000 + 1.1 \times 62.8) \times 0.8 = 1980 \text{ daN/m}$$

$$\text{Momen uốn lớn nhất tại giữa dầm: } M = ql^2 / 8 = 1980 \times 6^2 / 8 = 8900 \text{ daNm}$$

Momen chống uốn yêu cầu (kể đến phát triển biến hình dẻo):

$$W_{yc} = M / (1.15 f \gamma_c) = 8900 / (1.15 \times 21) = 378 \text{ cm}^2$$

Tra bảng (I-11 phần phụ lục), chọn thép I N<sup>o</sup>27 ( $I_x = 5010 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 371 \text{ cm}^3$ ,  $g_1 = 31.5 \text{ daN/m}$ )

Kiểm tra độ võng dầm:

$$q^{lc} = (p^{lc} + g^{lc}) a = (2000 + 62.8) \times 0.8 = 1650 \text{ daN/m}$$

Độ võng tuyệt đối của dầm phụ:

$$\Delta_H = \frac{5}{384} \frac{q^{lc} l^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{1650 \times 600^4}{100 \times 2.1 \times 10^6 \times 5010} = 2.56 \text{ cm} > [\Delta] = 600 / 250 = 2.4 \text{ cm}$$

Dầm đã chọn không thỏa yêu cầu về độ cứng.

Chọn lại thép I N<sup>o</sup>27a ( $I_x = 5500 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 407 \text{ cm}^3$ ,  $g_1 = 33.9 \text{ daN/m}$ ), độ võng tuyệt đối tính lại  $\Delta = 2,33 < 2.4 \text{ cm}$ . Dầm I N<sup>o</sup>27a đã chọn thỏa yêu cầu về cường độ và độ cứng.

Trọng lượng thép cần thiết cho  $1\text{m}^2$  sàn là:

- của dầm:  $g_1 / a = 33.9 / 0.8 = 42.4 \text{ daN/m}^2$
- của sàn:  $62.8 \text{ daN/m}^2$
- tổng số dầm và bản sàn:  $42.4 + 62.8 = 105.2 \text{ daN/m}^2$

*Phương án 1 (H. III-b)*

Dầm phụ ngang đặt cách nhau 4 m, bản sàn đặt trực tiếp lên dầm phụ dọc.

\_ Tính dầm phụ dọc, có nhịp 4 m và đặt cách nhau  $600 / 7 = 85.6 \text{ cm}$ .

Tải trọng tính toán lên dầm:

$$q = (1.2 \times 2000 + 1.1 \times 62.8) \times 0.856 = 2110 \text{ daN/m}$$

$$\text{Momen uốn lớn nhất tại giữa dầm: } M = 2110 \times 4^2 / 8 = 4220 \text{ daNm}$$

Momen chống uốn yêu cầu (kể đến phát triển biến hình dẻo):

$$W_{yc} = 4220 / (1.12 \times 21) = 480 \text{ cm}^2$$

Tra bảng (I-11 phần phụ lục), chọn thép I N<sup>o</sup>20 ( $I_x = 1840 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 181 \text{ cm}^3$ ,  $g_1 = 21 \text{ daN/m}$ ).

*Kiểm tra độ võng dầm:*

$$\text{Tải trọng tiêu chuẩn lên dầm: } q^{lc} = (2000 + 62.8) \times 0.856 = 1760 \text{ daN/m}$$

Kiểm tra lại độ võng:

$$\Delta = \frac{5}{384} \frac{1760 \times 400^4}{100 \times 2.1 \times 10^6 \times 1840} = 1.52 \text{ cm} < [\Delta] = 400 / 250 = 1.6 \text{ cm}$$

Dầm đã chọn thỏa yêu cầu về cường độ và độ cứng.

\_ Tính dầm phụ ngang, nhịp 6 m, cách nhau 4 m.

$$\text{Tải trọng tính toán lên dầm: } q = (1.2 \times 2000 + 1.1 \times (62.8 + 21/0.856)) \times 4 = 10000 \text{ daN/m}$$

$$\text{Momen uốn lớn nhất tại giữa dầm: } M = 10000 \times 6^2 / 8 = 45000 \text{ daNm}$$

$$\text{Momen chống uốn yêu cầu (kể đến phát triển biến hình dẻo): } W_{yc} = 45000 / (1.15 \times 21) = 1915 \text{ cm}^2$$

Chọn thép I N<sup>o</sup>55 ( $I_x = 55150 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 2000 \text{ cm}^3$ ,  $g_1 = 89.8 \text{ daN/m}$ ).

Kiểm tra độ võng dầm:

Tải trọng tiêu chuẩn lên dầm:  $q^c = (2\,000 + 62,8 + 21/0,856) \times 4 = 8\,300 \text{ daN/m}$

Kiểm tra lại độ võng:

$$\Delta = \frac{5}{384} \frac{8\,300 \times 600^4}{100 \times 2,1 \times 10^6 \times 55\,150} = 1,21 \text{ cm} < [\Delta] = 600 / 250 = 2,4 \text{ cm}$$

Dầm đã chọn thỏa yêu cầu về cường độ và độ cứng.

Trong các dầm đã chọn ở trên không cần kiểm tra lại cường độ vì tất cả các  $W$  đã chọn đều lớn hơn  $W_{yc}$ , không cần kiểm tra ứng suất cục bộ vì không có tải trọng tập trung vào dầm, không cần kiểm tra ổn định tổng thể vì bản sàn lát trực tiếp lên cánh trên dầm. Những dầm trên đều làm việc đến giai đoạn phát triển biến hình dẻo vì đảm bảo ổn định tổng thể, tại nơi có  $M_{max}$  ứng suất tiếp đều bằng không.

TL/m<sup>2</sup> sàn phương án II là:  $62,8 + 24,5 + 22,5 = 109,8 \text{ daN/m}^2 > 105,2 \text{ daN/m}^2$ , phương án (1) tốn ít kim loại hơn phương án (2).

### §3. DẦM TỔ HỢP

#### 3.1. Chọn tiết diện dầm hàn

1) Xác định chiều cao tiết diện dầm

CHIỀU CAO NHỎ NHẤT  $h_{\min}$ :

Là chiều cao cho ta độ võng của dầm bằng độ võng giới hạn. (xem H. 3-6)

Đối với dầm đơn giản, chịu tải trọng phân bố đều ( $g^{tc} + p^{tc}$ ), độ võng lớn nhất của dầm:

$$\Delta = 5 (g^{tc} + p^{tc}) l^4 / 384 E I_x \quad (\text{III-21})$$

Biết  $M = (n_g g^{tc} + n_p p^{tc}) l^2 / 8 = \sigma W$  và  $I_x = W_x h / 2$ , thay vào và rút ra được chiều cao nhỏ nhất của tiết diện dầm:

$$h_{\min} = \frac{5 \Delta l}{24 E} \frac{g^{tc} + p^{tc}}{n_g g^{tc} + n_p p^{tc}} = \frac{5 \Delta l}{24 E} \frac{n_o}{n_{tb}} \approx \frac{\Delta l}{10^5} \frac{n_o}{n_{tb}} \quad (\text{III-22})$$

$n_g, n_p$  – hệ số vượt tải tương ứng với tải trọng  $g$  và  $p$ .

$[\Delta / l] = 1/n_o$  – độ võng giới hạn của dầm (ghi trong Bảng 1 TCXDVN-338-2005)

Bảng III – 1. Tỷ số chiều cao nhỏ nhất tiết diện dầm trên nhịp của nó theo độ võng giới hạn

$[\Delta/l] = 1/n_o$	1/1 000	1/750	1/600	1/500	1/400	1/250	1/200
$h_{\min} / l$	1/6	1/8	1/10	1/12	1/15	1/25	1/30

CHIỀU CAO LỢI NHẤT  $h_{ln}$ :

Chiều cao lợi nhất ( $h_{ln}$ ) là chiều cao của tiết diện dầm cho ta trọng lượng (diện tích) dầm nhẹ (nhỏ) nhất. Phương pháp xác định chiều cao lợi nhất  $h_{ln}$  của dầm như sau (xem H. 3-7):

Diện tích một cánh dầm  $A_f = 0.5(A - h t_w)$ , xem gần đúng  $h_b \approx h$

Momen chống uốn  $W_x = 2 [A_f (h/2)^2] (2/h) + (h^3 t_w / 12) (2/h) = A_w h + h^2 t_w / 6 = Ah/2 - h^2 t_w / 3$

Gọi  $\lambda_w = h_w / t_w \approx h / t_w$  là độ mảnh bụng dầm, thì  $A = 2W / h + 2h^2 / (3\lambda_w)$

$$dA/dh = 0 \Rightarrow -2W / h^2 + 4h / 3\lambda_w = 0 \Rightarrow h = \sqrt[3]{3/2 (\lambda_w W)} \equiv h_{ln}$$

có thể viết,

$$h_{ln} = h = 1.23 \sqrt[3]{(W / t_w)}, \text{ trong thiết kế thường lấy: } h_{ln} = h = (1.15 \sim 1.20) \sqrt[3]{(W / t_w)} \quad (\text{III} - 23)$$

Chiều cao dầm được chọn :  $h_{\min} \leq h \approx h_{ln} \leq h_{xd}$ . Chiều cao xây dựng ( $h_{xd}$ ) là khoảng cách từ mặt sàn của tầng trên đến mặt trần của tầng dưới.

Chú ý:

Khi tìm  $h$  đồng thời phải biết  $t_w$  hoặc  $\lambda_w$ , cho nên có thể xác định như sau :



- dùng các quan hệ giữa chiều cao tiết diện dầm, chiều dày bản bụng dầm, độ mảnh của bụng dầm như trình bày trong bảng III – 2.

Bảng III – 2 Tỷ số giữa chiều cao và chiều dày bản bụng dầm

h (m)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
t <sub>w</sub> (mm)	8 - 10	10 – 12	12 – 14	16 – 18	20 – 22	22 – 24
h <sub>w</sub> / t <sub>w</sub>	100 - 125	125 – 150	145 - 165	165 – 185	185 – 200	210 – 230

- từ điều kiện bản bụng chịu lực cắt :  $t_w \geq (3/2 Q_{\max}) / (h f)$
- dùng công thức kinh nghiệm :  $t_w = 7 + 0.003h$
- không dùng sườn để gia cường bản bụng ( $h \geq 2.0m$ ) :  $t_w \geq (h_w/5.5) \sqrt{(f/E)}$

2) Chọn cánh dầm ( $A_f = b_f t_f$ ) :

Sau khi chọn chiều cao dầm  $h_d$  và chiều dày bản bụng  $t_w$ , tính  $I_f = I - I_w = W_{yc} (h/2) - h_w^3 t_w / 12$

Ngoài ra,  $I_f = 2 b_f t_f h_f^2 / 4$  với  $h_f$  : khoảng cách trọng tâm tiết diện hai cánh dầm.

Từ đó:  $A_f = b_f t_f = (W_{yc} h/2 - h_w^3 t_w / 12) 2 h_f^2$

Từ biểu đồ quan hệ (h,A), khi  $h = h_{ln}$  thì  $2A_f = A_w$ , từ đó rút ra:  $A_f = 3/4 (W_{yc} / h)$

Ngoài ra, bản cánh cần đảm bảo một số điều kiện sau:

\_ Điều kiện ổn định cục bộ của cánh  $b_f \leq 30 t_f$

\_ Để dễ liên kết dầm theo phương ngang và đảm bảo điều kiện ổn định tổng thể :

$$b_f = (1/2 \sim 1/5) h ; b_f \geq 180 \text{ mm} ; b_f \geq h/10$$

Sau khi đã chọn được tiết diện (h, b<sub>f</sub>, t<sub>f</sub>, t<sub>w</sub>), cần kiểm tra:

- Kiểm tra bền : ứng suất pháp  $\sigma$  tại vị trí chỉ có M ( $Q = 0$ ), ứng suất tiếp  $\tau$  tại vị trí chỉ có Q ( $M = 0$ ), ứng suất tương đương  $\sigma_{td}$  tại vị trí vừa có M và Q đồng thời tác dụng theo (III-15).
- Cần kiểm tra bền bản bụng dầm khi có lực tập trung cục bộ với ứng suất tương đương  $\sigma_{td}$  theo (III-1 9).
- Kiểm tra độ võng : nếu chọn  $h \geq h_{\min}$  thì không cần kiểm tra độ võng dầm.
- Kiểm tra ổn định : tổng thể và cục bộ.

### 3.2. Biến đổi tiết diện theo chiều dọc dầm

Dầm là kết cấu chịu uốn, trong dầm đơn giản momen lớn nhất thường xảy ra giữa nhịp, nếu căn cứ vào  $M_{\max}$  để chọn tiết diện, rồi dùng tiết diện đó cho suốt chiều dọc dầm sẽ lãng phí vật liệu. Ở vùng gần gối tựa momen uốn nhỏ, có thể dùng tiết diện nhỏ hơn ở giữa dầm. Tuy nhiên mỗi lần thay đổi phải tốn thêm công chế tạo, do vậy chỉ biến đổi tiết diện cho những dầm có nhịp  $L \geq 10\text{m}$  tại vị trí cách gối tựa một đoạn bằng  $(L/6 \sim L/5)$ . Có thể biến đổi chiều cao bụng dầm hoặc giảm bớt chiều dày hay chiều rộng bản cánh.

- i. Giảm  $h_w$  (đều, giập cấp): không tiết kiệm nhiều, chế tạo phức tạp, vùng gối tựa có lực cắt lớn lại giảm  $h$  là bộ phận chịu lực cắt chủ yếu của dầm nên không hợp lý (xem H. 3-8).
- ii. Giảm  $t_f$ : không hợp lý là cánh trên dầm cần phẳng để lát tấm sào, hoặc đặt các dầm khác, ít dùng (xem H. 3-9).
- iii. Thay đổi  $b_f$  (đều, giập cấp): phổ biến trong dầm hàn, hợp lý hơn (xem H. 3-10).

\_ tính  $M_1$  tại  $x = L/6$ , từ đó tính được  $W_1$ ,  $I_1$ ,  $h$ ,  $t_w$ ,  $t_f$  giữ nguyên của tiết diện cũ ở giữa dầm, chỉ khác chiều rộng bản cánh  $b_{1f} < b_f$  nhưng  $b_{1f}$  phải thỏa mãn các điều kiện về cấu tạo:

$$b_{1f} \geq 180 \text{ mm} ; b_{1f} \geq b_f / 2, b_{1f} \geq h/10$$

\_ trường hợp cho trước  $b_{1f}$ , tính  $M_1 = W_1 f \gamma_c = 2 I_1 / h = q x_1 (1-x_1) / 2$ , từ đó tìm vị trí  $x$ .

### 3.3. Ổn định của dầm

#### 1. Ổn định tổng thể

##### a) Hiện tượng và nguyên nhân

Dầm là kết cấu chịu uốn, nếu là dầm đơn giản thì toàn bộ phần trên dầm, tính từ trục trung hòa trở lên chịu nén, từ trục trung hòa trở xuống chịu kéo, phát sinh biến dạng trong mặt phẳng tác dụng của tải trọng (mp uốn). Nhưng tải trọng tăng lên đạt đến một giá trị nào đó thì dầm sẽ biến dạng ngoài mặt phẳng uốn (xem H. 3-11). Lúc này ngoài momen uốn  $M_x$  do tải trọng đứng sinh ra, tiết diện dầm bị vênh khỏi mp uốn nên dầm chịu thêm momen  $M_y$  và momen xoắn  $M_t$  (các momen này trong quá trình tính toán dầm chúng ta chưa xét đến) vì vậy dầm sẽ bị phá hoại. Hiện tượng dầm bị phá hoại như vậy gọi là mất ổn định tổng thể. Tải trọng mà bắt đầu từ đó tiết diện dầm bị vênh và mất ổn định tổng thể gọi là tải trọng giới hạn. Ứng suất tương ứng với tải trọng giới hạn gọi là ứng suất tới hạn.

##### b) Kiểm tra ổn định tổng thể:

Kiểm tra ổn định tổng thể của dầm theo công thức :

$$\sigma = M_{\max} / \varphi_b W_c \leq f \gamma_c \quad (\text{III.24})$$

$W_c$  \_ momen chống uốn của tiết diện nguyên của dầm lấy đối với cánh nén

$\varphi_b$  \_ hệ số giảm yếu khả năng chịu lực của dầm, xác định theo Phụ lục E, tính theo  $\varphi_1$  như sau :

- nếu  $\varphi_1 \leq 0.85$ , lấy  $\varphi_b = \varphi_1$
- nếu  $\varphi_1 > 0.85$ , lấy  $\varphi_b = 0.68 + 0.21\varphi_1 \leq 1$

với  $\varphi_1$  xác định như sau :

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left( \frac{h}{L_o} \right)^2 \frac{E}{f} \quad (\text{III-25})$$

$I_x, I_y$  \_ momen quán tính của tiết diện dầm theo trục x-x và trục y-y

$\psi$  \_ hệ số phụ thuộc điều kiện biên, dạng và vị trí của tải trọng tác dụng (tra Bảng E.1 và E.2 của TCXDVN 338-2005) và tham số  $\alpha$ .

**DẦM ĐỊNH HÌNH**

$$\alpha = 1,54 (I_t / I_y) (L_o / h)^2 \quad (\text{III-26})$$

**DẦM TỔ HỢP HÀN**

$$\alpha = 8(L_o t_f / h_{fk} b_f)^2 (1 + 0.5h_{fk} t_w^3 / b_f t_f^3) \quad (\text{III-27})$$

$I_t$  \_ momen quán tính khi xoắn tiết diện dầm (dầm tổ hợp:  $I_t = 1.3 (ht_w^3 + 2b_f t_f^3) / 3$ )

$L_o$  \_ chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng dầm, lấy bằng :

\* khoảng cách giữa hai điểm cố kết cánh chịu nén không cho chuyển vị ngang.

\* bằng chiều dài nhịp dầm khi không có hệ giằng.

$h_{fk}$  \_ khoảng cách trọng tâm hai bản cánh dầm

➤ Không cần kiểm tra ổn định tổng thể khi :

- có bản sàn BTCT, sàn thép (hình, sóng) liên kết liên tục một cách chắc chắn vào cánh nén của dầm.
- tỉ số  $L_o/b_f$  không vượt giá trị theo công thức của Bảng 13-TCXDVN 338-2005.

$$L_o/b_f = [0.41 + 0.0032 b_f / t_f + (0.73 - 0.016 b_f / t_f) b_f / h_{fk}] \sqrt{(E/f)} \quad (\text{III-28})$$

➤ Khi điều kiện  $L_o/b_f$  không thỏa cần : giảm  $L_o$  (nhịp cánh trên chịu nén), tăng tiết diện dầm theo phương y-y.

## 2. Ổn định cục bộ

### a) Hiện tượng và nguyên nhân

Dưới tác dụng của ứng suất pháp nén và ứng suất tiếp, hoặc của cả hai, nếu bản cánh và bụng dầm mỏng sẽ bị vênh hoặc phình cong, hiện tượng đó gọi là mất ổn định cục bộ. Bản cánh

chịu ứng suất pháp nén khi mất ổn định cục bộ sẽ bị cong vênh, còn vùng đầu dầm chủ yếu chịu ứng suất tiếp sẽ bị phồng lên. (xem hình H. 3-12)

Hiện tượng mất ổn định cục bộ không trực tiếp làm dầm bị phá hoại, nhưng sẽ làm tiết diện dầm mất tính đối xứng và tạo điều kiện để dầm mất ổn định tổng thể, dầm nhanh chóng bị phá hoại. Vì vậy, khi thiết kế dầm phải tránh hiện tượng mất ổn định cục bộ.

**b) Các giới hạn về chiều dày để bản mất ổn định cục bộ**

Công thức chung để tính ứng suất tối hạn của một bản mỏng khi mất ổn định là :

$$\sigma_o = \frac{C\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{a}\right)^2 = k \left(\frac{t}{a}\right)^2 \quad \text{(III - 29)}$$

t, a \_ chiều dày và chiều rộng của bản

ν \_ hệ số Poissons

**DẦM ĐỊNH HÌNH**

Do dầm định hình chiều dày cánh và bụng vượt quá yêu cầu về ổn định cục bộ, nên không cần kiểm tra ổn định cục bộ.

**DẦM TỔ HỢP HÀN**

**Đối với bản cánh chịu nén (xem H. 3-13)**

Ứng suất tối hạn của cánh nén của dầm :  $\sigma_o = 0.25 E (t_f / b_o)^2 = f \Rightarrow b_o / t_f \leq 0.5 \sqrt{(E/f)}$

Nếu lấy, E = 2.1x10<sup>5</sup> MPa, f = 2.1x10<sup>2</sup> MPa, thì :  $b_o / t_f \leq 15.8$  hay  $b_f / t_f \leq 31.6$

Khi thiết kế nên lấy :  $b_f / t_f \leq 30$  (III-30)

Trong dầm, tỉ số giữa chiều rộng tính toán và chiều dày bản cánh  $b_o / t_f$  không được lớn hơn giá trị giới hạn  $[b_o / t_f]$  của Bảng 34-TCXDVN 338-2005.

**Đối với bản bụng (xem H. 3-14)**

**(i) Dưới tác dụng của ứng suất tiếp :**

Khi bản bụng dầm không có sườn cứng, ứng suất tiếp tối hạn  $\tau_o = 10.3 f_v / (\lambda'_w)^2 = f_v \Rightarrow$

$$[\bar{\lambda}_w] = \sqrt{10.3} = 3.2 \quad \text{(III-31)}$$

Còn nếu dầm có tải trọng động tác dụng :  $[\bar{\lambda}_w] = 2.2.$  (III-32)

Trong đó,  $\bar{\lambda}_w = \lambda_w \sqrt{(f/E)} = (h_w/t_w) \sqrt{(f/E)}$  và khi thiết kế :  $\bar{\lambda}_w \leq [\bar{\lambda}_w]$ , bụng dầm không thể mất ổn định dưới tác dụng của ứng suất tiếp trước khi bản bụng mất khả năng chịu lực về bên.

\_ Nếu  $\bar{\lambda}_w > [\bar{\lambda}_w]$ , cần gia cường bản bụng bằng sườn đứng (SC ngang) hai bên bụng, như sau:

- Khoảng cách sườn cứng :  $a \leq 2 h_w$  khi  $\bar{\lambda}_w > 3.2$

- Khoảng cách sườn cứng :  $a \leq 2.5 h_w$  khi  $\bar{\lambda}_w \leq 3.2$
- $b_s \geq h_w/30 + 40\text{mm}$ ,  $t_s \geq b_s \sqrt{(f/E)}$ ,  $(h_f)_{\min} = 4\text{mm}$

\_ Khi có sườn đứng,  $\tau_o = 10.3 (1 + 0.76/\mu^2) f_v / (\bar{\lambda}_o)^2$ , với :

$\mu$  tỉ số cạnh dài và cạnh ngắn của ô bụng dầm

$\bar{\lambda}_o = (d/t_w) \sqrt{(f/E)}$  với  $d$  là cạnh ngắn ô bản bụng

Cho  $a = 2h_w \Rightarrow \mu = 2$  và  $\bar{\lambda}_o = \bar{\lambda}_w \Rightarrow \tau_o = 12.26 f_v / (\bar{\lambda}_o)^2 \equiv f_v \Rightarrow \bar{\lambda}_o = 3.5$ . Khi có lực tập trung đặt trên cánh nén :  $\bar{\lambda}_o = 2.5$ .

Vậy khi dầm có đặt sườn cứng với khoảng cách  $a$  theo qui định và  $\bar{\lambda}_w \leq [\bar{\lambda}_o]$  thì ô bản bụng đảm bảo về ỔĐCB.

(ii) **Dưới tác dụng của ứng suất pháp :** (xem H. 3-15)

$$[\bar{\lambda}_w] = 5.5 \text{ hay } [\lambda_w] = (h_w/t_w) = 5.5 \sqrt{(E/f)} \quad \text{(III-33)}$$

Để đảm bảo ổn định cho bản bụng, ngoài SCN cần đặt thêm SC dọc vùng chịu nén của bản bụng và kiểm tra từng ô bản.

(iii) **Dưới tác dụng đồng thời của ứng suất pháp và ứng suất tiếp :**

(Tham khảo thêm trong sách)

### 3.4. Liên kết giữa cánh và bụng dầm

Trong dầm tổ hợp hàn, bản cánh liên kết với bản bụng bằng đường hàn (xem H. 3-16). Khi chịu lực cánh và bụng dầm trượt lên nhau, đường hàn sẽ chịu lực trượt ấy.

Tính toán lực trượt  $T$  trên đơn vị chiều dài :  $T = \tau t_w = Q S_c / I_x = 2 h_f (\beta f_w)_{\min}$

Chiều cao đường hàn  $h_f$  là :

$$h_f = Q S_f / [2 (\beta f_w)_{\min} \gamma_c I_x] \quad \text{(III-34)}$$

### 3.5. Mối nối dầm

Nối dầm (xem H. 3-17) là do :

\_ Chiều dài dầm thiết kế dài hơn chiều dài có sẵn (mối nối nhà máy).

\_ Trọng lượng, chiều dài dầm vượt khả năng vận tải hoặc cấu lắp (mối nối lắp ghép).

Nối dầm có thể là :

\_ Hàn đối đầu : nên nối tại vị trí có  $M \leq 0.85 M_{\max}$  vì  $f_w \approx 0.85 f$ .

\_ Hàn đối đầu + bản nối cánh :  $M = M_w + M_{bn} \Rightarrow M_{bn} = M - M_w = M - W_d f_w \gamma_c$

Kế tiếp,  $M_{bn}$  phân thành ngẫu lực tác dụng vào bản nối và diện tích tiết diện bản nối là :

$$A_{bn} = N_{bn} / f \gamma_c = M_{bn} / (h_{bn} f \gamma_c) \text{ và } \Sigma I_w = N_{bn} / [(\beta f_f)_{\min} h_f \gamma_c]$$

\_ Nối bằng bulông có 2 bản ghép cho bản cánh và cho bản bụng và để đơn giản tính toán thường mỗi nối cánh chịu toàn bộ M, còn mỗi nối bụng chịu Q.

### 3.6. Gối dầm

Phụ thuộc vật liệu làm gối (thép, BTCT, gạch, đá, ...) và cách cấu tạo gối tựa (tựa trên bề mặt, tựa bên cạnh, liên kết khớp, ngàm, ...).

#### a) Dầm tựa lên cột thép (chỉ trình bày phần gối tựa trên mặt và liên kết khớp)

\_ Kiểm tra chịu ép mặt :  $\sigma_c = R / A_s \leq f_c \gamma_c$  (III-35)

\_ Kiểm tra ổn định (ngoài mp dầm) của phần dầm gối tựa :

$$\sigma = R / (\varphi A) \leq f \gamma_c \quad \text{(III-36)}$$

trong đó :

R \_ phản lực đầu dầm (xem H. 3-18)

$A_s$  \_ diện tích chịu ép mặt,  $A_s = t_s b_s$  , với  $b_s \leq 0.5 t_s \sqrt{(E/f)}$  và  $t_s \geq t_w$

$f_c$  \_ cường độ tính toán của thép chịu ép mặt

$\varphi$  \_ hệ số uốn dọc, tra bảng theo  $\lambda = h_w / i_z$  (nếu dầm định hình  $\lambda \approx h_w / 0.3 t_w$ )

$i_z$  \_ bán kính quán tính tiết diện của phần dầm ở gối tựa, xem như là tiết diện thanh qui ước gồm sườn gối và một phần bản bụng dầm rộng  $c_1 = 0.65 t_w \sqrt{(E/f)}$

A \_ diện tích tiết diện thanh qui ước

$$A = A_s + A_w^{qu}$$

$$A_w^{qu} = 2 \times 0.65 t_w^2 \sqrt{(E/f)} \text{ khi sườn gối đặt gần đầu dầm}$$

$$A_w^{qu} = 0.65 t_w^2 \sqrt{(E/f)} \text{ khi sườn gối đặt ngay đầu dầm}$$

#### b) Dầm tựa lên tường, cột (BTCT, gạch đá)

Do cường độ chịu ép mặt của BTCT, gạch đá nhỏ hơn thép nên cần đặt một bản gối bằng thép tấm dày có diện tích lớn hơn phần dầm đè xuống cột để phân bố áp lực. Diện tích bản gối  $A_{bg} = a_{bg} b_{bg} = R / f_{cb}$

$f_{cb}$  \_ cường độ tính toán chịu ép cục bộ của vật liệu gối tựa

Chiều dày bản gối xác định từ điều kiện chịu uốn bản gối do phản lực gối dầm.

### PHỤ LỤC CHƯƠNG 3

**Bảng 1 (TCXDVN) – Độ võng cho phép của cấu kiện chịu uốn**

Loại cấu kiện	Độ võng cho phép
<i>Dầm của sàn nhà và mái:</i> 1. Dầm chính 2. Dầm của trần có trát vữa, chỉ tính võng cho tải trọng tạm thời 3. Các dầm khác, ngoài trường hợp 1 và 2 4. Tấm bản sàn	L /400 L /350 L /250 L /150
<i>Dầm có đường ray:</i> 1. Dầm đỡ sàn công tác có đường ray nặng 35 kg/m và lớn hơn 2. Như trên, khi đường ray nặng 25 kg/m và nhỏ hơn	L /600 L /400
<i>Xà gỗ:</i> 1. Mái lợp ngói không đắp vữa, mái tấm tôn nhỏ 2. Mái lợp ngói có đắp vữa, mái tôn mũi và các mái khác	L /150 L /200
<i>Dầm hoặc giàn đỡ cầu trục:</i> 1. Cầu trục chế độ làm việc nhẹ, cầu trục tay, palăng 2. Cầu trục chế độ làm việc vừa 3. Cầu trục chế độ làm việc nặng và rất nặng	L /400 L /500 L /600
<i>Sườn tường:</i> 1. Dầm đỡ tường xây 2. Dầm đỡ tường nhẹ (tôn, fibrô ximăng), dầm đỡ cửa kính 3. Cột tường	L /300 L /200 L /400

Ghi chú: L là nhịp của cấu kiện chịu uốn. Đối với dầm công xôn thì L lấy bằng 2 lần độ vưon của dầm.

**Bảng E.1 (TCXDVN)– Hệ số  $\psi$  đối với dầm tiết diện chữ I có hai trục đối xứng**

Số lượng điểm cố kết cánh nên trong nhịp	Dạng tải trọng	Cánh được chất tải	Công thức tính $\psi$ khi $\alpha$	
			$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Không cố kết	Tập trung	Cánh trên	$\psi = 1,75 + 0,09\alpha$	$\psi = 3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Cánh dưới	$\psi = 5,05 + 0,09\alpha$	$\psi = 6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Phân bố đều	Cánh trên	$\psi = 1,6 + 0,08\alpha$	$\psi = 3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Cánh dưới	$\psi = 3,8 + 0,08\alpha$	$\psi = 5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Hai hay nhiều, chia nhịp thành các phần đều nhau	Bất kỳ	Bất kỳ	$\psi = 2,25 + 0,07\alpha$	$\psi = 3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Một ở giữa	Tập trung ở giữa	Bất kỳ	$\psi = 1,75 \psi_1$	$\psi = 1,75 \psi_1$
	Tập trung ở 1/4 nhịp	Cánh trên	$\psi = 1,14 \psi_1$	$\psi = 1,14 \psi_1$
		Cánh dưới	$\psi = 1,6 \psi_1$	$\psi = 1,6$

	Phân bố đều	Cánh trên Cánh dưới	$\psi = 1,14 \psi_1$ $\psi = 1,3 \psi_1$	$\psi = 1,14 \psi_1$ $\psi = 1,3 \psi_1$
--	-------------	------------------------	---	---

Ghi chú: Trị số của  $\psi_1$  lấy bằng  $\psi$  khi cánh nén được cố kết bằng hai hoặc nhiều điểm.

Bảng E.2 (TCXDVN) – Hệ số  $\psi$  đối với dầm côngxôn, tiết diện chữ I có hai trục đối xứng

Dạng tải trọng	Cánh được chất tải	Công thức tính $\psi$ khi cánh nén của dầm không được cố kết, và khi $\alpha$	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Tập trung ở đầu mút côngxôn	Cánh trên	$\psi = 1,0 + 0,16\alpha$	$\psi = 4,0 + 0,05\alpha$
	Cánh dưới	$\psi = 6,2 + 0,08\alpha$	$\psi = 7,0 + 0,05\alpha$
Phân bố đều	Cánh trên	$\psi = 1,42\sqrt{\alpha}$	

Ghi chú: Khi cánh nén của côngxôn được cố kết trong phương ngang ở đầu mút hoặc theo chiều dài thì hệ số  $\psi$  được lấy như đối với côngxôn không cố kết, ngoài trường hợp tải trọng tập trung đặt tại cánh trên ở mút côngxôn, khi đó  $\psi = 1,75 \psi_1$  (giá trị của  $\psi_1$  lấy theo ghi chú trong bảng E.1).

Bảng 13 (TCXDVN) – Giá trị lớn nhất  $l_o / b_f$  để không cần kiểm tra ổn định của dầm

Vị trí đặt tải trọng	Dầm cán và dầm hàn (khi $1 \leq h_r/b_f \leq 6$ và $15 \leq b_f/t_f \leq 35$ )
ở cánh trên	$\frac{l_o}{b_f} = \left[ 0,35 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left( 0,76 - 0,02 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_{fk}} \right] \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (5.17)$
ở cánh dưới	$\frac{l_o}{b_f} = \left[ 0,57 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left( 0,92 - 0,02 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_{fk}} \right] \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (5.18)$
Không phụ thuộc vị trí đặt tải khi tính các đoạn dầm giữa các điểm giằng hoặc khi uốn thuần túy	$\frac{l_o}{b_f} = \left[ 0,41 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left( 0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_{fk}} \right] \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (5.19)$
<p>Ghi chú: <math>b_f, t_f</math> là chiều rộng và bề dày của cánh chịu nén;  <math>h_{fk}</math> là khoảng cách giữa trục của các cánh dầm;          Đối với dầm bulông cường độ cao, giá trị của <math>l_o/b_f</math> trong bảng 13 được nhân với 1.2;          Đối với dầm có tỉ số <math>b_f/t_f &lt; 15</math> trong các công thức của bảng 13 dùng <math>b_f/t_f = 15</math>.</p>	



Bảng 34 (TCXDVN) – Giá trị giới hạn ( $b_o/t_p$ )

Tính toán dầm	Đặc điểm phần nhô ra	Giá trị ( $b_o/t_p$ )
Trong giới hạn đàn hồi	Không viền mép	$0,5\sqrt{E/f}$
	Có viền mép	$0,75\sqrt{E/f}$
Kể đến sự phát triển của biến dạng dẻo <sup>(1)</sup>	Không viền mép	$0,11h_w/t_w$ nhưng không lớn hơn $0,5\sqrt{E/f}$
	Có viền mép	$0,16h_w/t_w$ nhưng không lớn hơn $0,75\sqrt{E/f}$
<p>Ghi chú: <sup>(1)</sup>: Khi <math>h_w/t_w \leq 2,7\sqrt{E/f}</math> giá trị (<math>b_o/t_p</math>) lấy như sau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đối với cánh không viền: <math>(b_o/t_p) = 0,3\sqrt{E/f}</math> ;</li> <li>- Đối với cánh viền bằng sườn: <math>(b_o/t_p) = 0,45\sqrt{E/f}</math> ;</li> <li>- <math>h_w, t_w</math> là chiều cao tính toán và chiều dày của bản bụng.</li> </ul>		