

Phần I KẾT CẤU GỖ

Chương 1 GỖ DÙNG TRONG XÂY DỰNG.

I/ Ưu, nhược điểm của gỗ.

1. Ưu điểm:

- Gỗ là vật liệu nhẹ hơn bê tông, thép, cường độ khá cao.
- Phổ biến nhiều ở Việt Nam.
- Dễ gia công, thi công khi xây dựng.

2. Nhược điểm:

- Gỗ là vật liệu không đồng nhất, không đẳng hướng.
- Nhiều dị tật: mắc, khe nứt, thớ vằn.
- Bị nấm mốc, mối, mọt, mục, cháy được. Ở $t^{\circ} > 50^{\circ}\text{C}$ không được dùng gỗ.
- Là vật liệu ngấm nước khi tiếp xúc với nước, dễ bị co ngót, cong vênh, nứt.

Có thể hạn chế khuyết điểm của gỗ bằng cách: xử lí gỗ bằng hóa chất chống mối, mọt trước khi dùng, sử dụng gỗ đúng chỗ, không dùng gỗ tươi có độ ẩm lớn.

II/ Phạm vi sử dụng kết cấu gỗ.

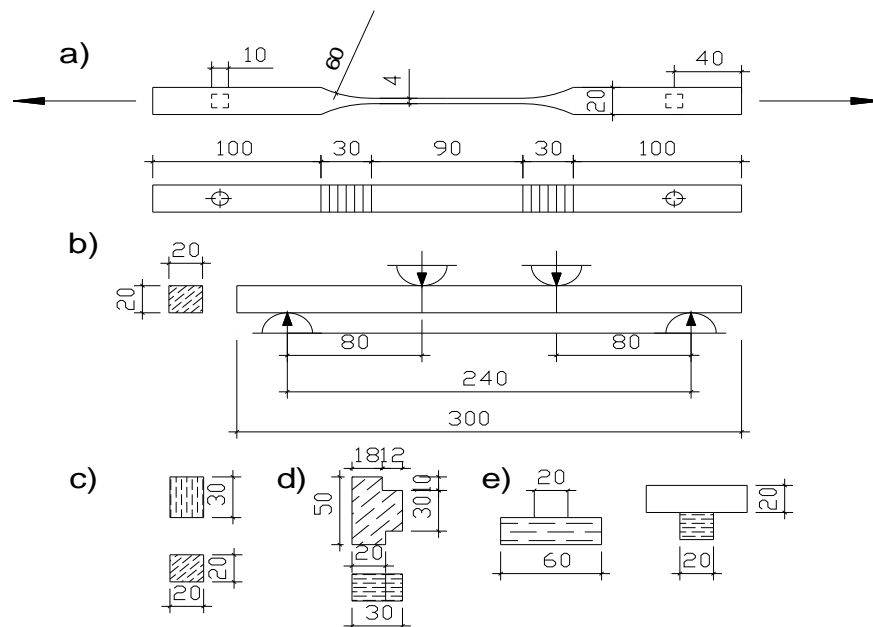
Gỗ được sử dụng khá rộng rãi: Xây dựng dân dụng, giao thông vận tải và thủy lợi,...

Đối với xây dựng sử dụng ở các vị trí:

- + Cột, dầm, sàn, xà gồ, vì kèo.
- + Cửa sổ, cửa đi, ván copla.

III/ Tính chất cơ học của gỗ.

Gồm các chỉ tiêu về độ bền, độ đàn hồi khi chịu kéo, chịu nén, chịu uốn, chịu ép mặt, chịu trượt. Phụ thuộc vào:



Hình 1.1: Mẫu gỗ tiêu chuẩn để thử về cường độ.

a) Kéo dọc thớ; b) Uốn; c) Ép dọc thớ; d) Trượt dọc thớ; e) Ép ngang thớ

- Thời gian thịnh hành.
- Khuyết tật, cấu tạo gỗ.
- Điều kiện làm việc của gỗ.

1. Chịu kéo:

-Cường độ chịu kéo dọc thớ của gỗ rất cao: Ở độ ẩm 15% cường độ đạt tới 10KN/cm^2 . Tuy vậy trên thực tế không thể sử dụng trị số này vì có nhiều nhân tố làm giảm cường độ chịu kéo (mắc, thớ, gỗ không đồng nhất).

-Cường độ chịu kéo ngang thớ của gỗ rất nhỏ, chỉ đạt $1/15 - 1/20$ cường độ chịu kéo dọc thớ.

2. Chịu nén:

-Cường độ chịu nén dọc thớ nhỏ hơn cường độ chịu kéo dọc thớ khoảng $3 - 4\text{KN/cm}^2$. Đây là chỉ tiêu ổn định nhất trong các chỉ tiêu về cường độ, nó được dùng để đánh giá và phân loại gỗ.

-Khả năng chịu nén ngang thớ thấp.

3. Chịu uốn: Nằm ở khoảng trung bình giữa cường độ chịu kéo và chịu nén.

4. Chịu ép mặt: -Cường độ ép mặt dọc thớ tương đương với nén dọc thớ.

-Cường độ ép mặt ngang thớ (ép mặt cục bộ và ép mặt toàn bộ) cũng như nén ngang thớ.

Công thức cường độ ép mặt:

$$\sigma_{em} = \frac{N}{F_{em}}$$

-N: lực ép mặt.

- F_{em} : Diện tích chịu ép mặt (diện tích tiếp xúc)

5. Chịu trượt: -Trượt dọc thớ, ngang thớ và xiên thớ.

Cường độ tính toán là cường độ trung bình $\tau_{tb} = \frac{P}{F_{tr}}$

IV/ Nhân tố ảnh hưởng đến cường độ gỗ:

1. Ảnh hưởng của độ ẩm: (W)

Độ ẩm(W) càng lớn thì cường độ của gỗ càng giảm.

Độ ẩm tiêu chuẩn: $\sigma_{18} = \sigma_w [1 + \alpha(w - 18)] \text{KN/cm}^2$

Trong đó: σ_{18} : cường độ gỗ ở độ ẩm tiêu chuẩn 18%

α : hệ số điều chỉnh độ ẩm(chịu kéo dọc thớ $\alpha = 0,015$, nén dọc thớ $\alpha = 0,05$, nén ngang thớ $\alpha = 0,035$, uốn $\alpha = 0,04$, trượt $\alpha = 0,03$)

W: độ ẩm của gỗ.

σ_w : cường độ gỗ ở độ ẩm W

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ(t°)

Nhiệt độ (t°) tăng cường độ giảm, t° tăng từ 20° đến 50°C thì cường độ chịu kéo giảm 15-20%, cường độ chịu nén giảm 20-40%, cường độ chịu trượt giảm 15-20%; gỗ giãn nở gây ứng suất cục bộ lớn có thể làm đứt gỗ.

Kết cấu gỗ không được dùng ở t° > 50°C.

3. Ảnh hưởng của khuyết tật

Mắc, thớ, vân, khe nứt gây ảnh hưởng đến cường độ gỗ.

Chú ý: Cường độ tính toán của gỗ khi chịu ép mặt xiên thờ 1 góc α được tính theo công thức.

$$R_{em}^{\alpha} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (1)$$

Trong đó: R_{em} cường độ ép mặt tính toán dọc thờ.
 R_{em}^{90} cường độ ép mặt ngang thờ của gỗ

Cường độ tính toán của gỗ khi chịu trượt xiên thờ 1 góc α được tính theo công thức.

$$R_{tr}^{\alpha} = \frac{R_{tr}}{1 + \left(\frac{R_{tr}}{R_{tr}^{90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (2)$$

Trong đó: R_{em} cường độ trượt tính toán dọc thờ.
 R_{tr}^{90} cường độ trượt tính toán ngang thờ của gỗ

Thông thường lấy $R_{tr}^{90} = R_{tr}/2$

Do đó công thức (2) được viết thành $R_{tr}^{\alpha} = \frac{R_{tr}}{1 + \sin^3 \alpha}$

Chương 2 TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CƠ BẢN.

I/ Tính toán cấu kiện chịu kéo đúng tâm.

Tính theo cường độ

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R_k$$

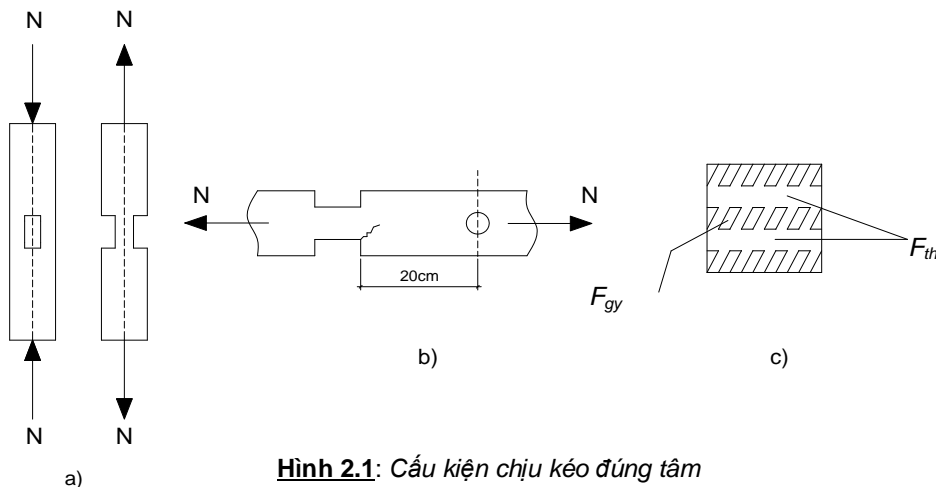
- N : Lực kéo tính toán.

- R_k : Cường độ chịu kéo của gỗ.

- F_{th} : Diện tích tiết diện ngang của cấu kiện đã bị thu hẹp

$$F_{th} = F - F_{gy}$$

Với F : Diện tích tiết diện ngang, F_{gy} : Diện tích do các lỗ liên kết hay khuyết tật,...). Nếu khoảng cách giữa các tiết diện giảm yếu nhỏ hơn hay bằng 20cm coi như trên cùng 1 tiết diện ngang để tránh sự phá hoại của gỗ theo đường gãy khúc.



Hình 2.1: Cấu kiện chịu kéo đúng tâm

II/Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

1. Kiểm tra cường độ:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R_n$$

Trong đó: -N: Lực nén tính toán.

- F_{th} : Diện tích tiết diện ngang của cấu kiện.

- R_n : Cường độ chịu nén của gỗ.

2. Kiểm tra về độ ổn định

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{tt}} \leq R_n$$

Trong đó:

F_{tt} : Diện tích tính toán tiết diện ngang của thanh, được lấy như sau:

- Nếu chỗ giảm yếu không ở mép cấu kiện (hình 2.1a) và

$$F_{gy} \leq 25\% F_{ng} \text{ thì: } F_{tt} = F_{ng}$$

$$F_{gy} \geq 25\% F_{ng} \text{ thì: } F_{tt} = 4/3 F_{th}$$

- Nếu chỗ giảm yếu ở mép cấu kiện và đối xứng (hình 2.1b) thì: $F_{tt} = F_{th}$.

- Nếu chỗ giảm yếu ở mép cấu kiện và không đối xứng (hình 2.1c) thì phải tính theo nén lệch tâm.

φ : hệ số uốn dọc, dùng xét khả năng chịu lực khi bị uốn dọc, được lấy như sau:

- Vật liệu gỗ làm việc trong giai đoạn đàn hồi:

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2}; \text{ khi } \lambda > 75$$

- Vật liệu gỗ làm việc ngoài giai đoạn đàn hồi:

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2; \text{ khi } \lambda \leq 75$$

3. Kiểm tra về độ mảnh

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{\min}}$$

Trong đó:

- l_0 : chiều dài tính toán của cấu kiện; $l_0 = \mu \cdot l$

- μ : hệ số phụ thuộc sự liên kết giữa 2 đầu của cấu kiện.

- Nếu 2 đầu cấu kiện liên kết khớp thì: $\mu = 1$
- Nếu 1 đầu ngàm 1 đầu khớp thì: $\mu = 0,8$
- Nếu 2 đầu liên kết ngàm thì: $\mu = 0,65$
- Nếu 1 đầu ngàm 1 đầu tự do thì: $\mu = 2$

- r_{\min} : bán kính nhỏ nhất của tiết diện nguyên; $r_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F_{ng}}}$

✓ Đối với tiết diện hình chữ nhật: $r_{\min} = 0,289b$

✓ Đối với tiết diện tròn: $r_{\min} = 0,25d$

b : cạnh ngắn của hình chữ nhật.

d : đường kính của tiết diện tròn.

$[\lambda]$: Độ mảnh giới hạn cho phép của cấu kiện

- Các cấu kiện chịu nén chủ yếu $[\lambda] = 120$
- Các cấu kiện phụ $[\lambda] = 150$
- Thanh giằng kết cấu $[\lambda] = 200$

4. Bài toán thiết kế:

Căn cứ vào điều kiện liên kết, lực tác dụng, chọn kích thước tiết diện của cấu kiện để kết cấu an toàn trong sử dụng.

Thông thường dựa vào điều kiện ổn định để chọn tiết diện.

Phân thành hai trường hợp $\lambda > 75$ và $\lambda \leq 75$ để tính toán.

Bài tập Kiểm tra điều kiện làm việc của cột chịu nén có tiết diện $12 \times 18 \text{ cm}$, chiều dài tính toán $l_0 = 3,2 \text{ m}$, chịu lực nén $N = 9 \text{ tấn}$. Cột có 2 lỗ bu lông $d = 16 \text{ mm}$ nằm ở khoảng giữa của cột. Biết gỗ thuộc nhóm VI, $W = 18\%$.

Giải:

Từ giả thiết: gỗ nhóm VI, $W = 18\% \rightarrow R_n = 1,15 \text{ KN/cm}^2$

Diện tích nguyên của cột gỗ: $F_{ng} = 12 \times 18 = 216 \text{ cm}^2$

Diện tích giảm yếu của cột: $F_{gy} = 12 \times (1,6 \times 2) = 38,4 \text{ cm}^2$

\Rightarrow Diện tích thu hẹp của cột gỗ là: $F_{th} = F_{ng} - F_{gy} = 216 - 38,4 = 177,6 \text{ cm}^2$

- Kiểm tra về cường độ:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R_n = \frac{90}{177,6} = 0,51 \text{ KN} \leq R_n = 1,15 \text{ KN}$$

- Kiểm tra về độ ổn định:

$$\text{Ta có: } \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F_{tt}} \leq R_n$$

$$\text{Vì: } F_{gy} = \frac{38,4}{216} \times 100 = 17,8\% < 25\% F_{ng} \Rightarrow F_{tt} = F_{ng}$$

Mặt khác $r_{min} = 0,289b = 0,289 \times 12 = 3,47$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{l_0}{r_{min}} = \frac{320}{3,47} = 92,22$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{3100}{\lambda^2} = \frac{3100}{92,22^2} = 0,365$$

$$\text{Vậy } \sigma = \frac{90}{0,365 \cdot 216} \leq 1,15 = 1,14 < 1,15$$

Vậy cột làm việc an toàn.

III/ Tính toán cấu kiện chịu uốn.

1. Uốn phẳng.

a) Kiểm tra về cường độ. (ứng suất pháp)

$$\sigma = \frac{M}{W_{th}} \leq m \cdot R_u$$

- M : mô men uốn tính toán.

- W_{th} : mô men chống uốn của tiết diện bị thu hẹp

- R_u : Cường độ chịu uốn tính toán của gỗ.

- m : hệ số điều kiện làm việc.

$m = 1$ cạnh tiết diện nhỏ hơn 15 cm

$m = 1,15$ cạnh tiết diện lớn hơn hoặc bằng 15 cm với gỗ xẻ

$m = 1,2$ cạnh tiết diện lớn hơn hoặc bằng 15 cm với gỗ tròn

b) Kiểm tra về ứng suất tiếp.

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{J_x \cdot b} \leq R_{tr}$$

- Q : lực cắt tính toán trên tiết diện đang xét.

- S_x : mô men tĩnh của phần tiết diện nguyên bị trượt đối với trục chính trung tâm x.

- J_x : mô men quán tính chính trung tâm của tiết diện.

- b : bề rộng tiết diện ở mặt trượt.

- R_{tr} : Cường độ trượt dọc thớ của gỗ;

+Tiết diện hình chữ nhật : $\tau = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot F}$

+Tiết diện hình tròn: $\tau = \frac{4 \cdot Q}{3 \cdot F}$

c) Kiểm tra độ võng cấu kiện(độ cứng).

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

Với $\frac{f}{l}$ tính theo công thức sức bền vật liệu $\frac{f}{l} = \frac{k \cdot M \cdot l}{E \cdot J}$

$\left[\frac{f}{l} \right]$ độ võng cho phép của cấu kiện lấy theo bảng tra phụ lục (bảng 2).

Dầm 2 đầu khớp chịu tải trọng phân bố đều $k=0,104$

Dầm 2 đầu khớp chịu tải trọng tập trung ở giữa $k=0,083$

d) Thiết kế tiết diện cấu kiện

Từ điều kiện cường độ ta có $W_{yc} \geq \frac{M}{R_u}$

Nếu tiết diện tròn từ W_{yc} tìm d , tiết diện chữ nhật tìm b, h

Kiểm tra lại theo độ võng cho phép $[f/l]$

Cũng có thể chọn tiết diện theo độ võng cho phép $[f/l]$

$$J_x \geq \frac{M \cdot l}{E \left[\frac{f}{l} \right]}$$

Sau khi có J_x tính được kích thước tiết diện

Tiết diện chữ nhật $J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$

Tiết diện tròn $J_x = \frac{\pi d^4}{64}$

Bài tập Chọn tiết diện cho một dầm gỗ liên kết 2 đầu là khớp; chiều dài dầm gỗ $l = 4,5m$, chịu tải trọng phân bố đều $q_{tc} = 4KN/m$, tải trọng tính toán $q = 4,85KN/m$, độ võng tương đối cho phép $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}$; $R_u = 1,3KN/cm^2$.

Giải:

Ta có: $M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{4,85 \cdot 4,5^2}{8} = 12,28KNm$

Chọn tiết diện hình chữ nhật, b và $h \geq 15 \text{ cm}$.

$$W = \frac{M_{\max}}{m \cdot R_u} = \frac{12,28 \cdot 10^2}{1,15 \cdot 1,3} = 821cm^3$$

Để đảm bảo độ cứng, tiết diện nên chọn thừa một chút chọn 15 x20 cm.
Mômen chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{15 \times 20^2}{6} = 1000 \text{ cm}^3 > 821 \text{ cm}^3$$

Kiểm tra độ võng của dầm

Mô men quán tính(theo sức bền vật liệu) :

$$J_x = \frac{15 \times 20^3}{12} = 10.000 \text{ cm}^4 \text{ Mô đun đàn hồi } E = 10^6 \text{ N/cm}^2$$

Độ võng tương đối:

$$\frac{f}{l} = \frac{k \cdot M \cdot l}{E \cdot J} = \frac{1}{256} < \frac{1}{250}$$

Chọn tiết diện 20x15cm có $W = 12000 \text{ cm}^3$; $J = 12000 \text{ cm}^4$.

Giải:

$$\text{Ta có: } M_{\max} = \frac{q l^2}{8} = \frac{4,85 \cdot 4,5^2}{8} = 12,48 \text{ KNm}$$

Chọn tiết diện hình chữ nhật, b và $h \geq 15 \text{ cm}$.

$$W = \frac{M_{\max}}{m \cdot R_u} = \frac{12,474 \cdot 10^2}{1,15 \cdot 1,3} = 832 \text{ cm}$$

Mô men quán tính:

$$J = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{tc} \cdot l^3}{E} \cdot \left[\frac{l}{f} \right] = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,45^3 \cdot 250}{10^6} = 1200 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{b} = 1,25 \rightarrow b = 0,8h$$

$$W = \frac{0,8 h^3}{6}; J = \frac{0,8 h^4}{12}$$

Kích thước tiết diện:

$$\text{Theo cường độ } h = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{0,8}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 832}{0,8}} = 18,4 \text{ cm}; b = 0,8 \cdot 18,4 = 15,1 \text{ cm}$$

$$\text{Theo độ cứng: } h = \sqrt{\frac{12 \cdot J_x}{0,8}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 12000}{0,8}} = 20,6 \text{ cm}; b = 0,8 \cdot 20,6 = 16,5 \text{ cm}$$

Chọn tiết diện 20x18cm có $W = 12000 \text{ cm}^3$; $J = 12000 \text{ cm}^4$.

2. Uốn xiên: Khi phương tải trọng tác dụng không nằm trong mặt phẳng của trục quán tính chính nào của tiết diện gọi là uốn xiên.

a) Kiểm tra cường độ.

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{tr}$$

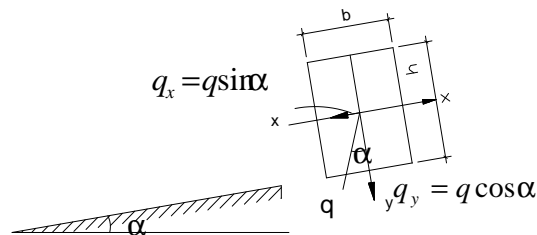
R_{tr} : cường độ chịu uốn tính toán của gỗ.

b) Kiểm tra độ võng.

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f]$$

f_x, f_y : độ võng thành phần đối với trục x và y

IV Tính toán cấu kiện chịu nén uốn



Hình 2.5: Sơ đồ tính toán cấu kiện uốn xiên

Chương 3 LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU GỖ

I/Liên kết mộng: Thường dùng ở những thanh chịu nén, đặc điểm của sự làm việc của liên kết mộng là lực truyền qua mặt tiếp xúc.

1. Mộng đuôi kèo 1 răng

a) Tính toán liên kết mộng:

- Kiểm tra chịu ép mặt:

$$\sigma = \frac{N_n}{F_{em}} \leq R_{em}^{\alpha}$$

Trong đó: $-N_n$: Lực nén tính toán của kèo tác dụng lên diện tích ép mặt.

- F_{em} : diện tích ép

mặt:
$$F_{em} = \frac{b \cdot h_m}{\cos \alpha}$$

+ b : Chiều rộng thanh kèo thường lấy theo chiều rộng quá giang

+ h_m : Chiều sâu rãnh mộng.

- Kiểm tra trượt ở đuôi mộng:
$$\sigma = \frac{N_{tr}}{F_{tr}} \leq R_{tr}^{tb}$$

Trong đó: $-N_{tr} = N_k = N_n \cos \alpha$

- F_{tr} : diện tích mặt trượt: $F_{tr} = b \cdot l_{tr}$

- b : bề rộng của thanh quá giang

- l_{tr} : chiều dài mặt trượt:
$$l_{tr} \geq \frac{N_{tr}}{b \cdot R_{tr}^{tb}}$$

- R_{tr}^{tb} : cường độ chống trượt trung bình:
$$R_{tr}^{tb} = \frac{R_{tr}}{1 + \beta \frac{l_{tr}}{e}}$$

+ R_{tr} : cường độ chống trượt của gỗ lấy theo bảng 1 giáo trình trang

169

+ β : hệ số phụ thuộc hình thức trượt.

+ e : độ lệch tâm của lực trượt

Trượt 1 phía: $\beta = 0,25$; $e = 0,5h$;

Trượt 2 phía: $\beta = 0,125$; $e = 0,25h$

- Kiểm tra điều kiện bị giảm yếu do khắc rãnh mộng gây ra.

$$\frac{N_k}{F_{th}} \leq R_k$$

- N_k : lực kéo tác dụng lên quá giang.

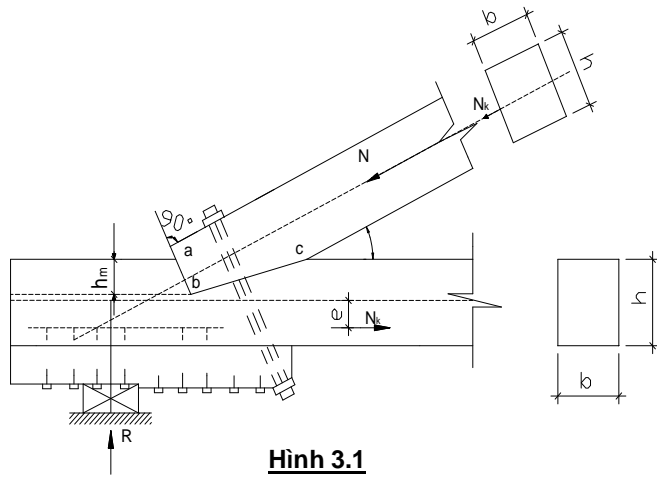
- R_k : cường độ chịu kéo dọc thớ của gỗ

- F_{th} : diện tích tiết diện bị thu hẹp: $F_{th} = b(h - h_m)$

2. Mộng đuôi kèo 2 răng.

Công thức về độ chịu trượt của gỗ:

$$R_{tr}^{tb} = 0,80 R_{tr}^{tb}$$

$$R_{tr}^{tb} = 1,15 R_{tr}^{tb}$$


Hình 3.1

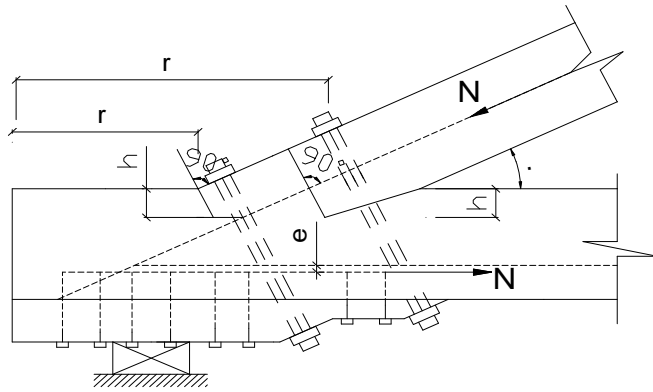
$$R_{tr}' = \frac{N_n \cdot \cos \alpha}{b \cdot 1,15 R_{tr}^{tb}}$$

$$l_{tr}' = l_{tr}'' - \frac{h}{2 \sin \alpha}$$

II/Liên kết chốt: Chốt là những thanh tròn hoặc tấm nhỏ dùng để nối dài các thanh gỗ, làm tăng tiết diện các thanh thép, liên kết các cấu kiện thành cấu kiện chịu lực hoàn chỉnh.

Chốt có tác dụng chống lại hiện tượng trượt xảy ra giữa các phân tổ ghép khi chịu ngoại lực tác dụng. Khi liên kết bị phá hoại hoặc do 2 khả năng hoặc chốt bị cắt ở tiết diện ngang tại mặt tiếp xúc giữa 2 phân tổ hoặc chốt bị biến dạng gây ra hiện tượng ép mặt ở phân tổ gỗ.

Tác dụng :chống lại hiện tượng trượt xảy ra giữa các phân tổ được ghép chịu ngoại lực tác dụng.



Hình 3.4: Mộng 2 răng

Phần II KẾT CẤU THÉP

Chương 4 THÉP DÙNG TRONG XÂY DỰNG

I/Uu khuyết điểm của thép.

1.**Ưu điểm:**-Thép là vật liệu đồng nhất, đẳng hướng, có modun đàn hồi cao.

- là vật liệu nhẹ hơn kết cấu bê tông, gạch đá
- Chịu tải trọng tốt.
- Thi công, lắp dựng nhanh.

2.**Nhược điểm:**-Thép dễ bị ôxi hóa, hoen rỉ, mất nhiều chi phí bảo dưỡng.

-Kết cấu chịu nhiệt kém, $t^{\circ} \geq 500^{\circ}\text{C}$ thép không còn khả năng chịu lực

-Giá thành cao.

II/Thép dùng trong xây dựng.

Các kí hiệu thép hay dùng:CT₀, CT₁, CT₂, CT₃, CT₄,...

Hàm lượng cacbon có trong thép <0,27%.

✓ Sự hoen rỉ thép xảy ra ở bề mặt ngoài làm giảm diện tích bề mặt cắt ngang ầ giảm khả năng chịu lực của thép.

Tốc độ hoen rỉ: điều kiện thường 0,05mm/năm.

Nhà công nghiệp 0,1mm/năm.

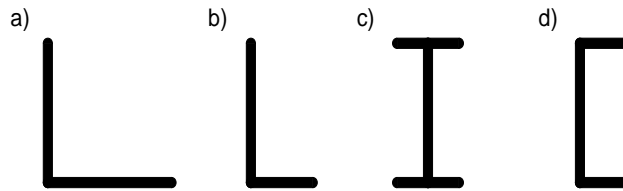
✓ Biện pháp chống hoen rỉ:-Làm kết cấu đặc, rỗng, quét sơn.

-Kết cấu ngoài trời không được đọng nước, có biện pháp thoát, không giữ ẩm.

-Cần kiểm tra định kỳ, thận trọng kết cấu thép có độ ẩm cao, điện trường, axit, hóa chất,...

Để nâng cao tính cơ học của thép người ta thêm vào thành phần của thép 1 số kim loại như: Ni, Cr, Mn, Cu, ... tỉ lệ kim loại trong thành phần của thép < 2,5%.

- Hình dạng thép dùng trong ngành xây dựng:



Hình 4.1: Các loại thép hình phổ biến

Ngoài ra còn loại thép đúc: vuông, tròn, thép ống tròn.

- Loại thép bản có chiều dày từ 4 đến 60mm, các cấp khác nhau 2mm.
- Loại thép bản mỏng có chiều dày từ 0,2 đến 4mm, thường được làm tấm lợp.
- Các thanh mỏng.

Chương 5 LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU THÉP

1/ Liên kết hàn.

1. **Khái niệm:** Hàn là dùng nhiệt để đốt nóng cục bộ kim loại nóng chảy ra hòa lẫn vào nhau khi nguội đông lại tạo thành đường hàn.

2. Phương pháp hàn.

a) **Hàn hơi** (hàn xì): Dùng khí Oxi và Axetylen kết hợp tạo thành hỗn hợp bốc cháy tỏa nhiệt độ cao khoảng 3200°C. Thép nóng chảy hòa vào nhau tạo thành liên kết hàn.

b) **Hàn điện**: (Tạo hồ quang điện đốt nóng chảy kim loại)

- Có 2 phương pháp: Hàn thủ công và hàn tự động.

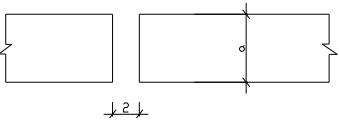
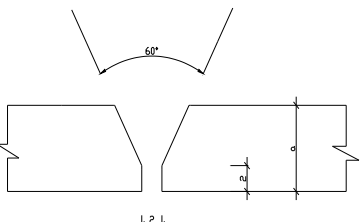
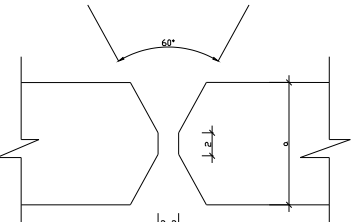
- Cấu tạo que hàn:

+ Lõi que hàn (bằng kim loại) có tác dụng là 1 điện cực để phát sinh hồ quang điện.

+ Vỏ bọc que hàn (hỗn hợp bột kim loại, bột đá, thủy tinh và nước) giữ hồ quang điện ổn định, tạo lớp xỉ ở mỗi hàn nguội chậm, ngăn cản không khí chui vào tạo bọt khí đường hàn

3. Phân loại đường hàn.

a) **Hàn đối đầu**: Có ưu điểm là không tổn các bản ghép, đường hàn hướng lực truyền đi thẳng, không gây hiện tượng tập trung ứng suất. Nhưng khi hàn các bản ghép cơ bản có chiều dày $a > 10\text{cm}$ thì phải gia công mép bản thép để tiện công.

$a < 10(\text{mm})$	$a = 10 \text{ đến } 20(\text{mm})$	$a > 20(\text{mm})$
		

b) Đường hàn góc: Có ưu điểm không phải gia công mép thép cần hàn, nhưng tốn bản thép, đường truyền lực qua mối hàn uốn cong hay hiện tượng tập trung ứng suất; không nên dùng hàn góc chịu tải trọng chấn động.

Chiều dày tính toán đường hàn góc: $\delta_h = \beta \cdot h_h$

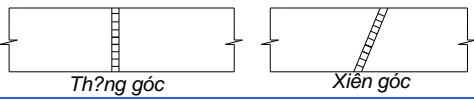
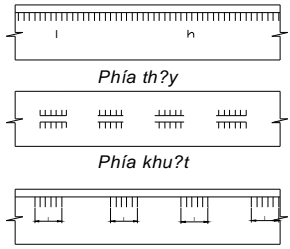
+ h_h : chiều cao đường hàn $h_h = a$ bằng chiều dày thép hàn cơ bản hoặc bằng chiều dày bản thép $h_h = a/2$

- Hàn thủ công $\beta = 0,7$

- Hàn bán tự động $\beta = 0,8$

- Hàn tự động $\beta = 1$

c) Kí hiệu đường hàn

Tên đường hàn	Hàn ở nhà máy & công trường
Hàn đối đầu	
Hàn góc: - Liên tục: l và h ghi chiều dài và chiều cao đường hàn. - Gián đoạn.	

4. Tính toán liên kết hàn.

Trường hợp hàn thẳng góc. điều kiện bền $\sigma = \frac{N}{F_h} \leq R^h$

- N : nội lực nén(kéo) đường hàn phải chịu.

- F_h : diện tích tiết diện đường hàn đối đầu $F_h = h_h \cdot l_h$

- R^h : cường độ chịu nén(kéo).

Trường hợp đường hàn xiên góc $\sigma = \frac{N \cdot \sin \alpha}{F_h} \leq R^h$

$$\tau = \frac{N \cdot \cos \alpha}{F_h} \leq R_c^h$$

R_c^h : cường độ chịu cắt của đường hàn.

5. Tính liên kết hàn chịu mô men uốn và lực cắt.

Đk bền: $\sigma_h = \frac{M}{W_h} \leq R_k^h$

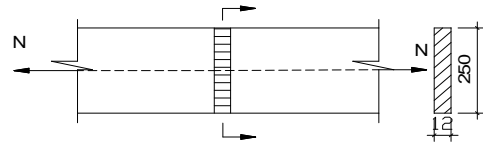
$$\tau_h = \frac{Q}{F_h} \leq R_c^h$$

ứng suất tổng hợp: $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_h^2 + \tau_h^2} \leq R_k^h$

Trong đó:- W_h : mô men chống uốn của đường hàn $W_h = \frac{h_h \cdot J_h^2}{6}$

- R_k^h : cường độ đường hàn chịu kéo.

- σ_{td} : ứng suất tương đương



Hình 5.13

Thí dụ: Có 2 tấm thép bản thuộc nhóm C-I, tiết diện thép $250 \times 12 \text{ mm}^2$ cần liên kết hàn đôi đầu chịu lực dọc trượt $N_k = 500 \text{ KN}$. Cần dùng que hàn số hiệu bao nhiêu và dùng phương pháp hàn nào thì liên kết chịu được.

Giải.

$h_h = a = 12 \text{ mm}$: chiều cao đường hàn bằng chiều dày thép cơ bản

$l_h = 250 - 10 = 240 \text{ mm}$: chiều dài đường hàn bằng chiều rộng thép cơ bản trừ mỗi bên 5 mm.

Diện tích tiết diện đường hàn: $F_h = h_h \cdot l_h = 12 \times 240 = 2880 \text{ mm}^2 = 28,8 \text{ cm}^2$

Ứng suất đường hàn: $\sigma_h = \frac{N_k}{F_h} = \frac{500}{88,8} = 5,64 \text{ KN/cm}^2$

Tra bảng 5 ta có thể dùng que hàn kí hiệu E42, phương pháp hàn thủ công, cường độ hàn $R_k^h = 18 \text{ KN/cm}^2$

Vậy mỗi hàn đủ chịu lực.

Chương 6 TÍNH TOÁN TRONG CẤU KIỆN CƠ BẢN

1/Cấu kiện chịu uốn ngang phẳng

1. Dầm thép định hình.

a) Chọn tiết diện dầm thép hình.

$$W_{yc} \geq \frac{M_{\max}}{R} \cdot 1,5$$

Trong đó:- M_{\max} : mô men uốn lớn nhất dầm phải chịu.

- R : cường độ tính toán chịu uốn của thép hình. $W_x \geq W_{yc}$

- 1,5: hệ số kể đến ảnh hưởng của uốn dọc.

b) Kiểm tra tiết diện dầm đã được chọn về độ bền.

$$\sigma = \frac{M}{W_{th \min}} \leq \gamma \cdot R \quad \tau = \frac{Q_{\max} \cdot S_c}{J_x \cdot t} \leq \gamma \cdot R_c$$

Trong đó: Q_{\max} : lực cắt lớn nhất trong dầm.

S_c : mô men tĩnh của tiết diện dầm đối với trục trung hòa.

t : chiều dày bản bụng thép hình.

M : mô men uốn tại tiết diện cần kiểm tra.

$W_{th \max}$: mô men uốn nhỏ nhất.

c) Kiểm tra về độ cứng (độ võng) của dầm.

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad ; \text{ tải trọng phân bố đều } \frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_c \cdot l^3}{E \cdot J}$$

d) kiểm tra ổn định tổng thể của dầm.

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{\varphi_d \cdot W} \leq \gamma \cdot R$$

Nếu $\frac{l_0}{b_c} \leq 16$ thì dầm không cần kiểm tra ổn định.

Trong đó: l_0 : chiều dài tính toán của nhịp dầm.

b_c : chiều rộng bản cánh thép hình làm dầm.

M_{max} : mô men uốn lớn nhất dầm phải chịu.

W : mô men chống uốn tiết diện nguyên của dầm.

φ_d : hệ số kể đến sự giảm khả năng chịu uốn của dầm.

Giá trị φ_d được lấy theo φ_1 . Nếu $\varphi_1 \leq 0,85$ lấy $\varphi_d = \varphi_1$.

Nếu $\varphi_d > \varphi_1$ lấy $\varphi_d = 0,68 + 0,21 \cdot \varphi_1 \leq 1$.

Giá trị φ_1 được xác định: $\varphi_1 = \psi \frac{J_x}{J_y} \left(\frac{h}{l_0} \right)^2 \frac{E}{R}$

ψ : lấy theo bảng 11, phụ thuộc vào liên kết của dầm ở các gối tựa, phụ thuộc tham số α .

Dầm chữ I thì $\alpha = 1,54 \frac{J_x}{J_y} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2$

J_k : mô men quán tính khi xoắn của tiết diện dầm.

h : chiều cao tiết diện dầm.

l_0 : chiều dài tính toán ở ngoài mặt phẳng dầm.

E : mô đun đàn hồi của thép.

R : cường độ tính toán của thép. Thép CT₃ có $\frac{E}{R} = 10^3$.

Thí dụ: Thiết kế dầm thép kí hiệu CT₃, chiều dài dầm $l_0 = 6m$, chịu tải trọng phân bố đều. Ở cánh trên tải trọng tác dụng $q_{tc} = 25KN/m$, hệ số vượt tải $n_g = 1,2$. $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{400}$

Giải:

Thép CT₃ có: $R = 21KN/cm^2$; $R_c = 13KN/cm^2$

Tải $q_u = n_g \cdot q_{tc} = 1,2 \times 25 = 30KN/m$.

Mô men lớn nhất tại giữa nhịp dầm:

$$M_{max} = q_u \frac{l^2}{8} = 30 \cdot \frac{6^2}{8} = 135 \text{ KNm}$$

Lực cắt lớn nhất tại gối dầm $Q_{max} = q_u \frac{l}{2} = 30 \cdot \frac{6}{2} = 90 \text{ KN}$.

$$W_{yc} = 1,5 \frac{M}{R} = 1,5 \frac{13500}{21} = 946 \text{ cm}^3$$

Tra bảng chọn được thép I40 có: $J_x = 18930 \text{ cm}^4$; $W_x = 947 \text{ cm}^3$
 $J_y = 666 \text{ cm}^4$; $J_k = 40,6 \text{ cm}^4$.

$$\alpha = 1,54 \frac{J_x}{J_y} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 = 1,54 \frac{40,6}{666} \left(\frac{6}{0,4} \right)^2 = 21,12$$

$$\alpha = 21,12 \Rightarrow \psi = 1,6 + 0,08\alpha$$

Tính trị số $\varphi_d = \psi \cdot \frac{J_y}{J_x} \left(\frac{h}{l_0} \right)^2 \cdot \frac{E}{R} = 3,65 \frac{666}{189,3} \left(\frac{0,4}{6} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,56$

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_d \cdot W_x} = \frac{13500}{0,56 \cdot 947} = 25 \text{ KN/cm}^2 > R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

à Dầm không ổn định. Chọn lại tiết diện.

Chọn thép I45, có: $J_x = 2769 \text{ cm}^4$; $W = 12,31 \text{ cm}^4$.

$$J_y = 808 \text{ cm}^4; J_k = 54,7 \text{ cm}^4.$$

$$\alpha = 1,54 \cdot \frac{54,7}{808} \left(\frac{6}{0,4} \right)^2 = 19$$

$$\rightarrow \psi = 3,61 \Rightarrow \varphi_d = 3,61 \cdot \frac{808}{27,696} \left(\frac{0,4}{0,6} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,57$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{13500}{0,57 \cdot 1231} = 19,2 \text{ KN / cm}^2 < R = 21 \text{ KN / cm}^2$$

Vậy dầm đạt yêu cầu về độ bền.

$$\text{Kiểm tra độ võng } \frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{25 \cdot 10^2 \cdot (6 \cdot 10^2)^3}{2,1 \cdot 10^4 \cdot 27450} = 0,0012 = \frac{1}{800} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{400}$$

2. Dầm thép tổ hợp. Được dùng khi nhịp dầm và tải trọng tác dụng lớn $q_{tc} > 20 \text{ KN/m}$.

Thiết kế dầm thép tổ hợp: - Chọn tiết diện dầm.

- Thay đổi tiết diện theo chiều dài dầm.

- Kiểm tra tiết diện dầm đã chọn về độ bền, độ cứng, độ ổn định,...

- Tính toán các chi tiết của dầm để liên kết.

a) Xác định chiều cao dầm: $h_{\min} \leq h_{ktc} \leq h_{xd}$

$$\text{độ võng: } f = \frac{5}{384} (g_c + p_c) \frac{l^4}{EJ}$$

Trong đó: g_c, p_c : Tĩnh tải và hoạt tải tiêu chuẩn trên 1 đơn vị chiều dài dầm.

l : Nhịp của dầm.

EJ : độ cứng chống uốn của dầm.

b) Xác định chiều dày bản bụng. $t_b = \frac{3Q_{\max}}{2h \cdot R_c}$

Nếu chiều cao dầm từ 1-2m thì có thể chọn chiều dày bản bụng:

$$t_b = \left(7 + \frac{3h}{1000} \right) \text{ mm}$$

Nếu không dùng sườn để gia cường bản bụng thì: $t_b \geq \frac{h_b}{5,5} \cdot \sqrt{\frac{R}{E}}$

Thông thường: $8 \text{ mm} \leq t_b \leq 22 \text{ mm}$

c) Xác định kích thước cánh dầm.

Đối với dầm tiết diện đối xứng: $b_c \leq 30t_c$ với $b_c \geq \frac{1}{10}h$; $b_c \geq 180 \text{ mm}$; $h_c = \left(\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{5} \right) h$.

d) Ổn định cục bộ từng khoang dầm.

- Khi $\frac{h_b}{t_b} \leq 70$ thì dầm ổn định cục bộ và ở dầm không cần gia cố thêm sườn.

- Khi $\frac{h_b}{t_b} > 70$ thì phải đặt sườn đứng gia cố tại vị trí có Q_{\max} .

- Khi $\frac{h_b}{t_b} > 160$ thì phải đặt thêm sườn dọc song song cánh dầm và đặt cách cánh

trên từ $\left(\frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{5}\right)h$.

Đối với sườn dọc: bề rộng $b_s = \frac{h}{30} + 40mm$.

bề dày $t_s \geq \frac{1}{15}b_s$.

II/Cấu kiện chịu nén đúng tâm.

1. Kiểm tra cường độ.

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R.$$

2. Kiểm tra độ ổn định.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R$$

Trong đó: - N : lực dọc tính toán.

- F_{th} : diện tích tiết diện thu hẹp (đã trừ phần giảm yếu).

- R : cường độ chịu nén của thép.

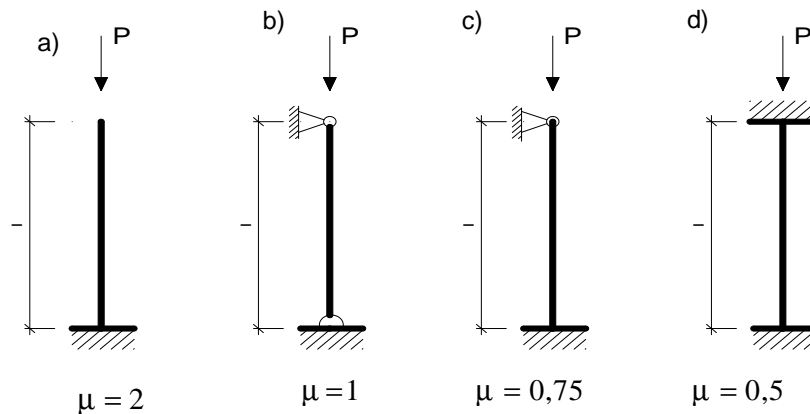
- F : diện tích tiết diện nguyên của tiết diện.

- φ : hệ số uốn dọc.

Hệ số φ phụ thuộc độ mảnh $\lambda = \frac{l_0}{r}$;

l_0 : chiều dài tính toán của cấu kiện, phụ thuộc liên kết 2 đầu ngàm: $l_0 = \mu l$ (hình 6.4).

r : bán kính quán tính trung tâm của tiết diện: $r = \sqrt{\frac{J}{F}}$



Hình 6.4 Liên kết 2 đầu cấu kiện

a) Một đầu ngàm, 1 đầu tự do ; b) Hai đầu là khớp.

c) Một đầu ngàm, 1 đầu khớp ; d) Hai đầu là ngàm.

3. Kiểm tra về độ mảnh: $\lambda \leq [\lambda]$

Trong đó: - λ : độ mảnh tính toán của cấu kiện.

- $[\lambda]$: độ mảnh giới hạn cho phép.

+ Đối với cấu kiện chịu lực chính: $[\lambda] = 120$

+ Đối với cấu kiện khác: $[\lambda] = 150$

Thí dụ: Kiểm tra sự làm việc của thanh kèo chịu nén. Biết lực nén tính toán $N = 210\text{KN}$, thanh kèo là thép góc đều cạnh $L100 \times 10$, số hiệu thép CT₃, thanh kèo dài 2m, hai đầu thanh liên kết bằng bu lông có đường kính $d = 20\text{mm}$; $[\lambda] = 150$.

Giải.

Thép CT₃ có: $R = 21\text{KN} / \text{cm}^2$.

Tra bảng 13(phụ lục) – Thép $L100 \times 10$ có: $F = 19,2\text{cm}^2$; $r_{\min} = 1,96$; $t = 1\text{cm}$

Hai đầu thanh liên kết khớp nên $\mu = 1$

$$\rightarrow \lambda = \frac{\mu \cdot l_0}{r_{\min}} = \frac{1 \cdot 200}{1,96} = 102 < [\lambda] = 150$$

Kiểm tra điều kiện ổn định: $\sigma = \frac{N}{\phi \cdot F} \leq R$

Từ $\lambda = 102$ tra bảng 12(phụ lục) tìm được $\phi = 0,584$

$$\rightarrow \sigma = \frac{210}{0,584 \cdot 19,2} = 18,73\text{KN} / \text{cm}^2 < R = 21\text{KN} / \text{cm}^2$$

Kiểm tra cường độ do thanh kèo bị giảm yếu bởi lỗ bu lông:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R$$
$$\Leftrightarrow \sigma = \frac{210}{19,2 - (2 \times 1)} = 12,28\text{KN} / \text{cm}^2 < 21\text{KN} / \text{cm}^2.$$

III/Cấu kiện chịu kéo đúng tâm.

Kiểm tra điều kiện ứng suất $\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R$

Trong đó: $-N$: lực dọc tác dụng vào thanh.

$-F_{th}$: diện tích tiết diện ngang thu hẹp; nếu không có các lỗ bu lông, đinh tán thì lấy $F_{th} = F$

Phần III

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chương 7 NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

I/ Khái niệm chung

-Bê tông cốt thép (BTCT) là 1 loại vật liệu xây dựng phức hợp do bê tông (BT) và cốt thép (CT) cùng cộng tác với nhau để chịu lực.

-BT bao gồm cốt liệu và chất kết dính kết lại với nhau tạo thành thứ đá nhân tạo. BT chịu nén tốt hơn chịu kéo từ 8 đến 15 lần.

-CT chịu kéo và chịu nén tốt hơn BT nhiều lần.

-Nếu chỉ dùng BT khả năng chịu lực của cấu kiện không cao, khi cấu kiện chịu uốn sự chịu lực không hợp lý, vùng chịu kéo của tiết diện yếu cho nên bị phá hoại trước trong khi vùng chịu nén vẫn còn khả năng chịu lực nữa.

-Việc đặt thép trong cấu kiện BT tạo thành cấu kiện BTCT có khả năng chịu

lực lớn hơn cấu kiện BT. Mặc khác sự chịu lực cũng hợp lý bởi vùng BT nào yếu đã có cốt thép chịu lực tăng cường, nhất là vùng bị kéo.

1. Nguyên lý làm việc của BTCT.

- Phải dính chặt khi BT và CT ninh kết với nhau. Khi có lực tác dụng BT và CT cùng biến dạng và không bị trượt tương đối nhau.
- Giữa BT và CT không xảy ra phản ứng hóa học. BT còn bao quanh CT bảo vệ CT không bị ăn mòn do điều kiện môi trường.
- Hệ số giãn nở vì nhiệt của BT và CT xấp xỉ nhau.

2. Phân loại BTCT.

a) Theo phương pháp thi công:

- BT toàn khối: đổ tại chỗ, chịu mọi công đoạn tại vị trí công trình.
- BT lắp ghép: đúc tại nhà máy, vận chuyển đến công trình để lắp ghép.
- Vừa lắp ghép.

b) Theo ứng suất.

- Ứng lực trước.
- Không có ứng suất.

3. Ưu nhược điểm.

Ưu điểm: + Có khả năng sử dụng vật liệu địa phương: cát, sỏi, đá, ...
+ Có khả năng chịu lực tốt hơn kết cấu gạch đá và kết cấu gỗ.
+ Có độ bền lâu, tuổi thọ cao, ít tốn công bảo dưỡng và sửa chữa.
+ Có khả năng chịu nhiệt cao.
+ Có thể tạo nhiều hình dáng đa dạng, phức tạp theo yêu cầu của thiết kế.

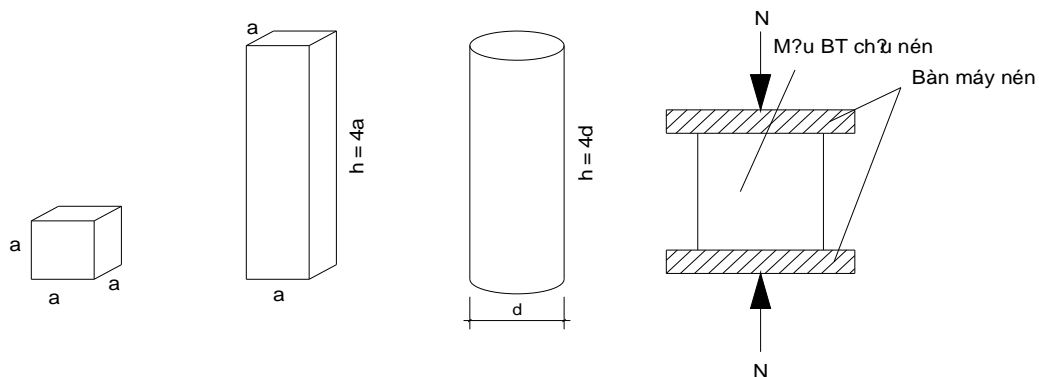
Nhược điểm: + Trọng lượng bản thân lớn 26000 Kg/cm^3 .
+ Cách âm, cách nhiệt kém.
+ Thi công tại chỗ, trải qua nhiều khâu phức tạp, tốn nhân công.
+ Thường có khe nứt giảm khả năng chống thấm và khả năng làm việc của CT.

Khắc phục: dùng BT nhẹ chịu lực, BT ứng lực, Pôlime, ...

II/ Các tính chất cơ học của BTCT

1. Tính chất cơ học của BT

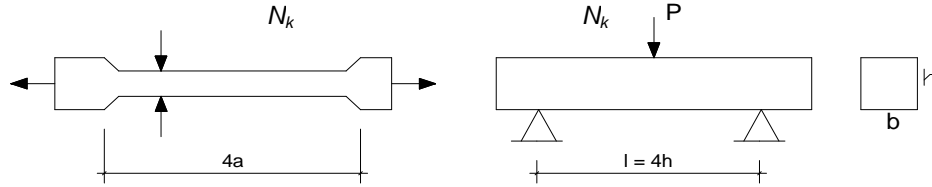
a) Cường độ (R_a và R_n)



Hình 7.1: Mẫu BT chịu nén và thí nghiệm nén

- Cường độ chịu nén được xác định ở mẫu BT đúc sau 28 ngày. Mẫu thí nghiệm có dạng khối vuông hoặc hình lăng trụ (hình 7.1). Ta có $R_n = \frac{N_p}{F}$

Trong đó: N_p : lực phá hoại mẫu.
 F : tiết diện ngang của mẫu BT.



Hình 7.2: Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo của BT

a) Xác định theo mẫu BT chịu kéo; b) Xác định theo mẫu BT chịu uốn.

N_k - Cường độ chịu kéo được xác định theo mẫu kéo của tiết diện vuông, cũng có thể xác định theo mẫu BT có tiết diện chữ nhật. Ta có: $R_k = \frac{N_k}{F}$

Trong đó:

N_k : Lực kéo phá hoại mẫu.

F : diện tích tiết diện ngang.

Trong thí nghiệm mẫu BT chịu uốn: $R_k = \frac{3,5M}{b.h^2}$

M : giá trị mô men làm mẫu BT phá hoại.

- Mác BT: là chỉ số chỉ tiêu chất lượng của BT.

Có 3 loại mác BT:

+Mác theo cường độ chịu nén(M): Là trị số cường độ nén tính theo da N/cm^2 của mẫu BT chuẩn khối vuông có cạnh 15cm được chế tạo, dưỡng hộ và thí nghiệm theo tiêu chuẩn nhà nước. BT nặng có mác chịu nén: M100, M150, M200, M250, M300, M350, M400, M500, M600. Trong kết cấu BTCT dùng BT Mác không thấp hơn M150.

+Mác theo cường độ chịu kéo(K): là con số lấy bằng trị số cường độ chịu kéo tính ra da N/cm^2 của mẫu thử tiêu chuẩn. BT nặng có mác chịu kéo: K10, K15, K20, K25, K30, K40.

+Mác theo khả năng chống thấm(T): lấy bằng áp suất lớn nhất (atm) mà mẫu chịu được để nước không thấm qua. BT có mác chống thấm: T2, T4, T6, T8, T10, T12.

b) Biến dạng của BT

- Biến dạng do tải trọng tác dụng ngắn hạn.

Gọi ϵ_b : biến dạng toàn phần của BT

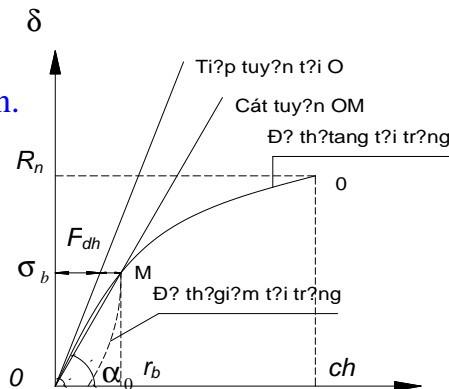
ϵ_{dh} : phần biến dạng đàn hồi

ϵ_d : phần biến dạng dẻo

r : hệ số đàn hồi của BT

Ta có: $\epsilon_b = \epsilon_{dh} + \epsilon_d$; $v = \frac{\epsilon_{dh}}{\epsilon_b}$

Môđun biến dạng toàn phần của BT là:



Hình 7.3: Biểu đồ quan hệ $\sigma - \epsilon$

$$E'_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_{dh} + \sigma_d} = \operatorname{tg} \alpha$$

- Biến dạng do tải trọng tác dụng dài hạn.

+ Khi tải trọng lâu dài, biến dạng của BT tăng dần theo thời gian, lúc đầu tăng nhanh sau tăng chậm lại trong khi ứng suất không thay đổi. Hiện tượng này gọi là từ biến.

+ Từ biến có tác hại làm tăng độ võng và mở rộng khe nứt với

cấu kiện chịu uốn. Làm tăng sự uốn dọc trong cấu kiện chịu nén. Làm tổn hao ứng suất trong cấu kiện ứng suất trước.

Cách hạn chế từ biến: Để BT già tuổi mới cho chịu lực, hạn chế lượng Ximăng và tỉ lệ N/X khi đúc BT.

2. Tính chất cơ học của cốt thép

CT có tính đồng nhất cao, đàn hồi, chịu nén và chịu kéo tốt và tốt hơn BT.

Cường độ của CT cao

○ Phân loại CT:

-Phân theo nhóm: có 4 nhóm: C-I; C-II; C-III; C-IV (theo TCVN 1651-85).

+ Thép C-I có tính dẻo và được chế tạo sẵn thành các thanh tròn trơn đường kính 6 đến 40mm. Thép C-II, C-III, C-IV được chế tạo thành thanh thép có gờ, đường kính trung bình thanh thép này từ 10 đến 40mm.

+Thép nhập từ Đông Âu có thép AI, AII, AIII, AIV.

-Theo hình dáng tiết diện thanh: có thép hình và cốt thép tròn.

+Thép hình (I, L được chế tạo sẵn từ nhà máy);

+Cốt thép tròn (được làm từ các thanh thép tròn)

-Theo độ cứng: có cốt thép mềm và cốt thép cứng.

+Cốt thép mềm là cốt thép mà khi thi công có thể uốn cắt dễ (thường là thép tròn có đường kính $d \leq 40\text{mm}$)

+Cốt thép cứng là cốt thép mà khi thi công người ta không thể uốn được (thường là thép hình và thép tròn có $d > 40\text{mm}$)

-Theo cường độ: có cốt thép thường và cốt thép có cường độ cao.

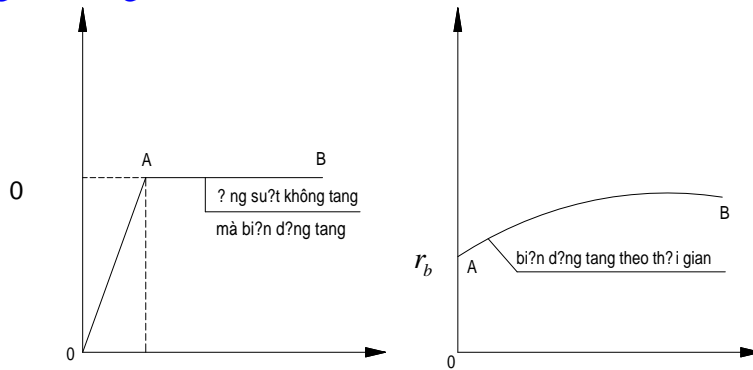
+Cốt thép thường: có cường độ $R_a \leq 60\text{KN/cm}^2$

+Cốt thép cường độ cao: có $R_a > 60\text{KN/cm}^2$

-Theo chiều dài thép: có thép thanh và thép sợi

+Thép thanh thường là thép hình và thép tròn có $d > 10\text{mm}$ được chế tạo sẵn thành các thanh thẳng dài 6 đến 12m.

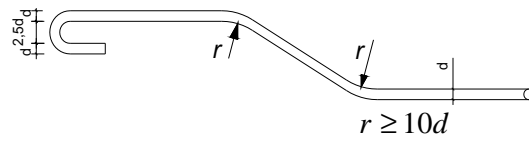
+Thép sợi: là thép tròn $d < 10\text{mm}$, thép này được chế tạo thành sợi dài và cuộn thành cuộn tròn nhiều vòng.



Hình 7.4: Biểu đồ về sự từ biến của BT

○ Neo, uốn, nối cốt thép

* Móc neo: uốn ở đầu các thanh thép tròn trơn làm cho cốt thép không bị trượt trong BT; móc neo có hình bán nguyệt (hình 7.5). Gọi đường kính của thanh thép bị uốn là d , chiều dài đoạn thép để uốn móc neo là $6,25d$ nếu uốn bằng thủ công và $3,25d$ nếu uốn bằng máy.



Hình 7.5: Móc neo và uốn cốt thép

* Uốn cốt thép: Ở những chỗ CT bị uốn cong khi làm việc CT sẽ bị ép vào BT, để lực ép phân ra khoảng rộng cho BT đủ chịu lực người ta phải uốn cốt thép sao cho chỗ uốn có bán kính cong $r \geq 10d$

* Nối CT: Thép không đủ chiều dài theo thiết kế thì phải nối: có thể nối buộc hoặc hàn.

3. Bê tông cốt thép (BTCT)

a) Lực dính giữa BT & CT

- Lực dính là yếu tố cơ bản để BT và CT cùng làm việc. Lực dính được tạo do keo XM được bám vào thép, ma sát giữa thép với BT; CT phải có gờ, mặt nhám; thép trơn phải có móc neo
- Lực dính phân bố ở bề mặt của thanh CT nhưng sự phân bố không đều.

b) Ứng suất trong BT và CT

Khi BT co ngót có sự cản trở của thép, kết cấu BTCT có ứng suất nhỏ hơn kết cấu BT không có CT (ứng suất thép nén, ứng suất BT kéo) → Trong cấu kiện chịu kéo BT nứt.

c) Sự phá hoại và hư hỏng của BTCT

- Do tác động cơ học: tải trọng lớn, sự mài mòn,...
 - Do tác động hóa học: môi trường có muối, axit, độ ẩm, xâm thực,...
 - Do tác động sinh học: vi khuẩn, rêu mốc,...
- Làm giảm khả năng chống đỡ của công trình, giảm tuổi thọ, ... có khi gây đổ, bị sập.

Khắc phục: Bảo vệ mặt ngoài tốt (chống xâm thực) sơn vôi, thiết kế thông thoáng, sử dụng xi măng đặc biệt.

III/ Nguyên lý tính toán kết cấu BTCT

1. Nguyên lý tính toán

- Kết cấu BTCT đảm bảo được độ bền, làm việc bình thường và có tuổi thọ
- Chất lượng của kết cấu BTCT được qui định bởi các khâu: thiết kế, thi công, sử dụng

Trong việc thiết kế phải luôn cân nhắc sao cho kết cấu an toàn nhưng tiết kiệm nguyên vật liệu; với tải trọng tác dụng lên kết cấu ta xác định nội lực bất lợi nhất tác dụng lên tiết diện của kết cấu từ đó tiến hành tính khả năng chịu lực của cấu kiện.

- Hai dạng bài toán thường gặp:

- Kiểm tra các thông số về tiết diện BT và CT cho trước cần phải xác định nội lực mà tiết diện có thể chịu được. $T \leq T_p$. Trong đó: T: nội lực bất lợi nhất có thể phát sinh trong kết cấu do các tĩnh tải và các tải trọng khác

gây ra. Ttp: giá trị bé nhất về khả năng chịu lực của tiết diện.

- Tính CT xuất phát từ nội lực tác dụng lên cấu kiện khi có các thông số về kích thước, vật liệu sao cho các cấu kiện đủ hàm lượng CT đủ khả năng chịu lực.

2. Nguyên lí cấu tạo

Chọn hình dạng, kích thước nhằm làm cho kích thước kết cấu tiết kiệm và đảm bảo độ cứng tốt nhất, làm việc hợp lí và dễ dàng; trong chế tạo, thi công, tuân thủ về các qui định CT, nếu gia cường CT sao cho trong kết cấu không được phát sinh các ứng suất do co ngót cường độ và sự co khác. Lớp BT bảo vệ CT đảm bảo yêu cầu. Nếu chiều dày lớp BT bảo vệ không đảm bảo sẽ làm cho CT bị hoen rỉ. Trong mọi trường hợp thì chiều dày lớp BT bảo vệ không được nhỏ hơn đường kính CT, CT phải được đặt với khoảng hở đảm bảo cho vữa BT lọt qua dễ dàng, khe hở giữa 2 mép thanh thép cạnh nhau phải lớn hơn hoặc bằng đường kính của thép và lớn hơn 25.

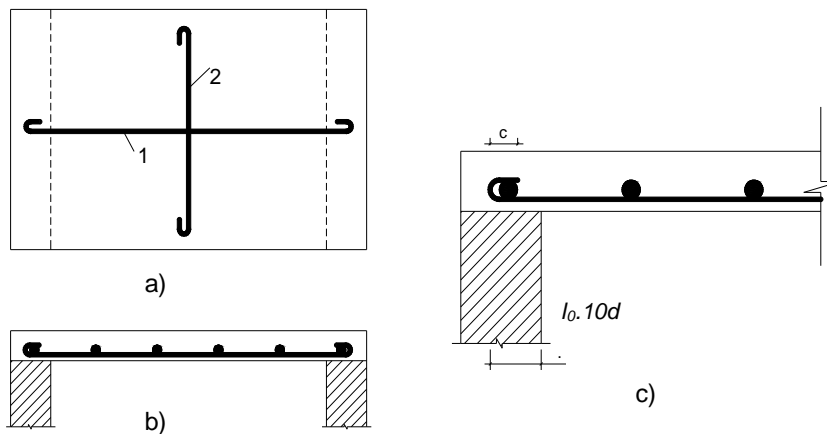
Chương 8 TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU UỐN THEO CƯỜNG ĐỘ

1/ Đặc điểm cấu tạo

Về mặt nội lực: Trong cấu kiện chịu uốn có mômen uốn(M) và lực cắt(Q).

Về mặt hình dáng: cấu kiện chịu uốn có bản và dầm.

1. Cấu tạo bản(tấm đơn)



Hình 8.1: Sơ đồ bố trí cốt thép trong bản
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt; c) Cấu tạo tại gối tựa.
1. Cốt thép chịu lực; 2. Cốt thép phân bố.

Bản là một tấm phẳng có chiều dày rất nhỏ so với chiều dài và chiều rộng. Kích thước chung bản sàn là 1à 5m, chiều dày của bản sàn thông thường 6à 10cm, đôi khi lớn hơn đối với trường hợp bản sàn không dầm. Cốt thép trong bản chủ yếu cốt chịu lực và cốt phân bố. Thép chịu lực thường là $\phi 8 \div \phi 10$; thép phân bố $\phi 6 \div \phi 8$.

-Cốt thép chịu lực thường dùng loại thép C-I và A-I có đường kính từ 6à 12mm đặt trong miền chịu kéo của tiết diện, nằm dọc theo phương có ứng suất kéo. Số lượng thanh, đường kính thanh, khoảng cách giữa trục các thanh

lấy theo kết quả tính toán, nhưng không lấy quá 200mm khi chiều dày bản dưới 100mm, không lấy quá 1,5h khi $h > 150\text{mm}$ (h: chiều dày của bản)

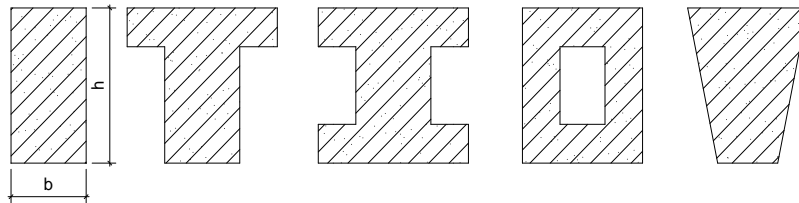
-Cốt thép phân bố được đặt vuông góc với CT chịu lực, buộc với CT chịu lực thành lưới không cho các thanh thép bị dịch chuyển lúc thi công. Cốt thép phân bố phải chịu ứng suất về co ngót và thay đổi nhiệt độ theo phương đặt thanh thép ấy. Ngoài ra thép phân bố còn có tác dụng phân ảnh hưởng của lực tập trung ra diện rộng hơn. Thép phân bố thường có đường kính $d = 4 \div 8\text{ mm}$, khoảng cách giữa các thanh thép không lấy quá 350mm.

2. Cấu tạo của dầm

Dầm là kết cấu chịu uốn có kích thước tiết diện ngang khá nhỏ so với chiều dài của nó. Tiết diện ngang của dầm có thể là hình chữ nhật, chữ T, chữ I, hình hộp, hình thang

Gọi nhịp dầm là l, chiều cao tiết diện dầm là h, chiều rộng tiết diện dầm là b.

Ta có: $h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20} \right) l$; $\frac{h}{b} = 2 \div 4$. Khi chọn h và b cần xét đến yêu cầu kiến trúc và định hình hóa ván khuôn, kích thước của tường và cột.



Hình 8.2: Các dạng tiết diện của dầm BTCT

Cốt thép trong dầm gồm có: Cốt dọc chịu lực, cốt dọc cấu tạo, cốt đai và cốt xiên.

-Cốt thép chịu lực đặt theo tính toán để chịu lực, thường là thép có đường kính $d = 10 \div 40\text{ mm}$. Nếu chiều rộng của tiết diện $b > 150\text{mm}$ thì ít nhất phải có hai thanh đặt ở 2 góc thuộc vùng bê tông chịu kéo. Nếu $b < 150\text{mm}$ có thể dùng 1 thanh thép dọc. Nếu có nhiều thanh thép dọc chịu lực, phải đặt thành nhiều hàng, nhiều lớp để đảm bảo khoảng cách hở giữa các thanh thép.

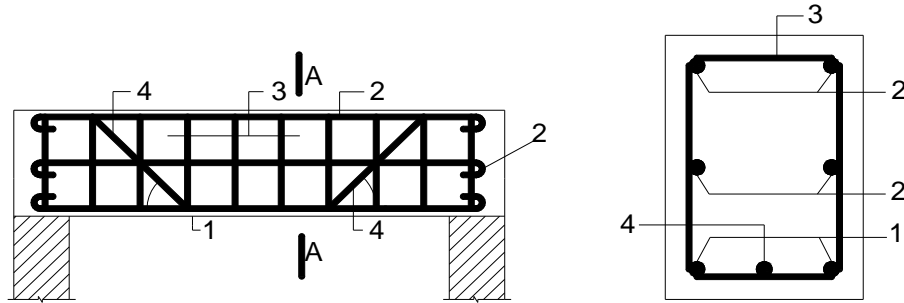
-Cốt thép dọc cấu tạo dùng để làm giá đỡ cho cốt đai không bị dịch chuyển trong lúc thi công, mặc khác nó chịu các tác dụng do bê tông co ngót hoặc có sự thay đổi nhiệt độ. Khi chiều cao dầm $h < 700$ thì chỉ cần đặt thép cấu tạo ở góc của tiết diện. Khi $h > 700$ phải đặt thêm thép dọc cấu tạo vào trong mặt bên của chiều cao tiết diện. Cốt dọc cấu tạo thường có đường kính $10 \div 12\text{ mm}$. Tổng diện tích mặt cắt ngang của cốt cấu tạo không được nhỏ hơn 0,1% diện tích của sườn dầm.

-Cốt đai thường là thép C-I có đường kính $6 \div 8\text{ mm}$ để chịu lực cắt, để buộc cốt dọc, giữ nguyên vị trí cốt dọc lúc thi công.

-Cốt xiên là 1 đoạn thép đặt nghiêng để chịu lực cắt, thường do đoạn thép dọc chịu lực uốn xiên lên mà thành.

*Khi dầm có $h < 800\text{mm}$ lấy góc uốn xiên $\alpha = 45^\circ$ và đai dùng $\phi 6$.

- *Khi dầm có $h \geq 800\text{mm}$ lấy góc uốn cốt xiên $\alpha = 60^\circ$ và đai dùm $\phi 8$
- *Đối với các dầm thấp và bản có thể uốn cốt xiên với góc $\alpha = 30^\circ$

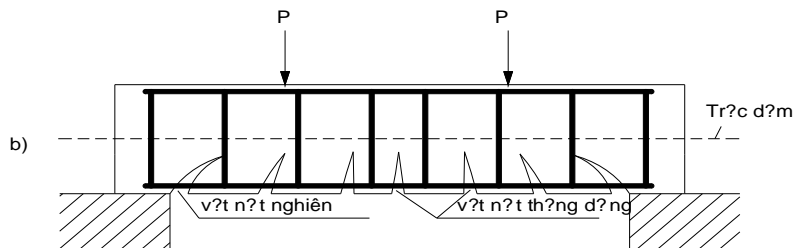


Hình 8.3: Các loại thép trong dầm.

1. Cốt dọc chịu lực; 2. Cốt dọc cấu tạo để buộc thép đai;
- 2'. Cốt dọc cấu tạo khi chiều cao dầm $h > 700\text{mm}$; 3. Cốt đai; 4. Đoạn cốt xiên.

II/Sự làm việc của dầm BTCT

1. Thí nghiệm:



Hình 8.4: Các dạng khe nứt trong dầm đơn giản

Quan sát 1 dầm BTCT từ lúc mới đặt tải trọng nhỏ rồi tăng dần tải trọng đến khi dầm bị phá hoại, thấy sự làm việc của dầm như sau: Khi tải trọng còn nhỏ dầm bền vững và nguyên vẹn. Tiếp tục tăng tải trọng thì vùng chịu kéo của dầm sẽ xuất hiện vết nứt. Ở những chỗ có mô men lớn vết nứt có phương vuông góc với trục dầm gọi là vết nứt thẳng góc, tiết diện dầm theo phương vết nứt này gọi là tiết diện thẳng góc. Ở những chỗ có lực cắt lớn (thường là tại các mép các gối đỡ) vết nứt có phương nghiêng so với trục dầm gọi là vết nứt nghiêng, tiết diện dầm theo phương vết nứt nghiêng gọi là tiết diện nghiêng. Khi dầm đã có vết nứt mà cứ tiếp tục tăng tải trọng thì vết nứt ngày càng mở rộng ra và dầm bị phá hoại. Sự phá hoại có trường hợp xảy ra ở vết nứt thẳng góc, có trường hợp xảy ra ở vết nứt nghiêng. Do vậy khi thiết kế dầm phải tính toán trên cả hai loại tiết diện nhằm làm cho dầm không bị phá hoại theo bất cứ tiết diện nào.

2. Trạng thái ứng suất và biến dạng của tiết diện thẳng góc.

Quá trình phát triển ứng suất và biến dạng trên tiết diện thẳng góc xảy ra liên tục, khi nghiên cứu người ta phân làm 3 giai đoạn:

a) **Giai đoạn I:** Khi mô men bé (tải trọng còn nhỏ) có thể xem như vật liệu làm việc đàn hồi, quan hệ ứng suất và biến dạng là đường thẳng, sơ đồ ứng

suất có dạng tam giác (hình Ia). Khi mômen tăng lên, biến dạng dẻo trong bê tông phát triển, sơ đồ ứng suất có dạng đường cong. Lúc sắp sửa nứt ứng suất kéo trong bê tông đạt tới giới hạn cường độ chịu kéo R_k (hình Ib). Muốn cho dầm không bị nứt thì ứng suất pháp trên tiết diện không được vượt quá giới hạn ở trạng thái Ib.

b) **Giai đoạn II:** Khi mômen tăng lên miền bê tông chịu kéo sẽ bị nứt, khe nứt phát triển dần lên phía trên. Tại khe nứt hình như phần bê tông chịu kéo không làm việc toàn bộ ứng lực kéo là do CT chịu.

Nếu lượng CT chịu kéo nhiều thì ứng suất trong CT $\sigma < R_a$ như hình IIa.

Nếu lượng CT chịu kéo không nhiều thì ứng suất trong CT chịu kéo có thể đạt tới giới hạn chảy của thép $\sigma_a = R_a$ như hình IIb.

c) **Giai đoạn III** (giai đoạn phá hoại): Tiếp tục tăng mômen uốn lên nữa thì dầm bị phá hoại. Trường hợp lượng CT chịu kéo đặt lên rất nhiều ứng suất trong thép còn nhỏ $\sigma_a < R_a$ nhưng ứng suất trong bê tông vùng chịu nén lớn, đến khi $\sigma_b = R_n$ thì bê tông ở vùng chịu nén bị ép vỡ làm cho dầm bị phá hoại như hình IIIa. Đây là hiện tượng phá hoại giòn, hiện tượng xảy ra nhanh đột ngột nên rất nguy hiểm. Khi thiết kế phải tránh không để dầm đạt trạng thái giới hạn này. Trường hợp lượng CT chịu kéo đặt không nhiều ứng suất trong CT đã đạt R_a , nếu tăng mômen uốn thì CT bị chảy dẻo, khe nứt tiếp tục phát triển lên phía trên làm cho vùng bê tông chịu nén bị thu hẹp đến khi ứng suất trong bê tông đạt tới giới hạn chịu nén R_n thì dầm phá hoại (hình IIIb)

*****Nhận xét:** Khi dầm bị phá hoại cả bê tông vùng chịu nén và CT đều phát huy hết khả năng làm việc. Thép bị chảy dẻo rồi mới bị phá hoại cho nên hiện tượng xảy ra từ từ, trước khi bị phá hoại dầm có biến dạng lớn gọi là phá hoại dẻo.

III/Tính toán cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ nhật

1. Cấu kiện có tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn.

a) Sơ đồ ứng suất

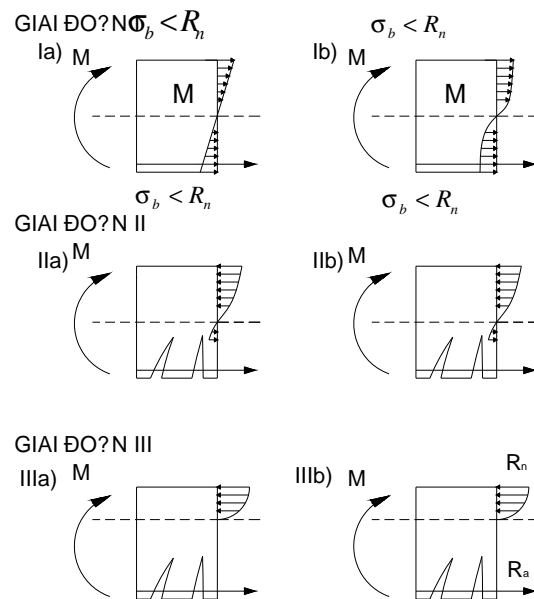
b: chiều rộng tiết diện

h: chiều cao tiết diện

h_0 : chiều cao làm việc của tiết diện

x: chiều cao vùng bê tông chịu nén

Fa: diện tích tiết diện ngang của CT chịu kéo.



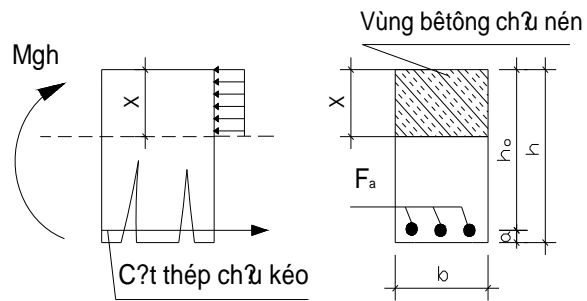
Hình 8.5: Các giai đoạn ứng suất và biến dạng trên tiết diện thẳng

A: khoảng cách từ trọng tâm của CT Fa đến mép chịu kéo của tiết diện

Khi tính toán cần chú ý:

- Tại vùng bê tông chịu nén, ứng suất trong bê tông bằng nhau và đạt đến mức cường độ chịu nén R_n

- Tại vùng chịu kéo bê tông bị nứt coi như bê tông không làm việc. Cốt thép trong vùng chịu kéo chịu toàn bộ lực kéo. Ở trạng thái giới hạn ứng suất trong CT đạt cường độ chịu kéo của CT là R_a



Hình 8.6: Sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

b) Phương trình cân bằng.

Từ sơ đồ ứng suất ta thấy đây là hệ lực song song cân bằng nên có 2 phương trình cân bằng có ý nghĩa độc lập với nhau

Tổng hình chiếu của các lực lên phương trục dầm: $R_a F_a = R_n . b . x$

Tổng mômen của các lực đi qua trọng tâm chung của các CT chịu kéo:

$$M_{gh} = R_n . b . x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)$$

Từ 2 công thức trên ta suy ra được:

$$M_{gh} = R_a F_a \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)$$

c) Công thức cơ bản.

Đặt $\alpha = \frac{x}{h_0}$; $x = \alpha . h_0$; $A = \alpha (1 - 0,5\alpha)$; $\gamma = 1 - 0,5\alpha$.

Suy ra $R_a F_a = R_n . b . \alpha . h_0 = \alpha R_n . b . h_0$ (Tra bảng 24 Giáo trình KCXD để tìm A)

Gọi giá trị mômen lớn nhất mà cấu kiện phải chịu là M. Điều kiện cường độ khi tính toán theo trạng thái giới hạn là $M \leq M_{gh}$; đồng thời thay $x = \alpha . h_0$ vào phương trình mômen ta được:

$$M \leq R_n . b . x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = R_n . b . \alpha . h_0 (h_0 - 0,5 . \alpha . h_0) = \alpha (1 - 0,5\alpha) R_n . b . h_0^2 = A R_n . b . h_0^2$$

Tóm lại, ta có công thức cơ bản: $R_a F_a = \alpha . R_n . b . h_0$

$$M \leq A R_n . b . h_0^2$$

$$M \leq \gamma R_a . F_a . h_0$$

d) Điều kiện sử dụng

- Điều kiện hạn chế về chiều cao vùng BT chịu nén: để đảm bảo cấu kiện đến trạng thái giới hạn phá hoại dẻo, chiều cao vùng chịu nén phải nhỏ hơn giới hạn

$x \leq \alpha_0 . h_0$ hay $\frac{x}{h_0} \leq \alpha_0$ tức là: $\alpha \leq \alpha_0$; khi đó $A \leq A_0$.

Giá trị giới hạn α_0 phụ thuộc mác bê tông và nhóm cốt thép (tra α_0 bảng 20- biết α_0 tra bảng 24 được A_0)

Với BT mác 200 trở xuống và thép có $R_a \leq 30 \text{KN} / \text{cm}^2$ thì $\alpha_0 = 0,62$ khi đó $A_0 = \alpha_0 (1 - 0,5\alpha_0) = 0,428$

-Hàm lượng cốt thép.

Gọi hàm lượng CT là $\mu = \frac{F_a}{b.h_0}$ Khi tính toán phải đảm bảo $\mu_{\min} \leq \mu \leq \mu_{\max}$

Hàm lượng thép tối đa $\mu_{\max} = \alpha_0 \frac{R_n}{R_a}$ Hàm lượng thép tối thiểu $\mu_{\min} = 0,05\%$

e) Bài toán thường gặp

Bài toán 1: Tính CT: Biết trị số mômen M, kích thước tiết diện (b.xh), mác BT, nhóm CT. Yêu cầu tính diện tích cốt thép F_a .

Tìm các số liệu cần thiết: Căn cứ mác BT và nhóm CT tra bảng ra $R_n; R_a; \alpha_0; A_0$. Giả thiết a để tính $h_0 = h - a$ thông thường với bản $a = 1,5 \div 2 \text{ cm}$, với dầm $a = 0,1h$

-Tìm $A = \frac{M}{R_n.b.h_0^2}$, so sánh A với A_0

Nếu $A > A_0$ không thỏa mãn điều kiện tính cốt đơn

Nếu $A < A_0$ thì từ A tra bảng ra α hoặc γ

-Tính $F_a = \alpha \frac{R_n}{R_a} b.h_0$ hoặc $F_a = \frac{M}{\gamma.R_n.h_0}$

-Kiểm tra hàm lượng thép: $\mu = \frac{F_a}{b.h_0} 100\%$

Nếu $\mu > \mu_{\min}$ lấy F_a là kết quả vừa tính

Nếu $\mu \leq \mu_{\min}$ lấy $F_a = F_{a(\min)} = \mu_{\min} . b.h_0$

Chọn thép thực tế đảm bảo diện tích tính toán theo bảng tra thép (bảng 25)

Bố trí thép trên tiết diện phải đảm bảo yêu cầu cấu tạo về khoảng cách và về lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

Bài toán 2: Chọn kích thước củ tiết diện

Biết M, mác BT và nhóm CT. Tìm b, h, F_a

Giả thiết $\alpha = 0,1 \div 0,25$ đối với bản, $\alpha = 0,3 \div 0,4$ đối với dầm

Từ α tra bảng ra A và tính $h_0 = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{\frac{M}{b.R_n}}$ sau đó tính $h \approx h_0 + a$ hoặc $h \approx 1,1h_0$

Sau khi chọn được h sẽ tính F_a như bài toán 1.

Bài toán 3: Tính khả năng chịu uốn M_{gh}

Biết kích thước tiết diện b, h, h_0 , F_a , mác BT, nhóm thép yêu cầu tính khả năng chịu uốn M_{gh}

-Tìm các số liệu tính cần thiết R_n, R_a, α_0 rồi tính $\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n . b.h_0}$

Nếu $\alpha \leq \alpha_0$ thì từ α tra bảng ra A hoặc γ rồi tính

$M_{gh} = A.R_n . b.h_0^2$ hoặc $M_{gh} = \gamma . R_a F_a h_0$

Nếu $\alpha > \alpha_0$ thì lấy $\alpha = \alpha_0$ và $A = A_0$ nên $M_{gh} = A_0 R_n . b.h_0^2$

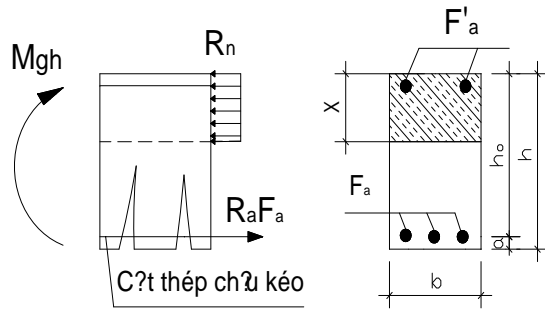
2. Cấu kiện có tiết diện chữ nhật đặt cốt thép kép.

Bê tông vùng chịu nén không đủ chịu lực, khi không nâng được b, h , mác bê tông ta phải đặt cốt thép kép. Điều kiện để đặt CT kép : $A_0 < \frac{M}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} \leq 0,5$

a) Sơ đồ ứng suất

- Để tính toán có thể coi: ở vùng chịu nén, ứng suất trong bê tông bằng nhau là R_n , ứng suất trong cốt thép chịu nén F'_a đạt đến cường độ chịu nén của thép R'_a .

- Ở vùng chịu kéo: bê tông bị nứt coi như không làm việc, ứng suất trong cốt thép chịu kéo F_a đạt tới cường độ chịu kéo của thép R_a



Hình 8.7: Sơ đồ ứng suất của cầu kiện chịu uốn tiết diện chữ nhật

b) Phương trình cân bằng

Chiếu các lực lên trục cầu kiện $R_a F_a = R_n \cdot b \cdot x + R'_a F'_a$

Lấy mômen của các lực với trọng tâm cốt thép chịu kéo:

$$M_{gh} = R_n \cdot b \cdot x (h - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a')$$

a : khoảng cách từ trọng tâm chung của các cốt thép chịu nén ra đến mép ngoài thuộc vùng chịu nén của tiết diện

c) Công thức cơ bản

Cho mômen cầu kiện phải chịu $M \leq M_{gh}$, đặt $\alpha = \frac{x}{h_0}$; $A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$; $x = \alpha h_0$ ta có :

$$R_a F_a = \alpha R_n \cdot b \cdot h_0 + R'_a F'_a \text{ và } M \leq \alpha R_n \cdot b \cdot h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a')$$

d) Điều kiện hạn chế

- Để không bị phá hoại giòn từ vùng bê tông chịu nén, phải thỏa mãn điều kiện $x \leq \alpha_0 h_0$ hoặc $\alpha \leq \alpha_0$ hoặc $A \leq A_0$

- Để ứng suất trong cốt thép chịu nén đạt tới giới hạn R'_a phải thỏa mãn điều kiện $x \geq 2a'$ hoặc $\alpha \geq \frac{2a'}{h_0}$

e) Bài toán thường gặp

Bài toán 1: Tính F_a, F'_a

Biết M, b, h, R_n, R'_a, R_n yêu cầu tính F_a, F'_a

- Chỉ thực hiện bài toán tính cốt thép kép khi $A_0 < \frac{M}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} \leq 0,5$

Bê tông phát huy hết khả năng chịu nén khi $\alpha = \alpha_0$ lúc đó $A = A_0$ tính được:

$$\text{Thép } F'_a \geq \frac{M - A_0 R_n \cdot b \cdot h_0^2}{R'_a (h_0 - a')} ; \text{ Thép } F_a \geq \alpha_0 \frac{R_n}{R_a} b \cdot h_0 + \frac{R'_a}{R_a} F'_a$$

- Chọn thép: theo bảng diện tích tiết diện cốt thép

- Bố trí: đảm bảo yêu cầu cấu tạo, yêu cầu khoảng cách giữa các thanh thép và lớp bảo vệ cốt thép.

Bài toán 2: Biết F'_a tính F_a

$$A = \frac{M - R'_a F'_a (h_0 - a')}{R_n b h_0^2}$$

Xảy ra 2 trường hợp:

+Nếu $A > A_0$ tính thép như bài toán 1 vì cốt thép F'_a cho trước còn nhỏ, chưa đủ lực

+Nếu $A < A_0$ tra bảng tính F_a theo giá trị α :

$$\text{Khi } \alpha > \frac{2a'}{h_0} \text{ thì } F_a \geq \alpha \frac{R_n}{R_a} b h_0 + \frac{R'_a}{R_a} F'_a$$

Khi $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$ thì lấy $x = 2a'$ rồi viết phương trình mômen với trọng tâm

vùng bê tông chịu nén $M_{gh} = R_a F_a (h_0 - a')$

$$\text{Cho } M \leq M_{gh} \text{ rút ra } F_a \geq \frac{M}{R_a (h_0 - a')}$$

Bài toán 3: Tính khả năng chịu uốn

Biết $b, h, a, a', h_0, R_n, F_a, F'_a, R_a, \alpha_0, A_0$ cần tính M_{gh} .

-Tính $\alpha = \frac{R_a F_a - R'_a F'_a}{R_n b h_0}$ xảy ra 2 trường hợp:

Nếu $\alpha > \alpha_0$ khi đó $A = A_0$ và $M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h - a')$

Nếu $\frac{2a'}{h_0} < \alpha \leq \alpha_0$ thì từ α tra bảng ra A và tính

$$M_{gh} = A R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a')$$

C Một số thí dụ minh họa:

Thí dụ 1: Tính cốt thép dọc chịu lực cho dầm BTCT có tiết diện chữ nhật $b \times h = 20 \times 40 \text{ cm}$, bê tông mác M200, cốt thép nhóm C-II, chịu mômen uốn $M = 60 \text{ kNm}$

Giải

BT mác 200 có $R_n = 0,9 \text{ kN/cm}^2$

Thép C-II có $R_a = R'_a = 26 \text{ kN/cm}^2$

$$\Rightarrow \alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,428$$

Giả thiết $a = 3 \text{ cm} \rightarrow h_0 = 40 - 3 = 37 \text{ cm}$

$$\text{Tính } A = \frac{M}{R_n b h_0^2} = \frac{6000}{0,9 \cdot 20 \cdot 37^2} = 0,243 < A_0 = 0,428$$

$\rightarrow \alpha = 0,28$ chỉ dùng cốt đơn.

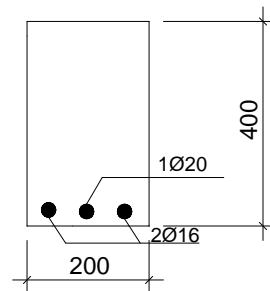
$$\text{Tính } F_a = \frac{R_n}{R_a} b h_0 = 0,28 \frac{0,9}{26} 20 \cdot 37 = 7,17 \text{ cm}^2$$

$$\text{Hàm lượng } \mu = \frac{7,17}{20 \cdot 37} 100\% = 0,97\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

Chọn thép 2φ16 + 1φ20 có $F_a = 4,02 + 3,14 = 7,16 \text{ cm}^2$

Bố trí thép (hình 8.8)

Kiểm tra khoảng cách lớp BT bảo vệ đảm bảo, khoảng cách giữa các thanh thép đủ rộng.



Hình 8.8: Bố trí thép chịu lực cho dầm

Thí dụ 2: Tính cốt thép dọc chịu lực cho dầm BTCT có tiết diện chữ nhật $b \times h = 25 \times 50$, bê tông mác 200, cốt thép chịu lực nhóm A-II, mômen uốn $M = 218 \text{ kNm}$.

Giải

BT mác 200 có $R_n = 0,9 \text{ kN/cm}^2$

Thép A-II có $R_a = R'_a = 28 \text{ kN/cm}^2$

$$\Rightarrow \alpha_0 = 0,62; A_0 = 0,428$$

Giả thiết $a = 5 \text{ cm} \rightarrow h_0 = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$

-Tính $A = \frac{21800}{0,9 \cdot 25 \cdot 45^2} = 0,478;$

$A_0 < A < 0,5$ nên đặt cốt kép

Giả thiết $a' = 3 \text{ cm}$; lấy $\alpha = \alpha_0 \rightarrow A = A_0$

-Thép $F'_a \geq \frac{21800 - 0,428 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 45^2}{28(45 - 3)} = 1,96 \text{ cm}^2$

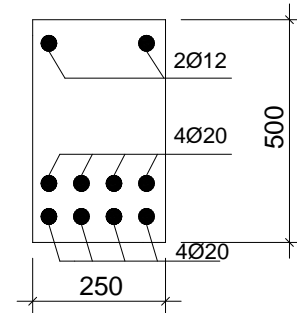
Chọn thép F'_a là $2\phi 12$ có diện tích $2,26 \text{ cm}^2$

-Thép $F_a = 0,62 \frac{0,9}{28} 25 \cdot 45 + \frac{28}{281,96} = 24,36 \text{ cm}^2$

Chọn thép $8\phi 20$ có $F_a = 25,13 \text{ cm}^2$

-Bố trí (hình 8.9)

Kiểm tra thấy đảm bảo yêu cầu về lớp BT bảo vệ, về khoảng cách giữa các thanh thép.



Hình 8.9: Bố trí thép chịu lực cho dầm

IV/Tính toán cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T

1. Đặc điểm cấu tạo

Gồm 2 phần: cánh và sườn. Cánh nằm ở vùng chịu nén của tiết diện thì sự chịu lực hợp lý. Trường hợp do yêu cầu cấu tạo hay lý do nào khác mà cánh của tiết diện nằm ở vùng chịu kéo thì phần cánh không tham gia chịu lực. Khi tính toán bỏ qua tác dụng của cánh coi như tiết diện chữ T này như tiết diện chữ nhật chỉ có phần sườn $b \times h$. Trường hợp cánh ở vùng chịu nén vênh ra rất dài thì khi tính toán cũng chỉ lấy phần mở rộng cánh không được vượt quá giới hạn như sau:

Đối với dầm và bản sàn đúc bê tông toàn khối với nhau sẽ không được lớn hơn nửa khoảng cách giữa 2 mép trong của sườn dọc.

Gọi l là nhịp dầm thì lấy $S_c \leq l/6$

Gọi chiều dày của bản cánh là h'_c thì khi $h'_c \geq 0,1h$ lấy $S_c \leq 9h'_c$; khi $h'_c < 0,1h$ lấy $S_c \leq 6h'_c$

Đối với dầm độc lập $S_c \leq l/6$, khi $h'_c \geq 0,1h$ lấy $S_c \leq 6h'_c$; khi $0,05h \leq h'_c < 0,1h$ lấy $S_c \leq 3h'_c$. Khi $h'_c < 0,05h$ lấy $S_c < 0,05h$

2. Công thức cơ bản khi cánh ở vùng chịu nén (tiết diện chữ T thường đặt cốt đơn)

a) Trường hợp trục trung hòa đi qua cánh ($x \leq h'_c$)

-Sơ đồ ứng suất:

Tại vùng chịu nén ứng suất trong bê tông bằng nhau và đạt tới R_n

Tại vùng chịu kéo, chỉ có cốt thép F_a làm việc, ứng suất trong CT đạt tới R_a

-Phương trình cân bằng:

$$R_a F_a = R_n b'_c x$$

$$M_{gh} = R_n b'_c x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)$$

Công thức tính: Đặt $\alpha = \frac{x}{h_0}$; $A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$; cho $M \leq M_{gh}$ ta được

$$R_a F_a = \alpha R_n b'_c h_0$$

$$M \leq \alpha R_n b'_c h_0^2$$

Điều kiện hạn chế: Công thức chỉ đúng khi $\alpha \leq \alpha_0$ hoặc $A \leq A_0$

Hàm lượng thép với phần sườn $\mu = \frac{F_a}{b.h_0}$ cần bảo đảm $\mu > \mu_{\min}$

-Chú ý: Khi trục trung hòa đi qua đúng mép cánh mômen giới hạn bằng mômen do phần cánh chịu: $M_{gh} = M_c = R_n b'_c h'_c (h_0 - 0,5h'_c)$

b) Trường hợp trục trung hòa đi qua sườn

Sơ đồ ứng suất:

Tại vùng chịu nén ứng suất trong bê tông bằng nhau và bằng R_n

Tại vùng chịu kéo, chỉ có cốt thép làm việc, ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt tới R_a

-Phương trình cân bằng theo sơ đồ ứng suất :

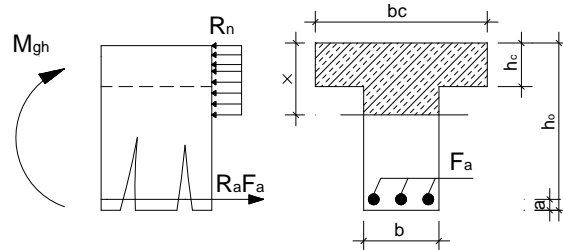
$$R_a F_a = R_n (b'_c - b) h'_c + R_n b x$$

$$M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0,5\alpha) + R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - 0,5h'_c)$$

-Công thức tính: Đặt

$\alpha = \frac{x}{h_0}$; $A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$ ta được

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 + R_n (b'_c - b) h'_c$$



$$M = \alpha R_n b h_0^2 + R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - 0,5h'_c)$$

Điều kiện hạn chế: Công thức chỉ đúng nếu $\alpha \leq \alpha_0$ hoặc $A \leq A_0$ hàm lượng cốt thép tính với

sườn $\mu = \frac{F_a}{b.h_0}$ phải thỏa mãn điều kiện $\mu \geq \mu_{\min}$

Hình 8.13: Sơ đồ ứng suất khi TTH đi qua sườn

3. Bài toán thường gặp khi cánh nằm ở vùng chịu nén.

Bài toán I: Tính cốt thép dọc chịu lực.

Biết b, h, b'_c, h'_c biết mác bê tông, nhóm thép, mômen uốn M . Cần tính F_a

-Tìm các số liệu khác R_n, R_a, α_0, A_0 giả thiết a để tính $h_0 = h - a$

-Tính $M_c = R_n b'_c h'_c (h_0 - 0,5h'_c)$

-So sánh M với M_c để xác định vị trí trung hòa, xảy ra 2 trường hợp:

+Nếu $M \leq M_c$ thì trục trung hòa đi qua cánh tiến hành tính toán theo

tiết diện chữ nhật ($b_c'xh$). Tính $A = \frac{M}{R_n \cdot b_c' h_0^2}$; Nếu $A \leq A_0$ tra bảng ra α và tính

$$F_a = \alpha \frac{R_n}{R_a} b_c' h_0$$

+Nếu $M > M_c$ thì trực trung hòa qua sườn ã tính toán theo tiết diện chữ T.

Tính $A = \frac{M - R_n (b_c' - b) h_c' (h_0 - 0,5 h_c')}{R_n \cdot b_c' h_0^2}$. Khi $A < A_0$ tra bảng ra α và tính F_a theo:

$$F_a \geq \frac{R_n}{R_a} [\alpha \cdot b \cdot h_0 + (b_c' - b) h_c']$$

Tính hàm lượng $\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0}$, nếu $\mu < \mu_{\min}$ thì lấy $F_a \geq \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$

Bài toán 2: Tính khả năng chịu uốn M_{gh}

Biết $b, h, b_c', h_c', F_a, a, h_0, R_n, R_a, \alpha_0, A_0$. Cần tính M_{gh}

-Phương trình hình chiếu lên trục dầm: $R_a F_a = R_n b_c' h_c'$

Khi tính toán xảy ra các trường hợp:

+Nếu $R_a F_a \leq R_n b_c' h_c'$ thì trực trung hòa đi qua cánh, khi đó tính M_{gh} như sau:

$\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b_c' h_0}$ rồi tra bảng ra A. Chú ý nếu $\alpha > \alpha_0$ cũng chỉ lấy $\alpha = \alpha_0$ cuối cùng

được $M_{gh} = A R_n b_c' h_0^2$

+Nếu $R_a F_a > R_n b_c' h_c'$ thì trực trung hòa đi qua sườn, khi

đó $\alpha = \frac{R_a F_a - R_n (b_c' - b) h_c'}{R_n b_c' h_0}$ nếu $\alpha > \alpha_0$ cũng chỉ lấy $\alpha = \alpha_0$. Từ α tra ra A và tính

$$M = A R_n \cdot b \cdot h_0^2 + R_n (b_c' - b) h_c' (h_0 - 0,5 h_c')$$

Thí dụ 1: Tính diện tích cốt thép dọc chịu lực cho dầm BTCT chữ T có cánh ở vùng chịu nén, tiết diện có $b = 25\text{cm}$, $h = 70\text{cm}$, $h_c' = 6\text{cm}$, $b_c' = 100\text{cm}$. Bê tông mác M200, thép chịu lực nhóm A-II, dầm chịu mômen uốn $M = 300\text{KNm}$.

Giải

Bê tông M200 có: $R_n = 0,9\text{KN/cm}^2$

Thép A-II có: $R_a = 28\text{KN/cm}^2$

$$\Rightarrow \alpha = 0,62; A = 0,428$$

Giả thiết $a = 6\text{cm} \rightarrow h_0 = 64\text{cm}, M = 300\text{KNm} = 30000\text{KNcm}$

Xác định trực trung hòa:

$$M_c = R_n b_c' h_c' (h_0 - 0,5 h_c') = 0,9 \cdot 100 \cdot 6 (64 - 0,5 \cdot 6) = 32940\text{KNcm}$$

thấy $M < M_c$ ã Tính toán theo tiết diện chữ nhật $b_c'xh$.

$$A = \frac{M}{R_n b_c' h_0^2} = \frac{30000}{0,9 \cdot 100 \cdot 64^2} = 0,084 < A_0 \text{ Tra bảng được } \alpha = 0,09$$

$$\text{Diện tích cốt thép } F_a \geq \alpha \frac{R_n}{R_a} b_c' h_0 = 0,09 \frac{0,9}{28} 100 \cdot 64 = 18,5\text{cm}^2$$

Chọn thép 6 ϕ 20 có $F_a = 18,84\text{cm}^2$ sai số là $1,8\% < 5\%$

Thí dụ 2 Tính diện tích cốt thép dọc chịu lực cho dầm BTCT tiết diện chữ T

cánh nằm ở vùng chịu nén. Với $b = 20\text{cm}$, $h = 60\text{cm}$, $b'_c = 30\text{cm}$, $h'_c = 8\text{cm}$, bê tông mác M200, thép nhóm A-II, đảm chịu mômen uốn $M = 20000\text{KNcm}$.

Giải:

BT mác 200 có: $R_n = 0,9\text{KN} / \text{cm}^2$

Thép A-II có: $R_a = 28\text{KN} / \text{cm}^2$

$$\Rightarrow \alpha = 0,62; A = 0,428$$

Giả thiết $a = 5\text{cm} \rightarrow h_0 = 60 - 5 = 55\text{cm}$

-Xác định TTH theo: $M_c = R_n b'_c h'_c (h_0 - 0,5h'_c) = 0,9.30.8(55 - 0,5.8) = 11016\text{KNcm}$

thấy $M > M_c$ nên trục trung hòa đi qua sườn ã Tính toán theo tiết diện chữ T

$$A = \frac{M - R_n (b_c - b) h'_c (h - 0,5h'_c)}{R_a b h_0^2} = \frac{20000 - 0,9(30 - 20)8(55 - 4)}{0,9.20.55^2} = 0,3 < A_0 \rightarrow \alpha = 0,37.$$

$$\rightarrow F_a \geq \frac{R_n}{R_a} [\alpha b h_0 + (b'_c - b) h'_c] = \frac{0,9}{28} [0,37.20.55 + (30 - 20)8] = 15,65\text{cm}^2$$

Chọn thép 5φ20 có $F_a = 15,71\text{cm}^2$ sai số $0,38\% < 5\%$

V/Tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng (tính chống cắt)

1. Điều kiện tính. Gọi Q là lực cắt mà dầm phải chịu.

-Khi $Q \leq k_1 R_k b h_0$ thì riêng bê tông đã đủ chịu lực cắt không phải tính toàn chống cắt. Nếu có đặt cốt đai, cốt xiên cũng là theo yêu cầu cấu tạo. Hệ số k được lấy: đối với dầm $k_1 = 0,6$, đối với bản $k_1 = 0,8$.

-Khi $Q > k_0 R_n b h_0$: sẽ xuất hiện nhiều khe nứt nghiêng, vết nứt sẽ phát triển rộng, xảy ra nguy hiểm. Trường hợp này nên tăng kích thước tiết diện. Hệ số k được lấy: bê tông mác M400 trở xuống $k_0 = 0,35$; bê tông mác M500 lấy $k_0 = 0,3$; bê tông mác M600 lấy $k_0 = 0,25$

-Vậy chỉ tính toán chống cắt khi $k_1 R_k b h_0 < Q \leq k_0 R_n b h_0$

2. Khả năng chịu lực cắt trên tiết diện ngang

a) Sơ đồ ứng suất

Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén đạt R_n , ứng suất trong thép đạt R_a , ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt R_a' , ứng suất trong cốt đai và cốt xiên đạt R_{ad} . Gọi diện tích tiết diện ngang của 1 lớp cốt đai là F_d , số nhánh cốt đai là n , diện tích tiết diện ngang của 1 nhánh

là f_d ta có: $F_d = n.f_d$

b) Phương trình cân bằng:

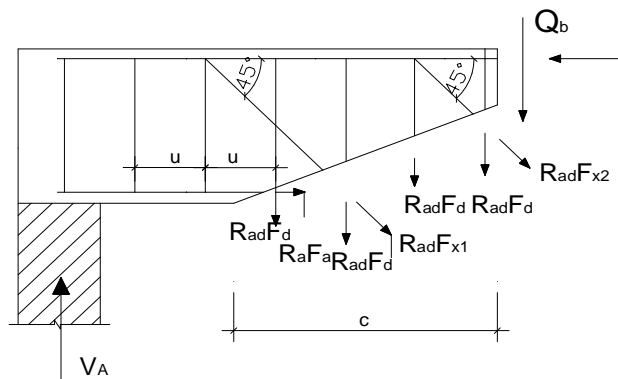
Chiều lên phương vuông góc trục dầm ta được:

$$Q \leq Q_b + \sum R_{ad} F_d + \sum R_{ad} F_x \sin \alpha$$

Khả năng chịu lực cắt của

$$\text{bê tông là } Q_b = \frac{2R_k b h_0^2}{c}$$

Khả năng chịu lực cắt của cốt



Hình 8.14: Sơ đồ ứng suất trên tiết diện nghiêng

đại là: $Q_d = \sum R_{ad} F_d = \frac{R_{ad} \cdot F_d}{u} c$

Khả năng chịu lực cắt của cốt xiên: $Q_x = + \sum R_{ad} F_x \sin \alpha$

Thay các giá trị vào công thức ta được công thức tính khả năng chịu lực cắt

trên tiết diện nghiêng $Q \leq \frac{2R_k b h_0^2}{c} + q_d \cdot c + Q_x$ với $q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u}$

Trong đó: c : hình chiếu của tiết diện lên phương trục dầm

u : khoảng cách giữa các cốt đai

α : góc nghiêng của cốt xiên

R_{ad} : cường độ tính toán của thép làm cốt đai và cốt xiên

F_x : diện tích tiết diện ngang của cốt thép xiên

3. Tính toán cốt đai khi không có cốt xiên.

a) Tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất.

- Khi không có cốt xiên, chỉ có bê tông và cốt đai chịu lực cắt, khả năng chịu

lực cắt của bê tông và cốt đai gộp lại là: $Q_{db} = \frac{2R_k b h_0^2}{c} + q_d \cdot c$

Tiết diện ngang nguy hiểm nhất $c_0 = \sqrt{\frac{2R_k b h_0^2}{q_d}}$

Khả năng chịu lực cắt tiết diện ngang nguy hiểm nhất $Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 q_d}$

b) Khoảng cách giữa các cốt đai

Khả năng chịu cắt trên tiết diện nguyên nguy hiểm nhất

Từ $Q \leq Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 q_d} \rightarrow q_d \geq \frac{Q^2}{8R_k b h_0^2}$

Mặt khác $q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u}$ nên $u = \frac{R_{ad} F_d}{q_d}$

Để tránh xảy ra sự phá hoại theo tiết diện nghiêng nằm giữa 2 cốt đai: tiết diện này chỉ có bê tông chịu cắt nên điều kiện cường độ là

$$Q \leq Q_b = \frac{2R_k b h_0^2}{u} \rightarrow u \leq \frac{2R_k b h_0^2}{Q}$$

Để tăng mức độ an toàn lấy $u \leq \frac{1,5R_k b h_0^2}{Q}$

4. Tính toán cốt xiên: Khi dầm chịu cắt lớn người ta phải dùng cả cốt đai và cốt xiên

a) Bố trí cốt xiên

Gọi khoảng cách từ mép gối tựa, đến đầu lớp cốt xiên thứ nhất là u_{x1}

Khoảng cách từ điểm cuối của lớp cốt xiên thứ nhất đến điểm đầu của lớp cốt xiên thứ hai được chiếu lên phương trục dầm là u_{x2}

Khoảng cách từ điểm cuối của lớp cốt xiên cuối cùng đến tiết diện có $Q < Q_{db}$ là u_x

Yêu cầu $u_{x1}, u_{x2}, u_{x3}, \dots, u_{xc}$ đều phải nhỏ hơn u_{max}

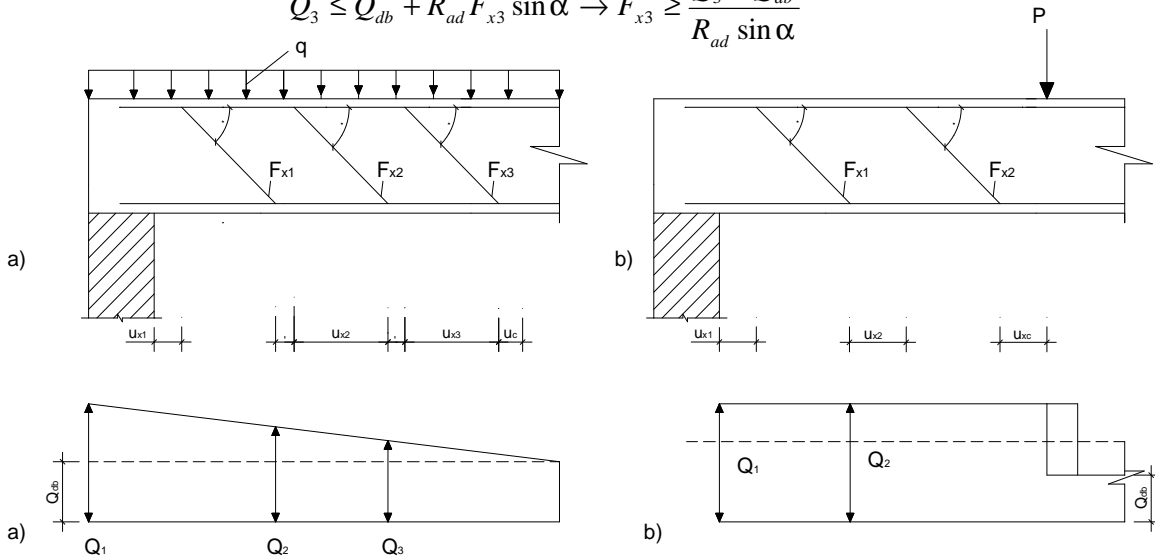
Đường kính cốt xiên thường dùng $10 \div 25mm$

b) Tính diện tích các lớp cốt xiên

Để tính toán đơn giản và an toàn có thể cho mỗi tiết diện nguyên nguy hiểm chỉ cắt qua một lớp cốt xiên, khi đó: $Q_1 \leq Q_{db} + R_{ad} F_{x1} \cdot \sin \alpha \rightarrow F_{x1} \geq \frac{Q_1 - Q_{db}}{R_{ad} \cdot \sin \alpha}$

$$Q_2 \leq Q_{db} + R_{ad} F_{x2} \sin \alpha \rightarrow F_{x2} \geq \frac{Q_2 - Q_{db}}{R_{ad} \sin \alpha}$$

$$Q_3 \leq Q_{db} + R_{ad} F_{x3} \sin \alpha \rightarrow F_{x3} \geq \frac{Q_3 - Q_{db}}{R_{ad} \sin \alpha}$$

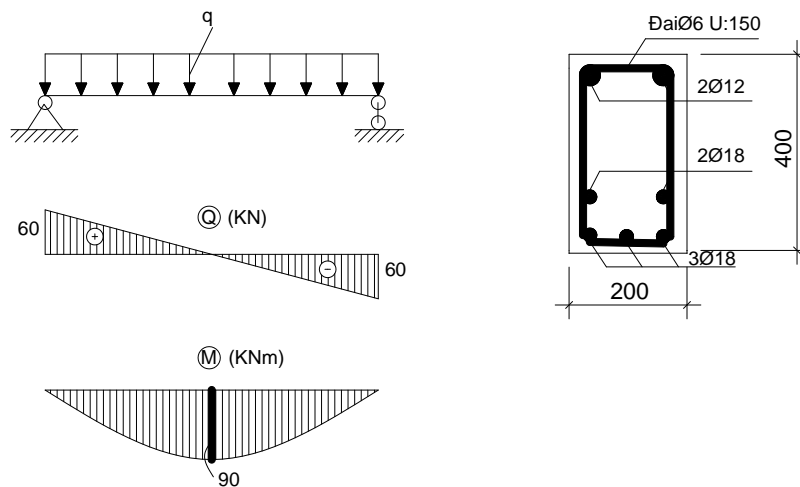


Hình 8.15: Xác định vị trí các lớp cốt xiên.

a) Trường hợp tải trọng phân bố đều; b) Trường hợp tải trọng tập

Thí dụ: Tính cốt thép chịu lực cho dầm BTCT nhịp $l=6m$, 2 đầu gối lên tường, chịu tải trọng tính toán phân bố đều $q=20KN/m$. Dầm làm bằng bê tông mác M200 và có tiết diện chữ nhật $b \times h=20 \times 40cm$, cốt thép dọc nhóm A-II, cốt thép đai nhóm A-I

Giải



Hình 8.16: Sơ đồ chịu lực và bố trí cốt thép cho thí dụ

-Xác định nội lực: kết quả cho trên hình 8.16

Mômen lớn nhất ở giữa dầm: $M=90KNm$

Lực cắt lớn nhất ở đầu dầm: $Q = 60 \text{ KN}$

-Tìm số liệu cần thiết:

Bê tông mác M200 có: $R_n = 0,9 \text{ KN/cm}^2$, $R_k = 0,075 \text{ KN/cm}^2$, $K_0 = 0,35$

Thép dọc nhóm A-II có: $R_a = 28 \text{ KN/cm}^2$, $R_{ad} = 22 \text{ KN/cm}^2$

Thép đai nhóm A-I có: $R_{ad} = 18 \text{ KN/cm}^2$

Với bê tông mác M200, thép nhóm A-II có $\alpha = 0,62$, $A_0 = 0,428$

Giả thiết $a = 5 \text{ cm} \rightarrow h_0 = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$

$$\text{-Tính thép dọc chịu lực: } A = \frac{M}{R_n \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{900}{0,9 \cdot 20 \cdot 35^2} = 0,048 < A_0$$

Tra bảng được $\alpha = 0,57$

$$F_a \geq \alpha \frac{R_n}{R_a} b \cdot h_0 = 0,57 \frac{0,9}{28} 20 \cdot 35 = 12,8 \text{ cm}^2$$

Chọn thép 5 ϕ 18 có $F_a = 12,7 \text{ cm}^2$, sai số $0,93\% < 5\%$

Thép cấu tạo để làm giá buộc cốt đai: 2 ϕ 12

-Tính chống cắt với $Q = 60 \text{ KN}$

$$k_1 R_k \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,075 \cdot 20 \cdot 35 = 37,8 \text{ KN}$$

$$k_0 R_0 \cdot b \cdot h_0 = 0,35 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 35 = 220 \text{ KN}$$

Vậy $k_1 R_k \cdot b \cdot h_0 < Q < k_0 R_0 \cdot b \cdot h_0$ nên phải tính chống cắt

Khoảng cách lớn nhất giữa 2 cốt đai:

$$U_{\max} = \frac{1,5 R_k \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{1,5 \cdot 0,075 \cdot 20 \cdot 35^2}{60} = 46 \text{ cm}$$

Chọn trước cốt đai $\phi 6$ có $F_a = 0,283 \text{ cm}^2$ đai hai nhánh ($n = 2$), khoảng cách giữa hai cốt đai $u = 15 \text{ cm}$

$$q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 0,83}{15} = 0,679 \text{ KN/m}$$

$$Q_{db} = \sqrt{8 R_k \cdot b \cdot h_0^2 q_d} = \sqrt{8 \cdot 0,075 \cdot 20 \cdot 35^2 \cdot 0,679} = 99 \text{ KN}$$

$Q < Q_{db}$ nên chỉ riêng bê tông và cốt đai đã đủ chịu lực cắt, không phải đạt cốt xiên theo tính toán nữa.

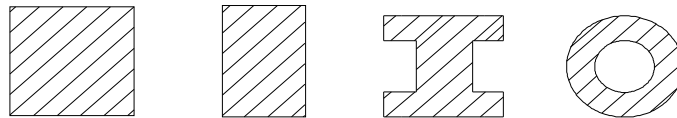
Chương 9

TÍNH TOÁN CẦU KIẾN CHỊU NÉN VÀ CHỊU KÉO

I. CẦU KIẾN CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

1. Đặc điểm cấu tạo

- Hình dáng tiết diện : Có thể là hình vuông , hình chữ nhật , hình chữ I , hình xuyên



Hình 9.1: Hình dạng tiết diện của cầu kiện chịu nén đúng tâm

- Kích thước tiết diện lấy theo tính toán chịu lực và yêu cầu kiến trúc nhưng phải thỏa mãn về độ mảnh:

+ Với tiết diện bất kỳ có bán kính nhỏ nhất của tiết diện r , thì độ mảnh

$$\lambda = \frac{l_0}{r} \leq \lambda_0$$

+ Với tiết diện chữ nhật cạnh nhỏ là b thì tính theo : $\lambda_b = \frac{l_0}{b} \leq \lambda_{b0}$

+ Độ mảnh giới hạn λ_0 và λ_{b0} lấy như sau $\lambda_0 = 200$ và $\lambda_{b0} = 52$

Chiều dài tính toán của cầu kiện là l_0 gọi l là chiều dài cầu kiện chịu nén (lấy bằng khoảng giữa hai điểm có liên kết giằng giữ) thì lấy l_0 như sau

Cầu kiện có liên kết hai đầu khớp $l_0 = l$

cầu kiện có hai đầu ngàm $l_0 = 0.5l$

cầu kiện có một đầu ngàm và một đầu khớp $l_0 = 0.7l$

Cầu kiện có một đầu ngàm và một đầu tự do $l_0 = 2l$

- Cốt thép chịu lực có đường kính $d = 12 - 40$, phải đặt đối xứng so với trục đối xứng của tiết diện , gọi tổng diện tích ngang của cốt thép là F_{at} gọi F là diện tích tiết diện ngang của cầu kiện , hàm lượng cốt thép là

$\mu = \frac{F_{at}}{F}$ phải đặt sao cho $\mu_t = \mu_{min}$ và nên lấy $\mu_t \leq 3\% \mu_{min}$ như sau :

Khi $\lambda \leq 17$ hoặc $\lambda_b \leq 5 \rightarrow \mu_{min} = 0,1\%$

Khi $17 < \lambda \leq 35$ hoặc $5 < \lambda_b \leq 10 \rightarrow$ lấy $\mu_{min} = 0.2\%$

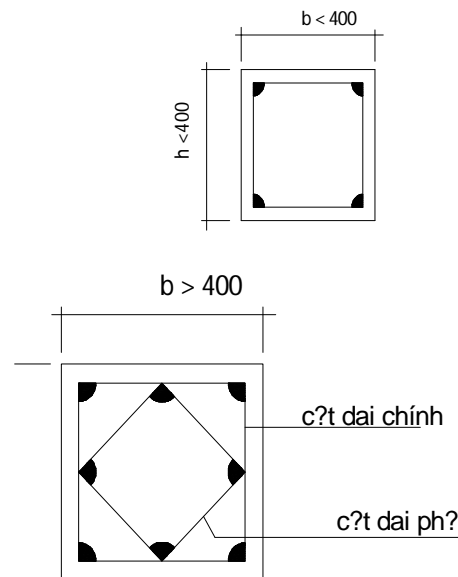
Khi $35 < \lambda \leq 83$ hoặc $10 < \lambda_b < 24$ lấy $\mu_{min} = 0,4\%$

Khi $\lambda > 83$ hoặc $\lambda_b \leq 24$ lấy $\mu_{\min} = 0,5\%$

khoảng cách giữa các thanh thép dọc lấy theo yêu cầu truyền lực và yêu cầu thi công, đồng thời không quá 400 mm

- Cốt thép đai : Để liên kết các cốt thép lại với nhau tạo thành khung, giữ đúng vị trí của cốt thép lúc thi công. Thường dùng cốt đai có đường kính 6-10mm, sao cho đường kính đai $d_{\text{đai}} \geq \frac{1}{4}d_1$ (d_1 là đường kính chịu nén lớn nhất). Khoảng cách cốt đai không vượt quá $15d_2$, (d_2 là đường kính cốt dọc chịu nén bé nhất). Trong đoạn nối bước cốt thép dọc, khoảng cách cốt đai không vượt quá $10d_2$

- Để giữ ổn định tốt, cần bố trí sao cho cứ cách một thép dọc lại có một miếng thép dọc khác nằm ở góc cốt đai. Chỉ khi cạnh của tiết diện không vượt quá 400mm và trên mỗi cạnh không quá 4 cốt thép dọc mới cho phép một cốt đai bao quanh tất cả các cốt thép dọc



Hình 9.2: Bố trí kết cấu thép chịu nén đúng tâm

2. công thức tính

a) Sơ đồ ứng suất

Gọi N : lực dọc tính toán

F : diện tích tiết diện, khi $\mu < 3\%$, lấy $F = F_b$

F_b : là diện tích tiết diện bê tông

F_{at} : tổng diện tích cốt thép dọc

Khi chịu lực : toàn bộ tiết diện chịu nén

Đến diện tích giới hạn, ứng suất trong bê tông đạt R_n , ứng suất trong cốt thép dọc đạt R'_n

b) công thức tính

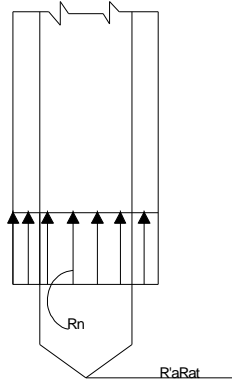
khi tính toán theo trạng thái giới hạn và có kể đến ảnh hưởng của uốn dọc

, ta có công thức tính :

$$N \leq \varphi (R_n F + R'_a F_{at})$$

hệ số uốn dọc $\mu \leq 1$ được tra bảng theo độ mảnh λ hoặc λ_b

khi xác định R_n ,cần thêm hệ số điều kiện làm việc của bê tông m_b



3. Bài toán thường gặp

a) bài toán 1 : Tính cốt thép F_{at}

Biết kích thước tiết diện , chiều dài tính toán l_0 , lực dọc N cường độ của vật liệu R_n, R'_a hệ số làm việc của bê tông m_b . yêu cầu tính F_{at}

Giải :

- Tính F , tính độ mảnh $\lambda = \frac{l_0}{r}$ hoặc $\lambda_b = \frac{l_0}{b}$ rồi tra bảng ra μ

- Từ (9-1) rút ra $F_a = \frac{\frac{N}{\mu} - R_n}{R'_a}$

kiểm tra lại hàm lượng : tính $\mu = \frac{F_{at}}{F}$

Nếu $\mu > 3\%$ nên tăng kích thước tiết diện rồi tính lại

Nếu $\mu < \mu_{\min}$ thì lấy $F_{at} \geq \mu_{\min} . F$

chọn và bố trí thép : Sao cho đủ diện tích tính toán và phù hợp theo yêu cầu cấu tạo

b) **Bài toán 2 : kiểm tra cường độ tiết diện**

biết kích thước tiết diện và diện tích F_{at}, F , biết cường độ của vật liệu R_n, R'_a Yêu cầu tính lực nén đúng tâm giới hạn N_{gh}

Giải

Từ sơ đồ tính xác định l_0 , tính độ mảnh λ hoặc λ_0 rồi tra bảng φ

Tính $N_{gh} = \varphi (R_n F + R'_a F_{at})$

Thí dụ 3-1: tính cốt thép chịu lực cho cột BTCT lắp ghép chịu nén đúng tâm tiết diện vuông $b=h = 35\text{cm}$, bê tông M200 , thép dọc nhóm C-II . Chiều dài tính toán $l_0 = 4,9\text{m}$.Chiều lực nén đúng tâm $N = 1200\text{KN}$

Giải :

- Tìm các số hiệu cần thiết : bê tông M200 có $R_n = 0,9 \text{ KN/m}$
cột lắp ghép có cạnh $> 30\text{cm}$ cho nên $m_b = 1$
Thép nhóm C-II có $R_a = 26\text{KN/m}^2$

$$\text{Độ mảnh } \lambda = \frac{l_0}{b} = \frac{490}{35} = 14 \rightarrow \text{tra bảng 23 được } \varphi = 0.93$$

$$\text{Diện tích thép } F_a = \frac{\frac{N}{R_n} \cdot F}{R'_a} = \frac{\frac{1200}{0.93} \cdot 0.9 \cdot 35 \cdot 35}{26} = 7,3 \text{ cm}$$

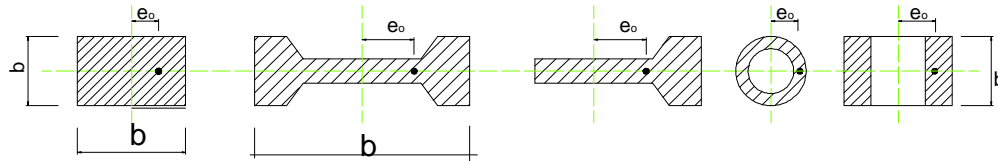
Chọn thép 4φ16 có $F_{at} = 8,04 \text{ cm}$

II :CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM

1. Đặc điểm cấu tạo

Khi lực nén N đặt không trùng tâm tiết diện , nếu dời lực nén về tâm tiết diện ta được một lực mới né đúng tâm , và một mômen uốn $M = N \cdot e_0$ vậy cấu kiện vừa chịu nén vừa chịu uốn .

Cấu kiện chịu nén lệch tâm thường có tiết diện hình chữ nhật , chữ I hoặc chữ T , vành khuyên , cột rỗng hai thân . Đặt tiết diện sao cho nó chịu lực tốt nhất .



Hình 9.4 : hình dạng tiết diện của cấu kiện chịu nén lệch tâm

tỷ số $\frac{h}{b} = 1,5 + 3, F \approx (1,2 \div 1,5) \frac{N}{R_n}$ chọn sao cho $\lambda = \frac{l_0}{r} \geq \lambda_0$ hoặc $\lambda = \frac{l_0}{b} \leq \lambda_{0b}$,

với cột $\lambda_0 = 120$ hoặc $\lambda_{0b} = 31$, với các cấu kiện khác $\lambda_0 = 200$ hoặc $\lambda_{0b} = 52$.

Cốt thép chịu lực có đường kính từ 12÷40 mm , khi cạnh của tiết diện lớn hơn 20cm nên dùng cốt thép dọc có đường kính tối thiểu là 16 mm . Gọi F'_a là diện tích cốt thép đặt về phía cạnh chịu nén nhiều hơn và F_a là diện tích cốt thép được đặt ở cạnh chịu lực nén bé hơn (hoặc chịu kéo) của tiết diện , hàm lượng $\mu' = \frac{F'_a}{bh_0}$

$$\text{Và } \mu = \frac{F_a}{bh_0} ; \mu' + \mu = \mu_t \leq 3,5\%$$

$$\mu' \text{ và } \mu \text{ đều phải lớn hơn } \mu_{\min} ; \mu_{\min} \text{ lấy theo } \lambda_h = \frac{l_0}{h}$$

Khi $\lambda \leq 17$ hoặc $\lambda \leq 5$ lấy $\mu_{\min} = 0,05\%$

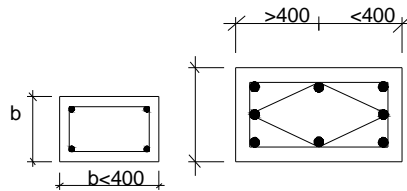
Khi $17 < \lambda \leq 35$ hoặc $5 < \lambda_h \leq 10 \rightarrow$ lấy $\mu_{\min} = 0,1\%$

Khi $35 < \lambda \leq 83$ hoặc $10 < \lambda_h < 24 \rightarrow$ lấy $\mu_{\min} = 0,2\%$

Khi $\lambda > 83$ hoặc $\lambda_h \leq 24 \rightarrow$ lấy $\mu_{\min} = 0,25\%$

Khi cạnh $h > 500\text{mm}$ phải đặt thêm cốt dọc cầu tạo sao cho khoảng cách giữa các thanh thép dọc không vượt quá 400mm . Đường kính cốt thép dọc cầu tạo không nhỏ hơn 12mm

Cốt thép đai : dùng thép có đường kính $d_{\text{đai}} = 6 \div 10 \text{ mm}$, phải lấy thép $d_{\text{đai}} \geq 0,25 d_1$ (đường kính cốt dọc chịu lực lớn nhất). Khoảng cách giữa hai cốt đai $u \leq 15 d_2$ (d_2 đường kính cốt dọc bé nhất) nên lấy $u \leq 300\text{mm}$. Để giữ độ ổn định tốt , cần bố trí sao cho cứ cách một thép dọc đai lại có một thép dọc khác nằm ở góc cốt đai. Khi cạnh của tiết diện không quá 400mm và trên mỗi cạnh của tiết diện không quá 4 thép dọc , cho thép cốt đai bao quanh các cốt thép dọc .



Hình 9.5: bố trí cốt thép cho cầu kiện nén lệch tâm

2. sự làm việc của cầu kiện chịu nén lệch tâm

a) Độ lệch tâm

Trong thực tế , ngoài độ lệch tâm của lực $e_{01} = \frac{M}{N}$, còn phải tính độ lệch tâm tự nhiên e_{ng} do sai lệch kích thước khi thi công , do đặt thép không đối xứng , do bê tông không đồng nhất

Như vậy độ lệch tâm tính toán $e_0 = e_{01} + e_{ng}$

Lấy e_{ng} theo số liệu thực tế . Nếu không có số liệu thực tế thì lấy tùy theo loại kết cấu kiện và hình thức chịu lực . Cầu kiện tĩnh hoặc siêu tĩnh chịu nén

trực tiếp lấy $e_{ng} \geq \frac{1}{25}h$ và phải lớn hơn các giá trị sau :

$e_{ng} \geq 2\text{cm}$ với cột và tấm có $h \geq 25\text{cm}$

$e_{ng} \geq 1,5\text{cm}$ có cầu kiện có $15 \leq h < 25\text{cm}$

$e_{ng} \geq 1\text{cm}$ với cầu kiện có $h < 15\text{cm}$

b) hai trường hợp lệch tâm

-Trường hợp lệch tâm lớn : Khi M tương đối lớn và N tương đối nhỏ , tức là e_{01} lớn , tiết diện ngang của cầu kiện có hai vùng kéo và nén rõ rệt , sự phá hoại đó có thể bắt đầu từ vùng kéo giống như cầu kiện chịu uốn . Gọi x là chiều cao của vùng nén , cầu kiện chịu nén lệch tâm khi $x > a_0 h_0$.

- Trường hợp lệch tâm bé : khi e_{01} nhỏ , cấu kiện cấu kiện có thể bị nén trên toàn bộ tiết diện hoặc một phần nhỏ của tiết diện bị kéo . Sự phá hoại đó thường xảy ra từ vùng chịu nén nhiều .Cấu kiện chịu nén lệch tâm nhỏ khi $x > a_0 h_0$

- Khi kết thúc, lúc đầu chưa biết giá trị của x có thể phân biệt hai trường hợp chịu nén lệch tâm như sau :

+ Lệch tâm lớn khi $e_0 \geq e_{0gh}$, lệch tâm nhỏ khi $e_0 < e_{0gh}$ (9-3)

$$E_{0gh} = 0,4(1,25h - \alpha_0 .h_0)$$

c) Ảnh hưởng của uốn dọc

Lực dọc đặt trên tâm làm cho cấu kiện có sự chuyển vị khỏi vị trí ban đầu , kết quả là sự lệch tâm tăng .Gọi độ lệch ban đầu là e_0 thì độ lệch tâm cuối cùng khi chịu lực là ηe_0 hệ số $\eta \geq 1$ và được gọi là hệ số xét đến ảnh hưởng của uốn dọc :

$$\eta = \frac{1}{J - \frac{N}{N_{th}}} \quad (9-4)$$

N_{th} được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$N_{th} = \frac{6,4}{l_o^2} \left(\frac{S}{K_{dh}} E_b J_b + E_a J_a \right) \quad (9-5)$$

Mômen quán tính chính trung tâm của tiết diện bê tông là J_b , nếu tiết diện chữ nhật $J_b = \frac{bh^3}{12}$.

Mômen quán tính chính của toàn bộ tiết diện cốt thép dọc với trục đi qua trọng tâm tiết diện là J_a , với tiết diện hình chữ nhật :

$$J_a = \mu . Bh_0 (0,5h - a)^2$$

$$\mu = \frac{F'_a + F_a}{bh_o}$$

S : là hệ số kể đến ảnh hưởng của độ lệch tâm e_0 khi $e_0 \leq 0,5h$ lấy $S = 0,84$, khi $e_0 > 0,5h$ lấy $S = 0,122$ khi $0,05 < e_0 < 5h$ lấy

$$S = \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_0}{h}} + 0,1$$

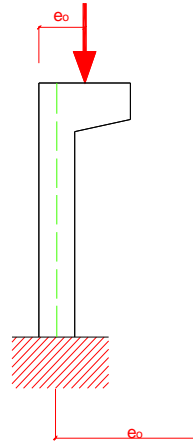
K_{dh} là hệ số kể đến tính chất dài hạn của tải trọng :

$$K_{dh} = 1 + \frac{M_{dh} + N_{dh} . y}{M + N . y}$$

y là khoảng cách giữa trọng tâm tiết diện đến mép chịu kéo (hay chịu nén ít hơn) khi chịu toàn bộ mômen uốn M và lực nén N

M_{dh} và N_{dh} : Mômen uốn và lực nén do tải trọng tác dụng dài hạn gây ra .Khi tính toán cần lấy $k_{dh} \geq 1$

Chú ý :khi $\lambda \leq 28$ hoặc $\lambda \leq 8$ thì có thể bỏ qua uốn dọc, tức là lấy $\eta = 1$



3. Tính toán cấu kiện có tiết diện hình chữ nhật chịu nén lệch tâm

a) công thức tính

- Sơ đồ ứng suất trên có tiết diện giống như cấu kiện chịu uốn tiết diện có hai vùng kéo và vùng chịu nén rõ rệt. chiều cao của vùng chịu nén là $x \leq \alpha_0 h_0$

- Tại vùng chịu nén ứng suất trong bê tông đạt tới R_n , ứng suất trong cốt thép là F'_a đạt R'_a

- Tại vùng chịu kéo coi như chỉ có cốt thép F_a chịu lực tới trạng thái giới hạn, ứng suất trong cốt thép F_a đạt tới R_a

- Khoảng cách từ điểm đặt lực N đến trọng tâm của cốt thép chịu kéo là : $e = \eta e_0 + 0,5h - a$

- Phương trình cân bằng : lập phương trình đường chiếu lên các trục của cấu kiện và phương trình mômen của các lực đối với trọng tâm cốt thép F_a được hệ phương trình :

$$\begin{cases} N = R_n b x + R'_a F'_a - R_a F_a \\ e.N = R_n b x (h_0 - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \end{cases}$$

Đặt $\alpha = \frac{x}{h_0}$ và $A = \alpha (1 - 0,5\alpha)$ thay vào phương trình ta tính được công

thức tính :

$$\begin{cases} N = R_n b x + R'_a F'_a - R_a F_a \\ e.N = A R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a') \end{cases}$$

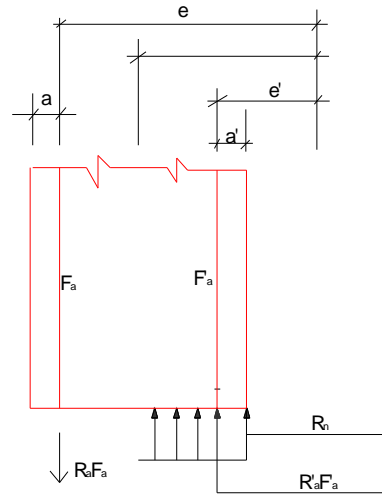
- Điều kiện áp dụng :

Công thức chỉ đúng khi $x \leq \alpha_0 h_0$

tức là $\alpha \leq \alpha_0$ hoặc $A \leq A_0$

Để ứng suất thép F'_a đạt đến R'_a yêu cầu có điều kiện $x \geq 2a'$, theo kí hiệu

$$\alpha > \frac{2a'}{h_0}$$



b) Bài tập thường gặp

Bài toán 1 : Tính F'_a và F_a khi biết $b, h, M, N, M_{th}, N_{th}$ mac bê tông , nhóm thép

Giải

Theo mac bê tông và nhóm thép tìm được $R_n, R_a, R'_a, E_b, A_0, \alpha_0$, giả thiết a , và a' , để tính $h_0 = h - a$

Tính $J_b = \frac{bh^3}{12}$ c_{ogh}, giả thiết $\mu_r = 0,8 - 1,5 \%$ để tính

$$J_b = \mu_r bh_0 (0,5 - a)^2. \text{ Tính } e_{o1} = \frac{M}{N} : e_o e_{ng}$$

Tính toán để xác định k_{dh}, S, η và được $e = \eta e_o + 0,5h - a$

Tính thép : hệ hai phương trình ở trên chứa 3 ẩn số x, F_a, F'_a , cho nên có cần thêm một điều kiện nữa . Ở đây dựa vào điều kiện kinh tế , đặt thép có lợi nhất khi $x = \alpha_0 h_0$

vậy lấy $\alpha = \alpha_0; A = A_0$

$$\text{Theo công thức ta (9-11) tính được } F'_a = \frac{eN - A_n R_n b h_0^2}{R'_a (h_0 - a')}$$

$$\text{Theo công thức (9- 10) tính được } F_a = \frac{\alpha_0 R_n b h_0 - N}{R_a} + \frac{R'_a F'_a}{R_a}$$

Phải kiểm tra lại hàm lượng thép để lấy sao cho $\mu \geq \mu_{min}; \mu' \geq \mu'_{min}$

4) Tính toán cấu kiện có tiết diện hình chữ nhật chịu nén lệch tâm bé

Công thức tính:

- Để tính toán , lấy sơ đồ ứng suất như hình 9-8 .Tiết diện có thể chịu nén hoàn toàn hoặc chỉ có một vùng chịu kéo nhỏ

Trong vùng chịu kéo , ứng suất bê tông đạt R_n , ứng suất cốt thép đạt R'_a . Trong vùng chịu kéo , ứng suất trong cốt thép F_a , chỉ đạt σ_a (với $\sigma_a \leq R_a$)

$$e = \eta e_o + 0,5h - a$$

$$e' = 0,5h - \eta e_o - a'$$

- Công thức tính :

Lập phương trình mômen với trọng tâm cốt thép F_a được :

a) khi có một phần tiết diện bị kéo

b) khi có một phần tiết diện bị nén

$$e'N = R_n b x (h_o - 0,5x) + R'_a F'_a (h_o - a) \quad (9-13)$$

Lập phương trình mômen với trọng tâm cốt thép F'_a được

$$eN = R_n b x (0,5x - a') \pm \sigma_a F_a (h_o - a') \quad (9-14)$$

Trong công thức (9-14) lấy dấu cộng (+) khi cốt thép F_a chịu nén và lấy dấu ngược lại khi F_a chịu kéo.

Điều kiện tính : hệ công thức chỉ đúng khi cấu kiện lệch tâm bé : $x > h_o \alpha_0$

Bài toán ví dụ: Tính cốt thép đối xứng $F_a = F'_a = ?$ nếu biết $b, h, l_o, R_n, M, N, \alpha_0$

Gia thiết a và μ , để tính $h_o, e_o, e_{ogh}, e, S, \eta$

Thường dùng thép có $R'_a = R_a$ cho nên tính được $x = \frac{N}{R_a b}$

nếu $x > h_o \alpha_0$ thì căn cứ vào ηe_o so với $0,2h_o$ để tính lại x theo công thức (9-15) hoặc (9-16) và tính được $F_a = F'_a = \frac{eN - R_a b x (h_o - 0,5x)}{R'_a (h_o - a')}$ phải

kiểm tra lại sao cho $\mu \geq \mu_{\min}$

III. CẤU KIỆN CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

1. Khái niệm: hiện tượng chịu kéo đúng tâm xảy ra khi lực kéo đặt trùng lực cầu kiện. Tiết diện của cầu kiện thường có dạng hình chữ nhật hoặc hình tròn cốt thép chịu lực (có tổng diện tích ngang là F_{at}) được đặt đối xứng với chu vi của tiết diện, hàm lượng $\mu = \frac{F_{at}}{F} \geq 0,4\%$. Cốt thép dọc phải được nối bằng hàn và tốt nhất là neo vào các vùng nén của bộ phận khác thuộc kết cấu cốt đai chọn là $\phi 6 \div \phi 8$ cách nhau dưới 500mm

2. Tính cấu kiện của vùng chịu kéo đúng tâm theo cường độ

- Sơ đồ ứng suất : Toàn bộ tiết diện đều chịu kéo. Bê tông bị nứt coi như không làm việc, nó có ý nghĩa bảo vệ cốt thép. Cốt thép dọc chịu toàn bộ ứng lực kéo khi cấu kiện vào trạng thái vngới hạn về cường độ, ứng suất trong cốt thép đạt tới R_a

Công thức tính : Gọi lực kéo do tải trọng tính toán là N thì điều kiện cường độ là $N \leq R_a F_a$

Bài toán tính cốt thép : Diện tích cốt thép cần thiết $F_{at} \geq \frac{N}{R_a}$

Chương 10 TÍNH TOÁN MỘT SỐ BỘ PHẬN CỦA CÔNG TRÌNH

I/ Bản BTCT hình chữ nhật làm việc một nhịp

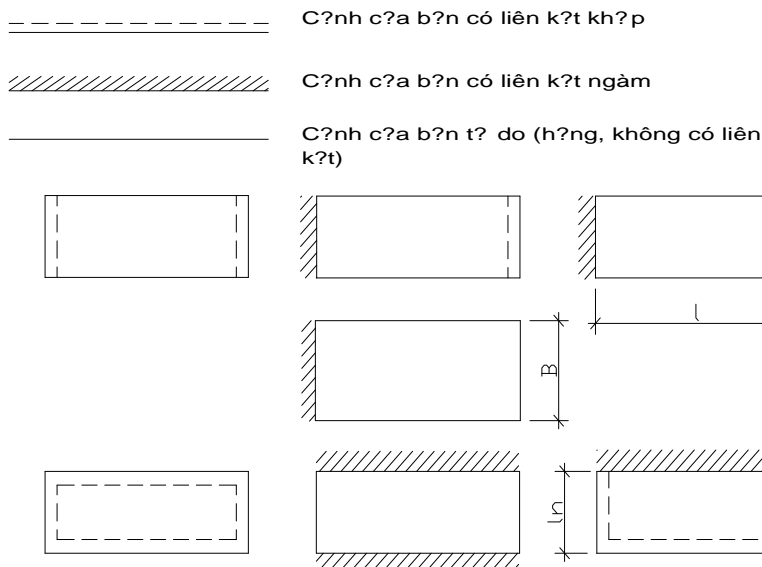
Bản BTCT một nhịp thường dùng làm một số cấu kiện chịu uốn trong công trình như: các tấm đan mái hắt mái nhà nhỏ phòng nhỏ...

Theo sơ đồ chịu lực và kích thước cụ thể của bản người ta chia ra hai loại bản: Bản làm việc một chiều và bản làm bản làm việc hai chiều.

1. Tính toán bản làm việc một chiều

a) Sơ đồ tính:

Kí hiệu các liên kết trong sơ đồ:



Hình 10.1: Sơ đồ một số bản làm việc một chiều

Bản được tính toán làm việc một chiều khi có mô men uốn của bản, hoặc có mô men uốn theo cả hai phương nhưng mô men uốn theo phương này lớn hơn hẳn so với phương kia. Khi tính toán không kể đến mô men nhỏ. Có 3 trường hợp bản làm việc một chiều sau:

Trường hợp 1: Bản có liên kết đỡ hai cạnh đối diện, còn hai cạnh kia tự do. Phương làm việc của bản là phương nối hai cạnh liên kết đỡ bản làm việc như một dầm nhịp.

Trường hợp 2: Bản có liên kết ngàm ở một cạnh còn ba cạnh kia hẫng. Bản làm việc như dầm côn sơn

Trường hợp 3: Bản có liên kết bốn cạnh, nhưng tỷ số $\frac{l_d}{l_n} > 2$ thì có mô men uốn theo cả hai phương nhưng mô men uốn theo phương cạnh dài có trị số nhỏ hơn hẳn so với mô men uốn theo phương cạnh ngắn. do đó bản này tính theo bản làm việc một chiều và tính theo phương cạnh ngắn.

b) Cách tính toán:

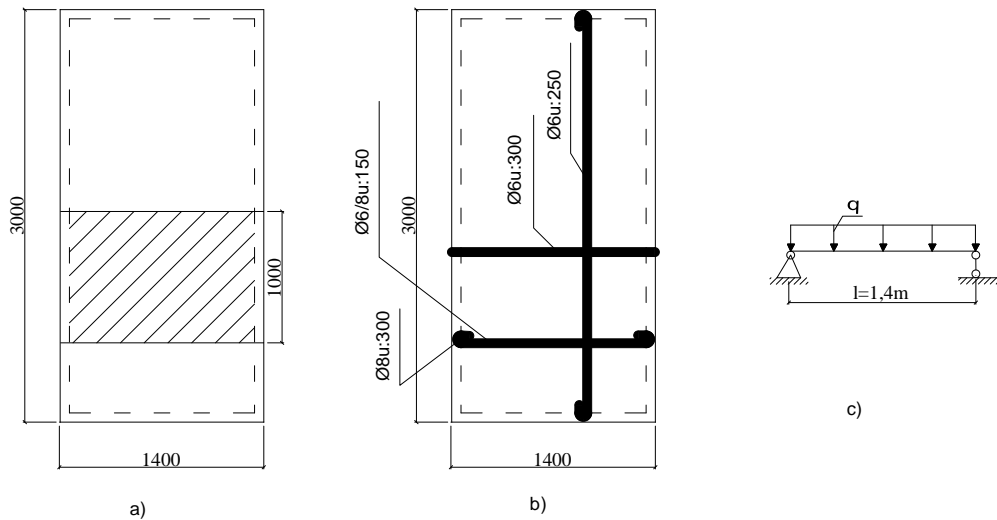
Phương pháp 1: Tính toán như dầm: Chiều rộng b (hoặc l_d) chiều cao h_b nhịp tính toán l

Phương pháp 2: Cắt dải bản theo phương cạnh dài, có chiều rộng 1m để tính.

Y **Ví dụ tính toán:**

Thiết kế cốt thép cho bản BTCT đúc toàn khối, Bản hình chữ nhật $l_d = 3m; l_n = 4m$ liên kết khớp tường dày 220mm $h_b = 7cm$, M200, thép nhóm A-I, tính tải tiêu chuẩn $g_0^{tc} = 8,5KN/m^2$, $n = 1,1$; hoạt tải TC: $p_0^{tc} = 2KN/m^2, n = 1,4$.

Giải:



BT Mác 200 thép A-I có $R_n = 0,9KN/cm^2, R_a = 23KN/cm^2$, $\alpha_0 = 0,62, A_0 = 0,284$,

Giả thuyết $a = 1,5cm$ thì $h_0 = 7 - 1,5 = 5,5cm$

Tải trọng phân bố đều trên bề mặt của bản là q_0 .

$$q_0 = 8 \times 1,1 + 2 \times 1,4 = 11,6KN/m^2$$

$$\frac{l_d}{l_n} = \frac{3}{1,4} = 2,15 > 2$$

Tỷ số nên tính toán theo trường hợp bản làm việc một chiều.

Cắt 1m theo chiều rộng của bản, để tính toán như dầm đơn giản có $l = 1,4m$, tiết diện chữ nhật $1m \times h_b$. Tải trọng phân bố đều theo dải bản $q = q_0 \cdot 1 = 11,6KN/m$

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{11,6 \times 1,4^2}{8} = 2,84KNm$$

$$A = \frac{284}{0,9 \times 100 \times 5,5^2} = 0,104 < A_0, \text{ Tra bảng } \alpha = 0,11.$$

Diện tích cốt thép cần thiết $F_a = 0,11 \frac{0,9}{23} \times 100 \times 5,5 = 2,37cm^2;$

Tra bảng chọn thép $\Phi 6/8$ u:150 (có $F_a = 2,62 \text{ cm}^2 / \text{m}$). Thép cấu tạo chọn $\Phi 6$ u: 250.

2. Tính toán bản kê 4 cạnh (làm việc theo hai chiều).

a) Sơ đồ tính: Tỷ số: $\frac{l_d}{l_n} < 2$.

Căn cứ vào hình thức liên kết dọc theo các cạnh của bản mà quy nó về 9 sơ đồ sau.

Sơ đồ 1: Cả 4 cạnh của bản đều có liên kết khớp

Sơ đồ 2: Bản có một cạnh dài bị ngàm còn 3 cạnh kia liên kết khớp.

Sơ đồ 3: Bản có một cạnh ngắn bị ngàm còn 3 cạnh kia liên kết khớp.

Sơ đồ 4: Bản có hai cạnh dài bị ngàm còn hai cạnh ngắn có liên kết khớp.

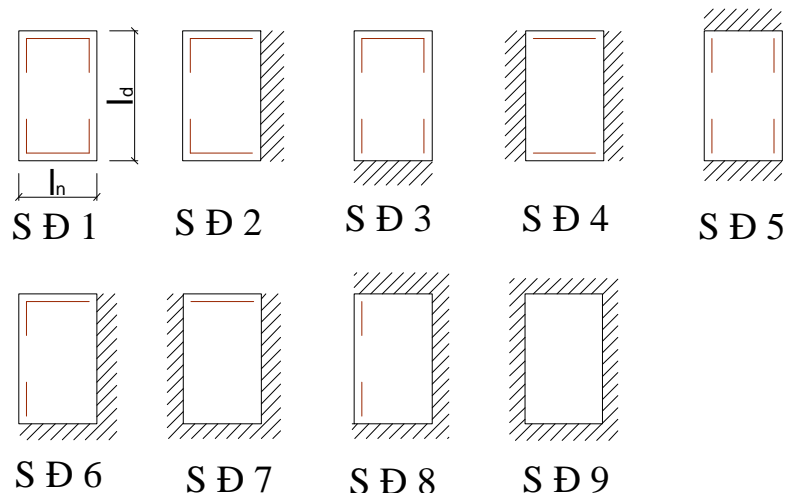
Sơ đồ 5: Bản có hai cạnh ngắn bị ngàm còn hai cạnh dài có liên kết khớp.

Sơ đồ 6: Bản có một cạnh ngắn và một cạnh dài bị ngàm, hai cạnh còn lại liên kết khớp.

Sơ đồ 7: Bản có một cạnh ngắn liên kết khớp 3 cạnh còn lại liên kết ngàm.

Sơ đồ 8: Bản có một cạnh dài liên kết khớp 3 cạnh còn lại liên kết ngàm.

Sơ đồ 9: Tất cả 4 cạnh của bản có liên kết ngàm.



b) Tính toán tải trọng phân bố đều trên mặt sàn:

- Tải trọng tính toán gồm: Tải trọng ngắn hạn(hoạt tải), tải trọng dài hạn(tĩnh tải).

- Hợp lực của tổng tải trọng: $P = (g + p)l_d l_n$. Thông thường lấy $P = 750$ (KN/m).

+ Trong đó: p: là tải trọng tính toán ngắn hạn phân bố đều trên mặt bản.

g: là tải trọng tính toán đặt dài hạn phân bố trên mặt bản.

- Mô men uốn: Theo phương cạnh ngắn: $M_{ni} = \alpha_{ni} \times P$

Theo phương cạnh dài : $M_{di} = \alpha_{di} \times P$

- Mô men ở gối đỡ ngàm: Theo phương cạnh ngắn: $M_{ni}^g = \beta_{ni} \times P$.

Theo phương cạnh dài : $M_{di}^g = \beta_{di} \times P$.

+ trong đó: “i”: Sơ đồ thứ i trong 9 trường hợp như hình vẽ.

$\alpha_{ni}, \alpha_{di}, \beta_{ni}, \beta_{di}$ là các hệ số tra bảng theo sơ đồ thứ i.

c) Chú ý:

+ Trường hợp hai cạnh liền nhau của bản chịu liên kết khớp việc tính mô men cho nhịp của dải bản phụ thuộc vào góc của bản có thể bị nâng lên khi chịu lực hay không.

- Nếu trên cạnh khớp có cạnh dè làm cho góc bản không nâng lên được thì tính mô men uốn như ở trên phần “b”.

- Nếu không có tường dè giữ góc bản có thể nâng lên thì mô men của bản được tính như

$$M_{ni} = \varphi_n C_{ni} q l_n^2$$

$$M_{di} = \varphi_d C_{di} q l_d^2$$

+ Trong đó: $q = g + p$;

C_{ni}, C_{di} : Hệ số phân phối tải trọng.

φ là hệ số kể đến hệ số liên kết.

- Đối diện với cạnh khớp đang xét là một cạnh khớp nữa: $\varphi = 0,125$

- Đối diện với cạnh khớp đang xét là một cạnh ngàm: $\varphi = 0,07$

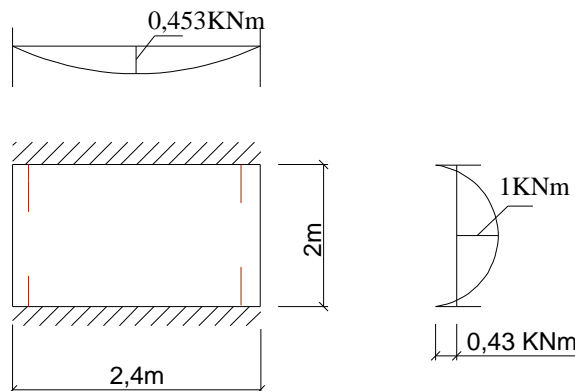
+ Sau khi biết mô men uốn: tính thép cho dải bản theo cách tính thông thường.

- Mô men uốn theo công thức là của dải bản đi qua giữa bản, thực tế dải bản gần biên, mô men uốn của bản giảm đi 25% ÷ 50% . Do vậy cốt thép chịu lực đặt trong vùng gần gối tựa (khoảng $0,25l$) có thể ít hơn lượng cốt thép đặt khoảng giữa bản.

Y Ví dụ 10-2: Tính mô men uốn cho bản chịu lực phân bố đều như hình vẽ,

$$g = 5 \text{ KN} / \text{m}^2$$

$$p = 3 \text{ KN} / \text{m}^2$$



Giải:

$$\frac{l_d}{l_n} = \frac{2,4}{2} = 1,2 < 2$$

- Tỷ số $\frac{l_d}{l_n}$ cho nên tính bản này theo trường hợp làm việc hai chiều.

- Bản này thuộc sơ đồ 4. Tra bảng ta được:
 $\alpha_{n4} = 0,0261; \alpha_{d4} = 0,0118; \beta_{n4} = 0,0633$

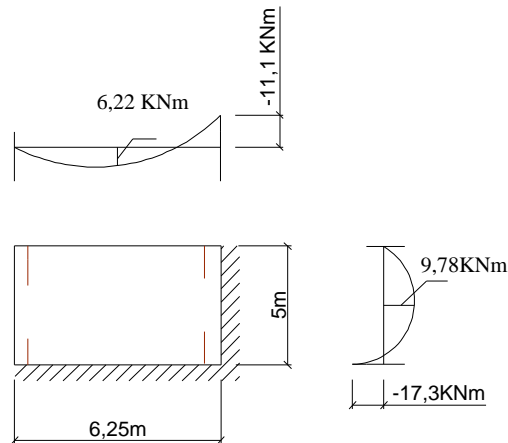
$$P = (g + p)l_d l_n = (5 + 3)2,4 \times 2 = 38,4 \text{ KN}$$

-Mô men cho dải bản rộng 1m đi qua giữa ô bản là:

+ Phương cạnh ngắn: $M_{n4} = \alpha_{n4} P = 0,0261 \times 38,4 = 1 \text{ KNm}$

+ Phương cạnh dài : $M_{d4} = \alpha_{d4} P = 0,0118 \times 38,4 = 0,453 \text{ KNm}$

Y Ví dụ 10-3: Tính mô men cho bản BTCT có sơ đồ như hình vẽ, phía trên cạnh không có tường giữ. Tải trọng tính toán: $g = 3,6 \text{ KN/m}^2$, $p = 4,2 \text{ KN/m}^2$.



Giải:

$$\frac{l_d}{l_n} = \frac{6,25}{5} = 1,25 < 2$$

Tỷ số: , bản làm việc 2 chiều, theo sơ đồ 6. Tra bảng ta được:

$$\beta_{n6} = 0,071; \beta_{d6} = 0,0454;$$

Góc bản có thể nâng lên, tra bảng ta được: $C_{n6} 0,708; C_{d6} = 0,292$

Đối diện với các cạnh khấp đều là ngàm nên: $\varphi_{n6} = \varphi_{d6} = 0,07;$

$$q = (g + p) = 3,6 + 4,2 = 7,8 \text{ KN/m}^2$$

$$P = (g + p)l_d l_n = 7,8 \times 6,25 \times 5 = 244 \text{ KN};$$

Mô men uốn cho dải bản rộng 1m đi qua giữa ô bản:

$$M_{n6} = \varphi_n C_{n6} q l_n^2 = 0,07 \times 0,708 \times 7,8 \times 5^2 = 9,78 \text{ KNm}$$

$$M_{d6} = \varphi_d C_{d6} q l_d^2 = 0,07 \times 0,292 \times 7,8 \times 6,25^2 = 6,22 \text{ KNm}$$

$$M_{n6}^g = -\beta_{n6} \times P = -0,071 \times 244 = -17,3 \text{ KNm}$$

$$M_{d6}^g = -\beta_{d6} \times P = -0,0454 \times 244 = -11,1 \text{ KNm}$$

§ 10-2. SÀN BTCT ĐÚC TOÀN KHỐI CÓ BẢN LÀM VIỆC MỘT CHIỀU:

1. Sơ đồ kết cấu sàn:

$$\frac{l_d}{l_n} > 2$$

- Tỷ số: là bản làm việc một chiều.

- Sơ đồ tính:

Coi như bản gối lên dầm phụ, dầm phụ gối lên dầm chính, dầm chính gối lên cột. Tường biên là gối đỡ cho cả bản, dầm phụ và dầm chính.

Kích thước các bộ phận: $h_b \geq 70mm$ đối với nhà dân dụng.

$h_b > 100mm$ đối với nhà công nghiệp.

$$h_{dp} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20} \right) l_d; b_{dp} = (0,3 \div 0,6) h_{dp}; h_{dc} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12} \right) l_{nhp}$$

2. Tính toán:

a) Các nguyên tắc bố trí tải trọng bất lợi:

- + Tĩnh tải là trọng lượng bản thân nó luôn luôn có.
- + Hoạt tải có hoặc không trên sơ đồ tính.
- Khi thiết kế, tính toán cần kể đến trường hợp tải trọng gây ra nội lực lớn nhất. Do đó ta bố trí các hoạt tải vào các vị trí bất lợi nhất.
- Tĩnh tải đặt nguyên vị trí và trị số.
- Tìm mô men dương lớn nhất cho nhịp nào thì hoạt tải bố trí ngay trên nhịp đó, cách một nhịp bố trí lại hoạt tải trên một nhịp.

- Khi tìm trị số lực cắt Q và mô men âm Mmax thì hoạt tải được bố trí ở hai nhịp ngang, hai bên gối đỡ ấy rồi tiếp tục cứ cách một nhịp lại bố trí hoạt tải trên một nhịp.

b) Tính toán bản và cấu tạo thép:

$$\frac{l_2}{l_1} > 2$$

- $\frac{l_2}{l_1} > 2$ thì bản làm việc một chiều, phương làm việc là cạnh ngắn.
- Xem như bản được đặt lên dầm phụ nên ta tính theo phương làm việc của cạnh ngắn cho ô sàn bằng cách cắt dây bản có bề rộng 1m theo cạnh ngắn để tính toán. Như vậy mỗi dải bản là một dầm liên tục, gối đỡ là các dầm phụ, tiết diện $(b \times h_b), (100 \times h_b)$. Nhịp được tính toán như sau:

$$l_b = l_n - \frac{b_{dp}}{2} - \frac{b_t}{2} + 0,5h_b$$

- Nhịp biên:

$$b_t \text{ là chiều dày tường.}$$

$$\text{- Nhịp tính toán bên trong: } l_0 = l_n - b_{dp};$$

Hoạt tải phân bố đều trên mặt sàn là P_0 , tải trọng q phân bố đều theo chiều dài của bản rộng 1m là: $q = (g_0 + p_0) \times 1m$.

$$M = \pm \frac{ql_b^2}{11}$$

Tại nhịp biên & gối B:

$$M = \pm \frac{ql_0^2}{16}$$

Tại nhịp & gối bên trong:

Tính toán cốt thép cho bản theo cấu kiện chịu uốn cốt đơn tiết diện chữ nhật $1m \times h_b$. Tiết diện có mô men bằng nhau cần đặt lượng cốt thép như nhau.

Bố trí thép cho bản: Có thể sử dụng thép lưới hàn sẵn hoặc thép buộc lại thành lưới. Khi chiều dày bản $< 8cm$ có thể đặt thép phía dưới chịu mô men dương là các thanh thẳng kéo dài qua các nhịp. Trên gối dùng cốt mũ, mặt úp xuống để chịu mô men âm. Ở nhịp biên & gối biên chịu mô men lớn cần đặt thép riêng & gần nhau hơn. Khi chiều dày bản $\geq 8cm$ dùng các thanh uốn xen kẽ góc uốn 30° . Đặt thép gia cường cho bản $\Phi 6a200$ để chịu lực.

c) Tính toán dầm phụ:

Sơ đồ tính: dầm phụ là dầm liên tục gối lên dầm chính và tường, chịu tải trọng từ sàn truyền tới & trọng lượng bản thân của phần sườn qui về tải trọng phân bố đều theo chiều dài:

$$\text{Tĩnh tải: } g = g_0 l_n + n \gamma_b b_{dp} (h_{dp} - h_b)$$

Trong đó: γ_b là trọng lượng riêng của bê tông;

n là hệ số vượt tải của tĩnh tải lấy $n=1,1$.

$$\text{Hoạt tải } p = P_0 l_n$$

$$\text{Nhịp tính toán bên trong } l_0 = l_d - b_{dc}$$

$$l_b = l_d - \frac{b_t}{2} - \frac{b_{dc}}{2} + \frac{a}{2}$$

Với nhịp biên

a là đoạn đầu dầm gối vào tường (lấy $a = b_t$).

Nội lực trong dầm: Tính theo sơ đồ biến dạng dẻo, tung độ nhánh dương của biểu đồ bao mô men:

$$M^+ = \beta_1 (g + p) \times l^2$$

Tung độ nhánh âm của biểu đồ bao mô men:

$$M^- = \beta_2 (g + p) \times l^2$$

Chiều dài tính toán của nhịp l lấy theo l_b hoặc l_0 tùy vị trí nhịp đang tính. Hệ số β_1 cho trực tiếp trên sơ đồ dầm. Hệ số β_2 tra bảng cho sẵn (Bảng 27).

Lực cắt theo vị trí gối đỡ:

$$\text{Tại mép gối đỡ đầu tiên (A): } Q_A = 0,4(g + p) \times l_b$$

$$\text{Tại mép gối đỡ thứ hai (B): } Q_B = -0,6(g + p) \times l_b$$

$$\text{Tại mép các gối đỡ còn lại: } Q = \pm 0,5(g + p) \times l_0$$

Tính cốt thép: Dầm phụ có tiết diện chữ T, cánh chữ T là phần bản, Khi tính toán phải phân tích vị trí của cánh với thứ căng do mô men gây ra. Mô men ở các nhịp tính theo tiết diện chữ T. Với mô men ở gối đỡ tính theo tiết diện chữ nhật $b_{dp} \times h_{dp}$ vì tính theo biến dạng dư nên $\alpha \leq 0,3$.

Chọn và bố trí thép phải đảm bảo diện tích thép cần thiết theo tính toán, đảm bảo các yêu cầu cấu tạo, cần có sự kết hợp uốn một số thép chịu lực ở nhịp lên làm thép chịu lực ở gối đỡ.

d) Tính toán dầm chính:

Sơ đồ tính: Dầm chính được gối lên cột và tường, tùy theo số lượng gối đỡ mà nó là dầm đơn giản hoặc dầm liên tục.

Dầm chính chịu tải trọng từ dầm phụ truyền đến, đó là phản lực dưới gối đỡ của dầm phụ, Tải trọng đặt vào dầm chính là lực tập trung.

$$\text{Hoạt tải tập trung: } P = p \times l_d;$$

$$\text{Tĩnh tải tập trung: } G = g l_d + n \gamma_b b_{dc} (h_{dc} - h_b) \times l_n$$

Trong đó: $n \gamma_b b_{dc} (h_{dc} - h_b) \times l_n$: Là trọng lượng của một đoạn sườn dầm chính là l_0 .

l là khoảng cách giữa hai gối đỡ của dầm.

Nội lực của dầm chính: Dầm chính là bộ phận chịu lực chính trong sàn nên được tính theo sơ đồ đàn hồi.

Biểu đồ mô men dương: $M^+ = (\alpha_0 G + \alpha_1 P) \times l$

Biểu đồ mô men âm: $M^- = (\alpha_0 G - \alpha_2 P) \times l$

Biểu đồ lực cắt dương: $Q^+ = \beta_0 G + \beta_1 P$

Biểu đồ lực cắt âm: $Q^- = \beta_0 G - \beta_2 P$

Các hệ số $\alpha_0; \alpha_1; \alpha_2; \beta_0; \beta_1; \beta_2$; tra bảng phụ lục 28.

Tính cốt thép: Dầm chính có tiết diện chữ T. Với mô men âm tính theo tiết diện chữ T. Với mô men dương tính theo tiết diện chữ nhật $b_{dc} \times h_{dc}$.

Chọn và bố trí thép phải thỏa mãn yêu cầu tính toán và yêu cầu cấu tạo.

§ 10-3. SÀN BTCT ĐÚC TOÀN KHỐI CÓ BẢN LÀM VIỆC THEO HAI CHIỀU:

1. Sơ đồ kết cấu sàn:

Sàn gồm có bản BTCT & dầm đúc liền khối như nhau. Dầm chia bảng

thành nhiều ô, trong mỗi ô có tỉ số $\frac{l_d}{l_n} < 2$ các bản đúc liền nhau tải trọng của bản này có liên quan đến tải trọng của bản kia. Để phân tích sơ đồ bản, coi như bản gối vào dầm là liên kết ngàm, còn góc vào tường là khớp.

2. Tính toán mặt sàn:

* Công thức tổng quát để xác định nội lực cho bản:

Theo nguyên tắc phải xếp hoạt tải bất lợi trên sàn, để tìm mô men dương lớn nhất cho tiết diện giữa nhịp bản, thì hoạt tải được bố trí ngay trên ô bản đó, rồi tiếp tục cứ cách một ô bản lại đặt hoạt tải trên một ô bản khác.

Kết quả mô men dương cho nhịp của bản được theo công thức tổng quát:

$$M_n = \alpha_{ni} \left(g_0 + \frac{p_0}{2} \right) \times l_d \cdot l_n + \alpha_{n1} \cdot \frac{p_0}{2} \cdot l_d \cdot l_n;$$

$$M_d = \alpha_{di} \left(g_0 + \frac{p_0}{2} \right) l_d \cdot l_n + \alpha_{d1} \cdot \frac{p_0}{2} \cdot l_d \cdot l_n$$

Trị số mô men âm trên các gối đỡ của bản lấy trung bình cộng của mô men trên gối do đó hai bản ở hai bên gây ra.

3. Tính toán dầm đỡ:

Khi bản làm việc hai chiều, dầm đỡ cũng có hai loại; một loại nằm theo cạnh dài, một loại nằm theo cạnh ngắn. Tùy theo số ô bản và số gối đỡ mà dầm có thể một hay nhiều nhịp.

Tải trọng đặt lên dầm gồm trọng lượng bản thân của dầm và lực từ sàn truyền tới.

Tĩnh tải, g_0 hoạt tải p_0 . $g_{\max} = g_0 l_n$, $p_{\max} = p_0 l_n$;

Tổng tải trọng phân bố: $q = g + p = (g_0 + p_0) l_n$;

Tính mô men tại các tiết diện nguy hiểm của dầm theo sơ đồ biến dạng dẻo:

Mô men nhịp thứ nhất: $M_1 = 0,7 M_0 + \frac{g_d \cdot l^2}{11}$

Mô men gối thứ hai:
$$M_g = -\left(0,7M_0 + \frac{g_d l^2}{11}\right)$$

Mô men nhịp bên trong:
$$M = 0,5M_0 + \frac{g_d l^2}{11}$$

Mô men gối bên trong:
$$M_g = -\left(0,5M_0 + \frac{g_d l^2}{16}\right);$$

Trong đó: g_d trọng lượng bản thân dầm quy ra phân bố theo chiều dài.

l là nhịp của dầm đang tính toán

M_0 Mô men uốn lớn nhất của một đoạn dầm giữa hai gối

$$M_0 = \frac{ql_n^2}{24}; \text{ hình tam giác}$$

$$M_0 = \frac{q}{24}(3l_d^2 - l_n^2); \text{ hình thang.}$$

Lực cắt tại gối A:
$$Q_A = Q_0 + \frac{M_B}{l}$$

Bên trái gối B:
$$Q_B^T = Q_0 - \frac{M_B}{l}$$

Tại gối giữa: $Q = Q_0$

Q_0 lực cắt tại gối đỡ của một đoạn dầm: Tải trọng phân bố hình tam giác:

$$Q_0 = \frac{ql_n}{4} + \frac{g_d l_n}{2}$$

Tải trọng phân bố hình thang:

$$Q_0 = \frac{q}{4}(2l_d - l_n) + \frac{g_d l_d}{2}$$

4. Ví dụ minh họa:

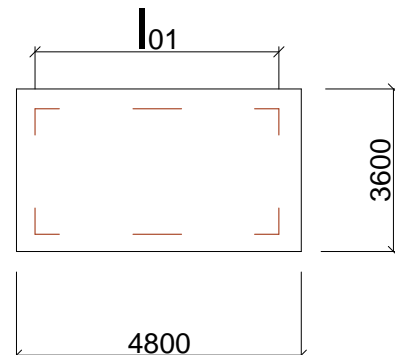
Tính bản kê tự do lên 4 bức tường gạch $t=220$, kích thước theo trục là $3,6 \times 4,8m$; cấu tạo sàn 4 lớp như hình vẽ hoạt tải thi công 400 KG/m^2 $n=1,2$ BT Mác 200[#] thép C-I

Cấu tạo mặt sàn: - Gạch lát 20mm

- Vữa lót 20mm

- Bản BTCT

- Vữa trát 10mm



Giải:

* Các số liệu tra bảng:

BT Mác 200[#] $R_n = 90KG/cm^2, R_k = 65KG/cm^2$

Thép C-I $R_a = 2000KG/cm^2$;

$$\frac{l_d}{l_n} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{4,8}{3,6} = 1,33 < 2 \Rightarrow$$

Xét $\frac{l_d}{l_n} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{4,8}{3,6} = 1,33 < 2 \Rightarrow$ bản kê 4 cạnh làm việc hai chiều.

Chiều dày bản: Chọn $m = 40$ (bản kê 4 cạnh)

($D = 0,8 - 1,4$) lấy $D = 1$ (dựa vào $P = 200$ à $D = 0,8$).

$$\Rightarrow h_b = \frac{D}{m} l_1 = \frac{1}{40} \times 360 = 9(cm)$$

$$l_{01} = l_1 - t = 3,6 - 0,22 = 3,38m$$

Chọn $h_b = 9cm$: $l_{02} = l_2 - t = 4,8 - 0,22 = 4,58m$

Nhập tính toán bằng bản kê tự do.

$$l_{t1} = l_1 + h_b = 3,38 + 0,09 = 3,47m$$

$$l_{t2} = l_2 + h_b = 4,58 + 0,09 = 4,67m$$

Hoạt tải tính toán: $\Rightarrow P_b = 1,2 \times 400 = 480KG/m^2$

Tĩnh tải: Gạch lát $2cm; \gamma = 2200KG/m^3 \Rightarrow 0,02 \times 2200 \times 1,1 = 48,4(KG/m^2)$;

Vữa lót: $0,02 \times 1800 \times 1,2 = 43,2(KG/m^2)$

Sàn BT: $0,09 \times 2600 \times 1,1 = 257,4(KG/m^2)$

Vữa trát: $0,01 \times 2000 \times 1,2 = 21,6(KG/m^2)$

* Xác định nội lực:

$$r = \frac{l_{t2}}{l_{t1}} = \frac{4,67}{3,47} = 1,34$$

Xét tỉ số: $r = \frac{l_{t2}}{l_{t1}} = \frac{4,67}{3,47} = 1,34$;(Tra bảng).

Nội suy: $m = 0,066$;

Tải trọng toàn phần: $q_b = p_b + g_0 = 480 + 370,6 = 850,6$

$$M_{01} = m.q_b.l_{t1}^2 = 0,066.850,6.3,47^2 = 675,9(KGm)$$

$$\theta = \frac{1}{r^2} = \frac{1}{1,34^2} = 0,557;$$

Ta có:

$$M_{02} = \theta \times M_{01} = 0,557 \times 675,9 = 376,5(KGm)$$

* Tính thép: Tiết diện chữ nhật $b = 1m$.

Giả thuyết $a_0 = 1,5 \rightarrow h_{01} = h - a_0 = 7,5cm$

Dự kiến dùng $\Phi 8 \Rightarrow h_{02} = (9 - 1,5) - 8 = 6,7cm$

$$A = \frac{M}{R_n.b.h_0^2} = \frac{67590}{90.100.7,5^2} = 0,133$$

Phương cạnh ngắn:

Xét $A = 0,133 < A_0 = 0,3$

Tra bảng: $\Rightarrow \gamma = 0,93$

$$\Rightarrow F_{a1} = \frac{M}{R_a.\gamma.h_0} = \frac{67590}{2000 \times 0,93 \times 7,5} = 4,84(cm^2)$$

Kiểm tra thép (μ).

$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} = \frac{4,84}{100,7,5} = 0,64\% > \mu_{\min}(0,03)$$

Chọn thép $\Phi 8, a10; F_a = 5,03 \text{ cm}^2$

§ 10-4. SÀN PANEN LẮP GHÉP:

1. Đặc điểm cấu tạo panen: Các dạng panen: đặc, hộp, sườn.

a) Tấm đan: Là bản đặc hình chữ nhật, chiều dày $h = 6 \div 15 \text{ cm}$. Tấm đan thường được dùng để lắp hành lang, khu WC, phòng nhỏ, gác xép... Ưu điểm: dễ sản xuất, nhanh, liên kết đơn giản; Nhược điểm: tốn bê tông và cách âm kém.

b) Panen hộp: Panen hộp thường được lắp ghép để tạo sàn hoặc mái cho nhà dân dụng. Mặt cắt ngang của panen hộp có lỗ rỗng hình tròn, bầu dục, hình thang. Có 1 hoặc nhiều lỗ.

Panen hộp thường có kích thước $\sigma = 2,5 \div 5 \text{ m}; h = 18 \div 30 \text{ cm}$

Chiều rộng B = 450; 600; 900; 1200; 1500; 1800 mm.

B' chiều rộng mặt trên panen nhỏ hơn B dưới $1,5 \div 3 \text{ cm}$.

chiều rộng của lỗ trong panen không lấy quá 55 cm. Nếu lỗ quá rộng bề mặt trên sẽ yếu đi, nếu có lực lớn sẽ làm gãy mặt trên của panen.

c) Panen sườn:

Thường dùng lợp mái cho nhà công nghiệp. Sườn có thể quay lên hoặc quay xuống. Sườn quay xuống chịu lực tốt hơn nhưng không phẳng mặt. Panen sườn có 2 sườn dọc và một số sườn ngang cách nhau 1,5-2 m, sườn dọc có kích thước lớn hơn sườn ngang.

Chiều rộng panen sườn: B = 1,2; 1,5; 3 m. Chiều dài: l = 4,5-12 m. Chiều cao: h = 30 hoặc 35 cm.

2. Tính toán panen:

a) Tính uốn tổng thể:

* Sơ đồ tính: Coi panen là một dầm đơn giản, kê trên 2 gối tựa ở hai đầu của nó. Nhịp tính toán của panen (l_0) bằng kết cấu giữa trung tâm hai gối tựa.

Gọi g_0^{tc} và g_0 là tĩnh tải tiêu chuẩn và tĩnh tải tính toán.

p_0^{tc} và p_0 là hoạt tải tiêu chuẩn và hoạt tải tính toán.

$q = (g_0 + p_0) \cdot B$ (tổng tải trọng tính toán phân bố theo chiều dài).

$$h > h_{\min} \Rightarrow h_{\min} = c \cdot l_0 \cdot \frac{R_a}{E_a} \times \frac{\theta \cdot g_{tc} + p_{tc}}{q_{tc}}$$

Chiều cao panen:

$g_{tc} = B \cdot g_0^{tc}; p_{tc} = B \cdot p_0; q_{tc} = g_{tc} + p_{tc}; B$: Chiều rộng panen.

θ là hệ số giảm cứng. Panen hộp $\theta = 2$

Bản sườn có sườn nằm ở vùng chịu kéo $\theta = 1,5$

C: Hệ số lấy theo panen và thép dọc: Panen hộp thép dọc C-I C=18, thép dọc C-II C=20.

Panen sườn thép dọc C-I C=30, thép dọc C-II C=34.

Nội lực uốn tổng thể: Mô men uốn lớn nhất giữa nhịp: $M_{\max} = \frac{ql_0^2}{8}$

Lực cắt lớn nhất ở đầu panen: $Q = \frac{ql_0}{2}$

* Tính cốt thép:

Chọn cốt thép dọc chịu lực: Diện tích tiết diện cốt thép dọc thỏa mãn yêu cầu tính toán, đường kính $d > 10\text{mm}$, số lượng thanh thép bằng số sườn dọc.

Chọn thép dọc cấu tạo bằng số sườn dọc, đường kính nhỏ hơn cốt thép dọc chịu lực.

* Tính chống cắt: Chỉ kê phần sườn $b \times h$ vào chịu lực. Cốt đai để chịu lực cắt. Hai đầu của panen cốt đai được đặt dày, đoạn giữa đặt thưa hơn. Cốt đai có hình dạng kín hoặc chữ U.

b) Tính toán bổ sung:

Tính uốn cục bộ: Bản mặt panen được liên kết ngàm vào sườn. Khi có lực trên mặt sàn thì bản mặt chịu uốn cục bộ. Tùy theo cấu tạo mà bản mặt được tính như bản kê 4 cạnh hoặc bản làm việc một chiều, để chịu mô men uốn cục bộ để có lượng bê tông và lượng cốt đai đặt ngang qua đó. Nếu không đủ khả năng chịu lực thì tăng chiều dày bản mặt hoặc đặt thêm thép đai cho dày.

Tính toán khi cầu lắp và vận chuyển: Khi cầu để vận chuyển & khi phải kê cho mô men âm nhỏ hơn khả năng chịu mô men âm của panen. Để giảm mô men âm: đặt móc cầu và kê ở gần hai đầu panen.

Tính thép móc cầu theo điều kiện: $f_a > \frac{1,5G}{2.n_0.R_a}$

Trong đó: f_a : Diện tích tiết diện của một nhánh thép móc cầu; R_a cường độ chịu kéo của thép làm móc cầu.

G : trọng lượng của tấm panen; n_0 số móc cầu làm việc khi cầu; 2 mỗi móc cầu có 2 nhánh.

Móc cầu phải neo chắc chắn vào trong panen.

3. Tính toán dầm đỡ:

- Tùy theo yêu cầu cấu tạo và chịu lực mà chọn hình thức bố trí dầm, chọn dạng tiết diện dầm cho hợp lý:

- Dầm được gối lên các tường và cột.

- Dầm chịu tải trọng bản thân & tải trọng từ panen truyền vào.

- Xác định nội lực: Xếp tải bất lợi rồi tính toán theo cơ học hoặc dùng bảng tính sẵn.

- Tính và bố trí thép cho dầm như đã biết.

§ 10-5 TÍNH KẾT CẤU CẦU THANG:

1. Khái niệm:

- Cầu thang là một bộ phận đảm bảo giao thông theo phương đứng cho công trình. Có nhiều loại cầu thang, mỗi loại có sơ đồ tính riêng, khi tính toán phải phân tích đề ra sơ đồ tính thích hợp.

Cầu thang gồm: Bậc thang, đan thang, côn thang, chiếu nghỉ, chiếu tới, dầm đỡ, lan can tay vịn.

Bậc thang cao h_b , rộng b_b , có thể xây bằng gạch hoặc đúc bằng bê tông.
Đan thang là bản BTCT dày h_d , rộng l_1 đặt nghiêng góc α .

Cốn thang: Đỡ cho cạnh của đan thang, diện tích cốt $b_c \times h_c$, dài $\frac{l_2}{\cos \alpha}$

Chiều nghỉ: Bản BTCT dày h_{ch} , dài l_4 , rộng l_3 .

Dầm đỡ chiều nghỉ và cốt: Đỡ một cạnh của chiều nghỉ và cốt, tiết diện của dầm $b_d \times h_d$.

Mặt trên của bậc có lớp vữa dày δ_{vt} . Mặt dưới của bê tông có lớp vữa dày δ_{vd} .

2. Tính toán các bộ phận của cầu thang thường:

a) Tính bản đan thang: Sơ đồ tính: Đan thang là bản BTCT chữ nhật có liên kết ở 4 cạnh, cạnh l_1 được đặt vào dầm, cạnh xiên được đặt vào cốt hoặc

tường. Phụ thuộc vào tỉ số $\frac{l_d}{l_n}$ mà áp dụng sơ đồ tính:

Hoạt tải tính toán: $p_1 = n \cdot p^{tc}$;

$$g_{vt} = \frac{n \gamma_v (b_b + h_b) \delta_{vt}}{l_b}$$

Trọng lượng lớp trát trên:

Trọng lượng lớp trát dưới: $g_{vd} = n \cdot \gamma_v \cdot \delta_{vd}$

Trọng lượng bản thân đan thang: $g_d = n \cdot \gamma_b \cdot h_d$

$$g_h = n \cdot \gamma_G \cdot \frac{b_b \times h_b}{2 \cdot l_b}$$

Trọng lượng bậc gạch:

Tổng tải phân bố trên mặt đan: $g_1 = g_{vt} + g_{vd} + g_d + g_b$

Tải trọng tổng cộng: $q_1 = g_1 + p_1$

Phần tải trọng tổng cộng hướng vuông góc với mặt đan là: $q' = q_1 \cdot \cos \alpha$.

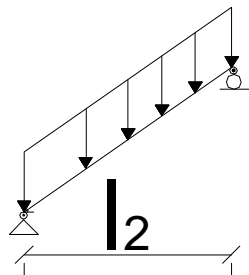
Cốt thép trong bản đan thường dùng $\Phi 6 \div \Phi 8$ đặt cách đều nhau.

Thép chịu lực ở đoạn gần tường & cốt có thể uốn lên 1 nửa số thanh.

b) Tính cốt thang:

Cốt thang là một loại dầm BTCT đặt nghiêng để đỡ một cạnh của bản đan thang. tải trọng từ đan thang truyền vào quy thành tải trọng phân bố đều theo

chiều dài cốt $q_1 \frac{l_1}{2}$, trọng lượng bản thân cốt quy thành tải trọng phân bố đều theo chiều dài $g_c = n \cdot \gamma_b \cdot b_c \cdot h_c$.



Tổng tải trọng phân bố đều trên cốn: $q_2 = q_1 \times \frac{l_1}{2} + n \times \gamma_b \times b_c \times h_c$.

Tính thép cho cốn theo mô men lớn nhất ở giữa nhịp: $M = \frac{q_2 \times l_2^2}{8 \times \cos \alpha}$.

Lực cắt lớn nhất ở đầu cốn: $Q = \frac{q_2 \cdot l_2}{2}$.

Tiết diện cốn theo hình chữ nhật: $b_c \times h_c$

Cốt thép ở cốn cần được neo chắc vào dầm, cần đặt thép chờ để liên kết với lan can.

Cốt thép cấu tạo, ngoài chịu uốn còn phải chịu lực nén.

c) Tính bản đan chiều nghỉ:

Bản đan chiều nghỉ là 1 bản BTCT hình chữ nhật có liên kết cả 4 cạnh (

cạnh dài l_4 , cạnh ngắn l_3). Căn cứ tỉ số $\frac{l_4}{l_3}$ chọn cách tính mô men uốn trong bản. Tải trọng trên chiều nghỉ gồm có: Trọng lượng bản thân các lớp cấu tạo nên chiều nghỉ & hoạt tải phân bố trên mặt cầu thang.

Đặt thép: theo cách đặt cho bản.

d) Tính dầm đỡ chiều nghỉ:

Sơ đồ tính: là dầm đơn giản nhịp l_4 , chịu tải trọng từ chiều nghỉ truyền vào & trọng lượng bản thân dầm thành lực phân bố q_4 , lực từ cốn truyền vào thành lực tập trung S đặt ở đầu cốn & bằng phản lực gối đỡ ở cốn.

Căn cứ sơ đồ tính & tải trọng sẽ tính được nội lực.

Tính & bố trí thép cho dầm theo trình tự đã biết.

§ 10-6 LANH TÔ, Ô VĂNG:

1. Lanh tô:

a) Khái niệm: Lanh tô là kết cấu chịu lực trên ô trống trong tường (trên cửa đi, cửa sổ hoặc khoảng trống).

Lanh tô được làm bằng BTCT hoặc thép định hình.

Lanh tô có tiết diện hình chữ nhật: $b \times h$;

Trong đó: b là chiều rộng thường lấy bằng bề dày bản tường.

h là chiều cao: Lấy bằng bội số viên gạch.

b) Tính toán lanh tô:

Lập sơ đồ tính:

Chiều dài của lanh tô được lấy bằng chiều rộng cửa cộng $2c$.

Trong đó: c là đoạn lanh tô gối trên tường ($c=200-300$).

Tải trọng gồm trọng lượng bản thân & mảnh tường ở bên trên:
 $= n \cdot \gamma_{BT} \times b \times h (Kg / m^3)$.

Mảng tường ở trên: Gạch $= n \cdot \gamma_G \cdot b \cdot \frac{l_0}{2}$.

Vừa

$$= n \cdot \gamma_v \cdot \frac{l_0}{2} \cdot \sum \delta_v$$

$\Rightarrow g_{\max} = ?$

Tải trọng toàn phần: = Bản thân + Mảng tường bên trên.

$$= n.\gamma_{BT} \times b \times h + n.\gamma_G \cdot b \cdot \frac{l_0}{2} + n.\gamma_V \cdot b \cdot \sum \delta_v$$

- Tải trọng: gồm trọng lượng bản thân lanh tô & mảng tường bên trên.

Trọng lượng bản thân lanh tô quy về lực phân bố: $n.\gamma_b \cdot b.h$.

Trọng lượng tường đặt lên lanh tô có trị số lớn nhất.

$$g_{\max} = n.\gamma_G \cdot b \cdot \frac{l_0}{2} + n.\gamma_V \cdot \frac{l_0}{2} \cdot \sum \delta_v ;$$

+ Trong đó: γ_G : Trọng lượng riêng của gạch.

$\sum \delta_v$: Tổng chiều dày các lớp vữa trát trong và ngoài.

Qui về tải trọng phân bố đều: $q = \frac{2}{3} g_{\max} + n.\gamma_b \cdot b.h$;

$$M = \frac{q.l_0^2}{8}; Q = \frac{q.l_0}{2} ;$$

Tính thép $F_a = ? \Rightarrow$ chọn thép. Tính giống tiết diện hình chữ nhật (b.h).

Từ Mác, TB, CT, - tìm A.

So sánh A_0 – Tra bảng $\rightarrow \alpha; \gamma$;

* Chú ý: Nếu khối tường trên lanh tô $H \leq \frac{l_0}{2}$; Thì tải trọng của khối tường được tính bằng toàn bộ khối hình chữ nhật bên trên (Công thức xác định tải trọng thay $\frac{l_0}{2} = l_0 \Rightarrow H$).

Nếu ở trên khối tường có 1 lanh tô, có một dầm khác mà nằm trong phạm vi $\frac{l_0}{2}$; Thì ta kể cả tải trọng tập trung của bản thân dầm đó.

2. Ô văng:

- Ô văng là phần bản BTCT nằm ngang nhô ra khỏi mặt ngoài để tránh bớt mưa nắng & tạo dáng đẹp cho công trình. Nó thường đặt trên cửa đi hoặc cửa sổ ngoài.

- Sơ đồ tính: Ô văng là bản BTCT ngàm một cạnh vào tường cho nên nó được tính theo bản làm việc một chiều.

- Tải trọng: gồm tĩnh tải và hoạt tải

+ Tĩnh tải là trọng lượng bản thân ô văng & các lớp trát.

+ Hoạt tải lấy theo tiêu chuẩn tải trọng & tác động (tiêu chuẩn thiết kế).

- Khi tính toán lấy trên mỗi mét chiều dài mép, ô văng có 1 người đứng. trọng lượng tiêu chuẩn của người 0,75 KN, hệ số vượt tải 1,4.

- Cốt thép cho ô văng: tính theo cấu kiện chịu uốn. Đặt thép theo cấu tạo của bản, mô men căng thớ trên, cho nên phải đặt thép chịu lực gần về mặt trên của bản.

- Tính chống lật của ô văng. Ô văng có thể bị lật quanh mép ngoài của tường. Mô men lật do các tải trọng đặt trên ô văng gây ra. Mô men chống lật được tạo bởi trọng lượng khối lượng bên trên đè xuống. Trọng lượng tường

càng nhẹ càng dễ bị lật, cho nên khi tính mô men chống lật chỉ lấy hệ số vượt

$$\frac{M_{giu}}{M_{lat}} = 1,3 \div 1,5$$

tải $n = 0.9$. Để an toàn lấy hệ số an toàn

3. Lanh tô kết hợp với ô văng: (Lanh tô đúc kết hợp với ô văng):

- Khi thiết kế vẫn tính toán riêng từng bộ phận, tính ô văng trước rồi tính lanh tô sau. Ô văng vẫn tính như trên.

- Tính lanh tô: Ngoài phần tải trọng từ khối lượng bên trên đặt vào, phải kể đến phần tải trọng từ ô văng truyền đến.

§ 10-8 MÓNG BÊ TÔNG CỐT THÉP:

a) Khái niệm: Móng là một bộ phận kết cấu chôn dưới đất để truyền tải trọng của công trình xuống đất nền. Móng BTCT được sử dụng rộng rãi vì thích hợp cho các công trình lớn & nhỏ, xây dựng trên nền đất bình thường & nền đất yếu.

b) Phân loại:

- Phân loại theo hình thức & cách truyền tải xuống nền, móng BTCT chia ra 4 loại: Móng đơn, móng băng, móng bè, móng cọc. Trong đó: Móng đơn, móng băng, móng bè thuộc loại móng nông, để móng được đặt lên nền đất thiên nhiên hoặc nền đã gia cố. Móng cọc là móng sâu có thể hàng chục mét.

+ Móng đơn thường để đỡ cột trong điều kiện đất tốt & khoảng cách cột lớn.

+ Móng băng để đỡ tường hoặc hàng cột. Dùng móng băng giao nhau khi đất nền yếu.

+ Móng bè có diện tích trải rộng trên mặt bằng công trình như một sàn lật ngược.

+ Móng cọc tải trọng công trình truyền qua cọc xuống lớp đất tốt & thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật, kinh tế.

- Phân loại theo kết cấu & vật liệu: có móng cứng & móng mềm.

+ Móng cứng là các cạnh dưới của bậc móng đều nằm trong phạm vi truyền lực thì bản thân móng chỉ chịu nén. Được làm bằng gạch xây, đá xây.

+ Móng mềm là móng có cạnh dưới của bậc móng nằm ngoài phạm vi truyền lực. Được làm bằng BTCT, cốt thép phải được tính kỹ.

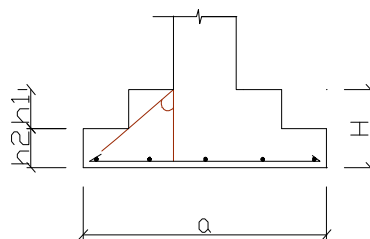
* Chú ý: Chọn móng phải xuất phát từ tính chất của công trình, đặc điểm của nền đất & biện pháp thi công cụ thể nhằm đạt yêu cầu về cường độ, biến dạng của nền đảm bảo độ lún đạt yêu cầu thiết kế. Việc chọn sai phương án móng có thể lãng phí lớn, làm cho công trình bị lún, nứt và việc sửa chữa phức tạp, tốn kém.

2. Móng đơn: (có thể đúc tại chỗ hoặc lắp ghép).

a) Cấu tạo móng đơn:

* Móng đổ toàn khối: chịu tải trọng đúng tâm hoặc tải trọng lệch tâm. Có thể đặt cấp mỗi bậc có $h = 30-60\text{cm}$ hoặc hình tháp.

- Mặt bằng đế móng có thể vuông, tròn, hình chữ nhật phụ thuộc vào đặt trung của tải trọng & hình thức của phần trên. Khi



móng chịu tải trọng lệch tâm, đế móng là hình chữ nhật với tỉ lệ cạnh:

$$\frac{b}{l} = 0,6 \div 0,85$$

- BT Mác từ 150, 200, 300. Đế móng nằm trên lớp BT lót(BT gạch vỡ) dày 10cm.

- Chiều dày lớp BT bảo vệ cốt thép trong thân móng >35mm(khi có lớp BT lót), >70mm (khi không có lớp BT lót).

- Cốt chịu lực của cột có thể cắm xuống thép đáy móng(đúc liền móng với cột), để khỏi tốn kém thép chờ nhưng rất khó thi công. Vì vậy người ta thường đặt thép chờ (có diện tích bằng hoặc lớn hơn cốt thép chịu lực của cột)& đổ BT phần cột đến cao trình cốt +0,000. Khi nối buộc l_{neo} không quá 50% nếu cốt có gờ, 25% nếu cốt trơn.

- Cốt dưới đế móng là cốt chịu kéo nên đặt theo hai phương tạo thành lưới, cốt dài đặt dưới cốt ngắn đặt trên $d > 10mm$, $a = 10-20cm$ có thể buộc hoặc hàn. Chiều cao móng cần ít nhất 2 cốt đai: một cốt đai sát đáy và 1 cốt đai cách mặt trên của móng 100mm.

* Móng lắp ghép: được chế tạo thành khối hoặc từng bộ phận rồi ghép lại tùy khả năng vận chuyển & cầu lắp. Chỉ sử dụng khi thi công móng toàn khối gặp khó khăn.

- Chiều sâu chôn cột $(1+1,4)h_c$; h_c là chiều cao của cột chịu nén lệch tâm.

+ $e_0 \leq h_0$ chiều sâu chôn cột $= h_c$ chiều dày cốt móng $\frac{1}{5}h_c$ nhưng $> 20cm$.

+ $e_0 = 2h_c$ chiều sâu chôn cột $1,2h_c$ chiều dày cốt móng $\frac{1}{4}h_c$ nhưng $> 20cm$.

+ $e_0 \geq 3h_c$ chiều sâu chôn cột $1,4h_c$ chiều dày cốt móng $\frac{1}{3}h_c$ nhưng $> 20cm$.

- Bản đáy dưới cốt móng phải đủ chịu lực khi lắp cột. Cốt móng phải có độ vác & đủ rộng để dễ tháo ván khuôn & thuận tiện cho việc lắp cũng như điều chỉnh tim cốt của cột. Sau khi lắp cột, các kẽ hở giữa cột & cốt được chèn bằng BT sỏi nhỏ với mác không nhỏ hơn 200.

b) Tính toán móng đơn chịu nén đúng tâm:

- Kích thước đáy móng & độ sâu chôn móng được xác định từ điều kiện biến dạng & biến dạng của đất nền kết hợp với các điều kiện cụ thể của nơi xây dựng như sau:

$$\sigma_c \leq R;$$

$$S \leq S_{gh}$$

$$i \leq i_{gh};$$

+ Trong đó: σ_c là ứng suất dưới đế móng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

R là cường độ của đất dưới đáy móng.

S là độ lún tuyệt đối của móng dưới tác dụng của tải trọng tiêu chuẩn.

S_{gh} là độ lún giới hạn của móng do tiêu chuẩn thiết kế.

i là độ lún lệch tương đối giữa hai móng.

i_{gh} là độ lún lệch tương đối giới hạn do TC thiết kế nền móng qui định.

* Chọn chiều sâu chôn móng phải kể đến các điều kiện sau:

- Điều kiện địa chất & địa chất thủy văn cần tuân theo những qui tắc sau:
+ Chọn lớp đất chịu lực của nền phụ thuộc vào vị trí các lớp đất, trạng thái vật lí, phương pháp xây dựng móng, trị số độ lún giới hạn & sự ổn định của nền.

+ Phải chôn móng vào lớp đất chịu lực 10-50cm.

- Không nên để dưới đáy móng có 1 lớp đất mỏng nếu tính nén lún của lớp đó phải lớn hơn nhiều so với lớp phía dưới.

- Đặt móng cao hơn mực nước ngầm để giữ nguyên kết cấu của đất & không tháo nước. Độ sâu chôn móng thấp hơn mực nước ngầm để giữ nguyên kết cấu trong nền.

- Những đặt tính khí hậu như khả năng đất bị nở trời khi độ ẩm tăng hay bị lún.

- Khi đất đồng nhất thì cơ sở kinh tế-kỹ thuật cho phép tăng chiều sâu chôn móng nhằm giảm diện tích đáy móng.

- Đặc điểm của nhà & công trình: Nhà có tầng hầm, có đường liên lạc ngầm, đường ống, móng của các nhà bên cạnh

- Chọn chiều sâu chôn móng ngang với móng chính của nhà lân cận, chỉ đặt cao hơn khi đảm bảo giữ được kết cấu của đất nằm trên chiều sâu chôn móng cũ & cũng không được thấp hơn nếu không có biện pháp ngăn ngừa độ lún với điều kiện:

$$tg\alpha \leq tg\alpha_1 + \frac{c_1}{p_1};$$

+ Trong đó: α ; góc tạo bởi đường nằm ngang qua đáy hố móng mới & đoạn thẳng nối mép đáy hố móng sâu với mép gần nhất của đáy móng nông.

$\varphi_1; C_1$; trị số tính toán của góc ma sát trong & lực dính đơn vị của đất.

P_1 áp lực tính toán do đáy móng nông hơn tác dụng xuống nền.

- Tùy theo phương pháp thi công móng mà kết cấu của đất nền bị phá hoại đến mức độ nào đó. Nếu phương pháp thi công không đảm bảo giữ nguyên đất nền thì lấy chiều sâu móng tối thiểu cho phép & diện tích đáy móng lấy trị số lớn nhất.

* Xác định áp lực tiêu chuẩn theo kích thước của móng & các đặt trung cường độ của đất: được xác định theo công thức:

$$R^{tc} = m[(A.b - B.h)\gamma_0 + D.c^{tc}];$$

+ Trong đó: m: Hệ số điều kiện làm việc. Khi nước ngầm cao hơn đáy móng:

- Cát bụi $m=0,5$; - cát nhỏ $m=0,8$; - các trường hợp khác $m=1$.

A; B; D hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào góc ma sát trong TC của đất.

b chiều rộng của móng.

h chiều sâu chôn móng tính từ mặt đất thiên nhiên.

* Xác định chiều cao H của móng:

Chiều cao tối thiểu của móng có để hình chữ nhật không có cốt thép ngang chịu lực cắt được xác định từ điều kiện chống đâm thủng. Mẫbtj trượt có dạng hình tháp xuất phát từ chân cột nghiêng 1 góc 45^0 xuống đến đáy móng. Điều kiện như sau:

$$P \leq 0,75R_k b_{tb} h_0 ;$$

+ Trong đó: R_k cường độ chịu kéo tính toán của BT.

h_0 chiều cao làm việc của móng.

b_{tb} giá trị trung bình số học của chu vi phía trên & phía dưới của góc đâm thủng.

$$b_{tb} = 2(h_c + b_c + 2h_0);$$

P lực đâm thủng xác định theo tính toán.

Nếu gọi N là lực dọc ở tiết diện chân cột ta có: $P = N - F_{dt} \cdot P_d ;$

+ Trong đó: F_{dt} diện tích đáy của góc đâm thủng:
 $F_{dt} = (h_c + 2h_0)(b_c + 2h_0); (m^2)$

$$P_d = \frac{N}{F_M};$$

P_d áp lực dưới đế móng do tải trọng tính toán gây ra:(KN)

- Chiều cao của bậc dưới cùng được xác định bởi điều kiện: $P_d \cdot c \leq 0,8.R_k \cdot h_{0l};$

c độ vượn của bậc dưới $c = 0,5(a - h_c) - h_0 ;$

p_d áp lực dưới đáy móng

h_{0l} chiều cao có ích của bậc dưới.

* Xác định diện tích cốt thép đáy móng:

- Móng chịu phản lực đất từ dưới lên. Khi tính cốt thép đáy móng người ta xem móng làm việc như bản côn sơn bị ngàm. Cần tính cốt thép cho cả hai phương theo hai cạnh của móng.

c) Tính toán móng đơn chịu tải trọng lệch tâm:

- Kích thước đáy móng & độ sâu chôn móng cũng được xác định từ điều kiện cường độ & biến dạng của đất nền giống như đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm.

- Khi chịu tải trọng lệch tâm cạnh dài của móng nằm theo phương tác dụng của mô men & biểu đồ phản lực dưới đế móng được xem như phân bố hình thang hoặc hình tam giác mà phản lực lớn nhất ở mép móng không được vượt quá $0,2R$ là $\sigma \leq 1,2R$.

$$\sigma_{tb} = \frac{N}{F} \leq R ;$$

- Phản lực trung bình của đất phải đảm bảo điều kiện:

- Mức độ phân bố không đều của phản lực nền yêu cầu khác nhau tùy thuộc vào tính chất của kết cấu phần trên.

- Việc tính toán cường độ của móng đơn chịu nén lệch tâm gồm có:

+ Xác định kích thước thân móng giống móng chịu nén đúng tâm.

+ Xác định diện tích cốt thép đặt theo hai phương của đế móng cũng như đối với móng chịu nén đúng tâm nhưng phải thay $P_d = P_{tb}$.

+ Ví dụ đối với móng ở hình vẽ cốt thép F_{Al} được tính như sau:

$$p_{1tb} = \frac{p_{\max} + p_1}{2} ;$$

Cốt thép F_{A2} tính như sau: $p_{2tb} = \frac{p_{\max} + p_2}{2} ;$

Cốt thép theo phương cạnh b được tính: $p_{btb} = \frac{p_{\max} + p_{\min}}{2} ;$

+ Cốt thép ở các tiết diện phải có hàm lượng lớn hơn hàm lượng tối thiểu.

2. Móng băng dưới tường chịu lực:

- Nếu xem tường chịu lực có độ cứng lớn trong mặt phẳng của nó thì móng băng dưới tường chịu lực chỉ làm việc theo phương ngang như một côn sơn mà tiết diện ngang có thể xem là mép tường.

- Cốt thép chịu lực là cốt đặt theo phương ngang, cốt đặt theo phương dọc móng là cốt phân bố. Nếu kể đến sự lún không đều của móng theo phương dọc tường cũng như khu vực có khoét lỗ cửa thì cốt thép đặt theo phương dọc sẽ phải chịu lực. Cho nên khi đất có biến dạng phức tạp người ta cấu tạo thêm sườn & đặt cốt dọc trong sườn.

- Móng băng có thể có tiết diện bản móng hình chữ nhật khi bề rộng móng không lớn. Tiết diện hợp lý là hai mác dốc vì nó phù hợp với biểu đồ mô men và lực cắt, do đó tiết kiệm vật liệu. Chiều cao mép ngoài của móng $h_n > 200\text{mm}$.

- Chiều cao h của móng băng được xác định từ điều kiện không phải đặt cốt thép ngang để chịu cắt, nghĩa là phải thỏa mãn điều kiện.