

## CHƯƠNG VI: CẤU KIỆN TỔ HỢP

### §1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CẤU KIỆN TỔ HỢP

#### 1.1 Khái niệm cấu kiện tổ hợp (CKTH)

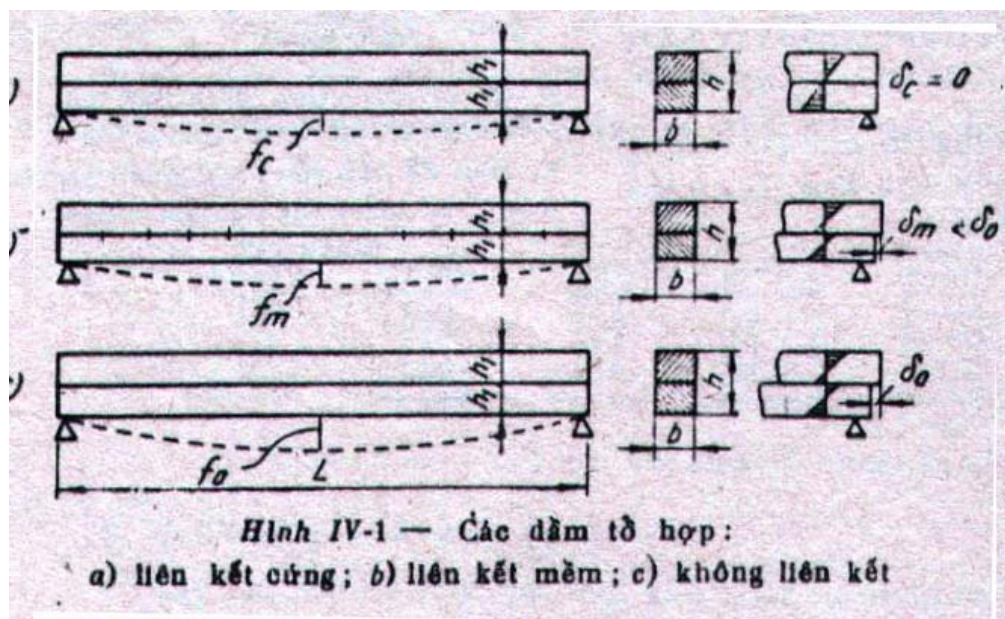
- Cấu kiện tổ hợp là cấu kiện do những thanh gỗ nguyên ghép lại với nhau (bằng liên kết chêm, chốt, keo dán ..) để có tiết diện lớn, khắc phục kích thước thiên nhiên hạn chế.

- Được dùng rộng rãi trong xây dựng: Cấu kiện chịu uốn (dầm), chịu nén (các thanh dàn), chịu nén-uốn (cột chịu nén lệch tâm, vòm, các thanh cánh dàn chịu tải cục bộ).

#### 1.2. Sự làm việc:

##### 1. Cấu kiện tổ hợp chịu uốn:

- Khảo sát dầm tổ hợp từ hai thanh gỗ hộp có cùng chiều dài, cùng tiết diện ngang và cùng chịu tải trọng như nhau:



- Dầm liên kết cứng (liên kết dán): Làm việc như dầm tiết diện nguyên, chiều cao gấp đôi.

- Dầm không liên kết: Làm việc như 2 dầm độc lập, có sự trượt tương đối giữa 2 dầm.

- Dầm liên kết mềm (liên kết chốt, chêm,...): Làm việc trung gian giữa hai loại trên.

- Nhận xét:  $f = f_c < f_m < f_o$ .

$$+ \max \sigma = \max \sigma_c < \max \sigma_m < \max \sigma_o.$$

$$+ J = J_c > J_m > J_o.$$

$$+ W = W_c > W_m > W_o.$$

$c, m, o$  là các chỉ số biểu thị tính chất các dầm liên kết cứng, liên kết mềm và không liên kết.

Do đó, khi tính cấu kiện tổ hợp liên kết mềm phải nhân thêm hệ số điều chỉnh:

$$+ J_m = (f_c/f_m)J_c = k_j J_c = k_j J. \quad (4.1)$$

$$+ W_m = (\max \sigma_c / \max \sigma_m)W_c = k_w W_c = k_w W. \quad (4.2)$$

$k_j, k_w (< 1)$  tra theo qui phạm.

## 2. Cấu kiện tổ hợp chịu nén và nén uốn:

- Khi chịu nén hay nén uốn, cấu kiện tổ hợp liên kết mềm cũng có khả năng làm việc trung gian giữa cấu kiện không liên kết và cấu kiện nguyên (cấu kiện liên kết cứng). Và khi tính toán, ta cũng dùng các hệ số  $k_i$  và  $k_w$  để đổi sang các cấu kiện nguyên.

- Độ mảnh  $\lambda_m$  của cấu kiện tổ hợp được suy ra từ độ mảnh  $\lambda_c$  của cấu kiện nguyên:

$$\lambda_m = \lambda_{td} = \frac{l_o}{\sqrt{J_m/F}} = \frac{l_o}{\sqrt{k_i} \sqrt{J_m/F}} = \frac{1}{\sqrt{k_i}} \lambda_c \quad (4.3)$$

- Nhận xét :

+ Cấu kiện tổ hợp liên kết dán làm việc như cấu kiện nguyên là CKTH liên kết cứng

+ Cấu kiện tổ hợp liên kết chêm hay chốt làm việc yếu hơn vì liên kết có biến dạng và gọi là CKTH liên kết mềm

+ Khi tính cấu kiện tổ hợp liên kết mềm thì tính như cấu kiện nguyên nhưng phải nhân thêm với các hệ số điều chỉnh ( Kể đến tính mềm của liên kết )

- Trường hợp thanh tổ hợp liên kết mềm chịu nén và nén uốn ta cũng dùng các hệ số  $K_j, K_w$  để đổi ra diện cấu kiện nguyên .Độ mảnh  $\lambda$  cũng đổi ra độ mảnh tương đương  $\lambda_{td}$

## §2. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN TỔ HỢP CHỊU UỐN.

### 2.1. Theo cường độ:

$$\sigma = \frac{M}{W_m} = \frac{M}{k_w W} \leq m_u R_u \quad (4.4)$$

$k_w$  : Hệ số điều chỉnh phụ thuộc loại liên kết , số lớp ghép và chiều dài nhịp  $\rightarrow$  tra bảng 2.1

### 2.2. Theo độ cứng:

$$\frac{f}{l} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] \quad (4.5)$$

Khi tính  $f$  lấy  $J_m = k_j J$  với  $k_j$  được tra bảng.

### 2.3. Tính số vật liên kết:

- Số lượng vật liên kết trên mỗi mạch ghép phụ thuộc vào lực trượt trên mạch ghép khi dầm bị uốn. Lực trượt đó trên mỗi đơn vị chiều dài của mạch ghép là:

$$T_1 = \frac{QS_{ng}}{J_{ng}} \quad (4.6)$$

$Q$ : Lực cắt ngang ở tiết diện dầm cần xét.

$S_{ng}, J_{ng}$ : Mômen tĩnh và mômen quán tính của phần tiết diện nguyên đối với trục trung hoà

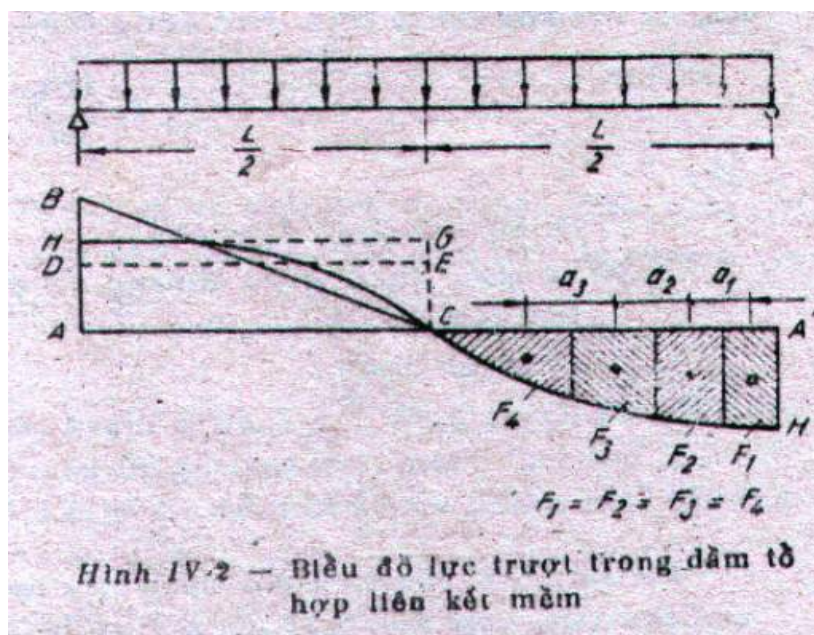
- Tổng số lực trượt trên mỗi dầm:

$$T_{1/2} = \int_0^{l/2} \frac{QS_{ng}}{J_{ng}} dx \quad (4.7)$$

Dầm đơn giản, tiết diện không đổi, chịu tải trọng phân bố đều hoặc các tải trọng đối xứng khác:

$$T_{l/2} = \frac{S_{ng}}{J_{ng}} \int_0^{l/2} Q dx = \frac{S_{ng}}{J_{ng}} M \Big|_0^{l/2} = \frac{M_{\max} S_{ng}}{J_{ng}} \quad (4.8)$$

Gọi [T] là khả năng chịu lực của một vật liên kết. Ta có:



- Bố trí sao cho các vật liên kết chịu lực đều nhau và do đó khoảng cách giữa chúng là khoảng cách trọng tâm phần diện tích bằng nhau của biểu đồ lực trượt.
- Số vật liên kết trên mỗi mạch ghép của nửa dầm là:

$$n \geq \frac{T_{l/2}}{[T]} \quad (4.9)$$

Tuy nhiên để đơn giản cho việc cấu tạo, ta tìm cách bố trí sao cho các vật liên kết cách đều nhau. Nếu lấy số vật liên kết n tính được ở (4.9) bố trí cách đều nhau, các vật liên kết ở gối tựa sẽ chịu tải quá lớn. Ta tìm công thức khác (4.9):

Dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố đều: biểu đồ lực trượt là hình chữ nhật ADEC có  $S_{(ADEC)} = S_{(ABC)} = T_{l/2}$ . (AB=2AD). Nhưng do tính mềm của liên kết, biểu đồ lực trượt có dạng đường cosin HC với AH > AD. Do đó, để các vật liên kết ở gối không bị vượt tải nhiều thì số lượng vật liên kết được tính tương ứng với diện tích hình chữ nhật AHGC trong đó AH bằng

tung độ đường cosin: Do  $S_{(AHGC)} / S_{(AHC)} = \frac{AH \times \frac{l}{2}}{AH \times \frac{l}{\pi}} \approx 1,5$ : nên số vật liên kết cần thiết là:

$$n \geq 1,5 \frac{M_{\max} S_{ng}}{J_{ng} T} \quad (4.10)$$

Với bố trí này dễ chế tạo, dùng nhiều trong kết cấu nhà cửa. Trường hợp dầm chịu tải trọng nặng như dầm cầu có cách bố trí khác.



## 2.4. Độ võng cấu tạo:

$$f_o = \frac{l \delta n_g}{2h_o}, \text{ cm.} \quad (4.11)$$

$l$ : nhịp dầm, cm.

$h_o$ : khoảng cách trục hai thanh ngoài cùng của dầm tổ hợp, cm.

$n_g$ : số mạch ghép.

$\delta$ : độ xô dịch tính toán ở mạch ghép:

Các loại chốt:  $\delta = 0,2 \text{ cm}$ ;

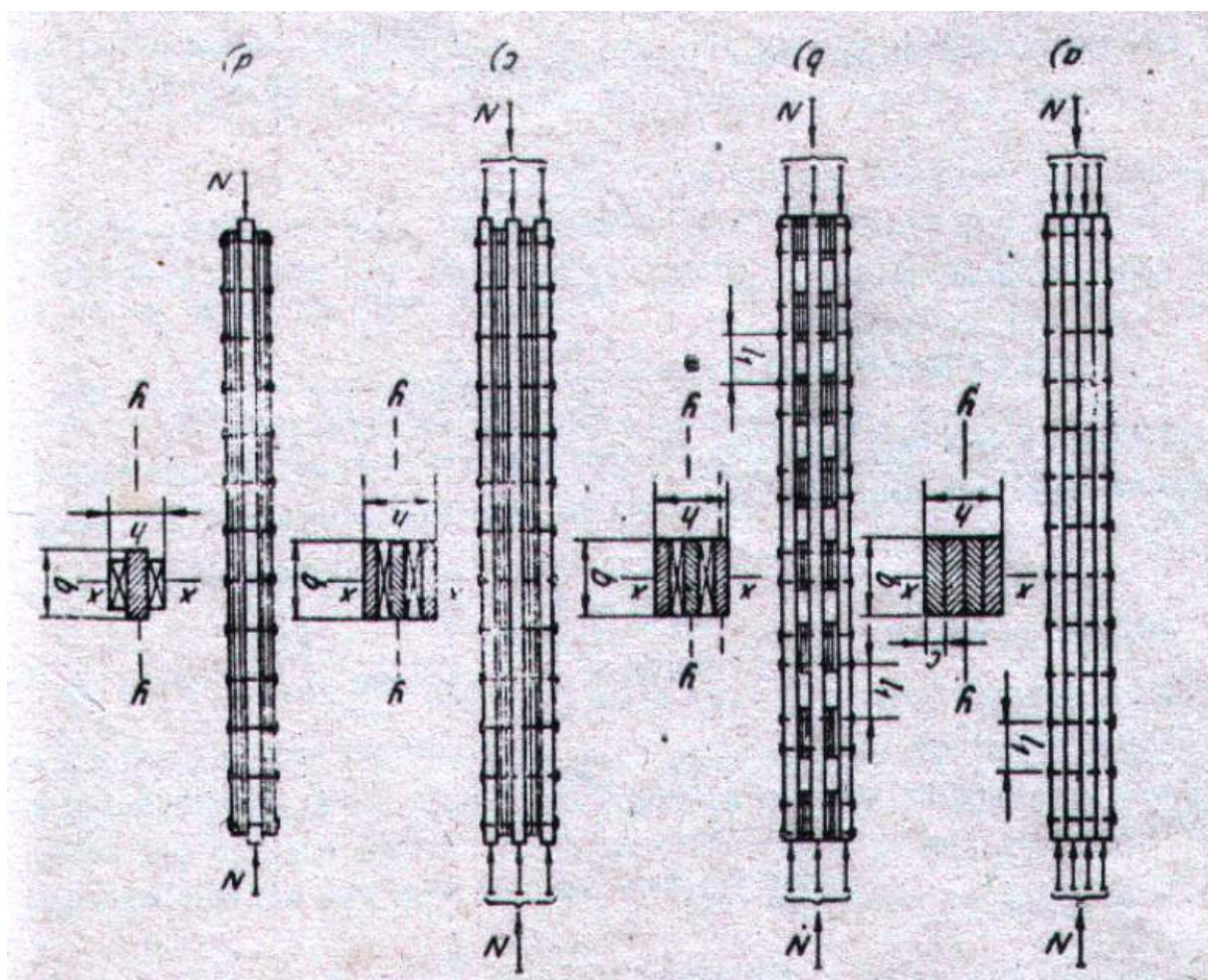
Các loại các loại chêm không có khe hở giữa các thanh ghép:  $\delta = 0,3 \text{ cm}$ .

Các loại các loại chêm có khe hở giữa các thanh ghép:  $\delta = 0,4 \text{ cm}$ .

## §3 TÍNH TOÁN CẤU KIỆN TỔ HỢP CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

CKTH chịu nén đúng tâm thường gồm:

- Thanh có tiết diện bó (h.a)
- Thanh có những miếng đệm ngắn (h.b)
- Thanh có những miếng đệm dài (h.c,d)



### 3.1 Thanh có tiết diện bó :

Cấu kiện gồm nhiều thanh dài bằng nhau, ghép sát lại và cùng tham gia chịu lực.

#### 1. Theo phương x-x: (vuông góc với mạch ghép)

- Làm việc như cấu kiện nguyên.

- Công thức kiểm tra: 
$$\sigma = \frac{N}{\varphi_x F_n} \leq R_n \quad (4.12)$$

#### 2. Theo phương y-y: (song song với mạch ghép)

- Sự làm việc chịu ảnh hưởng của tính mềm của liên kết.

- Công thức kiểm tra: 
$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y F_n} \leq R_n \quad (4.13)$$

$\varphi_y$  được xác định theo độ mảnh tính đối  $\lambda_{td}$ :

$$\lambda_{td} = \sqrt{(\mu_y \lambda_y)^2 + \lambda_1^2} \leq \frac{l_o}{\sqrt{\frac{\sum J_{1,ng}}{F_{ng}}}} \quad (4.14)$$

Độ mảnh tính đối của thanh tổ hợp không lớn hơn độ mảnh bình quân của các nhánh

$\sum J_{1,ng}$ : Tổng mômen quán tính của tiết diện nguyên của các nhánh d/v trục bản thân song song với y-y (trục 1-1).

$F_{ng}$ : Diện tích tiết diện nguyên của thanh tổ hợp.

$\lambda_y = \frac{l_o}{\sqrt{\frac{bh^3}{12}}}$  : Độ mảnh của thanh tổ hợp với trục y-y không xét đến tính mềm của liên kết.

$\lambda_1$ : Độ mảnh của riêng từng nhánh với trục bản thân 1-1 (song song với mạch ghép), tính theo chiều dài tính toán  $l_1$ :  $\lambda_1 = \frac{l_1}{\sqrt{\frac{bc^3}{12}}}$ . Khi  $l_1 < 7c$ : lấy  $\lambda_1 = 0$ .

-  $\mu_y$ : Hệ số độ mảnh tính đối của thanh tổ hợp có xét đến tính mềm của liên kết:

$$\mu_y = \sqrt{1 + k \frac{bhn_g}{l_o^2 n_c}} \quad (4.15)$$

$k$ : hệ số xét đến tính mềm của liên kết, phụ thuộc đường kính đinh hoặc chốt.

$n_g$ : số mạch ghép tính toán trong thanh tổ hợp.

$n_c$ : số mặt cắt tính toán của các vật liên kết trong mỗi mạch ghép trên chiều dài 1m của thanh tổ hợp.

- Nếu có các mạch ghép có số mặt cắt không giống nhau thì lấy trị số bình quân.

- Nếu trên mạch ghép dùng hai loại vật liên kết khác nhau thì số mặt cắt tính toán của vật liên kết ở mạch ghép được tính theo:  $n_c = n_c' + n_c''k'/k$ .

( $n_c'$ ;  $k'$ ) và ( $n_c''$ ;  $k''$ ) lần lượt là số mặt cắt và hệ số cho loại vật liên kết thứ nhất và thứ hai.

### 3.2. Thanh có những miếng đệm ngắn:

- Gồm 2 hay nhiều nhánh cách nhau bằng những miếng đệm ngắn, chỉ làm mômen quán tính toàn tiết diện thanh tăng (do đưa vật liệu ra xa TTH) chứ không tham gia chịu lực.

**1. Theo phương x-x:** (vuông góc với mạch ghép)

- Tính như thanh nguyên, không kể các miếng đệm.

**2. Theo phương y-y:** (song song với mạch ghép)

- Tính toán tương tự như đ/v thanh có tiết diện bó.

Trong đó:

- Khi tính độ mảnh tính đối  $\lambda_{td}$ , mômen quán tính và diện tích tiết diện để tính  $\lambda_y$ , không xét đến tiết diện các miếng đệm.
- Chiều dài tính toán  $l_1$  phải chọn sao cho độ mảnh của nhánh nhỏ hơn độ mảnh của toàn bộ thanh tổ hợp:  $\lambda_1 = l_1/i_1 \leq \mu_y \lambda_y \Rightarrow l_1 \leq \mu_y \lambda_y i_1$ .

**3.2. Thanh có những thanh đệm dài toàn khối:**

- Những thanh đệm này có thể đặt bên trong hoặc ốp bên trong. Những thanh đệm này chỉ làm tăng độ cứng toàn thanh, không trực tiếp chịu lực nén nhưng tham gia chịu lực uốn dọc khi thanh ngang ổn định.

**1. Theo phương x-x:** (vuông góc với mạch ghép)

- Do tính mềm của liên kết nên các miếng đệm không hoàn toàn tham gia chịu lực.

- $J_x$  được tính theo công thức gần đúng sau:  $J_x = J_{ct} + 0,5J_o$  (4.16)

$J_{ct}$  và  $J_o$  là mômen quán tính của tiết diện của các nhánh trực tiếp chịu lực và của các miếng đệm.

- Bán kính quán tính với trục x-x:  $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F_{cl}}}$

$F_{cl}$  là diện tích tiết diện các nhánh trực tiếp chịu lực.

**2. Theo phương y-y:** (song song với mạch ghép)

- Độ mảnh tính đối vẫn tính như thanh có tiết diện bó nghĩa nhưng chú ý: Khi tính mômen quán tính thì kể cả miếng đệm nhưng khi tính diện tích tiết diện thì chỉ kể các nhánh trực tiếp chịu lực.

**§4 TÍNH TOÁN CKTH CHỊU NÉN - UỐN**

**4.1 Trong mặt phẳng uốn:**

- Tính như thanh nguyên chịu nén- uốn:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} + \frac{M}{\xi W_{th}} \frac{R_n}{R_u} \leq R_n \quad (4.17)$$

Xét đến tính mềm của liên kết, ta đưa hệ số  $k_w$  vào mômen chống uốn

- Đối với thanh tổ hợp có những miếng đệm ngắn, khi chiều dài tính toán của nhánh lớn hơn 7 lần bề dày  $c$  của nó, ta phải kiểm tra thêm độ ổn định của nhánh có ứng suất lớn nhất (tức nhánh ngoài cùng) theo công thức:

$$\sigma = \frac{N}{F_{ng}} + \frac{M}{\xi W_{ng}} \leq \varphi_1 R_n \quad (4.18)$$

$\varphi_1$ : Hệ số uốn dọc của riêng nhánh ngoài cùng.

$F_{ng}$ ,  $W_{ng}$ : Diện tích và mômen chống uốn của tiết diện nguyên của thanh tổ hợp.

- Số vật liên kết  $n$  ở mạch ghép trên nửa chiều dài tính toán của thanh chịu nén- uốn phải chịu được lực trượt do mômen uốn của ngoại lực và do mômen uốn phụ của lực dọc trục sinh ra và được xác định theo công thức:

$$n \geq 1,5 \frac{MS_{ng}}{\xi J_{ng} T} \quad (4.19)$$

$T$ : khả năng chịu lực tính toán của mỗi liên kết .

- Khi  $M/W_{ng} \leq 10\% N/F_{ng}$ : tính như thanh chịu nén đúng tâm, không cần xét đến mômen uốn.

#### 4.2 Ngoài mặt phẳng uốn:

- Tính như thanh chịu nén đúng tâm ( bỏ qua mômen uốn ).