

Giáo trình Dàn thép

CHƯƠNG V DÀN THÉP

§1. KHÁI NIỆM CHUNG

_ Dàn là kết cấu rỗng, gồm nhiều thanh (thường là thanh thẳng) liên kết với nhau tại nút dàn thông qua bản mắt bằng đ傘ng hàn hoặc đinh tán. ([xem H. 5-1](#))

_ Dàn gồm : thanh cánh trên, thanh cánh dưới, thanh bụng = thanh đứng + thanh xiên. Mắt dàn được coi là khớp.

_ Nội lực trong thanh dàn chủ yếu là lực dọc (nén hoặc kéo đúng tâm). Cùng chịu tải trọng, nhịp như nhau thì dàn có trọng lượng nhẹ hơn dầm.

_ Do ghép lại nhiều thanh nên dàn có biến dạng lớn hơn dầm, để biến dạng như nhau thì dàn phải có chiều cao lớn hơn dầm tương ứng.

1.1 Phân loại

_ *Theo công dụng* : trong XDDD & CN làm vì kèo mái, dàn đỡ sàn nhà, sàn công tác, dàn đỡ cầu chạy, dàn đỡ vì kèo; trong GTVT làm cầu, cần trục; trong thủy lợi làm cửa van, cửa đập; trong CN điện và vô tuyến điện làm cột tải điện, tháp phát sóng; trong CN dò địa chất làm dàn khoan (đất liền và trên biển).

_ *Sơ đồ kết cấu* : dàn đơn giản, dàn liên tục nhịp, dàn mút thừa, dàn dạng vòm, dạng khung, dạng tháp, dạng liên hợp (gồm dầm cứng + hệ thanh mềm). ([xem H. 5-2](#))

_ *Theo khả năng chịu lực* : chia làm 3 loại :

- dàn nhẹ: chịu tải trọng nhỏ, nhịp nhỏ, thanh cấu tạo bằng một thép góc, thép tròn hoặc thép ống.
- dàn thường : hay dùng, các thanh là hai thép góc, bản mắt kẹp giữa.
- dàn nặng : có nhịp và tải trọng rất lớn, thanh cấu tạo bằng hai thép U, I hoặc hộp, nội lực có thể đến 3 000 ~ 4 000 kN.

1.2 Hình dạng

Dạng bên ngoài của dàn rất đa dạng ([xem H. 5-3](#)), khi chọn :

- phù hợp yêu cầu sử dụng: kiến trúc, thoát nước mái, vật liệu lợp.
- cách bố trí cửa trờ.
- liên kết dàn – cột.

a. Dàn tam giác

_ chỉ liên kết khớp với cột, độ cứng ngoài mp không lớn do giữa dàn quá cao làm tăng độ mảnh của thanh bụng, lãng phí không gian.

_ dùng vật liệu lợp có yêu cầu độ dốc lớn (mái ngói, fibrô xm).

_ dàn mái răng cưa : thích hợp nm cần ánh sánh nhiều (nm dệt, nm cơ khí chính xác).

b. Dàn hình thang

_ có thể liên cứng / khớp với cột tạo khung ngang cứng chịu được tải trọng ngang lớn mà biến hình ngang nhỏ.

_ dùng vật liệu lợp không cần có độ dốc lớn (tôn, tấm panen BTCT).

_ phổ biến làm vì kèo nhà nhịp lớn, nhà công nghiệp có cầu trục.

c. Dàn đa giác

_ hợp lý khi nhịp lớn, chịu tải trọng nặng vì dàn có dạng gần giống biễu đồ (M), tiết kiệm được kim loại.

_ thanh cánh trên bị gãy khúc hay phải uốn cong nên gia công phức tạp.

d. Dàn có cánh song song

_ gia công đơn giản do thanh bụng và các mắt giống nhau (thường làm cầu, hệ giằng).

1.3 Hệ thanh bụng dàn

Hệ thanh bụng bố trí cần thỏa mãn :

- cấu tạo nút đơn giản, nhiều nút giống nhau.
- tổng chiều dài thanh bụng nhỏ.
- góc hợp thành giữa thanh cánh – thanh bụng không quá nhỏ ($35^\circ \sim 55^\circ$).
- không nên để thanh cánh bị uốn曲折 do lực tập trung đặt ngoài nút.

a. Hệ thanh bụng tam giác

_ Trong dàn hình thang và dàn có cánh song song, dàn hệ thanh bụng tam giác là hợp lý nhất do tổng chiều dài của hệ thanh bụng ngắn nhất.

_ Mắt ít nhất và tải trọng truyền đến gối tựa ngắn nhất.

_ Để giảm bớt chiều dài tính toán và tránh uốn曲折 thanh cánh trên chịu nép khi xà gồ đặt không đúng mắt cần thêm các thanh đứng. Trường hợp có trần treo vào cánh dưới dàn cũng cần thêm các thanh đứng.

_ Hệ thanh bụng tam giác trung dàn tam giác có chiều dài thanh nép lớn (th. xiên xuống).

b. Hệ thanh bụng xiên

_ Thanh cùng loại (xiên / đứng) thì cùng một nội lực.

_ Chiều thanh bụng xiên chọn sao cho thanh xiên dài chịu kéo còn thanh đứng ngắn chịu nén (trong dàn tam giác là thanh xiên hướng lên, dàn có cánh song song là thanh xiên hướng xuống).

_ Hệ thanh bụng xiên dùng khi chiều cao dàn nhỏ và tải trọng đứng tác dụng vào mắt dàn lớn.

_ Tổng chiều dài các thanh bụng lớn hơn tổng chiều dài các thanh bụng trong hệ tam giác dẫn (tổn công chế tạo, kim loại hơn) nhưng cấu tạo nút hợp lý.

_ Đường truyền tải trọng từ mắt vào gối tựa dài hơn.

c. **Hệ thanh bụng phân nhỏ**

_ Dùng khi dàn có chiều cao lớn (khoảng 4~5m) để giảm chiều dài tính toán thanh bụng, góc của thanh xiên khoảng $35\text{--}45^0$.

_ Khi tải trọng lớn, các khoang mắt rộng xà gồ không đặt đúng mắt làm thanh cánh trên chịu momen uốn cục bộ cần làm dàn phân nhỏ.

_ Dùng cho tháp cao, giảm trọng lượng kết cấu.

_ Trong dàn tam giác nhịp lớn, phần giữa dàn rất cao, thanh bụng dài tổn rất nhiều kim loại, nếu dùng dàn phân nhỏ và nâng thanh cánh dưới lên cao hơn gối tựa thì có thể khắc phục được nhược điểm này.

d. **Hệ thanh bụng đặc biệt**

_ Hệ thanh bụng chữ thập (gồm hai thanh xiên chéo nhau) dùng khi tải trọng đổi chiều hoặc khi yêu cầu độ cứng cao như trong cầu, tháp, trụ cao, hệ giằng trong nhà công nghiệp, nhà cao tầng. Là dàn siêu tĩnh, mỗi khoang mắt tăng thêm một thanh bụng làm tăng một bậc siêu tĩnh. Để đơn giản khi tính toán thường bỏ các thanh nén, chỉ kể đến các thanh kéo, cho rằng các thanh nén vì có độ mảnh lớn nên không chịu nén sẽ bị mất ổn định và không chịu lực được nữa.

_ Hệ thanh bụng quả trám và hệ thanh bụng chữ K khi có lực ngang lớn, dùng trong cầu, tháp, trụ cao, mục đích là giảm chiều dài tính toán các thanh.

1.4 Các kích thước chính của dàn

1) *Nhịp dàn L_d*

Nhịp dàn (hay chiều dài dàn) xác định dựa trên cơ sở kiến trúc, mục đích sử dụng và bố trí kết cấu.

Khi dàn mái tựa tự do (liên kết khớp) lên cột. Khoảng cách giữa hai tâm gối tựa là nhịp của dàn và được xác định : $L_d = L_0 + a / 2$ (L_0 : khoảng cách thông thủy giữa hai cột, a : chiều

rộng gối tựa). Khi dàn nhiều nhịp, nhịp giữa sê có $L_d = L_0 + a$. Khi dàn liên kết cứng vào cột (thường liên kết vào má cột thép), thì : $L_d = L_0$.

2) Chiều cao dàn h_d

_ Dàn tam giác : chiều cao dàn phụ thuộc vào vật liệu lợp, với $i\% = (5 \sim 20)$ khi lợp tôn sóng kim loại, $i\% = (25 \sim 35)$ khi lợp tôn sóng fibro xi-măng, $i\% = (60 \sim 100)$ khi lợp mái ngói.

_ Dàn cánh song song hoặc dàn hình thang : $h_d = (1/7 \sim 1/9) L_d$. Chiều cao dồn dàn hình thang phụ thuộc vào chiều cao giữa dàn và độ dốc mái.

3) Khoảng cách nút dàn

_ Là khoang măt của cánh trên phụ thuộc vào vị trí đặt tải trọng (thường là vị trí đặt xà gồ), góc nghiêng của hệ thanh bụng, phụ thuộc vào khả năng chịu lực (độ dày tấm lợp, dạng sóng) hoặc độ vồng của vật liệu lợp. Nếu

_ Khoang măt cánh dưới phụ thuộc vào khoang măt cánh trên.

4) Bước dàn

_ Là khoảng cách giữa các dàn phụ thuộc vào yêu cầu kiến trúc, dây chuyền công nghệ, giá thành.

1.5. Hệ giằng dọc

_ Dàn là loại kết cấu mỏng (có kích thước cao và nhỏ) nên dễ măt ổn định theo phương ngoài mặt phẳng dàn. Vì dàn chỉ được cố định ở hai đầu, nên chiều dài tính toán của thanh cánh trên lấy gần đúng bằng nhịp của dàn.

Để bảo đảm sự làm việc giữa các dàn cần bố trí hệ giằng ([xem H. 5-4](#)) có tác dụng liên kết các dàn lại với nhau, bảo đảm sự làm việc không gian giữa chúng, làm giảm chiều dài tính toán của cánh trên chịu nén. Chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng của thanh cánh sê là khoảng cách giữa hai điểm cố kết của hệ giằng, chính là vị trí liên kết hệ giằng với dàn (hoặc vị trí liên kết xà gồ thép với dàn).

_ Hệ giằng các dàn thường bố trí ở hai đầu hồi, gian giữa nhà.

Hệ giằng cánh trên nằm trong mặt phẳng thanh cánh trên, gồm các thanh chéo chữ thập,. Nhiệm vụ : đảm bảo ổn định cho thanh cánh trên, tạo các điểm cố kết không chuyển vị theo phương ngoài mặt phẳng của dàn, thường bố trí hai gian đầu hồi của nhà hay của một khối nhiệt độ và các gian phía trong sao cho khoảng cách các gian được bố trí giằng cánh trên không quá 60m.

Hệ giằng cánh dưới nằm trong mặt phẳng thanh cánh dưới, được bố trí tại gian có hệ giằng cánh trên. Nhiệm vụ : cùng với hệ giằng cánh trên tạo nên khối cứng bất biến hình và cũng tạo các điểm cố kết không chuyển vị theo phương ngoài mặt phẳng của dàn.

Hệ giằng đứng bố trí tại mp thanh đứng giữa dàn và hai đầu dàn, cùng gian có hệ giằng cánh trên và giằng cánh dưới. Nhiệm vụ : cùng với hệ giằng cánh trên, giằng cánh dưới tạo nên khối cứng không gian bất biến hình ; cố định và ổn định khi dựng lắp dàn

_ Trên thực tế không bao giờ được phép cho dàn làm việc đơn độc mà phải có ít nhất hai dàn phẳng liên kết lại với nhau bằng hệ giằng tạo thành kết cấu không gian, cùng nhau chịu lực. (*Hệ giằng của mái nhà công nghiệp sẽ trình bày trong KCT II*).

1.6. Khái niệm về độ võng xây dựng

Trong dàn có nhịp lớn, dàn có độ võng giữa dàn rất lớn. Để khử độ võng giữa dàn, khi chế tạo làm dàn có độ võng ngược bằng độ võng ở giữa dàn khi chịu tải trọng tiêu chuẩn (tĩnh tải + $\frac{1}{2}$ hoạt tải) hoặc có thể lấy bằng ($L/400$). Độ võng ngược gọi là độ võng xây dựng hay độ võng cấu tạo (*xem H. 5-5*).

§2. TÍNH TOÁN DÀN

2.1. Các giả thiết tính toán dàn

- Trục các thang dàn đồng qui tại nút (mắt) dàn.
- Tải trọng qui về đặt tại nút dàn.
- Các nút dàn là khớp.
- Tiết diện ngang thanh dàn phải đối xứng qua mặt phẳng dàn.

Với các giả thiết trên thì nội lực trong các thanh dàn chỉ có lực dọc (kéo đúng tâm hoặc nén đúng tâm).

2.2. Tải trọng tác dụng lên dàn

Bao gồm hai tải trọng chính :

- **Tải trọng thường xuyên (Tĩnh tải mái)** : gồm trọng lượng bản thân các vật liệu trong phạm vi mái như : vật liệu tấm lợp, lớp chống thấm, lớp cách nhiệt, xà gồ, kết cấu mái (dàn, hệ giằng mái), cửa mái, trần treo, thiết bị treo,
- **Tải trọng tạm thời (Hoạt tải mái)** : tra theo *Bảng 4.2 TCVN 2737-95*, gồm trọng lượng người và thiết bị thi công hoặc sửa chữa mái, tải trọng gió, cần trục treo (nếu có), ...

Tải trọng tính toán qui về thành lực tập trung tại nút k ([xem H. 5-6](#)) được xác định theo :

_ Do tĩnh tải :

$$G_k = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{m,i} g_{n,i}}{\cos \alpha} \right) A_k + \sum_{j=1}^r \gamma_{m,j} G_{n,j}$$

_ Do hoạt tải mái : $P_k = \gamma_p p_m A_k / \cos \alpha$

_ Do hoạt tải gió : $W_k = \gamma_w w_o A_w C_H C_K$

trong đó :

$\gamma_{m,i}$ và $g_{n,i}$ _ hệ số độ tin cậy và trọng lượng bản thân tiêu chuẩn (phân bố theo diện tích) của vật liệu lợp mái thứ i.

$\gamma_{m,j}$ và $G_{n,j}$ _ hệ số độ tin cậy và trọng lượng bản thân tập trung của cấu kiện j tại nút k.

α _ góc nghiêng của mái so với mặt nằm ngang

n _ số lớp vật liệu lợp mái

r _ số cấu kiện trong phạm vi mái

γ_p và p_m _ hệ số độ tin cậy (= 1.3) và hoạt tải tiêu chuẩn của mái (để thi công, sửa chữa)

A_k _ diện tích truyền tải vào nút k theo mặt bằng :

$$A_k = (B_{tr} + B_s) / 2 \times (d_t + d_p) / 2$$

B_{tr}, B_s _ bước cột phía trước và phía sau dàn đang tính (chứa nút k).

d_t, d_p _ khoảng cách nút dàn bên trái và bên phải nút k theo phương nhíp dàn

γ_w và w_o _ hệ số độ tin cậy (= 1.2) và hoạt tải tiêu chuẩn của gió

A_w _ diện tích đón gió tại nút k trong mặt phẳng đứng vuông góc với dàn :

$$A_w = (B_{tr} + B_s) / 2 \times (h_t + h_p) / 2$$

h_t, h_p _ hình chiếu khoảng cách nút dàn bên trái và bên phải nút k theo mặt phẳng đứng vuông góc với dàn (vuông góc với phương truyền tải trọng gió)

2.3. Tính toán xà gồ mái

Thường dùng xà gồ thép cán nguội, bụng đặc, có mặt cắt ngang dạng chữ C hoặc Z cao 100~250mm, với chiều dày 1.5~2.5mm.

Xà gồ đặt theo độ dốc ([xem H. 5-7](#)) của mái nên làm việc như kết cấu dầm đơn giản hoặc dầm liên tục chịu uốn xiên do tải trọng phân đều.

Tải trọng tiêu chuẩn tác động lên xà gồ tính như sau :

$$q_0 = (g_{m,i} + p_m) b_x / \cos\alpha + g_{xg} \quad (V.10)$$

Tải trọng tính toán tác động lên xà gồ tính như sau :

$$q = (\gamma_{m,i} g_{m,i} + \gamma_p p_m) b_x / \cos\alpha + \gamma_{xg} g_{xg} \quad (V.10)$$

trong đó :

γ_{xg} và g_{xg} – hệ số độ tin cậy và trọng lượng bản thân tiêu chuẩn của xà gồ (phân bố đều)

b_x – khoảng cách giữa các xà gồ, tùy thuộc vào khả năng chịu lực tấm lợp.

g_{xg} – trọng lượng bản thân của xà gồ, tính theo m dài

Tải trọng đứng q phân phối đều trên xà gồ phân ra 02 thành phần :

$q_x = q \sin\alpha$ tác dụng theo phương $x - x$ (song song với thanh cánh trên)

$q_y = q \cos\alpha$ tác dụng theo phương $y - y$ (vuông góc với thanh cánh trên)

q_x, q_y sinh ra momen uốn theo hai phương M_x, M_y xác định như sau :

$$M_x = q_y L_x^2 / 8 = q \cos\alpha L_x^2 / 8 \quad \text{và} \quad M_y = q_x L_y^2 / 8 = q \sin\alpha L_y^2 / 8$$

- Kiểm tra bzeń của xà gồ :

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = M_x / W_x + M_y / W_y \leq f \gamma_c \quad (V.12)$$

- Kiểm tra độ võng của xà gồ : $\Delta / L_x \leq [\Delta / L_x]$ với $\Delta = \sqrt{(\Delta_x^2 + \Delta_y^2)}$

$$\text{với } \Delta_x = 5 q_{0y} L_x^4 / (384 E I_y) \quad \text{và} \quad \Delta_y = 5 q_{0x} L_y^4 / (384 E I_x)$$

2.4. Xác định nội lực trong thanh dàn

Tiến hành xác định nội lực thanh dàn cho các trường hợp đặt tải trọng sau :

- Tính tải mái phân bố trên suốt nhịp dàn.
- Hoạt tải mái phân bố trên suốt nhịp dàn.
- Hoạt tải mái phân bố trên nửa nhịp bên trái dàn và nửa nhịp bên phải dàn.

bằng các phương pháp cơ học kết cấu hoặc bằng các chương trình máy tính.

Khi có tải trọng tập trung đặt ngoài nút dàn, chẳng hạn cánh trên thì ngoài lực dọc, thanh cánh còn chịu uốn cục bộ với momen xác định gần đúng theo sơ đồ dầm đơn giản:

$$M_{cb} = \psi Q_c d / 4$$

trong đó :

ψ – hệ số kể đến tính liên tục của thanh cánh, $\psi = 1$ đối với khoang đầu dàn; $\psi = 0.9$ đối với khoang bên trong.

Q_c – lực tập trung đặt ngoài nút dàn

d – khoảng cách giữa hai nút

Có thể không tính momen uốn cục bộ như trên bằng cách sử dụng hệ dàn phân nhỏ tại thanh bụng.

2.5. Chiều dài tính toán và độ mảnh giới hạn của thanh dàn

Thanh nén của dàn làm việc như cấu kiện chịu néng đúng tâm, do vậy chiều dài tính toán là nhân tố ảnh hưởng lớn đến khả năng chịu lực của nó ([xem H. 5-8](#)). Thực tế, nút dàn có độ cứng nhất định, không phải là khớp lý tưởng như giả thiết. Khi một thanh chịu néng nào đó liên kết tại nút mất ổn định (bị cong) làm nút quay dần đến các thanh néng khác đồng qui tại nút cong theo. Các thanh kéo liên kết tại nút này có xu hướng bị kéo dài ra làm cản trở sự xoay này. Nút càng có nhiều thanh kéo liên kết thì sự chống xoay càng lớn. Do vậy qui ước : nút có nhiều thanh néng hơn thanh kéo thì nút dễ xoay và xem là khớp và ngược lại nút có nhiều thanh kéo hơn thanh néng thì nút khó xoay và xem là ngàm đòn hồi.

Dựa vào phân tích trên, **chiều dài tính toán trong mặt phẳng dàn** của các thanh và hệ giằng xem [Bảng 17 _ TCXDVN 338 : 2005](#), như sau :

- Thanh cánh trên : $l_{ox} = l (\mu = 1)$
- Thanh cánh dưới : $l_{ox} = l (\mu = 1)$
- Thanh xiên đầu dàn : $l_{ox} = l (\mu = 1)$
- Thanh bụng còn lại : $l_{ox} = 0.8l (\mu = 0.8)$

trong đó : l _ khoảng cách hai tim nút ở hai đầu thanh, còn gọi là chiều dài hình học của thanh.

Nếu dàn có thanh bụng phân nhỏ, chiều dài tính toán trong dàn phẳng của các thanh bụng có nút dàn phân nhỏ lấy bằng khoảng cách nút dàn ở thanh khảo sát đó.

Chiều dài tính toán theo phương ngoài mặt phẳng dàn :

- Thanh bụng lấy bằng chiều dài hình học của thanh bụng.
- Thanh cánh trên lấy bằng khoảng cách giữa hai điểm cố định không cho cánh trên biến dạng ra ngoài mặt phẳng dàn (có thể là hệ giằng hoặc xà gồ liên kết chặt với cánh trên). Nếu thanh nằm trong phạm vi giữa hai điểm cố kết mà có hai trị số N_1 và N_2 ($N_1 > N_2$) thì :

$$l_y = (0.75 + 0.25 N_2 / N_1) l_1 \quad (l_1 \text{ _ khoảng cách giữa hai điểm cố kết})$$

Để tránh thanh dàn bị phá hoại do tác dụng cầu trọng lượng bản thân và sự rung động khi vận chuyển và dựng lắp, **độ mảnh giới hạn** [λ] của các loại thanh dàn qui định theo [Bảng 25 & Bảng 26 _ TCXDVN 338 : 2005](#).

2.6. Tiết diện thanh dàn

Tiết diện thanh dàn có thể là thép góc L, thép T, [, I, thép ống và thép dập nguội ghép lại theo nhiều hình dạng khác nhau. Thường dùng nhất là thanh dàn làm bằng thép góc. Loại này có ưu điểm là nhiều cỡ với diện tích tiết diện khác nhau, phù hợp với nhiều trị số nội lực, các mắt cầu tạo đơn giản, tốn ít công chế tạo.

Thanh dàn dùng một thép góc có thể giảm công chế tạo khoảng 30~40%. Thanh dàn một thép góc chống rỉ tốt vì dễ sơn và dễ kiểm tra trong quá trình sử dụng. Loại này có thiếu sót là không có trực đối xứng nằm trong mặt phẳng dàn và các thanh bị lệch tâm với mặt phẳng dàn nên dễ sinh ra xoắn.

Hay dùng nhất là loại thanh dàn **hai thép góc ghép với nhau** có mặt phẳng phía trên để liên kết với xà gồ hoặc tấm lợp cỡ lớn, hoặc là thép theo hình chữ thập để có hai trực đối xứng.

2.7. Tiết diện hợp lý của thanh dàn

Thanh dàn chịu kéo hoặc nén đúng tâm nên sự làm việc hợp lý khi $\lambda_x = \lambda_y$. Dàn thường, tiết diện thanh là 2 thép góc (đều hoặc không đều cạnh) ghép lại. Ba loại ([xem H. 5-9](#)) có bán kính quán tính theo hai phương $i_x \sim 0.3h$ và $i_y \sim 0.2b$.

- Loại dùng hai thép góc đều cạnh có $i_y = 0.2b$ mà $b = 2h$ nên $i_y = 0.4h = 1.33 i_x$. Để có độ ổn định theo hai phương x – x và y – y giống nhau, loại hai thép góc cạnh này dùng hợp lý cho các thanh bụng dàn có $L_{oy} = 1.25 L_{ox}$, có thể làm thanh cánh trên của dàn.
- Loại dùng hai thép góc không đều cạnh ghép cạnh ngắn có $b = 3h$ và do vậy $i_y = 0.2b = 0.6h = 2i_x$, để có $\lambda_x = \lambda_y$ loại này dùng hợp lý với thanh cánh trên của dàn có $L_{oy} = 2L_{ox}$. Để tăng độ ổn định ra ngoài mặt phẳng dàn, có thể làm thanh cánh dưới của dàn.
- Loại dùng hai thép góc đều cạnh ghép cạnh dài có $b = 1.5h$ do vậy $i_y = 0.2b = 0.3h = i_x$. Để có $\lambda_x = \lambda_y$ loại tiết diện này dùng hợp lý khi có $L_{ox} = L_{oy}$, đó là thanh xiên đầu dàn hoặc thanh cánh trên của dàn khi liên kết chặt chẽ với xà gồ.

Khi nội lực trong thanh dàn lớn, dùng hai thép góc không đủ khả năng chịu lực, ở khoảng giữa các khoang mắt có thể gia cố thêm thép bắn.

Thanh dàn dùng hai thép góc đều cạnh ghép thành chữ thập có hai trực đối xứng. Loại này hay dùng để làm các thanh đứng trong dàn vì kèo. Các thanh cánh dàn trong tháp trụ cao, cột đường dây tải điện, nếu dùng một thép góc không đủ khả năng chịu lực, thường cùng dùng loại thiết diện thẳng hai thép góc đều cạnh ghép thành chữ thập. Loại này có hai khe thẳng góc với nhau nên rất thuận tiện để liên kết với các kết cấu đặt thẳng góc với dàn.

Cũng có thể dùng thanh dàn bằng thép chữ T cán sẵn hoặc hàn thành tiết diện tổ hợp. Loại này không có khe ở giữa nên khó liên kết với bản mắt.

Thanh dàn có tiết diện kín, có độ cứng theo hai phương lớn, thanh bằng thép ống có nhiều ưu điểm : tiêu tốn ít thép, cản gió ít nhất, dễ dàng chống rỉ, diện tích cần làm sạch và sơn so với dàn làm bằng thép góc tương ứng có thể giảm nhỏ đến 10%. Loại này thường dùng làm dàn cho tháp tru cao, cột đường dây tải điện, cầu trục, cầu vận chuyển hàng hóa v.v... Để đảm bảo ổn định cục bộ, chiều dài của thép ống phải lớn hơn $1/45 \sim 1/50$ đường kính ống.

Thanh dàn vừa chịu lực dọc, vừa chịu momen lớn như trong dàn làm cửa van, dàn làm cần trục, được làm bằng hai thép U hoặc I để tăng momen chống uốn theo phương chịu momen.

Thanh dàn làm bằng các loại thép dập nguội tiêu tốn ít thép, tăng được độ cứng.

2.8. Chọn tiết diện thanh dàn

1) Nguyên tắc chung

Để tiện cung ứng vật liệu và xét thích đáng đến yêu cầu tiết kiệm thép, khi thiết kế một dàn vì kèo nên chọn từ 4 đến 6 loại tiết diện thép góc. Để đảm bảo độ cứng khi vận chuyển và dựng lắp, trong dàn hàn không nên chọn thép góc có cạnh nhỏ hơn 50mm, trong dàn liên kết đinh tán còn tùy thuộc vào đường kính đinh. Hai thép góc có cùng diện tích tiết diện, khi chọn làm thanh dàn, nên chọn loại nào có cánh rộng và mỏng như vậy độ cứng sẽ lớn hơn. Đối với cánh dàn vì kèo nhịp 21m, để giảm công chế tạo nên chọn một loại thép góc. Khi cần thay đổi tiết diện thanh cánh dàn, nên chọn thép góc có bề rộng cánh khác nhau, nhưng độ dày giống nhau để tiện nối. Độ lệch tâm gữa hai phần thanh cánh đã thay đổi tiết diện nên không vượt quá 5% chiều cao tiết diện thì lực phụ do sự lệch tâm gây ra khi tính sẽ bỏ qua.

Căn cứ vào nội lực, sau đây sẽ lần lượt trình bày phương pháp chọn tiết diện thanh dàn khi chọn kéo chịu nép đúng tâm, chịu nép lệch tâm và chọn tiết diện thanh dàn theo độ mảnh giới hạn.

2) Tính thanh chịu kéo

Diện tích tiết diện cần thiết của thanh xác định theo công thức :

$$A_{yc} = N / \xi f \gamma_c \quad (V.20).$$

N – nội lực kéo tác dụng vào thanh

ξ - hệ số kể đến sự giảm yếu tiết diện khi bị khoét lỗ, đối với dàn hàn $\xi = 1$, dàn liên kết bằng đinh tán hay bulông $\xi = 0,85$.

có được diện tích tiết diện cần thiết, tùy theo hình thức tiết diện và cách ghép, tra bảng thép hình để chọn loại thép tương ứng. Thép được chọn phải có diện tích tiết diện lớn hơn hay bằng diện tích cần thiết. Đối với dàn liên kết bulông hoặc đinh tán, sau khi trừ giảm sự yếu của lỗ cần kiểm tra lại độ bền của thanh dàn theo công thức :

$$\sigma = N / A_n \leq f \gamma_c \quad (V.21).$$

A_n – diện tích tiết diện thanh dàn sau khi trừ đi diện tích giảm yếu do khoét lỗ

3) Thanh chịu nén đúng tâm

Tính như cột chịu nén đúng tâm. Căn cứ vào nội lực theo [Bảng V.3](#) chọn chiều dài bắn mốc. Đối với thanh cánh thường giả thiết $\lambda = 100\sim 80$, đối với thanh bụng giả thiết $\lambda = 120\sim 100$. Từ λ tra bảng tìm φ , diện tích tiết diện cần thiết :

$$A_{yc} = N / \varphi f \gamma_c \quad (V.22)$$

trong đó N – nội lực nén tác dụng vào thanh dàn.

f – cường độ tính toán của thép

φ – hệ số uốn dọc

γ_c – hệ số điều kiện làm việc, khi tiết diện thanh dàn bằng một thép góc lấp $\gamma_c = 0,75$, các trường hợp khác lấp $\gamma_c = 1$.

Từ độ mảnh λ giả thiết tính ra bán kính quán tính cần thiết của tiết diện :

$$i_{x, yc} = l_{ox} / \lambda, i_{y, yc} = l_{oy} / \lambda \quad (V.23)$$

Từ diện tích và bán kính quán tính đó, tra bảng thép hình để chọn số hiệu thép tương ứng. Cần căn cứ vào số hiệu thép thực tế đã chọn để kiểm tra lại độ bền của tiết diện thanh :

$$\sigma = N / \varphi A \leq f \gamma_c \quad (V.24).$$

A – diện tích tiết diện của thép thực đã chọn.

φ_{min} – hệ số uốn dọc nhỏ nhất theo hai phương $x - x$ và $y - y$. Xác định như sau: Từ chiều dài và bán kính quán tính thực của tiết diện tìm ra được λ_x, λ_y và chọn được λ_{max} , tra bảng tìm được φ_{min} .

Thí dụ V – 1. Chọn thiết diện thanh cánh trên của dàn chịu nén đúng tâm, biết: nội lực nén tác dụng vào thanh $N = 533$ kN, chiều dài tính toán $l_{ox} = 2,58$ m, $l_{oy} = 5,16$ m, vật liệu thép BCT3 ($f \gamma_c = 21$ kN/cm², hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$).

Bài giải

Giả thiết $\lambda = 100$, tra bảng tìm được $\varphi = 0.582$.

Diện tích tiết diện yêu cầu:

$$A_{yc} = A_{yc} = N / \varphi f \gamma_c = 535 / (0.582 \times 21) = 43.7 \text{ cm}^2$$

Bán kính quán tính yêu cầu:

$$i_{x, yc} = l_{ox} / \lambda = 258 / 100 = 2.58 \text{ cm}, i_{y, yc} = l_{oy} / \lambda = 516 / 100 = 5.16 \text{ cm}$$

Từ diện tích và bán kính quán tính đó theo [catalogue thép góc](#), chọn được hai thép góc L140x90x10 ghép theo cạnh ngắn. Thép góc đã chọn có $A = 2 \times 22.2 = 44.4 \text{ cm}^2$, $i_x = 2.56 \text{ cm}$ (i_y không cần tính vì quá lớn so với i_x).

Tính độ mảnh : $\lambda_x = \lambda_{max} = 258 / 2.56 = 100$, tra bảng cho ta $\varphi = 0.582$.

Ứng suất trong thanh dàn :

$$\sigma = N / \varphi A = 535 / (0.582 \times 44.4) = 20.7 < f \gamma_c = 21 \text{ kN/cm}^2$$

Thép góc đã chọn 2L140x90x10 đạt yêu cầu chịu lực.

§4. CẤU TẠO DÀN

4.1. Dàn làm bằng thép góc

1) Đường trực thanh dàn

Để thanh dàn chịu lực đúng tâm và để đo khung chế tạo, trực thanh dàn được qui định là đường gần trọng tâm của thép góc nhất và cách sóng thép góc một khoảng chia chẵn cho 5mm. Ví dụ dùng thanh dàn bằng thép góc đều cạnh có số hiệu L100x10mm, trọng tâm của nó cách sóng thép góc một khoảng 30mm vì số 30 vừa chia chẵn cho 5mm vừa gần số 28,3 nhất.

Trục thanh dàn hội tụ tại một điểm. Điểm đó gọi là tâm của mắt. Khi thay đổi tiết diện trên cùng một thanh dàn, đường trực của thép góc không nên đặt lệch nhau quá 5% chiều cao tiết diện, quá trị số đó phải kể đến sự truyền lực lệch tâm giữa hai bên của tiết diện thay đổi.

Trục thanh dàn dùng liên kết định tán chính là đường mà trên đó bố trí các đinh để liên kết thanh dàn với bản mắt.

2) Mắt dàn

Chiều dài bản mắt phụ thuộc vào nội lực trong thanh lớn nhất để chọn độ dày bản mắt và dùng độ dày đó cho tất cả các mắt trong cùng một dàn. Mắt gối có thể dày hơn các mắt khác khoảng 2mm. Độ dày bản mắt theo nội lực của thanh dàn trình bày trong [Bảng V-3](#).

Bảng V. 3 Độ dày bản mắt theo nội lực của thanh dàn

Nội lực lớn nhất thanh dàn (KN)	150	160 ~ 250	260 ~ 400	410 ~ 600	610 ~ 1 000	1 010 ~ 1 400	1 410 ~ 1 800	> 1 800
Chiều dày bản mắt (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20

Để dễ chế tạo, hình dạng mắt dàn thường chọn là hình đơn giản : chữ nhật, vuông, bình hành, thang... hay ít ra cũng có hai cạnh song song cho dễ dàng cắt bằng máy. Khi bản mắt dày quá, máy không đủ sức, phải dùng ngọn lửa hàn oxy – axetylen để cắt.

- Kích thước về độ lớn của bản mắt do chiều dài liên kết giữa các thanh dàn vào mắt và theo những yêu cầu về cấu tạo quyết định. Không dùng đường hàn gián đoạn, không dùng đường hàn có chiều cao nhỏ hơn 5mm và chiều dài nhỏ hơn 60mm để liên kết thanh dàn vào bản mắt. Thép góc làm thanh dàn liên kết vào bản mắt phải dùng đường hàn cả hai phía và hàn vòng qua đầu thép góc ít nhất là 20mm. bản mắt phải lồi ra ngoài thép góc làm thanh cánh (trên và dưới) một đoạn từ 10~20mm. tại chỗ liên kết xà gồ với cánh trên cần cắt lõm bản mắt xuống dưới mặt thép góc 5mm. nếu dùng tấm panen cỡ lớn để lợp mái ngoài việc cắt lõm bản mắt còn phải đặt thêm một bản đệm dày từ 8~12mm, bản đệm này hàn vào thanh cánh trên của

dàn và có tác dụng không cho thép góc bị biến dạng khi lắp tấm panen. Đầu của thanh bụng dàn phải cách mép thanh cánh (trên và dưới) một khoảng 40 x 50mm.

Đường hàn liên kết thanh cánh dàn vào bản mắt tính với chênh lệch nội lực của thanh cánh hai bên bản mắt.

$$N_c = N_1 - N_2 \quad (V.30)$$

Nếu có tải trọng P do xà gồ hay tấm panen truyền xuống thì diện tích tiết diện đường hàn liên kết giữa cánh dàn và bản mắt tính theo công thức :

$$A_f = 0.7 l_w h_f = \sqrt{[(N_1 - N_2)^2 + P^2]} / f_{wf} \gamma_c \quad (V.31)$$

Kích thước đường hàn liên kết thanh bụng dàn vào bản mắt tính với nội lực của từng thanh và theo công thức tính liên kết thép góc vào thép bản.

Góc nghiêng của cạnh bản mắt phải tạo với cạnh thanh dàn một góc 15~20°.

Đường liên kết thanh cánh trên vào bản mắt tính theo công thức (V-30), (V-31) thường rất nhỏ và nội lực hai bên bản mắt của thanh cánh chênh lệch nhau không lớn lắm, do vậy nên sau khi xác định độ lớn của mắt theo yêu cầu cấu tạo và theo yêu cầu liên kết thanh bụng, dùng đường hàn liên tục để liên kết thanh cánh với bản mắt. Khi thiết kế, liên kết thanh dàn vào bản mắt thường ít khi tính mà tra bảng theo khả năng chịu lực tối đa của từng thanh dàn.

Để tránh đóng bụi khi sử dụng làm cho dàn dễ bị han rỉ, khi cấu tạo dàn cần tránh các khe, rãnh và trừ thanh cánh dưới dàn đặt ngửa lên còn tất cả các thanh còn lại đều đặt úp, quay sống lên trên.

3) Nối thanh dàn

Khi nhịp dàn lớn, thép lớn không đủ độ dài hoặc khả năng vận chuyển bị hạn chế, cần phải nối các thanh dàn. Khi nối thanh dàn cần đảm bảo nguyên tắc : tổng diện tích tiết diện các bản ghép (hoặc thanh ghép) phải lớn hơn hay bằng tổng diện tích thép góc của thanh bị cắt đứt.

Mỗi nối thanh dàn có thể đặt ở mắt hoặc đặt ở giữa khoang mắt. Đặt ở mắt có lợi hơn vì vừa thuận tiện khi vận chuyển, vừa lợi dụng bản mắt dàn làm bản ghép. Bản ghép đơn giản nhất là dùng thép góc có cùng số hiệu (hoặc nhỏ hơn một ít) với thép góc làm thanh dàn bị cắt, bào bỏ bớt sống để ghép cho sát với thanh dàn. Hình (H. 5-10) trình bày mối nối cánh dưới ở giữa nhịp dàn.

Mỗi nối cánh trên thường đặt ở đỉnh dàn. Đối với dàn vì kèo trên có lắp cửa mái, mối nối cánh trên trình bày (H. 5-10). bản mắt dàn cùng với bản ngang phía trên tạo thành tiết diện chữ T, diện tích tiết diện chữ T này thường lớn hơn diện tích tiết diện hai thép góc tạo thành thanh cánh trên, do vậy không cần đặt thêm bản ghép nữa. Đường trực của thanh cánh trên cần đi qua trọng tâm của tiết diện chữ T, nếu cách trọng tâm của tiết diện T một khoảng e thì khi

tính tiết diện T ngoài lực của thanh cánh trên còn phải kể đến momen lệch tâm $N.e$ (N _nội lực nén trong thanh cánh trên).

Để tăng số lượng những kết cấu giống nhau trong quá trình dựng lắp, thường khi thiết kế, dàn được chia làm hai nửa giống nhau và các mối nối của cánh trên và cánh dưới.

Xem ([H5.11](#)) trình bày mối nối cánh trên và cánh dưới dàn không ở giữa nhịp, có thép góc cánh khác nhau. Trường hợp này không đúng bản ghép bằng thép góc, chỉ cần dùng hai thép bản đặt nằm ngang phía trên hoặc dưới thanh cánh.

4) Mắt ở gối

Dàn có thể liên kết khớp hoặc liên kết cứng với gối tựa. Dàn liên kết cứng với cột sẽ trình bày ở chương liên kết cấu thép nhà công nghiệp. Khi liên kết khớp, gối tựa của dàn có thể là cột thép, cột bê tông hoặc tường gạch, liên kết này chỉ truyền được phản lực gối tựa của dàn ([H5.12](#)).

Bảng 17 . Chiều dài tính toán của các thanh trong giàn phẳng và hệ giằng

Phương uốn dọc	Chiều dài tính toán l_o		
	Thanh cánh	Thanh xiên, thanh đứng ở gối tựa	Các thanh bụng khác
1. Trong mặt phẳng dàn:			
a) Đối với các dàn, trừ những giàn ở mục 1.b			0,8l
b) Đối với giàn có các thanh là thép góc đơn và giàn có các thanh bụng liên kết dạng chữ T với các thanh cánh			0,9l
2. Trong phương vuông góc với mặt phẳng giàn (ngoài mặt phẳng dàn):			
a) Đối với các dàn, trừ những giàn ở mục 2.b	l_1	l_1	l_1
b) Giàn có các thanh cánh là định hình cong, các thanh bụng liên kết dạng chữ T với thanh cánh	l_1	l_1	$0,9l_1$
Các ký hiệu trong bảng 17 (theo hình 8) :			
I — chiều dài hình học của thanh (khoảng cách giữa tâm các mắt) trong mặt phẳng dàn;			
l_1 – khoảng cách giữa các mắt được liên kết không cho chuyển vị ra ngoài mặt phẳng giàn (bằng các thanh giằng, các tấm mái cứng được hàn hoặc bắt bulông chặt với cánh dàn, v.v...).			

Bảng 25 Độ mảnh giới hạn của các thanh chịu nén

Các thanh	Độ mảnh giới hạn
1. Thanh cánh, thanh xiên và thanh đứng nhận phản lực gối:	
a) Cửa giàn phẳng, hệ mái lưới thanh không gian, hệ thanh không gian rỗng (có chiều cao $H \leq 50$ m) bằng thép ống hoặc tổ hợp từ hai thép góc;	180 - 60α
b) Cửa hệ thanh không gian rỗng bằng thép góc đơn, hệ thanh không gian rỗng (chiều cao $H > 50$ m) nhưng bằng thép ống hay tổ hợp từ hai thép góc.	120
2. Các thanh (trừ những thanh đã nêu ở mục 1 và 7):	
a) Cửa giàn phẳng bằng thép góc đơn; hệ mái lưới thanh không gian và hệ thanh không gian rỗng bằng thép góc đơn, tổ hợp từ hai thép góc hoặc thép ống;	210 - 60α
b) Cửa hệ mái lưới thanh không gian, hệ thanh không gian rỗng bằng thép góc đơn, dùng liên kết bulông.	220 - 40α
3. Cánh trên cửa giàn không được tăng cường khi lắp ráp (khi đã lắp ráp lấy theo mục 1)	220
4. Cột chính	180 - 60α
5. Cột phụ (cột sườn tường, thanh đứng cửa của mái, v.v...), thanh giằng của cột rỗng, thanh của hệ giằng cột (ở dưới dầm cầu trực)	210 - 60α
6. Các thanh giằng (trừ các thanh đã nêu ở mục 5), các thanh dùng để giảm chiều dài tính toán của thanh nén và những thanh không chịu lực mà không nêu ở mục 7 dưới đây	200
7. Các thanh chịu nén hoặc không chịu lực của hệ thanh không gian rỗng, tiết	

diện chữ T, chữ thập, chịu tải trọng gió khi kiểm tra độ mảnh trong mặt phẳng thẳng đứng.	150
Ghi chú: $\alpha = N / (\varphi A f_{\text{ck}})$ - hệ số φ lấy không nhỏ hơn 0,5 (khi néo lệch tâm, néo uốn thay φ bằng φ_e).	

Bảng 26 Độ mảnh giới hạn của các thanh chịu kéo

Các thanh	Khi kết cấu chịu tải trọng		
	động trực tiếp	tĩnh	cầu trúc
1. Thanh cánh, thanh xiên ở gối của giàn phẳng (kể cả giàn hầm) và của hệ mái lưới thanh không gian	250	400	250
2. Các thanh giàn và của hệ mái lưới thanh không gian (trừ các thanh nêu ở mục 1)	350	400	300
3. Thanh cánh dưới của dầm cầu trúc, dàn	–	–	150
4. Các thanh của hệ giằng cột (ở dưới dầm cầu trúc)	300	300	200
5. Các thanh giằng khác	400	400	300
6. Thanh cánh và thanh xiên ở gối của cột đường dây tải điện	250	–	–
7. Các thanh của cột đường dây tải điện (trừ các thanh nêu ở mục 6 và 8)	350	–	–
8. Các thanh của hệ thanh không gian rỗng có tiết diện chữ T hoặc chữ thập chịu tác dụng của tải trọng gió khi kiểm tra độ mảnh trong mặt phẳng thẳng đứng.	150	–	–

Ghi chú: 1. Trong các kết cấu không chịu tải trọng động chỉ cần kiểm tra độ mảnh của thanh trong mặt phẳng thẳng đứng.

2. Không hạn chế độ mảnh của thanh chịu kéo ứng lực trước.

3. Tải trọng động đặt trực tiếp lên kết cấu là tải trọng dùng trong tính toán về bền mỏi hoặc trong tính toán có kể đến hệ số động.