

GIÁO TRÌNH BÀI GIẢNG MÔN HỌC

KẾT CẤU THÉP 1

(Lưu hành nội bộ)

CHƯƠNG MỞ ĐẦU

ĐẠI CƯƠNG VỀ KẾT CẤU THÉP

Định nghĩa môn học Kết cấu thép (KCT) :

Kết cấu thép là môn học khoa học thực nghiệm, nghiên cứu các phép tính thiết kế, kiểm tra những kết cấu chịu lực của các công trình xây dựng làm hoàn toàn bằng thép.

Kết cấu thép là loại kết cấu công trình quan trọng trong nền xây dựng hiện đại, đặc biệt đối với xây dựng công nghiệp.

Kết cấu thép được tạo nên bởi những cấu kiện khác nhau : các thanh , tấm liên kết với nhau tạo nên những kết cấu và công trình đáp ứng nhiệm vụ sử dụng.

Qua môn học này, học sinh biết được cách sử dụng vật liệu thép xây dựng, phương pháp tính toán kết cấu thép, các loại liên kết dùng trong KCT, thiết kế được các cấu kiện cơ bản như dầm , sàn, cột, dàn, khung nhà công nghiệp một tầng bằng thép cũng như nắm vững những đặc điểm tính toán và cấu tạo các công trình chuyên dụng khác bằng thép như : kết cấu mái nhíp lớn, các loại bể chứa chất lỏng, chất khí... Đồng thời sinh viên biết vận dụng các kiến thức đã học vào giải quyết các vấn đề thực tế trong phạm vi kết cấu thép.

0.1. ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA KẾT CẤU THÉP

0.1.1. ƯU ĐIỂM

Ở đây ta chỉ xét bốn ưu điểm cơ bản

a. Là vật liệu an toàn nhất: bền, chắc đáng tin cậy trong quá trình sử dụng

Có được ưu điểm này là nhờ những bản chất của vật liệu thép:

- Đồng nhất
- Đẳng hướng
- Cường độ chịu lực và mô đun đàn hồi cao, độ giãn dài lớn.

*** Đồng nhất:**

+ Tính chất có lý tại bất kỳ điểm nào trong kết cấu thép đều giống

+ Cùng một số hiệu thép(vd: Thép CT₃ dùng trong xây dựng) tại mỗi quốc gia sản xuất đều giống nhau →Trên toàn thế giới không có sự khác biệt nhiều

*** Đẳng hướng:**

+ Tại bất kỳ một điểm nào, tính chất cơ học vật lý theo các phương các hướng đều giống nhau.

*** Cường độ chịu lực :** kí hiệu **R**

+ Là khả năng chống lại tác dụng(của ngoại lực hoặc tải trọng) của vật liệu

+ Mô đun đàn hồi: kí hiệu **E**

+ Độ giãn dài của vật liệu : kí hiệu ϵ

phân tích: (xem phần làm việc chịu kéo của thép)

b. Trọng lượng nhẹ nhất so với các kết cấu chịu lực khác (BTCT , gạch đá , gỗ , ..)

Xét tỉ trọng 3 loại vật liệu :

$$\gamma_{\text{thép}} = 7,85 \text{ T/m}^3.$$

$$\gamma_{\text{bê tông}} = 2,50 \text{ T/m}^3.$$

$$\gamma_{\text{gỗ}} = 1,00 \text{ T/m}^3.$$

Vậy thép có phải là vật liệu nặng nhất không (?)

Để đánh giá phẩm chất nhẹ của vật liệu người ta dùng hệ số **C** : $C = \frac{\gamma}{R}$ (1/m)

Với : γ : trọng lượng riêng VL (T/m³)

R : cường độ tính toán của vật liệu (T/m²)

C càng nhỏ → Vật liệu càng nhẹ .

So sánh :

- Thép : $C = 3,7 \cdot 10^{-4} (1/m)$ → nhẹ nhất .
- Gỗ : $C = 5,4 \cdot 10^{-4} (1/m)$
- Bê tông : $C = 2,4 \cdot 10^{-3} (1/m)$

➤ Vậy thép là vật liệu nhẹ nhất sau hợp kim nhôm. Do đó nó đưa đến kết quả rất khả quan :

- Chi phí vận chuyển ít.
- Cho phép thời gian lắp dựng nhanh
- Dễ sửa chữa , thay thế , tháo gỡ khi cần thiết.

c. Đạt được trình độ công nghiệp hóa cao trong sản xuất và dựng lắp

- Sản xuất hàng loạt trong nhà máy, dùng những loại máy móc thiết bị chuyên dụng, ít làm thủ công → đem lắp ráp ở hiện trường.
- Dễ tiêu chuẩn hoá, độ chính xác cao → cho phép tận dụng hết khả năng chịu lực của thép.

d. Có tính kín cao nhất

- Không thấm nước , thấm khí → thích hợp với các công trình làm bằng KC bản mà các vật liệu khác khó làm được như bể chứa chất lỏng áp lực, chất khí , đường ống dẫn dầu , vỏ lò . . .

0.1.2. NHƯỢC ĐIỂM

a. Là vật dễ bị xâm thực, oxi hóa khi tiếp xúc với không khí

- Nên chi phí bảo dưỡng khá cao → giá thành cao. Khắc phục :
 - Tránh dùng thép nơi ẩm ướt , có chất ăn mòn
 - Có lớp bảo vệ : sơn phủ lớp bọc
 - Dùng thép có thành phần hợp kim để chống gỉ

b. Thép là vật liệu phòng hỏa và chống cháy kém nhưng không cháy

- Là vật liệu không cháy nhưng ở $t = 500 \div 600^{\circ}\text{C}$, truyền nhiệt nhanh → chuyển sang dẻo , mất khả năng chịu lực → kết cấu sụp đổ .
- Chịu lửa kém cả kết cấu gỗ dán. Khắc phục :
 - Phun một lớp keo chống cháy bên ngoài
 - Với các công trình dễ xảy ra hỏa hoạn : kho chất cháy , nhà ở , nhà công cộng . . . phải bọc thép bằng lớp chịu lửa (bê tông , tấm gốm , sơn phòng lửa . . .)

0.2. PHẠM VI SỬ DỤNG KẾT CẤU THÉP

0.2.1. Dùng làm kết cấu công trình dân dụng , đặc biệt là mái các công trình vượt nhịp lớn :

Công trình dân dụng gồm nhà ở và nhà công cộng.

- Nhà ở từ 25 tầng trở lên dùng khung thép có lợi hơn bê tông vì KCBT chiếm diện tích sử dụng khá lớn.
- Công trình công cộng như nhà triển lãm, cung văn hóa , TDTT, nhà chứa máy bay. Đặc biệt với các trường hợp vượt mái nhịp lớn hơn 100m thì KCT là duy nhất được áp dụng. (có thể đưa một vài ví dụ về công trình cụ thể vượt nhịp lớn)

0.2.2. Nhà công nghiệp :

Ví dụ như khu chế xuất Tân Thuận, khu công nghiệp Biên Hoà II

- Với nhà cao , cần trục nặng : toàn bộ khung NCN bằng thép .
- Với NCN nhỏ , có thể kết hợp cột BTCT , dàn và dầm thép .

0.2.3. Dầm làm KC cầu, đặc biệt là cầu chịu tải trọng nặng :

- Cầu đường sắt :
- Cầu đường bộ : cầu Thăng Long...
- Cầu treo dây văng bằng cáp có thể vượt được nhịp rất lớn.

Ví dụ : Golden Gate vượt nhịp 2000(m). Cầu Mỹ Thuận, sắp đến cầu Cần Thơ...

0.2.4. Kết cấu tháp cao, trụ tải điện, truyền thông :

- Cột đường dây tải điện 500KV gồm 3500 cột → nhiều thép
- Cột điện , ăngten vô tuyến , tháp trắc đạc , tháp khoan dầu .

0.2.5. Dầm làm các loại kết cấu bản

- Vì tính kín không thấm, khả năng làm việc trong những điều kiện bất lợi về nhiệt độ và áp suất nên thích hợp cho bể chứa chất lỏng , chất khí , thiết bị lò cao , cửa nhà máy hóa chất , nhà máy hóa dầu.

0.2.6. Các loại kết cấu di động

- Cần trục lượng nhẹ như cần trục , cửa van , gương ăngten parabol , cửa cống của các công trình lớn .
- Ngoài ra , còn được dùng trong ngành công nghiệp hiện đại như : giàn khoan dầu trên biển , kết cấu lò phản ứng hạt nhân . . .

Thép là vật liệu quý hiếm nên việc sử dụng kết cấu thép hay vật liệu khác phải được cân nhắc , so sánh trong từng trường hợp cụ thể . Việc chọn dùng vật liệu nào là do người thiết kế và thi công quyết định sau khi đã so sánh các phương án thiết kế .

0.3. NHỮNG YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI KẾT CẤU THÉP

0.3.1. YÊU CẦU VỀ SỬ DỤNG

- Thỏa mãn các yêu cầu về chịu lực : độ bền , độ cứng , đủ sức chịu mọi tải trọng sử dụng .
- Đảm bảo độ bền lâu thích đáng . Hình dạng , cấu tạo kết cấu phải tiện bảo dưỡng , tiện kiểm tra và sơn bảo vệ .
- Đẹp cũng là 1 yêu cầu quan trọng đối với nhà công cộng có kết cấu lộ ra ngoài . KCT để có hình dạng hài hòa , thanh thoát .

0.3.2. YÊU CẦU VỀ KINH TẾ

- **Tiết kiệm vật liệu**
 - + Sử dụng hợp lý , đúng chỗ .
 - + Thay thế bằng vật liệu khác khi có thể được .
 - + Chọn giải pháp kết cấu hợp lý .
 - + Dùng phương pháp tính toán tiên tiến .
- **Tính công nghệ khi chế tạo**

Thiết kế phải phù hợp với việc chế tạo công xưởng, việc sử dụng những thiết bị chuyên dùng để giảm công chế tạo .
- **Lắp ráp nhanh**

Chia kết cấu thành từng đơn vị vận chuyển hay để nguyên cả kết cấu để sao cho dễ vận chuyển , khuếch đại , lắp ráp và liên kết nhanh chóng tại công trường .

▪ **Diễn hình hóa KCT như :**

- + Với từng cấu kiện : xà gồ , dầm , dàn , . . .
- + Với cả kết cấu : cột điện , nhịp cầu , khung nhà , . . .

Ưu điểm :

- + **Về thiết kế** : tránh thiết kế lặp lại , có thể nghiên cứu các dạng kết cấu tối ưu , lợi về vật liệu và giá thành .
- + **Về chế tạo** : chế tạo hàng loạt lớn cấu kiện → giảm thời gian chế tạo , việc sử dụng những thiết bị dựng lắp các kết cấu dùng nhiều lần → thời gian dựng lắp nhanh .

0.4. VỊ TRÍ MÔN HỌC-NỘI DUNG CHƯƠNG TRÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP HỌC

0.3.3. VỊ TRÍ MÔN HỌC

Trình tự sản xuất ra một công trình XD (?)

a. Lập dự án tiền khả thi

- (Chỉ dành riêng cho công trình nhóm A, nhóm B, C xem nghị định đầu tư → Học Môn Học Quản Lý Xây Dựng)

Giới thiệu sự cần thiết cần phải đầu tư :

Luận Thị Trường :

VD : một công trình như khách sạn , hoặc nhà ở khi hoàn thành ít hoặc không có người thuê mua → rất nguy hiểm. Do đó việc nghiên cứu thị trường là một vấn đề hết sức trung thực.

Xem xét những điều kiện CB cho công trình tồn tại :

- Nguồn cung cấp nguyên liệu, nhiên liệu, năng lượng, điện nước, nhân công, quản lý...

→ Thông qua phê duyệt trở thành văn bản có tính pháp lý đầu tiên của công trình.

b. Tiến hành khảo sát :

- **Đo đạc** : Lập bản đồ qui hoạch tỉ lệ 1/500 (môn Trắc địa)
- **Khảo sát địa chất công trình** (Môn Địa Chất Công Trình)
 - Một công trình cần bao nhiêu hố khoan theo qui định.
 - Chiều sâu hố khoan bằng bao nhiêu. (gấp 2,5 lần chiều cao CT)
 - Điều kiện mẫu đất lấy về làm thí nghiệm
- **Khảo sát khí tượng thủy văn** : (môn thủy văn công trình) . Thường mua ở các trạm khí tượng thủy văn gần nhất ở địa phương. Các số liệu có được :
 - Nhiệt độ trung bình hàng năm.
 - Nhiệt độ thấp nhất.
 - Nhiệt độ cao nhất
 - Hướng gió chủ đạo
 - Độ ẩm trung bình
 - Lượng mưa thấp nhất
 - lượng mưa cao nhất
- **Mua vật liệu xây dựng, thợ xây dựng**

c. Thiết kế :

- **Thiết kế Kiến Trúc** :
 - Các MB, MĐ, MC
 - Khai triển chi tiết kiến trúc → thống kê các chi tiết
 - Người KSXD hải kiểm tra lại ĐATKKT → xem có phù hợp việc tính kết cấu không ?.
- **Thiết kế Kết cấu**

Giới thiệu ứng dụng của một số môn học :

- Toán : công cụ tính
 - Cơ lý thuyết : dựa trên những cơ sở tính toán không phù hợp với thực tế.
 - SBVL : chỉ tính nội lực trong thanh đơn. Chú ý phần Đặc trưng hình học của TD
 - Lý thuyết đàn hồi : phương pháp xác định nội lực trong tấm và khối.
 - Cơ học Kết Cấu : tìm nội lực trong hệ thanh phức tạp
 - + KC tĩnh định : chịu tải bất động và tải di động (dầm → khung → vòm 3 khớp → dàn → hệ liên hợp) . Tính chuyển vị hệ thanh
 - + KC siêu tĩnh : các phương pháp giải khung.
- Trình tự tính kết cấu : Tải trọng → Nội lực → Chọn TD → vẽ → Xuất xưởng.

Tải trọng : theo TCVN 27-37 1995 : tải trọng và tác động. (tải bản thân, hoạt tải sử dụng, tải trọng gió . . .)

Chọn TD :

3 môn học áp dụng chọn tiết diện công trình :

- KCBTCT (là loại vật liệu XD phức tạp do Bt và CT cùng cộng tác chịu lực)
- KCT
- KC gạch đá (là loại VLXD gồm gạch ,đá và vữa liên kết nhau thành một khối cứng chịu lực)

Các phần cần phải tính :

- Xử lý nền đất (các biện pháp gia cố xử lý nền đáy yếu)
- Tính sàn
- Tính dầm dọc , khung ngang
- Tính cột
- Tính móng
- Thiết kế kỹ thuật điện nước, vệ sinh môi trường , phòng chống cháy, thông tin liên lạc.

d. Lập dự toán công trình

(do các cơ quan thiết kế lập) 3 lần tính tiền công

- Lập dự án đầu tư → mục khái quát vốn đầu tư → **khái toán**
- Tính toán công trình dựa trên khối lượng → áp dụng ĐGXDCB do bộ phát hành kết hợp với bảng giá tài chính xuất hành hàng tháng.
- Sau khi hoàn thành công trình → thanh quyết toán
- Qui định nhà nước hiện nay là phần khối lượng phát sinh trong quyết toán không được vượt quá 10% dự phòng phí → đấu thầu lời ăn lỗ chịu

e. Xin giấy phép xây dựng

GPXD : bắt buộc đối với chủ đầu tư, là công cụ kiểm tra , quản lý , sử dụng đất đai và thực hiện qui trình XD.

- **Các hồ sơ có liên quan :**

- Giấy chủ quyền đất (chủ đầu tư hoặc của người khác thông qua hợp đồng thuê đất dài hạn)
- Chứng chỉ qui hoạch do sở XD cấp → qui định ranh lộ giới
- Giấy phép đầu tư do sở kế hoạch đầu tư cấp sau khi đã thông qua UBND quận hoặc TP.
- Hồ sơ TK kỹ thuật (chỉ gửi những phần chính)
- Thẩm định TKế
- Giấy thỏa thuận của cơ quan phòng chống cháy.

- Công trình có chất thủy phải có giấy thỏa thuận của Sở Khoa Học Công Nghệ Môi Trường.

– **Bỏ thầu và chọn thầu xây lắp :**

Điều kiện đơn vị dự thầu :

- + Có giấy phép hành nghề.
- + Có đăng ký kinh doanh
- + Đủ năng lực và trình độ chuyên môn
- + Có chi phí và phải mua hồ sơ dự thầu
- + Có giấy bảo lãnh vốn ngân hàng.

Căn cứ xét trúng thầu :

- + Trình độ kỹ thuật, kinh nghiệm thi công.
- + Giá dự thầu phải sát giá xét thầu.
- + Thời gian hoàn thành công trình

f. Thiết kế thi công

- Áp dụng cho công trình lớn. Bao gồm thiết kế kỹ thuật thi công và tổ chức thi công.

g. Thi công công trình

- Biến công trình trên bản vẽ thành hiện thực → là quá trình sản xuất công nghiệp mang nhiều đặc tính riêng biệt, không giống những ngành khác.
- Sản xuất ngoài trời → không gian thường rộng lớn
- Thời gian XD kéo dài
- Sản phẩm XD đa dạng, không sản xuất hàng loạt mà đơn chiếc
- Không cho phép có phế phẩm

Để đảm bảo chất lượng và quản lý kỹ thuật, trên công trường cần có loại giám sát :

- + Giám sát của doanh nghiệp XD (nhà thầu) → kỹ thuật B
- + Giám sát chủ đầu tư (GS chất lượng và tiến độ) → kỹ thuật A
- + Giám sát tác giả : đại diện cơ quan thiết kế

g. Đặc điểm của ngành XD :

- Liên quan đến tất cả mọi người trong XH.
- Liên quan đến tất cả mọi ngành trong nền kinh tế quốc dân → không có ngành nào trên TG khi phát triển mà không cần đến ngành XD
- Tiêu hao nhiều tiền của của XH và nhiều người.

0.3.4. NỘI DUNG CHƯƠNG TRÌNH

PHẦN 1 : CƠ SỞ KCT

Chương 1 : Vật liệu và sự làm việc của kết cấu thép khi chịu tải

Chương 2 : Liên kết dùng trong KCT

Chương 3 : Dầm thép

Chương 4 : Cột thép chịu nén đúng tâm

Chương 5 : Dàn thép

PHẦN 2 : CÔNG TRÌNH THÉP XD

Chương 6 : KCT nhà công nghiệp một tầng

Chương 7 : KCT nhà nhíp lớn

Chương 8 : KCT nhà cao tầng

PHẦN 3 : KẾT CẤU THÉP NÂNG CAO

Chương 9 : Các kết cấu chuyên dụng : cột cao, tháp cao, KCT bản

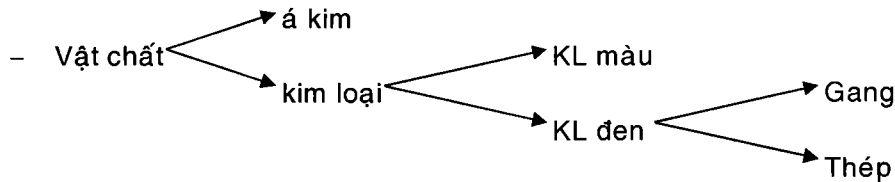
Chương 10 : KCT ứng suất trước

CHƯƠNG 1

VẬT LIỆU VÀ SỰ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU THÉP

1.1. SƠ LƯỢC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT GANG VÀ THÉP

Định nghĩa Gang và Thép :



- **Thép và gang : đều là hợp chất của Fe và C , còn các chất khác có tỉ lệ không đáng kể : O , P , Si , ...**

- Quá trình luyện gang và thép có thể tóm tắt như sau :

Quặng sắt (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) → luyện trong lò cao → Gang (hợp kim Fe , C với lượng C trên 1,7%) → Qua lò luyện thép để khử bớt C → Thép .

Như vậy thép và gang được phân biệt dựa vào hàm lượng C :

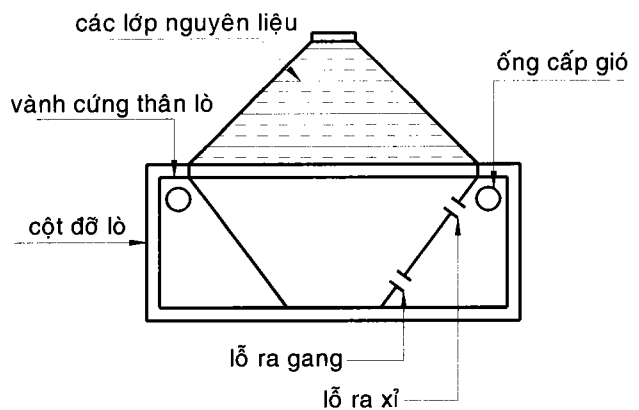
$C > 1,7\%$ → Gang

$C < 1,7\%$ → Thép

1.1.1. SẢN XUẤT GANG

Luyện gang bằng lò cao :

- Vỏ lò cấu tạo gồm 3 lớp :
 - Lớp gạch chịu lửa trực tiếp
 - Lớp nước làm mát vỏ lò
 - Thép hợp kim cường độ cao
- Nhiên liệu được cho vào cân đong sẵn bên dưới và xếp thành từng lớp (quặng sắt, đá vôi Lomit, than cốc . .)
- Lớp nước làm mát vỏ lò được đưa vào bằng hệ thống ống bao quanh vỏ lò.
- Ngành luyện lim không thể thế than cốc bằng loại khí đốt khác vì có tính chất thông khí.
- Vành gang có
 - $V = 700m^3$ → có 1 lỗ chảy gang tự động.
 - $V = 1500m^3$ → có 2 lỗ chảy gang tự động.
 - $V_{max} = 3500m^3$
- Sau khi luyện trong lò, những chất không phải là gang bị đẩy lên mặt do tỉ trọng nhẹ hơn gang → gọi là xỉ lò cao và thoát ra lỗ bên trên, gang chảy ra lỗ bên dưới.
- Gang ra lò dưới 2 dạng :
 - Đúc liền → gang thổi
 - Gang lỏng → đưa qua luyện thép.



Hình 1.1 : Sơ đồ luyện gang bằng lò cao

- Xỉ chảy ra ngoài để nguội → nghiền thành xi măng xỉ quặng → dùng làm bê tông cho công trình chống ăn mòn, đặc biệt chống axit. Khí than CO thấy ra → đem lọc dùng làm khí đốt ; là nguyên liệu quý của khu gang thép
- Không khí được đun nóng bằng khí CO lên hơn 1000°C bằng lò gió nóng và được thổi vào lò cao dưới áp lực cao để đốt cháy hỗn hợp bên trên.
- Vậy quá trình sản xuất gang và thép là một dây chuyền liên tục nên mặt bằng thường bố trí trên cùng một đường thẳng → có thể dài vài km.

1.1.2. SẢN XUẤT THÉP

- Quá trình sản xuất thép là quá trình luyện gang thành thép bằng cách giảm bớt hàm lượng C ($C < 1,7\%$) trong gang. Theo phương pháp luyện : có 2 loại lò

a. Luyện bằng lò quay :

- Tùy theo quặng làm gang có ít hay nhiều Phot-pho mà có cấu tạo lò quay khác nhau.
 - **Lò Bessmer** : (KS người Pháp 1856) → lớp lót lò là gạch silic có tính axit.
 - **Lò Thomas** : lớp lót lò là dolômit có tính kiềm

Ưu điểm :

- + Năng suất cao
- + Thời gian luyện nhanh (8 phút / lò)

Nhược điểm :

- + Chất lượng thép không tốt vì không thể khống chế hết thành phần hóa học trong thép.
- + N trong không khí hòa tan vào trong thép → thành bọt khí làm thép giòn.
- + Không đủ thời gian khử hết P làm thép già.

Để khắc phục các nhược điểm trên người ta luyện thép trong lò bằng

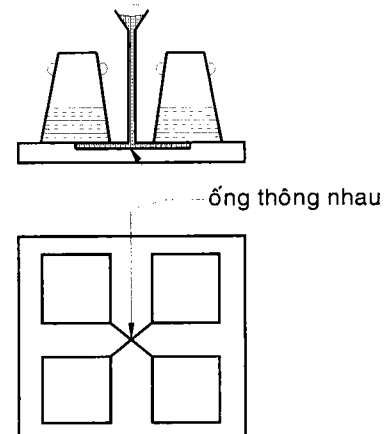
b. Luyện bằng lò bằng : (KS Martin 1853)

- Đốt nóng nguồn 1 cho đỏ lên, cho không khí thổi vào lò qua nguồn 1. Khí nóng chạy ngược từ nguồn 2 về lại nguồn 1 và sau đó tắt nguồn 2 . Quá trình được lặp đi lặp lại → khí nóng được thổi qua lại trên mặt gang lỏng.
- Như vậy luyện thép bằng lò bằng cho năng suất thấp hơn so với lò quay do thời gian luyện lâu 5-6h/1 mẻ → giá thành cao. Tuy nhiên có đủ thời gian khống chế được các thành phần hóa học trong thép.

KL : luyện thép bằng lò bằng bao giờ cũng tốt hơn lò quay.

c. Đúc khuôn :

- Thép sau khi luyện ra lò, được đem đi đúc khuôn (theo nguyên lý bình thông nhau) bằng cách rót từ từ thép lỏng vào phễu, thép dâng lên trong bình theo nguyên lý bình thông nhau → nhằm tránh lớp nguội trước , nguội sau → sản phẩm không đồng nhất và giảm bọt khí chui vào làm giảm chất lượng thép.
- Mỗi thùy rót ra được 250 T, nếu nhiều hơn bị phân tầng và vì sức nâng cản trực $Q_{max} = 350 T$



Hình 1.2 : Bình thông nhau

- Sau khi đúc khuôn, cắt bỏ phần thép có lẫn bọt khí bên trên :
 - + Cắt bỏ 12% → Thép tĩnh
 - + Cắt bỏ 8% → Thép nửa tĩnh
 - + Nếu không cắt bỏ → Thép sôi
- **Kết luận :**
 - + **Thép sôi :** Sau khi ra lò đổ khuôn luôn nên khi nguội bốc nhiều bọt khí tạo những chỗ không đồng nhất → chất lượng không tốt dễ bị phá hoại dòn và lão hóa.
 - + **Thép tĩnh :** sau khi ra lò , đưa vào các chất như Si, Al, Mn. . để hết O₂ có hại và hợp chất phi kim loại khác.
 - + **Thép nửa tĩnh :** Oxy không được khử hoàn toàn.



d. Cán thép :

- Thép thổi, thép bản sau khi đúc khuôn vẫn chưa dùng được, phải đưa qua khu cán thép → thường là khu lớn nhất trong xưởng sản xuất thép
- Thép sau khi cán gồm các loại sau :
 - + Thép cán mỏng : $\square < 4 \text{ mm}$
 - + Thép bản dày : $\square \geq 4 \text{ mm}$
 - + Thép phổ thông : $f = 18 - 32 \text{ mm}$
 - + Thép định hình : I , L , \subset
 - + Thép ống :
 - + Thép ray cầu trục
- Một khu công nghiệp :

Quặng sắt → gang → thép → cán : gọi là khu liên hợp gang thép

Ví dụ : Khu liên hợp gang thép Thái Nguyên.

- Hơn 90% thép trên thế giới đều dùng trong XD. Chỉ 10% thép dùng trong cơ khí. Tuy nhiên khi nói đến cơ khí là nói đến thép vì tất cả các bộ phận cấu tạo trong cơ khí đều bằng thép. Trong Xây Dựng không chỉ nói riêng thép mà có thể sử dụng đa dạng vật liệu hình thành nên công trình như : bê tông, gỗ . .

1.2. CÁC LOẠI THÉP DÙNG TRONG XÂY DỰNG

1.2.1. PHÂN LOẠI

a. Theo phương pháp luyện thép

- Thép lò quay
- Thép lò bằng

b. Theo phương pháp đúc khuôn

- Thép tĩnh
- Thép nửa tĩnh
- Thép sôi

c. Theo thành phần hóa học

- Thép than thấp : $C < 0,22\%$, mềm , dẻo , dễ hàn , là thép dùng trong xây dựng ,

Ví dụ : thép CT3. Các đặc trưng tính toán :

$$\sigma_{ch} = 2400 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_b = 3800 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$R = 2100 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\varepsilon = 24 - 26 \%$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$a = 8 - 10 \text{ cm.m/cm}^2.$$

- Thép cacbon vừa và cao

$C = 0,25 - 0,5\%$ → cường độ cao, dùng trong các ngành công nghiệp khác. Lấy theo qui chuẩn nhà sản xuất hay theo TCVN 5575-1991.

- Thép hợp kim thấp : kim loại màu chủ yếu Cr, N, Cu, S, P (Thép cường độ khá cao).

+ Được sử dụng nhiều. Có trên 200 loại nhưng trong xây dựng chỉ sử dụng 1 số loại.

+ Giới hạn chảy : 2900 – 3900 (kg/cm²) ; Giới hạn bền : 4300 – 5400 (kg/cm²)

+ Có cường độ R tăng, tính dễ hàn tăng so với thép than .

+ Tiết kiệm vật liệu 20 – 25% .

- Thép cường độ cao

+ Gồm các loại thép hợp kim có nhiệt luyện .

+ Giới hạn chảy : ≥ 4400 (kg/cm²) ; Giới hạn bền : ≥ 5900 (kg/cm²)

+ Tiết kiệm vật liệu : 25 – 30%

Việc lựa chọn các số liệu thép cho kết cấu phải dựa vào các yếu tố :

+ Đặc điểm gia tải (tĩnh , động lực , lặp , rung động . . .)

+ Trạng thái ứng suất (1 phương , phẳng , khối)

+ Phương pháp liên kết . . .

1.2.2. CẤU TRÚC VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA THÉP

a. Cấu trúc

- Đem dát mỏng một miếng thép CT3 và soi dưới kính hiển vi ta thấy nó có dạng tinh thể gồm 2 tổ chức chính :

+ **Ferit** : chiếm 97% thể tích , là sắt nguyên chất , màu sáng , có tính mềm và dẻo .

+ **Màng xementit bao quang hạt Ferit** : là hợp chất Fe_3C , cứng và giòn .

- Để cải thiện cường độ của thép người ta tìm cách thay đổi hàm lượng màng xementit bằng cách thêm một số KL màu như Mn, Si, Cr, Ni, Cu,

b. Thành phần hóa học

- **Sắt** : Hạt thuần chất Fe chiếm hơn 97%

- **Các bon** : Khi C cao → R cao → E thấp → thép khó hàn

- **Mn** : Là hàm lượng có lợi cho thép . Mn cao → R cao → E không giảm → tính hàn không biến đổi. Tuy nhiên cần khống chế hàm lượng Mn vì nó làm tăng tính giòn của thép khi hàm lượng cao. Thép C thấp : $Mn < 0,64\%$; Thép hợp kim thấp: $Mn < 1,50\%$

- **Silic** : Si cao → R cao. Tuy nhiên khống chế hàm lượng Si $< 0,3\%$, vì nếu Si $> 0,3\%$ làm thép trở nên khó hàn đặc biệt là chống gỉ kém.

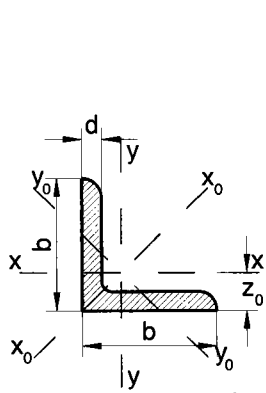
- **Đồng** : Cu cao → R cao → tăng tính chống gỉ. Tuy nhiên Cu $> 0,7\%$: thép giòn

- Một số thành phần khác như N, S, P ngành luyện kim cố gắng loại bỏ nhưng không được, nên chỉ khống chế thành phần của chúng trong thép.

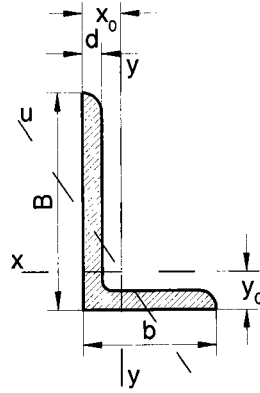
- + $N \leq 0,008 \%$; N lẫn trong quặng khi sôi không được khử hết, làm thép giòn, giảm cường độ
- + $P \leq 0,05 \%$; P → giảm tính dẻo và độ dai va chạm, làm thép giòn nguội.
- + $S \leq 0,04 \%$; S → làm thép giòn nóng, dễ nứt khi hàn và rèn
- Ngoài ra thêm Ni, Cr < 0,3% .

1.2.3. QUY CÁCH THÉP DÙNG TRONG XÂY DỰNG

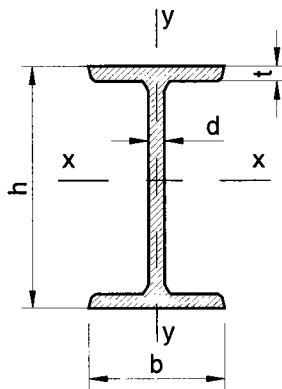
a. Thép hình



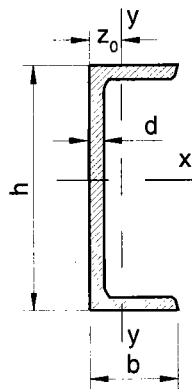
Hình 1.3.a : thép góc đều cạnh



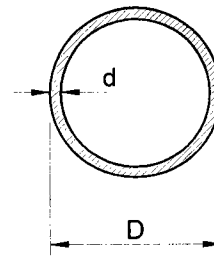
Hình 1.3.b : thép góc không đều cạnh



Hình 1.3.c : thép chữ I



Hình 1.3.d : thép chữ C



Hình 1.3.e : thép ống

◆ Thép góc

- Là loại thép cán nóng, được dùng phổ biến nhất
- Có 2 loại : đều cạnh và không đều cạnh. Kí hiệu L40x4 ; L33x40x4
- Đặc điểm : cánh có 2 mép song song, dài từ 4-12m.
- Phạm vi sử dụng : thanh chống, thanh dàn, ghép lại thành tiết diện chữ T, chữ thập, chữ I, liên kết dầm với cột, dầm ghép bằng bu lông, đinh tán, cột điện ...

◆ Thép chữ I

- Kí hiệu I 40 (cao 40cm), I 40a (cao 40cm, cánh rộng và dày hơn I 40), dài 4-12m
- Có độ cứng theo phương x rất lớn so với phương y ($J_x \gg J_y$)
- Phạm vi sử dụng: làm kết cấu chịu uốn phẳng như dầm, nếu làm cột phải tăng cường độ ổn định theo phương y bằng cách mở rộng thêm cánh hoặc ghép hai chữ I lại.

◆ Thép chữ C

- Kí hiệu C30 (cao 30cm), dài 4-12m.
- Mặt bụng phẳng, cánh vươn rộng nên dễ liên kết với các kết cấu khác. Có sự ổn định theo phương y khá tốt.
- Phạm vi sử dụng: dầm chịu uốn xiên như xà gỗ, ghép thành tiết diện đối xứng, dùng làm cột, làm thành dàn cầu.

♦ **Thép Ống**

- Tiết diện đối xứng, vật liệu nằm xa trục trung hòa, chịu lực và ổn định tốt.
- Phạm vi sử dụng : làm thanh dàn, đặc biệt là dàn không gian, kết cấu cột tháp cao.

Ngoài ra còn có thép hộp, thép ray, thép chữ T, Thép vuông đặc....

b. Thép bản

- Dùng rộng rãi trong xây dựng. Gồm 3 loại : thép tấm phổ thông $\delta=4-60\text{mm}$, bốn cạnh phẳng dễ sử dụng; thép tấm dày $\delta=4-160\text{mm}$ có bề rộng lớn làm kết cấu bản, thép tấm mỏng $\delta=0.2-4\text{mm}$.
- Phạm vi sử dụng : làm bản sàn, kết cấu chịu lực dạng tổ hợp.
- Ngoài ra còn có thép bản vằn dùng làm sàn nhà công nghiệp, tấm bậc thang. Thép tấm lượn sóng làm tấm lợp....

c. Thép hình dẹt nguội

- Các tấm thép mỏng $\delta=2-16\text{mm}$ mang dập nguội mà thành. Có thể dập thành : thép góc, thép C, thép Z, tiết diện hộp....
- Phạm vi sử dụng ; vành mỏng nhẹ nhàng nên dùng cho kết cấu chịu lực nhẹ nhưng yêu cầu độ ổn định lớn.

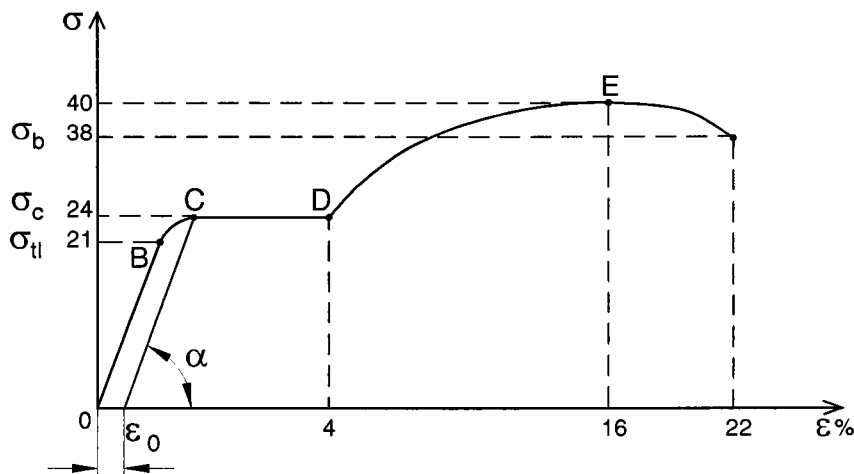
d. Thép phổ thông

- Có đường kính từ 6-80mm.
- Phạm vi sử dụng : thanh căng cửa vòm , bu lông neo, bu lông chịu lực. Thường dùng trong kết cấu bê tông cốt thép.

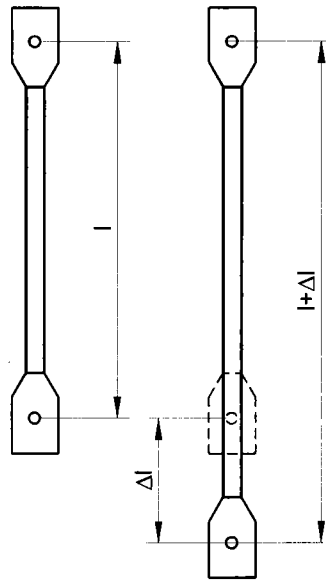
1.3. SỰ LÀM VIỆC CỦA THÉP CHỊU TẢI TRỌNG

1.3.1. SỰ LÀM VIỆC CỦA THÉP KHI CHỊU KÉO

a. Biểu đồ ứng suất – biến dạng khi kéo



Hình 1. Biểu đồ quan hệ giữa ứng suất và biến dạng



- Ta lấy một mẫu thép mềm CT₃ chiều dài l , diện tích cắt ngang là F đem kéo với một lực N tĩnh và tăng dần :
 - Ứng suất chịu kéo: $\sigma = \frac{N}{F}$
 - Khi kéo, thanh thép giãn ra một đoạn Δl và độ giãn dài tương đối là $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$
- Vẽ đồ thị quan hệ giữa ứng suất σ và biến dạng tỉ đối ε , ta được biểu đồ kéo của thép như hình 1. Ta nhận thấy đồ thị được chia thành 4 giai đoạn :
 - **Giai đoạn tỉ lệ OB**
 - + Tương ứng với ứng suất từ $0 \rightarrow 2000$ (kg/cm²). Quan hệ ứng suất và biến dạng là quan hệ bậc nhất. Vật liệu làm việc tuân theo định luật Hooke : $\sigma = E \cdot \varepsilon$
 - E : modun đàn hồi (hệ số góc của đường thẳng OB); $E = 2,06 \times 10^6$ (kg/cm²)
 - **Giai đoạn quá độ BC**
 - + Đường biểu diễn hơi cong, không còn giới hạn tỉ lệ nữa nhưng thép vẫn làm việc đàn hồi, nghĩa là nếu chúng ta kéo mẫu tới **C** rồi buông ra thì đường biểu diễn trở về qua **B** đúng về **O**.
 - + Từ **O** \rightarrow **C** : vật liệu vẫn còn đàn hồi nên OC : giai đoạn đàn hồi .
 - + σ_C : là giới hạn đàn hồi σ_{dh} .
 - + Thực tế , σ_{dh} khác rất ít với σ_B nên nhiều khi đồng nhất 2 giai đoạn này
 - **Giai đoạn chảy CD**
 - + Ứng suất không tăng nhưng biến dạng vẫn tăng, vật liệu làm việc trong giai đoạn chảy.
 - + **CD** nằm ngang , ứng với biến dạng từ $\varepsilon = 0,2\% \rightarrow 2,5\%$, gọi là thêm chảy .

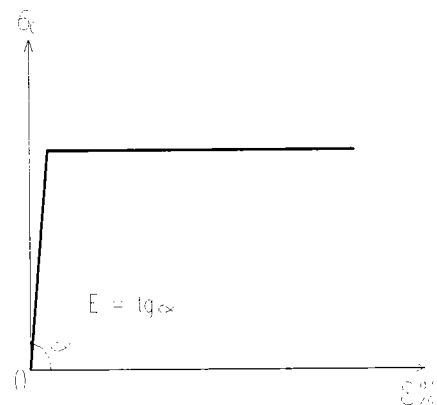
- + Nếu quá **C** một đoạn ngừng không kéo → đường biểu diễn trở về song song **OB** gặp trục hoành ở 1 điểm ϵ_0 , có biến dạng dư .
- **Giai đoạn gia cường DE**
- + Thép không chảy nữa và có thể chịu được lực, thép như được gia cường
- + Vượt quá **D**, tiếp tục kéo, ứng suất tăng nhưng không còn tỉ lệ với ϵ
- + Đường cong hơi thoải, biến dạng tăng nhanh theo kiểu biến dạng dẻo
- + Đến **E** (điểm đỉnh), ứng suất không tăng nữa
- + Kéo quá 1 chút → mẫu thép bị thắt lại, tiết diện thu nhỏ và bị đứt tương ứng $\epsilon \approx 22\%$ (CT₃)
- + σ_D : giới hạn bền

b. CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ HỌC CHỦ YẾU CỦA THÉP

- **Giới hạn tỉ lệ (B)**: $\sigma_{II} = 2000$ (kg/cm²)
- **Giới hạn chảy (C)**:
 - Là ứng suất lớn nhất có thể có trong vật liệu, không được phép vượt qua, là **giới hạn về khả năng chịu lực** của thép. Với thép CT₃: $\sigma_c = 2400$ (kg/cm²)
 - Đây là giới hạn rất quan trọng để đánh giá khả năng chịu lực của thép, vì: $\sigma > \sigma_c$: thép không làm việc được.
 - + $\leq \sigma_{II}$: dùng lý thuyết đàn hồi, với $E = \text{const}$
 - + $\sigma_{II} < \sigma < \sigma_c$: dùng lý thuyết đàn hồi dẻo, với $E \neq \text{const}$
 - + $= \sigma_c$: dùng lý thuyết dẻo. Vật liệu thép được tận dụng cao nhất.
- **Giới hạn bền**:
 - Là giới hạn cuối cùng trước khi thép bị phá hoại
 - Khi tính toán với thép CT₃: $\sigma_c = 2400$ (kg/cm²) → $\sigma_b = 3800$ (k/cm²): cho vật liệu một độ dự trữ an toàn cao về cường độ giữa trạng thái làm việc và trạng thái phá hoại.
- **Biến dạng khi đứt ϵ_0** :
 - Đặc trưng cho độ dẻo và độ dai của thép
 - Biến dạng khi làm việc đàn hồi: $\epsilon_c = 0,2\%$; **Biến dạng khi đứt: $\epsilon_b = 22\%$, gấp 100 lần ϵ_c → nghĩa là cho vật liệu một lượng dự trữ an toàn cao về biến dạng** → nên dễ phát hiện → KCT không bao giờ bị phá hoại ở trạng thái dẻo. KCT chỉ bị phá hoại khi chuyển thành giòn.
- **Môđun đàn hồi E**:
 - $E = \text{tg}\alpha$. Trong giai đoạn đàn hồi: $\text{tg}\alpha$ lớn → vật liệu tốt
 - + OC: $E = 2,1 \cdot 10^6$ (kg/cm²)
 - + CD: $E = 0$
 - + DE: coi $E = 0$

Giản đồ Prandt

→ Coi thép là 1 vật liệu có 1 đoạn đàn hồi lí tưởng, 1 đoạn dẻo lí tưởng.

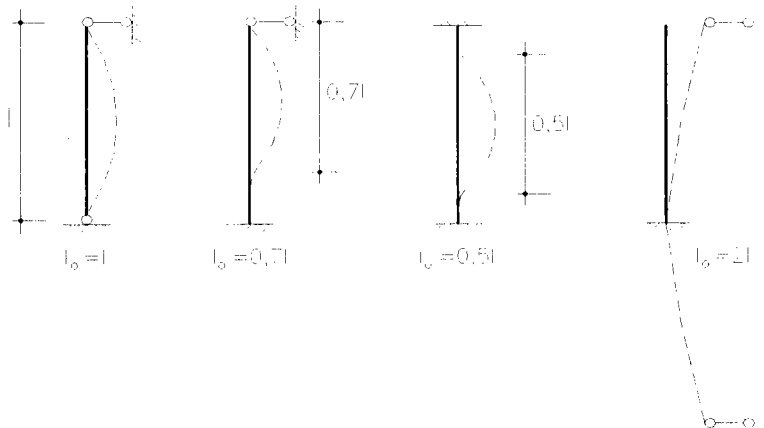
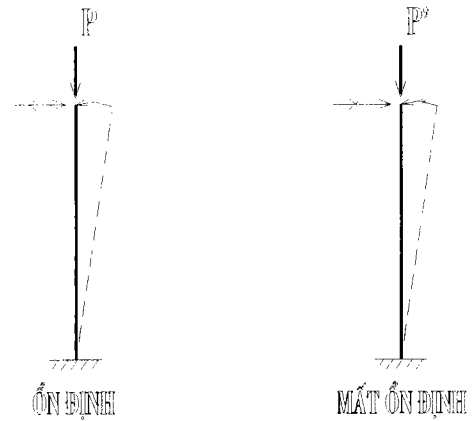


1.3.2. SỰ LÀM VIỆC CỦA THÉP KHI CHỊU NÉN

- Các đặc trưng cơ học tính toán trong giai đoạn làm việc đàn hồi và đàn hồi dẻo giống sự làm việc chịu kéo : cùng E , σ_{tt} , σ_{dh} , σ_c
- Không xác định σ_b ở thép cacbon thấp : mẫu thép bị phình ra và tiếp tục chịu được tải lớn .

2 trường hợp :

- **Mẫu ngắn** : (dạng khối). Quan hệ ứng suất – biến dạng giống chịu kéo
- **Mẫu dài** : (dạng thanh). Thanh sẽ bị phá hoại do hiện tượng mất ổn định
 - + Bỏ tác dụng lực ngang : trở về vị trí cũ → thanh ổn định
 - + Tăng P : thanh không trở về vị trí cũ → mất ổn định.
 - + Nếu $P < P_{th}$ hay $\sigma < \sigma_{th}$: thanh ổn định
 - + $P > P_{th}$ hay $\sigma > \sigma_{th}$: thanh mất ổn định



Xét thanh có liên kết 2 đầu khớp

Theo công thức Euler :

$$P_{th} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{l^2}$$

$$\sigma_{th} = \frac{P_{th}}{F} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{l^2 \cdot F}$$

$$\frac{J_{min}}{F} = r_{min}^2$$

$$\frac{l^2}{r_{min}^2} = \lambda_{min}^2$$

$$\sigma_{th} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

- + Vậy : σ_{th} phụ thuộc :
 - * Vật liệu (môđun vật liệu E)
 - * Đặc trưng hình học
- + Đặt : $\sigma_{th} = \varphi \cdot R$
- + Từ quan hệ giữa σ_{th} và $\lambda \rightarrow$ Ta có quan hệ giữa φ và $\lambda \rightarrow$ Lập bảng tính , đồ thị của quan hệ đó cho từng loại thép .
- + Thường tính theo bảng tính vì đồ thị dễ sai số
- + Thanh ổn định khi : $\sigma \leq \sigma_{th} = \varphi \cdot R$

Tóm lại :

- Điều kiện cường độ : $\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R$

- Điều kiện ổn định : $\sigma = \frac{N}{F_{ng}} \leq \varphi \cdot R$ (nén đúng tâm)
 $\sigma = \frac{N}{F_{ng}} \leq \varphi_{lt} \cdot R$ (nén lệch tâm)

Với: $\lambda = \frac{l_0}{r} \rightarrow$ tra được φ ($\varphi < 1$)

l_0 : đoạn thanh mất ổn định khi chịu nén
 r : tra bảng (dùng trong KCT)

1.3.3. SỰ LÀM VIỆC CỦA THÉP KHI CHỊU UỐN

a. Tính cấu kiện trong giai đoạn đàn hồi

- Độ bền cấu kiện chịu uốn trong một mặt phẳng được kiểm tra theo công thức sau:

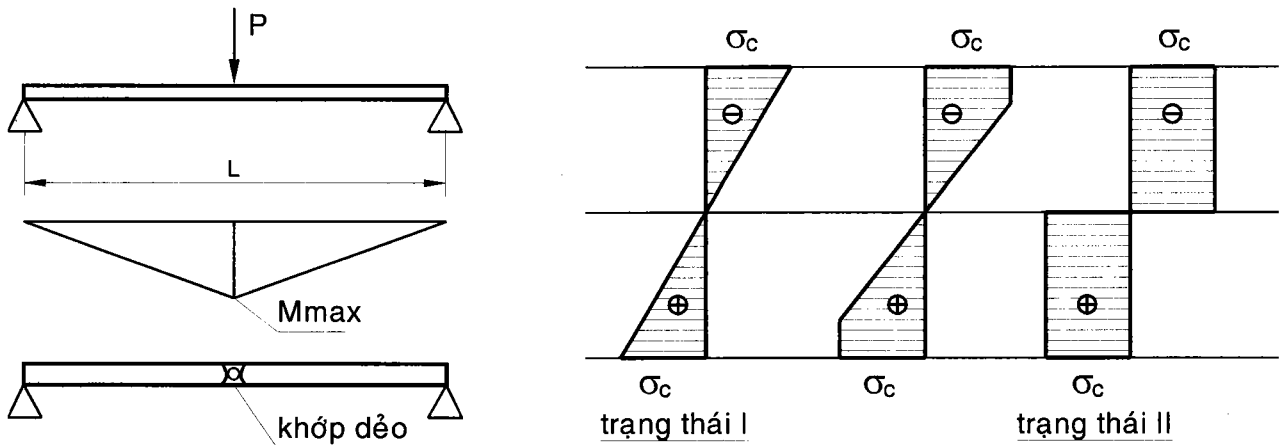
$$\sigma = \frac{M}{W_{th}} \leq R \cdot \gamma ; \tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot \delta} \leq R \cdot \gamma$$

Trong đó:

- + M, Q : là mômen lực cắt tính toán
- + W_{th} : là mômen chống uốn thu hẹp của tiết diện
- + S : mômen tĩnh của phần tiết diện đối với trục trung hòa
- + J : là mômen quán tính của tiết diện đối với trục trung hòa
- + δ : bề dày cấu kiện tại chỗ cần tính ứng suất tiếp

b. Tính cấu kiện khi có biến dạng dẻo

- Xét một dầm làm việc như hình vẽ
- Khi lực P còn nhỏ, ta tăng dần P . đến một lúc nào đó, biểu đồ ứng suất có dạng tam giác và ứng suất thứ biên đạt tới giới hạn chảy, các thớ bên trong tiết diện đều nhỏ hơn giới hạn chảy (tiết diện làm việc trong giai đoạn đàn hồi). (Trạng thái I)



Hình 1.5 : Sự làm của việc thép khi chịu uốn

- Tiếp tục tăng P , σ_c lan dần vào các thớ trong và dần dần biểu đồ ứng suất có dạng chữ nhật. Ta nói toàn bộ tiết diện làm việc trong giai đoạn chảy (Trạng thái II). Và đây:

- + Là giới hạn cuối cùng của thép. nếu tiếp tục tăng P thì tại tiết diện M_{max} sẽ hình thành khớp dẻo, vùng dẻo không còn khả năng chịu lực, xem như dầm 3 khớp biến hình tức thời và dầm hoàn toàn bị gục xuống
- Ta có :
 - Trạng thái I : $M = \sigma_c \cdot W$
 - Trạng thái II : $M_d = \int_F y \cdot dF \cdot \sigma_c = \sigma_c \int_F y \cdot dF = \sigma_c (S_1 + S_2) = \sigma_c W_d$

Trong đó : W_d là mômen chống uốn dẻo

- So sánh trong trường hợp tiết diện chữ nhật;

$$\frac{M_d}{M} = \frac{W_d}{W} = \frac{2 \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{b}{4}}{\frac{bh^2}{6}} = 1.5$$

Nghĩa là đối với tiết diện chữ nhật, nếu tính theo trạng thái dẻo sẽ tăng khả năng chịu lực lên 1.5 lần (nhưng không an toàn).

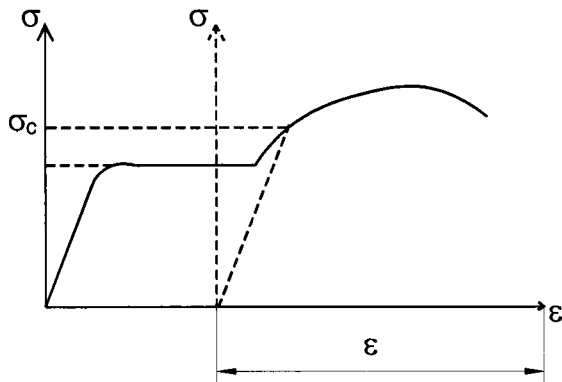
- Tương tự ta có :
 - Tiết diện chữ I : $W_d = 1.15W$;
 - Tiết diện chữ C : $W_d = 1.2W$;
 - Tiết diện tròn đặc : $W_d = 1.3W$;
- Không nên tính theo trạng thái giới hạn dẻo, nên tính cấu kiện trong giai đoạn đàn hồi để cho cấu kiện một độ an toàn cao về cường độ. Chỉ tính cấu kiện trong giai đoạn dẻo khi cấu kiện đạt được đồng thời 3 điều kiện sau:
 - + Dầm đảm bảo điều kiện ổn định tổng thể
 - + Dầm chỉ chịu tải trọng tĩnh
 - + Tại chỗ có M_{max} , ứng suất tiếp : $\tau \leq 0.4R$

1.4. CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI DÒN CỦA THÉP

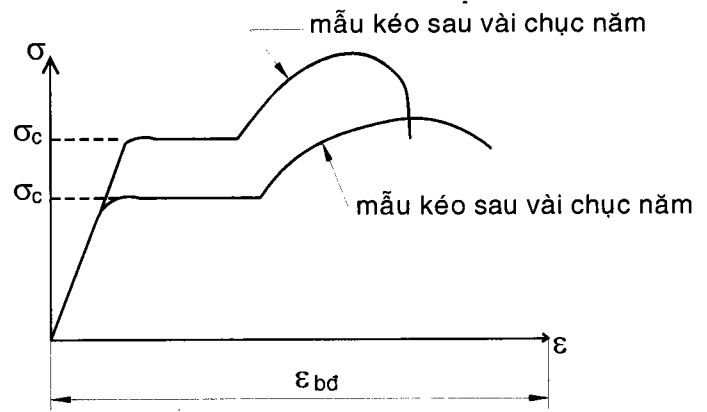
- Sự phá hoại của kết cấu thép có thể xảy ra dưới 2 hình thức:
 - Phá hoại dẻo: biến dạng lớn, các phân tử bắt đầu trượt lên nhau khi nội lực vượt quá ngoại lực, không đột ngột và nguy hiểm
 - Phá hoại giòn: biến dạng còn nhỏ, lực tương tác giữa các phân tử bị mất đi, không báo trước và nguy hiểm
- Thép là vật liệu chủ yếu bị phá hoại dẻo, tuy nhiên một số trường hợp kết cấu thép chuyển sang giòn, khi thiết kế cần tránh những nguyên nhân sau:

1.4.1. HIỆN TƯỢNG CỨNG NGUỘI

- Là hiện tượng thép trở nên cứng sau khi bị biến dạng dẻo ở nhiệt độ thường.
- Kéo mẫu thép đến giữa giai đoạn chảy → đường biểu diễn trở về song song với đường ban đầu, và sau đó tiếp tục làm việc theo biểu đồ kéo thông thường.
- Kéo mẫu thép quá giai đoạn chảy thì thềm chảy của thép không còn nữa, thép hầu như làm việc trong giai đoạn dẻo với biến dạng phá hoại nhỏ. Khi đó làm tăng cường độ chịu lực σ_c nhưng $\epsilon < \epsilon_{bd}$.
- Sự cứng nguội làm tăng cường độ thép nhưng làm thép giòn.
- Nguyên nhân : khi gia công nguội các cấu kiện uốn, cắt, đột lỗ...



Hình 1.6 : Hiện tượng cứng nguội



Hình 1.7 : Hiện tượng già của thép

1.4.2. HIỆN TƯỢNG GIÀ CỦA THÉP

- Là hiện tượng thép trở nên già theo thời gian
- Kéo 2 mẫu thép: mẫu vừa sản xuất với mẫu để sau vài chục năm. Ta thấy, theo thời gian: giới hạn chảy và giới hạn bền tăng; độ giãn dài và độ dai xung kích giảm, thép trở nên giòn hơn, tính dẻo mất dần
- Nguyên nhân: khi luyện thép, một số tạp chất còn lẫn trong hạt ferit, qua thời gian chúng ra khỏi hạt ferit và làm dày màng pectit → làm tăng cường độ chịu lực
- Không nên lợi dụng hiện tượng già của thép để tăng cường độ

1.4.3. HIỆN TƯỢNG ỨNG SUẤT PHÂN BỐ KHÔNG ĐỀU

- Khi trong cấu kiện có lỗ khuyết, rãnh cắt thì các đường sức (quỹ đạo các ứng suất chính) có dạng tập trung và uốn quanh chỗ cắt. Chứng tỏ ứng suất chỗ đó tăng cao và tại đó tồn tại ứng suất theo hai phương làm thép trở nên giòn. Đó là hiện tượng ứng suất phân bố không đều.
- Hiện tượng ứng suất tập trung không đều chỉ nguy hiểm khi kết cấu chịu tải trọng động lực. Cần tránh bằng cách giảm khoét lỗ, rãnh cắt, mặt ngoài cấu kiện nhẵn.

1.4.4. ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ

- Nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất cơ học của thép.
 - + Ở nhiệt độ $t = 200 - 250^{\circ}\text{C}$: tính chất cơ học thay đổi ít
 - + Ở nhiệt độ $t = 300 - 350^{\circ}\text{C}$: thép giòn, chịu lực xung kích kém
 - + Ở nhiệt độ $t = 350 - 650^{\circ}\text{C}$: tính giòn mất đi, cường độ hạ xuống
 - + Ở nhiệt độ $t > 650^{\circ}\text{C}$: chảy dẻo, không còn chịu lực được.
 - + Ở nhiệt độ $t < -45^{\circ}\text{C}$: rất giòn, phải dùng thép đặc biệt chịu nhiệt độ thấp

1.4.5. SỰ LÀM VIỆC CỦA THÉP KHI CHỊU TẢI TRỌNG LẶP

- Tải trọng lặp là tải trọng có chiều hay trị số tác dụng thay đổi lặp đi lặp lại nhiều lần
- Khi chịu tải trọng lặp, kết cấu thép giảm cường độ, có thể bị phá hoại ở cường độ nhỏ hơn giới hạn bền → đó là hiện tượng mỏi của thép.
- Sự mỏi làm thép bị phá hoại giòn, thường đột ngột và kèm theo vết nứt.
- Ứng suất phá hoại mỏi gọi là cường độ rung động : σ_{rd}

- Khi tính toán kết cấu thép chịu chấn động phải tính với σ_{rd} (tra bảng) và phụ thuộc vào:
 - + Tính chất thay đổi của tải trọng : chu kỳ đối xứng để gây cho thép bị mỏi nhất
 - + Số chu kỳ lặp : với thép CT3, cường độ ổn định với số lần lặp lên đến 2×10^6 lần
 - + Trạng thái mặt ngoài của cấu kiện : mặt ngoài càng nhẵn thì σ_{rd} càng cao.

1.4.6. THÍ NGHIỆM VỀ ĐỘ DAI XUNG KÍCH

- Sự hoá dòn ảnh hưởng đến tính chất cơ học của thép. vì vậy để đánh giá mức độ hóa dòn của thép, người ta đưa ra chỉ số độ dai xung kích. Kí hiệu là a (kgm/cm^2)
- Thí nghiệm xác định: gia công mẫu thép nhỏ có lỗ khuyết giữa như hình vẽ, thả búa rơi cho đến khi mẫu bị gãy và đo công sinh ra
- Công đơn vị sinh ra khi mẫu gãy gọi là độ dai xung kích; a càng lớn, khả năng chống va chạm càng cao.

1.5. TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

1.5.1. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KCT THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

- Trạng thái giới hạn (TTGH) : là trạng thái mà tại đó kết cấu thôi không thỏa mãn đặt ra đối với công trình khi sử dụng và xây lắp
- Mục đích: đảm bảo cho kết cấu làm việc không vượt quá trạng thái giới hạn để có thể sử dụng được dù có xảy ra điều kiện bất lợi nhất như tải trọng vượt quá mức bình thường, đặc trưng cơ học vật liệu kém nhất..nhưng vẫn đảm bảo tiết kiệm vật liệu nhất.
- Có 3 nhóm trạng thái giới hạn:
 - a. Nhóm TTGH1
 - Gồm các trạng thái:
 - + Phá hoại bền
 - + Mất ổn định
 - + Mất cân bằng vị trí
 - + Kết cấu bị biến đổi hình dáng
 - Điều kiện giới hạn tính toán

$$N < S$$

Trong đó:

- + N : nội lực trong cấu kiện gây bởi tải trọng tính toán xét với tổ hợp tải trọng bất lợi nhất. Bao gồm hệ số vượt tải, hệ số an toàn về sử dụng, hệ số tổ hợp(tra bảng tùy theo loại tải trọng)
- + S : nội lực giới hạn mà kết cấu chịu được. Phụ thuộc vào đặc trưng hình học của tiết diện và đặc trưng cơ học của vật liệu có kể đến hệ số phẩm chất và hệ số điều kiện làm việc của vật liệu.

b. Nhóm TTGH2

- Gồm các trạng thái ; bị võng , rung , lún ...
- Điều kiện giới hạn tính toán : $\Delta < \Delta_{gh}$

Trong đó :

- + Δ : là chuyển vị hay lún của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng tiêu chuẩn
- + Δ_{gh} : là chuyển vị hay lún giới hạn của kết cấu (qui định trong các qui phạm thiết kế)

- c. **Nhóm TTGH3** : sự hình thành và phát triển khe nứt. Kết cấu thép không tính theo trạng thái giới hạn này

1.5.2. CƯỜNG ĐỘ TIÊU CHUẨN VÀ CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN

- a. **Cường độ tiêu chuẩn** : kí hiệu là R_c
- Được qui định trong các qui phạm thiết kế
 - Xác định do xử lý thống kê các chỉ tiêu cơ học từ thực nghiệm.
- b. **Cường độ tính toán** : kí hiệu là R
- Công thức xác định : $R = \frac{R_c}{\gamma_m}$

Trong đó : γ_m là hệ số an toàn vật liệu xét đến những ảnh hưởng làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu. Tra bảng và có giá trị nhỏ hơn 1; Phụ thuộc vào các dạng chịu lực khác nhau như : kéo, nén, uốn , cắt, ép mặt,

1.5.3. TẢI TRỌNG VÀ TÁC ĐỘNG

- Lấy theo TCVN 2737-91 . gồm 2 loại:
 - a. **Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải)** : là tải trọng không biến đổi giá trị , phương chiều, vị trí tác dụng trong quá trình sử dụng.
Ví dụ như : trọng lượng bản thân kết cấu, áp lực đất, lực ứng suất trước ...
 - b. **Tải trọng không thường xuyên (hoạt tải)**: tra bảng phụ thuộc vào loại công trình, công năng sử dụng ...Có 3 loại tải trọng thường xuyên :
 - Tải trọng dài hạn : trọng lượng vách ngăn, thiết bị cố định, ..
 - Tải trọng ngắn hạn : trọng lượng người, đồ đạc , gió...
 - Tải trọng đặc biệt : động đất, nổ , sục lở ...
- c. **Tổ hợp tải trọng** :
 - Mục đích : tìm ra nội lực nguy hiểm gây bất lợi cho kết cấu nhất
 - Nguyên tắc tổ hợp tải trọng : tĩnh tải luôn luôn có, hoạt tải lúc có lúc không, chỉ kể vào khi nó gây thêm nguy hiểm cho kết cấu đang xét.
 - Có 2 loại tổ hợp tải trọng :
 - **Tổ hợp cơ bản 1**: tĩnh tải + một hoạt tải
 - **Tổ hợp cơ bản 2**: tĩnh tải + nhiều hoạt tải (giá trị hoạt tải nhân với hệ số tổ hợp 0.9 : hệ số kể đến sự có mặt không thường xuyên cùng lúc của các loại hoạt tải)
- **Bảng cường độ tính toán kết cấu thép làm bằng thép CT3,CT4** :

Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Cường độ tính toán (kg/cm ²)
Nén , kéo, uốn	R	2100
Cắt	R_c	1300
Ép mặt	R_{em}	3200

Mô đun đàn hồi của vật liệu trong giai đoạn đàn hồi : $E=2.1.10^6$ kg/cm².

CHƯƠNG 2

LIÊN KẾT DÙNG TRONG KẾT CẤU THÉP

2.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ LIÊN KẾT DÙNG TRONG KCT

- Liên kết rất quan trọng trong Kết Cấu Thép



↓
(rời)

- KCT thường sử dụng 3 loại liên kết sau :

- + Hàn
- + Đinh tán
- + Bulông

Ngoài ra còn sử dụng liên kết chốt (bấm đinh), liên kết dán . . . Chế tạo và thi công đơn giản, tốc độ dựng lắp nhanh nhưng khả năng chịu lực kém, biến dạng lớn nên ít dùng.

2.1.1. LIÊN KẾT HÀN

- Là liên kết phân tử (liên kết tinh thể, liên kết liên khối) của các kim loại bị nóng chảy khi dùng nhiệt (dòng điện) đốt nóng làm chảy 2 mép thép để hòa lẫn với nhau. Khi nguội lại tạo thành đường hàn.

- **Ưu :**

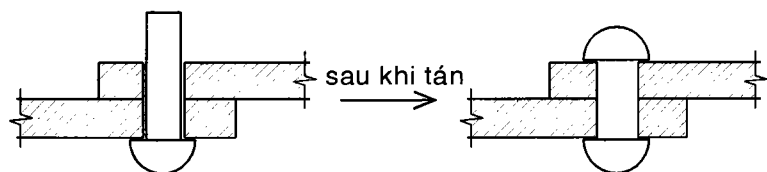
- + Giảm công chế tạo (20%) và khối lượng kim loại (10%)
- + Hình thức cấu tạo liên kết đơn giản
- + Bền, có tính kín cao → nên dùng cho kết cấu cần tính kín (bể chứa , đường ống dẫn . . .)
- + Tiết diện không cần khoét lỗ nên không giảm yếu → tiết kiệm thép

- **Khuyết điểm :**

- + Khó kiểm tra chất lượng đường hàn
- + Một số loại thép có hàm lượng C cao (than vừa trở lên) → khó hàn
- + Quá trình hàn gây biến hình hàn và ứng suất hàn trong liên kết → làm tăng tính giòn của kim loại và không sử dụng được , kết cấu dễ bị vênh
- + Không có tính dai , chịu tải trọng động kém

2.1.2. LIÊN KẾT ĐINH TÁN

- Được sử dụng sớm nhất trong KCT. Gia công 1 đầu trước , sau đó ráp vào cấu kiện rồi tán thân đinh thành đầu đinh thứ 2.



Hình 2.1 Liên kết đinh tán

- **Ưu điểm :** Có tính dai, chịu tải trọng chấn động

lớn → dùng để chế tạo dầm cầu trục nặng , cầu , đường sắt , . . . (Ở Trung quốc, tất cả kết cấu cầu đều dùng liên kết đinh tán)

- **Khuyết điểm :** Tổn vật liệu và công chế tạo : khoét lỗ , nung đinh , . . . nên ít dùng

2.1.3. LIÊN KẾT BULÔNG

- Là liên kết duy nhất trong KCT có khả năng tháo ráp được

- **Ưu điểm :**

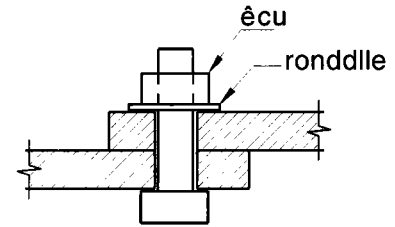
- + Thuận tiện khi tháo lắp , không cần máy móc và năng lượng khi thi công
- + Thích hợp cho các công trình cần tháo ráp (nhà triển lãm , nhà kho , . . .) , công trình tạm , liên kết các chi tiết trên cao , . . . nhưng trong quá trình lắp ráp cần cố định tạm

- **Khuyết điểm :**

- + Giảm yếu do khoét lỗ
- + Vẫn còn khe hở giữa lỗ đinh và thân đinh nên liên kết không thật chặt → dễ gây biến dạng trượt lớn.
- + Dễ bị tuột ốc (do vạy êcu không chặt)

- **Bulông cường độ cao :**

- + Tận dụng ưu điểm của liên kết đinh tán và liên kết bu lông → thay liên kết đinh tán trong các kết cấu chịu tải trọng nặng, tải trọng động và dựng lắp nhanh.
- + Được chế tạo bằng thép cường độ cao. Khi vạy êcu tạo được lực kéo trước trong thân đinh.
- + Chiếm vị trí chủ yếu trong liên kết thép
- + Hầu hết được sử dụng ngày nay nhưng đắt tiền.



Hình 2.2 Liên kết bu lông

2.2. LIÊN KẾT HÀN

2.2.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN TRONG KẾT CẤU THÉP

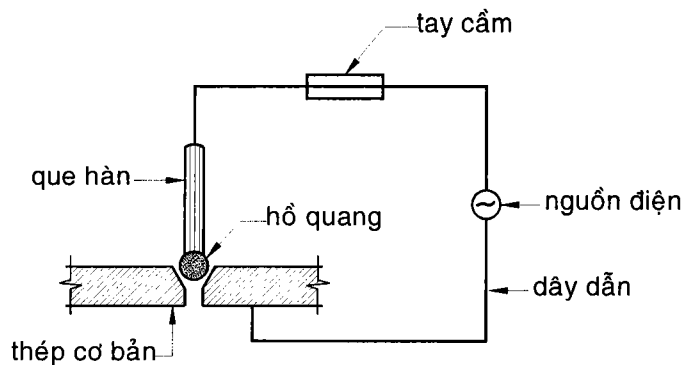
a. Các phương pháp hàn dùng trong kết cấu thép

a.1. Hàn tay hồ quang điện

- **Sơ đồ hàn :** Que hàn được kẹp vào tay cầm, nối 1 đầu với máy hàn, 1 đầu của máy hàn nối với tấm thép cơ bản. Tay cầm để tiếp điện

- **Nguyên lý :**

- + Chạm que hàn vào giữa 2 thanh thép cơ bản cần hàn → xảy ra nối mạch → gây đoản mạch.
- + Nhấc que hàn lên 2 – 3mm → giữa 2 điện cực (thép cơ bản và que hàn) xảy ra hiện tượng phóng điện → tạo hồ quang → Nhiệt độ cao của ngọn lửa hồ quang ($> 2000^{\circ}\text{C}$) làm 2 tấm thép cơ bản bị nóng chảy (độ sâu nóng chảy 1,5 – 2mm)
- + Kim loại que hàn chảy thành từng giọt rơi xuống rãnh hàn do lực hút của điện trường) (vì thế có thể hàn ngược khi rãnh hàn ở trên)

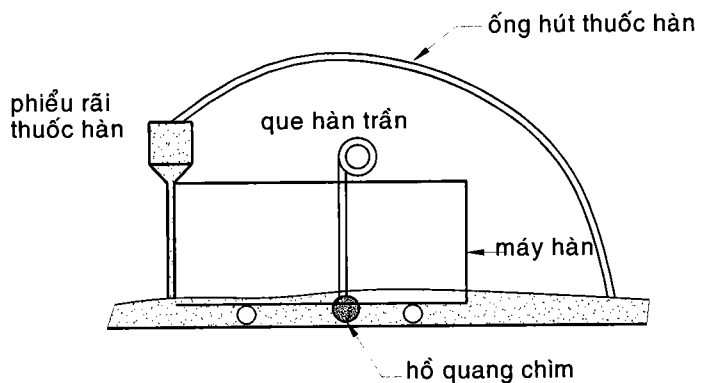


Hình 2.3 Hàn tay hồ quang điện

- + 2 kim loại lỏng hòa lẫn vào nhau, nguội lại tạo thành đường hàn.
- **Công nhân hàn cần chú ý :**
 - + Di chuyển que hàn theo hướng hàn
 - + Tốc độ hàn phù hợp (Sao cho rãnh hàn chảy đủ 90 độ sâu và kim loại que hàn chảy lỏng vừa đủ lấp đầy đường hàn).
 - + Điều chỉnh khoảng cách giữa que hàn và thép cơ bản (chùng 2–3mm), nếu quá xa hay quá gần → hồ quang bị cắt)
 - + Hạn chế tiếp xúc với không khí → không khí chui vào làm giảm chất lượng đường hàn.
- **Ưu và nhược điểm:**
 - + Ưu điểm : thi công đơn giản nên được dùng rộng rãi. Có thể hàn bất kỳ loại đường hàn nào ở những vị trí khác nhau trên kết cấu.
 - + Nhược điểm : năng suất thấp, độ sâu rãnh hàn nhỏ.

a.2. Hàn tự động hồ quang điện (Hồ quang chìm)

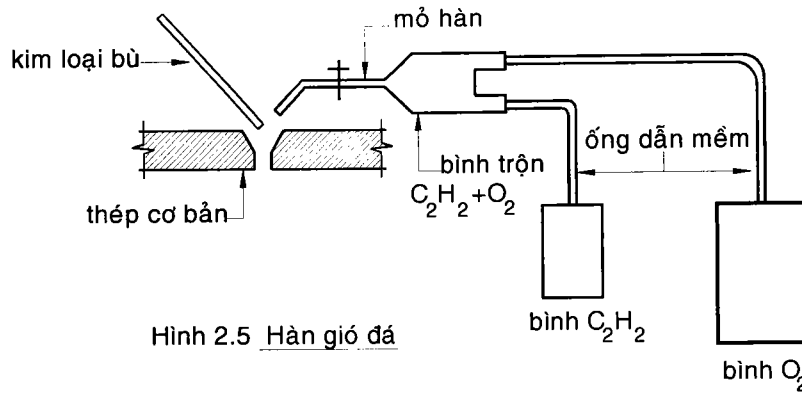
- **Sơ đồ hàn:**
 - + Giống hàn tay nhưng que hàn bọc thuốc được thay bằng cuộn dây hàn trần (đường kính 2 – 5mm). Bằng máy hàn tự động.
 - + Thuốc hàn rải trước thành lớp dày trên rãnh hàn.
 - + Que hàn được tự động nhả dần từ bó theo tốc độ di chuyển đều của máy hàn



Hình 2.4 Hàn tự động hồ quang điện

- + Máy hàn : giữ que hàn chuyển động theo đường thẳng
 - + Chiều đường hàn : từ phải → trái
 - + Dùng ống hút thuốc hàn
 - **Nguyên tắc làm việc :**
 - + Chạm rồi nhấc lên → hồ quang tạo chìm dưới lớp thuốc hàn.
 - **Ưu điểm :**
 - + Chất lượng đường hàn tốt (vì thực hiện bằng máy)
 - + Tốc độ nhanh (gấp 5 – 10 lần hàn tay) do cường độ dòng điện lớn.
 - + Kim loại lỏng được phủ lớp thuốc dày nên nguội dần, bọt khí thoát ra từ từ làm đường hàn đặc hơn
 - + Không hại sức khỏe thợ hàn do hồ quang cháy chìm.
 - **Nhược điểm :**
 - + Chỉ hàn được đường hàn nằm thẳng hoặc tròn (thân bể chứa)
 - + Không hàn được : đường hàn đứng hoặc ngược, ở vị trí chật hẹp, trên cao. Đường hàn ngắn , gãy khúc , đường tròn bán kính cong bé.
- Khắc phục :** hàn nửa tự động , máy hàn được di chuyển bằng tay

a.3. Hàn hơi (Hàn gió đá , hàn xì)



Hình 2.5 Hàn gió đá

- **Nguyên lý :**

- + Hỗn hợp cháy là O_2 và C_2H_2 , cho nhiệt lượng cao.
- + O_2 và C_2H_2 được nén ở 2 bình riêng, dẫn đến mỏ hàn bằng ống mềm
- + Khi cháy, nhiệt độ lên đến $3200^\circ C$ làm nóng chảy kim loại cần hàn và thanh kim loại bù (thay que hàn để lấp đầy rãnh hàn)
- + Kim loại nguội \rightarrow tạo đường hàn

- **Phạm vi sử dụng :**

- + Hàn những tấm kim loại mỏng, những đường hàn của kết cấu chịu lực không cao, $h_h < 4mm$
 - + Dùng khi mất điện
 - + Chủ yếu để cắt thép (vì mỏ hàn nhỏ, tia lửa mạnh)
- Ngoài ra còn phương pháp hàn tiếp xúc dùng hàn đối đầu trong bê tông cốt thép

b. Que hàn

- Vừa là kim loại phụ, vừa là 1 điện cực \rightarrow nên chất lượng que hàn có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng đường hàn
- Có 2 loại :
 - **Que hàn có lớp thuốc bọc :** (dùng hàn tay) Lớp thuốc bọc dày : 1- 1,5mm, chiếm 30% trọng lượng que hàn, dùng phổ biến trong kết cấu thép. **Tác dụng :**
 - + Khi cháy tạo lớp xỉ cách li không khí xung quanh với kim loại lỏng, ngăn O, N lọt vào làm đường hàn giòn.
 - + Lớp xỉ phủ làm đường hàn nguội từ từ nên không gây nứt đường hàn
 - + Tăng cường sự ion hóa không khí xung quanh làm hồ quang được ổn định
 - + Tăng độ bền đường hàn (do có bột 1 số hợp kim trong thuốc hàn)
 - + Ngoài ra còn có que hàn có lớp thuốc bọc mỏng : dày 0,15 – 0,25 mm ; 10% trọng lượng que hàn. Chỉ có tác dụng làm hồ quang ổn định. Dùng hàn các kết cấu không chịu lực.
 - **Que hàn trần :**
 - + Sử dụng cho hàn tự động
 - + Lớp thuốc bọc được thay bằng lớp bột thuốc hàn phủ trên đường hàn
- Kí hiệu :
 - + E.42 : cường độ $4200 (kg/cm^2)$ hay $42 (kg/mm^2)$
 - + E.42^A : tăng tính dẻo và độ dai xung kích của kim loại (chịu tải trọng động)
- **Chọn que hàn phù hợp mac thép :** để độ bền của thép cơ bản và mối hàn xấp xỉ nhau, khối lượng thép nóng chảy ít nhất (để giảm ứng suất hàn và biến hình hàn) .

- + Thường dùng que hàn E42, E46 với thép than (vì thường $R_b^c \leq 4300$ (kg/cm²))
- + E.50 : cấu kiện chịu lực động lớn
- + E.34 : cấu kiện cấu tạo, không chịu lực
- + Thép hợp kim → dùng E.50 , E.50^A , E.55

c. Các yêu cầu chính khi hàn và phương pháp kiểm tra chất lượng đường hàn

c.1. Các yêu cầu chính khi hàn

- Trước khi hàn
 - + Làm sạch gỉ trên mặt rãnh hàn
 - + Cường độ dòng điện thích hợp
 - + Gia công mép đúng qui định
 - + Chọn que hàn phù hợp
 - + Kiểm tra máy hàn và các điều kiện đảm bảo an toàn lao động
- Khi hàn : đảm bảo đúng trình tự hàn
- Sau khi hàn: phải kiểm tra lại chất lượng đường hàn

c.2. Các phương pháp kiểm tra chất lượng đường hàn

- Kiểm tra bằng mắt: chỉ phát hiện những sai sót bên ngoài (không đều, lỗi lõm nứt ...)
- Dùng phương pháp vật lý : siêu âm, điện từ , ... → chính xác → áp dụng cho các công trình chịu lực đặc biệt : bể chứa , đường ống cao áp , ...

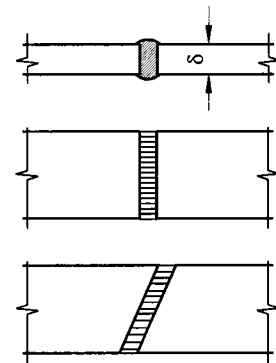
2.2.2. CÁC LOẠI ĐƯỜNG HÀN VÀ CƯỜNG ĐỘ

a. Các loại đường hàn

a.1. Phân loại theo cấu tạo : có 2 loại

▪ **Đường hàn đối đầu : (đhđđ)**

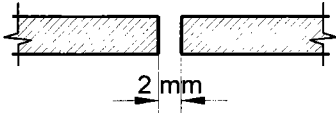
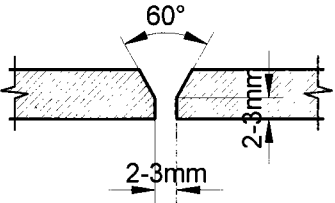
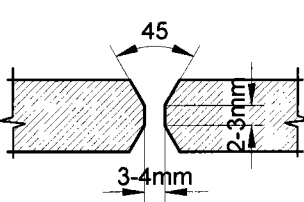
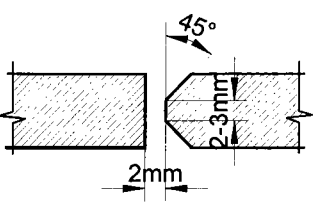
- Đặc điểm chính :
 - + Là đường hàn thực hiện trên 2 mép đầu của thanh thép cơ bản được đặt trên cùng một mặt phẳng. Đường hàn nằm ở khe hở nhỏ giữa 2 cấu kiện cần hàn
 - + Khe hở này còn có tác dụng để các chi tiết hàn biến dạng tự do khi hàn tránh cong vênh.
 - + Có 2 loại : đường hàn đối đầu thẳng góc và đường hàn đối đầu xiên góc với trục cấu kiện.
 - + Yêu cầu : đường hàn cần phải đầy (nghĩa là chiều dày đường hàn = chiều dày thanh thép cơ bản) → nên cần hàn cả 2 phía
 - + Nếu dư lên : có thể mài nhẵn (nếu là mặt sàn)
 - + Thép mỏng → không cần gia công mép
 - + Thép dày → cần gia công mép để :
 - o Có thể đưa que hàn xuống sâu
 - o Đảm bảo sự nóng chảy trên suốt chiều dày bản thép
 - + Để tránh phía dưới đường hàn bị khuyết cần đặt đường hàn trên lớp thuốc hàn hoặc trên tấm đệm bằng đồng hoặc thép.
- **Ưu nhược điểm của đhđđ :**
 - + **Ưu điểm :**
 - o Truyền lực tốt vì đường sức khi qua mối hàn không bị đổi hướng → tránh tập trung ứng suất → Chịu lực chấn động tốt



Hình 2.6 Đường hàn đối đầu

- Làm việc giống như thanh cơ bản vì liên kết mang tính liên kết tĩnh thể.
- + **Nhược điểm :**
 - Gia công mép tốn công.
 - Đặt khoảng cách mép cho đúng (nếu đặt sai → không chắc) → nên cần tay nghề cao (thợ bậc 4) và chất lượng không đảm bảo nếu tay nghề không cao.

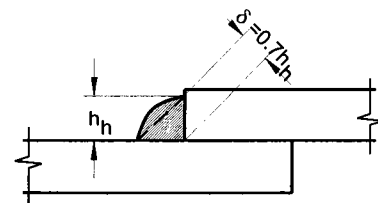
- Các dạng gia công mép bản thép khi hàn

Tên đường hàn theo hình gia công mép	Kích thước mép thép cơ bản	Dùng khi δ của thép cơ bản là
Không gia công mép		$\delta = 8 - 10\text{mm}$
Hình chữ V		$\delta = 10 - 20\text{mm}$
Hình chữ X		$\delta > 20\text{mm}$
Hình chữ K		$\delta > 20\text{mm}$

▪ **Đường hàn góc :**

- Đặc điểm chính

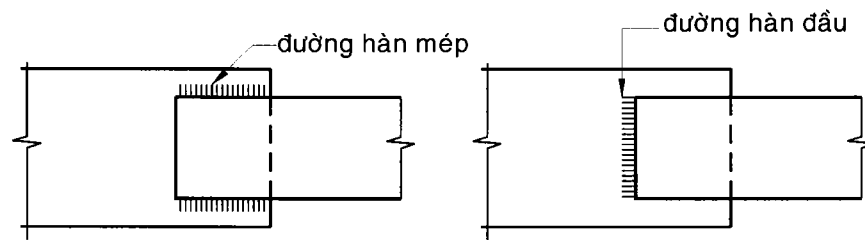
- + Là đường hàn thực hiện ở góc 2 tấm thép đặt chồng lên nhau
- + Tiết diện đường hàn là 1 tam giác vuông cân, do đó lấy : Chiều dày tính toán của đường hàn : $\delta_h = 0,7 h_h$. (h_h : Chiều cao đường hàn)



Hình 2.7 Đường hàn góc

- Có 2 loại đường hàn góc :

- + Đường hàn góc cạnh (đường hàn mép): đường hàn song song phương lực tác dụng



- o Đường hàn góc cạnh làm việc chịu cắt khi chịu lực dọc trục
 - o Hướng của đường lực trong liên kết thay đổi phức tạp.
 - o Ứng suất phân bố không đều, ứng suất cắt lớn nhất ban đầu xuất hiện tại mút đường hàn, càng vào giữa đường hàn ứng suất càng đều hơn
 khắc phục → không được dùng đường hàn quá dài ($l_h < 50h_n$: nếu như lực không phân bố trên toàn bộ chiều dài đường hàn, có nghĩa là đường hàn có chiều dài lớn hơn xem như không làm việc được)
 - o Được coi như chỉ chịu cắt qui ước và phá hoại theo 2 tiết diện 1 và 2
 - + **Đường hàn góc đầu** : đường hàn vuông góc phương lực tác dụng
 - o Truyền lực đều theo bề rộng của liên kết
 - o Đường lực bị uốn cong và dồn ở phía chân đường hàn nên ở đây ứng suất tập trung rất lớn
 - o Được coi như chỉ chịu cắt qui ước và phá hoại theo 2 tiết diện 1 và 2 . Thực chất đường hàn này làm việc trong trạng thái ứng suất phức tạp, vừa chịu uốn, kéo (nén) và chịu cắt.
-
- Ưu và nhược điểm của đường hàn góc
 - + **Ưu điểm** :
 - o Thích hợp với đại đa số liên kết.
 - o Không cần gia công mép → dễ hàn vì cùng trên một mặt phẳng, vị trí đặt không cần chính xác kĩ nên chỉ cần thợ bậc 1, 2.
 - + **Nhược điểm** :
 - o Đường sức qua đường hàn thay đổi phức tạp hoặc bị uốn cong, gây hiện tượng tập trung ứng suất dễ bị phá hoại dòn → chịu lực chấn động không cao.
 - o Tốn thép vì phải thêm bản nối phụ

a.2. Các cách phân loại khác

- **Theo tính chất làm việc :**

- + Đường hàn chịu lực.
- + Đường hàn vừa chịu lực vừa kín (ví dụ như bể chứa)
- + Đường hàn cấu tạo : không chịu lực nhưng phải hàn để nối 2 cấu kiện lại với nhau (thanh dầm có $N = 0$ phải chọn đường hàn theo cấu tạo)

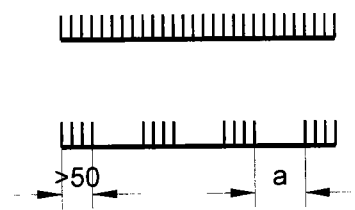
- **Theo chiều dài :**

- + Đường hàn liên tục
- + Đường hàn gián đoạn:
 - o Đường hàn gián đoạn chỉ cho phép dùng khi KC chịu tải trọng tĩnh như : sàn công tác, bản sàn, sườn trong các tấm lót. . .

- o Yêu cầu về khoảng cách a_{max} giữa các đường hàn gián đoạn (để đảm bảo sự làm việc chung của các bộ phận được hàn) như sau :

$$a_{max} \leq 15\delta_{min} : \text{cấu kiện chịu nén}$$

$$a_{max} \leq 30\delta_{min} : \text{cấu kiện chịu kéo, bộ phận cấu tạo}$$



- Theo chiều dày và khả năng hàn :

- + Đường hàn một lớp
- + Đường hàn nhiều lớp

- Theo địa điểm chế tạo :

- + Đường hàn nhà máy (công xưởng)
- + Đường hàn lắp ráp (công trường): → lắp ráp các cấu kiện trước khi đưa lên vị trí



- Theo vị trí đường hàn (vị trí không gian)

- + Đường hàn nằm : dễ hàn nhất → dễ đảm bảo chất lượng
- + Đường hàn nằm ngược : khó hàn nhất → không nên dùng
- + Đường hàn đứng

b. Một số yêu cầu cấu tạo đối với đường hàn :

- Qui phạm : $h_{hmin} \leq h_h \leq h_{hmax}$
Tránh hiện tượng chảy cạn Tránh hiện tượng già lửa → thép giòn

- + $h_{hmin} = 4mm$
- + $h_{hmax} = 1,5\delta_{min}$: kết cấu chỉ chịu tải trọng tĩnh.
= $1,2\delta_{min}$: kết cấu chịu tải trọng động (tức là chiều dày lớn nhất của ĐH không được vượt quá 1,2 lần chiều dày nhỏ nhất của TCB)
- Những đường hàn có chiều dày lớn hơn 8 mm phải hàn thành nhiều lượt khi hàn tay, còn nếu hàn tự động và bán tự động thì hàn nhiều lượt khi chiều dày nó lớn hơn 16 mm. Nên thiết kế để dùng ĐH một lượt vì đơn giản hơn trong chế tạo và chất lượng tốt hơn.
 - + Chiều dài nhỏ nhất của ĐH góc không được nhỏ hơn 40mm.
 - + Khoảng cách giữa các đường hàn song song không được nhỏ hơn 10 lần chiều dày của TCB.

c. Cường độ đường hàn

- Phụ thuộc chất lượng que hàn, thép cơ bản, loại đường hàn, phương pháp hàn và phương pháp kiểm tra chất lượng đường hàn.
- Cường độ của liên kết hàn được xem là bằng cường độ của TCB khi đường hàn được kiểm tra bằng phương pháp vật lý như tia Ronghen, tia gama, siêu âm, phương pháp ghi từ ...
- Dùng phương pháp nào để kiểm tra chất lượng đường hàn cần ghi rõ trong bản thiết kế.
- Đối với các loại thép khác thì phải tra bảng cụ thể của từng loại.

Bảng cường độ tính toán của đường hàn (kg/cm²) khi thép cơ bản là CT3 , CT4 ; que hàn là E 42 , E 42^A(tải trọng động)

Kiểu đường hàn	Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Cường Độ tính toán (kg/cm ²)
Hàn đối đầu	Nén	R_n^h	2100
	Kéo , khi hàn tự động và nửa tự động , kiểm tra bằng phương pháp vật lý (trong nhà máy)	R_k^h	2100
	Kéo,khi hàn bán tự động và hàn tay, kiểm tra bằng phương pháp thông thường (ở công trường)	R_k^h	1800
	Cắt	R_c^h	1300
Hàn góc	Nén , kéo , cắt	R_g^h	1500

2.2.3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN LIÊN KẾT HÀN

a. Tính liên kết hàn đối đầu

a.1. Khi liên kết chịu lực dọc trục (kéo hoặc nén)

▪ **Dùng liên kết đối đầu thẳng góc :**

Ứng suất được xem như phân bố đều trên tiết diện đường hàn :

- Kéo : $\sigma_h = \frac{N_k}{F_h} = \frac{N_k}{\delta \cdot l_h} \leq R_k^h$

- Nén : $\sigma_h = \frac{N_n}{F_h} = \frac{N_n}{\delta \cdot l_h} \leq R_n^h$

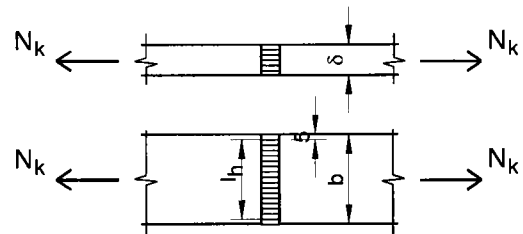
Trong đó :

- + N_n, N_k : lực kéo , nén tính toán
- + δ : chiều dày đường hàn, bằng chiều dày thép cơ bản (nếu hàn hệt hoặc thiếu → không đúng)
- + Khi các cấu kiện được liên kết có δ khác nhau , lấy $\delta = \delta_{\min}$
- + R_k^h, R_n^h : cường độ tính toán của đường hàn khi kéo, nén (Tra bảng)
- + l_h : chiều dài tính toán của đường hàn

$l_h = b - 10\text{mm}$

b : chiều dài thực tế của đường hàn (chiều rộng thép cơ bản)

10mm : xem phần đầu và phần cuối đường hàn không đặc chắc nên không kể vào l_h .



Hình 2.8 Đường hàn đối đầu thẳng góc

▪ **Dùng liên kết đối đầu xiên góc :**

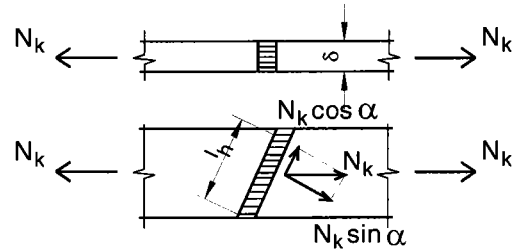
- Với phương pháp kiểm tra chất lượng bằng mắt thường thì cường độ đường hàn chịu kéo bằng 0,85 cường độ của TCB. Trong những trường hợp đó người ta cấu tạo đường hàn xiên góc để tăng chiều dài đường hàn, song phương pháp này tốn công chế tạo do phải gia công đầu nối TCB và khó hơn đường hàn thẳng góc.

- Nếu đường hàn chịu kéo :

$$\begin{cases} \sigma = \frac{N_k \cdot \sin \alpha}{l_h \cdot \delta} \leq R_k^h \\ \tau = \frac{N_k \cdot \cos \alpha}{l_h \cdot \delta} \leq R_c^h \end{cases}$$

- Nếu đường hàn chịu nén :

$$\begin{cases} \sigma = \frac{N_n \cdot \sin \alpha}{l_h \cdot \delta} \leq R_n^h \\ \tau = \frac{N_n \cdot \cos \alpha}{l_h \cdot \delta} \leq R_c^h \end{cases}$$



Hình 2.9 Đường hàn đối đầu xiên góc

- + σ, τ : ứng suất pháp và ứng suất cắt trong đường hàn
- + α : góc nghiêng giữa phương đường hàn và trục cấu kiện.
Thường $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$.
- + l_h : chiều dài đường hàn thực – 10mm

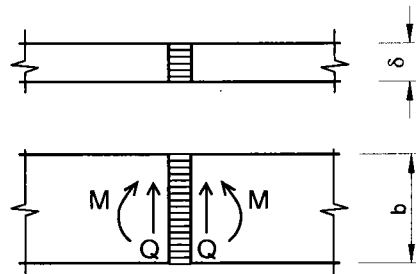
$$l_h = \frac{b}{\sin \alpha} - 10\text{mm}$$

- Các bài toán CB thường gặp :

- + Bài toán kiểm tra
- + Cho ĐH, TCB \rightarrow tính khả năng chịu lực của CK.

a.2. Khi liên kết chịu mômen và lực cắt

- Chỉ dùng đường hàn đối đầu thẳng góc, nếu không đủ \rightarrow thay tiết diện. Không dùng đường hàn đối đầu xiên góc
- Nguyên tắc tính toán : Coi đường hàn là sự kéo dài của thép cơ bản \rightarrow Kiểm tra ứng suất tại tiết diện đi qua đường hàn :



Hình 2.10 Đường hàn đối đầu chịu M và Q

$$\sigma_M = \frac{M}{W_h} \leq R_k^h$$

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

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_M^2 + \tau_Q^2} \leq R_k^h$$

+ Với : $F_h = l_h \cdot \delta$ (diện tích đường hàn)

$$W_h = \frac{\delta \cdot l_h^2}{6} \text{ (mômen chống uốn của ĐH)}$$

- Nếu có N :

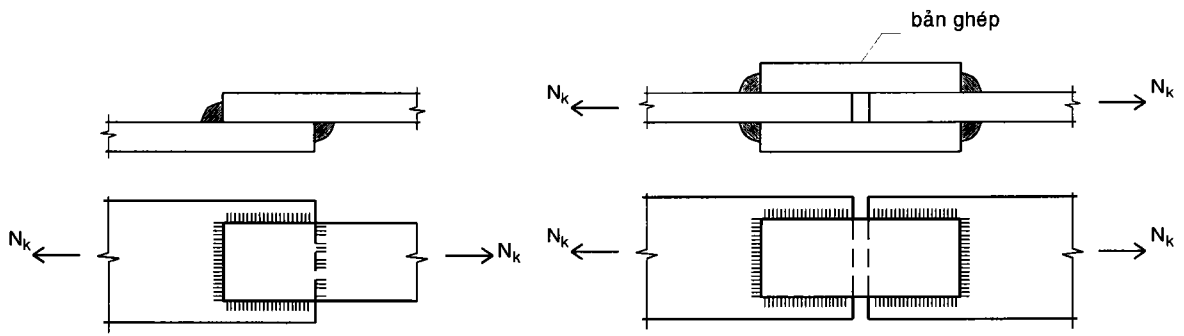
$$\sigma_N = \frac{N}{F_h}$$

$$\sigma_{td} = \sqrt{(\sigma_M + \sigma_N)^2 + \tau_Q^2} \leq R_k^h$$

b. Tính liên kết hàn chông (hàn góc)

b.1. Khi chịu lực dọc trục

- Cấu tạo : có 2 trường hợp



Hình 2.11 Không có bản ghép

Hình 2.12 Dùng bản ghép

- Trường hợp 1 : Không có bản ghép
 - + Nối 2 bản thép đặt chồng lên nhau
 - + Đoạn chồng lên nhau a: Lấy theo yêu cầu bố trí đường hàn, tối thiểu $a \geq 5 \delta_{\min}$
 - + Đường hàn góc có ứng suất hàn và có sự tập trung ứng suất lớn nên không dùng cả 2 loại đường hàn (đường hàn mép và đường hàn đầu) để liên kết khi chịu lực lớn, chịu tải trọng động
 - + Thường dùng : Nối các bản thép có δ nhỏ : $\delta = 2 - 5\text{mm}$, Liên kết thép hình và thép bản
 - Trường hợp 2: dùng bản ghép
 - + 2 thanh thép đặt đối đầu nhau, thông qua bản ghép
 - + Ưu điểm : Không gia công mép cấu kiện
 - + Nhược điểm: Tốn thép làm bản ghép, Ứng suất tập trung lớn \rightarrow không dùng để chịu tải trọng động.
 - + Để giảm ứng suất tập trung ở các góc vuông và để dễ hàn \rightarrow cắt vát góc bản ghép.
 - + Bản ghép có thể là thép bản hay thép hình
 - + Khi bản ghép là thép hình, nếu bề rộng của cánh thép góc cần nối $b \geq 130\text{mm}$ thì thép góc nối được cắt vát để các đường hàn gần trục truyền lực tốt hơn
- **Tính toán**

- Yêu cầu :

$$\sum F_{bg} \geq F_{cb}$$

- + Tổng diện tích tiết diện bản ghép :
 - + Chiều rộng bản ốp < Chiều rộng thép cơ bản \rightarrow để hàn mép, hàn vòng quanh. Thường dùng đường hàn vòng quanh :
 - + Chiều dài đường hàn = \sum Chiều dài tính toán của từng đường hàn.
 - + Chọn chiều rộng bản ốp chỉ vừa đủ vì :
 - o Nếu quá nhỏ \rightarrow đường sức thu hẹp không đều \rightarrow không có lợi
 - o Nếu quá lớn \rightarrow khó hàn
- **Công thức tính toán của đường hàn góc khi chịu lực dọc trục :**
 Khi chịu lực dọc trục, ứng suất tiếp trong đường hàn góc dọc xem như phân bố

đều :

$$\tau_h = \frac{N}{0,7 \cdot h_h \cdot \sum l_h} \leq R_g^h$$

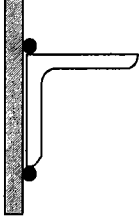
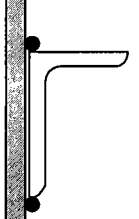
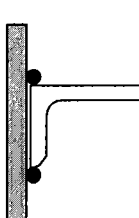
Trong đó :

- + N : lực trục tính toán
- + h_h : chiều cao đường hàn (ta chọn)
- + $\delta_h = 0,7h_h$: chiều dày đường hàn
- + R_g^h : cường độ tính toán của đường hàn góc
- + $\sum l_h$: tổng chiều dài tính toán của đường hàn để chịu lực N

Yêu cầu về đường hàn:

- + $l_h \geq 4h_h$
 - + $l_h \geq 40 \text{ mm}$
 - + $l_h \leq 85 \beta_h h_h$: với đường hàn góc cạnh
- Khi liên kết thép hình với thép bản, do lực trục N không nằm giữa 2 đường hàn nên lực tác dụng vào mỗi đường hàn sẽ tỉ lệ nghịch với khoảng cách từ trọng tâm đặt lực đến mỗi đường hàn .

Bảng phân phối nội lực cho đường hàn sống và đường hàn mép khi liên kết thép góc và thép bản

Cách liên kết	Sơ đồ liên kết	N_1	N_2
Thép góc đều cạnh		0,70N	0,30N
Thép góc không đều cạnh và ghép cạnh dài		0,65N	0,35N
Thép góc không đều cạnh và ghép cạnh ngắn		0,75N	0,25N

- + **Chú ý :**
 - o Nếu 2 đường hàn chênh nhau khá nhiều : hàn trên hàn đủ chiều dài, ở dưới dùng đường hàn gián đoạn, cắt góc
 - o Tránh dùng đường hàn đầu, chỉ dùng đường hàn mép
 - o Đường hàn mép (N_2) có thể cắt góc hoặc dùng đường hàn gián đoạn.
 - o Những đoạn đầu phải hàn (min = 5cm)

b.2. Khi chịu đồng thời M , Q , N : có 2 cách

- **Chỉ dùng đường hàn đầu :**

- Chỉ có M và Q :

$$\sigma_M = \frac{M}{W_h} \leq R_g^h; \tau_h = \frac{Q}{F_h}$$

$$W_h = \frac{\delta_h \cdot I_h^2}{6} = \frac{0,7 \cdot h_h \cdot I_h^2}{6};$$

- Có đồng thời M, Q, N

$$\sigma_h = \sqrt{\sigma_M^2 + \tau_Q^2} + \sigma_N \leq R_g^h$$

$$\sigma_N = \frac{N}{F_h}$$

▪ **Chỉ dùng đường hàn mép :**

Phân M thành ngẫu lực

$$N = \frac{M}{b}$$

$$\sigma_h = \frac{N}{0,7h_h \cdot l_h} \leq R_g^h$$

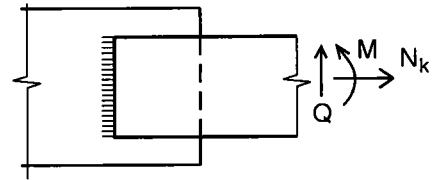
▪ **Dùng cả đường hàn đầu và mép :**

$$\sigma_h = \sqrt{\sigma_M^2 + \tau_Q^2} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_h}\right)^2 + \left(\frac{Q}{F_h}\right)^2} \leq R_g^h$$

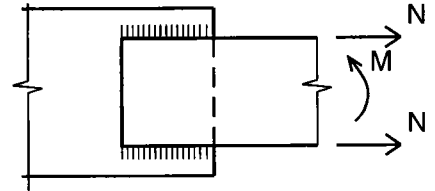
(P = Q; M = P.e)

Nguyên tắc tính :

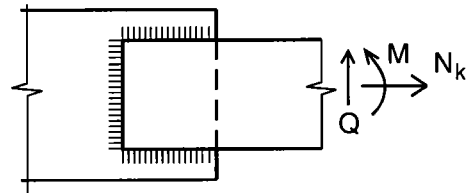
- + Tính khả năng chịu lực ĐH đầu
- + Mômen do ĐH mép chịu : $M_2 = M - M_1$
- + Tính từng thành phần ứng suất do từng nội lực gây ra rồi cộng vectơ lại.



Hình 2.13 Chỉ dùng đường hàn đầu



Hình 2.14 Chỉ dùng đường hàn mép

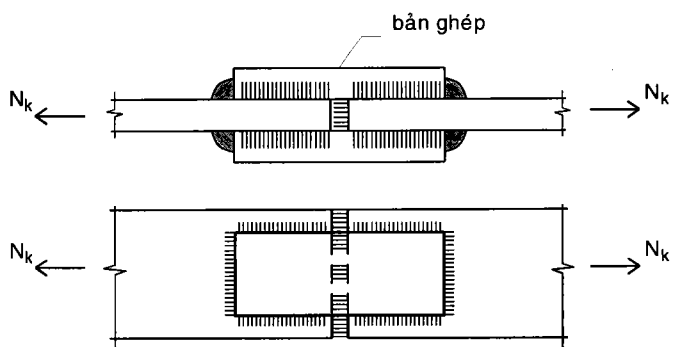


Hình 2.13 Dùng cả đường hàn mép và đầu

c. Liên kết hỗn hợp :

- Là liên kết đối đầu có bản ghép
- Bản ghép dùng tăng cường cho đường hàn đối đầu khi nó không đủ chịu lực
- Có ứng suất tập trung lớn , tổn công bào nhẵn mặt đường hàn nên ít dùng
- Nguyên tắc tính :

- + Tính khả năng chịu lực của đường hàn đối đầu, thừa bao nhiêu nội lực ta cho bản ghép chịu.



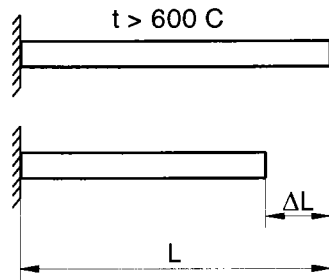
Hình 2.16 liên kết hỗn hợp

d. Ứng suất hàn và biến hình hàn

d.1. Hiện tượng – nguyên nhân

- Thí nghiệm :

- + Đem thanh thép ngâm 2 đầu , nung nóng $> 600^{\circ}\text{C}$ → Các tinh thể sắp xếp trở lại → chảy dẻo
- + Để nguội , nếu không bị ngâm giữ lại → co lại Δl
- + Có ngâm → không co được → gây ứng suất kéo trong thanh thép gọi là ứng suất do nhiệt

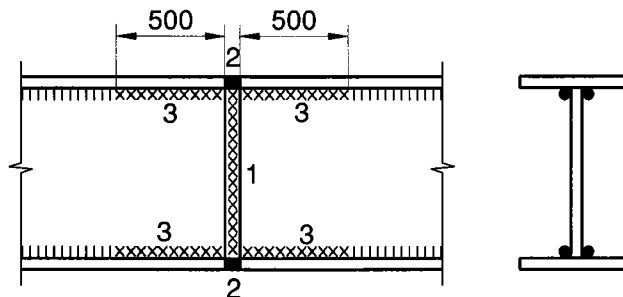


Hình 2.17 Ứng suất hàn - biến hình hàn

- Nguyên nhân :
 - + Ngâm không đều nhau → làm bản bị vênh
 - + Vùng bị hồ quang nung nóng, khi nguội co lại → sinh ứng suất do co gọi là ứng suất hàn (vì do hàn gây ra)
 - + Hàn không đúng trình tự cũng gây biến hình hàn

d.2. Biện pháp để phòng biến hình hàn

- Khi thiết kế chỉ nên thiết kế vừa đủ đường hàn , dư vừa phải , không dư quá (vì BBH tỉ lệ thuận với khối lượng thép nóng chảy)
- Không nên thiết kế các đường hàn giao nhau hoặc song song quá gần nhau , làm cản trở biến dạng tự do của vật liệu khi hàn (vì co ngót theo 2 phương khác nhau)
- Thi công : tuyệt đối tuân theo trình tự hàn → nếu không, kết cấu không phẳng , bị vênh , biến dạng , mất ổn định
- Tạo biến dạng ngược trước khi hàn (ví dụ : đặt 2 tấm thép nghiêng để khi hàn xong do co ngót ngang gây biến hình thành ra thẳng)
- Dùng khuôn cố định không cho kết cấu biến dạng khi hàn



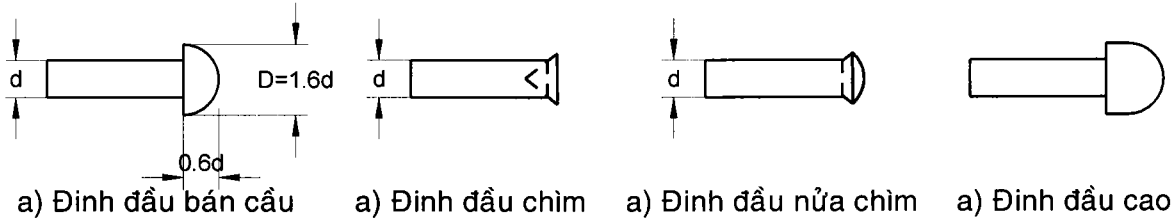
Hình 2.18. Để phòng biến hình hàn

2.3. LIÊN KẾT ĐINH TÁN

2.3.1. HIỂU BIẾT CHUNG VỀ LIÊN KẾT ĐINH TÁN

- Là liên kết lâu đời nhất trong KCT
- Là cơ sở cho việc tính toán liên kết bulong
- Ít được sử dụng (khi liên kết hàn ra đời)
- Sử dụng ở những công trình chịu tải trọng nặng , chấn động lớn

a. Các loại đinh tán và cấu tạo



Hình 2.19 Các loại đinh tán

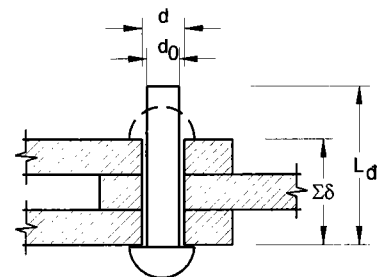
- Đinh đầu bán cầu : Phổ biến nhất
- Đinh đầu chìm, đầu nửa chìm: Dùng khi không gian chỗ liên kết chật hẹp vì không cho phép đầu đinh nhô lên. Mũ đinh nằm chìm cả hoặc chỉ chìm một phần (có lỗ hình nón cụt)
- Đinh đầu cao : Dùng khi tổng chiều dày các bản thép : $\sum \delta \geq 5d$

b. Các phương pháp khoét lỗ

- Tạo lỗ giống như đối với lỗ bulong, có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu lực của liên kết, có 3 phương pháp khoét lỗ
 - **Đốt** : nhanh nhưng khi đốt , mép lỗ bị hiện tượng cứng nguội làm thép giòn. Khả năng đốt chỉ có hạn , không đốt được thép quá dày, thường dùng khi thép có chiều dày $\delta \leq 25\text{mm}$, đường kính đinh $d \leq 26,5\text{ mm}$.
 - **Khoan lỗ** : chất lượng tốt vì không gây cứng nguội ở mép lỗ nhưng chậm hơn đốt
 - **Đốt rồi khoan** : đốt cỡ đường kính $d < d$ thiết kế (= $d - 3\text{ mm}$) rồi khoan tiếp đến đường kính thiết kế theo khuôn mẫu. Được dùng nhiều nhất vì khắc phục nhược điểm 2 phương pháp trên
- Dựa vào phương pháp khoét lỗ, người ta chia đinh tán thành 2 nhóm sau:
 - **Đinh tán nhóm C** : đinh có lỗ được tạo bằng phương pháp đốt hoặc khoan
 - **Đinh tán nhóm B** : đinh có lỗ được tạo bằng phương pháp đốt rồi khoan

c. Cấu tạo đinh tán

- Là 1 đoạn thép tròn, 1 đầu được tạo mũ sẵn, đầu kia được tán thành mũ khi đã lắp đinh vào liên kết
- Vật liệu làm đinh : CT₂ , CT₃ (là thép dẻo nên dễ tán → không làm hỏng thép cơ bản) hoặc thép hợp kim thấp (khi thép cơ bản là thép hợp kim thấp)
- Đường kính đinh < đường kính lỗ ($d - d_0 = 1 - 1,5\text{mm}$), dễ dàng đút vào lỗ khi tán
 - + $d_{\text{tính toán}} = d_{\text{lỗ đinh}}$
 - + Thường dùng : $d = 17, 19, 21, 23, 25, 28, 5\text{mm}$
 - + Chiều dài thân đinh : yêu cầu đủ để tán đầu đinh



Hình 2.20 Cấu tạo đinh tán

thứ hai

$$l_d = 1,12 \sum \delta + 1,4d$$

Nếu l_d dài quá : không tốt vì mũ đinh thừa

d. Các phương pháp tán đinh

d.1. Phương pháp tán nóng : được dùng rất phổ biến

- Nung đinh đến nhiệt độ 700-800°C (sáng đỏ) lắp vào vị trí , tì chặt đầu có mũ sẵn , còn đầu kia dùng búa tán thành mũ (búa chạy bằng khí nén hay hơi đốt)
- **Đặc điểm :**
 - + Khi tán, thân đinh phình ra lấp kín lỗ. Khi nguội, đinh co lại làm thành khe hở nhỏ khoảng 0,1mm → coi như lắp đầy. (Khi liên kết quá dày : $\sum \delta > 5d$, dùng đinh đầu cao để tán cả 2 phía, vì vật liệu được dồn từ 2 phía nên lỗ được lấp kín hơn)
 - + Khi nguội → co lại → gây ứng suất kéo trước trong đinh, có thể lên tới 1600 (kg/cm²) → gây ép chặt các tấm liên kết → làm tăng lực ma sát giữa chúng, liên kết chặt hơn (khác với liên kết bulong, lực xiết tập bản thép do quá trình vận êcu tạo nên)
 - + Làm việc như làm việc nguyên khối → dùng cho kết cấu cầu, tháp.
 - + Đinh tán được nung nóng và nguội dần giống quá trình gia công nhiệt nên tính dẻo tăng, liên kết có độ dai lớn nên chịu đựng tốt tải trọng nặng , tải trọng động hoặc rung động.
 - + Nhiệt độ nung đinh có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng liên kết: nhiệt độ nhỏ thì lực kéo trước trong thân đinh nhỏ, nhiệt độ lớn thì lực kéo trước lớn, có thể gây phá hoại cắt đứt thân đinh.

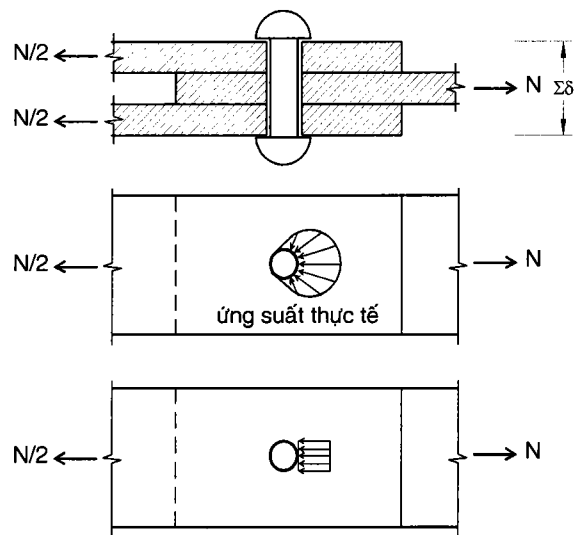
d.2. Phương pháp tán nguội :

- Không nung nóng đinh
- Dùng với đinh có d nhỏ
- Dùng máy búa để tán
- $d_{\text{đinh}} = d_{\text{lỗ đinh}}$
- Đinh tán lắp kín lỗ (do không bị co lại) nhưng lực xiết ban đầu nhỏ (ứng suất : 200 – 600 kg/cm² → ma sát nhỏ → Sự làm việc không tốt bằng khi tán nóng.

2.3.2. SỰ LÀM VIỆC CỦA LIÊN KẾT ĐINH TÁN

a. Sự làm việc chịu ép mặt

- Sau khi tán xong, lực kéo trước trong thân đinh gây ép chặt các tấm thép cơ bản. Khi nguội lực N chưa đủ thắng lực ma sát giữa các bản thép thì liên kết làm việc như một khối thống nhất. Khi N đủ thắng lực ma sát thì giữa các bản thép sẽ có sự trượt tương đối giữa chúng.
- Thân đinh tì sát vào thành lỗ, bản thép có thể bị trượt (ép mặt)→ ép mặt xảy ra tại chỗ tiếp xúc giữa thân đinh và thành lỗ, Thép cơ bản có thể bị xé rách. Coi mặt ép mặt qua đường kính thân đinh.



Hình 2.21 Sự làm việc chịu ép mặt

- Ứng suất ép mặt thực tế có dạng hình quạt. Để đơn giản trong tính toán, ta xem ứng suất cắt phân bố đều trên diện tích ép mặt.
- Khả năng chịu ép mặt của 1 đinh tán :

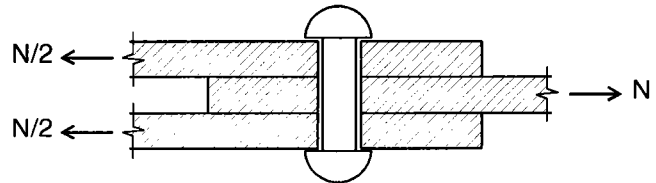
$$[N]_{em}^d = d \cdot \sum \delta \cdot R_{em}^d$$

Trong đó :

- + d : đường kính lỗ đinh (= chiều dày mặt ép mặt)
- + $\sum \delta$: tổng chiều dày nhỏ nhất của 1 bên liên kết
- + R_{em}^d : cường độ ép mặt (tra bảng)
- + $d \cdot \sum \delta$: diện tích ép mặt quy ước của thân bulông lên thành lỗ

b. Sự làm việc chịu cắt

- Đinh bị thép cơ bản đứt, xem rằng ứng suất cắt phân bố đều trên tất cả các mặt cắt, cũng như trên từng mặt cắt thân đinh.



Hình 2.22 Sự làm việc chịu cắt

- Khả năng chịu cắt của 1 đinh :

$$[N]_c^d = n \times \frac{\pi d^2}{4} \times R_c^d$$

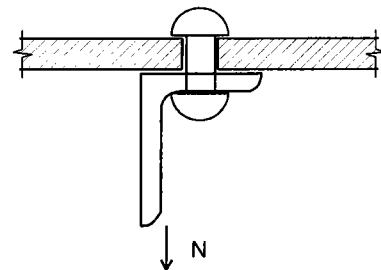
Trong đó :

- + n : số mặt cắt của đinh (số khe trượt)
- + $\frac{\pi d^2}{4}$: tiết diện thân đinh
- + R_c^d : cường độ chịu cắt (tra bảng)

Lực tác dụng vuông góc trục của đinh → kiểm tra 2 điều kiện ép mặt và cắt

c. Sự làm việc chịu kéo

- Khi P : tác dụng dọc thân đinh → Kiểm tra đinh theo điều kiện chịu kéo.
- Đinh bị phá hoại khi ứng suất trong thân đinh bằng cường độ tính toán chịu kéo của vật liệu làm đinh (hiện tượng giứt đứt đầu đinh)



Hình 2.23 Sự làm việc chịu kéo

- Khả năng chịu kéo của 1 đinh tán :

$$[N]_k^d = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_k^d$$

Trong đó :

- + R_k^d : cường độ chịu kéo của vật liệu đinh

Không bao giờ đinh chịu đồng thời 3 trường hợp : kéo , ép mặt , cắt

Bảng cường độ tính toán của đinh tán :

Phụ thuộc tính năng cơ học của thép cơ bản , thép làm đinh và phương pháp khoét lỗ đinh
bảng cường độ đinh tán khi thép cơ bản là ct_3 , ct_4 , đinh ct_3^d , ct_2^d

Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Cường độ (kg/cm ²)
Cắt B	R_c^d	1800
Cắt C	R_c^d	1600
Ep mặt B	R_{em}^d	4200
Ep mặt C	R_{em}^d	3800
Kéo dọc thân đinh	R_k^d	1200

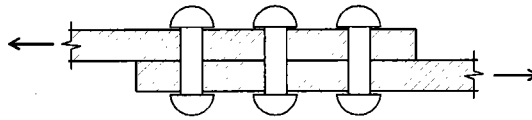
2.3.3. CẤU TẠO LIÊN KẾT ĐINH TÁN (và bulông)

a. Các hình thức cấu tạo

a.1. Đối với thép tấm

▪ Liên kết chống , không có bản ghép

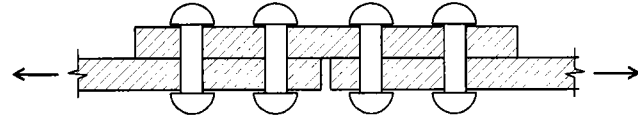
bản ghép : Có độ lệch tâm nên chịu momen uốn phụ. Vì vậy, số đinh tán cần tăng 10% so với tính toán .



Hình 2.24a Liên kết chống không có bản ốp

▪ Liên kết chỉ có 1 bản ghép :

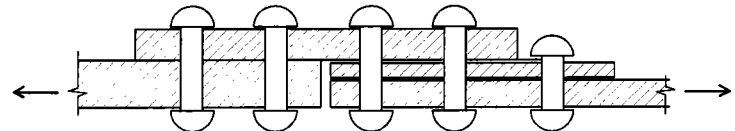
Ít dùng. Có độ lệch tâm nên chịu momen uốn phụ → Số đinh tán cần tăng 10% so với tính toán



Hình 2.24b Liên kết chống có một bản ốp

▪ Liên kết có bản đệm :

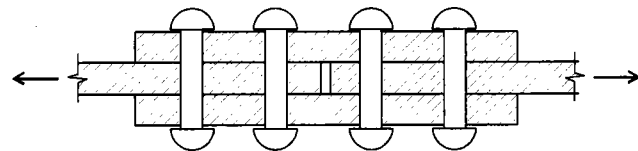
- + Dùng khi nối đối đầu 2 bản thép có chiều dày khác nhau
- + Phải có tốt thiểu 1 hàng đinh để nối bản đệm vào thép cơ bản
- + Số đinh phía có bản đệm cần tăng 10% so với tính toán



Hình 2.24c Liên kết chống có bản đệm

▪ Liên kết đối đầu có bản ốp 2 bên :

- + Phổ biến nhất
- + Có 2 bản ghép đối xứng nên truyền lực tốt
- + Chiều rộng nên bố trí bằng nhau



Hình 2.24d Liên kết chống có bản ốp hai bên

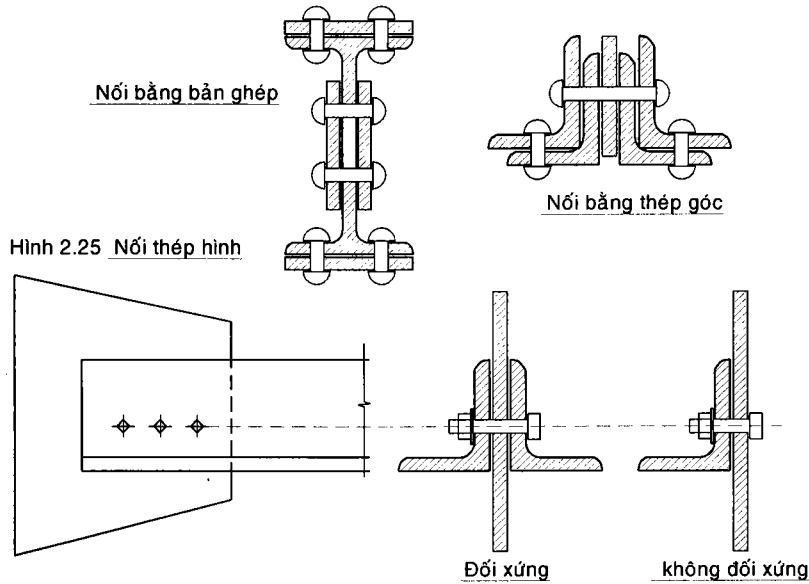
a.2. Đối với thép hình

▪ Nối bằng bản ghép :

▪ Nối bằng thép góc :

- + Vì thép hình cứng nên khi dùng 1 bản ghép không cần tăng số bulông do độ lệch tâm ảnh hưởng ít đến sự làm việc của liên kết
- + Liên kết chống có cấu tạo đối xứng làm việc tốt
- + Khi thép hình liên kết không đối xứng cần tăng số đinh lên 10% so với tính toán để kể đến sự lệch tâm
- + Đối với liên kết bulông cường độ cao chịu tải trọng động hoặc rung động, để tránh hiện tượng lỏng dần êcu phải dùng êcu phụ để hãm hoặc hàn chấm hay làm bệ một số ren.
- + Thường : $d_{đinh} = 16, 18, 20, 22, 25, 28$

$$d_{tính toán} = d_{lỗ} = 17, 19, 21, 21.5, 23.5, 26.5, 29.5$$



b. Cách bố trí

- **Yêu cầu :**

- + Đảm bảo truyền lực tốt
- + Cấu tạo đơn giản
- + Dễ chế tạo

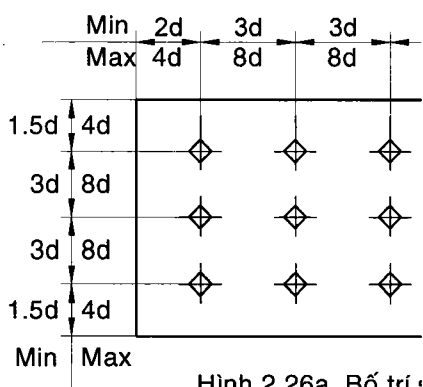
- **Qui ước :**

- + Các đinh nằm trên cùng 1 đường thẳng : **đường đinh**
- + Các đường đinh song song phương của lực tác dụng : **dãy đinh**
- + Các đường đinh vuông góc phương của lực tác dụng : **hàng đinh**
- + Khoảng cách 2 đinh cạnh nhau trên đường đinh : **bước đinh**

- **Qui định về khoảng cách :**

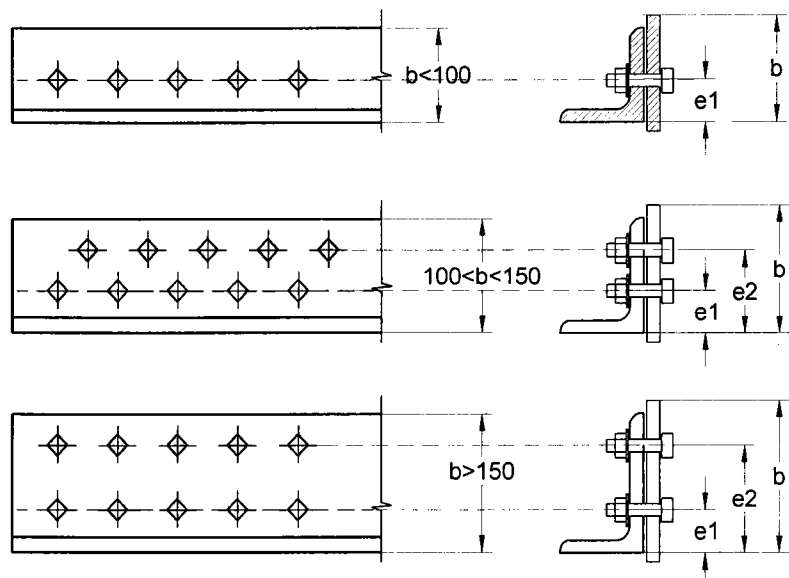
- + **Khoảng cách min :** đảm bảo độ bền của bản thép không bị khoét lỗ quá nhiều và không gian tối thiểu để vận êcu (hoặc để tán đinh)
- + **Khoảng cách max :**
 - o Đảm bảo ổn định của phần bản thép giữa 2 bulông (với cấu kiện chịu nén)
 - o Độ chặt của liên kết
 - o Tránh không cho bụi , hơi , nước lọt vào trong gây ăn mòn thép.

Với liên kết chịu lực : nên bố trí theo khoảng cách min để liên kết gọn và đỡ tốn thép



Hình 2.26a Bố trí :

b.1. Bố trí song song



Hình 2.27 Liên kết thép góc

- + Bố trí các đinh ở giao điểm của hàng và cột

b.2. Bố trí so le

- + Các đinh : hàng thẳng
- + Các cột : lệch nửa bước đinh

b.3 Thép góc :

- Vị trí các dây được qui định sẵn theo kích thước tương ứng của từng loại thép hình
- + $b \leq 100\text{mm}$ → bố trí 1 hàng
 - + $100 < b \leq 150\text{ mm}$ → 2 hàng so le
 - + $b > 150\text{ mm}$ → 2 hàng song song

2.3.4. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT ĐINH TÁN

Các bước :

- Xác định lực tác dụng lên liên kết và dự kiến cấu tạo liên kết
- Xác định khả năng chịu lực của 1 đinh và tính số đinh
- Bố trí và kiểm tra liên kết

a. Tính toán liên kết đinh tán chịu lực trục

- **Chọn đường kính đinh tán :**

- + Trong 1 cấu kiện nên dùng 1 loại đường kính
- + Trong 1 công trình nên hạn chế số đinh tán có đường kính khác nhau
- + Thường : $d = 20 - 24\text{ mm}$ (công trình thường)
 $d = 24 - 30\text{ mm}$ (công trình nặng)

- **Tính toán số đinh tán :**

$$n_d \geq \frac{N}{[N]_{\min}}$$

Trong đó : $[N]_{\min} = \min\{[N]_{\text{em}}^d, [N]_{\text{c}}^d\}$

- **Chọn bản ghép :** $\sum F_{bg} \geq F$

Trong đó :

- + $\sum F_{bg}$: tổng diện tích tiết diện ngang của các bản ghép
- + F : diện tích tiết diện cấu kiện liên kết

- **Chiều rộng và dài của bản ghép lấy theo điều kiện đủ bố trí số đinh tán**
- **Bố trí đinh tán theo hàng tối đa để truyền lực đều theo chiều ngang cấu kiện**

- **Kiểm tra liên kết :**

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

Trong đó :

- + $F_{\text{th}} = F_{\text{ng}} - F_{\text{gy}}$: diện tích tiết diện thực
- + $F_{\text{gy}} = m \cdot \delta \cdot d$: diện tích giảm yếu do các lỗ
- + m : số bulông trên 1 hàng
- + δ : chiều dày cấu kiện
- + d : đường kính lỗ

b. Tính toán liên kết đỉnh tán chịu kéo và chịu đồng thời momen, lực cắt (Xem sách trang 64, 65)

- Đỉnh làm việc chịu kéo, khả năng chịu kéo của một đỉnh tính theo công thức sau:

$$[N]_k^{bl} = \frac{\pi d^2}{4} R_k^d$$

- Trường hợp liên kết chịu mômen và bu lông chịu kéo. Ta xem rằng toàn bộ liên kết quay quanh tâm O trùng với trục mép thép làm bung liên kết. Khi đó lực do mômen phân phối lên các bu lông tỉ lệ thuận với khoảng cách từ nó tới tâm quay, bu lông càng xa tâm quay chịu lực càng lớn. Như vậy lực kéo lớn nhất trong hàng bu lông xa nhất tính theo công thức: $N_{max} = \frac{M h_{max}}{k \sum h_i^2}$; với h_i là khoảng cách từ tâm quay O đến hàng bu

lông thứ i ; k là số hàng bu lông liên kết.

- Khi bài toán yêu cầu đi xác định đường kính bu lông theo điều kiện chịu kéo, ta chọn đường kính bu lông theo công thức sau: $F_{th} = \frac{N_{max}}{R_k^{bl}}$; sau đó tra bảng chọn đường kính bu lông có diện tích thu hẹp lớn hơn diện tích thu hẹp tính toán F_{th} .

c. Tính liên kết đỉnh tán theo diện tích

- Trong các KC nặng, người ta căn cứ vào KNCL lớn nhất của TCB để tính liên kết. Tính như vậy thì KNCL của liên kết bằng KNCL của TCB. Điều này có lợi trong trường hợp TCB phải chịu hết KNCL của mình (không bị phá hoại)
- Phương pháp này giống phương pháp trên (nội lực) nhưng khác: dùng F_{th} (không dùng F_{ng})
- Xác định lực phải tính:

$$N = F_{th} \cdot R = 0,85 \cdot F_{ng} \cdot R \quad (0,85 : \text{là số giả định})$$

Trong đó:

- + $0,85 F_{ng}$: diện tích F_{th} giả thiết ban đầu
- + R : cường độ TCB

- Từ đó, tính được $n_d \rightarrow$ Bố trí đỉnh \rightarrow Xác định F_{th} thực tế: F_{th}^{tt}
- Kiểm tra KNCL thực tế:

$$N^{tt} = F_{th}^{tt} \cdot R \geq N$$

N : lực đã dùng để tính liên kết theo diện tích

$$F_{th}^{tt} < 0,7 F_{ng}$$

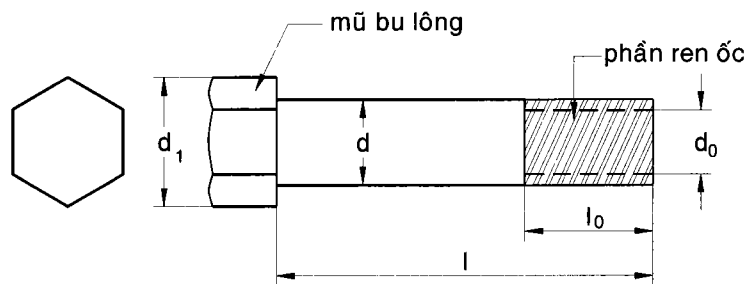
2.4. LIÊN KẾT BULÔNG

2.4.1. ĐẶC ĐIỂM

- Không chặt bằng liên kết đinh tán
- Lực căng ban đầu bé
- Biến dạng trượt lớn (vì giữa thân và lỗ có khe hở)
- Quá trình liên kết đơn giản
- Là liên kết duy nhất có thể tháo ráp được → để liên kết các kết cấu tạm , kết cấu di dời , lắp ráp .

2.4.2. CẤU TẠO CHUNG CỦA BULÔNG

- Thân : đoạn thép tròn ; có đường kính $d = 12-48$ mm ; bu lông neo có thể có d tới 80-100mm
- Đường kính trong của phần bị ren : d_0
- Chiều dài phần thân không ren $< \sum \delta$ (tập bản thép liên kết) 2 – 3mm
- Chiều dài phần ren : $l_0 \approx 2,5d$
- Chiều dài thân đinh : $l = 35 - 300$ mm (tùy yêu cầu sử dụng)
- Mũ và êcu (đai ốc) thường có hình lục giác
- Có qui định về kích thước giữa d và d_1 , nếu d_1 lớn hơn cũng có thể cho phép (để dễ vận)
- Long đen (đệm) : hình tròn → phân phối áp lực của êcu lên mặt thép cơ bản



Hình 2.28 Cấu tạo chung của bu lông

2.4.3. CÁC LOẠI BULÔNG

a. Bulông thô :

- Được gia công sà từ thép tròn, chủ yếu là thép than thấp (CT₃ → CT₅) , bằng cách rèn, dập.
- Thường gia công mũ đinh và răng ốc, còn thân đinh để nguyên
- Vì gia công thô nên độ chính xác thấp , đường kính có sai số : 0,75 – 1mm
- Khe hở với lỗ đinh phải khá lớn mới lắp được : 2-3mm
- Sản xuất nhanh , dễ đặt vào lỗ nhưng chất lượng không cao
- Chịu ép mặt và cắt không tốt , bị biến dạng nhiều khi làm việc chịu trượt → Không dùng cho công trình quan trọng
- Ứng dụng :
 - + Cố định tạm thời , định vị cấu kiện khi lắp ghép
 - + Dùng cho cấu kiện chịu kéo
 - + Không dùng cho kết cấu chịu lực chính

b. Bulông tinh (tinh chế)

- Làm từ thép than thấp , hợp kim thấp bằng cách tiện , độ chính xác cao
- Khi gia công , yêu cầu kích thước chuẩn xác về đường kính , răng ốc , lỗ đinh
- Yêu cầu :
 - + Không có sai số về đường kính

- + Khe hở : 0,3 – 0,5mm (để liên kết chặt)
- + Lỗ bulông nhẵn , chất lượng cao (lỗ loại B)
- + Dùng làm kết cấu chịu lực chính nhưng ít dùng vì :
- + Chế tạo phức tạp
- + Lắp đặt vào lỗ khó (dùng búa gỗ nhẹ)
- + Lực căng ban đầu bé

c. Bulông phổ thông (Bulông thường , bulông nửa tinh)

- Mức độ chính xác là trung gian giữa 2 loại trên → Dùng nhiều nhất
- Đường kính sai số ít , $d = d_{\text{thép tròn}}$
- Khe hở : 1-2mm
- Bulông thô và bulông phổ thông : $d = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24(\text{ít}), 25, 28, 30$
- Trong cơ khí , không dùng bulông phổ thông , phải dùng bulông tinh

2.4.4. ĐẶC ĐIỂM LÀM VIỆC CỦA LIÊN KẾT BULÔNG

- Có thể chịu ép mặt và chịu kéo nhưng vì có biến dạng trượt lớn nên ít dùng (chỉ dùng khi tải trọng nhẹ)
- Thường dùng cho CK chịu kéo (lực tác dụng song song thân đinh)
- Dễ bị tuột ốc khi chịu tải trọng động
- Thường dùng :
 - + Bulông thô : lắp ráp
 - + Bulông phổ thông : tải trọng nhẹ
 - + Bulông tinh : CK chịu lực chính
- Tính toán giống qui trình tính toán liên kết đinh tán nhưng khác :
 - + Cường độ tính toán của bulông nhỏ hơn (có bảng tra riêng)
 - + Khi tính khả năng chịu cắt và ép mặt của bulông thì dùng đường kính tính toán là đường kính của thân, không phải của lỗ
 - + Khi tính khả năng chịu kéo, dùng tiết diện tính toán là tiết diện có răng ốc
 - + Khi kiểm tra tiết diện thu hẹp của TCB phải nhớ trừ đi chiều rộng giảm yếu là đường kính lỗ bulông.

2.4.5. LIÊN KẾT BULÔNG CƯỜNG ĐỘ CAO

- Làm bằng thép hợp kim hoặc thép cường độ cao , có : $\sigma_b = 10000 - 15000 \text{ kg/cm}^2$, sau đó cho gia công nhiệt
- Cách sản xuất giống bulông thường
- Nguyên tắc làm việc :
 - + Vặn chặt êcu (ecrou) để tạo 1 lực căng ban đầu trong thân đinh theo yêu cầu tính toán → Bulông chịu kéo và ép các tấm liên kết chặt vào nhau gây lực ma sát lớn (Lực truyền từ CK này sang CK khác chủ yếu do lực ma sát)
 - + Nếu lực tác dụng < lực ma sát thì liên kết sẽ làm việc như 1 khối thống nhất đàn hồi và không có hiện tượng ép mặt hay cắt thân đinh
 - + Do vặn chặt → Bulông cường độ cao không bị tuột → Chịu $P_{\text{động}}$, $P_{\text{lớn}}$ (dầm cầu , ...) thay liên kết đinh tán
- Để đảm bảo KNCL của liên kết bulông cường độ cao cần gia công mặt các CK liên kết để tăng tính ma sát
- Dùng rộng rãi vì dễ chế tạo , KNCL lớn , liên kết ít biến dạng
- Cách tính toán

- **Xác định lực căng ban đầu :** $P_b = 0,65$ Lực kéo đứt bulông = $0,65 \cdot F_{th} \cdot \sigma_b$
 Trong đó :
 - + F_{th} : diện tích thu hẹp của thân bulông ở tiết diện có răng ốc
 - + σ_b : giới hạn bền của thép làm bulông
- **Khả năng chịu lực của 1 bulông :** $[N]_{bl} = P_b \cdot f \cdot m \cdot n_c$
 Trong đó :
 - + n_c : số mặt cắt của 1 bulông = số mặt trượt = số mặt ma sát
 - + P_b : lực căng ban đầu
 - + m : hệ số điều kiện làm việc của liên kết ($m = 0,9$)
 - + f : hệ số ma sát
 - $f = 0,45$: mặt TCB được làm sạch bằng cách phun cát hoặc bột kim loại
 - $f = 0,35$: khi mặt TCB được làm sạch bằng chổi thép (cạo) → thủ công
 - $f = 0,25$: mặt TCB không được làm sạch
- **Số lượng bulông chịu N :** $n_{bl} = \frac{N}{[N]_{bl}}$
- **Bố trí :** như liên kết đinh tán, ở những chỗ có khoảng cách min = $3d$ → thay min= $3,5d$
- **Kí hiệu :**
 - + **Bulông lắp ráp**
 - + **Bulông thường xuyên**

**Bảng cường độ tính toán của bulông làm bằng thép CT3 ,
thép cơ bản là CT3 , CT4**

Dạng liên kết bulông	Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Cường độ (kg/cm ²)	
Bulông tinh	Kéo	R_k^{bl}	1700	
	Cắt	R_c^{bl}	1700	
	Ép mặt	R_{em}^{bl}	3800	
Bulông thô và phổ thông	a) Trong liên kết có 1 bulông	Kéo	R_k^{bl}	1700
		Cắt	R_c^{bl}	1500
		Ép mặt	R_{em}^{bl}	3800
	b) Trong liên kết nhiều bulông	Kéo	R_k^{bl}	1700
		Cắt	R_c^{bl}	1300
		Ép mặt	R_{em}^{bl}	3400
Bulông neo	Kéo	R_k	1400	

CHƯƠNG 3 : DẦM THÉP

3.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ DẦM VÀ HỆ DẦM THÉP

3.1.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA DẦM

- Trong chương 1 chúng ta biết rõ cách làm việc của một cấu kiện chịu uốn khi có tải trọng. Như vậy trong thực tế cấu kiện nào chịu uốn mà chúng ta thường gặp (?). Đó là các loại cấu kiện như : dầm sàn, dầm mái, dầm cầu chạy. . . .
Như vậy **dầm là một kết cấu chịu uốn, được dùng rất phổ biến trong Kết Cấu Thép.**

- Phạm vi sử dụng của dầm :

- Dùng làm dầm đỡ sàn nhà dân dụng (tải trọng nhỏ 200-300 kg/m²); **đỡ sàn công tác nhà công nghiệp** (tải trọng lớn 500kg - 4 tấn/m²).
- Dùng làm dầm mái (**kết cấu mái dùng vật liệu lợp nhẹ**). Hiện nay công ty thép của Á-rập Zamil-Steel là một trong những công ty đã thi công nhiều loại dầm cho các kết cấu thép trong các nhà công nghiệp nhẹ ở nước ta, đặc biệt là khu chế xuất Tân Thuận. . .
- Dùng làm **kết cấu dầm cầu chạy trong nhà công nghiệp**. Đây là loại kết cấu đặc biệt chịu tải trọng di động mà các anh chị gặp trong ngành xây dựng.

Như vậy tải trọng di động là gì (?). Đã học trong Cơ kết Cấu, ở đây nhắc lại :

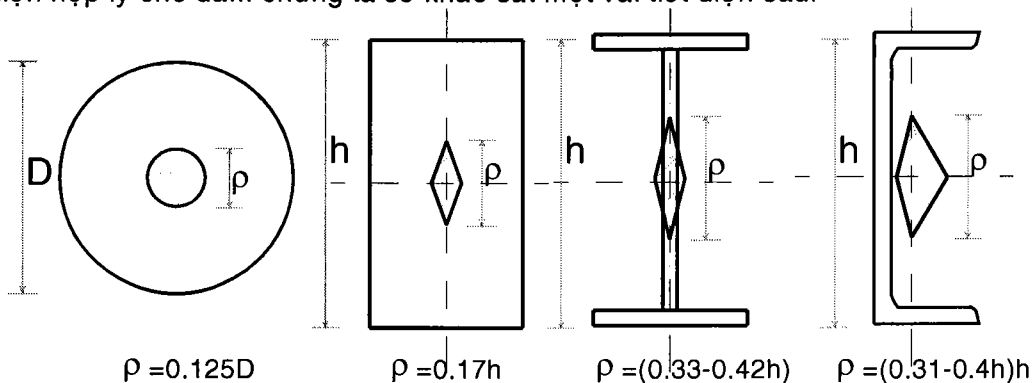
Tải trọng cố định : là tải trọng có giá trị không thay đổi và vị trí tác dụng không đổi.

Tải trọng di động : là tải trọng có giá trị không thay đổi nhưng vị trí tác dụng thay đổi. → Để giải loại cấu kiện này người ta đã xây dựng lý thuyết đường ảnh hưởng mà các anh chị đã học trong Cơ Kết Cấu (hệ tĩnh định chịu tải trọng di động).

- **Nhip dầm** : từ 6 - 36 m. Dầm cầu ô tô vượt nhip đến 200 m.

3.1.2. CÁC LOẠI TIẾT DIỆN DẦM :

- Việc quyết định hình dáng và kích thước dầm là một khâu quan trọng cho người thiết kế vì nó phải đảm bảo tính bền, ổn định và kinh tế cho công trình. Để lựa chọn tiết diện hợp lý cho dầm chúng ta sẽ khảo sát một vài tiết diện sau:



Hình 3.1. Bán kính lõi tiết diện

Trong đó : ρ là bán kính lờ của tiết diện

$$\rho = \frac{W}{F}$$

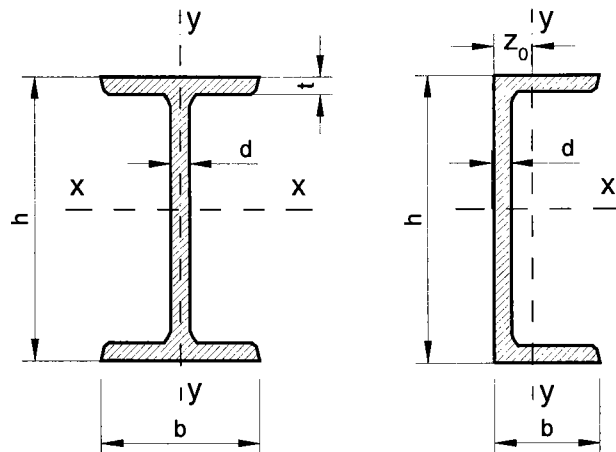
W - mômen chống uốn của tiết diện

F - diện tích tiết diện.

Lựa tiết diện có W lớn $\rightarrow \rho$ càng lớn. Như vậy trong các tiết diện trên, tiết diện chữ I là loại tiết diện có ρ lớn nhất. **Nên tiết diện dầm thường lấy theo tiết diện chữ I.**

- Phân loại dầm : Có 2 loại : + Dầm định hình
+ Dầm tổ hợp.

a. **DẦM ĐỊNH HÌNH** : Được làm từ những thép định hình cán sẵn. Gồm 2 loại chủ yếu : I, L



Hình 3.2 :dầm thép hình

Dầm I :

- Hai trục đối xứng, mặt phẳng tải trọng trùng với trục chính của tiết diện, Mômen chống uốn đối với trục x-x khá lớn nên rất có lợi cho kết cấu uốn phẳng như dầm sàn nhà, dầm cầu..
- Độ cứng theo phương x thường cứng nhiều so với phương y \rightarrow sự ổn định theo phương y thường rất yếu cần phải tăng cường ổn định. Tuy nhiên đối với sàn nhà thì thi bản sàn trên mặt dầm có khả năng tăng cường ổn định.

Dầm L :

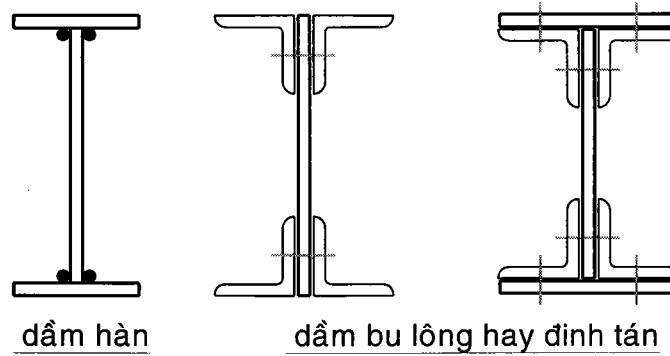
- Tiết diện không đối xứng nên khi chịu uốn phẳng có thêm hiện tượng xoắn nên hợp lý khi kết cấu chịu uốn xiên như xà gỗ mái.
- Độ cứng, sự ổn định theo 2 phương không chênh lệch nhiều.
- Mặt ngoài phẳng dễ liên kết với các cấu kiện khác.

Ưu nhược điểm của dầm thép hình :

- Cấu tạo đơn giản, dễ tiêu chuẩn hóa \rightarrow chi phí chế tạo không cao \rightarrow giá thành thấp.
- Chiều dày bản bụng lớn \rightarrow đảm bảo điều kiện ổn định cục bộ.
- Tốn nhiều thép, khối lượng nặng hơn dầm tổ hợp

b. **DẦM TỔ HỢP** : tổ hợp từ các thép định hình hoặc thép bản.

- Dầm tổ hợp hàn : dùng liên kết hàn để liên kết các bộ phận dầm. Được dùng nhiều trong dầm tổ hợp
- Dầm tổ hợp đinh tán hoặc bu lông : dùng liên kết đinh tán hoặc bu lông để tổ hợp.
- Mặt ngoài phẳng dễ liên kết với các cấu kiện khác.



Hình 3.3 :dầm tổ hợp

Ưu nhược điểm của dầm thép tổ hợp :

- Tiết kiệm vật liệu
- Chịu tải trọng động tốt (dầm đinh tán) → ngày nay thay thế bằng dầm tổ hợp bu lông cường độ cao.
- Quá trình tính toán và sản xuất phức tạp → tốn kém

Phạm vi ứng dụng của dầm tổ hợp : Chỉ dùng dầm tổ hợp đối với kết cấu chịu tải trọng nặng, nhịp lớn hoặc chịu tải trọng động và bảng tra thép định hình không có.

3.1.3. CÁC HÌNH THỨC DẦM :

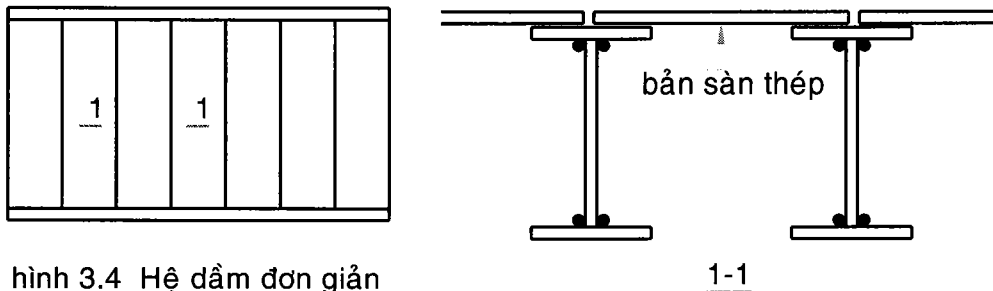
- Dầm tĩnh định đơn giản, Dầm có đầu thừa : Không bị ảnh hưởng lún gối tựa nên không gây ra ứng suất phụ
- Dầm nhiều nhịp (KC siêu tĩnh) thường được điều chỉnh sau cho M nhịp bằng gối → tiết kiệm vật liệu nhưng chịu ảnh hưởng lún gối tựa → sinh ra ứng suất phụ.

3.1.4. CÁC LOẠI HỆ DẦM :

Như vậy muốn một ô sàn lớn làm việc một cách bình thường thì ta cần một hệ kết cấu trung gian truyền tải từ sàn xuống các gối tựa bên dưới → **hệ kết cấu trung gian này được gọi là hệ dầm.** Vậy **hệ dầm là một kết cấu không gian bao gồm nhiều kết cấu dầm chịu lực bố trí vuông góc nhau.** Ta có các loại hệ dầm sau :

a. Hệ dầm đơn giản :

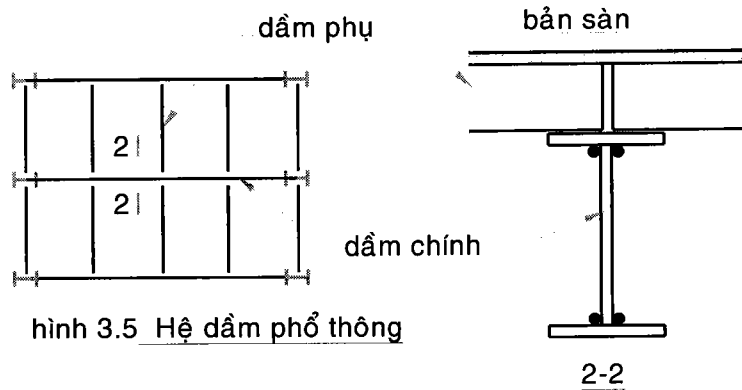
- Chỉ có dầm chính, bố trí song song cạnh ngắn của bản sàn. Dùng khi ô sàn có một cạnh tương đối dài, một cạnh tương đối ngắn. Khi đó bản sàn làm việc như bản kê 2 cạnh. Thích hợp với kết cấu chịu tải trọng bé hoặc nhịp ngắn (<10m).



Khi đó tải trọng từ bản sàn → truyền trực tiếp qua dầm → gối tựa → móng.

b. Hệ dầm phổ thông :

- Được dùng phổ biến nhất, bao gồm dầm chính và dầm phụ đặt vuông góc nhau và song song với các cạnh sàn.
- Dùng khi tải trọng và kích thước sàn không quá lớn ($q < 3000 \text{kg/m}^2$; $l_1 \times l_2 < 12 \times 36 \text{m}$) → có hiệu quả kinh tế cao (thép ít, cấu tạo kết cấu sàn đơn giản)
- Dầm chính là dầm tổ hợp, dầm phụ là dầm định hình

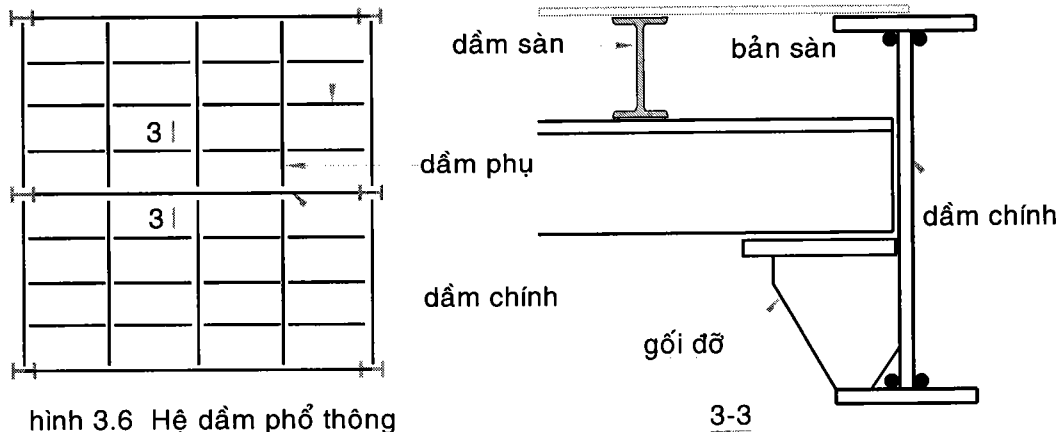


hình 3.5 Hệ dầm phổ thông

- **Tải trọng từ sàn → truyền qua dầm phụ → xuống dầm chính → xuống gối tựa → xuống móng.**

c. Hệ dầm phức tạp :

- Ít dùng do cấu tạo phức tạp, chỉ thích hợp khi tải trọng trên sàn khá lớn $q > 3000 \text{kg/m}^2$. Bao gồm dầm phụ dọc (dầm bản), dầm phụ ngang và dầm chính.



hình 3.6 Hệ dầm phổ thông

- **Tải trọng từ sàn → truyền qua dầm phụ dọc → xuống dầm phụ ngang → xuống dầm chính → xuống gối tựa → xuống móng**

3.2. CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN BẢN SÀN THÉP

3.2.1. Phân loại bản sàn :

a. Tấm sàn BTCT:

- Tấm sàn bằng đơn BTCT đúc sẵn
- Dùng khi KC vượt nhịp không lớn.
- Sơ đồ tính như bản dầm đơn giản kê lên hai gối tựa. Tính toán và bố trí cốt thép giống KC BTCT. Bê tông dùng mác $\geq 200\#$
- Chọn sơ bộ chiều dày đơn BTCT theo nhịp và tải trọng tiêu chuẩn tạm thời trên sàn:

Nhịp tính toán bản sàn (m)	Chiều dày đơn BTCT khi TTTC tạm thời (T/m ²)			
	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5
1.0 - 1.5	10	12	12	14
2.0 - 2.5	12	12	14	16
2.5 - 3.0	14	14	16	18

b. Tấm sàn thép :

- Dùng khi KC chịu tải trọng lớn, nhịp lớn.
- Sàn thép gồm các bản tựa lên một trong 3 loại hệ dầm trên
- Bản sàn được tính theo sàn chịu lực một phương dù tỉ lệ 2 cạnh ô bản nhỏ hơn 2.
- Nên chọn nhịp bản không lớn lắm để chiều dày sàn nhỏ, khi đó sẽ có lợi hơn.

3.2.2. Tính bản sàn thép :

- Chọn chiều dày sàn theo tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên sàn theo bảng sau:

Tải trọng tác dụng lên 1m ² sàn (kg/m ²)	Chiều dày sàn δ (cm)
q ≤ 1000	6-8
1000 < q ≤ 2000	8-10
2000 < q ≤ 3000	10-12
3000 < q	12-14

- Nhịp tính toán bản sàn xác định theo công thức thỏa mãn về độ cứng:

$$\frac{l}{\delta} = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q_{tc}} \right);$$

Có thể chọn trước l để tìm ra δ hoặc ngược lại.

Trong đó :

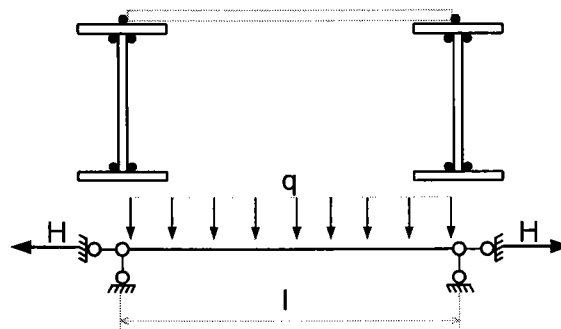
l : nhịp tính toán của bản ;

q_{tc} - tải trọng tiêu chuẩn phân bố trên một đơn vị chiều dài dầm bản. Khi tính toán bản sàn thép cắt một dây bản có chiều rộng 1cm để tính.

$n_0 = \left[\frac{l}{f} \right]$ - tỉ số giới hạn giữa nhịp và độ võng bản;

$E_1 = \frac{E}{1 - \nu^2}$: độ cứng trục của bản;

- Sơ đồ tính và cách tính toán bản sàn:



hình 3.7 Sơ đồ tính bản sàn thép

- Bản chịu uốn và biến dạng võng, nhưng đường hàn liên kết bản sàn với dầm giữ không cho bản sàn biến dạng tự do và ngăn cản biến dạng xoay tại gối. Do đó tại gối sẽ xuất hiện M^- và lực kéo H , hai thành phần này làm giảm momen dương ở nhịp và biến dạng võng ở nhịp. Trong tính toán để thiên về an toàn ta bỏ M^- và chỉ xét H .

- Momen lớn nhất giữa nhịp xác định theo công thức:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} - Hf = M_0 \frac{1}{1+\alpha}$$

$$f: \text{ độ võng do } q_{tc} \text{ và } H \text{ gây ra: } f = f_0 \frac{1}{1+\alpha};$$

$$f_0 - \text{ độ võng giữa nhịp do tải trọng } q_{tc} \text{ gây ra tính như dầm đơn giản } f_0 = \frac{5}{384} \frac{q_{tc} l^4}{E_1 J}$$

$$\alpha - \text{ là tỉ số giữa } H \text{ và lực tới hạn theo O-le, được xác định: } \alpha(1+\alpha)^2 = 3 \left(\frac{f_0}{\delta} \right)^2$$

$$H - \text{ lực kéo tại gối: } H = n \frac{\pi^2}{4} \left[\frac{f}{l} \right]^2 E_1 I \delta$$

- Độ bền và độ võng của bản được kiểm tra:

$$\sigma = \frac{H}{F} + \frac{M_{\max}}{W} \leq R; \quad f \leq [f]$$

- Đường hàn liên kết bản sàn vào dầm được kiểm tra theo điều kiện chịu lực H :

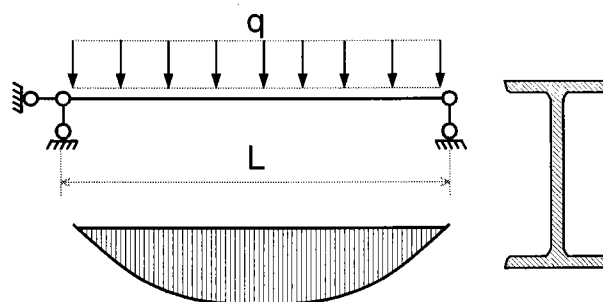
$$h_h \geq \frac{H}{0.7 l_h R_g^h}$$

3.3. TÍNH DẦM ĐỊNH HÌNH

Các bước thiết kế:

- Chọn tiết diện
- Kiểm tra lại cường độ
- Kiểm tra ổn định tổng thể
- Kiểm tra độ cứng (võng tương đối)
- Cấu tạo và tính toán các chi tiết dầm: + Nối dầm
+ Gối dầm

3.3.1. UỐN PHẪNG



Hình 3.9 Tính dầm uốn phẳng

a. Chọn tiết diện :

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{f_{yc}} \rightarrow \text{tra bảng chọn thép}$$

Nếu kể đến sự làm việc trong giai đoạn đàn hồi dẻo :

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{1.15 \times f_{yc}}$$

b. Kiểm tra cường độ :

Nên kể thêm trọng lượng bản thân.

Kiểm tra điều kiện bền khi uốn : $\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq f_{yc}$

Ứng suất tương đương : $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq f_{yc}$

Ứng suất tiếp không cần kiểm tra thường thỏa mãn điều kiện này do dầm định hình có cấu tạo bản bụng khá dày.

Kiểm tra bằng bụng dầm chịu ứng suất cục bộ (khi có lực tập trung):

$$\sigma_{cb} = \frac{P}{\sigma_b \cdot z} \leq R$$

Trong đó : z - chiều dài chịu tải theo qui ước của bụng dầm.

c. Kiểm tra độ cứng (độ võng) : $\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$

Trong đó : f/l là độ võng tương đối do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

Ví dụ : dầm đơn giản nhịp l, có tải phân bố đều q_{tc} : $\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{q_{tc} l^3}{EJ}$

Đối với dầm gồm nhiều loại tải trọng ta có thể tính độ võng riêng lẻ cho từng loại tải trọng rồi áp dụng nguyên lý cộng tác dụng.

d. Kiểm tra ổn định tổng thể của dầm (chúng ta sẽ học trong dầm tổ hợp)

e. Nối dầm :

Trong một số trường hợp yêu cầu phải nối dầm (do dầm quá dài vận chuyển khó hoặc để tiết kiệm vật liệu) chúng ta phải đưa ra một số trường hợp nối như sau :

- Dùng đường hàn đối đầu :

Ta có $R = 2.100 \text{ kg/cm}^2$; Nhưng $R_k^h = 1800 \text{ kg/cm}^2$. Khi nối : $F_{cb} = F_h$. Vì vậy để dầm làm việc bình thường ta chỉ được nối dầm trong vùng có mômen $M < 0,85 M_{\max}$.

Tuy nhiên trong trường hợp phải nối giữa dầm ta sẽ giải quyết như thế nào (?)

Như đã nói ở trên : khả năng chịu lực của đường hàn là $F_{cb} = F_h$ do đó khi nối ở giữa dầm Mômen $M = M_{\max}$ nên ta phải tăng diện tích đường hàn tức là tăng chiều dài đường hàn. Vậy ta tăng bằng cách nào (?). Ở đây ta tăng chiều dài đường hàn bằng cách dùng đường hàn xiên góc cho 2 bản cánh, bản bụng vẫn dùng đường hàn thẳng đối đầu (tại sao) như hình vẽ.

- Dùng đường hàn hỗn hợp (vừa đối đầu vừa có bản ghép) :

Tính khả năng chịu lực của đường hàn đối đầu, thừa bao nhiêu nội lực ta tính cho bản ghép chịu.

Cách tính :

Khả năng chịu lực của đường hàn đối đầu :

$$M_{hdd} = W_h \cdot R_k^h$$

Phân mômen còn lại cho bản ghép chịu :

$$M_{bg} = M_{max} - M_{hdd}$$

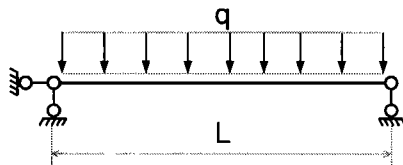
Bản ghép đặt trên 2 bản cánh dầm và khi liên kết dùng đường hàn góc nên ta có :

$$N_c = \frac{M_{bg}}{h_0} \Rightarrow \Sigma h_h \geq \frac{N_c}{0,7 \cdot h_h \cdot R_h^g}$$

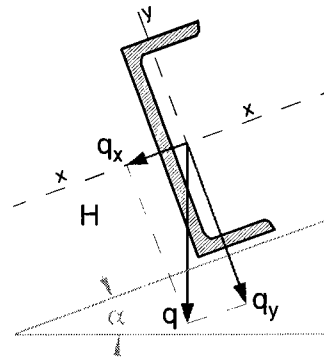
Có Σh_h ta suy ra được diện tích bản ghép.

3.3.2. UỐN XIÊN :

- Một kết cấu chịu lực như hình vẽ (xà gỗ) :



hình 3.8 Tính xà gỗ uốn xiên



- Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng ta có thể phân tải q thành 2 thành phần : q_x và q_y . Và dầm chịu lực như trên gọi là dầm chịu uốn xiên.
- **Tải trọng q_x gây ra trong mặt phẳng xoz mômen uốn M_y và q_y gây ra trong mặt phẳng yoz mômen uốn M_x**
- **Như vậy Dầm chịu uốn xiên là dầm trên mặt cắt của nó có 2 thành phần nội lực là mômen uốn M_x và M_y nằm trong mặt phẳng quán tính chính trung tâm.**
- Để dầm làm việc bình thường thì ứng suất tại một điểm bất kỳ : $\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R$ (*)

a. Chọn tiết diện :

Nếu ta đặt : $\eta = \frac{W_x}{W_y} \times \frac{M_y}{M_x} = \frac{W_x}{W_y} \operatorname{tg} \alpha$

Thì (*) viết lại : $W_x \geq \frac{M_x(1+\eta)}{R} \Rightarrow$ tra bảng chọn thép.

Với thép I chọn : $\frac{W_x}{W_y} = 7 - 10$

Với thép I chọn : $\frac{W_x}{W_y} = 6 - 8$

b. Kiểm tra lại cường độ :

Kiểm tra lại cường độ theo công thức (*).

c. Kiểm tra độ cứng :

Độ võng tính theo 2 phương (dùng tải trọng tiêu chuẩn): f_x do M_y và f_y do M_x .

Độ võng toàn phần : $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

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

3.4. TÍNH DẦM TỔ HỢP HÀN

- Đối với những kết cấu chịu tải trọng lớn, nhịp lớn ($L > 12m$, $q > 2000 \text{ kg/cm}^2$) dùng dầm định hình không đủ → ta phải giải quyết như thế nào (?). Trong trường hợp này người ta đưa ra **phương án dầm tổ hợp** → **khi dùng kinh tế hơn, đảm bảo các yêu cầu về độ bền, cứng và ổn định. . . .**
- Dầm tổ hợp có nhiều loại như đã giới thiệu ở phần trước (dầm định tán, dầm bu lông, dầm hàn). Hiện nay chủ yếu dùng dầm tổ hợp hàn vì nó dễ chế tạo.
- Trong mục 3.3, chúng ta đã trình bày cách tính dầm định hình. Trong mục này sẽ trình bày tiếp cách tính dầm tổ hợp hàn. Về trình tự tính sẽ có những phần giống dầm định hình chúng ta sẽ đi nhanh, tuy nhiên khi dùng dầm tổ hợp → **dầm có chiều dài và tiết diện lớn** nên ngoài các yêu cầu cơ bản như dầm định hình chúng ta phải **tính toán gia cường thêm một số yếu tố cơ bản để đảm bảo kinh tế mà dầm vẫn làm việc bình thường.**
- Trình tự tính toán dầm tổ hợp hàn có thể tóm tắt như sau :
 - Xác định kích thước chính của dầm, chủ yếu là xác định chiều cao.
 - Chọn tiết diện và kiểm tra tiết diện theo điều kiện cường độ và độ võng.
 - Biến đổi tiết diện cho phù hợp với biểu đồ M (giảm trọng lượng lượng dầm).
 - Tính liên kết giữa bản cánh và bản bụng dầm.
 - Kiểm tra ổn định tổng thể và ổn định cục bộ của dầm.
 - Nối dầm và gối dầm lên cột

3.4.1. XÁC ĐỊNH CÁC KÍCH THƯỚC CHÍNH CỦA DẦM :

a. NHỊP DẦM : L

Thỏa mãn :

- + Yêu cầu sử dụng của công trình.
- + Đảm bảo tính kinh tế của phương án.

Theo kinh nghiệm thiết kế : $L < 18m$ dùng dầm thép là có lợi. Trong đồ án L chính là L_2 .

b. XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO DẦM :

- Việc chọn chiều cao tiết diện là khâu quan trọng đối với người thiết kế. Khi chọn cần đảm bảo :
 - Yêu cầu về sử dụng : $f < [f]$; Cao độ mặt trên và mặt dưới sàn công tác.
 - Yêu cầu về kinh tế.

Thế thì ta phải chọn như thế nào cho đảm bảo các yêu cầu trên (?). Do đó người đã ta xây dựng các khái niệm về chiều cao dầm như sau :

+ **Chiều cao h_{XD}** : được xác định từ yêu cầu sử dụng trong thiết kế, là khoảng cách từ mặt trên đến mặt dưới của sàn công tác.

+ **Chiều cao h_{min}** : là chiều cao tối thiểu được xác định theo điều kiện độ võng cho phép, nhằm đảm bảo dầm đủ độ cứng.

+ **Chiều cao h_{in}** : là chiều cao cho trọng lượng dầm nhẹ nhất mà vẫn làm việc bình thường.

Và khi chọn :

$$h_{min} < h_d < h_{XD} .$$

$h_d \rightarrow$ càng gần $h_{in} \rightarrow$ càng kinh tế

b.1. Xác định chiều cao h_{min} :

- Độ võng tương đối :
$$\frac{f}{l} = k_1 \cdot \frac{P_{tc} l^2}{EJ} \quad (1)$$

- Mômen lớn nhất trong dầm :
$$M = k_2 \cdot P \cdot l \quad (2)$$

Trong đó :

f : độ võng tuyệt đối (đo bằng số cụ thể)

l : nhịp dầm.

P_{tc}, P : tổng tải trọng tiêu chuẩn và tính toán tác dụng lên dầm (ví dụ nếu là tải phân bố thì từ $q_{tc} \rightarrow P_{tc} = q_{tc} \cdot l$).

J : mômen quán tính của tiết diện dầm (xác định theo đúng phương uốn)

EJ : độ cứng của dầm.

k_1, k_2 : các hệ số phụ thuộc cách đặt tải trọng và liên kết của gối tựa dầm .

+ Dầm đơn giản, tải trọng phân bố đều : $k_1 = \frac{5}{384} ; k_2 = \frac{1}{8}$

+ Dầm đơn giản, tải tập trung giữa dầm : $k_1 = \frac{1}{48} ; k_2 = \frac{1}{4}$

Từ (1) và (2) biến đổi ta được :

$$h_{min} = \frac{k_1 \cdot l}{k_2 \cdot 500 \left[\frac{f}{l} \right]} \times \frac{P_{tc}}{P}$$

b.2. Xác định chiều cao h_{in} :

- Trọng lượng trên một m dài dầm:
$$g_d = g_c + g_b$$

$$g_b = A_b \cdot \Psi_b \cdot \gamma = h_b \cdot \delta_b \cdot \Psi_b \cdot \gamma$$

$$g_c = A_c \cdot \Psi_c \cdot \gamma = \frac{2M \cdot c}{R \cdot h_c} \cdot \Psi_c \cdot \gamma$$

Trong đó :

g_b - trọng lượng 1 m dài bụng dầm.

g_c - trọng lượng 1 m dài cánh dầm.

A_b - diện tích tiết diện bụng dầm.

$$A_c - \text{diện tích tiết diện cánh dầm} = \frac{\text{Nội lực dọc cánh chịu}}{\text{Cường độ } t' \text{ vật liệu cánh dầm}}$$

M.c - phần mômen uốn do cánh chịu.

Ψ_b, Ψ_c - các hệ số xét đến các chi tiết cấu tạo của bụng dầm và cánh dầm làm tăng trọng lượng bản thân dầm (>1)

γ - trọng lượng thể tích của thép.

h_c - khoảng cách giữa 2 trọng tâm tiết diện cánh dầm.

h_b, δ_b - chiều cao và chiều dày bản bụng.

M - mômen lớn nhất do tải trọng tính toán gây ra.

M.c/ h_c - lực dọc tác dụng vào 1 cánh.

c - hệ số < 1 xét tới một phần momen do bản cánh chịu, một phần do bản bụng chịu.

$$c = 0,8 \quad \rightarrow \quad \text{bản cánh chịu } 80\% \text{ M}$$

$$\quad \quad \quad \rightarrow \quad \text{bản bụng chịu } 20\% \text{ M}$$

- Cuối cùng, ta biểu diễn g_d là một hàm của h : $g_d = \frac{2M.c}{R.h_c} \cdot \gamma \cdot \Psi_c \cdot h + h_b \cdot \delta_b \cdot \gamma \cdot \Psi_b$

Ta vẽ được biểu đồ quan hệ giữa trọng lượng và chiều cao dầm như sau :

Xem $h = h_c \approx h_b \rightarrow$ đạo hàm 2 vế theo h ta được :

$$\frac{dg_d}{dh} = -\frac{2M.c}{R} \times \frac{\gamma \cdot \Psi_c}{h^2} + \delta_b \cdot \gamma \cdot \Psi_b = 0$$

Suy ra :

$$h_{in} = \sqrt{\frac{2.c.\Psi_c}{\Psi_b} \times \frac{M}{R.\delta_b}} = k \sqrt{\frac{W_{yc}}{\delta_b}}$$

$W_{yc} = M/R \rightarrow$ cố định $\rightarrow h_{in}$ phụ thuộc δ_b .

$$k = \sqrt{\frac{2.c.\Psi_c}{\Psi_b}} \text{ hệ số phụ thuộc vào cấu tạo tiết diện dầm}$$

+ dầm không đổi tiết diện : $k = 1,15$.

+ dầm thay đổi tiết diện : $k = 1,10$.

- Căn cứ vào kinh nghiệm và vào điều kiện ổn định cục bộ của bản bụng để giả thiết δ_b để chọn h_{in} theo bảng sau :

h (m)	1	1,5	2,0	3,0
δ_b (mm)	8 - 10	10 - 12	12 - 14	16 - 18
$\lambda_b = \frac{h_b}{\delta_b}$	100 - 125	125 - 150	145 - 165	165 - 180

- δ_b - độ mảnh bản bụng dầm (không được vượt quá giới hạn nhất định khi xét đến độ bền bản bụng dưới tác dụng của ứng suất tiếp và vấn đề ổn định cục bộ).
- Chọn $\delta_b \rightarrow h_{in} \rightarrow$ chọn chấn 5 - 10 cm.
- Kinh nghiệm cho thấy : $h_{in} = (5,5 - 6,5) \sqrt{W_{yc}}$

c. XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀY BẢN BỤNG :

Xét một dầm :

- Từ biểu đồ ứng suất tiếp, ta thấy ứng suất cắt cánh dầm hầu như không chịu mà toàn bộ do bụng dầm chịu \rightarrow do đó chiều dày bụng dầm δ_b được xác định từ điều kiện bản bụng đủ chịu lực cắt lớn nhất :

$$\delta_b \geq 1,5 \frac{Q}{m.R_c.h}$$

$Q = Q_{max}$ ở gối tựa.

$R_c = f_v$ (tra bảng 4, TCVN 338) = $0.58R/\gamma_M = 1300 \text{ kg/cm}^2$ (thép CT3); γ_M : hệ số độ tin cậy của vật liệu lấy bằng 1.05 cho mọi mức thép.

- Khi $h_d = 1 - 2 \text{ m}$, cho phép chọn δ_b theo công thức kinh nghiệm sau :

$$\delta_b = 3 + 7 \frac{h}{1000}$$

Ví dụ : biết $h = 1.5 \text{ m} \rightarrow \delta_b = 3 + 7 \frac{1500}{1000} = 3 + 7.1,5 = 13,5 \text{ mm}$.

Chiều dày bụng dầm thường nằm trong khoảng : **$8 \text{ mm} < \delta_b < 22 \text{ mm}$**

3.4.2. CHỌN TIẾT DIỆN DẦM TỔ HỢP :

- Sau khi có h , $\delta_b \rightarrow$ ta đi tìm tiết diện dầm.

Từ $M_{max} \rightarrow W_{yc} \rightarrow \frac{M_{max}}{R}$

$$\rightarrow J_d = W_{yc} \times \frac{h}{2} \approx J_b + J_c$$

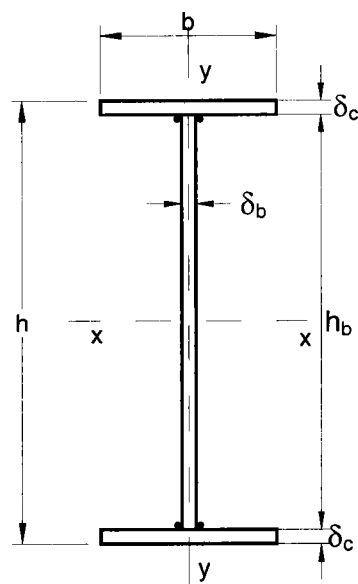
Trong đó $J_b = \frac{\delta_b h_b^3}{12}$; $J_c \approx 2.F_c \left(\frac{h}{2}\right)^2$

$$\rightarrow J_c = W_{yc} \times \frac{h}{2} - \frac{\delta_b h^3}{12}$$

$$\rightarrow F_c = \frac{2J_c}{h^2} = b_c \cdot \delta_c$$

Có F_c ta phân phối cho h_c , δ_c theo qui luật sau :

- **Đảm bảo điều kiện ổn định cục bộ :**
 $b_c < 30 \delta_c$.
- **Dầm đứng vững trên gối tựa :**
 $b_c \geq 180 \text{ mm}$
- **Đảm bảo điều kiện ổn định tổng thể :** $b_c = (0,2 - 0,33)h$



3.4.1 Chọn tiết diện dầm tổ hợp hàn

- Sau khi thỏa các điều kiện trên, ta tăng b_c càng rộng càng tốt, vì khi tăng chiều rộng cánh $\rightarrow J_y$ tăng \rightarrow đảm bảo ổn định dầm ra ngoài mặt phẳng của nó.

3.4.3. KIỂM TRA LẠI TIẾT DIỆN DẦM ĐÃ CHỌN:

Cường độ : (dùng tải trọng tính toán)

- Tại tiết diện có M_{max} : $\sigma = \frac{M_{max}}{W} \leq R$
- Tại tiết diện có Q_{max} : $\tau = \frac{Q_{max} S}{J \delta_b} \leq R_c$
- Tại tiết diện có M và Q cùng lớn: $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq R$
- Tại tiết diện có lực tập trung: $\sigma_{cb} = \frac{P}{z} \leq R$; $z = b + 2\delta_c$.

Trong đó : $W = 2J/h$;

$$J = J_c + J_b = 2 \cdot b \cdot \delta_c \cdot a^2 + \frac{\delta_b h_b^3}{12}$$

$$S = b \cdot \delta_c \cdot a + \frac{h_b}{2} \times \delta_b \times \frac{h_b}{4}$$

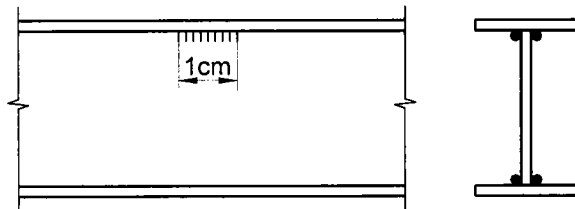
(S : mômen tĩnh của nửa tiết diện đối với trục TH)

Theo điều kiện độ võng : (dùng tải trọng tiêu chuẩn): $\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$

3.4.4. TÍNH LIÊN KẾT GIỮA BẢN CÁNH VÀ BẢN BỤNG DẦM :

- Khi dầm chịu uốn, tại vùng gần gối tựa phát sinh ứng suất tiếp khá lớn mà bản bụng chịu (theo phần tính toán ở trên) : $\tau = \frac{Q \cdot S_c}{J \cdot \delta_b}$

- **Đồng thời theo định luật đối ứng trong SBVL : trên 2 mặt cắt vuông góc nhau, nếu trên mặt cắt này có ứng suất tiếp thì trên mặt cắt kia buộc phải có ứng suất tiếp, chúng có giá trị bằng nhau nhưng ngược dấu (cùng hướng vào hoặc cùng tách ra).**



Hình 3.4.2 Đường hàn liên kết bản bụng và cánh

- \rightarrow Vì vậy cánh và bụng dầm có khuynh hướng trượt tương đối lên nhau, do đó liên kết giữa cánh và bụng dầm phải chịu lực trượt phát sinh giữa cánh và bụng.

- **Lực trượt trên 1 đơn vị chiều dài giữa bản cánh và bản bụng :**

$$T = \tau \cdot \delta_b = \frac{Q \cdot S_c}{J \cdot \delta_b} \cdot \delta_b = \frac{Q \cdot S_c}{J} \quad (S_c = b_c \cdot \delta_c \cdot \left(\frac{h_b}{2} + \frac{\delta_c}{2} \right))$$

- **Lực trượt T do 2 đường hàn dài 1 cm ở 2 bên bản bụng liên kết với cánh chịu nên phải nhỏ hơn khả năng chịu lực của chúng :**

$$T = \frac{Q.S_c}{J} \leq 2.0,7.h_h.1.R_g^h \quad (1 : \text{đoạn } 1 \text{ cm})$$

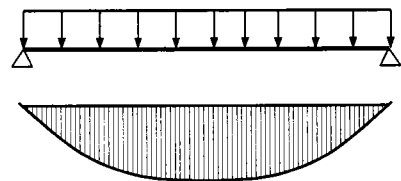
$$\text{Vậy ta rút ra : } h_h \geq \frac{Q.S_c}{2.0,7.J.R_g^h}$$

Chú ý :

- Tính tại tiết diện có Q lớn nhất và lấy giá trị tính được chọn h_h chung cho toàn bộ đường hàn liên kết giữa cánh và bụng dầm
- So sánh với h_h cấu tạo (nếu $h_h < h_h$ cấu tạo \rightarrow dùng h_h cấu tạo)
- Hàn liên tục trên suốt chiều dài dầm , ngay cả những chỗ không có lực trượt
 - + $h_h^{\text{cấu tạo}} = 4\text{mm}$ (khi $\delta_c \leq 10 \text{ mm}$)
 - + $h_h^{\text{cấu tạo}} = 6\text{mm}$ (khi $\delta_c = 11 \div 22 \text{ mm}$)
 - + $h_h^{\text{cấu tạo}} = 8\text{mm}$ (khi $\delta_c = 23 \div 32 \text{ mm}$)

3.4.5. BIẾN ĐỔI TIẾT DIỆN DẦM TỔ HỢP :

- Theo chiều dài dầm, biểu đồ M thay đổi, tại vùng gần gối tựa M rất nhỏ nên ta biến đổi tiết diện dầm nhằm giảm trọng lượng bản thân xuống \rightarrow tiết kiệm vật liệu
- Chi phí chế tạo sẽ tăng nên chỉ có hiệu quả kinh tế khi nhịp $L > 10\text{m}$



Hình 3.4.2 Biểu đồ mômen uốn dầm

Đối với dầm tổ hợp ta có 3 cách thay đổi tiết diện:

a. Biến đổi chiều cao tiết diện theo M :

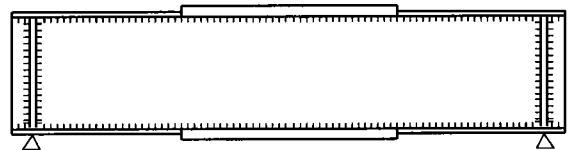
- Lợi về vật liệu nhưng tốn công \rightarrow chỉ dùng khi nhịp và tải cùng lớn (**dầm cầu chạy**).
- Để bản bụng đủ chịu cắt chỉ cần giảm chiều cao ở gối tựa.
- Cấu tạo phức tạp



Hình 3.4.3.a Biến đổi chiều cao dầm theo biểu đồ M

b. Thay đổi chiều dày bản cánh dầm :

- Ở hai đầu dầm bản cánh mỏng hơn ở đoạn giữa (dầm hàn).
- Với dầm đỉnh tán hoặc bu lông có thể giảm bớt số lượng bản phủ ở đầu dầm.
- Khuyết điểm là mặt ngoài không phẳng.
- Có lợi nhưng ít dùng.

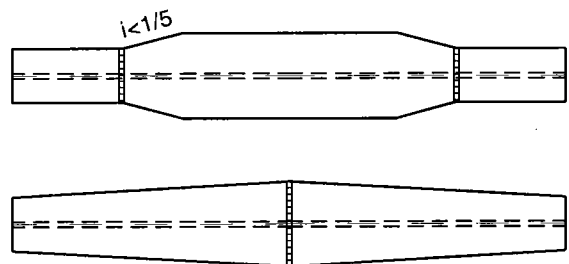


Hình 3.4.3.b Biến chiều dày bản cánh dầm

c. Thay đổi chiều rộng bản cánh : 2 cách thay đổi

c.1. Thay đổi đột ngột :

- Ở tiết diện 1/6 nhịp.



Hình 3.4.3.c Biến đổi bề rộng bản cánh dầm

- Đoạn chuyển tiếp có $i = 1/5$.
- Chiều rộng cánh sau khi thay đổi $b_1 \geq 180 \text{ mm}$ và $b_1 \geq \frac{b_c}{2}$

c.2. Thay đổi liên tục :

- Cắt tấm thép chiều dài L/2 rồi nối lại.
- Kiểm tra lại từng tiết diện.

3.5. ỔN ĐỊNH DẦM

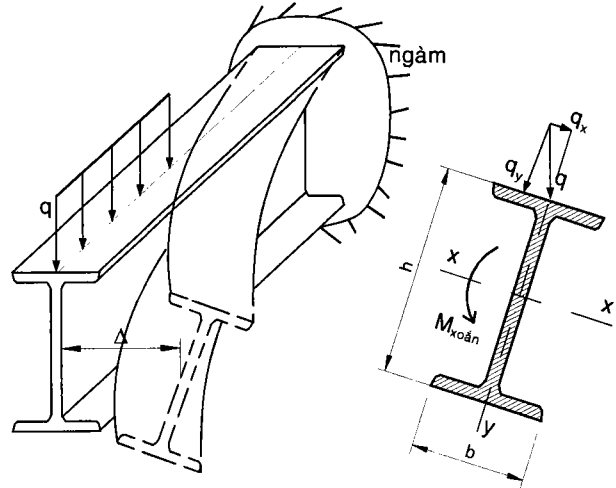
3.5.1. ỔN ĐỊNH TỔNG THỂ CỦA DẦM :

a. HIỆN TƯỢNG VÀ NGUYÊN NHÂN

a1. Hiện tượng :

Xét dầm như hình vẽ

- Dưới tác dụng của tải trọng, dầm chịu uốn và phát sinh biến dạng trong mặt phẳng uốn (hiện tượng biến dạng trong uốn phẳng)
- Từ biểu đồ ứng suất pháp, ta thấy trục dầm chia dầm thành 2 phần: phần trên chịu kéo, phần dưới chịu nén



Hình 3.4.4. Hiện tượng mất ổn định tổng thể dầm

- Khi tải trọng đạt tới 1 giá trị nào đó, phần cánh nén sẽ bị vênh ra khỏi mặt phẳng uốn → sinh ra mômen uốn M_y và mômen xoắn. Như vậy, ngoài biến dạng trong mặt phẳng uốn, còn phát sinh biến dạng ở ngoài mặt phẳng uốn.
- **Lúc đó , dầm vừa chịu uốn vừa chịu xoắn, bị vênh ra ngoài mặt phẳng uốn, mất khả năng chịu lực → làm dầm bị đổ → Hiện tượng trên gọi là hiện tượng mất ổn định tổng thể của dầm.**

a2. Nguyên nhân :

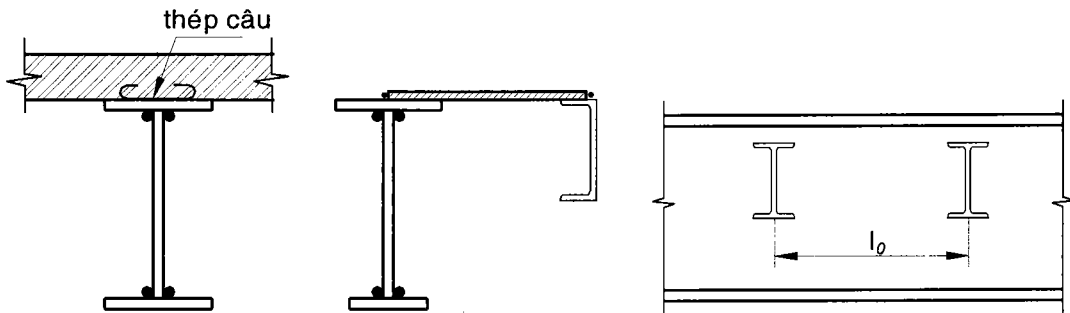
- Do M uốn tác dụng lên dầm lớn hơn M tới hạn của dầm (M lúc dầm bắt đầu mất ổn định tổng thể), nghĩa là ứng suất nén ở các thớ cánh nén trong dầm đã đạt đến ứng suất tới hạn)
- Khi độ cứng của dầm ở trong mặt phẳng uốn lớn hơn nhiều độ cứng của dầm ở ngoài mặt phẳng uốn ($J_x \gg J_y$)
- **M tới hạn phụ thuộc :**
 - Hình dạng , ĐTHH của tiết diện
 - Vị trí , dạng tải trọng tác động.
 - Cách liên kết ở gối tựa
 - Cách bố trí liên kết ngăn cản chuyển vị ngang của cánh nén.

a.3. Định nghĩa :

Hiện tượng dầm bị mất ổn định tổng thể là hiện tượng hình dạng chung của dầm bị cong vênh nhưng hình dạng từng tiết diện vẫn giữ nguyên không đổi

Các trường hợp không cần kiểm tra ổn định tổng thể của dầm :

- Sàn đúc trực tiếp trên dầm có thép cấu. (sàn bê tông cốt thép)
- Dầm cầu chạy và dầm hãm đi kèm.
- Dầm phụ đóng vai trò điểm cố kết cho dầm chính.
- Khi tỉ số giữa chiều dài tính toán dầm và bề rộng cánh chịu nén l_0/b_c không vượt quá giá trị xác định theo bảng 7- TCVN-5575-1991 (l_0 lấy bằng khoảng cách giữa 2 điểm cố kết của cánh chịu nén không cho chuyển vị ngang).



Hình 3.4.5. Các trường hợp không cần kiểm tra ổn định tổng thể dầm

Tất cả các trường hợp khác phải kiểm tra ổn định tổng thể.

b. CÔNG THỨC TÍNH TOÁN VÀ KIỂM TRA (cho dầm hình và dầm tổ hợp)

- Điều kiện để dầm đạt ổn định tổng thể :

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq \sigma_{th} \text{ (ứng suất tới hạn)}$$

- Vì $\sigma_{th} < R$ nên đặt : $\varphi_d = \frac{\sigma_{th}}{R} < 1$

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_d \cdot W_x} \leq R \quad (*)$$

(So sánh với công thức ổn định khi chịu nén : $\sigma_n = \frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R$)

- Trong đó :
 - M : momen uốn lớn nhất trong dầm
 - W_x : momen chống uốn, tính với cánh chịu nén.
 - φ_d : hệ số kể đến sự giảm khả năng chịu uốn của dầm khi xét đến điều kiện ổn định tổng thể, lấy theo phụ lục E của TCVN 338;

φ_d phụ thuộc ĐTHH của tiết diện và kích thước tiết diện, xác định theo phụ lục 7 của TCVN-5575-1991

- Khi xác định trị số φ_d , chiều dài tính toán chịu nén được lấy bằng khoảng cách các điểm cố kết của cánh nén không cho chuyển vị ngang. Lấy bằng chiều dài nhịp dầm khi không có hệ giằng.

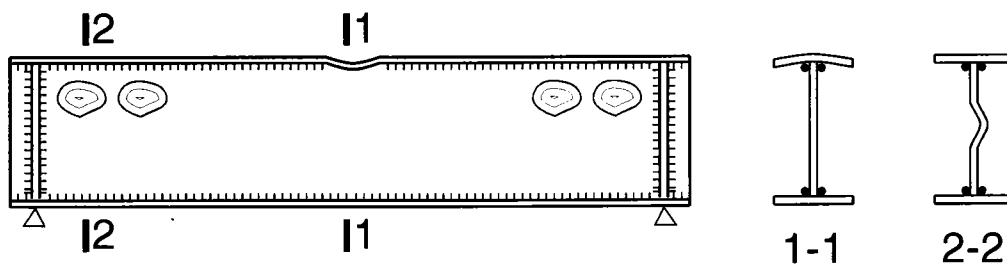
BIỆN PHÁP TĂNG CƯỜNG ỔN ĐỊNH

- Để tăng ổn định : **tăng $b_c \rightarrow J_y$ tăng $\rightarrow \varphi_d$ tăng**
- **Tăng $\varphi_d \rightarrow$ giảm I_o** (khoảng cách các điểm cố kết của dầm)
- Giảm khoảng cách các điểm cố kết bằng các kết cấu như dầm phụ , hệ giằng
- Nếu không đặt dầm phụ, cần có những bản sàn liên kết vào cánh nén để tăng ổn định
- Chỉ kiểm tra khi là 1 dầm độc lập (dầm cầu chạy)

3.5.2. ỔN ĐỊNH CỤC BỘ CỦA DẦM

a. KHÁI NIỆM

- Để phát huy khả năng chịu lực của vật liệu, Ta thường cấu tạo bản cánh và bản bụng mỏng để đưa bản cánh ra xa trục trung hòa \rightarrow tăng $J_y \rightarrow$ tăng $W \rightarrow$ tăng khả năng chịu lực của dầm.
- Do vậy, các bản cánh và bản bụng của dầm có chiều dày quá bé \rightarrow tới một trị số nào đó \rightarrow thì dưới tác dụng của ứng suất nén (với cánh nén) hoặc ứng suất pháp và ứng suất tiếp (với bản bụng), chúng sẽ bị cong vênh cục bộ từng vùng trước khi mất ổn định tổng thể. **Đó là hiện tượng mất ổn định cục bộ**



Hình 3.4.6. Hiện tượng mất ổn định cục bộ dầm

- Hình dáng chung của dầm không thay đổi nhưng hình dáng của từng tiết diện bị thay đổi.
- Hiện tượng này chưa gây nguy hiểm phá hoại kết cấu nhưng ở những vùng CK bị mất ổn định cục bộ thì tiết diện dầm trở nên không đối xứng \rightarrow tại đó tiết diện sẽ không tham gia chịu lực. Phần nó chịu sẽ truyền qua các tiết diện lân cận. Các Tiết diện này sẽ chịu lực tăng lên rồi cũng có thể bị mất ổn định cục bộ \rightarrow Mất ổn định tổng thể và bị phá hoại.

- Vậy ổn định cục bộ là 1 trong những nguyên nhân dẫn đến mất ổn định tổng thể. Do đó, phải gia cường cấu kiện để đảm không xảy ra mất ổn định CB trước khi mất ổn định tổng thể.
- **Dầm định hình** : không cần kiểm tra ổn định CB vì do yêu cầu đứng vững trong quá trình cán nóng nên bản cánh và bản bụng thường có cấu tạo chiều dày không được mỏng quá một trị số nhất định và trị số này thường lớn hơn rất nhiều so với điều kiện mất ổn định cục bộ.
- **Dầm tổ hợp** : luôn kiểm tra đk ổn định cục bộ

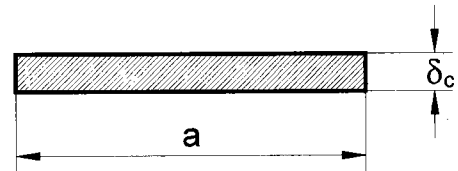
b. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỤC BỘ

- Xét một bản có kích thước như hình vẽ :

$$N_{th} = \frac{c \cdot \pi^2 E \cdot J_{th}}{a^2}$$

$$E \cdot J_{th} = \frac{E \cdot J}{1 - \mu^2} = \frac{E \cdot a \delta^3}{12(1 - \mu^2)}$$

$$\sigma_{th} = \frac{N_{th}}{a \delta} = \frac{c \pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{\delta}{a} \right)^2$$



- Trong đó : c : hệ số phụ thuộc hình thức liên kết biên của bản (biên ngàm , khớp , . . .), tính năng cơ học của thép bản (E),

Khi đó : $k_0 = \frac{c \pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \rightarrow$ là hằng số

Và $\sigma_{th} = k_0 \cdot 100 \left(\frac{\delta}{a} \right)^2 \quad (T/cm^2)$

- Nếu cho ứng suất tới hạn đạt tới giới hạn chảy (cho sự mất ổn định cục bộ đạt ngang bằng điều kiện cường độ) $\xrightarrow{\text{rút ra}}$ $k_0 \rightarrow$ Suy ra đk ổn định cục bộ của từng CK

b1. Đối với bản cánh :

- Sơ đồ tính toán của bản cánh được xem như bản ngàm chặt vào bản bụng bằng các đường hàn liên tục liên kết bản cánh vào bản bụng

Khi $\frac{l}{a} \rightarrow$ khá lớn thì $\rightarrow k_0 = 0,081 \quad (a = b_c/2)$

- Cho ứng suất tới hạn đạt đến giới hạn chảy : $\sigma_{th} = \sigma_c = 2,4 T/cm^2$.

- Ta có : $\sigma_{th} = k_0 \cdot \left(\frac{100\delta}{a} \right)^2 = 0,081 \cdot \left(\frac{100\delta_c}{a} \right)^2 = \sigma_c = 2,4 T/cm^2$.

- Rút ra ta được : $\frac{a}{\delta_c} = 18$

- Thực tế, bản cánh này không hoàn toàn ngàm với bản bụng, có thể xoay qua lại nên lấy : $\frac{a}{\delta_c} \leq 15 \rightarrow a < 15 \delta_c \rightarrow b_c < 30 \delta_c$

b2. Đối với bản bụng dầm :

Chia làm 2 TH :

TH1 : Xét vùng đầu dầm → mất ổn định do ứng suất tiếp τ_{max} :

$$k_0 = 1,25, \text{ cho } \tau_{th} \rightarrow \tau_c = 0,6\sigma_c = 0,6 \times 2,4 = 1,44 \text{ T/cm}^2.$$

$$\tau_{th} = k_0 \cdot \left(\frac{100\delta}{a} \right)^2 = 1,25 \cdot \left(\frac{100\delta_b}{h_b} \right)^2 = \tau_c.$$

Suy ra : $\frac{h_b}{\delta_b} = 93 \rightarrow$ theo qui phạm phải giảm xuống 70.

Vậy $\frac{h_b}{\delta_b} \leq 70$ thì bản bụng ổn định cục bộ.

$\frac{h_b}{\delta_b} > 70$ Mất ổn định cục bộ do ứng suất tiếp gây ra.

TH2 : Xét vùng giữa dầm → σ_{max} :

$$k_0 = 6,3 : \text{ cho } \sigma_{th} \rightarrow \sigma_c = 2,4 \text{ T/cm}^2.$$

$$\sigma_{th} = k_0 \cdot \left(\frac{100\delta}{a} \right)^2 = 6,3 \cdot \left(\frac{100\delta_b}{h_b} \right)^2 = \sigma_c.$$

Suy ra : $\frac{h_b}{\delta_b} = 162 \rightarrow$ theo qui phạm phải giảm xuống 160.

Vậy $\frac{h_b}{\delta_b} \leq 160$ thì bản bụng ổn định cục bộ.

$\frac{h_b}{\delta_b} > 160$: mất ổn định cục bộ do ứng suất pháp.

b.3. Tóm lại :

- **Bản cánh :** Yêu cầu : $\frac{b'}{\delta_c} \leq 15$: Luôn thỏa điều kiện này để đảm bảo bản cánh luôn

ổn định cục bộ.

- **Bản bụng :**

- Nếu $\frac{h_b}{\delta_b} < 70$: bản bụng hoàn toàn ổn định, không cần đặt sườn (nếu có đặt →

tăng khả năng chống xoắn khi tải đặt lệch)

Trường hợp này không lợi vì :

+ δ_b lớn → dầm nặng

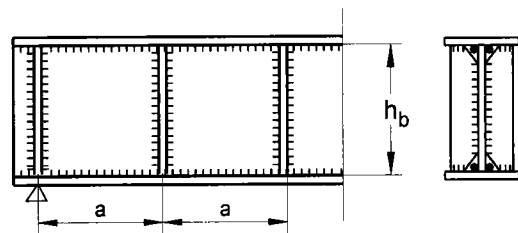
+ Khi chịu xoắn bị phá hoại nhanh vì không có sườn

- Nếu $70 < \frac{h_b}{\delta_b} \leq 110$: bản bụng mất ổn định do ứng suất tiếp, đặt sườn cứng theo điều kiện cấu tạo qui định (**nên dùng**) và không cần kiểm tra ổn định từng ô, bản bụng hoàn toàn ổn định
- Nếu $160 \Rightarrow \frac{h_b}{\delta_b} > 110$: đặt sườn theo cấu tạo và phải kiểm tra ổn định từng ô
- Nếu $\frac{h_b}{\delta_b} > 160$: phải đặt sườn đứng và kiểm tra ổn định từng ô. Ở các ô bụng giữa dầm phải đặt sườn dọc (vì ứng suất pháp lớn) → Không nên dùng vì dầm quá mảnh.

c. ĐẶT SƯỜN ĐỨNG VÀ KIỂM TRA ỔN ĐỊNH :

c.1. Nếu : $110 > \frac{h_b}{\delta_b} > 70$: bản bụng sẽ bị

mất ổn định do ứng suất tiếp (lực cắt Q gây ra , thường ở đầu dầm) → Đặt 2 sườn đứng đầu dầm (thông thường đặt sườn đứng cách đều nhau và phân bố đều trên toàn dầm)



Hình 3.4.7. Đặt sườn đứng và kiểm tra ổn định

- Khoảng cách sườn :

$$a \leq a_{\max} = \begin{cases} 2h_b & \text{khi } \frac{h_b}{\delta_b} > 100 \\ 2,5h_b & \text{khi } \frac{h_b}{\delta_b} < 100 \end{cases}$$

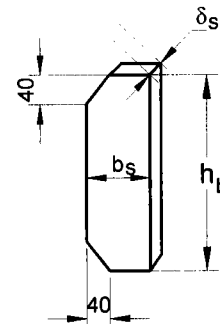
a còn là ước số của l (nhịp dầm)

- **Sườn đứng** : theo cấu tạo , bằng thép bản , đặt lọt vào trong lòng bản cánh

$$b_s \geq \frac{h_b(\text{mm})}{30} + 40(\text{mm}) \rightarrow \text{chọn chẵn 5mm}$$

$$\delta_s \geq \frac{1}{15} b_s \rightarrow \text{chọn chẵn (tính được : } \delta_s = 6,3\text{mm} \rightarrow \text{chọn 8mm vì không có thép}$$

7mm , không chọn 6mm vì quá mảnh)



Hình 3.4.8. Kích thước sườn

c2. Nếu : $\frac{h_b}{\delta_b} > 110$: đặt sườn theo qui định và kiểm tra từng ô bụng (thường ô vừa có σ và τ cùng lớn)

KIỂM TRA Ô BỤNG : (khi : $160 > \frac{h_b}{\delta_b} > 110$)

- Theo công thức :

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{th}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{th}}\right)^2} \leq 1$$

- Trong đó :

- σ, τ : ứng suất tính toán tại bụng dầm ở tiết diện kiểm tra

$$\sigma = \frac{M_1}{W_1} \cdot \frac{h_b}{h}$$

$$\tau = \frac{Q_1}{h_b \cdot \delta_b}$$

- M_1, Q_1 : momen và lực cắt ở tiết diện tính toán
- W_1 : momen kháng uốn của dầm tại vị trí xác định M tính toán
 - + Với $a \leq h_b$: kiểm tra tại TD cách sườn đứng $a/2 \rightarrow$ Xác định M_1, Q_1
 - + Với $a > h_b$: kiểm tra tại TD cách sườn đứng $h_b/2$ (phía M lớn) \rightarrow Xác định M_1 .
Tại TD cách sườn đứng $a/2 \rightarrow$ Xác định Q_1

- Xác định τ_{th}, σ_{th} :

$$* \quad \sigma_{th} = k_{01} \left(\frac{100\delta_b}{h_b} \right)^2 \quad (T/cm^2)$$

$$* \quad \tau_{th} = k_{02} \left(\frac{100\delta_b}{h_b} \right)^2 \quad (T/cm^2)$$

$$k_{01} = \left(1.25 + \frac{0,95}{\mu} \right) \cdot 10^4$$

$$\mu = \frac{\text{cạnh lớn của ô}}{\text{cạnh bé của ô}} > 1$$

k_{02} : xác định theo γ (tra bảng)

γ : biểu thức biểu thị mức độ ngàm đàn hồi giữa cánh và bụng. Trong trường hợp không có lực tập trung :

$$\gamma = c \cdot \frac{b_c}{h_b} \cdot \left(\frac{\delta_c}{\delta_b} \right)^3$$

+ $c = \infty$: khi có bản sàn liên kết cứng và tựa vào cánh nén

+ $c = 0,8$: các trường hợp khác (đồ án)

BẢNG GIÁ TRỊ k_{02} VỚI DẦM HÀN

γ	$\leq 0,8$	1	2	4	6	10	≥ 30
k_{02}	6,30	6,62	7,00	7,27	7,32	7,37	7,46

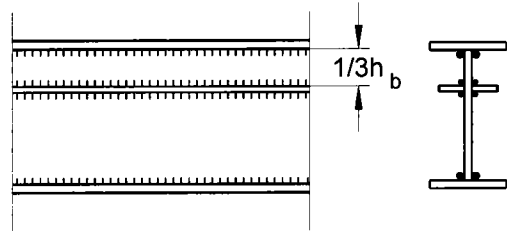
Nếu γ ở giá trị trung gian thì nội suy tuyến tính

- **Thường kiểm tra 3 loại ô :**

- Ô có τ lớn : ô đầu dầm
- Ô có σ lớn : ô giữa dầm
- Ô có τ và σ tương đối lớn : ô ở khoảng 1/4 dầm

c.3. Nếu $\frac{h_b}{\delta_b} > 160$: phải đặt sườn đứng

và kiểm tra ổn định từng ô. Ở các ô bụng giữa dầm phải đặt sườn dọc (vì ứng suất pháp lớn) → Không nên dùng vì dầm quá mảnh.



Hình 3.4.9. Đặt sườn ngang về phía cánh nén

- Sườn ngang chiều dài lọt lòng giữa 2 sườn đứng → để hàn vào sườn đứng.
- Đường hàn của sườn liên tục không tính toán lấy $h_{\min} = 5\text{mm}$
- **Chú ý :** + Nếu đạt : giữ nguyên tỉ lệ $\frac{h_b}{\delta_b}$

+ Nếu không đạt : giảm tỉ lệ $\frac{h_b}{\delta_b}$ (không nên giảm h_b , thường tăng

δ_b → vừa không cần tính lại hết vừa thiên về an toàn)

3.6. NỐI DẦM – GỐI DẦM

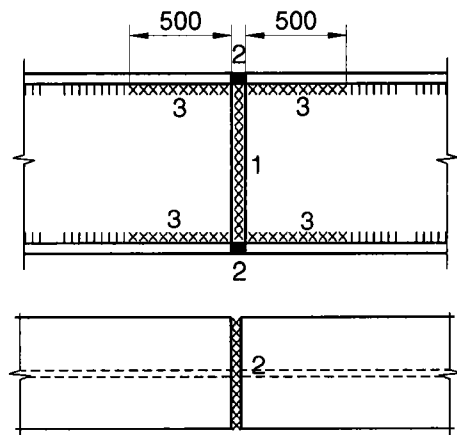
3.6.1. NỐI DẦM

Có 2 trường hợp nối dầm và nguyên nhân :

- **Nối trong công xưởng (mối nối nhà máy) :** thường gặp do thép không đủ độ dài thiết kế → phải nối nên không cần nối trên một tiết diện cắt ngang mà nên nối so le
- **Nối ngoài công trường (mối nối lắp ghép) :** Trọng lượng và chiều dài dầm quá lớn mà thiết bị nâng và dựng lắp không đủ khả năng → cần chia dầm thành nhiều đoạn (có trọng lượng hoặc chiều dài xấp xỉ nhau) để dễ vận chuyển, cầu lắp.
- Nếu các dầm có $l < 12\text{m}$ → Cố gắng không nên nối vì khi nối vừa phức tạp vừa có khả năng chịu lực không bằng khi không nối.

a. NỐI DẦM ĐỊNH HÌNH :

- Ít xảy ra
- Thường dùng liên kết hàn
- Vì dầm đúc sẵn nên vị trí mối nối chỉ ở 1 tiết diện

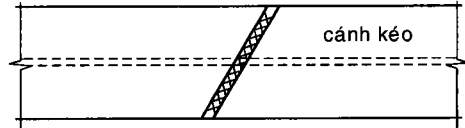


Hình 3.6.1 Nối dầm bằng đường hàn đối đầu

b. NỐI DẦM TỔ HỢP HÀN :

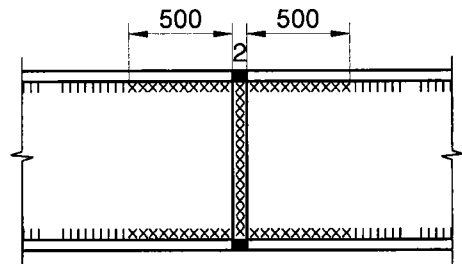
b.1. Nối bằng liên kết hàn đối đầu :

- Thường cường độ chịu kéo của đường hàn nhỏ hơn cường độ chịu kéo của thép làm dầm ($R_k^h = 0,85.R < R$) nên chỉ được nối ở tiết diện có $M \leq 0,85.M_{max}$
- Hàn đường hàn nối bụng dầm trước, đường hàn nối cánh sau → để giảm ứng suất hàn và BHH và cần hàn theo thứ tự sau :
 - Đường hàn 1
 - Đường hàn 2 (vì 2 đh 1 và 2 này có độ co ngót lớn theo phương ngang)
 - Đường hàn 3,4,5,6 (vì có độ co ngót theo phương dọc không lớn)



b.2. Dùng đường hàn đối đầu xiên góc :

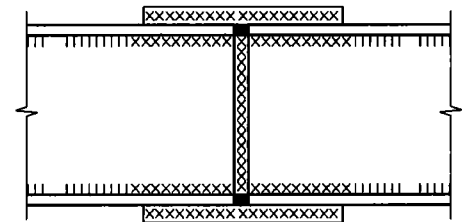
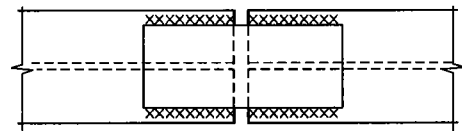
- Mối nối trên cùng 1 tiết diện
- Ở cánh kéo, vì $R_k^h < R$ (độ bền của thép làm dầm) nên dùng đường hàn đối đầu xiên để tăng KNCL của mối hàn bằng KNCL của thép cơ bản
- Cánh nén và bụng : dùng đường hàn đối đầu thẳng góc
- Mối nối cánh kéo : dùng đường hàn đối đầu xiên góc
- Khi nối để an toàn : + Bản bụng chịu Q
+ Bản cánh chịu M



Hình 3.6.2 Dùng đường hàn đối đầu xiên góc

b.3. Dùng đường hàn hỗn hợp (vừa đối đầu vừa có bản ghép) :

- Nguyên tắc tính là : tính khả năng chịu lực của đường hàn đối đầu, thừa bao nhiêu nội lực ta tính cho bản ghép chịu.
- Đường hàn đối đầu nối cánh và bụng dầm
- Đường hàn góc nối cánh và bản nối
- Có thể nối dầm ở vị trí có $M \geq 0,85.M_{max}$
- Bản bụng chịu toàn bộ lực cắt Q
- Cách tính : $M_{bg} + M_{hdd} = M$
- Trong đó :
 - M_{hdd} : phần momen do các đường hàn đối đầu nối cánh chịu



Hình 3.6.3 Dùng đường hàn hỗn hợp

- M_{bn} : phần momen uốn bản nối cánh dầm chịu

Khả năng chịu lực của đường hàn đối đầu :

$$M_{hdd} = W_h \cdot R_k^h$$

Phần mômen còn lại cho bản ghép chịu :

$$M_{bg} = M - M_{hdd}$$

Bản ghép đặt trên 2 bản cánh dầm và khi liên kết dùng đường hàn góc nên, phân tích N_c thành ngẫu lực :

$$N_c = \frac{M_{bg}}{h_0} \Rightarrow \sum l_h \geq \frac{N_c}{0,7 \cdot h_h \cdot R_h^g}$$

Có $\sum l_h$ ta suy ra được diện tích bản ghép.

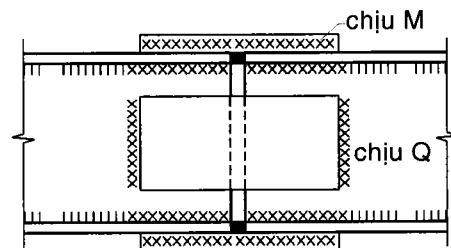
b.4. Chỉ dùng bản ốp :

- Lực hoàn toàn do các bản ốp chịu.
- Momen ở tiết diện nối do các đường hàn liên kết bản nối với cánh dầm chịu
- Lực cắt do các đường hàn góc liên kết bản nối với bụng dầm chịu
- Điều kiện tối thiểu : $\sum F_{bg} \geq F_{cb}$
- Kích thước bản nối bụng :

+ Chiều rộng : 100 ÷ 180mm

+ Chiều dày : $\delta_{bn} \approx \delta_b$

+ Chiều cao : $h_{bn} = h_b - 100\text{mm}$ (100mm : phần lượn cong giáp cánh dầm)



Hình 3.6.4 Chỉ dùng bản ốp

b.5. Nối dầm tổ hợp dùng liên kết bulông : Xem sách giáo khoa

3.6.2. GỐI DẦM

Gối dầm lên dầm :

- Gối chống (liên kết khớp)
- Gối cạnh (liên kết khớp hoặc cứng)

Gối dầm lên cột :

- **Cột bê tông** : liên kết khớp (đọc sách)
- **Cột thép** :
 - + Gối chống : liên kết khớp
 - + Gối cạnh : liên kết khớp hoặc liên kết ngàm (ít)

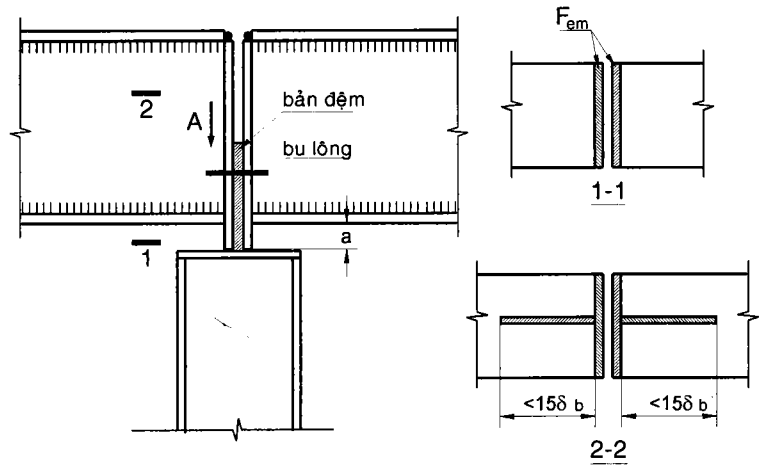
a. GỐI DẦM LÊN CỘT THÉP

a.1. Gối chống

Cấu tạo : có 2 cách đặt :

- **Đặt 2 sườn cứng đầu dầm lên trục cột :**

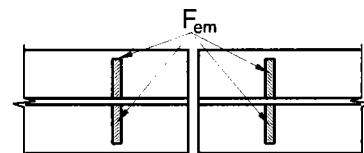
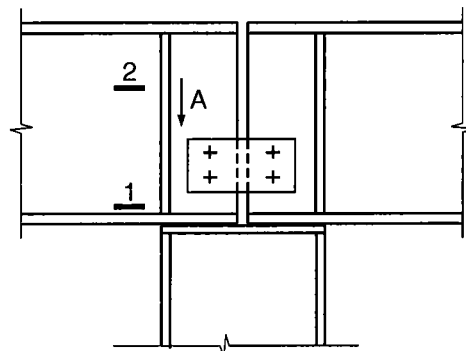
- Làm 2 sườn đầu dầm bắt luôn đầu dầm
- 2 sườn đặt trên mũ cột, nối với nhau bằng bulông
- Bản đệm giữa 2 sườn đặt lùi về phía dưới để bảo đảm tính chất khớp
- Đầu dưới sườn cần bảo nhẵn và nhô khỏi cánh dưới dầm 1 đoạn $a \leq 1,5 \delta_s$ (thường $a = 10 \div 20$ mm)
- Dù hoạt tải 2 bên lệch nhau nhưng vẫn đảm bảo truyền lực nén đúng tâm (phản lực truyền đúng trọng tâm gối tựa)



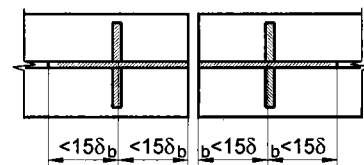
Hình 3.6.5 Gối chống dầm lên cột thép dùng sườn đầu dầm

• **Không cần sườn đầu dầm :**

- 2 cánh dầm trực tiếp tì lên mũ cột
- 2 sườn đầu dầm đặt lùi vào trong và thẳng đứng với cánh cột
- Nối 2 dầm bằng bản ốp ở khoảng giữa 1/3 chiều cao dầm (không được nối chúng trên suốt chiều cao) và nối bằng bulông
- Nếu hoạt tải 2 bên lệch \rightarrow Nén lệch tâm
- Đầu dưới sườn cần bảo nhẵn và cho sát cánh dưới dầm



1-1



2-2

Hình 3.6.6 Gối chống dầm lên cột thép không dùng sườn đầu dầm

Kiểm tra :

Điều kiện ép mặt :

- Xem phản lực có làm phá hoại ép mặt ở đầu dưới của sườn không
- Kiểm tra theo tiết diện 1-1 :
 - o Trường hợp 1 : Tiết diện 2 sườn đầu dầm tì lên
 - o Trường hợp 2 : Tiết diện sát cánh dầm, sát chân sườn đầu dầm

- o Công thức :

$$\sigma_{em} = \frac{A}{F_{em}} \leq R_{em}$$

- Trong đó :

- + A : phản lực gối tựa của sườn truyền lên cột
- + F_{em} : diện tích ép mặt tính theo tiết diện 1-1 trên hình vẽ
- + R_{em} : cường độ tính toán chịu ép mặt ti đầu ($R_{em} = 3200 \text{ kg/cm}^2$)
- + Chiều rộng sườn : $b_s \geq 0.5 \cdot \delta_s \cdot \sqrt{\frac{E}{R}}$ (theo dk ổn định cục bộ)
- + Chiều dày sườn : $\delta_s \geq \delta_b$

Điều kiện ổn định :

- Kiểm tra tiết diện 2 - 2
- Xét đến ổn định ở ngoài mặt phẳng dầm của phần dầm ở gối tựa như 1 thanh qui ước gồm tiết diện sườn gối và 1 phần bản bụng dầm ở mỗi phía sườn gối ($\leq 15 \delta_b$)

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

- Trong đó :

- + A : phản lực gối dầm
- + F : diện tích thanh nén (diện tích gạch chéo)
- + φ : hệ số uốn dọc

$$\lambda_z = \frac{l_o}{r_z}; \Rightarrow r_z = \sqrt{\frac{J_z}{F}}$$

- Với :

- + 2 đầu thanh được liên kết khớp và chịu lực nén đúng tâm là phản lực gối dầm
- + l_o : chiều dài tính toán của thanh nén lấy bằng chiều cao bản bụng dầm ($l_o = h_b$)
- + r_z : bán kính quán tính của TD theo phương z
- + J_z : mmqt của TD theo trục z (chỉ cần tính cho phần sườn)
- Từ $\lambda_z \rightarrow$ tra bảng II.1 , xác định φ
- Nếu kiểm tra không đạt \rightarrow tăng tiết diện sườn :
 - + tăng δ_s
 - + tăng b_s (J tăng nhiều)

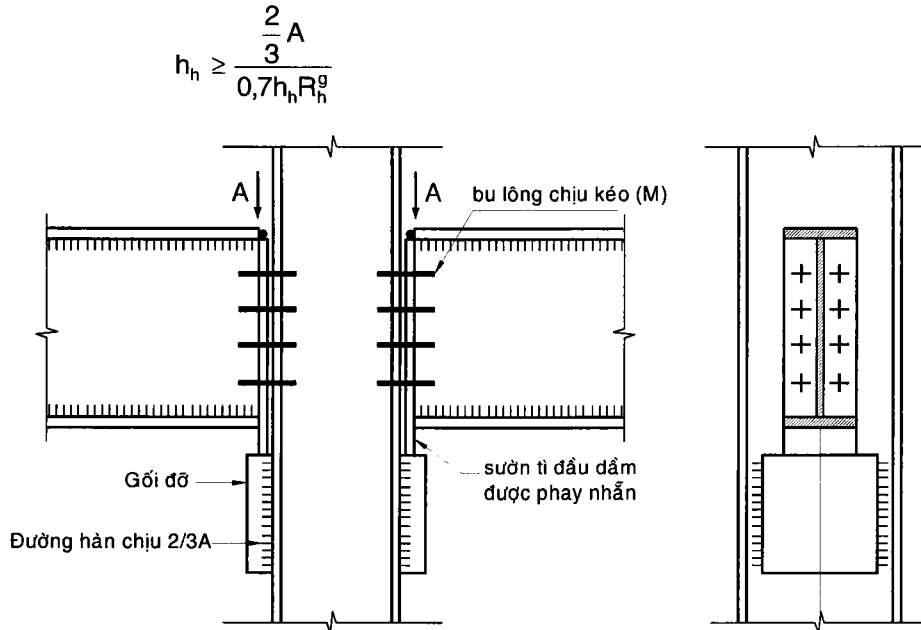
a.2. Gối cạnh : (liên kết cứng)

Thường dùng trong cột khung nhà nhiều tầng, có 2 cách liên kết

Cách 1 :

- Đầu dầm có sườn ốp vào dầm
- Liên kết cánh cột và sườn đầu dầm : liên kết bulông, bu lông được tính chịu M đầu dầm \rightarrow chịu kéo.

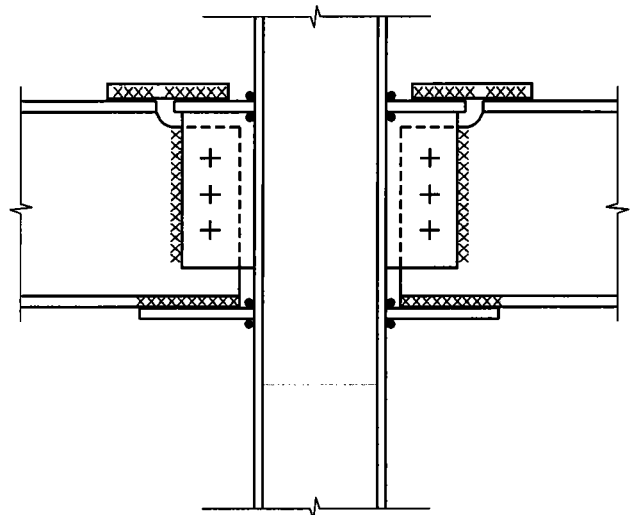
- Gối tựa bằng thép bản có chiều dày dày hơn sườn đầu dầm, đầu sườn được bào nhẵn để truyền lực ép mặt
- Giả sử phản lực truyền lên 1 bên dầm là A thì thường chiều cao đường hàn một bên liên kết bản gối đỡ vào cánh cột được tính với $2/3A$ (kể đến trường hợp đặt không đúng tâm theo kinh nghiệm) → khi đó chiều cao gối đỡ được chọn trên điều kiện này.



Hình 3.6.7 Liên kết cạnh dầm vào cột (cách 1)

Cách 2 :

- Bản cánh dưới nối với bản hàn từ cột ra bằng đường hàn lắp ráp
- Bản cánh trên nối bản hàn từ cột ra thông qua bản ốp
- Có bulông lắp ráp giữa bản bụng và cột (sau này để luôn các bulông này, không phải tháo ra)
- Gồm 2 thành phần nội lực :
 - + A do liên kết với bụng dầm chịu
 - + M tính vào đường hàn nối cánh : phân M thành ngẫu lực ($N = M/h$)

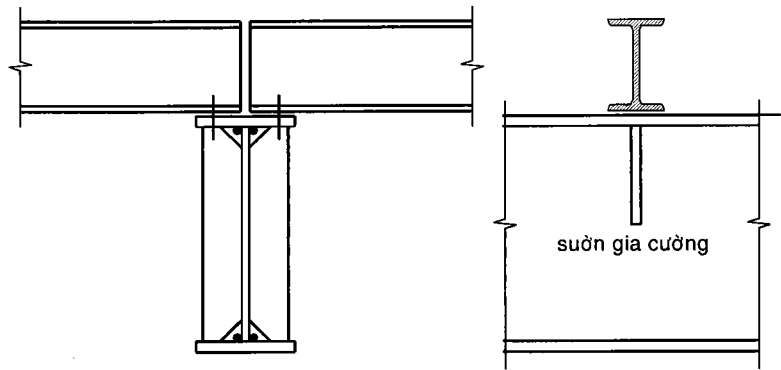


Hình 3.6.8 Liên kết cạnh dầm vào cột (cách 2)

b. GỐI DẦM PHỤ LÊN DẦM CHÍNH

b.1. Gối chống (liên kết khớp)

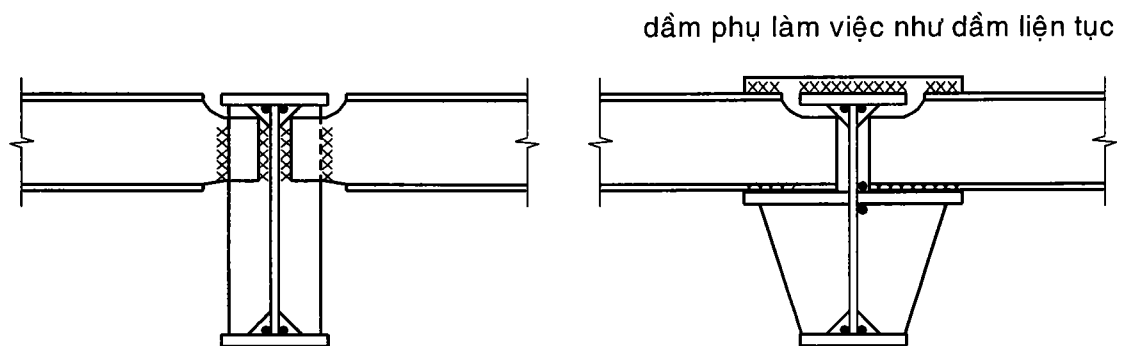
- Không tính toán , chỉ vẽ cấu tạo
- Dùng khi chiều cao kết cấu sàn không lớn ($\leq 1,3\text{m}$)
- Liên kết đơn giản , có tác dụng giữ dầm không bị mất vị trí, không chịu lực :



Hình 3.6.9 Liên kết chống dầm phụ lên dầm chính

- + Bằng bulông : giảm yếu tiết diện dầm chính
- + Bằng đường hàn
- Cần bố trí sườn của dầm chính ngay dưới vị trí gối dầm phụ

b.2. Gối cạnh : liên kết bằng mặt hoặc liên kết thấp



Hình 3.8.10 Liên kết cạnh dầm phụ lên dầm chính

- Dùng khi chiều cao kết cấu sàn lớn ($> 1,0\text{ m}$)
- Làm cho dầm phụ và dầm chính bằng mặt
- Chỉ nên sử dụng 1 loại liên kết (nếu sử dụng 2 loại: hàn chặt \rightarrow bu lông không làm việc)
- Trường hợp dầm phụ đặt đặt cách xa nhau nên đặt sườn đỡ bên dưới chỗ gối dầm

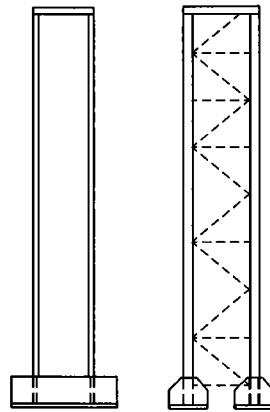
CHƯƠNG 4

CỘT CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

4.1. KHÁI NIỆM CHUNG:

4.1.1. Đặc điểm chung:

- Cột là kết cấu thẳng đứng đỡ các kết cấu khác như dầm, sàn và truyền tải trọng xuống móng. Cột có 3 bộ phận chính :
 - o **Đầu cột** : đỡ KC bên trên, phân phối tải trọng cho TD thân cột
 - o **Thân cột** : chịu lực chính, có nhiệm vụ tiếp nhận tải trọng và truyền xuống chân cột.
 - o **Chân cột** : liên kết cột vào móng, phân phối tải trọng từ cột xuống móng.
- Khi cấu tạo cột phải đảm bảo 2 yêu cầu :
 - o Dễ liên kết giữa các bộ phận với nhau và dễ liên kết với các kết cấu khác
 - o Dễ chống gỉ sét (dễ sơn chống gỉ, ít đọng bụi, ẩm, ...)



Hình 4.1 Sơ đồ cột

4.1.2. Phân loại cột :

- **Theo phạm vi sử dụng** : cột nhà công nghiệp, cột sàn công tác, cột nhà khung nhiều tầng, ...
- **Theo cấu tạo** : cột đặc, cột rỗng, cột bậc, cột TD không đổi, ...
- **Theo sơ đồ chịu lực** : cột nén đúng tâm, cột nén lệch tâm, cột nén uốn, ..

4.1.3. Sơ đồ tính và chiều dài tính toán:

a. Sơ đồ tính:

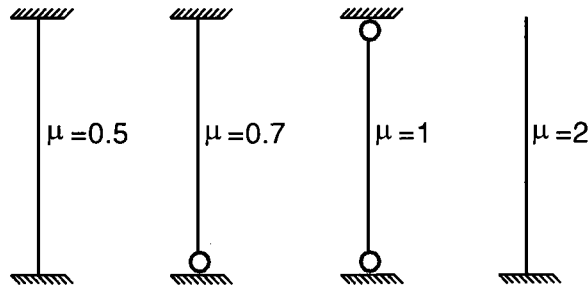
- Chân cột :
 - o Khớp cố định : thường dùng cho cột nén đúng tâm hoặc cột nén lệch tâm, nén uốn không có M ở chân cột. Khi đó đầu mút chân cột được thay thế chỉ có bản đế hay chân cột gồm sườn đế và sườn ngăn dùng 2 bu lông neo.
 - o Ngàm : cột nén lệch tâm, nén uốn và cả cột nén đúng tâm để tăng độ ổn định cho cột. Khi đó chân cột gồm có dầm đế, sườn đế, với số bulông liên kết không ít hơn 4.
- Đầu cột :
 - o Liên kết khớp : khi dầm kê lên đầu cột hoặc liên kết kê vào cạnh cột,
 - o Liên kết cứng không cho xoay: cột hệ khung với số nhịp nhỏ hơn hoặc bằng 2.

Liên kết ngàm cứng : nếu cột hệ khung với số nhịp lớn hơn 2.

b. Chiều dài tính toán: $l_0 = \mu.l$

Trong đó :

- l : chiều dài hình học của cột
- μ : hệ số chiều dài tính toán, phụ thuộc đặc điểm của tải trọng nén, sơ đồ liên kết đầu cột và chân cột. Lấy theo điều 5.2 của TCVN 338.



Hình 4.2 Sơ đồ tính cột

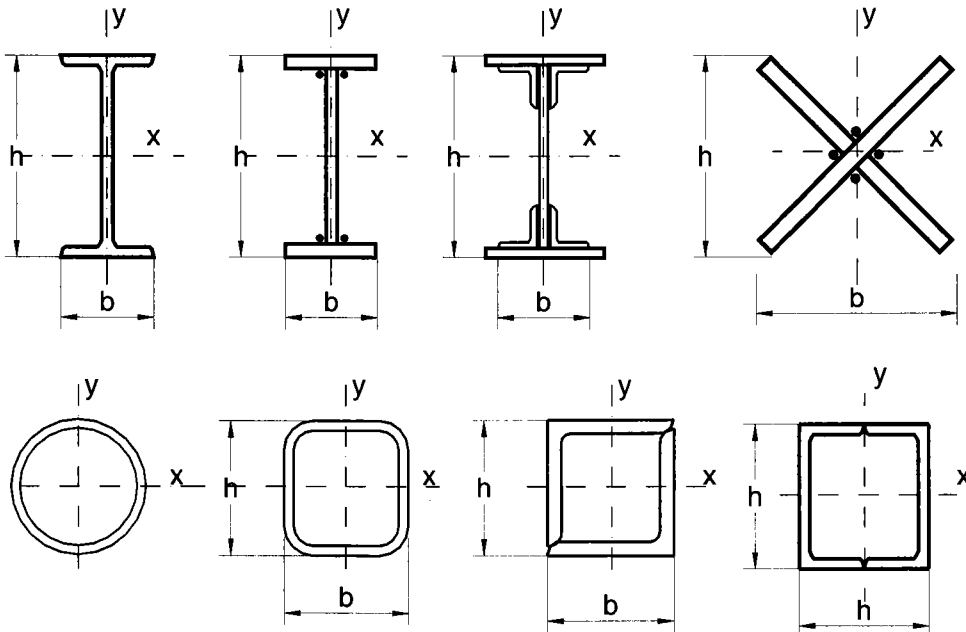
- Cần xác định chiều dài tính toán theo 2 phương : l_x, l_y
- Độ mảnh của cột theo 2 phương : $\lambda_x = \frac{l_x}{r_x}$; $\lambda_y = \frac{l_y}{r_y}$
- Cố gắng để cột đồng ổn định theo 2 phương : $\lambda_x = \lambda_y$
- Để cột làm việc bình thường : $\lambda_{max} \leq [\lambda]$; $[\lambda]$: độ mảnh cho giới hạn lấy theo điều 5.5.5.1, bảng 25, TCVN 338

VD : $[\lambda] = 120$: cột chịu lực chính , thanh nén chính , ... ; $[\lambda] = 150$: với cột , thanh phụ , ... Ví dụ : cột sườn tường, thanh đứng trong cửa sắt , 1 số thanh nén trong dàn , ...

4.2. CỘT ĐẶC CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM:

4.2.1. CÁC DẠNG TIẾT DIỆN

Là cột có tiết diện liên tục , có dạng hở hoặc kín. Có 3 dạng tiết diện chính :



Hình 4.3 Các dạng tiết diện cột đặc4

a. Tiết diện chữ I:

- **Ưu điểm :**

- o Dễ liên kết với các kết cấu khác
- o Dễ đáp ứng các yêu cầu về kiến trúc
- o Hình thức đơn giản , dễ chế tạo
- o Là dạng tiết diện thông dụng

Dạng a : Độ cứng theo 2 phương khác nhau nhiều ($r_x \gg r_y$) nên chỉ dùng hợp lý khi cột có $I_x \gg I_y$ để có thể thỏa mãn : $\lambda_x = \lambda_y$;

Dạng b : Là dạng thông dụng nhất. Gồm 3 bản thép được dùng liên kết hàn. Dùng khi tải trọng lớn, độ ổn định gần bằng nhau theo 2 phương.

Dạng c : Dùng khi kết cấu chịu tải trọng nặng hoặc chấn động

b. Tiết diện chữ thập

- **Ưu điểm :**

- o Có cấu tạo đơn giản;
- o Có $r_x = r_y$ nên độ ổn định theo 2 phương là như nhau → Sử dụng hợp lý khi $I_x = I_y$

- **Nhược điểm :**

- o Khó liên kết với các kết cấu khác
- o Khó đáp ứng các yêu cầu về kiến trúc nên ít dùng

Dạng d : dùng khi tải trọng không lớn

Dạng e : dùng khi cột nặng

c. Tiết diện hình ống

- **Ưu điểm :**

Vật liệu ở xa trục trung hòa , có **bkqt** lớn hơn tiết diện hở cùng diện tích nên chịu lực tốt hơn và tiết kiệm vật liệu hơn

- o Cùng 1 diện tích tiết diện, tiết diện hình ống lợi nhất (về trọng lượng và KNCL) nên được dùng tương đối nhiều
- o Hình thức gọn, đẹp

- **Nhược điểm :**

- o Khó liên kết với các kết cấu khác
- o Không sơn được mặt bên trong nên mặt này dễ bị gỉ

- **Khắc phục :**

- o Đường hàn nối các tiết diện phải hoàn toàn kín
- o Khi chế tạo : phải cạo kĩ mặt trong , sơn và hàn kín bịt đầu để không khí không lọt vào , tránh hiện tượng oxi hóa
- o Không để các kẽ hở xuyên từ ngoài vào trong

Dạng g : từ thép ống , lợi hơn cả vì độ ổn định theo mọi phương như nhau

Dạng h : tạo thành từ 2 thép U, khi tải trọng lớn có thể tăng cường thêm bằng thép bản

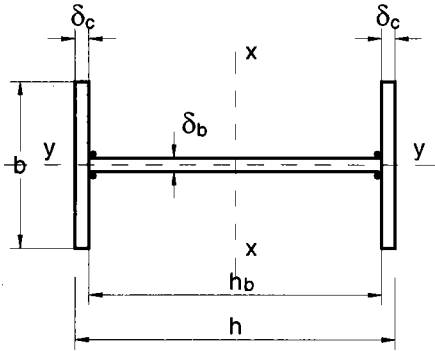
Dạng i : tạo thành từ 2 thép góc

Dạng k : từ thép bản dẹt , có trọng lượng nhẹ , dùng với tải trọng nhỏ

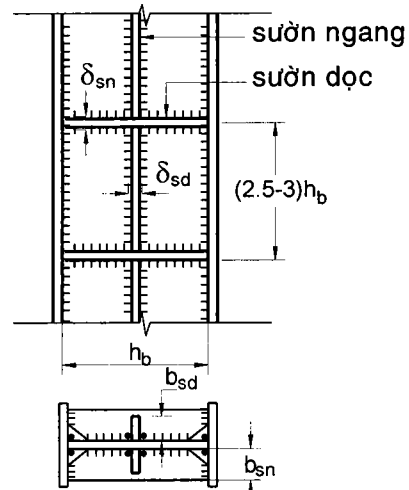
4.2.2. TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO TIẾT DIỆN

a. Cấu tạo tiết diện theo điều kiện ổn định cục bộ:

- Chiều dày cánh và bụng thường có giá trị :
 - o $\delta_c = (8 - 40) \text{ mm}$
 - o $\delta_b = (6 - 16) \text{ mm}$



Hình 4.4 Cấu tạo tiết diện cột đặc



Hình 4.5 Ổn định cục bộ TD4

- Thường khi chọn tiết diện, ta lấy chiều dày bé đi, chiều rộng tăng lên để tăng sự ổn định nhưng phải bảo đảm điều kiện ổn định cục bộ.
- Tính toán ổn định của bản mỏng chữ nhật → Rút ra các điều kiện ổn định cục bộ:

Bản cánh: $\frac{b_o}{\delta_c} \leq \left[\frac{b_o}{\delta_c} \right]; \left[\frac{b_o}{\delta_c} \right]$ lấy theo điều 5.6.3 của TCVN 338;

Bảng $\left[\frac{b_o}{\delta_c} \right]$ Với Thép CT3, CT4 (HTL)

λ	25	50	75	100	125
$\left[\frac{b_o}{\delta_c} \right]$	14	15	16,5	18	20

- o **Bản bụng** : $\frac{h_b}{\delta_b} \leq \left[\frac{h_b}{\delta_b} \right]; \left[\frac{h_b}{\delta_b} \right]$ lấy theo 5.6.2.1 của TCVN 338; Đối với thép

CT3, cột tiết diện đặc chữ I : $\frac{h_b}{\delta_b} \leq 40 \sqrt{\frac{2100}{R}} + 0,2\lambda$; $\frac{h_b}{\delta_b} \leq 75$ (*) ;

- Nếu $\left[\frac{h_b}{\delta_b} \right] \geq 70$: phải đặt các sườn ngang với khoảng cách $(2,5 - 3)h_b$ (theo cấu tạo)
- Nếu không đảm bảo điều kiện ổn định cục bộ theo công thức (*) : Tăng tiết diện thường tăng δ_b ; Nếu không tăng TD, thường cấu tạo thêm sườn dọc đặt vào giữa bụng cột và dọc theo thân cột, lọt trong lòng sườn ngang. Khi đặt sườn dọc, để tính toán theo điều kiện ổn định , thay h_o bằng $h_o' = h_o / 2$

- Khi $\frac{h_o}{\delta_b} < 70$: về nguyên tắc không cần đặt sườn ngang nhưng vẫn đặt tối thiểu là 2 sườn ngang (nhằm tăng độ cứng chống xoắn của cột khi vận chuyển)

▪ **Cấu tạo :**

Sườn ngang : $b_{sn} \geq \frac{h_o}{30} (\text{mm}) + 40\text{mm}; \delta_{sn} \geq \frac{1}{15} b_{sn}$

Sườn dọc : $b_{sd} \geq 10\delta_b; \delta_{sd} \geq \frac{3}{4} \delta_b;$

Các đường hàn chủ yếu chọn cấu tạo ; $h_h \geq 0.5\delta; h_{hmin}=4\text{mm};$

b. Chọn tiết diện cột:

• **Xác định :**

- + Lực nén tính toán N
- + Chiều dài tính toán : l_x, l_y
- + Dạng tiết diện (Ví dụ : dạng I)
- + Loại thép (Ví dụ : CT3)

• **Sơ bộ :** $F_{yc} = \frac{N}{\varphi.R}$

- **Giả thiết λ :** $\lambda_{gt} = 50 - 100$ (khi $N \approx 200 - 300 \text{ T}, l \approx 5 - 6 \text{ m}$)
(Cột nặng hơn \rightarrow lấy λ_{gt} bé)

- Từ $\lambda \rightarrow$ Tra $\varphi \rightarrow F_{yc}$

Sơ bộ xác định kích thước chính của tiết diện : h , b

$$h_{yc} = \frac{r_{yc,x}}{\alpha_x}; b_{yc} = \frac{r_{yc,y}}{\alpha_y}; r_{yc,x} = \frac{l_x}{\lambda_{gt}}; r_{yc,y} = \frac{l_y}{\lambda_{gt}}; (\lambda_x = \lambda_y = \lambda_{gt})$$

α_x, α_y : hệ số xác định BKQT tương ứng gần đúng cho trong bảng sau

Bảng 4.1. Bảng xác định BKQT tương ứng với trục x và y để sơ bộ chọn TD

Dạng tiết diện					
$r_x = \alpha_x h$	0.21h	0.38h	0.43h	0.38h	0.43h
$r_y = \alpha_y b$	0.20b	0.44b	0.43b	0.60b	0.24b

Không được dùng bảng trên để tính chính xác , chỉ để tính sơ bộ

- Từ $F_{yc}, h_{yc}, b_{yc} \rightarrow$ Chọn được TD cụ thể (b , h , δ_b, δ_c)

• **Tính chính xác các đặc trưng hình học**

$J_x \rightarrow r_x \rightarrow \lambda_x$

$J_y \rightarrow r_y \rightarrow \lambda_y$

$\rightarrow \lambda_{max} < [\lambda] \rightarrow \varphi$

- **Kiểm tra**: $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R$

- **Lưu ý**:

- Trong trường hợp cột có lực tính toán bé, ta không chọn TD theo điều kiện ứng suất (vì cột sẽ quá mảnh $\lambda > [\lambda]$) → Chọn theo điều kiện độ mảnh cho phép như

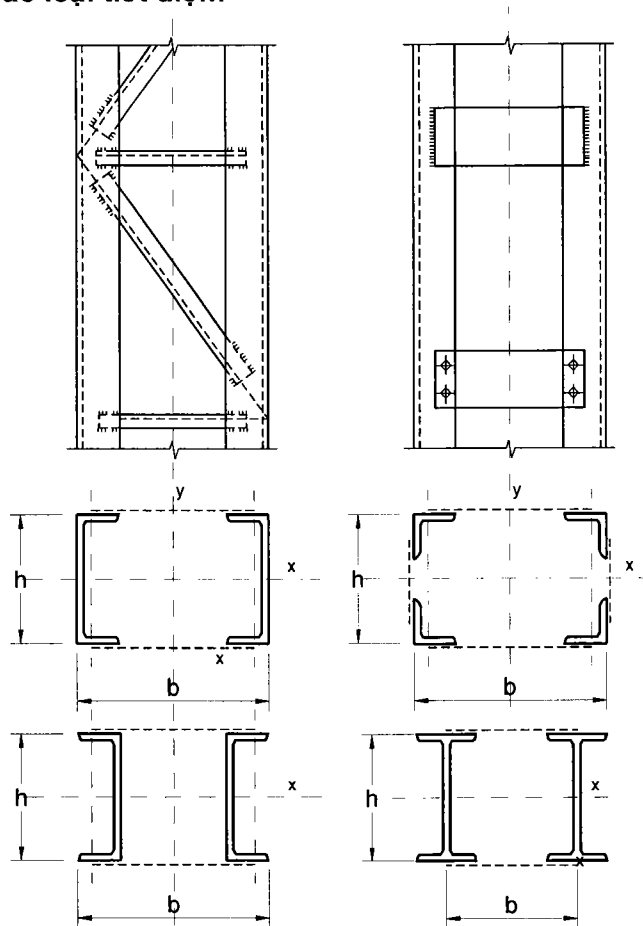
sau: $r_{yc} = \frac{l_0}{[\lambda]}$; Sơ bộ chọn: $b_{yc} = \frac{r_{yc}}{\alpha_y}$; $h_{yc} = \frac{r_{yc}}{\alpha_x}$

- Theo điều kiện ổn định cục bộ chọn kích thước cụ thể. Kiểm tra như trên
- Đối với cột đặc tiết diện I có chiều dài tính toán theo 2 phương như nhau, để độ ổn định theo 2 phương là như nhau thì $b \approx 2h$ → Cột quá sâu, khó hàn, việc liên kết với các kết cấu khác không thuận lợi. Vì vậy, thường chọn tiết diện có: $h = (1 \sim 1,05)b$. Với tiết diện đó, để sự ổn định theo 2 phương như nhau ($\lambda_y = \lambda_x$) thì $l_y < l_x$ (bằng cách bố trí hệ giằng theo phương y để giảm chiều dài tính toán theo phương y)

4.3. CỘT RỖNG CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

4.3.1. CẤU TẠO CỘT RỖNG - CÁC DẠNG TIẾT DIỆN

a. Cấu tạo cột – các loại tiết diện:



Hình 4.6 Cấu tạo tiết diện cột rỗng

- Cột rỗng là cột gồm các nhánh thép hình đặt cách xa nhau rồi nối lại với nhau bằng các thanh giằng (thanh nối), bản giằng (bản nối)

- Khoảng cách giữa các nhánh thường được tính theo điều kiện ổn định. Các nhánh thường bằng thép hình I, C, thép góc. Khe hở giữa các nhánh $\geq 100 - 150\text{mm}$: để dễ sơn mặt trong cột.
- Cột rỗng thanh giằng có độ cứng lớn hơn và khả năng chống xoắn tốt hơn cột rỗng bản giằng. Dùng cột rỗng bản giằng khi $b \leq 0,8 - 1\text{m}$. Khi b lớn hơn dùng cột rỗng thanh giằng.
- Cột rỗng bản giằng : chế tạo đơn giản , gọn đẹp hơn cột thanh giằng.
- Để chống xoắn và giữ tiết diện cột không bị thay đổi , dọc theo chiều dài cột đặt các vách cứng cách nhau 3 – 4m
- **Loại a** : Được dùng phổ biến nhất , thường cho cột nén đúng tâm có $N \approx 350\text{ T}$. Thường dùng với liên kết hàn. Có lợi về phương diện ổn định vì các nhánh được quay vào trong , vật liệu xa trục trung hòa (b lớn).
- **Loại b** : Dùng cho liên kết đinh tán , bulông vì cánh của nhánh quay ra phía ngoài \rightarrow dễ lk đinh tán , bulông. Không lợi về ổn định (vì b nhỏ \rightarrow vật liệu gần TTH)
- **Loại c** : 2 nhánh là 2 thép I. Dùng cho cột chịu tải trọng lớn : $N \rightarrow 600\text{T}$

Loại d : Dùng khi yêu cầu về ổn định lớn nhưng diện tích của tiết diện nhỏ. Thường cột có tải trọng nhỏ , chiều dài lớn

b. Đặc điểm:

- **Trục :**

- **Trục (x-x)** : trục cắt qua 2 nhánh cột \rightarrow trục thực.
- **Trục (y-y)** : trục nằm ở phần rỗng giữa 2 nhánh \rightarrow trục ảo. Sự làm việc của 2 trục này là hoàn toàn khác nhau

- **Thanh giằng – Bản giằng** : Để 2 nhánh cùng làm việc, liên kết 2 nhánh bằng các thanh giằng và bản giằng

- **Cột thanh giằng** : thường là thép góc bố trí theo sơ đồ tam giác. Dùng khi chiều rộng cột $b > 80\text{ cm}$. Thanh giằng ngang : có thể có hoặc không \rightarrow giảm chiều dài tính toán, không chịu lực, TD lấy theo TD thanh xiên, không tính toán. Thanh giằng xiên (thường có góc giữa trục nhánh và thanh giằng là $\alpha = 45^\circ$) : tính cho chịu lực dọc trục N . Để liên kết hệ thanh giằng vào nhánh không cần bản mã , cho phép trục thanh giằng hội tụ ở mép ngoài của nhánh. Có thể dùng đường hàn mép hoặc dùng tối thiểu 1 bu lông (vì xem là liên kết khớp)
- **Cột bản giằng** : liên kết với nhánh cột bằng hàn , bulông , đinh tán. Dùng khi chiều rộng cột $b < 80\text{ cm}$. Bản giằng được tính chịu uốn và cắt. Nếu dùng đường hàn : chỉ dùng đường hàn đầu. Nếu dùng đinh tán, bulông: tối thiểu mỗi bản giằng liên kết 2 đinh tán hoặc 2 bulông \rightarrow đảm bảo truyền được M

c. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm : Bằng cách thay đổi khoảng cách của 2 nhánh :

- + Tiết kiệm vật liệu
- + Tăng độ cứng
- + Tăng độ ổn định
- + Tăng khả năng chịu lực
- + Có thể cấu tạo cột có khả năng làm việc theo 2 phương như nhau

Nhược điểm :

Tốn công chế tạo (vì có nhiều chi tiết)

Chú ý :

Nếu tải trọng quá bé hoặc tải trọng quá lớn mà chiều dài không lớn :

$\left. \begin{array}{l} N \text{ nhỏ} \\ N \text{ lớn, } l \text{ nhỏ} \end{array} \right\} \rightarrow \text{sự tính toán theo ổn định không lợi}$

→ Dùng cột đặc lợi hơn vì dùng cột rỗng sự tiết kiệm vật liệu không bù lại công chế tạo

4.3.2. Sự làm việc của cột rỗng

a. Đối với trục thực x-x

- Khi cột bị uốn dọc quanh trục thực, trong các nhánh có nội lực uốn và cắt, còn trong các thanh giằng và bản giằng hầu như không xuất hiện nội lực và biến dạng, nghĩa là các thanh giằng và bản giằng không tham gia vào sự làm việc của cột đối với trục thực và **cột làm việc như cột đặc**

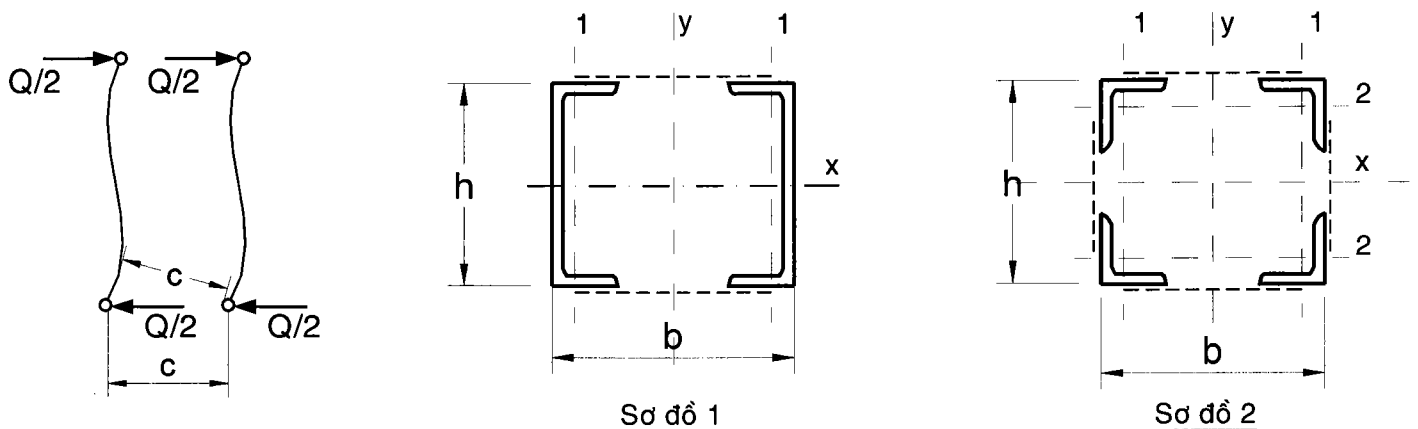
$$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x} = \frac{l_x}{\sqrt{\frac{J_x}{F}}} = \frac{l_x}{\sqrt{\frac{2J_{x,\text{nhánh}}}{2F_{\text{nhánh}}}}} = \frac{l_x}{\sqrt{\frac{J_{x,\text{nhánh}}}{F_{\text{nhánh}}}}} = \frac{l_x}{r_{x,1\text{nhánh}}}$$

Vậy: $\lambda_x = \lambda_{x,1\text{nhánh}}$ (độ mảnh theo phương x của toàn bộ cột bằng độ mảnh theo phương x của 1 nhánh)

b. Đối với trục ảo y-y

- Độ mảnh của cột theo phương y-y khi bị uốn dọc với giả thiết hệ bụng rỗng không

biến dạng: $J_y = 2(J_1 + a^2 \cdot F_{1\text{nhánh}}) \Rightarrow r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} \Rightarrow \lambda_y = \frac{l_y}{r_y}$



- Tuy nhiên, λ_y này chưa phải độ mảnh tính toán theo phương y vì 2 nhánh không liên kết tuyệt đối cứng với nhau mà liên kết bằng các thanh giằng, bản giằng không liên tục và có biến dạng nên cột yếu hơn. Khi cột bị uốn dọc, phát sinh nội lực cắt làm các nhánh bị trượt. Các thanh giằng, bản giằng chống lại sự trượt giữa các nhánh → trong chúng xuất hiện nội lực và biến dạng. Với biến dạng của các thanh giằng và bản giằng, các nhánh bị dịch lại gần nhau hơn ($c_t < c$) → J_y (khi cột bị uốn dọc) < J_y (ban đầu). Do đó, **khi tính toán theo phương y phải dùng $\lambda_{td} > \lambda_y$**
- Theo tính toán ổn định của thanh nén có kể tới ảnh hưởng của lực cắt, người ta đã tính được công thức tính λ_{td}

- **Đối với cột thanh giằng :**

$$\star \text{ Sơ đồ 1: } \lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + k_1 \cdot \frac{F}{F_{xi}}};$$

$$\star \text{ Sơ đồ 2: } \lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + F \cdot \left(\frac{k_1}{F_{x1}} + \frac{k_2}{F_{x2}} \right)};$$

Trong đó :

+ λ_{td} : độ mảnh thực của cột rồng theo phương y khi bị uốn dọc

+ λ_y : độ mảnh của cột theo phương y

+ F: diện tích tiết diện toàn cột;

+ F_{xi} : diện tích tiết diện của các thanh giằng xiên trên mặt cắt TD vuông góc với các trục 1-1, 2-2; VD đối với sơ đồ 1, $F_{xi} = DT$ 2 thanh giằng xiên 2 bên cột; đối với cột thanh giằng dạng chữ thập, $F_{xi} = 4 DT$ thanh giằng xiên;

+ $k_1 = k_2 = k$: $\alpha = 30^\circ \rightarrow$ lấy $k = 45$

$\alpha = 40^\circ \rightarrow$ lấy $k = 31$

$\alpha = 45^\circ - 60^\circ \rightarrow$ lấy $k = 27$

• **Đối với cột bản giằng** : $\lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$

$$\star \text{ Sơ đồ 1: } \lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2};$$

$$\star \text{ Sơ đồ 2: } \lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2};$$

Trong đó :

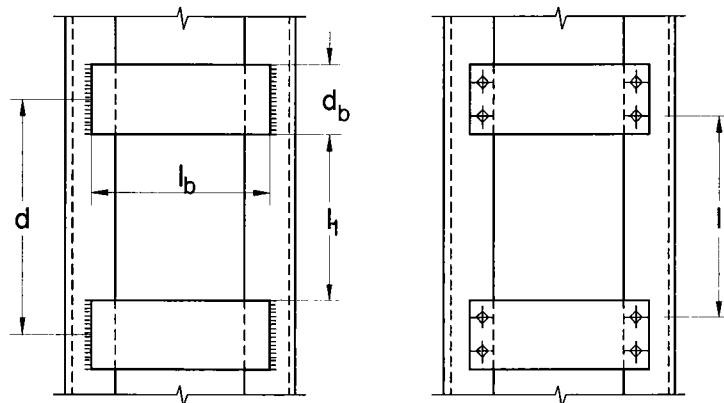
+ λ_y : độ mảnh của cột theo phương y (tính như trên)

+ $\lambda_1 ; \lambda_2$: độ mảnh của 1 đoạn nhánh giữa 2 bản giằng theo

phương trục 1-1, 2-2 : $\lambda_1 = \frac{l_{nh}}{r_1} = \frac{l_1}{r_1}$ và nhỏ hơn độ mảnh trục thực và nhỏ hơn 40

+ r_1 : bán kính quán tính của 1 nhánh đối với trục 1-1 (song song trục y)

+ l_1 : chiều dài tự do của 1 đoạn nhánh được lấy như hình 4.7



Hình 4.7 Cấu tạo và tính toán bản giằng

c. Sự làm việc của thanh giằng và bản giằng

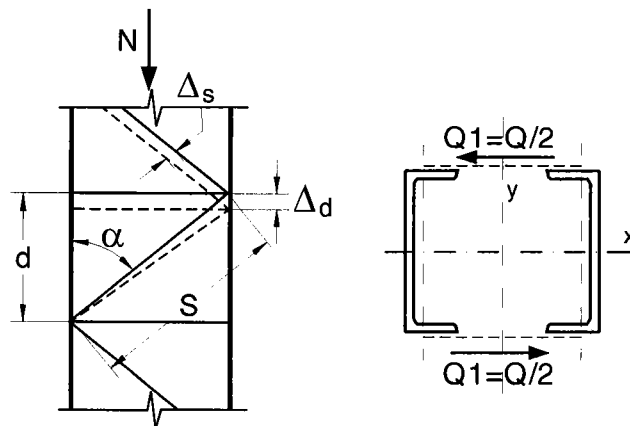
- Đối với thanh, cột chịu nén đúng tâm, hệ thanh bụng gồm thanh giằng và bản giằng chịu lực cắt Q sinh ra do thanh bị uốn dọc.

- Tính : $F = \frac{N}{\varphi \cdot R}$
- Tính : $r_{x,yc} = \frac{l_x}{\lambda_{gt}}$
- Tính : $h_{yc} = \frac{r_x}{\alpha_x}$; (α_x : tra bảng tùy dạng tiết diện)
- Có $F, h_{yc} \rightarrow$ Chọn nhánh (chưa cần biết khoảng cách b)
- Kiểm tra lại với thực thực : Tính được r_x (thực) $\rightarrow \lambda_x \rightarrow \varphi \rightarrow \sigma_{(x)} = \frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R$.
- **Trục ảo y-y**
 - Yêu cầu : Chọn khoảng cách b để độ ổn định của phương y và x là như nhau, nghĩa là : $\lambda_{td} = \lambda_x$
 - Giả thiết $\lambda_{td} = \lambda_x \rightarrow$ Tính được λ_y
 - **Cột thanh giằng** : giả thiết $F_{xi} \rightarrow \lambda_{y,yc} = \sqrt{\lambda_x^2 - k \cdot \frac{F_{nh}}{F_{xi}}}$ (Sau đó tính lại thanh xiên , nếu không đạt \rightarrow tính lại)
 - **Cột bản giằng** : giả thiết $\lambda_1 = 30 - 40 < \lambda_y \rightarrow \lambda_{y,yc} = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2}$
 - Tính : $r_{y,yc} = \frac{l_y}{\lambda_{y,yc}} \rightarrow b_{yc} = \frac{r_{y,yc}}{\alpha_y}$; α_y : tra bảng phụ thuộc dạng TD
 - Chọn b : $b \approx b_{yc}$; $b \geq b_{yc}$
 - Kiểm tra theo phương y (kiểm tra với tiết diện thực). Kiểm tra : $\lambda_{td} \approx \lambda_x$ (chênh lệch $\approx 1-2$ đơn vị là đạt)
 - Chuyển sang tính thanh giằng, bản giằng để có điều kiện thực để tiến hành kiểm tra

b. Tính thanh giằng – bản giằng

- **Tính thanh giằng** : (Chọn trước thanh xiên $F_{xi} \rightarrow$ Tính \rightarrow Kiểm tra)
 - Thanh giằng sẽ chịu ứng suất do 2 lực :
 - + Lực nén dọc thanh làm thanh nén bị biến dạng \rightarrow ngắn lại $\rightarrow \sigma'_1$.
 - + Lực cắt Q gây ra khi thanh bị uốn dọc $\rightarrow \sigma'_2$

$\rightarrow \sigma_{xi} = \sigma'_1 + \sigma'_2$



- Tính ứng suất σ'_1 trong TGX do lực nén dọc N tác dụng lên cột :

Gọi σ_d : ứng suất trong cột do lực dọc gây ra : $\sigma_d = \frac{N}{F_{\text{toàn cột}}}$;

(N : lực nén dọc trên toàn cột)

Mỗi khoảng d sẽ có 1 biến dạng : $\Delta d = \frac{\sigma_d \cdot d}{E}$ (E : môđun đàn hồi)

(Vì theo định luật Hooke : $\sigma_d = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta d}{d}$)

Tương tự , biến dạng Δs trong TGX là : $\Delta s = \frac{\sigma'_1 \cdot s}{E} = \Delta d \cdot \cos \alpha = \frac{\sigma_d \cdot d}{E} \cdot \cos \alpha$

Ta lại có : $s = \frac{d}{\cos \alpha}$

Suy ra : $\sigma'_1 = \sigma_d \cdot \cos^2 \alpha$

- **Tính ứng suất σ'_2 trong TGX do Q gây ra :**

Xác định được : Q = 20 F (thép CT3); thép khác lấy theo điều 5.3.2.5 TCVN338;

Lực cắt qui ước tác dụng trên 1 mặt rộng của cột : $Q_1 = n \cdot Q$

+ Cột rộng 2 nhánh và 4 nhánh : n = 0,5

+ Cột 3 mặt rộng như nhau : n = 0,8

Chiếu tất cả lên phương x : $\sum X = 0 \rightarrow N \cdot \sin \alpha - Q_1 = 0 \rightarrow N = \frac{Q_1}{\sin \alpha}$

N : lực dọc trong thanh xiên

Ứng suất trong TGX : $\sigma'_2 = \frac{N}{F_{\text{xiên}}} = \frac{Q_1}{F_{\text{xiên}} \cdot \sin \alpha}$

- **Ứng suất tổng cộng :**

Công thức kiểm tra : $\sigma_{xi} = \sigma'_1 + \sigma'_2 \leq m \cdot \varphi \cdot R$

Trong đó :

+ m : hệ số điều kiện làm việc (thường TGX chỉ có 1 thanh nên : m = 0,75)

+ φ : hệ số uốn dọc (lấy theo λ_{max} trong TGX) $\lambda_{\text{max}} = \frac{\text{cdtt của TGX}}{r_{\text{min,xiên}}} = \frac{s}{r_{\text{min,xiên}}}$

▪ **Tính bản giằng**

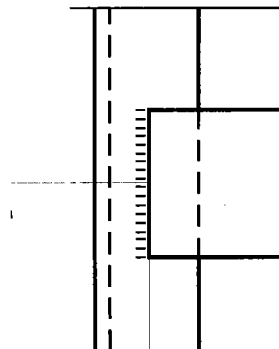
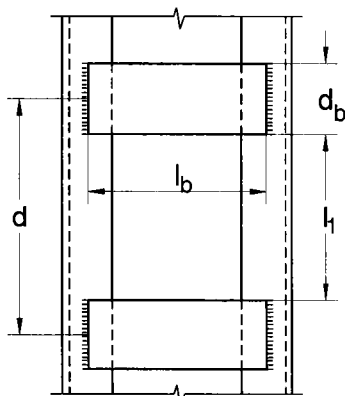
- Cột bản giằng được tính theo sơ đồ khung cứng nhiều tầng
- Khi uốn dọc \rightarrow gây lực cắt Q \rightarrow Cột bị biến dạng theo đường cong hình chữ S

Các kích thước cần thiết :

+ c : khoảng cách giữa 2 trục của nhánh

+ d : khoảng cách giữa 2 trục của bản giằng

+ l_b , d_b , δ_b : các kích thước của bản giằng



- Vì đoạn d không đổi trong suốt chiều dài cột đồng thời tiết diện không đổi trong suốt chiều dài cột \rightarrow Có thể coi điểm có $M = 0$ là các điểm nằm giữa nhánh và bản giằng \rightarrow Coi như khớp \rightarrow Ta vẽ được khớp giả định trên sơ đồ cột
- Tách nhánh riêng và xét sự cân bằng :

- Điều kiện cân bằng momen:

$$M_A = 0 \rightarrow \frac{Q_1}{2} \cdot d = T \cdot \frac{c}{2} ; \rightarrow T = \frac{Q_1 \cdot d}{c}$$

- Lực cắt tác dụng lên bản giằng: T

- Momen M gây ra cho bản giằng : $M = T \frac{c}{2} = \frac{Q_1 \cdot d}{2}$

- Thông thường chọn kích thước bản giằng theo điều kiện cấu tạo :

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_b = 6 \div 12\text{mm}; \quad \delta_b = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{30} \right) d_b; \quad \delta_b \geq \frac{1}{50} l_b \\ d_b : \text{đủ để liên kết}; \quad d_b = (0,5 \div 0,8) b ; \quad b : \text{chiều rộng TD cột} \\ l_b < b; \quad l_b : \text{đủ trùm lên nhánh cột } 40 - 50\text{mm (lk hàn)} \\ l_b : \text{đb yêu cầu của đỉnh tán (lk đỉnh tán)} \end{array} \right.$$

- Kiểm tra điều kiện bền và kiểm tra liên kết của bản giằng vào nhánh cột (với 2 nội lực T, M)

Kiểm tra điều kiện bền : $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{\delta_b \cdot d_b^2}{6}} \leq R$

Kiểm tra điều kiện liên kết bản vào nhánh cột :

- + Với liên kết hàn: Đường hàn liên kết bản vào nhánh cột (chỉ là đường hàn đầu), chịu: Lực cắt T ; Momen M

$$\text{Ta có : } \sigma_h = \frac{M}{W_h} ; \quad \tau_h = \frac{T}{F_h} ; \quad \sigma = \sqrt{\sigma_h^2 + \tau_h^2} \leq R_g^h$$

trong đó :

- W_h : momen kháng của đường hàn : $W_h = \frac{0,7 \cdot h_h \cdot l_h^2}{6}$
- F_h : diện tích tiết diện đường hàn : $F_h = 0,7 \cdot h_h \cdot l_h$
- l_h : chiều dài tính toán của đường hàn : $l_h = d_b - 10\text{mm}$

4.4. CHÂN CỘT

4.4.1. Cấu tạo chân cột

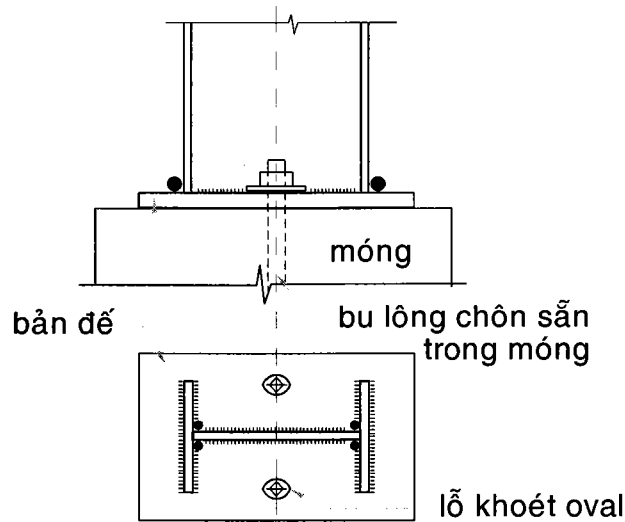
- Chân cột là bộ phận trực tiếp đặt lên móng và có nhiệm vụ truyền lực từ thân cột xuống móng
- Yêu cầu tính chân cột :
 - Truyền đều tải trọng từ cột lên móng
 - Phù hợp sơ đồ tính là ngàm hoặc khớp
 - Thuận tiện cho việc lắp dựng
- Chú ý :
 - Chân ngàm : dùng bulông để ngăn cản sự xoay của chân cột (Φ lớn , chân bulông : neo uốn móc $\geq 20d$ hoặc chẻ chân \rightarrow tăng khả năng bám dính giữa BT và thép , an toàn cao)

- Dự kiến liên kết → Tính toán → Cấu tạo liên kết đúng ý thiết kế

Có 2 dạng chân cột :

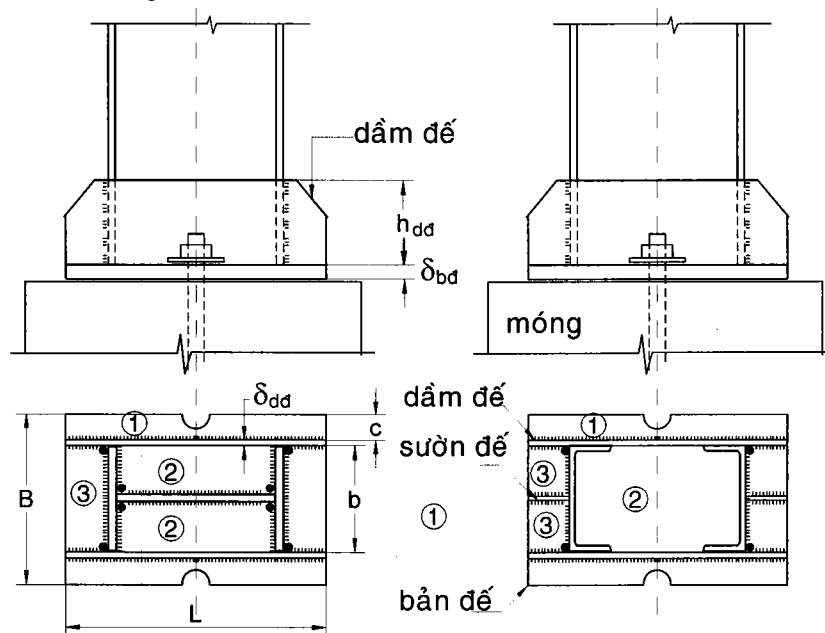
a. Chân cột chỉ có bản đế

- Dùng cho chân cột khớp với móng
- **Cách thi công** : Liên kết chỉ cần 2 bulông nằm trên trục cột . Chôn trước bulông trong móng bê tông → dễ dàng khi thi công nhưng khó lắp chính xác → phải khoét bản đế lỗ oval để lắp bulông. Muốn lắp được bu lông dễ dàng phải khoét rộng lỗ → Vì vậy phải lắp rondelle lên trên mặt bản đế đúng vị trí lỗ bị khoét ($d_{\text{rondelle}} \approx d_{\text{bl}}$). Hàn lắp ghép Rondelle vào bản đế → Rondelle trở thành tấm vá. Rondelle phải đủ che bản đế



Hình 4.8 Cấu tạo chân cột chỉ có bản đế

b. Chân cột gồm bản đế – sườn đế và dầm đế



Hình 4.9 Cấu tạo chân cột gồm : bản đế + sườn đế+ dầm đế

- Dùng cho chân cột khớp và ngàm với móng → dùng cho cột trung bình và nặng.

- Hệ thống sườn : chia bản đế thành những ô nhỏ → Sự truyền áp lực đều nhau , từng ô sẽ là những ô chịu uốn
- **Tác dụng của dầm đế và sườn :**
 - Phân phối tải trọng từ thân cột ra bản đế
 - Là gối đỡ cho bản đế chịu uốn do phản lực từ móng lên
 - Làm tăng độ cứng của bản đế cũng như toàn chân cột
 - Bản đế làm việc nhẹ nhàng hơn
 - Tải trọng phân bố lên móng đều
- Với cột nặng :**
 - Cho thân cột, dầm đế, sườn ti trực tiếp vào bản đế với các mặt tiếp xúc được gia công phay
 - Đường hàn liên kết bản đế với cột :
 - + Tính với lực cắt ở chân cột khi cột nén lệch tâm
 - + Tính với (0,15-0,2) N : với cột nén đúng tâm
- **Cách hàn :**
 - Đường hàn liên kết bản đế với cột hàn trước khi có dầm đế , sườn đế và hàn quanh chu vi thân cột
 - Sau đó hàn dầm đế : chỉ được hàn ở 2 đầu bên ngoài vì không luôn que hàn vào bên trong được , nhưng cũng không cần vì đã đủ chịu lực
 - Đường hàn giữa dầm đế , sườn đế và bản cánh cột : đường hàn đứng

4.4.2. Tính toán chân cột chịu nén đúng tâm

a. Tính bản đế

- **Tính diện tích bản đế – Xác định kích thước B x L :**

F : được tính theo vật liệu làm móng, tức là tính theo khả năng chịu ép mặt cục bộ của bê tông làm móng: $F \geq \frac{N}{R_{bt}}$

Trong đó :

- + N : lực nén tính toán trong cột
- + R_{bt} : cường độ tính toán chịu nén cục bộ của bê tông móng

$$R_{bt} = R_n \cdot \sqrt[3]{\frac{F_m}{F}} = R_n \cdot \Psi$$

- + F_m : diện tích mặt móng
- + F : diện tích bản đế (đang tìm)
- + $\Psi = \sqrt[3]{\frac{F_m}{F}}$: hệ số tăng R_n khi nén cục bộ
- + R_n : cường độ chịu nén tính toán của bê tông

Cách tính :

- + Giả thiết $\Psi \approx 1,3 - 1,7$ ($\Psi > 2$)
- + Tính ngược lại : $\Psi \rightarrow R_{bt} \rightarrow F$
- + Kiểm tra , nếu không đạt thì giả thiết lại : $\Psi_{gt} = \Psi_{tt}$
- + Có F → Chọn B , L căn cứ vào b , h của tiết diện cột
- $h = (1 \div 1,05)b$ (trong cột chịu nén đúng tâm) thì B , L phải tương ứng kích thước cột
- Với chân cột chỉ có bản đế , thường lấy : $L = B = \sqrt{F}$

□ Kiểm tra lại áp lực phân bố đều lên bản đế : $\sigma = \frac{N}{B.L} \leq R_{bt}$

• **Tính chiều dày δ_{bd} :**

- **Chân cột chỉ có bản đế :**

Sự chịu uốn của bản đế do phản lực có thể tính như sự chịu uốn của 1 côngxon có tiết diện rộng b , cao δ_{bd} . Momen uốn của nó :

$$M = \sigma \cdot A_1 \cdot C_1$$

Trong đó :

- A_1 : diện tích truyền tải σ vào côngxon (phần gạch chéo)
- C_1 : khoảng cách từ trọng tâm diện truyền tải đến tiết diện tính toán của côngxon (mép biên cột)

Chiều dày bản đế : $\delta_{bd} = \sqrt{\frac{6M}{b.R}}$

Nếu $\delta_{bd} > 80\text{mm}$ thì có các biện pháp sau :

- Dùng dầm đế và sườn
- Tăng mac bê tông móng (để giảm F → giảm C_1)

YÊU CẦU CỦA δ_{bd} :

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{bd} \geq 20\text{mm} \\ \delta_{bd} : \text{không quá dày} \\ \delta_{bd} \leq 40\text{mm} : \text{khi có sườn , dầm đế} \\ \delta_{bd} \leq 60 - 80\text{mm} : \text{khi chỉ có bản đế} \end{array} \right.$$

Cột rỗng có khoảng cách các nhánh lớn: chân cột thường cấu tạo riêng rẽ cho mỗi nhánh

- **Chân cột chỉ có bản đế, dầm đế và sườn đế :**

+ Thân cột, dầm đế và sườn chia bản đế thành những ô bản có các điều kiện biên khác nhau. Mỗi ô bản này được tính toán về uốn dưới tác dụng của phản lực như bản tựa khớp ở các cạnh liên kết

+ Tính δ_{bd} căn cứ vào momen gây ra trong các ô (tính cho dải rộng 1 đơn vị dài). Có 3 loại ô :

+ **Ô 1 :** Ô có 1 cạnh ngàm với dầm đế, 1 cạnh tự do → làm việc như bản côngxon. Momen lớn nhất đối với bản 1 : $M = \frac{\sigma \cdot C^2}{2}$ kgcm/1cm (chiều rộng)

+ **Ô 2 :** Làm việc như bản kê 4 cạnh: cạnh ngắn a , cạnh dài b.

Momen theo phương cạnh ngắn : $M_a = \alpha_1 \cdot \sigma \cdot a^2$

Momen theo phương cạnh dài : $M_b = \alpha_2 \cdot \sigma \cdot b^2$

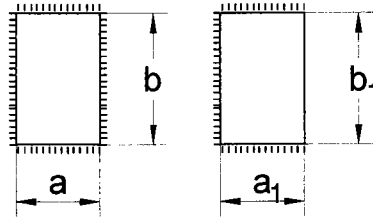
M_a , M_b : tính cho 1 dải rộng 1 cm theo 2 phương a , b

α_1 , α_2 : hệ số phụ thuộc tỉ số b/a (cạnh dài / cạnh ngắn)

BẢNG TRA α_1 , α_2 (để tính bản kê 4 cạnh)

b/a	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
α_1	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081
α_2	0,048	0,049	0,050	0,050	0,050	0,050
b/a	1,6	1,7	1,8	1,9	2	>2
α_1	0,086	0,091	0,094	0,098	0,100	0,125

α_2	0,049	0,048	0,048	0,047	0,046	0,037
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



+ **Ô 3** : Bản kê 3 cạnh

Momen lớn nhất ở điểm giữa cạnh tự do $M = \alpha_3 \sigma b^2_1$

Trong đó : α_3 : hệ số phụ thuộc tỉ số a_1/b_1 ;

b_1 : chiều dài cạnh tự do của ô bản

Nếu $a_1/b_1 < 0,5$: tính như côngxon : $M = \frac{\sigma \cdot a_1^2}{2}$

BẢNG TRA α_3 (để tính bản kê 3 cạnh)

a_1/b_1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
α_3	0,060	0,074	0,088	0,097	0,107
a_1/b_1	1	1,2	1,4	2	>2
α_3	0,112	0,120	0,126	0,132	0,133

Chọn M_{\max} trong tất cả các ô để tính δ_{bd} : $\delta_{bd} \geq \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R}}$

Để bản để làm việc hợp lý cần chia các ô để M tương tự nhau

b. Tính dầm đế, sườn đế:

- **Nguyên tắc** : Tính dầm đế , sườn đế như các dầm (thường là các dầm đơn giản hoặc các công-son chịu tải trọng là phản lực của móng truyền lên trên phần diện tích mà nó phải chịu)

- **Dầm đế** :

+ Tính như dầm đơn giản có mút thừa chịu tải trọng phân bố đều :

$$q_{dd} = \sigma \cdot a_{dd} \quad (a_{dd} : \text{bề rộng của diện truyền phản lực lên dầm đế})$$

+ Cụ thể : $q_{dd} = \frac{R_m B}{2} \rightarrow M = \frac{q_{dd} e^2}{2}$

+ **Cách tính** :

• Giả thiết **lực từ cột truyền xuống coi như chỉ truyền lên dầm đế**

• Lực này truyền xuống bản đế bằng bốn đường hàn góc đứng Như vậy mỗi đường hàn góc đứng giữa thân cột và dầm đế sẽ chịu 1 lực là $N/4 \rightarrow$ Tính được $l_h \rightarrow$ Chọn h_{dd} theo điều kiện đường hàn : $l_h \approx h_{dd}$ và chọn chẵn

• $h_{dd} \geq \frac{N}{4 \cdot 0,7 \cdot h_h R_h^9}$

• δ_{dd} : tính theo điều kiện tiết diện dầm đế (δ_{dd} , h_{dd}) đủ khả năng chịu:

$$M_{\max} = M = \frac{q_{dd} e^2}{2}; \quad M = W \cdot R \rightarrow W = \frac{\delta_{dd} h_{dd}^2}{6} \geq \frac{M}{R}; \quad \delta_{dd} \geq \frac{6 \cdot M}{R h_{dd}^2}$$

• Chọn δ_{dd} : đúng qui cách , không được quá bé

• Kiểm tra đường hàn

• Các đường hàn nằm liên kết dầm đế với bản đế cũng tính chịu lực N.

- **Sườn đế :**

- + Thường là côngxon , ngàm tại chỗ liên kết hàn giữa nó với cột hoặc dầm đế , chịu tải trọng phân bố đều
- + $q_s = \sigma \cdot a_s$ (a_s : bề rộng của diện truyền phản lực lên sườn đế)

+ Cách tính :

- Chiều cao sườn (h_{sd}) xác định từ điều kiện chịu M và Q của các đường hàn liên kết sườn với thân cột hoặc dầm đế

$$M_s = \frac{q_s \cdot l_s^2}{2}$$

$$Q_s = q_s \cdot l_s$$

l_s : chiều dài tính toán của sườn

- Chọn δ_{sd} : theo đúng qui cách , không < 8mm
- Trường hợp $h_{sd} \approx h_{dd}$: nên cấu tạo bằng nhau
- Phải bảo đảm đường hàn để sơ đồ tính là côngxon
- Đường hàn giữa sườn với thân cột hay dầm đế : $h_h \geq 4\text{mm}$, theo nguyên tắc sau :

Sườn đế : tính với các lực sườn đế chịu, lực phân cho nó

+ Đường hàn đứng : chịu M , Q

+ Đường hàn nằm : chịu M , Q

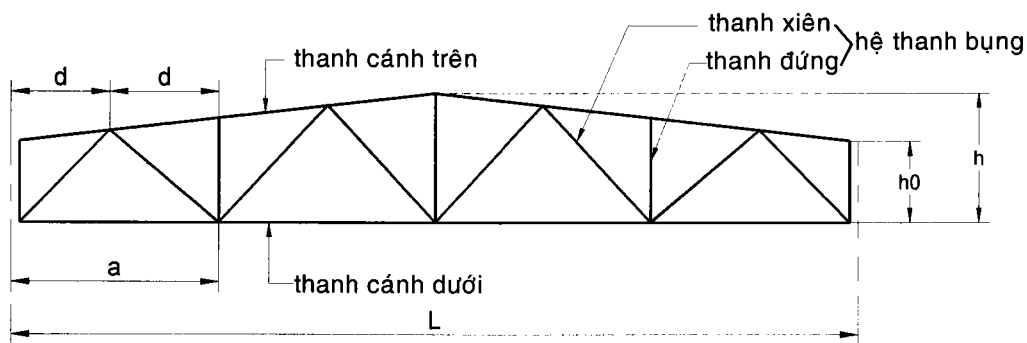
CHƯƠNG 5 DÀN THÉP

5.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ DÀN

5.1.1. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO - PHẠM VI SỬ DỤNG - PHÂN LOẠI DÀN

a. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO

- Để đỡ các loại mái nhà vượt nhịp lớn, các loại cầu nhịp lớn thì việc dùng KC dầm sẽ làm chiều cao của dầm khá lớn → trọng lượng bản thân có thể lớn hơn nhiều so với vật liệu lợp mái → tốn thép. Vì vậy, để giải quyết vấn đề này người ta **đưa ra một loại kết cấu rỗng** để giảm trọng lượng bản thân mà vẫn đảm bảo sự làm việc ổn định của KC → gọi là dàn.



Hình 5.1 Đặc điểm cấu tạo dàn

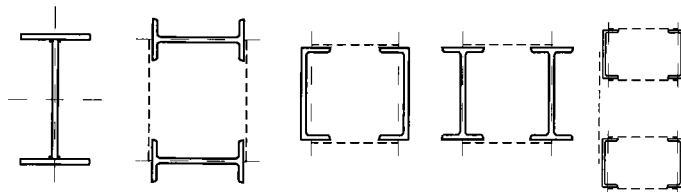
- **Dàn thép**: là một kết cấu rỗng được tạo thành từ các thanh đồng qui liên kết với nhau tại nút dàn thông qua 1 bản thép gọi là bản mắt hay bản mã.
- Liên kết trong dàn thường dùng liên kết hàn. Dàn cầu dùng liên kết đỉnh tán hay bu lông cường độ cao (Vì sao?)
- Nếu xét tổng thể thì Dàn làm việc như dầm (dàn phủ qua nhịp, chịu uốn, nhận tải trọng và truyền xuống kết cấu đỡ nó như cột ...)
- + Khoảng cách giữa các mắt trên của dàn → gọi là panen cánh trên.
- + Khoảng cách giữa các mắt dưới của dàn → gọi là panen cánh dưới.
- + Các thanh cánh trên → thanh cánh thượng.
- + Các thanh cánh dưới → thanh cánh hạ.
- + Thanh bụng: thanh xiên và thanh đứng
- + h_0 : chiều cao đầu dàn
- + h : chiều cao giữa dàn.
- + i : độ dốc của dàn
- Khi cùng làm việc với một tải trọng như nhau, vượt một nhịp bằng nhau thì dàn có trọng lượng bản thân nhẹ hơn dầm, nhưng độ võng lớn hơn dầm (vì sao?) → do đó để đảm bảo độ võng trong phạm vi cho phép thì chiều cao dàn bao giờ cũng lớn hơn chiều cao dầm.

b. ƯU ĐIỂM VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG

- **Ưu điểm của dàn :**
 - + Nội lực trong thanh dàn chủ yếu là lực dọc trục → Tiết kiệm vật liệu, nhẹ
 - + Độ cứng lớn, nên vượt được được nhịp lớn.
 - + Chế tạo đơn giản
 - + Phù hợp với nhiều hình dạng kiến trúc mái.
- **Phạm vi sử dụng :** được dùng rộng rãi để làm kết cấu trong các công trình XD CB
 - + Làm dàn vì kèo đỡ mái NCN, dân dụng...
 - + Mái NCCộng : rạp hát , cung thể thao , rạp chiếu bóng , . . .
 - + Dàn cầu đường sắt hoặc đường bộ : với cầu nhịp lớn
 - + Cột thép dạng dàn, tháp cao , trụ cao, các tháp khoan. . .
 - + Dàn đỡ cầu trục, . . .

c. PHÂN LOẠI DÀN

- **Theo công dụng :** Dàn đỡ kết cấu mái NCN , nhà dân dụng , dàn cầu , dàn cầu trục , tháp trụ , cột điện , tháp khoan , . . .
- **Theo tải trọng tác dụng (theo khả năng chịu tải)**
 - **Dàn nhẹ :**
 - + Dàn chịu tải trọng nhẹ (Vật liệu lợp là tôn, ngói, Fibroximăng, các tấm lợp vật liệu hỗn hợp , . . .) , vượt nhịp nhỏ $l < 18m$;
 - + Nội lực các thanh nhỏ, các thanh dàn được cấu tạo từ 1 thanh thép góc hoặc thép ống (các thanh thép đặt phân bố theo 2 phía)
 - **Dàn thường : tải trọng lợp 300 - 350 kg/cm².**
 - + Chịu tải trọng trung bình (Vd : lợp panen) , nhịp $l \geq 18m$ → hai yêu cầu phải đạt.
 - + Là loại phổ biến.
 - + Tiết diện thanh dàn : 2 thanh thép góc ghép lại với nhau, ốp vào 2 bên bản mắt)
 - **Dàn nặng :**



Hình 5.2 Tiết diện các thanh dàn nặng

- + Chịu tải trọng nặng hoặc tải trọng động lớn . Vd : dàn cầu , dàn cầu chạy nặng (khi dùng dầm không đủ chịu lực → thay dầm bằng dàn)
- + Tiết diện thanh dàn dạng tổ hợp , thanh bụng kép nối 2 bên
- **Theo sơ đồ kết cấu :**
 - **Dàn kiểu dầm (KC dàn-dầm) :** (dạng a) có sơ đồ đơn giản, tựa khớp ở 2 đầu
 - Đặc điểm :**
 - Làm việc như một dầm tĩnh định đơn giản

- Vì có dạng tĩnh định nên ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và sự lún không đều của gối tựa. Tuy nhiên đối với dàn nhịp lớn phải cấu tạo 2 gối thực sự : 1 gối cố định và 1 gối di động để tránh ảnh hưởng của nhiệt độ → gây biến dạng.
- Việc dựng lắp đơn giản và dễ dàng → Thuận lợi cho KCT là KC lắp ráp.

- **Dàn liên tục** (dạng b) → ít dùng
 - Đặc điểm** :
 - Là loại siêu tĩnh nên cứng hơn dàn có sơ đồ đơn giản
 - Chiều cao dàn nhỏ → Tiết kiệm thép do tăng mômen gối giảm mômen nhịp.
 - Chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và sự lún của gối tựa
 - Chế tạo và dựng lắp phức tạp. Tại vị trí gối , nếu cấu tạo không đúng gối → không chịu được mômen gối → tăng mômen nhịp → gây nguy hiểm cho KC

- **Dàn mút thừa** (dạng c)
 - Các thanh cánh phần mút thừa có nội lực ngược dấu với thanh cánh ở phần trong nhịp

- **Dàn kiểu tháp trụ** (dạng d)
 - Dùng cho công trình tháp , trụ ăngten , cột điện vượt sông , . . . Mỗi mặt kết cấu là 1 dàn phẳng

- **Dàn kiểu khung** (dạng e)
 - Làm khung chịu lực chính trong nhà có nhịp lớn

- **Dàn kiểu vòm** (dạng f)
 - Vượt nhịp rất lớn (>60m) . Thường được dùng làm kết cấu chịu lực trong nhà triển lãm, công trình thể thao , . . .

- **Dàn – dầm liên hợp** (dạng g)
 - được cấu tạo bởi một dầm cứng và một hệ thanh mềm – chế tạo đơn giản – dùng hợp lý trong các kết cấu nặng chịu tải trọng di động

5.1.2. HÌNH DẠNG BÊN NGOÀI CỦA DÀN

Rất đa dạng . Việc chọn hình dạng dàn là 1 bước đầu rất quan trọng trong việc thiết kế dàn → Khi lựa chọn cần thỏa mãn các yêu cầu :

+ *Phù hợp yêu cầu sử dụng*

+ *Thỏa mãn yêu cầu kiến trúc và việc thoát nước mái*

+ *Yêu cầu đối với VL lợp : từ độ dốc i của dàn → Chọn hình dạng dàn*

▪ Tôn : $i = 12 - 15^\circ$

▪ FibroXM : $i = 18 - 23^\circ$

▪ Ngói : $i = 28 - 33^\circ$

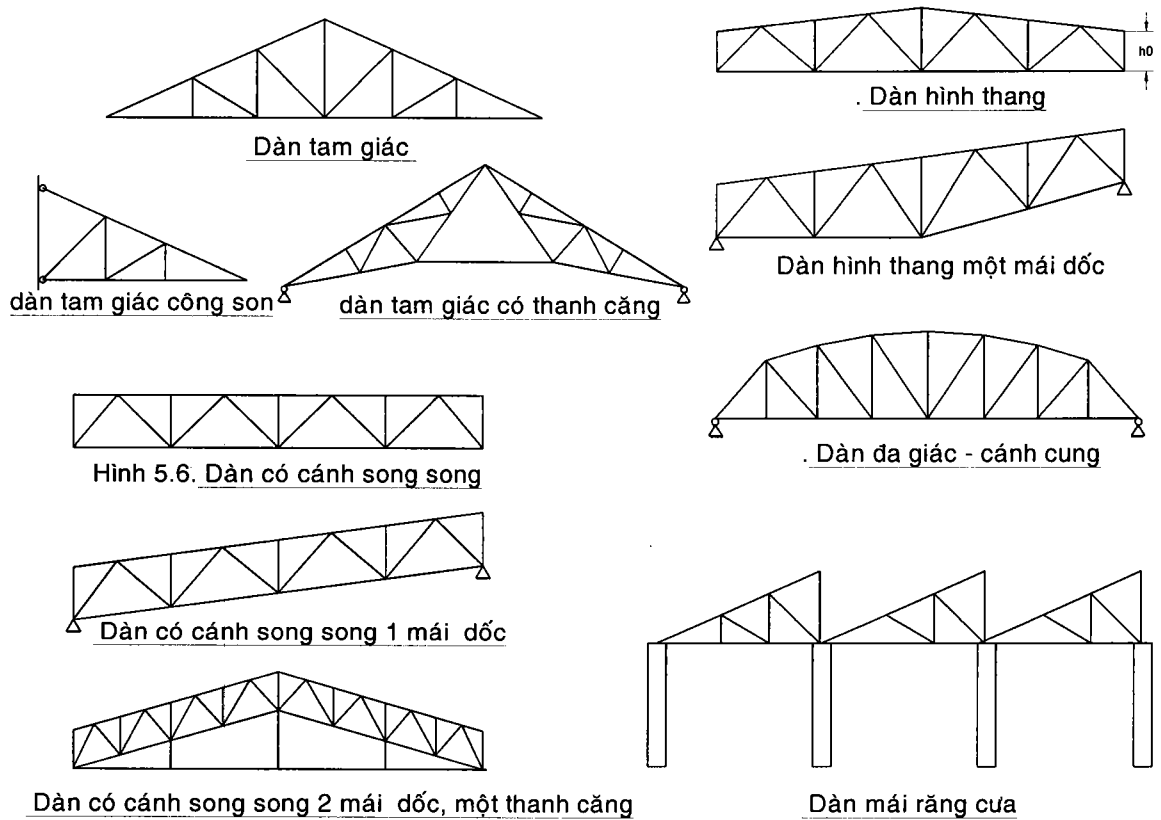
+ *Kích thước và cách bố trí cửa mái*

+ *Cách liên kết dàn với cột , tạo được KC mái và công trình có đủ độ cứng*

+ *Kinh tế (tiết kiệm vật liệu , dễ gia công chế tạo , dựng lắp)*

a. DÀN TAM GIÁC

- Các thanh đứng chia cách trên thành từng khoang, độ dài mỗi khoang phụ thuộc vào kích thước vật liệu lợp mái sao cho xà gỗ đặt đúng mắt dàn.
- **Ưu điểm** : Sử dụng hợp lí cho công trình yêu cầu độ dốc lớn $\alpha = 35 - 45^\circ$, vật liệu lợp có độ chống thấm kém, nhịp nhỏ $L \leq 12, 15, 18m$.
 - + Mái lợp ngói : cách nhiệt tốt , bền , điều kiện môi trường tốt , dễ chịu , . . .
 - + Mái lợp FibroXM : cách nhiệt không tốt , điều kiện vệ sinh môi trường không tốt
- **Nhược điểm** :
 - + Đầu dàn nhọn nên **chỉ có thể liên kết khớp với cột**
 - + Độ cứng ngoài mặt phẳng không lớn
 - + Về mặt chịu lực , không phù hợp biểu đồ Momen uốn do tải trọng trên dàn gây ra. Vùng giữa dàn thường dư khả năng chịu lực vì phải cấu tạo theo độ dốc nên thường cấu tạo dàn phận nhỏ.
 - + Nội lực các thanh chênh lệch nhiều
 - + Một số thanh bụng chịu nén nhỏ nhưng chiều dài lớn nên TD phải chọn theo độ mảnh giới hạn gây lãng phí vật liệu.



Hình 5.4. hình Dạng bên ngoài của dàn

b. DÀN HÌNH THANG

Được dùng phổ biến nhất do :

- Độ dốc mái không lớn → thích hợp cho NCN có i nhỏ, sự dụng vật liệu lợp chống thấm tốt (tole tráng kẽm, tole giả ngói, tấm lợp panen. . .)
- Có chiều cao đầu dàn → có thể liên kết cứng với cột → tăng độ cứng cho công trình đặc biệt là nhà CN có cột trục lớn.
- Qui phạm qui định :
 - + liên kết khớp : $h_0 \geq 45 \text{ cm}$ (thiết kế nên : $h_0 \geq 60 \text{ cm}$)
 - + Liên kết cứng : $h_0 \geq 1,5 \text{ m}$ (đủ chịu M, Nếu có yêu cầu về độ dốc lớn → Hạ bớt h_0)
- Khá phù hợp biểu đồ momen uốn, nội lực các thanh hợp lí hơn dàn tam giác
- **Về cấu tạo : góc giữa các thanh không quá nhỏ → chiều dài các thanh không quá lớn**
- **Các mắt tương đối giống nhau → dễ tiêu chuẩn hóa các mắt**

c. DÀN CÓ CÁNH SONG SONG

- **Ưu điểm** : Chiều dài các thanh cùng loại bằng nhau, có nhiều mắt giống nhau nên dễ thống nhất hóa về mặt cấu tạo
- Thường làm : KC chịu lực thay dầm, Dàn 1 mái dốc (chuyển thành dạng hình bình hành, tính toán giống dàn có cánh song song), Dàn cầu, dàn đỡ kèo, tháp, trụ, cần cầu, . . .
- **Nhược điểm** : Nặng hơn so với các dàn khác (dàn tam giác nặng nhất, dàn có cánh song song nặng nhì, dàn hình thang chỉ nặng trung bình)

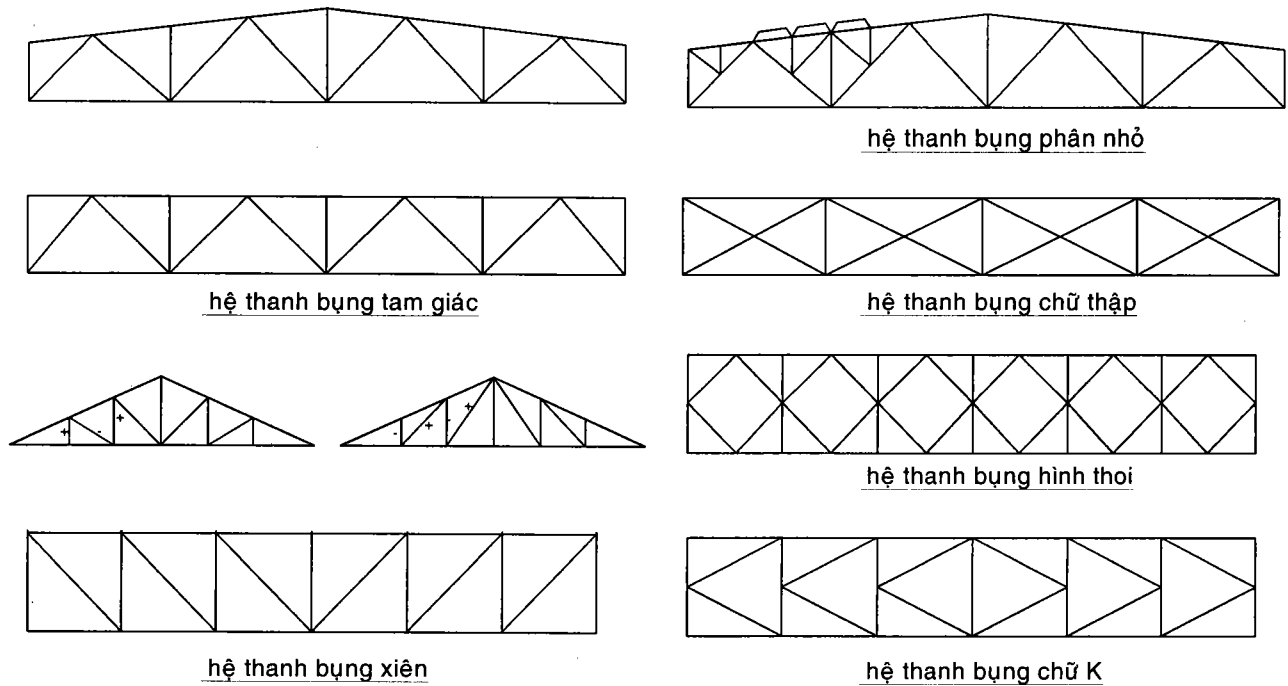
d. DÀN ĐA GIÁC-DÀN CÁNH CUNG

- Có thanh cánh thượng tạo thành các cạnh của 1 đa giác .
- **Ưu điểm** :
 - + Phù hợp biểu đồ momen uốn nên là loại dàn hợp lý nhất về mặt chịu lực
 - + Sự phân bố nội lực trong các thanh tương đối đều, không chênh lệch nhiều nên số loại thanh ít
 - + Chịu lực tốt, nhẹ
- **Nhược điểm** :
 - + Cánh trên bị gãy khúc hoặc uốn cong nên chế tạo phức tạp
 - + Chỉ phù hợp khi nhịp lớn, sự tiết kiệm vật liệu lợi nhiều, bù lại công chế tạo
 - + Thường ít dùng dạng này

e. DÀN CÓ CẤU TẠO MÁI RĂNG CỬA :

- Theo sơ đồ phân bố nội lực thì không hợp lý, tại nơi có M_{\min} (gối tựa) thì có tiết diện lớn nhất. Nhưng có ưu điểm lấy được ánh sáng đều

5.1.3. HỆ THANH BỤNG CỦA DÀN



Hình 5.5 Các loại Hệ thanh bụng của dàn

Hệ thanh bụng dàn đóng vai trò như bản bụng dầm, việc bố trí hệ thanh bụng cần thỏa mãn:

- Cấu tạo nút đơn giản, có nhiều nút giống nhau để dễ tiêu chuẩn hóa
- Tổng chiều dài thanh bụng nhỏ
- Góc giữa thanh bụng và thanh cánh không quá nhỏ
- Không nên để thanh cánh bị uốn cục bộ bởi tải trọng đặt ngoài nút

a. HỆ THANH BỤNG TAM GIÁC

- **Đặc điểm** :

- + Các thanh bụng xiên về 2 phía (1 thanh hướng lên thì thanh tiếp hướng xuống)
- + Góc hợp lý giữa thanh bụng và thanh cánh dưới : $45^{\circ} - 55^{\circ}$
- + Khi có xà gồ mà khoảng cách xà gồ nhỏ hơn khoảng cách nút thì cấu tạo thêm thanh đứng để tránh uốn cục bộ và giảm chiều dài tính toán cho thanh cánh trên
- + Nếu cần thiết có thể đặt thêm thanh treo (để treo tải trọng)
- + Đưa thanh treo và thanh đứng vào không làm thay đổi hình dạng dàn, đồng thời đảm bảo tải trọng đặt đúng mắt dàn và giảm chiều dài tính toán các thanh cánh trong dàn.

- **Ưu điểm** :

- + Số nút ít. Tải trọng tác dụng vào dàn và truyền đến gối tựa bằng con 9ường ngắn nhất.
- + Tổng chiều dài các thanh bụng ngắn nhất

- **Nhược điểm** : Có 1 số thanh bị nén mà chiều dài lớn \rightarrow dễ mất ổn định

b. HỆ THANH BỤNG XIÊN

- **Đặc điểm** :

- + Các thanh xiên ở 1 nửa dàn cùng xiên về phía
- + Chiều của thanh xiên chọn sao cho thanh xiên dài chịu kéo , thanh đứng ngắn chịu nén
- + Với dàn tam giác dùng hệ thanh bụng xiên như hình trên về mặt chịu lực không lợi vì các thanh xiên dài chịu nén , nhưng cấu tạo nút hợp lý (góc giữa các thanh không quá nhỏ) nên hay được dùng
- + Góc hợp lý giữa thanh xiên và thanh cánh dưới : 35° - 45° .

- **Ưu điểm** :

- + Các thanh cùng loại thì cùng 1 loại nội lực : ĐĐ nén, TX kéo.

- **Nhược điểm** :

- + Tổng chiều dài thanh bụng lớn
- + Nhiều nút , tổn công chế tạo
- + Đường truyền tải trọng đến gối tựa dài hơn.

c. HỆ THANH BỤNG PHÂN NHỎ

- Khi tính toán dàn không kể vào, tính hệ chính trước rồi tính hệ thanh bụng phân nhỏ sau.

- **Tác dụng** :

- + Tránh uốn cục bộ cho thanh cánh trên
- + Giảm cdt trong mặt phẳng dàn của thanh cánh trên
- + Tăng độ cứng cho dàn
- + Tuy có cấu tạo phức tạp nhưng trong 1 số trường hợp làm giảm trọng lượng của toàn cấu kiện
- + Với dàn lợp panen , tính dàn phân nhỏ với lực đặt tại chân panen

d. HỆ THANH BỤNG ĐẶC BIỆT

d.1. Hệ thanh bụng chữ thập :

- Gồm 2 loại thanh xiên chéo nhau kết hợp thanh đứng tạo nên hệ siêu tĩnh rất cứng. Để đơn giản khi tính toán thường chỉ kể đến các thanh kéo, xem rằng các thanh nén khi chịu lực vì độ mảnh lớn lập tức bị mất ổn định và không chịu lực được nữa.
- Thường dùng khi dàn chịu lực 2 chiều, trong dàn cầu, tháp trụ cao, hệ giằng mái nhà công nghiệp, nhà cao tầng.

d.2. Hệ thanh bụng hình thoi :

- Thường dùng ở kết cấu tháp trụ để tiện cho việc nối thanh cánh

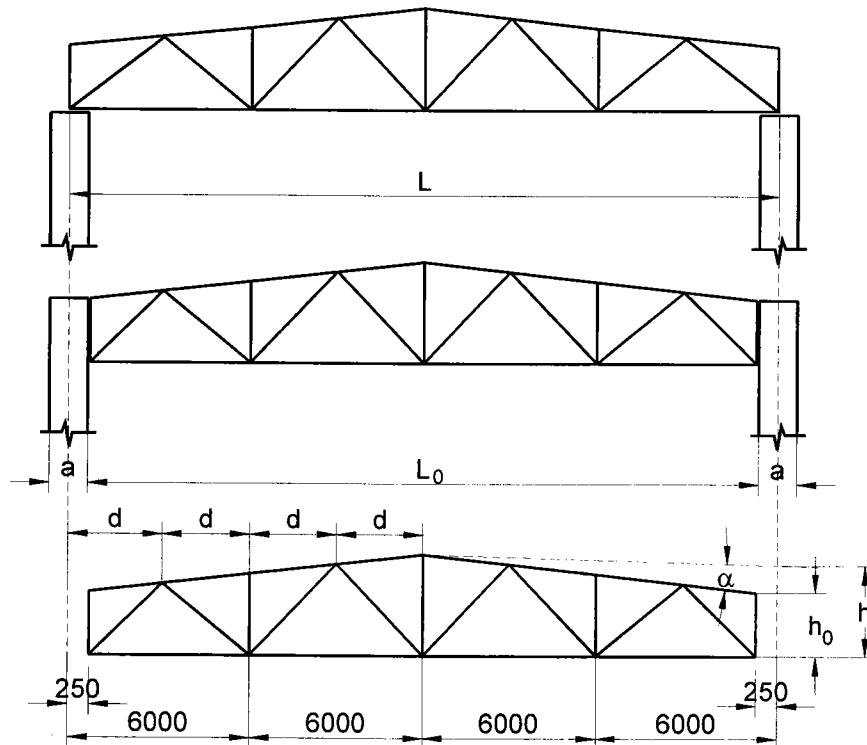
d.3. Hệ thanh bụng chữ K :

- Tăng độ cứng cho dàn
- Giảm cdt trong mặt phẳng dàn cho thanh bụng đứng
- Thường gặp trong dàn chịu lực cắt lớn do tải trọng ngang gây ra như dầm cầu , tháp trụ , ...

d.4. Hệ thanh bụng đặc biệt cho dàn tam giác :

- Góc dốc : $35^{\circ} - 45^{\circ}$
- Tiết kiệm vật liệu hơn các dạng khác vì phần giữa dàn thường rất cao, thanh bụng dài tốn vật liệu nên dùng dàn phân nhỏ nâng thanh cánh dưới lên cao hơn gối tựa.

5.1.4. CÁC KÍCH THƯỚC CHÍNH CỦA DÀN



Hình 5.6 Các kích thước chính của dàn

a. NHỊP DÀN

- Nhịp của dàn L là khoảng cách trục định vị của 2 gối tựa.
 - Nhịp tính toán của dàn L_0 là khoảng cách trọng tâm truyền phản lực gối tựa của dàn.
 - Được xác định dựa trên :
 - Yêu cầu sử dụng
 - Thiết kế kiến trúc
 - Giải pháp bố trí kết cấu công trình, hình thức liên kết dàn với các kết cấu khác.
 - Nhịp dàn được lấy thống nhất theo modul 6m : $L = 18, 24, 30, 36m$
 - Với dàn thường (TD thanh là 2 thép góc), nhịp hợp lý : $L = 18-36m$
 - Dàn liên kết khớp với cột : nhịp là khoảng cách giữa 2 tâm gối tựa
 - Dàn liên kết cứng với cột (liên kết cạnh bên với cột) : $L = L_0 + a$ (đồ án)
- Với L_0 : khoảng cách thông thủy giữa 2 cột ; a : bề rộng gối tựa

b. CHIỀU CAO DÀN

b.1. Chiều cao đầu dàn

- **Dàn hình thang :**

+ Liên kết khớp : $h_0 \geq 60 \text{ cm}$

+ Liên kết ngàm : $h_0 \geq 1,6\text{m} \rightarrow$ Đủ liên kết cứng với cột, với $L = 18-36\text{m}$;

$$+ h_0 = \left[\frac{1}{10} \div \frac{1}{15} \right] L$$

- **Dàn tam giác :**

Mái lợp có yêu cầu độ dốc nhỏ (lợp tôn) : $h_0 \geq 45 \text{ cm}$

b.2. Chiều cao giữa dàn

$$- h = h_0 + \frac{1}{2} \cdot \text{tg}\alpha \text{ và phải thỏa mãn : } \frac{h_{\min}}{L} = \frac{6,5}{24} \left[\frac{L}{f} \right] \cdot \frac{\sigma}{E} \left(1 + \frac{2h_0}{L} \right)$$

σ - giới hạn chảy của thép làm dàn.

E - môđun đàn hồi của thép.

$\left[\frac{f}{L} \right]$: độ võng cho phép của dàn ở giữa nhịp. Lấy theo qui phạm

- Khi dàn chịu tải trọng di động phải kiểm tra lại độ võng dàn ở giữa nhịp vì độ võng cho phép dàn trong TH này rất nhỏ (1/700-1/1000).

- **Dàn tam giác** : h phụ thuộc độ dốc cánh trên

$$\text{Nếu dốc từ } 22^\circ - 40^\circ : h = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{3} \right) L$$

- **Dàn có cánh song song – dàn hình thang** : Để thỏa mãn điều kiện vận chuyển và theo công thức kinh nghiệm thường lấy nhỏ hơn: $h = \left(\frac{1}{7} \div \frac{1}{9} \right) L$; trị số lớn

dùng cho dàn nặng, trị số nhỏ dùng cho dàn thường , dàn nhẹ dùng nhỏ hơn 1/9.

c. KHOẢNG CÁCH MẮT DÀN

- Là khoảng cách giữa các tâm nút trên thanh cánh, phụ thuộc vào vị trí đặt tải trọng, góc nghiêng có lợi của hệ thanh bụng.
- Mái có xà gồ : khoảng cách mắt ở cánh trên nên chọn bằng khoảng cách xà gồ để tránh uốn cục bộ . Thường : 1,5 – 3m
- Mái lợp panen : khoảng cách mắt bằng bề rộng panen
- Khoảng cách mắt cánh dưới : 3-6m
- Nên làm panen cánh trên bằng ½ panen cánh dưới

d. BƯỚC DÀN (bước cột)

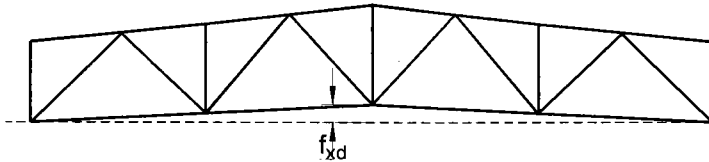
- Là khoảng cách giữa các dàn. Được xác định dựa vào :

- + Yêu cầu kiến trúc
- + Dây chuyền công nghệ
- + Phù hợp môđun thống nhất các cấu kiện lắp ghép như tấm tường , tấm mái , . . .
- + Yêu cầu kinh tế

Với vì kèo thép : $B = 6\text{m}$ (bước hợp lý)

e. ĐỘ VỒNG XÂY DỰNG :

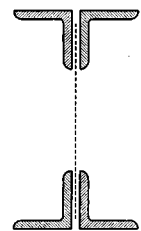
- Dàn thường có độ võng rất lớn khi chịu tải trọng nên để khử bớt độ võng đó khi chế tạo người ta cho dàn võng ngược trở lên bằng độ võng của nó khi chịu tải → ta gọi đó là độ võng xây dựng hay độ võng cấu tạo. Khi làm việc chịu tải trọng dàn sẽ thẳng và không có độ võng nữa. Thường lấy $f=1/200 L$.



Hình 5.7 Độ võng xây dựng dàn

5.1.5. HỆ GIẪNG KHÔNG GIAN

- Cắt ngang tiết diện thanh dàn :
- Ta thấy, dưới tác dụng của tải trọng, dàn chịu uốn trong mặt phẳng nó thì tốt nhưng chịu uốn ra ngoài mặt phẳng rất kém. Vì vậy, dàn là kết cấu mảnh theo phương ngoài mặt phẳng nên dễ mất ổn định theo phương ngoài mặt phẳng → Ta không bao giờ được làm 1 dàn đơn độc mà đã dùng dàn thì phải dùng ít nhất 2 dàn trở lên và cần liên kết chúng lại với nhau thành 1 khối không gian ổn định → gọi là hệ giằng không gian.



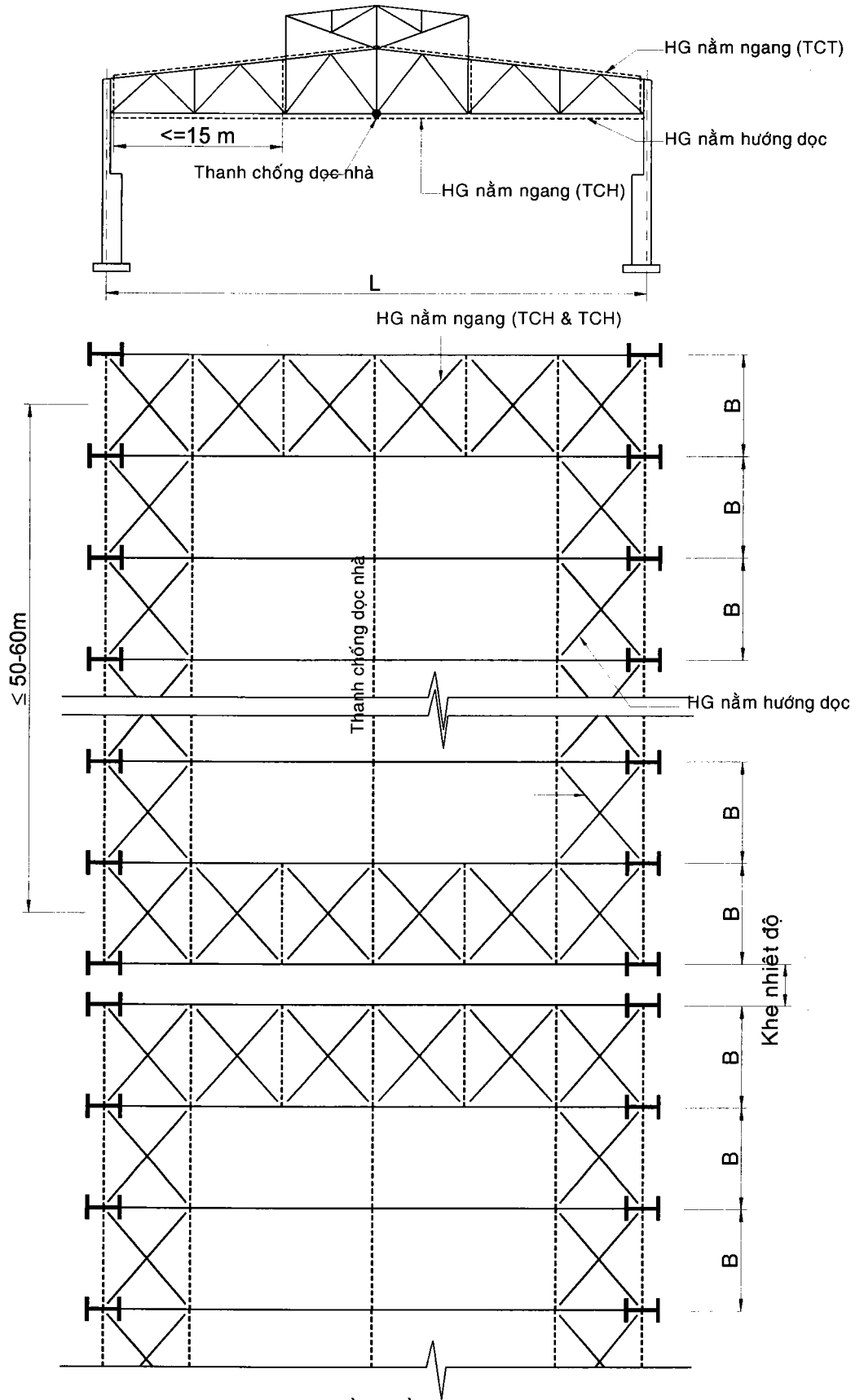
a. **TÁC DỤNG :** Có vai trò rất quan trọng đối với NCN bằng thép . Có 3 tác dụng chính :

- **Ổn định :** cùng với khung ngang, tạo thành kết cấu không gian cùng tham gia chịu lực, tăng độ cứng cho toàn nhà. Giảm chiều dài tính toán của một số thanh nén.
- **Chịu lực :** thể hiện rõ ở 1 số hệ giằng ở đầu cột
 Ví dụ : + Chịu lực gió ở đầu hồi
 + chịu lực hãm dọc của cầu chạy (Lực hãm ngang → Khung ngang chịu)
- **Lắp ráp :** cố định tạm trong quá trình lắp dựng

b. **BỐ TRÍ HỆ GIẪNG :**

Trong NCN bằng thép có 2 hệ thống giằng chính : hệ giằng mái và hệ giằng cột

- **Hệ giằng nằm hướng dọc :**
- Tác dụng :
 - + Đặt ở thanh cánh hạ → Giảm biến hình ngang và dọc của dầm cầu chạy, giảm xê dịch của đường ray cầu chạy.
 - + Tăng ổn định cho khoảng mắt gối khoang ngoài cùng, vì có thể khoảng mắt này chịu nén do momen đầu dàn.
 - + Bảo đảm sự làm việc cùng nhau của các khung, truyền tải trọng cục bộ tác dụng lên 1 khung sang các khung lân cận



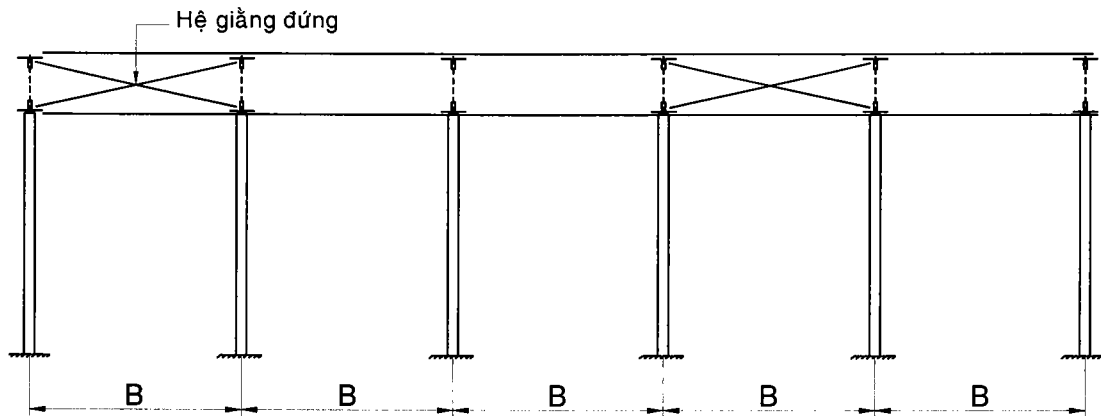
Hình 5.8 Hệ giằng nằm dọc và ngang

- Cấu tạo:
 - + Được đặt ở 2 khoang ngoài cùng của DVK
 - + Bố trí ở thanh cánh hạ hoặc thanh cánh thượng. Với dàn : bố trí ở thanh cánh hạ (đồ án). Với vòm 3 khớp : bố trí ở thanh cánh thượng
 - + Trong nhà xưởng nhiều nhịp, hệ giằng nằm hướng dọc được bố trí dọc 2 hàng cột biên và tại một số hàng cột giữa cách nhau 60 – 90m theo phương ngang nhà, hoặc cứ cách 1 nhịp lại bố trí tiếp hệ giằng dọc
 - + Giằng dọc về nguyên tắc cấu tạo như dàn có cánh song song.
 - + Với bước cột nhỏ ($B = 6\text{m}$) → dùng hệ thanh giằng chữ thập
 - + Với bước cột lớn ($B \geq 6\text{m}$) → dùng hệ thanh giằng dạng tam giác chia nhỏ
 - + Chiều rộng hệ giằng :
 - o $\geq 1/10 B$
 - o = khoảng mắt biên cánh hạ (nếu khoảng mắt biên cánh hạ nhỏ)
 - o = $1/2$ khoảng mắt biên cánh hạ (nếu khoảng mắt biên cánh hạ quá lớn)

• **Hệ giằng nằm hướng ngang :**

- Tác dụng:
 - + Tạo thành cùng hệ giằng hướng dọc 1 ô giằng kín làm tăng sự ổn định không gian của toàn công trình.
 - + Chịu lực gió ở đầu hồi nhà.
 - + Các dàn còn lại được liên kết vào các khối cứng bằng xà gồ hay sườn của tấm mái.
- Cấu tạo:
 - + Bố trí ở 2 đầu nhà xưởng và ở 2 đầu khối nhiệt độ.
 - + Khi khối nhiệt độ quá dài thì bố trí thêm hệ giằng ở giữa khối, sao cho khoảng cách giữa chúng không quá 50 – 60m.
 - + Được đặt ở thanh cánh thượng và thanh cánh hạ.

• **Hệ giằng đứng :**



Hình 5.9 Hệ giằng đứng

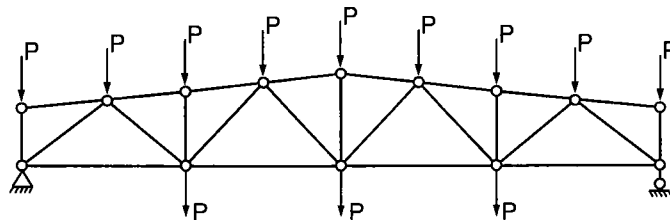
- Tác dụng :

- + Làm điểm tựa cho hệ giằng hướng ngang đặt trong mặt phẳng cánh thượng
 - + Đảm bảo vị trí chính xác giữa 2 mặt phẳng dàn vì kèo khi dựng lắp
 - + Với nhà xưởng có cấu trúc treo (đặt ở hệ giằng đứng) → Hệ giằng đứng chịu tải trọng của cấu trúc treo.
- Cấu tạo
- + Được đặt theo phương đứng
 - + Khoảng cách giữa chúng theo phương ngang không lớn hơn 15m, ở hai đầu dàn vì kèo luôn có hệ giằng đứng.
 - + Nếu nhịp $L \leq 30\text{m}$ thì chỉ đặt hệ giằng đứng ở giữa
 - + Theo phương dọc, hệ giằng đứng không bố trí liên tục để tránh hiện tượng một khoang bị phá hoại sẽ phá hoại hết hệ giằng, thường bố trí cách 2 – 3 khoang, tối thiểu cách một khoang. Chỉ trong trường hợp có cấu trúc treo vào hệ giằng đứng thì mới bố trí HGĐ liên tục suốt chiều dài
 - + Ở những vị trí không có hệ giằng đứng thì đã có thanh chống dọc nhà : xà gồ nóc, thanh suốt. Thanh chống dọc nhà dùng để cố định những nút quan trọng: nút đỉnh nóc (bắt buộc), nút đầu dàn, nút dưới chân cửa trời.
 - + Ở nơi có hệ giằng hướng ngang → bắt buộc có hệ giằng đứng, nhưng ở nơi có hệ giằng đứng thì chưa chắc có hệ giằng hướng ngang
 - + Tiết diện được chọn theo độ mảnh cho phép đối với thanh giằng, để an toàn nên lấy theo điều kiện chịu nén (vì hệ giằng có thể chịu nén hoặc có thể chịu kéo)

5.2. TÍNH DÀN

5.2.1. CÁC GIẢ THIẾT TÍNH TOÁN

- Để giải được loại KC này, ta đưa ra các giả thiết sau:
 - + **Mắt dàn là giao điểm của các trục thanh và được xem là khớp lý tưởng** → các thanh trong dàn liên kết khớp ở 2 đầu.
 - + **Tải trọng tác dụng lên dàn được quy về lực tập trung đặt tại mắt dàn** Do vậy **Các thanh trong dàn chỉ chịu kéo hoặc nén.**



Hình 5.10 Giả thiết tính toán dàn

- Như vậy, trong thực tế làm việc chẳng hạn như kết cấu cầu : giữa 2 nút dàn ai cấm đoàn xe chạy bên trên được → tức là tải trọng sẽ tác dụng lên thanh dàn trong khoảng 2 mắt dàn. Hoặc kết cấu mái có xà gồ, Pa nen đặt không đúng mắt dàn thì sau. Trong trường hợp này người ta có 2 cách giải quyết sau :

- + Dùng hệ thống dầm có mắt truyền lực → để truyền tải trọng về tập trung đúng mắt dầm (thường dùng cho kết cấu cầu).
- + Dùng dàn phân nhỏ hoặc tính dàn bình thường sau đó kiểm tra lại khả năng chịu uốn của thanh dàn đó (kết cấu mái)

5.2.2. TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN MẮT DÀN

a. TÍNH TẢI :

- Gồm : tấm lợp , tấm chống thấm , các lớp cách nhiệt , xà gỗ , bản thân dàn giằng , cửa mái , trần , ...

- **Tải trọng tấm lợp** : (g_m)

- + Ngói : 45 – 60 kg/m² mái
- + Tôn : 25 kg/m²
- + Fibro : 30 kg/m²
- + Panen : 250 – 350 kg/m²
- + Các tấm lợp vật liệu khác lấy theo catolo của nhà sản xuất

- **Trọng lượng bản thân kết cấu mái** : (g_d)

Được tính theo công thức kinh nghiệm : $g_d = n_g \cdot 1,2 \cdot \alpha \cdot L$

- + 1,2 : hệ số kể đến trọng lượng các thanh giằng và xà gỗ
- + n_g : hệ số vượt tải lấy bằng 1,1
- + L : nhịp dàn
- + α : hệ số trọng lượng bản thân dàn : $\alpha = 0.6 - 0.9$ cho $L = 18 - 36$ m

b. HOẠT TẢI :

- Gồm : trọng lượng người , thiết bị sửa chữa mái (hoạt tải mái) , tải trọng gió , cần trực treo (nếu có) , ...
- Qui phạm với hoạt tải mái :
 - + $p_m = 75$ kg/m² → mái nặng
 - + $p_m = 35 - 50$ kg/m² → mái nhẹ
- Hệ số vượt tải : $n_p = 1,3$

c. TẢI TRONG ĐƯA VỀ MẮT :

- Qui đổi toàn bộ tải trọng trên 1 đơn vị diện tích mặt bằng :

$$g'_m = \frac{g_m}{\cos \alpha} \quad (\text{kg/m}^2 \text{ mặt bằng})$$

$$p'_m = \frac{p_m}{\cos \alpha} \quad (\text{kg/m}^2 \text{ mặt bằng})$$

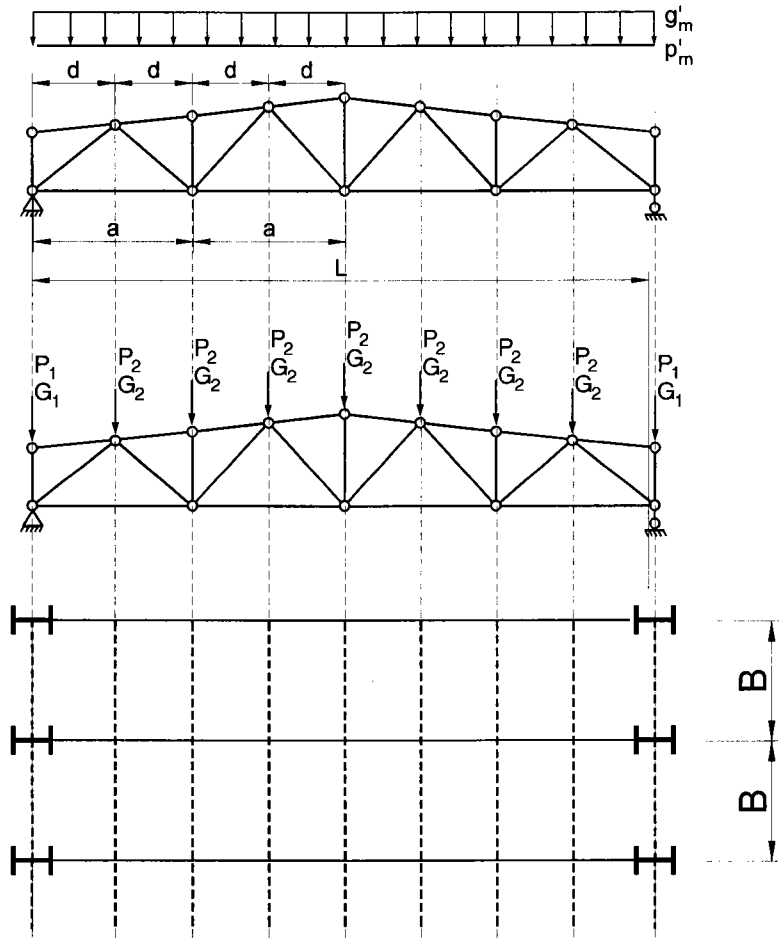
- Lực tập trung đặt tại mắt dàn :

$$\text{Tĩnh tải : } G_1 = n_g \cdot (g'_m + g_d) \cdot B \cdot d/2$$

$$G_2 = n_g \cdot (g'_m + g_d) \cdot B \cdot d$$

$$\text{Hoạt tải : } P_1 = n_p \cdot p'_m \cdot B \cdot d/2$$

$$P_2 = n_p \cdot p'_m \cdot B \cdot d$$



Hình 5.11 Xác định tải trọng

- Trường hợp dàn có trần : $g_{tr} < 30 \text{ kg/cm}^2$; $p_{tr} = 30 \text{ kg/cm}^2$.

Khi đó Trọng lượng bản thân dàn chia đôi : $\frac{1}{2}$ cho các mắt trên; $\frac{1}{2}$ cho các mắt dưới.

$$\text{Tính tải : } G_1 = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot d/2$$

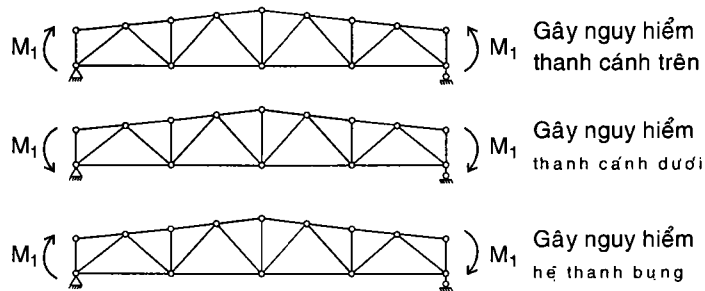
$$G_1^{tr} = n_g \cdot (g_{tr} + 0,5g_d) \cdot B \cdot a/2$$

$$G_1 = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot d$$

$$G_1^{tr} = n_g \cdot (g_{tr} + 0,5g_d) \cdot B \cdot a$$

Trên đây là TH dàn liên kết khớp với cột.

Trong TH dàn liên kết cứng với cột, tải trọng tác dụng vào dàn thêm 3 cặp mômen ở 2 đầu (Sẽ học kỹ trong phần Dầm Mái Nhà Công Nghiệp)



Hình 5.12 Các cặp M kể thêm khi dàn liên kết cứng với cột

5.2.3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

a. Các trường hợp tải trọng tính toán:

- Tải trọng thường xuyên đặt cả dàn
- Hoạt tải đặt ½ dàn trái
- Hoạt tải đặt ½ dàn phải
- Hoạt tải đặt cả dàn
- Tải trọng gió trái
- Tải trọng gió phải (dàn không gian có bốn trường hợp gió)
- Tải trọng cầu trục treo (nếu có), thường dùng đường ảnh hưởng phân lực gối tựa tại vị trí treo cần trục vào dàn

Chú ý :

- Nếu có lực đặt ngoài mắt , thường đặt thêm dàn phân nhỏ để triệt tiêu momen do lực ấy gây ra
- Nếu không thì ngoài nội lực dọc trục, thanh dàn còn chịu uốn cục bộ . Momen uốn cục bộ được xác định gần đúng theo sơ đồ dầm đơn giản, gối tựa là mắt dàn, nhịp là khoảng cách ngang của 2 mắt

$$M_{cb} = \frac{\psi \cdot P \cdot d}{4}$$

Trong đó :

- + Ψ : hệ số kể đến tính liên tục của cánh trên
 - $\Psi = 1$: khoang đầu
 - $\Psi = 0,9$: cho các khoang bên trong
- + P : lực tập trung đặt ngoài mắt
- + d : khoảng cách ngang giữa 2 mắt

b. Xác định nội lực : có thể tính theo các phương pháp sau

- Giải tích : PP Tách mắt hoặc PP Mặt cắt
- Đồ họa : **Crémona** (ĐA)
- Ngày nay với sự phát triển công nghệ máy tính, có thể dùng các phần mềm chuyên dụng để giải.
- Trường hợp bài toán chịu tải trọng di động, ta phải dùng **lý thuyết đường ảnh hưởng để xác định nội lực**. (Học trong CKC1)
- Sau khi giải xong lập thành bảng "Nội lực lực tính cho các trường hợp tải trọng" theo mẫu.

Phương pháp giải đồ Crémona :

- Chọn tỉ lệ : Vd 2cm = 1T
- Đặt tên các miền của lực.
- Vẽ đa giác lực khép kín. (Đi 1 vòng đa giác lực khép kín , nếu không → lực không cân bằng)
- Vẽ đa giác dây

Nếu dàn chịu tải đối xứng chỉ vẽ nửa dàn.

- Dấu : đi theo chiều KĐH hướng vào nút là thanh nén, hướng ra ngoài nút là thanh kéo. (Ví dụ một vài nút trên hình cho SV)

c. Tổ hợp tải trọng

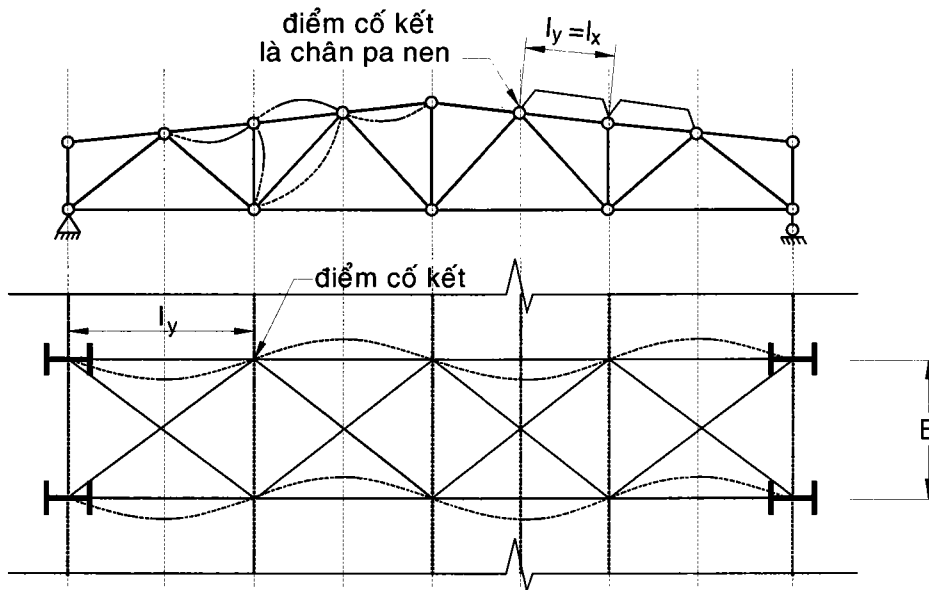
- Tính nội lực cho từng trường hợp riêng lẻ, rồi tổ hợp nội lực để tìm nội lực nguy hiểm nhất. Lập thành bảng " Tổ hợp nội lực " theo mẫu. Khi tổ hợp tuân theo nguyên tắc :
 - Trọng lượng bản thân và tĩnh tải luôn có.
 - Hoạt tải lúc có lúc không. Chỉ kể đến khi nó gây nguy hiểm cho KC, ngược lại thì không kể.

5.2.4. CHIỀU DÀI TÍNH TOÁN CÁC THANH DÀN (cdtt)

Thanh nén : xác định cdtt là cần thiết vì ảnh hưởng đến ổn định của các thanh

Thanh kéo : xác định cdtt để tính λ sao cho thanh không bị cong do TLBT khi chuyên chở dựng lắp

a. Chiều dài tính toán trong mặt phẳng : (l_x)



Hình 5.13 Chiều dài tính toán

Nút dàn có độ cứng nhất định nên không phải là khớp lý tưởng như giả thiết. Khi 1 thanh chịu nén liên kết tại nút mất ổn định (bị cong) làm nút quay dẫn đến các thanh nén khác qui tụ tại nút cong theo. Các thanh kéo tại nút này có xu hướng bị kéo dài ra nên sẽ chống lại sự xoay này .

Qui ước :

- + Nút có nhiều thanh nén hơn thanh kéo thì nút dễ xoay, được xem là khớp
- + Nút có nhiều thanh kéo hơn thanh nén thì nút khó xoay, được xem là nút ngàm dàn hồi

Vì vậy , cdtt trong mặt phẳng dàn lấy như sau :

- Thanh cánh trên : $l_x = l$
 - Thanh cánh dưới : $l_x = l$
 - Thanh xiên, thanh đứng đầu dàn : $l_x = l$
 - Các thanh bụng khác : $l_x = 0,8l$ (Vì các mắt của chúng có thanh kéo liên kết độ cứng nhất định)
 - Các thanh bụng có nút dàn phân nhỏ : $l_x = 0,5 l$
- l : khoảng cách giữa các mắt của thanh (chiều dài thanh theo sơ đồ tính)

b. Chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng : (l_y)

- Thanh cánh thượng, hạ : $l_y =$ khoảng cách giữa các điểm cố kết theo phương ngoài mặt phẳng dàn
- Điểm cố kết thường là điểm đặt các thanh giằng đứng. Nếu đặt panen, vị trí liên kết chân panen chính là điểm cố kết.
- Thanh bụng : $l_y = l$ (chiều dài theo sơ đồ tính)
- Với dàn có hệ thanh bụng phân nhỏ , các thanh bụng nén (có chứa nút dàn phân nhỏ) có 2 trị số nội lực ($N_1 > N_2$) : $l_y = (0,75 + 0,25 N_2/N_1) l$
- Thanh nằm trong phạm vi giữa 2 điểm cố kết mà có 2 trị số nội lực ($N_2 > N_1$) :
 $l_y = (0,75 + 0,25 N_2/N_1) l_1$
 l_1 : khoảng cách giữa 2 điểm cố kết

c. Độ mảnh giới hạn các thanh :

Để đảm bảo sự làm việc của dàn khi chịu tải trọng , khi vận chuyển và dựng lắp các thanh dàn không bị cong vênh thì độ mảnh các thanh cần nằm trong giới hạn cho phép.

- Thanh nén : độ mảnh lớn → khả năng chịu lực nhỏ
- Thanh kéo : độ mảnh lớn → dễ bị cong do TLBT , do chuyển chỗ dựng lắp , do chấn động → Qui phạm qui định : $\lambda < [\lambda]$

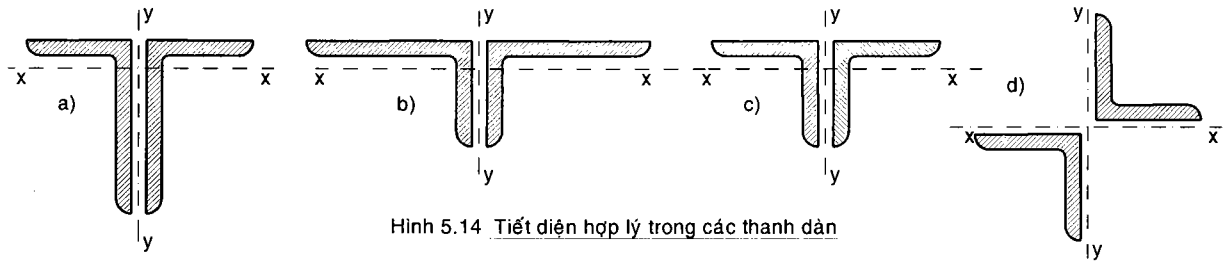
Tên thanh	Nén	Kéo
Thanh cánh , thanh xiên , thanh đứng đầu dàn	120	250
Các thanh bụng còn lại	150	350
Thanh giằng	200	400

5.2.5. TIẾT DIỆN HỢP LÝ CỦA CÁC THANH DÀN

- Tiết diện các thanh dàn nhẹ có thể là một thép góc, thép I, Thép ống hoặc thép hình dẹt nguội.
- Thường dùng nhất là các thanh dàn thường được tạo thành từ 2 thép góc ghép lại với nhau . Thép góc có thể đều cạnh hoặc không đều cạnh. Loại này có nhiều ưu điểm là đa dạng phù hợp với nhiều trị số nội lực khác nhau, cấu tạo các mắt đơn giản.

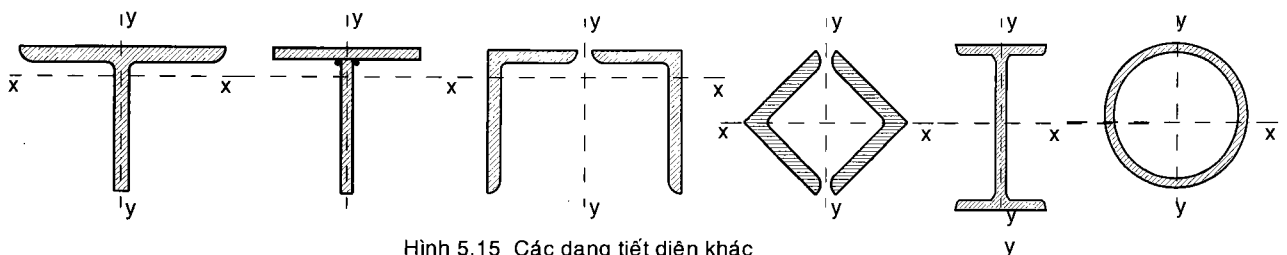
- Thanh giằng , dàn không gian kết cấu thép trụ cao thường làm bằng một thép góc.
- Tiết diện hợp lý là TD ghép có $\lambda_x \approx \lambda_y$

Thông dụng các dạng :



Hình 5.14 Tiết diện hợp lý trong các thanh dàn

- **Dạng a :**
 - 2 thép góc không đều cạnh , ghép cạnh lớn
 - Có $r_x \approx r_y \rightarrow$ Dùng hợp lý cho thanh dàn có $I_x = I_y$
 - Dùng cho **TX hay thanh đứng đầu dàn**
- **Dạng b :**
 - 2 thép góc không đều cạnh , ghép cạnh nhỏ
 - Có $r_x \approx 0,5r_y \rightarrow$ Dùng hợp lý cho thanh dàn có $I_y = 2I_x$
 - Thường **dùng cho thanh cánh trên** vì bề rộng vươn ra của cánh thép góc lớn , tăng cứng cho dàn theo phương ngoài mặt phẳng , đủ kích thước đặt chân panen
- **Dạng c :**
 - 2 thép góc đều cạnh ghép lại
 - Có $r_x \approx 0,75 r_y \rightarrow$ Dùng hợp lý cho thanh dàn có $I_x = 0,8I_y$ (**thanh bụng**, có thể dùng cho TC trên)
- **Dạng d :**
 - 2 thép góc đều cạnh ghép lại dạng chữ thập
 - Thường **dùng cho thanh đứng** tại vị trí đặt hệ giằng đứng hoặc vị trí khuếch đại dàn , mỗi 1 thép góc thuộc về 1 đoạn vận chuyển
 - Mặt khác , khi đặt hệ giằng đứng ở giữa , lực tác dụng lên hệ giằng đứng đi qua trục tiết diện , làm thanh không bị xoắn
- Ngoài ra còn có các dạng sau như hình 5.15



Hình 5.15 Các dạng tiết diện khác

5.2.6. CHỌN VÀ KIỂM TRA TIẾT DIỆN THANH DÀN

a. Nguyên tắc chọn tiết diện :

- TD nhỏ nhất : L50x5 (để tránh phá hoại khi VC và cầu lắp)
- Dàn $L \leq 36m \rightarrow$ Chọn không quá 6 loại thép

Chọn được TD cụ thể $F \geq F_{yc}$.

Nếu thanh có TD bị thu hẹp (dàn đỉnh tán hay bulông), chọn : $F_{yc} \geq F_{th}$.

- **Kiểm tra lại :**

Xác định các ĐTHH cụ thể : $\begin{cases} F \\ r_x \\ r_y \end{cases}$

Tính $\lambda_x, \lambda_y \rightarrow$ Chọn λ_{max}

Kiểm tra : $\lambda_{max} \leq [\lambda]$

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

Nếu không đạt : Chọn lại TD

Nếu : λ_y thanh hạ $> [\lambda] \rightarrow$ Phải gia cường khi vận chuyển

d. **Chọn TD thanh theo độ mảnh giới hạn :**

Dùng khi nội lực trong thanh rất bé

Tính : $r_{x,yc} = \frac{l_x}{[\lambda]}$

$$r_{y,yc} = \frac{l_y}{[\lambda]}$$

Chọn thanh theo r sao cho :

$$r_x \geq r_{x,yc}$$

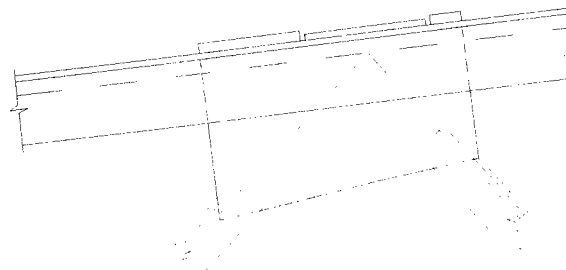
$$r_y \geq r_{y,yc}$$

5.3. CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN MẮT DÀN

5.3.1. NGUYÊN TẮC CHUNG

a. **ĐƯỜNG TRỤC CỦA THANH DÀN**

- Đường trục là đường đi gần trọng tâm tiết diện và chia chẵn 5 mm khoảng cách từ sống



- Trục các thanh đồng qui tại tâm mắt dàn, chúng cùng tạo nên sơ đồ hình học của dàn
- Nếu thanh cánh có thay đổi TD \rightarrow Cho hội tụ tại trục trung bình hoặc trục của thanh lớn nếu khoảng cách giữa 2 trục $\leq 1,5\% h$ (h : chiều cao cánh thép góc lớn)

b. **LIÊN KẾT CÁC THANH DÀN**

- $h_h \geq 4\text{mm}$; $l_h \geq 50\text{mm}$
- Khoảng cách giữa các mối hàn trong 1 mắt $\geq 40 - 50\text{mm}$
- Hàn đường hàn theo yêu cầu, nếu thừa nhiều thì hàn gián đoạn hoặc hàn hết đường hàn thừa để mắt cứng

c. BẢN MẮT

- Chọn hình dáng đơn giản, góc dễ xác định để dễ chế tạo (*hcn, hình thang, hình bình hành...*, không nên chọn hình thoi vì khó gia công).
- Kích thước bản mắt : chọn phụ thuộc đường hàn đủ liên kết các thanh.
- Góc hợp bởi cạnh bản mắt và trục thanh $\geq 15^\circ$ (để đảm bảo sự truyền lực từ thanh vào bản mắt, không gây nguy hiểm do ứng suất tập trung)
- Cắt bản mắt sao cho phần bỏ đi bé nhất

d. CẤU TẠO MẮT

- Các thanh đặt úp để tránh đọng bụi ẩm.
- Nên hàn liên tục đường hàn liên kết các thanh vào bản mắt để tăng độ cứng cho mắt.
- Xác định kích thước bản mắt, vẽ đúng tỉ lệ, đo trực tiếp trên hình vẽ.
- **Liên kết thanh cánh trên với xà gồ** : có 2 cách
 - + Cách 1: làm trước thép góc mấu đỡ (con bọ) hàn trước vào TC, xà gồ liên kết với con bọ bằng bu lông cấu tạo $d = 16$ (không tính toán)
 - + Cách 2 : Hàn trước miếng đệm, bu lông liên kết xà gồ phải đặt đúng lỗ tạo trước \rightarrow ít dùng vì giảm yếu TD, không có lợi
- **Liên kết Panen** :
 - + Có miếng đệm chân panen để tăng cường cho TC chịu tải trọng tập trung của chân panen. Bản mắt đặt thật xuống, miếng đệm đặt trên 2 thanh cánh

e. NỐI THANH CÁNH

- Dùng thép góc hoặc thép bản
- Khi có thay đổi TD, thanh cánh được nối tại nút dàn
- Khoảng cách hở giữa 2 đầu thanh nối : 50mm

5.3.2. MẮT GỐI LÊN ĐẦU CỘT

a. CẤU TẠO

- Bản đế : giảm áp lực tại mặt tiếp xúc dàn với đầu cột do phản lực đầu dàn
- Bố trí bản đế để điểm đặt phản lực đầu dàn trùng với tâm bản đế
- Bản mã 1 liên kết với bản đế 2
- Thanh đứng đầu dàn phủ hết chiều cao bản mắt \rightarrow Tăng cứng cho mắt dàn theo phương ngoài mặt phẳng dàn
- Khoảng cách giữa mặt dưới thanh cánh dưới và bản gối : $\geq 150\text{mm}$ (để dễ chế tạo)

b. TÍNH TOÁN

- **Bản đế** :
 - + Tính như bản đế ở chân cột NĐT
 - + Yêu cầu : $\delta_{bd} \leq 30\text{mm}$
 - + Nếu : $\delta_{bd} > 30\text{mm}$ \rightarrow Gia cường bằng đôi sườn 3 \rightarrow Bản đế được chia thành các ô có kích thước nhỏ \rightarrow Momen trong các ô nhỏ $\rightarrow \delta_{bd}$ nhỏ
- **Đường hàn** :

- + Đường hàn liên kết bản mắt , thanh đứng (hoặc sườn) vào bản đế : tính chịu phản lực đầu dàn A . Tổng chiều dài đường hàn : $\sum l_h \geq \frac{A}{0,7 \cdot h_h \cdot R_g^h}$
- + Đường hàn liên kết các thanh vào bản mắt : tính chịu nội lực của thanh đó
- + Đường hàn sống : $\sum l_{hs} \geq \frac{k \cdot N}{0,7 \cdot h_h \cdot R_g^h}$
- + Đường hàn mép : $\sum l_{hm} \geq \frac{(1 - k) \cdot N}{0,7 \cdot h_h \cdot R_g^h}$

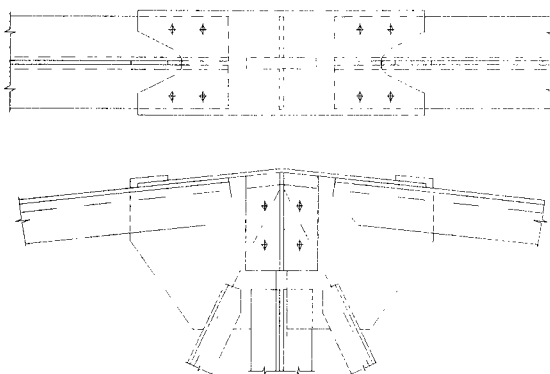
Trong đó : N : nội lực thanh
k : hệ số phân phối nội lực cho đường hàn sống và mép .

5.3.3. MẮT TRUNG GIAN:

- Đường hàn liên kết các thanh bụng vào bản mắt : tính chịu nội lực của thanh đó
- Đường hàn liên kết thanh cánh vào bản mắt : tính chịu hiệu số nội lực của 2 thanh cánh : $\Delta N = N_2 - N_1$
- Nếu $\Delta N = 0 \rightarrow$ lấy 10% trị số nội lực thanh cánh để tính
- Phân ΔN cho đường hàn sống và mép
- Có thể hàn đứt quãng với : l_h (của mỗi đoạn) $\geq 50\text{mm}$
- Tại mắt có lực tập trung P : chia đều P cho đường hàn sống và mép
- Nếu độ dốc thanh cánh : $i \leq 1/10 \rightarrow$ Xem $\Delta N \perp P$
- Đường hàn sống chịu : $R_1 = \sqrt{(k \cdot \Delta N)^2 + (P/2)^2}$
- Đường hàn mép chịu : $R_2 = \sqrt{[(1 - k) \cdot \Delta N]^2 + (P/2)^2}$

5.3.4. MẮT ĐỈNH

- **CẤU TẠO (mắt đỉnh là mắt khuếch đại)**
 - + **Bản mắt** được tách đôi cho 2 nửa dàn, sau đó nối lại nhờ 2 **bản nối 1**
 - + Mỗi bản nối được hàn trước với 1 nửa bản mắt
 - + **Bản ghép 2** : nối thanh cánh trên \rightarrow Được uốn gãy theo độ dốc thanh cánh Các đh liên kết bản ghép với thanh cánh và bản mắt : thực hiện ở hiện trường
 - + 2 **sườn 3** : gia cố bản ghép và bản nối , là vị trí liên kết với thanh chống dọc nhà ở đỉnh dàn.



▪ TÍNH TOÁN

- + Lực để tính toán : $N_t = 1,2 N$ (N : nội lực thanh cánh)

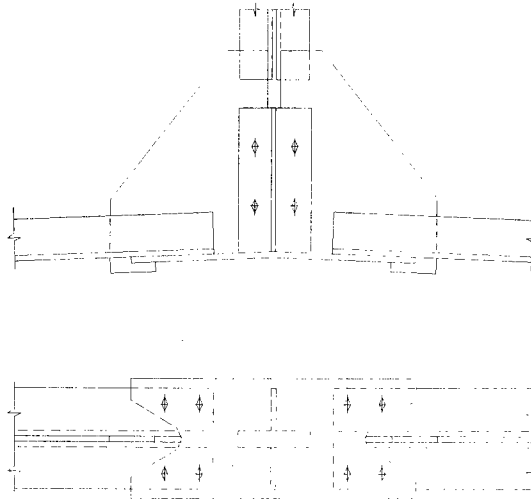
- + Diện tích qui ước chịu lực N_t : $F_{qu} = F_{bg} + 2.b_g . \delta_{bm}$
- + Trong đó :
 - F_{bg} : diện tích TD bản ghép
 - $2.b_g . \delta_{bm}$: diện tích của 1 phần bản mắt
 - b_g : bề rộng của thép góc cánh hàn với bản mắt
 - δ_{bm} : chiều dày bản mắt
- + Ứng suất ở diện tích qui ước (xem N_t đặt ở trọng tâm diện tích qui ước):

$$\sigma = \frac{N_t}{F_{qu}} \leq R$$
- + Đường hàn liên kết bản ghép vào thanh cánh : chịu lực thực tế truyền qua bản ghép :

$$N_{bg} = \sigma . F_{bg}$$
- + Đường hàn liên kết thanh cánh vào bản mắt chịu lực: $N_c = N_t - N_{bg} \geq \frac{N_t}{2}$
- + Đường hàn sống và mép liên kết thanh cánh vào bản mắt cùng chịu lực như nhau
- + 2 đường hàn liên kết bản nối với nửa bản mắt: tính chịu lực N_c
- + 4 đường hàn nằm ngang liên kết sườn với bản ghép tính chịu lực: $N_d = 2 N_{bg} . \sin\alpha$

5.3.5. MẮT GIỮ DÀN

- **CẤU TẠO** Giống mắt đỉnh dàn



- **TÍNH TOÁN**

- + Giống mắt đỉnh dàn
- + Khi có thanh xiên liên kết vào mắt , 2 đường hàn liên kết bản nối với nửa bản mắt tính chịu lực : $N_{bn} = N_c - 1,2.N.\cos\alpha$; Trong đó : N : nội lực trong thanh xiên
- + Nội lực N_{bn} là kéo , do khoan lỗ bắt bulông lắp tạm trước khi hàn nên phải kiểm tra sự làm việc chịu kéo của TD bản nối : $N_{bn} \leq (F_{bn} - F_{lỗ}) .m.R$
- Trong đó :
 - F_{bn} : diện tích tiết diện nguyên của 2 bản nối
 - $F_{lỗ}$: diện tích phần bị khoét lỗ
 - m : hệ số đklv ($m = 0,8$)

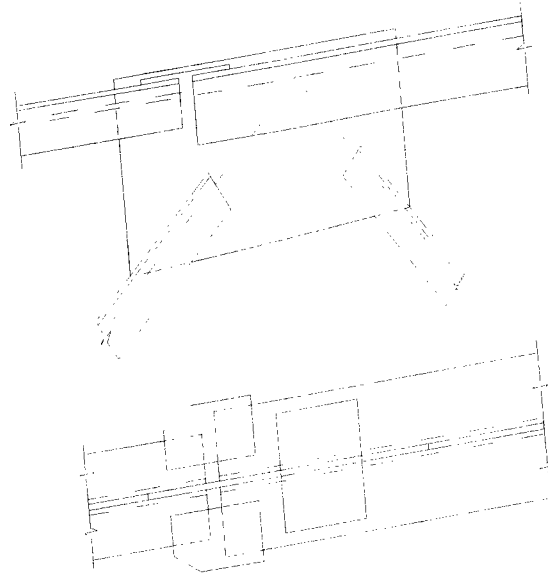
5.3.6. MẮT CÓ NỐI THANH CÁNH

▪ **CÁC HÌNH THỨC NỐI**

- + **Thực hiện trong nhà máy** : Do chiều dài thanh không đủ, Nối xong → Coi như thanh liền. Vị trí nối : ở mắt , ở những chỗ thuận lợi về phân bố nội lực
- + **Mối nối lắp ráp** : Do điều kiện vận chuyển, Nối bằng : Thép hình, Thép bản

▪ **CẤU TẠO**

- + Đầu thanh lớn vượt quá tâm mắt : 300 – 500 mm (do điều kiện đường hàn không đủ , điều kiện này không bắt buộc)
- + Dùng 2 bản ghép để nối thanh cánh
- + Khoảng cách giữa 2 đầu thanh : 50mm
- + Mối nối thực hiện ở 2 mắt



▪ **TÍNH TOÁN**

- + **Nối bằng thép bản** : (khi δ khác nhau) lấy trục trùng trục thanh lớn)
- + Lực tính toán : $N_t = 1,2 N_1$ (N_1 : nội lực thanh nhỏ)
- + Diện tích qui ước chịu lực N_t : $F_{qu} = \Sigma F_{bg} + 2 \cdot b_g \cdot \delta_{bm}$
 Trong đó :
 - ΣF_{bg} : tổng diện tích TD ngang của 2 bản ghép
 - $2 \cdot b_g \cdot \delta_{bm}$: diện tích của 1 phần bản mắt
 - b_g : bề rộng của cánh thép góc nhỏ hàn với bản mắt
 - δ_{bm} : chiều dày bản mắt
- + Ứng suất ở diện tích qui ước (xem N_t đặt ở trọng tâm diện tích qui ước)

$$\sigma = \frac{N_t}{F_{qu}} \leq R$$
- + Đường hàn liên kết bản ghép vào thanh cánh : chịu lực thực tế truyền qua bản ghép :

$$N_{bg} = \sigma \cdot F_{bg}$$
- + Đường hàn liên kết thanh cánh vào bản mắt chịu lực : $N_c = N_t - 2N_{bg} \geq \frac{N_t}{2}$
- + Đường hàn liên kết thanh lớn vào bản mắt tính chịu lực : $N_{c2} = 1,2N_2 - 2N_{bg} \geq \frac{1,2N_2}{2}$ (N_2 : nội lực thanh lớn)
- + Khi có lực tập trung đặt tại mắt : tính như ở nút trung gian

- **Nối bằng thép hình : khi □ bằng nhau**
 - + Tốt hơn cách trên vì giống như thanh nối dài
 - + Dùng tiết diện lớn hơn để chọn tiết diện bản ghép
 - + Lấy phần bản mắt $1,5 h_1$ để tính tiết diện bản ốp
 - + Diện tích tiết diện bản ốp (bằng thép góc) : $F_g \geq F_{cb} - 1,5h_1 \cdot \delta_{bm}$

5.3.7. CÁC CẤU TẠO KHÁC CỦA DÀN

- **BẢN THÉP GIA CƯỜNG**
 - + Khi bề dày cánh thép góc làm thanh cánh trên $\leq 10\text{mm}$ → cần gia cường thêm bản thép tại mắt dàn (vì lực tập trung tại mắt dễ làm cho cánh thép góc bị uốn cong)
 - + Kích thước bản mắt : phải đủ liên kết chân panen hoặc xà gỗ
 - + Bản mắt phải đặt hệt xuống để tạo phẳng mặt trên
- **TẮM ĐỆM**
 - + **Tác dụng :**
 - + Để 2 thép góc của thanh dàn cùng làm việc
 - + Tăng cường ổn định cho thanh dàn theo phương ngoài mặt phẳng
 - + **Kích thước :** $\delta_{td} = \delta_{bm}$; Chiều rộng : 50 – 100 mm ; Chiều dài : mỗi đầu lấy vượt ra khỏi bề rộng thanh dàn 10 – 15mm (để đủ chỗ hàn)
 - + Khoảng cách giữa các tấm đệm : a : Thanh nén : $a \leq 40 r$; Thanh kéo : $a \leq 80 r$ (r : bkqt của 1 thép góc , lấy đối với trục riêng 1-1)
 - + Mỗi thanh dàn đặt không ít hơn 2 tấm đệm

5.4. CÁC LOẠI DÀN KHÁC

5.4.1. DÀN NHẸ

- **CẤU TẠO**
 - + Dùng khi dàn nhỏ , tải trọng nhỏ
 - + Tiết diện thanh là 1 thép góc , riêng cánh trên dùng 2 thép góc để tăng ổn định cho dàn
 - + Không cần dùng bản mắt , các thanh liên kết trực tiếp với nhau
- **TÍNH TOÁN**
 - + Các thanh bụng chịu nén sẽ mất ổn định theo trục $x_0 - x_0$
 - + Trục các thanh không cùng nằm trong 1 mặt phẳng nên hệ số đklv $m = 0,75$
 - + Có thể dùng thanh dàn là thép tròn đk nhỏ (12 – 24mm) , thanh thép tròn được uốn gãy khúc thành thanh bụng và hàn trực tiếp với thanh cánh

5.4.2. DÀN NẶNG

- **CẤU TẠO**
 - + Dùng cho công trình nhịp lớn
 - + Thanh dàn : là cấu kiện tổ hợp , có nhiều dạng tiết diện
 - + Việc dựng lắp dàn : thực hiện từng thanh
 - + Liên kết : bulông cường độ cao
- **TÍNH TOÁN**
 - + Kể đến TLBT và tải trọng gió gây uốn thanh dàn
 - + Thanh dàn là cấu kiện kéo uốn , nén uốn

5.4.3. DÀN THÉP ỐNG

▪ ĐẶC ĐIỂM

- + Trọng lượng nhẹ
- + Thường dùng trong nhà nhịp lớn : nhà triển lãm , cung thể thao , sân vận động có mái che , . . .
- + Tiết diện thanh có r lớn → cứng , độ ổn định cao , chịu nén tốt , . . .

▪ CẤU TẠO

+ Liên kết :

- Hàn trực tiếp không cần bản mắt
- Đập bẹp đầu thanh bụng , liên kết đầu thanh bụng vào bản mắt
- Dùng bản mắt , xẻ rãnh thanh bụng , lồng vào bản mắt , liên kết với bản mắt bằng 4 đường hàn

+ Đường hàn :

- Nếu thanh bụng được gia công mép rồi hàn trực tiếp vào thanh cánh → coi đường hàn là đường hàn đối đầu
- Các trường hợp khác : coi như đường hàn góc

+ Chú ý : Bản mã phải hàn vào thanh cánh theo trục thanh nằm trong mặt phẳng dàn

▪ TÍNH TOÁN

- + Theo nguyên tắc thông thường
- + Để an toàn , độ bền của đường hàn liên kết các thanh bụng bằng thép ống :

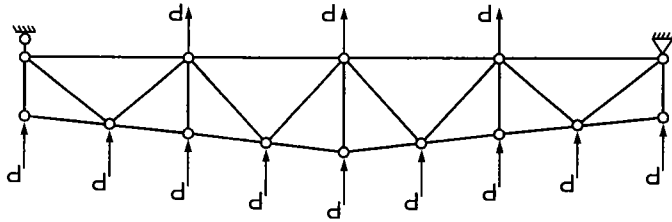
$$\frac{N}{0,7 \cdot h_h \cdot I_h} \leq 0,85 \cdot R_g^h$$
 ; Trong đó : 0,85 : hệ số đklv có kể đến ứng suất phân bố không đều dọc theo đường hàn
- + Nếu δ thanh thép ống cánh không đủ → Đặt thêm tấm đệm
- + Độ bền đường hàn trong liên kết không có bản mắt : $N \leq 0,95 \cdot F_h \cdot R$;
 Trong đó : R : cường độ tính toán chịu kéo hay nén (R_h^k, R_h^n) của đường hàn đối đầu; F_h : diện tích tiết diện thanh liên kết (diện tích tiết diện đường hàn)

5.3.4. DÀN ỨNG SUẤT TRƯỚC

- Phương pháp : đặt các dây căng bằng thép cường độ cao (dây cáp , bó thép sợi cường độ cao , . . .)
- Tác dụng :
 + Tạo nên ứng suất trước trong tất cả các thanh dàn
 + Các thanh chịu lực chính (thanh cánh trên , thanh cánh dưới) : giảm bớt lực
- Chú ý :
 + Cần bảo đảm ổn định cho thanh cánh dưới trong quá trình gây ứng suất trước
 + Ứng suất trước có thể thực hiện ở : vị trí thiết kế , tại hiện trường
- **CẤU TẠO**
 + Tiết diện các thanh giống dàn thường
 + Dây căng phải đặt theo trục dàn hay đối xứng với trục thẳng đứng của dàn
 + Chọn loại neo phụ thuộc vật liệu làm dây căng và trị số lực trong dây căng
- **TÍNH TOÁN (Xem KCT3)**
 + Dàn có dây căng tạo ứng suất trước trên nhiều thanh thì kết cấu dàn được tính như hệ siêu tĩnh . Lấy nội lực trong dây căng làm ẩn số .

Nhu vậy, trong thực tế làm việc chẳng hạn như kết cấu cầu : giữa 2 nút dàn ai cảm đoàn xe chạy bên trên được → tức là tải trọng sẽ tác dụng lên thanh dàn trong khoảng 2 mắt dàn. Hoặc kết cấu mái có xà gồ , Pa nên đặt không đúng mắt dàn thì sau. Trong trường hợp này người ta có 2 cách giải quyết sau :

Hình 5.10 Giải thiết tính toán dàn



Các thanh trong dàn chỉ chịu kéo hoặc nén.

- + Tải trọng tác dụng lên dàn được qui về lực tập trung đặt tại mắt dãn Do vậy thanh trong dàn liên kết khớp ở 2 đầu.
 - + Mắt dàn là giao điểm của các trục thanh và được xem là khớp lý tưởng → các
- Để giải được loại KC này, ta đưa ra các giả thiết sau:

5.2.1. CÁC GIẢ THIẾT TÍNH TOÁN

5.2. TÍNH DÀN

- + Tiết diện được chọn theo độ mảnh cho phép đối với thanh giằng, để an toàn nên lấy theo điều kiện chịu nén (vì hệ giằng có thể chịu nén hoặc có thể chịu kéo)
- + Ở nơi có hệ giằng hướng ngang → bắt buộc có hệ giằng đứng , nhưng ở nơi có nút đỉnh nóc (bắt buộc), nút đầu dàn, nút dưới chân cửa trời.
- + Theo phương dọc, hệ giằng đứng không bố trí liên tục để tránh hiện tượng một khoang bị phá hoại sẽ phá hoại hết hệ giằng, thường bố trí cách 2 – 3 khoang, tới thiểu cách một khoảng. Chỉ trong trường hợp có cấu trúc treo vào hệ giằng đứng thì mới bố trí HGD liên tục suốt chiều dài
- + Nếu nhịp $L \leq 30m$ thì chỉ đặt hệ giằng đứng ở giữa
- + Khoảng cách giữa chúng theo phương ngang không lớn hơn 15m, ở hai đầu
- + Được đặt theo phương đứng
- + Khoảng cách giữa chúng theo phương ngang không lớn hơn 15m, ở hai đầu
- + dàn vì kéo luôn có hệ giằng đứng.
- + Theo phương dọc, hệ giằng đứng không bố trí liên tục để tránh hiện tượng một khoang bị phá hoại sẽ phá hoại hết hệ giằng, thường bố trí cách 2 – 3 khoang, tới thiểu cách một khoảng. Chỉ trong trường hợp có cấu trúc treo vào hệ giằng đứng thì mới bố trí HGD liên tục suốt chiều dài
- + Ở những vị trí không có hệ giằng đứng thì đã có thanh chống dọc nhà : xà gồ nóc, thanh suốt. Thanh chống dọc nhà dùng để cố định những nút quan trọng: nút đỉnh nóc (bắt buộc), nút đầu dàn, nút dưới chân cửa trời.
- + Ở nơi có hệ giằng hướng ngang → bắt buộc có hệ giằng đứng , nhưng ở nơi có hệ giằng đứng thì chưa chắc có hệ giằng hướng ngang
- + Tiết diện được chọn theo độ mảnh cho phép đối với thanh giằng, để an toàn nên lấy theo điều kiện chịu nén (vì hệ giằng có thể chịu nén hoặc có thể chịu kéo)

- Cấu tạo

- + tròng của cầu treo.
- + Với nhà xưởng có cấu trúc treo (đặt ở hệ giằng đứng) → Hệ giằng đứng chịu tải
- + Đảm bảo vị trí chính xác giữa 2 mắt phẳng dàn vì kéo khi dựng lắp
- + Làm điểm tựa cho hệ giằng hướng ngang đặt trong mặt phẳng cảnh thường

$$F_2 = n_p \cdot p'_m \cdot B \cdot d$$

$$\text{Hoạt tải : } F_1 = n_p \cdot p'_m \cdot B \cdot d/2$$

$$G_2 = n_g \cdot (g_m' + g_d) \cdot B \cdot d$$

$$\text{Tĩnh tải : } G_1 = n_g \cdot (g_m' + g_d) \cdot B \cdot d/2$$

- Lực tập trung đặt tải mặt dãn :

$$p'_m = \frac{P_m}{\cos \alpha} \quad (\text{kg/m}^2 \text{ mặt bằng})$$

$$g'_m = \frac{g_m}{\cos \alpha} \quad (\text{kg/m}^2 \text{ mặt bằng})$$

- Qui đổi toàn bộ tải trọng trên 1 đơn vị diện tích mặt bằng :

c. TẢI TRỌNG BUA VỀ MẶT :

- Hệ số vượt tải : $n_p = 1,3$

$$+ p_m = 35 - 50 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{mái nhẹ}$$

$$+ p_m = 75 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{mái nặng}$$

- Qui phạm với hoạt tải mái :

treo (nếu có) , ...

- Gồm : trọng lượng người , thiết bị sửa chữa mái (hoạt tải mái) , tải trọng gió , cần trục

b. HOẠT TẢI :

+ α : hệ số trọng lượng bản thân dãn : $\alpha = 0,6 - 0,9$ cho $L = 18 - 36 \text{ m}$

+ L : nhịp dãn

+ n_g : hệ số vượt tải lấy bằng 1,1

+ 1,2 : hệ số kể đến trọng lượng các thanh giằng và xà gồ

Được tính theo công thức kinh nghiệm : $g_d = n_g \cdot 1,2 \cdot \alpha \cdot L$

- Trọng lượng bản thân kết cấu mái : (g_d)

+ Các tấm lợp vật liệu khác lấy theo catolô của nhà sản xuất

+ Panen : 250 - 350 kg/m²

+ Fibro : 30 kg/m²

+ Tôn : 25 kg/m²

+ Ngói : 45 - 60 kg/m² mái

- Tải trọng tấm lợp : (g_m)

cửa mái , trần , ...

- Gồm : tấm lợp , tấm chống thấm , các lớp cách nhiệt , xà gồ , bản thân dãn giằng ,

a. TÍNH TẢI :

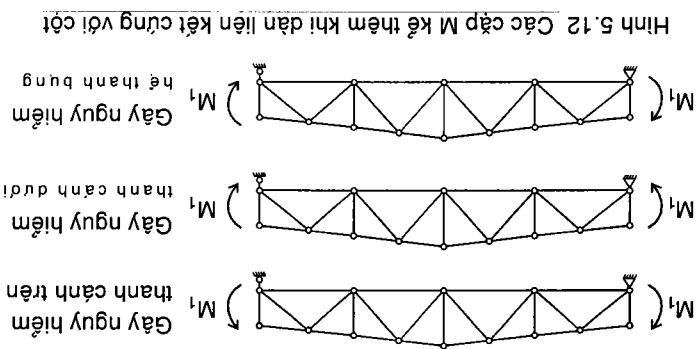
5.2.2. TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN MẶT DÀN

uốn của thanh dãn dồ (kết cấu mái)

+ Dùng dãn phân nhỏ hoặc tính dãn bình thường sau đó kiểm tra lại khả năng chịu

dãn (thường dùng cho kết cấu cầu).

+ Dùng hệ thống dãm có mặt truyền lực \rightarrow để truyền tải trọng về tập trung dùng mặt



Hình 5.12 Các cặp M kể thêm khi dàn liên kết cứng với cột

Trong TH dàn liên kết cứng với cột, tải trọng tác dụng vào dàn thêm 3 cặp mômen ở đầu (Sẽ học kỹ trong phần Dầm Mái Nhà Công Nghiệp)

Trên đây là TH dàn liên kết khớp với cột.

$$G_1 = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot d/2$$

$$G_1' = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot a/2$$

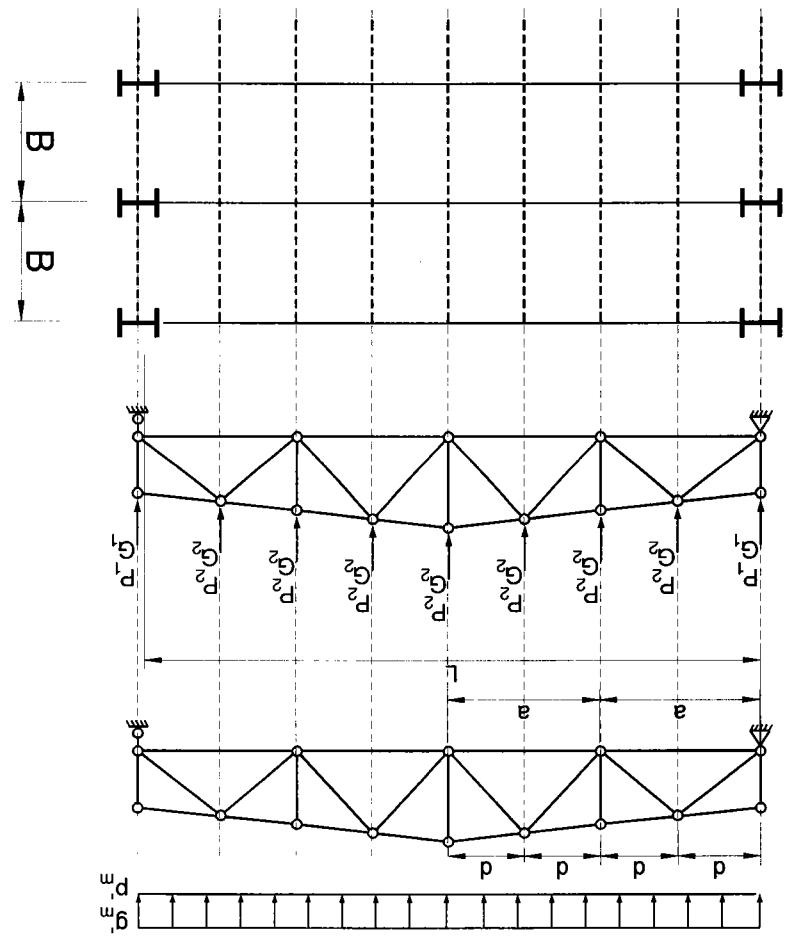
$$G_2 = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot d$$

$$G_2' = n_g \cdot (g_m' + 0,5 \cdot g_d) \cdot B \cdot a$$

Tính tải : Khi đó Trọng lượng bản thân dàn chia đôi : 1/2 cho các mắt trên; 1/2 cho các mắt dưới.

- Trường hợp dàn cơ trần : $g_{tr} > 30 \text{ kg/cm}^2$; $p_{tr} = 30 \text{ kg/cm}^2$

Hình 5.11 Xác định tải trọng



- Vẽ da giác dầy

cần bằng)

- Vẽ da giác lực khép kín. (Đl 1 vòng da giác lực khép kín, nếu không → lực không
- Đặt tên các miền của lực.
- Chọn tỉ lệ : Vd 2cm = 1T

Phương pháp giải đồ Cremona :

màu.

- Sau khi giải xong lập thành bảng "Nội lực lực tính cho các trường hợp tải trọng" theo **đề xác định nội lực**. (Học trong CKC1)
- Trường hợp bài toán chịu tải trọng di động, ta phải dùng **lý thuyết đường ảnh hưởng** dùng để giải.
- Ngày nay với sự phát triển công nghệ máy tính, có thể dùng các phần mềm chuyên
- Eô hóa : **Cremona (EA)**
- Giải tích : PP Tách mắt hoặc PP Mắt cắt
- b. **Xác định nội lực** : có thể tính theo các phương pháp sau

- + d : khoảng cách ngang giữa 2 mắt
- + P : lực tập trung đặt ngoài mắt
- $\Psi = 0,9$: cho các khoảng bên trong

$\Psi = 1$: khoảng đầu

- + Ψ : hệ số kể đến tính liên tục của cảnh trên

Trong đó :

$$M_{cb} = \frac{\Psi \cdot P \cdot d}{4}$$

khoảng cách ngang của 2 mắt

- Nêu không thì ngoài nội lực dọc trục, thanh dầm còn chịu uốn cục bộ. Momen uốn cục bộ được xác định gần đúng theo sơ đồ dầm đơn giản, gối tựa là mắt dầm, nhịp là
- Nêu có lực đặt ngoài mắt, thường đặt thêm dầm phân nhỏ để triệt tiêu momen do lực
- **Chú ý :**

vị trí treo cần trục vào dầm

- Tải trọng cầu trục treo (nếu có), thường dùng đường ảnh hưởng phân lực gối tựa
- Tải trọng gió phải (dầm không gian có bốn trường hợp gió)
- Tải trọng gió trái
- Hoạt tải dặt cả dầm
- Hoạt tải dặt ½ dầm phải
- Hoạt tải dặt ½ dầm trái
- Tải trọng thường xuyên dặt cả dầm
- a. **Các trường hợp tải trọng tính toán:**

5.2.3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG