

Chương 1:

NHỮNG TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA THÉP XÂY DỰNG

§1. Thép xây dựng:

Từ quặng (Fe_2O_3, Fe_3O_4) luyện trong lò dưới tác dụng t° được gang (%C > 1,7%), tiếp tục luyện và khử bớt C trong gang sẽ được thép (%C < 1,7%). Căn cứ vào hàm lượng C% để phân biệt gang và thép. Vật liệu chủ yếu làm kết cấu thép là thép than (thép C) và thép hợp kim thấp, ngoài ra đôi khi còn dùng gang đúc làm gối tựa hoặc hợp kim nhôm (rất hạn chế vì giá thành cao).

1.1. Phân loại thép xây dựng

1. Theo thành phần hóa học:

Dựa vào hàm lượng C% trong thép và các thành phần khác:

- *Thép C* : (%C < 1,7%) chia ra làm 3 loại:

* *Thép C thấp* (%C < 0,22%): Dẻo, mềm và dễ hàn. Thép xây dựng là thép C thấp.

* *Thép C vừa* (0,22 < %C < 0,6 %): Cường độ cao hơn nhưng giòn

* *Thép C cao* (0,6% < %C < 1,7%).

- *Thép hợp kim*: Có thêm các thành phần kim loại khác: Cr, Ni, Mn... để cải thiện tính chất thép. Thép hợp kim thấp có hàm lượng các kim loại < 2,5%.

2. Theo phương pháp luyện:

Có 2 loại

- *Thép lò quay* (Lò Bessmer, Thomas): Dung tích lớn 50-60 tấn/mẻ; thời gian luyện nhanh 10-20 phút/lò. Khó khống chế và điều chỉnh thành phần, không loại hết tạp chất có hại, cấu trúc không thuần nhất nên chất lượng thấp, không dùng làm kết cấu chịu tải trọng nặng, tải trọng động.

- *Thép lò bằng* (Lò Martin): Dung tích nhỏ hơn 30÷35 tấn/mẻ, thời gian luyện lâu 8÷12h/lò. Có thể khống chế và điều chỉnh thành phần, đủ thời gian khử hết tạp chất, cấu trúc thuần nhất nên chất lượng cao, dùng làm kết cấu chịu lực. Tuy nhiên, năng suất thấp, giá thành cao.

→ *Khắc phục*: Luyện bằng lò thổi ôxy chất lượng tương đương lò bằng, giá thành thấp hơn do năng suất cao, thời gian luyện nhanh hơn (40÷50 phút/mẻ).

3. Theo phương pháp khử ôxy:

Có 3 loại

- *Thép tĩnh*: Thép lỏng ra lò được khử ôxy và tạp chất, tránh được bọt khí trong thép nên cấu trúc thuần nhất, chất lượng cao nên được dùng làm kết cấu chịu tải trọng nặng, tải trọng động.

- *Thép sôi*: Thép lỏng ra lò đổ vào khuôn, bọt khí O_2 , CO_2 ... chưa ra hết đã nguội, tạo những chỗ khuyết tật, dễ sinh ứng suất tập trung khi chịu lực và bị lão hóa, dẫn đến phá hoại dòn, không nên dùng làm kết cấu chịu lực chính.

- *Thép nửa tĩnh*: Chất lượng và giá thành trung gian giữa 2 loại trên.

1.2. Cấu trúc và thành phần hóa học của thép:

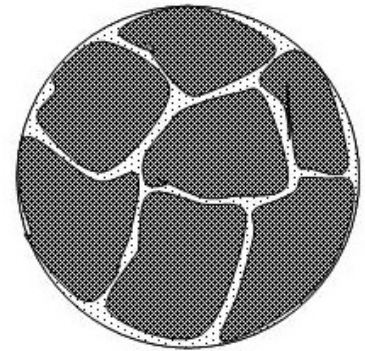
1. Cấu trúc tinh thể:

Cấu trúc thép (hình 1.1) tạo bởi:

- *Ferit*: Fe nguyên chất, chiếm 99% thể tích, dẻo và mềm.

- *Ximetic*: Hợp chất Fe_3C , cứng và dòn do thành phần C.

- *Màng peclit*: Hỗn hợp Fe và Fe_3C , là màng đàn hồi, bao quanh ferit. Màng càng dày, thép càng cứng và kém dẻo.



Hình 1.1: Cấu trúc tinh thể

2. Thành phần hóa học:

- Fe chiếm 99 %.

- C: Có hàm lượng nhỏ hơn 1,7%. Lượng C càng cao, thép có cường độ lớn nhưng dòn nên khó hàn và khó gia công. Yêu cầu thép xây dựng có: %C < 0,22%.

- *Các thành phần có lợi:*

* Mn: $0,4 \div 0,65$ %. Tăng cường độ, độ dai, nhưng làm thép dòn

→ %Mn < 1,5%

* Si: $0,12 \div 0,35$ %. Tăng cường độ nhưng giảm tính chống gỉ, khó hàn

→ %Si < 0,3%.

- *Các thành phần có hại:*

* P: Giảm tính dẻo và độ dai va chạm, thép dòn ở nhiệt độ thấp.

* S: Làm thép dòn ở nhiệt độ cao, dễ nứt khi rèn và hàn.

* O_2, N_2 : Làm thép dòn, cấu trúc không thuần nhất

→ % O_2 < 0,05 %; % N_2 < 0,0015%.

Ngoài ra trong thép hợp kim còn có thêm một số thành phần Ni, Cr, Cu... để cải thiện tính chất thép.

1.3. Số hiệu của thép xây dựng:

1. Thép C:

Theo ký hiệu Liên Xô (cũ) từ $CT_0 \div CT_7$. Chỉ số càng cao hàm lượng C càng lớn, thép có cường độ cao nhưng kém dẻo khó hàn và gia công.

- * CT₀: Dẻo, dùng làm kết cấu không chịu lực: Bulông thường, đinh tán, chi tiết...
- * CT₁, CT₂: Mềm, cường độ thấp, dùng trong kết cấu vỏ.
- * CT₃: Phổ biến nhất trong xây dựng, thường là thép lò bằng-sôi hoặc thép nửa tĩnh. Kết cấu chịu tải trọng nặng, động dùng thép lò bằng-tĩnh.
- * CT₄: Cường độ cao, dùng trong công nghiệp đóng tàu.
- * CT₅: Khó gia công chế tạo, khó hàn chỉ dùng cho kết cấu đinh tán.
- * CT₆, CT₇: Quá cứng, dòn không dùng được trong xây dựng, chỉ dùng làm máy công cụ...

2. Thép hợp kim thấp:

Ngày càng phổ biến trong xây dựng nhờ cường độ cao, bền và chống gỉ tốt. Theo ký hiệu Liên Xô (cũ), các chỉ số chỉ thành phần hóa học và hàm lượng C.

Ví dụ: 15XCHΠ: 0,15% C, C: Silic, H: Ni, Π: Cu.

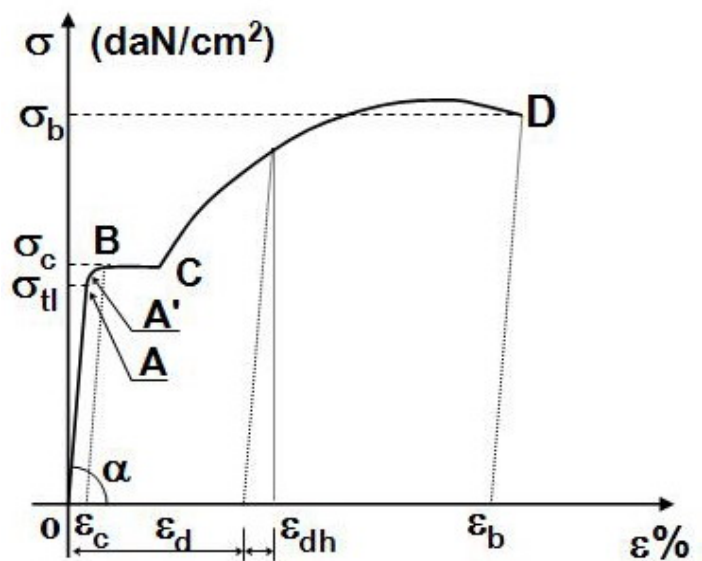
ξ2. Sự làm việc của thép chịu kéo:

Sự làm việc chịu kéo là dạng chịu lực cơ bản của thép, qua đó có thể thấy được các đặc trưng cơ học chủ yếu của thép như: ứng suất giới hạn, biến dạng giới hạn, môduyn đàn hồi...

2.1. Biểu đồ ứng suất - biến dạng:

- Kéo một mẫu thép mềm CT3 tiêu chuẩn bằng tải trọng tĩnh tăng dần. Vẽ biểu đồ quan hệ ứng suất (σ) - biến dạng tương đối (ϵ), hình 1.2: Trục tung Oy biểu thị ứng suất $\sigma = N/F$ (KN/cm²). Trục hoành Ox biểu thị biến dạng tương đối $\epsilon = \Delta l/l$ % . (F, l: Tiết diện và chiều dài ban đầu của mẫu thép) .

- Biểu đồ gồm 4 giai đoạn:



Hình 1.2: Biểu đồ kéo của thép carbon thấp.

1. Giai đoạn 1 (Giai đoạn đàn hồi)

* *Đoạn OA*: Đoạn thẳng. Quan hệ $\sigma - \varepsilon$ tuân theo luật Hooke:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (E: \text{Môđun đàn hồi, thép CT}_3 \text{ c}$$

Đến A, thôi tác dụng, vật liệu khôi phục lại trạng thái: *Giai đoạn tỷ lệ*. Ứng suất tỷ lệ $\sigma_{\text{H}} = \sigma_{\text{A}} = 2000 \text{ Kg/cm}^2$

* *Đoạn AA'*: Hơi cong. Không còn giai đoạn tỷ lệ, biến dạng sẽ mất đi khi không còn tải trọng.

2. *Giai đoạn 2 (Giai đoạn đàn hồi - dẻo)*

* *Đoạn A'B*: Đoạn cong. Vật liệu làm việc đàn hồi đến B. Đến B thôi tác dụng, biểu đồ sẽ qua A trở về 0.

3. *Giai đoạn 3 (Giai đoạn chảy dẻo)*

* *Đoạn BC*: Hầu như nằm ngang. Biến dạng tăng. Đến C, thôi tác dụng, vật liệu trở về theo đường giảm tải tại C. $\sigma_{\text{C}} = \sigma_{\text{B}} = \sigma_{\text{c}} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$. $\varepsilon = 0,2 \% \div 2,5\%$.

4. *Giai đoạn 4 (Giai đoạn tự gia cường, cứng cố)*

* *Đoạn CD*: Đoạn cong thoải. Thép không chảy nữa mà lại như có vẻ chịu được lực \rightarrow Thép tự gia cường. Sau đó, biến dạng tăng nhanh, tiết diện mẫu thép bị thu hẹp và bị kéo đứt ở $\sigma_{\text{D}} = \sigma_{\text{b}} = 3800 \div 4000 \text{ Kg/cm}^2$. $\varepsilon_{\text{D}} = \varepsilon_{\text{b}} = 20 \div 25\%$.

Giải thích: Dựa vào cấu trúc hạt của thép và cấu trúc tinh thể của các hạt ferit. Mạng nguyên tử của các tinh thể hạt ferit có những khuyết tật (biến vị) làm cho các phần tinh thể ferit khi chịu lực dễ bị trượt tương đối với nhau. Trong giai đoạn tỷ lệ, biến dạng của thép là do biến dạng hồi phục được của các mạng nguyên tử. Sau đó, một số hạt ferit có biến vị xuất hiện trượt làm biến dạng tăng nhanh hơn ứng suất (giai đoạn đàn hồi - dẻo). Khi ứng suất tiếp tục tăng, sự trượt các hạt riêng lẻ phát triển thành đường trượt làm thép biến dạng lớn với ứng suất không đổi (giai đoạn chảy dẻo). Sau đó, màng peclit cứng hơn so với ferit nguyên chất ngăn cản biến dạng của các tinh thể. Ứng suất do đó tiếp tục tăng (giai đoạn tự gia cường). Khi ứng suất tập trung chỗ tiết diện thu hẹp vượt quá lực tương tác nguyên tử, thép mới bị đứt.

Nhận xét:

- Về quan niệm tính: Khi ứng suất trong thép vượt quá giới hạn chảy, thép coi như không còn khả năng làm việc bình thường do biến dạng quá lớn \rightarrow Lấy giới hạn chảy σ_{c} làm giới hạn không được phép vượt qua. Mặt khác, khi $\sigma < \sigma_{\text{c}}$, biến dạng kết cấu nhỏ nên phù hợp với các giả thiết của sức bền vật liệu.

Giai đoạn 1: Giai đoạn đàn hồi.

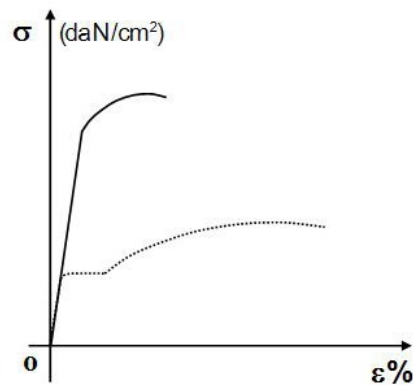
$$\sigma < \sigma_{\text{H}} \quad : \text{Dùng lý thuyết đàn hồi. } E = \text{const}$$

Giai đoạn 2: Giai đoạn đàn hồi - dẻo.

$$\sigma_{\text{H}} < \sigma < \sigma_{\text{c}} \quad : \text{Dùng lý thuyết đàn hồi - dẻo. } E \neq \text{const.}$$

$$\sigma = \sigma_{\text{c}} \quad : \text{Dùng lý thuyết dẻo. } E = 0.$$

- Hiện tượng "thêm chảy": Chỉ xảy ra ở thép có hàm lượng C% = 0,1 ÷ 0,3%. Nếu không, sau giai đoạn đàn hồi, đường cong chuyển ngay sang giai đoạn tự gia cường.



Hình 1.3: Biểu đồ kéo của thép carbon cao.

Đối với thép này, quy ước lấy giới hạn chảy tương ứng với biến dạng $\varepsilon = 0,2\%$. Biểu đồ vật liệu dòn có dạng như hình 1.3.

2.2. Tính toán cấu kiện chịu kéo:

Tính theo điều kiện bền

* Cấu kiện không cho phép biến dạng dẻo:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq \gamma \cdot R \quad (1.1)$$

F_{th} : Diện tích tiết diện thu hẹp.

γ : Hệ số điều kiện làm việc.

* Cấu kiện cho phép biến dạng dẻo:

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq \gamma \cdot R_b / \gamma_b \quad (1.2)$$

Với: $\gamma_b = 1,3$

2.3. Các đặc trưng cơ học chủ yếu của thép

Biểu đồ kéo cho thấy các đặc trưng cơ học chủ yếu của thép quy định trong quy phạm tùy mức thép, đó là:

- *Modun đàn hồi E*: Độ dốc của đoạn thẳng OA. $E = \sigma / \varepsilon = \tan \alpha$. (α : Góc nghiêng của biểu đồ đàn hồi - Thép CT₃ $E = 2 \cdot 10^6$ Kg/cm²). Giai đoạn tỷ lệ $E = \text{const}$, giai đoạn chảy $E = 0$, giai đoạn tự gia cường, E rất nhỏ và $E \approx 0$.

- *Giới hạn tỷ lệ σ_{tl}* : Giá trị ứng suất giới hạn vật liệu làm việc theo định luật Hooke.

- *Giới hạn chảy σ_c* : Quan trọng nhất vì đó là ứng suất lớn nhất có thể có trong vật liệu mà không được phép vượt qua. Khi ứng suất trong kết cấu đạt σ_c (Thép CT₃, $\sigma_c = 2400$ Kg/cm²), coi như kết cấu đạt trạng thái giới hạn về cường độ \rightarrow là căn cứ xác định cường độ tính toán của thép.

- *Giới hạn bền σ_b* : Cường độ tức thời của thép khi bị kéo đứt, Đối với thép CT₃, $\sigma_b > \sigma_c$ do đó nó xác định vùng an toàn dự trữ giữa hai trạng thái làm việc và phá hoại. Đối với thép không có thêm chảy, σ_b là trị số giới hạn ứng suất làm việc (kể thêm hệ số an toàn). Đối với thép có thêm chảy nhưng cho phép biến dạng dẻo có thể lấy ứng suất giới hạn theo σ_b (kể thêm hệ số an toàn).

- *Biến dạng khi đứt*: Đặc trưng cho độ dẻo và độ dai của thép. Thép CT₃ có $\varepsilon_b = 20 \div 25\% \gg \varepsilon_c = 0,2\%$ chứng tỏ thép không bao giờ bị kéo đứt khi còn ở trạng thái dẻo. Thép chỉ bị phá hoại khi đã chuyển sang dòn.

Giải thích: Nếu ít C, màng peclit không đủ để ngăn các hạt ferit trượt. Ngược lại, màng peclit dày luôn luôn ngăn cản không cho các hạt ferit trượt nên biểu đồ sẽ hầu như không có thêm chảy.

§3. Sự làm việc của thép chịu nén:

Thép chịu nén bị phá hoại dưới 2 dạng: Mất khả năng chịu lực hoặc mất ổn định.

- *Đối với mẫu ngắn:* (Chiều cao mẫu l không lớn hơn 5 đến 6 lần so với bề rộng) Sự làm việc chịu nén không khác mấy so với khi chịu kéo, cũng có các giai đoạn đàn hồi, chảy và tự gia cường, tức là có cùng các đặc trưng cơ học như: Giới hạn tỷ lệ σ_{tl} , giới hạn chảy σ_c, ϵ_c , mô đun đàn hồi E ... Tuy nhiên, trong giai đoạn tự gia cường không xác định được giới hạn bền σ_b vì thép không bị kéo đứt mà bị phình ra và tiếp tục chịu được tải trọng lớn \rightarrow Thép bị phá hoại là do biến dạng lớn.

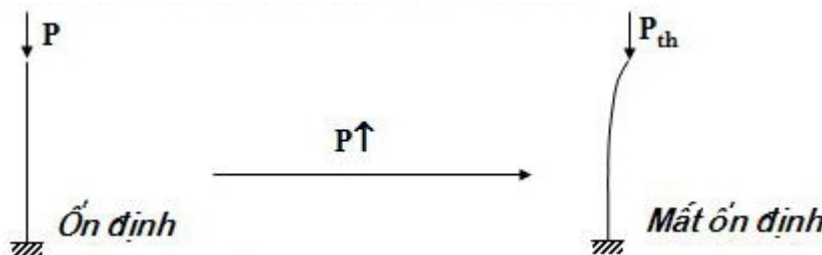
- *Đối với mẫu dài:* Thường thép mất khả năng chịu lực chủ yếu là do mất ổn định.

3.1. Hiện tượng mất ổn định:

Xét thanh thẳng chịu tác dụng lực nén đúng tâm P .

- Khi P còn nhỏ, dưới tác dụng của lực ngẫu nhiên H , thanh lệch khỏi vị trí ban đầu (lực P vẫn đúng tâm), thôi tác dụng H , thanh trở về trạng thái ban đầu \rightarrow thanh ở trạng thái cân bằng ổn định.

- Khi P đạt giá trị giới hạn P_{th} , dưới tác dụng của H ngẫu nhiên dù nhỏ khi thôi tác dụng, thanh không thể trở về trạng thái ban đầu \rightarrow Thanh đã bị mất ổn định.



Hình 1.4: Hiện tượng mất ổn định.

3.2. Tính toán ổn định thanh chịu nén:

- *Hiện tượng:* Khi lực nén $P = P_{th}$, thanh không còn thẳng mà bị uốn cong trong mặt phẳng có độ cứng nhỏ nhất. Sau đó dù tăng P lên rất ít thanh vẫn bị cong nhanh và mất khả năng chịu lực. Đối với thanh chịu nén, tính toán ổn định là xác định P_{th} , từ đó tìm ra σ_{th} .

-*Điều kiện thanh ổn định:* $\sigma < \sigma_{th}$.

1. Công thức Euler:

Xác định P_{th} cho thanh đàn hồi chịu nén 2 đầu liên kết khớp là:

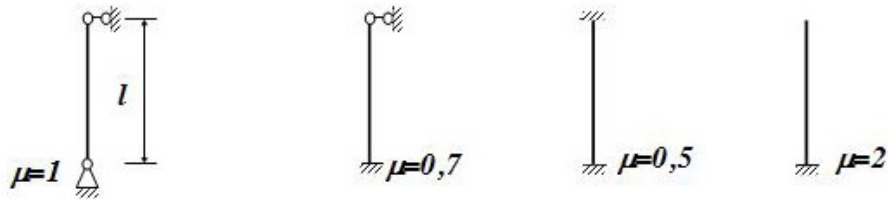
$$P_{th} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{l_0^2} \quad (1.3)$$

E : Mô đun đàn hồi của vật liệu.

J_{\min} : Mômen quán tính nhỏ nhất của tiết diện.

l_0 : Chiều dài tính toán của thanh. $l_0 = \mu \cdot l$ (1.4)

μ : Hệ số phụ thuộc hình thức liên kết 2 đầu thanh.



Hình 1.5: Hệ số μ theo dạng liên kết 2 đầu thanh nén

Ứng suất tới hạn:
$$\sigma_{th} = \frac{P_{th}}{F_{ng}} = \frac{\pi^2 EJ_{min}}{l_0^2 F_{ng}}$$

Có:
$$r_{min} = \sqrt{\frac{J_{min}}{F_{ng}}} \quad (1.5) \quad \text{: Bán kính quán tính tiết diện}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{min}} \quad (1.6) \quad \text{: Độ mảnh của cấu kiện}$$

$$\rightarrow \sigma_{th} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (1.7)$$

-*Nhận xét:* * σ_{th} phụ thuộc độ mảnh λ và E (đặc trưng cơ học vật liệu) mà không phụ thuộc ngoại lực tác dụng.

* Thanh có r_{min} càng lớn, σ_{th} càng lớn tức khả năng chịu lực của thanh càng cao. \rightarrow Cùng diện tích thép, tiết diện có bán kính quán tính r lớn nhất là hình thức tiết diện hợp lý nhất.

Chứng minh công thức Euler:

Bỏ qua trọng lượng bản thân thanh, mômen tiết diện x khi thanh mất ổn định:
 $M_x = P_{th} \cdot y$. Giả thiết khi mất ổn định thép còn làm việc đàn hồi ($E = const$) phương trình vi phân gần đúng của đường đàn hồi thanh chịu nén là:

$$y''(x) = -\frac{M_x}{E \cdot J_{min}} = -\frac{P_{th} \cdot y(x)}{E \cdot J_{min}} \quad \text{hay} \quad y''(x) + \frac{P_{th} \cdot y(x)}{E \cdot J_{min}} = 0$$

Đặt
$$\alpha^2 = \frac{P_{th}}{E \cdot J_{min}}$$

$$\rightarrow y''(x) + \alpha^2 \cdot y(x) = 0$$

Nghiệm tổng quát phương trình:

$$y(x) = A \sin \alpha x + B \cos \alpha x.$$

Điều kiện biên: $x=0, y=0 \rightarrow B=0$; $x=l, y=0 \rightarrow A \sin \alpha l = 0$. $A \neq 0$ (Vì nếu $A=0$ thì luôn có $y(x)=0$ trái giả thiết ban đầu thanh đã mất ổn định ($y(x) \neq 0$) $\rightarrow \sin \alpha l = 0$

$$\rightarrow \alpha = n \cdot \pi / l$$
. So sánh công thức $\alpha^2 \rightarrow P_{th} = \frac{n^2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{l^2}$.

Khi thanh mất ổn định, chỉ cần P_{th} đạt trị số nhỏ nhất $n=1 \rightarrow P_{th} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{l^2}$.

2. Công thức Euler mở rộng:

- Công thức (1.3) (1.7) chỉ đúng khi thanh làm việc trong miền đàn hồi $\sigma_{th} < \sigma_{ti}$:
 $E = \text{const.}$

$$\text{Đối với thép CT}_3 : \sigma_{th} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} < \sigma_{ti} = 2000 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \lambda \geq \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{ti}}} = 105.$$

Khi thanh có $\lambda < 105$: trước khi mất ổn định đã có một phần vật liệu chuyển sang làm việc ở giai đoạn dẻo. $E = d\sigma/d\varepsilon$

→ Công thức Euler mở rộng:

$$\sigma_{th} = \frac{\pi^2 E_q}{\lambda^2} \quad (1.8)$$

$$\text{Với:} \quad E_q = \frac{EJ_1 + EJ_2}{J} \quad (1.9)$$

E_q : Môđun đàn hồi quy ước.

E, E_d : Môđun đàn hồi và môđun biến dạng dẻo

J_1, J_2 : Mômen quán tính của phần tiết diện làm việc đàn hồi và phần tiết diện biến dạng dẻo.

J : Mômen quán tính của cả tiết diện.

Chứng minh E_q :

$$\text{Mômen } M = \int_{F_1} \sigma_1 \cdot y_1 \cdot dF + \int_{F_2} \sigma_2 \cdot y_2 \cdot dF$$

$$\text{Với} \quad \sigma_1 = \frac{E \cdot y_1}{P}; \quad \sigma_2 = \frac{E_d \cdot y_2}{P};$$

$$M = \int_{F_1} \frac{E}{P} \cdot y_1^2 \cdot dF + \int_{F_2} \frac{E_d}{P} \cdot y_2^2 \cdot dF$$

E, E_d : giá trị là hằng số

$$\rightarrow M = \frac{E \cdot J_1}{P} + \frac{E_d \cdot J_2}{P} = \frac{E_q \cdot J}{P} \text{ hay } E_q = \frac{EJ_1 + EJ_2}{J}$$

- Thực tế thanh nén dọc trục luôn chịu các tác nhân gây uốn (độ lệch tâm ngẫu nhiên, độ cong ban đầu...) do đó không có nén dọc trục hoàn toàn mà phải kể đến độ lệch tâm nhỏ, đặc trưng bởi hệ số uốn dọc: $\varphi = \frac{\sigma_{th}}{\sigma_c}$ (1.10)

Nếu lấy cường độ tính toán của thép $R = \sigma_c$

$$\rightarrow \sigma_{th} = \varphi \cdot R$$

$$\text{Mặt khác:} \quad \sigma_{th} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

$$\rightarrow \varphi = \frac{\pi^2 E}{R \cdot \lambda^2} \quad (1.11)$$

Nên φ phụ thuộc mác thép và độ mảnh cấu kiện (λ): $\varphi = f(\lambda) \rightarrow$ Tra phụ lục I.2

3. Tính toán thanh chịu nén:

Phải tính cả 2 điều kiện:

- Điều kiện bền: $\sigma = \frac{N}{F_{th}} \leq R$ (1.12)

F_{th} : Diện tích tiết diện thu hẹp

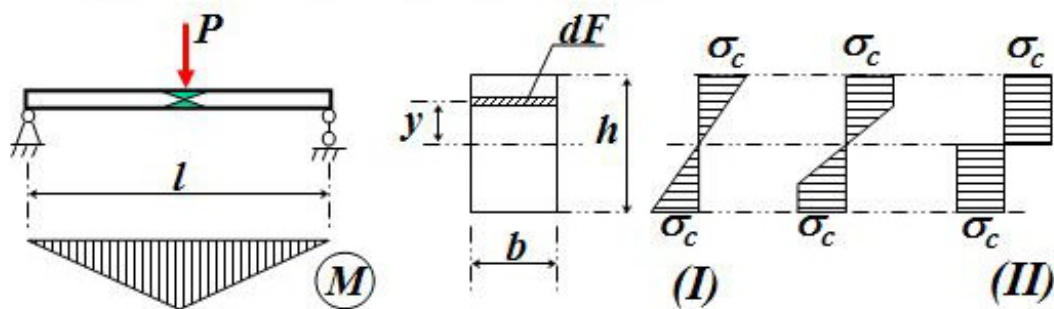
- Điều kiện ổn định: $\sigma = \frac{N}{F_{ng}} \leq \varphi.R$ (1.13)

F_{ng} : Diện tích tiết diện nguyên

Giải thích: Sở dĩ tính ổn định được lấy F_{ng} , bỏ qua giảm yếu vì sự giảm yếu cục bộ trên mặt cắt ngang chỉ ảnh hưởng đến độ bền mà không ảnh hưởng nhiều đến độ ổn định

ξ4. Sự làm việc của thép chịu uốn:

4.1. Sự làm việc của cấu kiện chịu uốn:



Hình 1.6: Sự làm việc của cấu kiện chịu uốn

1. Trong giai đoạn đàn hồi:

- Khi P nhỏ, biểu đồ ứng suất dạng tam giác. Các thành phần nội lực M sinh ra ứng suất pháp σ và Q sinh ra ứng suất tiếp τ .

- Điều kiện bền của dầm chịu uốn trong giai đoạn đàn hồi:

$$\sigma = \frac{M}{W_{th}} \leq \gamma.R \quad (1.14)$$

$$\tau = \frac{Q.S}{J.b} \leq \gamma.R_c \quad (1.15)$$

M, Q: Mômen và lực cắt do tải trọng tính toán

W_{th} : Mômen kháng uốn của tiết diện giảm yếu

S: Mômen tĩnh của phần tiết diện nguyên trượt đối với trục trung hòa

b: Bề rộng cấu kiện

- Khi P lớn, mômen tăng, ứng suất σ tăng theo, khi các thớ biên đạt giới hạn chảy $\sigma = \sigma_c$ giai đoạn đàn hồi kết thúc (I).

$$M_{gh}^{dh} = \sigma_c . W_{th} \quad (1.16)$$

2. Trong giai đoạn có biến dạng dẻo:

- Tiếp tục tăng P, do tính chất “thềm chảy” nên dù biến dạng tăng, ứng suất các thớ biên vẫn không tăng, chỉ có ứng suất các thớ bên trong tiếp tục tăng và đạt giới hạn chảy, vùng dẻo lan dần vào các thớ trong. Khi toàn bộ tiết diện đạt giới hạn chảy $\sigma = \sigma_c$, biểu đồ ứng suất có dạng hình chữ nhật (II). Tại tiết diện đặt lực P xuất hiện “khớp

đéo" làm hai phần dầm có thể xoay được. Ở trạng thái này, toàn bộ tiết diện dầm làm việc trong giới hạn dẻo. Mômen đạt giá trị giới hạn và không tăng được nữa, dầm bị phá hoại.

$$M_{gh}^d = \sigma_c \cdot \int_F y \cdot dF = \sigma_c \cdot W_d \quad (1.17)$$

- Điều kiện bền của dầm chịu uốn có xét đến biến dạng dẻo là :

$$\sigma = \frac{M}{W_d} \leq \gamma \cdot R \quad (1.18)$$

$W_d = S_t + S_d$: Mômen kháng uốn dẻo.

S_t, S_d : Mômen tĩnh của phần trên, dưới đối với trục trung hòa của tiết diện.

* Tiết diện hình chữ nhật:

$$\frac{M_{gh}^d}{M_{gh}^{dh}} = \frac{\sigma_c \cdot W_d}{\sigma_c \cdot W} = \frac{b \cdot h^2 / 4}{b \cdot h^2 / 6} = 1,5 \quad \rightarrow \quad W_d = 1,5 W$$

* Tiết diện chữ I, [: $W_d = (1,12 \div 1,13) W$

→ Khả năng chịu uốn khi hình thành khớp dẻo lớn hơn khi làm việc đàn hồi.

- Điều kiện cho phép kể đến biến dạng dẻo:

* Dầm phải đảm bảo điều kiện ổn định tổng thể.

* Tải trọng tác dụng là tải trọng tĩnh

* Tại vị trí M_{max} (xuất hiện khớp dẻo) có ứng suất tiếp $\tau \leq 0,3 \cdot R$

Nên sử dụng việc tính khớp dẻo ở dầm liên tục.

- Nếu trên tiết diện dầm có cả ứng suất pháp σ và ứng suất tiếp τ đồng thời tác dụng thì tiết diện sẽ nhanh chóng đạt giới hạn chảy khi:

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sigma_c$$

Biểu đồ ứng suất có dạng hình cong. Sự chảy không chỉ bắt đầu từ các thớ biên khi $\sigma = \sigma_c$ mà có thể bắt đầu từ các thớ bên trong khi $\tau = \frac{\sigma_c}{\sqrt{3}}$ (ứng suất chảy khi trượt thuần túy).

Quy phạm cho phép tính gần đúng cấu kiện chịu uốn đồng thời với chịu cắt có kể đến biến dạng dẻo theo công thức :

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,15 \cdot \gamma \cdot R \quad (1.19)$$

Đối với tiết diện chữ I, hiện tượng chảy có thể xảy ra trước tiên ở chỗ nối giữa bản bụng và bản cánh vì có σ và τ lớn nên kiểm tra theo (1.19)

4.2. Tính toán cấu kiện chịu uốn:

- Tính theo điều kiện cường độ: $\sigma = \frac{M}{W_{th}} \leq \gamma \cdot R \quad (1.14)$

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot \delta} \leq \gamma \cdot R_c \quad (1.15)$$

- Tính theo điều kiện biến dạng: $f \leq [f] \quad (1.20)$

f : Biến dạng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra trong cấu kiện.

$[f]$: Biến dạng giới hạn. Tra phụ lục I.3.

ξ5. Phá hoại dòn:

Sự phá hoại của thép khi làm việc có 2 loại:

- *Phá hoại dẻo*: Phá hoại khi biến dạng lớn, xảy ra do sự trượt của các phân tử khi ngoại lực tác dụng lớn hơn lực chống trượt giữa chúng.

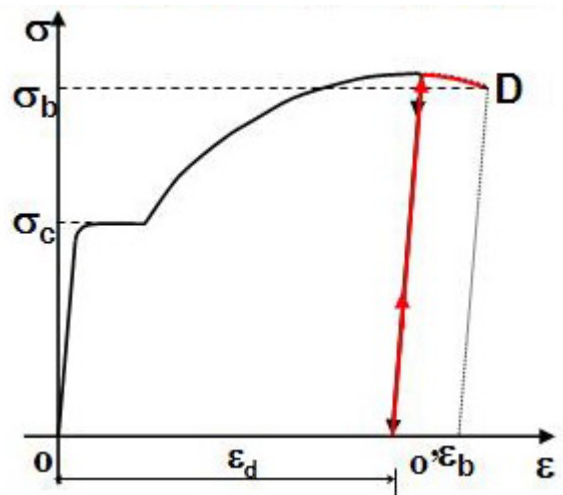
- *Phá hoại dòn*: Phá hoại khi biến dạng còn nhỏ, đột ngột và kèm theo vết nứt do các phân tử tách rời nhau khi lực tương tác giữa chúng mất đi → Nguy hiểm hơn nhiều so với phá hoại dẻo.

- Thép luôn có lực chống trượt nhỏ hơn lực kéo đứt nên bình thường thép chỉ có thể bị phá hoại dẻo (mất khả năng chịu lực do biến dạng quá lớn). Trong những điều kiện đặc biệt (thép bị lão hóa, biến cứng, chịu ứng suất cục bộ, chịu tải trọng lặp...) thép mới bị phá hoại dòn (đứt gãy, sụp đổ...) rất nguy hiểm:

5.1. Hiện tượng cứng nguội:

- Kéo một mẫu thép đến giai đoạn dẻo, bỏ tải, thép có biến dạng dư ϵ_p . Gia tải lần thứ hai, thép lập lại theo đường giảm tải lần thứ nhất, thêm chày của thép do đó giảm đi. Nếu lần đầu kéo thép đến quá biến dạng dẻo thì những lần chịu tải sau, thép làm việc hầu như trong giai đoạn đàn hồi, giới hạn đàn hồi tăng, nhưng biến dạng phá hoại giảm đi rất nhiều.

- Vậy sau khi thép bị biến dạng dẻo ở t° thường, khi chịu lực trở lại trở nên cứng hơn, giới hạn đàn hồi cao hơn nhưng biến dạng khi phá hoại lại thấp hơn, thép đã chuyển sang dòn. Hiện tượng tăng giới hạn đàn hồi do bị biến dạng dẻo trước gọi là hiện tượng "*cứng nguội*". Nó làm tăng cường độ của thép nhưng làm thép dòn không có lợi cho kết cấu thép. Ví dụ: uốn nguội cấu kiện, cắt máy, đột lỗ... → Cần chú ý hạn chế các nguyên nhân gây cứng nguội thép khi chế tạo.



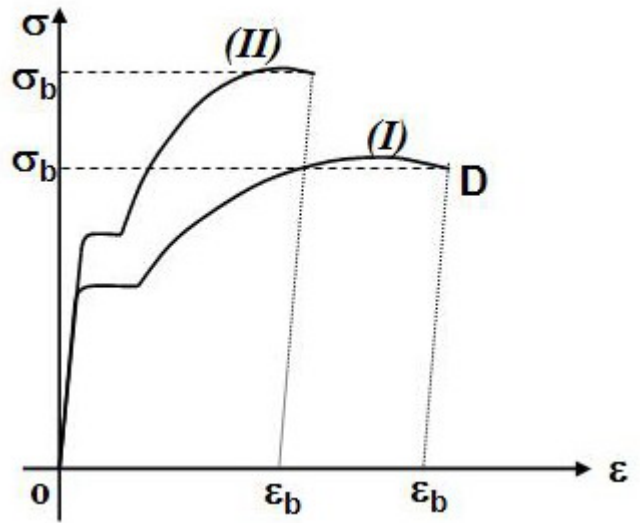
Hình 1.7: Hiện tượng cứng nguội của thép

Giải thích: Sau khi thép làm việc ở ngoài giới hạn đàn hồi, khi không chịu lực nữa sẽ có biến dạng dư làm giảm biến dạng khi thép chịu lực lại và thép trở nên dòn. Tuy nhiên, có trường hợp khi giảm biến dạng lúc phá hoại không quan trọng lắm, có thể lợi dụng hiện tượng này để tăng cường độ thép: Kéo nguội thép để làm cốt thép cho cấu kiện BTCT...

5.2. Hiện tượng già thép:

- Lấy hai mẫu thép sản xuất cùng một mẻ, mẫu thứ nhất kéo ngay (I), mẫu thứ hai để vài chục năm sau mới kéo (II), thì mẫu thứ hai sẽ có giới hạn chảy (cường độ) cao hơn nhưng độ dẻo thấp hơn mẫu thứ nhất → Mẫu thứ hai đã chuyển sang dòn. Hiện tượng cường độ thép tăng lên theo thời gian nhưng độ biến dạng và dai giảm đi gọi là hiện tượng “già thép”.

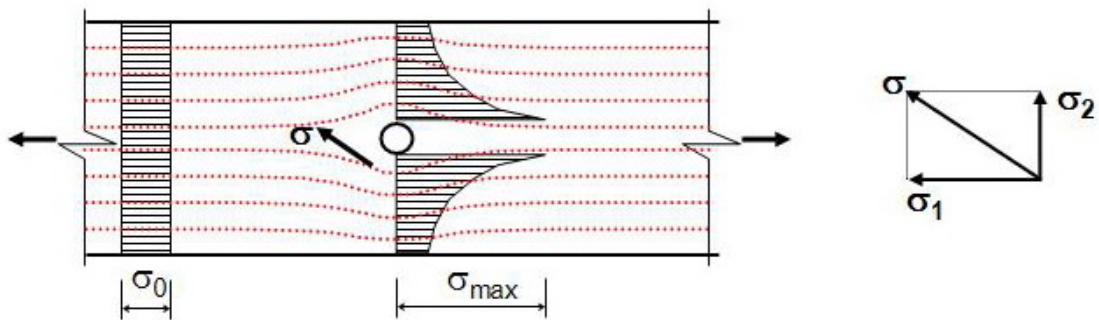
Giải thích: Khi sản xuất trong hạt ferit còn lẫn tạp chất, qua thời gian, tạp chất tách khỏi hạt ferit và làm dày màng pearlit khiến cho thép có cường độ tăng nhưng biến dạng lại giảm đi. Khi tính toán không được kể đến sự tăng cường độ do già thép vì bên cạnh tác dụng tăng cường độ, nó còn làm thép dòn.



Hình 1.8: Hiện già của thép

5.3. Hiện tượng chịu ứng suất phân bố không đều

- Khi thép chịu tải, nếu tiết diện không có khuyết tật ứng suất trong tiết diện sẽ phân bố đều. Nếu thép có khuyết tật (bị khoét lỗ, cắt rãnh...) thì ứng suất trên tiết diện phân bố không đều, xung quanh mép chỗ khuyết sẽ có ứng suất tập trung. Tại đó, đường lực (quỹ đạo ứng suất chính) tập trung (thể hiện ứng suất tăng) và uốn cong (chứng tỏ ứng suất theo hai phương σ_1, σ_2).



Hình 1.9: Sự tập trung ứng suất do lỗ khoét, rãnh cắt...

- Mức độ tập trung ứng suất đặc trưng bởi hệ số tập trung ứng suất:

$$k = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_0} \quad (1.21)$$

σ_{\max} : ứng suất lớn nhất ở mép lỗ.

σ_0 : ứng suất trung bình khi thanh không bị khoét lỗ.

- Ở trạng thái ứng suất phẳng, khi có ứng suất hai phương σ_1, σ_2 cùng dấu, giới hạn tỷ lệ tăng, thép không còn “thềm chảy”, biến dạng khi phá hoại giảm nhiều → Thép trở nên giòn.

- Hiện tượng này không phụ thuộc tải trọng, chỉ phụ thuộc hình thức tiết diện → khi thiết kế, cần hạn chế tối đa các lỗ khoét, khe rãnh... có ứng suất tập trung dễ hình thành phát triển khe nứt dẫn đến kết cấu có thể bị phá hoại đột ngột khi biến dạng nhỏ → phá hoại giòn.

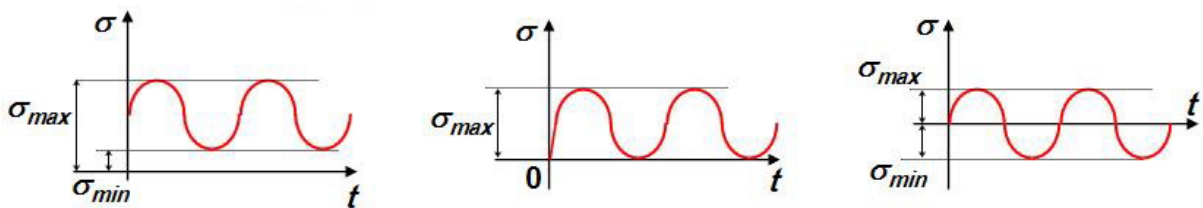
- Thường đối với kết cấu chịu tải trọng tĩnh, ít chịu ảnh hưởng sự tập trung ứng suất do khi biến dạng dẻo, ứng suất cục bộ lại được phân bố đều trên tiết diện → bỏ qua ứng suất cục bộ khi tính toán kết cấu chịu tải trọng tĩnh. Đối với kết cấu chịu tải trọng động, sự tập trung ứng suất rất nguy hiểm vì dễ làm thép bị phá hoại giòn. Đánh giá bởi độ dai xung kích (thể hiện mức độ thép dễ bị phá hoại giòn dưới ảnh hưởng ứng suất tập trung)

Giải thích: Dựa vào lý thuyết ứng suất tiếp. Sự chảy của thép chủ yếu do trượt dưới tác dụng ứng suất tiếp. Ở trạng thái ứng suất phẳng, ứng suất tiếp lớn nhất sẽ là: $\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$ (1.22).

Khi σ_1, σ_2 cùng dấu và có trị số đều lớn, τ sẽ nhỏ, vật liệu sẽ khó trượt hơn (biến dạng giảm) trong khi σ_1 rất lớn do ứng suất tập trung có thể đạt σ_c → Thép bị phá hoại khi biến dạng nhỏ → Phá hoại giòn. Khi $\sigma_1 = \sigma_2, \tau = 0$, sự chảy không xảy ra, thép bị đứt giòn.

5.4. Thép chịu tải trọng lặp:

1. Tải trọng lặp: Là tải trọng có chiều cũng như trị số thay đổi nhiều lần. Khi chịu tải trọng lặp thép có thể bị phá hoại ở ứng suất thấp hơn giới hạn chảy σ_c (do tải trọng tĩnh), phá hoại đột ngột khi biến dạng còn rất nhỏ, kèm theo vết nứt → Thép “bị mỏi” và bị phá hoại giòn. Ví dụ: Gió tác dụng vào cột thép cao, hoạt động của cầu chạy gây ra lực chấn động tác dụng lên dầm...



Hình 1.10: Các đặc trưng biến đổi ứng suất

2. Ứng suất phá hoại khi chịu tải trọng lặp: Gọi là cường độ mỏi hay cường độ chấn động σ_{cd} . σ_{cd} phụ thuộc 3 yếu tố chủ yếu:

- Loại tải trọng: Mức độ thay đổi tải trọng đặc trưng bởi hệ số:

$$\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \quad (1.23)$$

* Khi ρ có giá trị từ 0 ÷ +1 → $\sigma_{cd} = \sigma_c$

* Khi ρ có giá trị -1 → $\sigma_{cd} = 0,4 \cdot \sigma_b$ hay $0,75 \cdot \sigma_c$

- Số lần chấn động: càng lớn thì σ_{cd} càng giảm và ổn định khi số lần lặp đạt trên 2.10^6 lần.

- *Trạng thái bề mặt ngoài của cấu kiện*: Tại vị trí khuyết tật (khe, rãnh, lỗ..) sẽ có tập trung ứng suất, khi chịu chấn động sẽ hình thành và phát triển khe nứt làm kết cấu bị phá hoại đột ngột do ứng suất chấn động σ_{cd} chỉ còn 0,17. $\sigma_c \rightarrow$ Rất nguy hiểm cần chú ý phòng tránh.

\rightarrow Đối với kết cấu chịu tải trọng chấn động phải dùng hệ số $\gamma < 1$ để giảm cường độ tính toán.

Giai thích thêm: Công thức: σ_{cd} được tính theo công thức:

$$\sigma_{cd} = \gamma \cdot \sigma_c \quad \text{Với: } \gamma = \frac{1}{a - b \cdot \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}} \leq 1 \quad (\text{Thép CT}_3, a=1; b=0,5)$$

5.5. Thép chịu ảnh hưởng của nhiệt độ:

Nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến tính chất cơ học của thép.

Khi $t^0 = 300-350^0C$: thép có nhiều hạt to và trở nên giòn \rightarrow Không nên để thép chịu va chạm xung kích. Tiếp tục tăng nhiệt độ thì tính chất đó thay đổi, độ dẻo tăng lên nhưng giới hạn chảy giảm nhanh (cường độ giảm).

Ở nhiệt độ $600-650^0C$: giới hạn chảy của thép $\approx 0 \rightarrow$ Thép không còn khả năng chịu lực.

Khi nhiệt độ dưới 0^0C : cường độ thép có tăng đôi chút nhưng thép trở nên giòn.

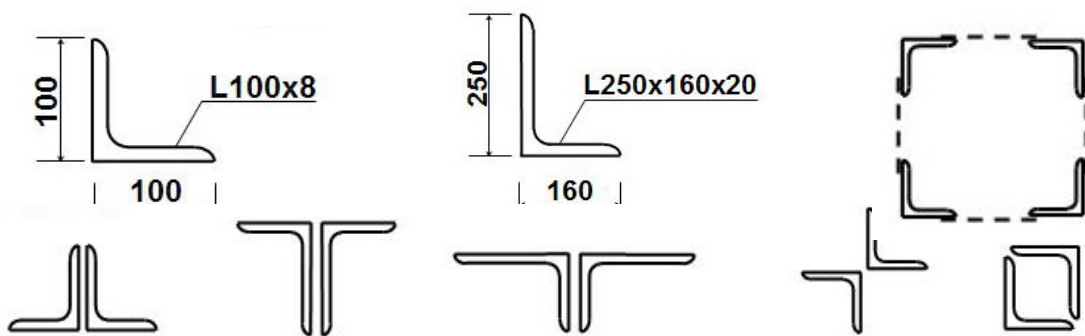
Dưới -10^0C : tính dẻo của thép giảm rõ rệt, đến -45^0C , thép rất giòn và dễ nứt.

§6. Quy cách thép dùng trong xây dựng

Thép dùng trong xây dựng có 2 loại chủ yếu: Thép hình và thép bản

6.1. Thép hình:

1. Thép góc:



Hình 1.11: Thép góc và sử dụng

Có 2 loại:

- *Thép góc đều cạnh*: Ký hiệu Bxd (mm) (B: bề rộng cánh, d: bề dày cánh)

Gồm 67 loại, bé nhất L20x3, lớn nhất L250x20

- *Thép góc không đều cạnh*: Ký hiệu B×b×d (mm) (B, b: bề rộng cánh, d: bề dày cánh)

Gồm 47 loại, bé nhất L25×16×3, lớn nhất L250×160×20.

- *Chiều dài thanh*: $l = 4 \div 13\text{m}$.

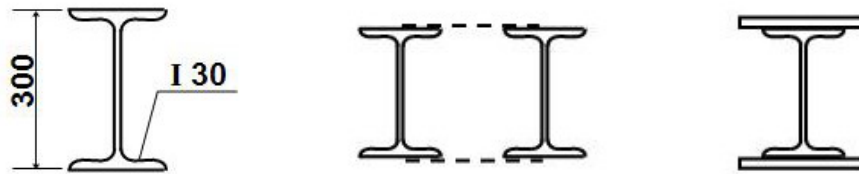
- *Đặc điểm*:

* Tiết diện cánh có 2 mép song song → Cấu tạo liên kết thuận tiện

- *Sử dụng*:

* Dùng riêng rẽ, hay tổ hợp để làm thanh nén, kéo, thanh giằng...

2. Thép chữ I:



Hình 1.12: - Thép I và ứng dụng

- *Loại phổ thông*: Gồm 23 loại. Từ N⁰10÷N⁰60 (chiều cao từ 100 ÷ 600mm)

- *Loại mở rộng cánh*: Từ N⁰18a÷N⁰30a

- *Chiều dài thanh*: $l = 4 \div 13\text{m}$.

- *Đặc điểm*:

* Tiết diện có $W_x \gg W_y$

* Chịu uốn tốt.

* Khó liên kết do cánh ngắn và vát chéo.

- *Sử dụng*:

* Dùng riêng rẽ, hay tổ hợp để làm cấu kiện chịu uốn, chịu nén...

3. Thép chữ U:

Gồm 22 loại. Ký hiệu **U**, từ **U5** ÷ **U40** (chiều cao từ 50÷400mm). Từ **U14a**÷ **U24a** cánh rộng và dày hơn.

* Chiều dài thanh $l = 4 \div 13\text{m}$.



Hình 1.13: - Thép U và ứng dụng

- *Đặc điểm*:

* Chịu uốn xiên tốt.

* Có mặt bụng phẳng, nên dễ liên kết với các cấu kiện khác.

- *Sử dụng*: Xà gồ, thanh dàn nặng (dàn cầu), cột, ghép tạo tiết diện đối xứng.

4. Các loại thép hình khác:

- *Thép vuông*: Cạnh $a=80 \div 150\text{mm}$.

- *Thép tròn*: Đường kính $d=4 \div 250\text{mm}$ → Thanh chịu kéo, bulông, đinh tán...
- *Thép ống không hàn*: Ký hiệu $d \times \delta$ (d : Đường kính ngoài, δ : bề dày). Từ $42 \times 2,5 \div 500 \times 15$

Tiết diện đối xứng, thoáng gió, bán kính quán tính lớn, chịu lực tốt → Dùng làm thanh dàn, thanh trong các tháp trụ cao.

- *Thép ray*:



Hình 1.14: - Các dạng thép hình khác

6.2. Thép bản:

- Được dùng nhiều trong xây dựng chiếm 40 ÷ 60% trọng lượng công trình, dễ tạo ra các cấu kiện theo thiết kế. Có các loại sau:

* *Loại phổ thông*: $\delta = 4 \div 60 \text{ mm}$; $b = 160 \div 1050 \text{ mm}$; $l = 6 \div 12 \text{ m}$.

* *Loại dày*: $\delta = 4 \div 160 \text{ mm}$; $b = 600 \div 1400 \text{ mm}$; $l = 4 \div 8 \text{ m}$.

* *Loại mỏng*: $\delta = 0,2 \div 4 \text{ mm}$; $b = 600 \div 1400 \text{ mm}$; $l = 1,2 \div 4 \text{ m}$.

- *Sử dụng*: Làm kết cấu bản, lợp mái, dập thành thép hình mỏng có dạng đặc biệt...

§7. Phương pháp tính kết cấu thép:

7.1. Phương pháp tính theo trạng thái giới hạn (TTGH):

1. Định nghĩa:

TTGH là trạng thái mà kết cấu không thể sử dụng được nữa do mất khả năng chịu lực hay biến dạng vượt quá giới hạn cho phép.

2. Các trạng thái giới hạn:

Có 3 trạng thái giới hạn:

a. TTGH thứ nhất (về cường độ):

Gồm các trạng thái kết cấu mất khả năng chịu lực hoặc không sử dụng được nữa do: Bị phá hoại về bền, mất ổn định, mỏi hay bị biến đổi hình dạng.

$$\text{Điều kiện làm việc: } N \leq \Phi \quad (1.24)$$

Trong đó:

- N : Nội lực phát sinh trong kết cấu do tải trọng tính toán gây ra. Công thức tổng quát:

$$N = \sum_{i=1}^n p_i^{tc} \cdot \alpha_i \cdot n_i \quad (1.25)$$

* P_i^{tc} : Tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên công trình.

* α_i : Nội lực sinh ra trong kết cấu khi có tải trọng tiêu chuẩn đơn vị $P_i^{tc}=1$ tác dụng.

* n_i : Hệ số vượt tải tương ứng tải trọng P_i^{tc} nhằm kể đến khả năng tải trọng thực tế lớn hơn tải trọng tiêu chuẩn trong quá trình làm việc của kết cấu.

* n : Số tải trọng tác dụng lên công trình.

- Φ : Khả năng chịu lực của kết cấu phụ thuộc vào đặc trưng hình học tiết diện và tính chất cơ học của vật liệu. Công thức tổng quát:

$$\Phi = \gamma \cdot F \cdot R \quad (1.26)$$

* γ : Hệ số điều kiện làm việc.

* F : Đặc trưng hình học tiết diện (Diện tích F , mômen chống uốn W , mômen quán tính J , mômen tĩnh S ...).

* R : Cường độ tính toán của vật liệu.

b. TTGH thứ hai (về biến dạng):

Là trạng thái mà kết cấu không thể sử dụng bình thường do biến dạng vượt quá biến dạng giới hạn.

Điều kiện làm việc: $\Delta \leq \Delta_{gh} \quad (1.27)$

- Δ : Biến dạng (võng, lún, rung, nứt...) của kết cấu do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

Công thức tổng quát:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n P_i^{tc} \cdot \delta_i \quad (1.28)$$

P_i^{tc} : Tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên công trình.

δ_i : Biến dạng của kết cấu khi có tải trọng tiêu chuẩn đơn vị $P_i^{tc}=1$ tác dụng.

- Δ_{gh} : Biến dạng giới hạn của kết cấu cho trong quy phạm

Chú ý: Khi tính toán kết cấu theo TTGH thứ hai, việc tính biến dạng sử dụng tải trọng tiêu chuẩn (không kể đến hệ số vượt tải) vì tính chất thay đổi giá trị nhất thời của tải trọng không làm ảnh hưởng đến biến dạng của kết cấu (chỉ sinh ra do tác động lâu dài, ổn định của tải trọng)

c. TTGH thứ ba (về khe nứt):

Là trạng thái kết cấu không sử dụng được nữa do đã hình thành và phát triển khe nứt.

Kết cấu thép chỉ tính với hai trạng thái thứ nhất và thứ hai vì thép không được nứt.

3. Cường độ tính toán - Hệ số điều kiện làm việc:

a. Cường độ tính toán R : Là cường độ đảm bảo kết cấu làm việc với xác suất an toàn 95 %.

$$R = R_{tc} / \gamma_m \quad (1.29)$$

- γ_m : Hệ số an toàn của vật liệu tính đến các yếu tố bất lợi làm giảm cường độ kết cấu $k < 1$.

Ví dụ: Thép cường độ thường, vừa có $\sigma_c \leq 3800 \text{kg/cm}^2 \rightarrow \gamma_m = 1,05$; thép cường độ cao $\sigma_c \geq 3800 \text{kg/cm}^2 \rightarrow \gamma_m = 1,15...$

- R_{tc} : Cường độ giới hạn tiêu chuẩn của thép quy định trong tiêu chuẩn thiết kế.

* Thép không có vùng chảy hoặc thép được phép làm việc quá giới hạn dẻo: $R_{tc} = \sigma_b$.

* Thép có vùng chảy, không cho phép biến dạng dẻo $R_{tc} = \sigma_c$.

Ví dụ: Thép CT3 có $\sigma_c = 2400 \text{kg/cm}^2$; $R = 2100 \text{kg/cm}^2$

Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	CT3; CT4	CT5	Đơn vị
Kéo, nén và uốn	R	2100	2300	Kg/cm ²
Cắt	R _c	1300	1400	Kg/cm ²
Ép mặt	R _{em}	3200	3400	Kg/cm ²

b. Hệ số điều kiện làm việc: (γ)

- Là hệ số kể đến mức độ làm việc của kết cấu thuận lợi hay bất lợi so với điều kiện bình thường (Tải trọng dài hạn tác dụng lặp nhiều lần, các giá thiết tính toán là gần đúng, ảnh hưởng của môi trường t^o, ω) Tra phụ lục I.1.

Ví dụ: Dầm bụng đặc và các thanh nén trong dàn $\gamma = 0,9$; dầm bụng đặc khi tính ổn định tổng thể $\gamma = 0,95$; cột nhà dân dụng, cột trụ tháp nước $\gamma = 0,95...$ vỏ ngoài hay đáy bể chứa $\gamma = 0,8$;

Ngoài ra, còn có tải trọng hay nội lực phải nhân với hệ số an toàn sử dụng γ_n phụ thuộc mức độ quan trọng, cấp và độ bền công trình.

Công trình dân dụng công nghiệp thông thường: $\gamma_n = 0,98$;

Công trình đặc biệt quan trọng như công trình công cộng, tháp truyền hình...: $\gamma_n = 1$

Công trình không quan trọng như nhà kho, nhà tạm: $\gamma_n = 1$

4. Tải trọng - Tổ hợp tải trọng:

a. Tải trọng: Bao gồm:

- Tải trọng thường xuyên (Tĩnh tải): Là tải trọng không đổi về phương, chiều, giá trị như: Trọng lượng bản thân kết cấu, tác dụng ứng lực trước, trọng lượng đất đắp...

- Tải trọng tạm thời (Hoạt tải): Là tải trọng không tác dụng thường xuyên trên công trình gồm các loại:

* Hoạt tải dài hạn: Trọng lượng thiết bị, vật tư, nước trên tháp hay bể chứa...

* Hoạt tải ngắn hạn: Gió, tải trọng người đi lại sửa chữa, đồ đạc, thiết bị nâng cấu...

- Tải trọng đặc biệt: Xuất hiện trong tình huống đặc biệt như: Động đất, nổ, sự cố kỹ thuật..

b. Tải trọng tiêu chuẩn - tải trọng tính toán.

- **Tải trọng tiêu chuẩn** : Xác lập trên cơ sở xác suất thống kê, được cho trong tiêu chuẩn, đó là trị số tải trọng lớn nhất có thể có trong công trình khi sử dụng bình thường.

- **Tải trọng tính toán** : Kể đến thay đổi giá trị của tải trọng tiêu chuẩn do những sai lệch ngẫu nhiên khác với những điều kiện bình thường, đặc trưng bởi hệ số vượt tải n quy định trong quy phạm. Ví dụ: Trọng lượng kết cấu chế tạo ở công xưởng $n = 1,1$; ở công trường $n = 1,2$; tải trọng gió $n = 1,3$, hoạt tải sàn $n = 1,2 \div 1,4$.

c. Tổ hợp tải trọng: Gồm các loại sau:

-Tổ hợp cơ bản: Gồm tĩnh tải + hoạt tải dài hạn + n_c .hoạt tải ngắn hạn.

-Tổ hợp đặc biệt: Gồm tĩnh tải+hoạt tải dài hạn + n_c .(hoạt tải ngắn hạn + 1 tải trọng đặc biệt)

Với: n_c là hệ số tổ hợp (được dùng vì xác suất xảy ra đồng thời các loại tải trọng tác dụng lên công trình với trị số lớn nhất là ít hơn so với trường hợp một hay vài tải trọng riêng lẻ).

* Tổ hợp cơ bản: $n_c = 1$ khi có một loại hoạt tải ngắn hạn; $n_c = 0,9$ khi có nhiều hơn hai loại hoạt tải ngắn hạn;

* Tổ hợp đặc biệt: $n_c = 0,8$ đối với mọi hoạt tải ngắn hạn.

7.2.Phương pháp tính theo ứng suất cho phép:

-Theo phương pháp này, ứng suất lớn nhất do tải trọng tiêu chuẩn sinh ra trong kết cấu không vượt quá ứng suất cho phép trong quy phạm.

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_c}{k_0} \quad (1.30)$$

σ : Ứng suất do tải trọng tiêu chuẩn sinh ra trong kết cấu

$[\sigma]$: Ứng suất cho phép theo quy phạm

k_0 : Hệ số an toàn phụ thuộc nhiều yếu tố:

* Tải trọng thực tế có thể lớn hơn tổ hợp tải trọng tính toán

* Lúc dựng lắp sử dụng kết cấu có khuyết tật.

* Giới hạn chảy và tính chất cơ học thực tế có thể nhỏ hơn trị số tiêu chuẩn.

* Kết cấu thực có sai khác so với kết cấu tính toán.

* Điều kiện làm việc thực tế phức tạp hơn so với điều kiện tính toán...

7.3.So sánh hai phương pháp:

-Xét dầm chịu uốn.

$$* \text{ Theo TTGH: } M = n \cdot M^{tc} \leq \Phi = \gamma \cdot k \cdot \sigma_c \cdot W \rightarrow \sigma = \frac{M^{tc}}{W} \leq \frac{\sigma_c}{\frac{n}{\gamma \cdot k}} = \frac{\sigma_c}{k'} \quad (*)$$

$$* \text{ Theo ứng suất cho phép: } \sigma = \frac{M^{tc}}{W} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_c}{k_0} (**)$$

- *Nhận xét:* So sánh (*) và (**) về hình thức tương tự song lại khác ở các trị số an toàn $k_0 \neq k'_0$.

* Trong phương pháp TTGH, k_0 là tổ hợp của các hệ số (hệ số vượt tải n , hệ số điều kiện làm việc, hệ số đồng chất k), hệ số vượt tải n cho phép đánh giá ảnh hưởng của từng loại tải trọng trong những điều kiện làm việc cụ thể do đó kết cấu làm việc với độ an toàn cao.

* Trong phương pháp ứng suất cho phép, k_0 là hệ số trung bình nên phương pháp TTGH chính xác hơn và tiết kiệm vật liệu, có cơ sở khoa học, sát với thực tế nên được sử dụng phổ biến. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, xác định các hệ số n, γ, k của một số kết cấu đặc biệt (cầu, cửa van...) khá phức tạp nên vẫn còn sử dụng phương pháp ứng suất cho phép để tính toán.