

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP




Chương 1 : KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.1. BẢN CHẤT SỰ LÀM VIỆC CHUNG
GIỮA BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.2. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA KẾT CẤU BÊ
TÔNG CỐT THÉP

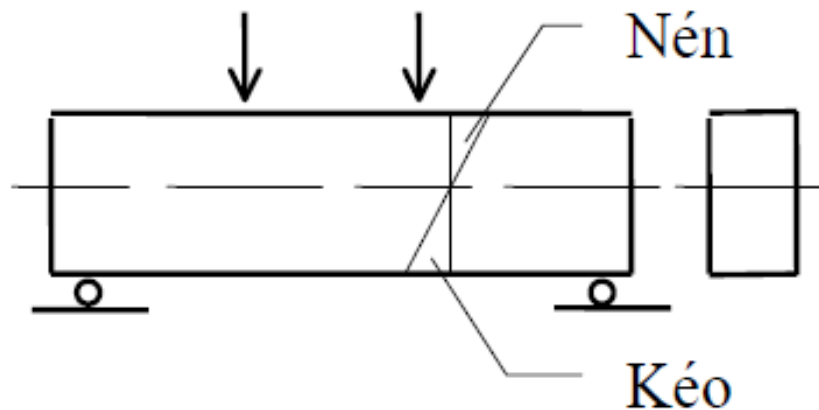
1.3. PHÂN LOẠI VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG
CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.1. BẢN CHẤT SỰ LÀM VIỆC CHUNG GIỮA BÊ TÔNG CỐT THÉP

- 
- Bê tông cốt thép là vật liệu xây dựng phức hợp do bê tông và cốt thép cùng cộng tác chịu lực
 - Bê tông là đá nhân tạo được chế tạo từ các vật liệu rời (Cát, sỏi,...gọi là cốt liệu) và chất kết dính (Xi măng hoặc các chất dẻo).

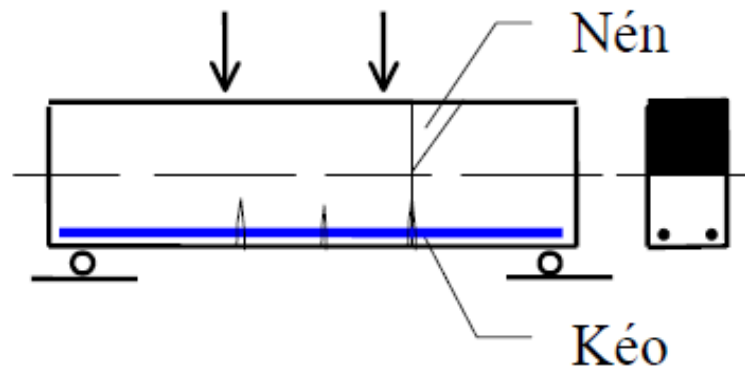
1.1. BẢN CHẤT SỰ LÀM VIỆC CHUNG GIỮA BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Uốn một dầm BT, dầm bị phá hoại khá sớm do vết nứt xuất hiện ở vùng bê tông chịu kéo.
- Ứng suất nén còn khá bé so với khả năng chịu nén của BT. Gây lãng phí vật liệu



1.1. BẢN CHẤT SỰ LÀM VIỆC CHUNG GIỮA BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Đặt CT thích hợp vào vùng BT chịu kéo, khi BT vùng kéo bị nứt thì cốt thép sẽ thay thế BT tiếp nhận toàn bộ ứng lực trong vùng kéo, và dầm vẫn còn khả năng chịu tải.
- Dầm BTCT chỉ bị phá hoại khi BT vùng nén bị ép vỡ hoặc cốt thép chịu kéo bị đứt.





1.3. PHÂN LOẠI KC BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Phân loại theo phương pháp chế tạo
- Phân loại theo cốt thép
- Phân loại theo trọng lượng thể tích
- Phân loại theo trạng thái ứng suất



1.3.4. Phân loại theo trạng thái ứng suất

a. Bê tông cốt thép dự ứng lực

Ưu điểm so với kết cấu BTCT thường.

- Nâng cao giới hạn chống nứt, do đó có tính chống thấm cao.
- Cho phép sử dụng hợp lý CT cường độ cao, BT cường độ cao.
- Tăng độ cứng nên độ võng giảm, vượt được nhịp lớn so với BTCT thường.
- Chịu tải đổi dấu tốt hơn nên sức kháng mỏi tốt
- Nhờ có ứng suất trước mà phạm vi sử dụng của kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép, phân đoạn mở rộng ra rất nhiều. Có thể sử dụng biện pháp ứng lực trước để nối các cấu kiện đúc sẵn của một kết cấu lại với nhau.



1.4. PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Bê tông ngày nay được sử dụng rộng rãi trong các ngành xây dựng và trở thành một trong những vật liệu xây dựng chủ yếu (Vật liệu của thế kỉ: 70□80% bê tông cốt thép)
- Bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi ở các nước Liên xô 71%, Mỹ 58%, Pháp 79%, Đức 64%.
- Xây dựng công nghiệp: kết cấu chịu lực nhà 1 tầng và nhiều tầng, ống khói, bùn kê, xi lô, móng máy, hành lang vận chuyển, công trình cấp thoát nước...



1.4. PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Xây dựng dân dụng
- Xây dựng công trình giao thông: Cầu, đường, tà vẹt, cầu tàu, vỏ hầm xe điện ngầm...
- Xây dựng công trình thủy lợi: Trạm bơm, máy dẫn nước, đập, thủy điện,...
- Xây dựng công trình quốc phòng: công sự kiên cố, doanh trại,...
- Xây dựng công trình thông tin.

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.1. Thành phần của bê tông tươi

- Bê tông là một loại đá nhân tạo gắn kết. Nó là hỗn hợp của các cốt liệu lớn và nhỏ trong vữa xi măng, trở nên rắn và có hình dạng của ván khuôn.
- Thành phần cốt liệu, xi măng Portland và nước trong hỗn hợp ảnh hưởng đến thuộc tính của bê tông cứng.
- Trong phần lớn các trường hợp, người kỹ sư sẽ chọn cấp bê tông cụ thể từ một loạt hỗn hợp thiết kế thử, thường dựa trên cường độ chịu nén f'_c ở 28 ngày tuổi



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.2. Các thuộc tính ngắn hạn của bê tông cứng

- Các thuộc tính ngắn hạn của bê tông được xác định từ một chương trình thí nghiệm thực hiện trong vòng vài phút, trong khi thời gian tải trọng tác dụng lên bê tông trong kết cấu là nhiều tháng, thậm chí nhiều năm.
- Các thuộc tính ngắn hạn này rất hữu dụng trong đánh giá chất lượng của bê tông và sự làm việc chịu lực ngắn hạn như dưới hoạt tải xe cộ.
- Những thuộc tính này phải được điều chỉnh khi sử dụng chúng để đánh giá sự làm việc dưới tải trọng tác dụng lâu dài như trọng lượng bản thân của dầm, bản và lan can.



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.2.1. Cường độ chịu nén

- Cường độ chịu nén của bê tông (f'_c) ở tuổi 28 ngày thường được xác định bằng thí nghiệm phá hoại mẫu thử hình trụ có đường kính 150mm, cao 300mm dưới tác dụng của lực dọc trục.
- Bê tông có cường độ nhỏ hơn 40 MPa được đưa ra dưới dạng hàm bậc hai như sau:

$$f_c = f'_c \left[2 \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon'_c} \right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon'_c} \right)^2 \right]$$



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.2.2. Modun đàn hồi

- Modun đàn hồi đối với bê tông trong AASHTO được đánh giá bằng độ dốc của đường thẳng đi từ gốc tọa độ qua điểm của đường cong có ứng suất bằng $0,4f'_c$. Modun cắt tuyến E_c (MPa) này được tính bởi hàm số mũ sau

$$E_c = 0.043\gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$

Trong đó

- γ_c : khối lượng riêng của bê tông (kg/m³)
- f'_c : cường độ nén danh định của bê tông (MPa)



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.2.3. Cường độ chịu kéo

- Cường độ chịu kéo của bê tông có thể được đo trực tiếp hoặc gián tiếp. Thí nghiệm kéo trực tiếp được sử dụng để xác định cường độ nứt của bê tông, đòi hỏi phải có thiết bị chuyên dụng.
- Thông thường, người ta tiến hành các thí nghiệm gián tiếp như thí nghiệm phá hoại dầm và thí nghiệm chẻ khối trụ.



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

a. Cường độ chịu kéo khi uốn f_r

- Thí nghiệm phá hoại dầm đo cường độ chịu kéo khi uốn (f_r) của bê tông với một dầm bê tông giản đơn. Đối với bê tông có tỉ trọng thông thường:

$$f_r = 0.63\sqrt{f'_c}$$



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

b. Cường độ kéo chẻ f_{sp}

- Khối trụ tiêu chuẩn được đặt nằm và chịu tải trọng đường phân bố đều.
- Ứng suất kéo gần như đều xuất hiện vuông góc với ứng suất nén sinh ra bởi tải trọng đường.
- Khi các ứng suất kéo này đạt tới giới hạn cường độ, khối trụ bị chẻ đôi dọc hoặc theo mặt chịu tải.

$$f_{sp} = \frac{2P_{cr} / L}{\pi D}$$

- P_{cr} : toàn bộ tải trọng gây chẻ khối trụ
- L, D : chiều dài và đường kính khối trụ



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

c. Cường độ chịu kéo trực tiếp f_{cr}

- Cả hai giá trị ứng suất kéo uốn f_r và ứng suất kéo chẻ f_s xác định được đều lớn hơn giá trị ứng suất kéo dọc trục f_{cr} theo thí nghiệm kéo trực tiếp. Theo Collins & Mitchell (1991) và Hsu (1993) thì:

$$f_{cr} = 0.33\sqrt{f'_c}$$



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.2.4. Hệ số giãn nở nhiệt

- Hệ số giãn nở nhiệt nên xác định bằng thí nghiệm trong phòng
- Trong trường hợp thiếu các số liệu chính xác, hệ số giãn nở nhiệt có thể lấy như sau :
 - BT có tỉ trọng thông thường: $10,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
 - Bê tông có tỉ trọng thấp : $9,0 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

2.1.2.5. Hệ số Poisson

- Trừ trường hợp có xác định bằng thí nghiệm vật lý, hệ số Poisson có thể lấy bằng 0.2. Đối với cấu kiện cho phép xuất hiện nứt, có thể không xét đến hiệu ứng Poisson .



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.3. Các thuộc tính dài hạn của bê tông cứng

2.1.3.1. Cường độ chịu nén của bê tông tuổi cao

- Cường độ chịu nén của BT tăng theo tuổi của nó.
- Có các phương pháp không phá hủy để xác định cường độ chịu nén, thông qua việc xác định trước hết môđun đàn hồi rồi tính ngược lại tìm cường độ chịu nén.
- Có thể dựa vào độ nảy lên của một viên bi bằng thép để xác định cường độ chịu nén của bê tông.



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.3.2. Co ngót của bê tông

- Co ngót của bê tông là sự giảm thể tích dưới nhiệt độ không đổi do mất độ ẩm sau khi bê tông đã đông cứng.
- Sự thay đổi thể tích này phụ thuộc
 - Hàm lượng nước của bê tông tươi
 - Loại xi măng và cốt liệu được sử dụng
 - Điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió) tại thời điểm đổ bê tông
 - Quá trình bảo dưỡng
 - Khối lượng cốt thép
 - Tỉ số giữa thể tích và diện tích bề mặt cấu kiện.



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

$$\varepsilon_{sh} = -k_s k_h \left(\frac{t}{35,0 + t} \right) 0,51 \times 10^{-3}$$

Trong đó :

- t : thời gian khô (ngày)
- k_s : hệ số kích thước

$$k_s = \left[\frac{\frac{t}{26e^{0.0142(V/S)} + t}}{\frac{t}{45 + t}} \right] \left[\frac{1064 - 3.70(V/S)}{923} \right]$$



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

- k_h : hệ số độ ẩm

Độ ẩm tương đối trung bình của môi trường H (%)	k_h
40	1,43
50	1,29
60	1,14
70	1,00
80	0,86
90	0,43
100	0,00



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.3.3. Từ biến của bê tông

- Từ biến trong bê tông được gắn với sự thay đổi biến dạng theo thời gian tại những vùng của dầm và cột chịu ứng suất nén thường xuyên.
- Sự thay đổi biến dạng theo thời gian phụ thuộc
 - Các nhân tố có ảnh hưởng đối với biến dạng co ngót
 - Độ lớn và khoảng thời gian tồn tại của ứng suất nén
 - Cường độ chịu nén của bê tông
 - Tuổi bê tông khi bắt đầu chịu tải trọng dài hạn.



Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

2.1.3.4. Môđun đàn hồi đối với tải trọng dài hạn

- Để tính toán với sự tăng biến dạng do từ biến dưới tác dụng của tải trọng dài hạn, môđun đàn hồi dài hạn được chiết giảm $E_{C,LT}$ được định nghĩa như sau

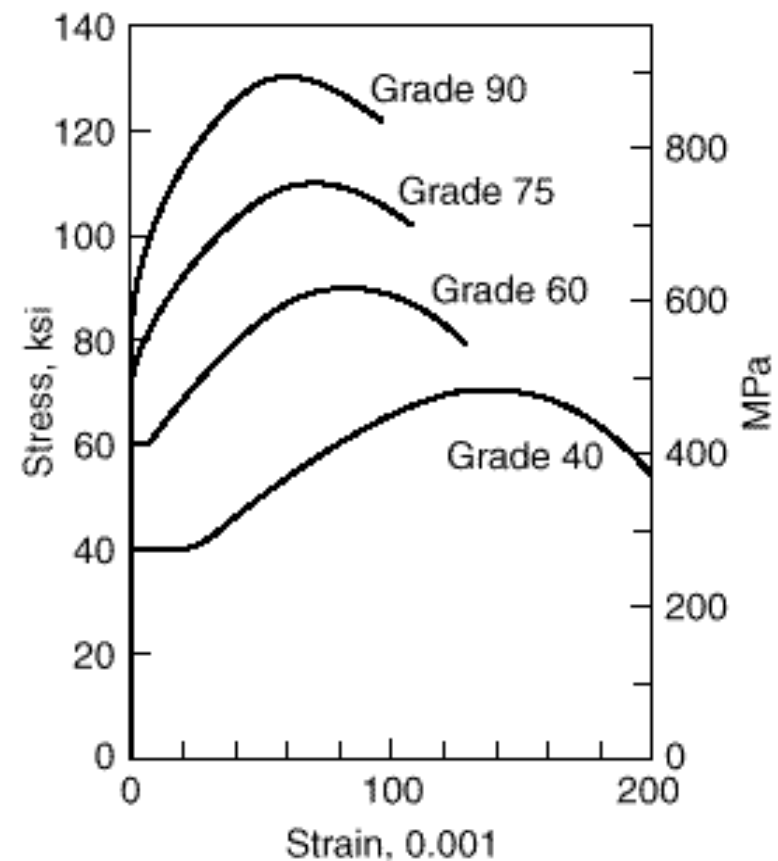
$$E_{C,LT} = \frac{E_c}{1 + \psi(t, t_i)}$$

Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.2. CỐT THÉP

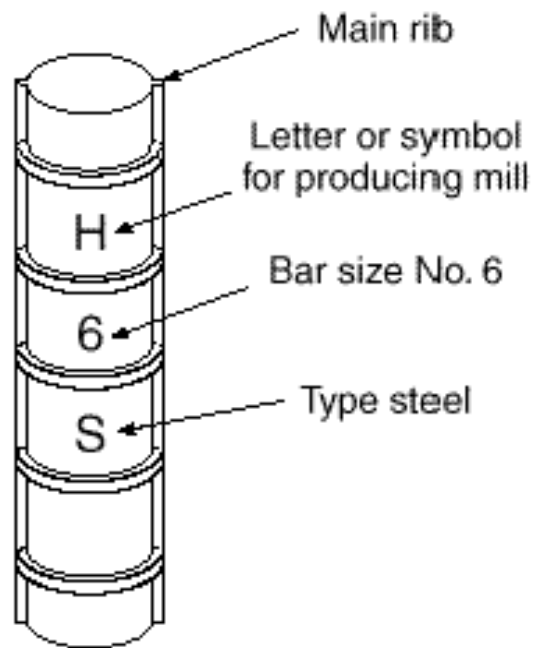
2.2.1. Cốt thép không dự ứng lực

- Các đường cong ứng suất - biến dạng điển hình đối với cốt thép trần được biểu diễn trên hình đối với các cấp cốt thép 280 (Grade 40), 420 (Grade 60) và 520 (Grade 75).

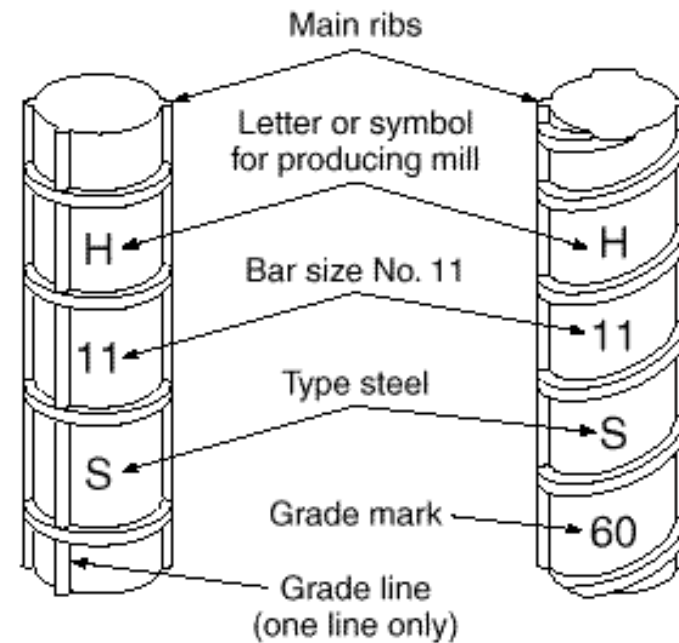


Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.2. CỐT THÉP



Grades 40 and 50



Grade 60

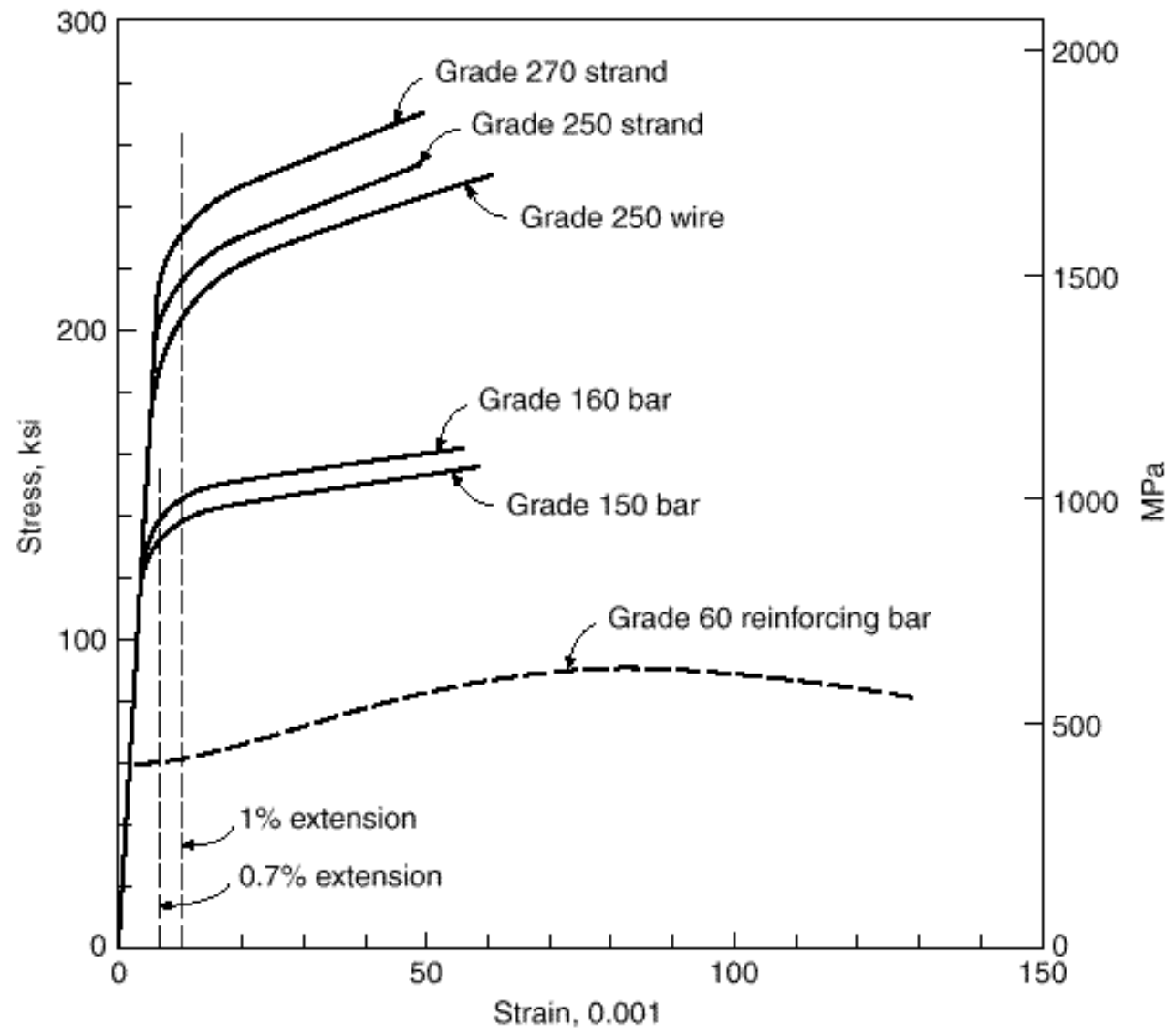
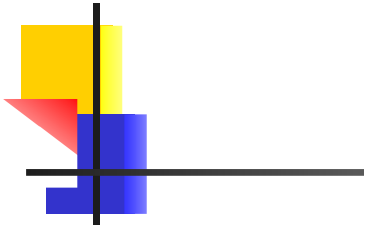


Chương 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.2. CỐT THÉP

2.2.2. Cốt thép dự ứng lực

- Thép dự ứng lực có thể dưới dạng sợi, tao và thanh. tao gồm một số sợi xoắn lại với nhau. Theo AASHTO thường dùng ba loại thép cường độ cao
 - Thép sợi không bọc khử ứng suất dư hoặc tự chùng thấp
 - Tao cáp không bọc khử ứng suất dư hoặc chùng thấp
 - Thép thanh cường độ cao không bọc.



**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.1. Quan điểm chung về thiết kế

- Điều kiện để đảm bảo độ an toàn của một công trình
Sức kháng của vật liệu \geq Hiệu ứng của tải trọng
- Điều kiện trên phải được xem xét trên tất cả các bộ phận của kết cấu
- Khi nói về sức kháng của vật liệu, ta xét khả năng làm việc tối đa của vật liệu mà gọi là trạng thái giới hạn (TTGH)



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.2. Sự phát triển của quá trình thiết kế

3.2.1. Thiết kế theo ỨS cho phép

- Độ an toàn được xác định bằng cách cho rằng hiệu ứng của tải trọng sẽ gây ra ứng suất chỉ bằng một phần của giới hạn chảy

$$\sigma \leq mR$$

Trong đó

- m : hệ số an toàn
- R : cường độ của vật liệu
- σ : ứng suất do tải trọng ngoài gây ra.

Do tiêu chuẩn đặt dưới dạng ứng suất nên gọi là thiết kế theo ứng suất cho phép



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.2. Sự phát triển của quá trình thiết kế

3.2.2. Thiết kế theo hệ số tải trọng và sức kháng

- Để xét đến sự thay đổi ở cả hai phía của bất đẳng thức
 - Phía sức kháng được nhân với một hệ số sức kháng Φ ($\Phi \leq 1$).
 - Phía tải trọng được nhân lên với hệ số tải trọng γ
- Vì hiệu ứng tải trọng TTGH bao gồm một tổ hợp nhiều tải trọng (Q_i) ở nhiều mức độ khác nhau nên phía tải trọng được biểu diễn là tổng của các giá trị $\gamma_i Q_i$. Nếu sức kháng danh định là R_n , tiêu chuẩn an toàn sẽ là

$$\sum \gamma_i Q_i \leq \Phi R_n$$

- Vì phương trình trên chứa cả hệ số tải trọng và hệ số sức kháng nên phương pháp thiết kế được gọi là thiết kế theo hệ số tải trọng và hệ số sức kháng (LRFD)



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.2. Sự phát triển của quá trình thiết kế

Hệ số sức kháng Φ cho trạng thái giới hạn cần xét đến

- Tính chất vật liệu
- Phương trình dự tính cường độ
- Tay nghề công nhân
- Kiểm soát chất lượng
- Tình huống hư hỏng

Hệ số tải trọng γ_i dùng cho các tải trọng cần xét đến

- Độ lớn của tải trọng
- Sự sắp xếp của tải trọng
- Tổ hợp tải trọng có thể xảy ra



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.3. Nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn 22TCN 272-05

3.3.1. Tổng quát

- Cầu phải được thiết kế để đạt được mục tiêu: thi công được, an toàn, khả năng dễ kiểm tra, kinh tế, mỹ quan.
- Để đạt được những mục tiêu này, cần phải thỏa mãn các TTGH. Kết cấu thiết kế phải đủ độ dẻo, phải có tính dư và tầm quan trọng của nó khi khai thác phải được xét đến.
- Mỗi cấu kiện và liên kết phải thỏa mãn phương trình sau đối với tất cả TTGH

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \Phi R_n = R_r$$



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.3. Nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn 22TCN 272-05

- η_i : hệ số điều chỉnh tải trọng, xét đến tính dẻo, tính dư, tầm quan trọng khi khai thác
 - $\eta_i = \eta_D \cdot \eta_R \cdot \eta_I \geq 0.95$ đối với tải trọng dùng giá trị γ_{\min}
 - $\eta_i = \frac{1}{\eta_R \eta_D \eta_I} \leq 1$ đối với tải trọng dùng giá trị γ_{\max}
 - η_D : hệ số liên quan đến tính dẻo
 - η_R : hệ số liên quan đến tính dư
 - η_I : hệ số liên quan đến tầm quan trọng trong khai thác
- η_D, η_R liên quan đến cường độ của cầu, η_I xét đến sự làm việc của cầu ở trạng thái sử dụng
- Trừ TTGH cường độ, đối với tất cả các TTGH khác, $\eta_D = \eta_R = 1$



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.3. Nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn 22TCN 272-05

3.3.2. Các trạng thái giới hạn

3.3.2.1. Trạng thái giới hạn sử dụng

- Trạng thái giới hạn sử dụng phải xét đến như một biện pháp nhằm hạn chế đối với ứng suất, biến dạng và bề rộng vết nứt dưới điều kiện sử dụng bình thường.

3.3.2.2. Trạng thái giới hạn mỏi và phá hoại giòn

- Trạng thái giới hạn mỏi phải được xét đến trong tính toán như một biện pháp nhằm hạn chế về biên độ ứng suất do một xe tải thiết kế gây ra với số chu kỳ biên độ ứng suất dự kiến.
- Trạng thái giới hạn phá hoại giòn phải được xét đến như một số yêu cầu về tính bền của vật liệu theo Tiêu chuẩn vật liệu.



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.3. Nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn 22TCN 272-05

3.3.2.3. Trạng thái giới hạn cường độ

- Trạng thái giới hạn cường độ phải được xét đến để đảm bảo cường độ, độ ổn định cục bộ và ổn định tổng thể dưới tác dụng của các tổ hợp tải trọng quan trọng định trước trong phạm vi tuổi thọ thiết kế.
 - TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ I: Tổ hợp tải trọng cơ bản liên quan đến việc sử dụng cho xe tiêu chuẩn của cầu không xét đến gió
 - TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu chịu gió với vận tốc vượt quá 25m/s
 - TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ III: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng xe tiêu chuẩn của cầu với gió có vận tốc 25m/s



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.3. Nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn 22TCN 272-05

3.3.2.4. Trạng thái giới hạn đặc biệt

- Tổ hợp tải trọng liên quan đến động đất, lực va của tàu thuyền và xe cộ, và đến một số hiện tượng thủy lực như lũ lớn



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.1. Tải trọng và tên tải trọng

3.4.1.1. Tải trọng thường xuyên

- DD : tải trọng kéo xuống (xét hiện tượng ma sát âm)
- DC : tải trọng bản thân của các bộ phận kết cấu và thiết bị phụ phi kết cấu
- DW : tải trọng bản thân của lớp phủ mặt và các tiện ích công cộng
- EH : tải trọng áp lực đất nằm ngang
- EL : các hiệu ứng bị hãm tích lũy do phương pháp thi công.
- ES : tải trọng đất chất thêm
- EV : áp lực thẳng đứng do tự trọng đất đắp.



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.1.2. Tải trọng tạm thời

- BR : lực hãm xe
- CE : lực ly tâm
- CR : từ biến
- CT : lực va xe
- CV : lực va tàu
- EQ : động đất
- FR : ma sát
- IM : lực xung kích (lực động) của xe
- LL : hoạt tải xe



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

- LS : hoạt tải chất thêm
- PL : tải trọng người đi
- SE : lún
- SH : co ngót
- TG : gradien nhiệt
- TU : nhiệt độ đều
- WA : tải trọng nước và áp lực dòng chảy
- WL : gió trên hoạt tải
- WS : tải trọng gió trên kết cấu



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.2. Hệ số tải trọng và tổ hợp tải trọng

- Các hệ số phải chọn sao cho gây ra tổng ứng lực tính toán cực hạn.
- Trong tổ hợp tải trọng nếu tác dụng của một tải trọng làm giảm tác dụng của một tải trọng khác thì phải lấy giá trị nhỏ nhất của tải trọng làm giảm giá trị tải trọng kia.
- Trị số lớn hơn của hai trị số quy định cho hệ số tải trọng TU, CR, SH sẽ được dùng để tính biến dạng, còn trị số nhỏ hơn dùng cho các tác động khác.




Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.3. Tải trọng thường xuyên

- Tĩnh tải bao gồm trọng lượng của tất cả cấu kiện của kết cấu, phụ kiện và tiện ích công cộng kèm theo, trọng lượng đất phủ, trọng lượng mặt cầu, dự phòng phủ bù và mở rộng.



Vật liệu		Tỷ trọng (kg/m³)
Hợp kim nhôm		2800
Lớp phủ bê tông at-phan		2250
Xi than		960
Cát chặt. phù sa hay đất sét		1925
Bê tông	Nhẹ	1775
	Cát nhẹ	1925
	Thường	2400
Cát rời. phù sa. sỏi		1600
Đất sét mềm		1600
Sỏi. cuội. macadam hoặc balat		2250
Thép		7850
Đá xây		2725
Nước	Ngọt	1000
	Mặn	1025



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.4. Hoạt tải xe

3.4.4.1. Số làn xe thiết kế

- Là phần nguyên của tỷ số $w/3500$
 - $w(\text{mm})$ là bề rộng khoảng trống của lòng đường giữa hai đá vĩa hoặc hai rào chắn
- Lòng đường rộng từ 6000mm đến 7200mm phải có 2 làn xe thiết kế, mỗi làn bằng một nửa bề rộng lòng đường.



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.4.2. Hệ số làn xe

- Ứng lực cực hạn của hoạt tải phải xác định bằng cách xét mỗi tổ hợp có thể của số làn chịu tải nhân với hệ số tương ứng
- Không được áp dụng kết hợp với hệ số phân bố tải trọng gần đúng, trừ khi dùng quy tắc đôn bẫy hay khi có yêu cầu riêng cho dầm ngoài cùng trong cầu

Số làn chịu tải	Hệ số làn (m)
1	1,20
2	1,00
3	0,85
> 3	0,65



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.4.2. Hoạt tải xe ô tô thiết kế

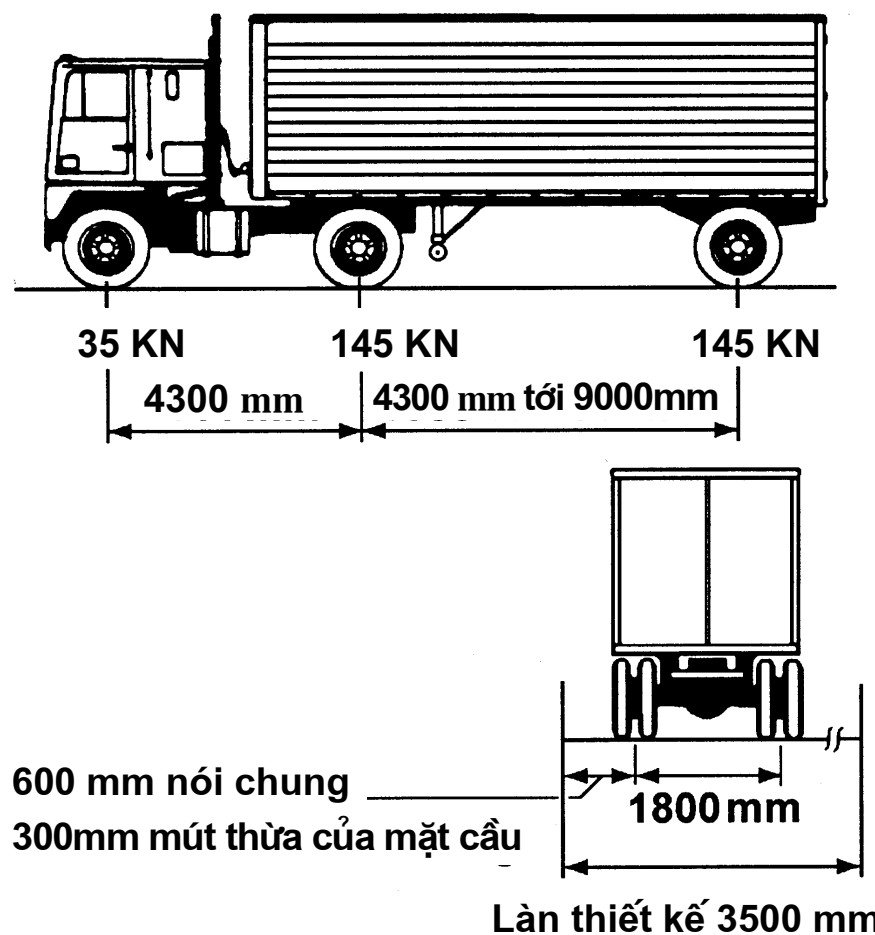
- Hoạt tải xe ô tô trên mặt cầu hay kết cấu phụ trợ được đặt tên là HL-93 sẽ gồm một tổ hợp của:
 - Xe tải thiết kế hoặc xe 2 trục thiết kế
 - Tải trọng làn thiết kế

Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

Xe tải thiết kế

- Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục cho trong nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.





Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

Xe hai trục thiết kế

- Xe hai trục gồm một cặp trục 110.000N cách nhau 1200mm. Cự ly chiều ngang của các bánh xe lấy bằng 1800mm.
- Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp V và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng xe hai trục nói trên nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.

Tải trọng làn thiết kế

- Tải trọng làn thiết kế gồm tải trọng 9,3N/mm phân bố đều theo chiều dọc. Theo chiều ngang cầu được giả thiết là phân bố đều trên chiều rộng 3000mm. Ứng lực của tải trọng làn thiết kế không xét lực xung kích.



Chương 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN & CẤU TẠO

3.4. Tải trọng và hệ số tải trọng

3.4.5. Tải trọng bộ hành

- Đối với tất cả đường bộ hành rộng hơn 600m phải lấy tải trọng người đi bộ bằng 3×10^{-3} MPa và phải tính đồng thời cùng hoạt tải xe thiết kế.
- Đối với cầu chỉ dành cho người đi bộ và/hoặc đi xe đạp phải thiết kế với hoạt tải là 4×10^{-3} MPa.
- Khi đường bộ hành, cầu cho người đi bộ và cầu đi xe đạp có dụng ý dùng xe bảo dưỡng và/hoặc xe ngẫu nhiên thì các tải trọng này phải được xét trong thiết kế. Lực xung kích của các loại xe này không cần phải xét.

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



Chương 4. Cấu kiện chịu uốn

- 4.1. Quy định cấu tạo
- 4.2. Đặc điểm chịu lực & các giả thiết cơ bản
- 4.3. Tính toán tiết diện
- 4.4. Mật mát ứng suất trước



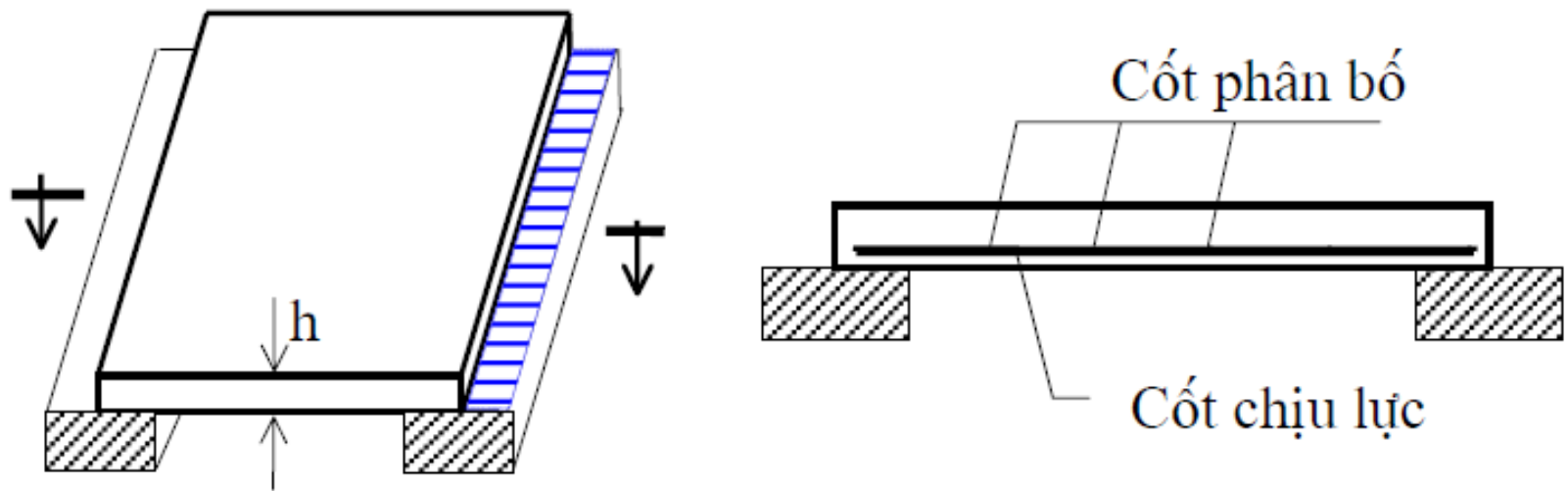
4.1. Quy định về cấu tạo

4.1.1. Cấu tạo bản và dầm

- 4.1.1.1. Cấu tạo của bản
- Bản là một kết cấu phẳng có chiều dày khá nhỏ so với chiều dài và chiều rộng. Chiều dày của bản thường từ 60÷200mm tùy theo loại kết cấu. Với bản mặt cầu, yêu cầu bê tông có $f'c \geq 28$ MPa
- Cốt thép trong bản gồm cốt thép chịu lực và cốt thép phân bố.
 - Cốt thép chịu lực được đặt trong vùng chịu kéo do mômen gây ra. Số lượng cốt thép chịu lực do tính toán định ra.
 - Cốt thép phân bố đặt thẳng góc với cốt thép chịu lực

4.1. Quy định về cấu tạo

4.1.1. Cấu tạo bản và dầm

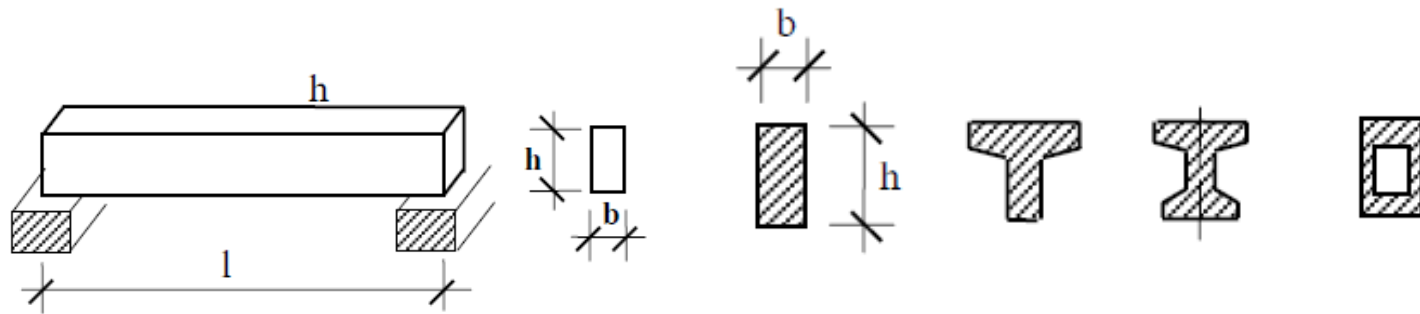


- Theo sơ đồ làm việc của bản có các loại: bản kiểu dầm (kê trên hai cạnh song song), bản kê bốn cạnh, bản hẫng, bản kiểu dầm hai đầu ngàm, bản 4 cạnh ngàm.

4.1. Quy định về cấu tạo

4.1.1. Cấu tạo bản và dầm

- 4.1.1.2. Cấu tạo của dầm
- Dạng tiết diện: chữ nhật, chữ T, chữ I, hình thang, hộp. Hay gặp nhất với dầm giản đơn là tiết diện chữ T, I. Trong các cầu nhịp liên tục, kết cấu khung, tiết diện thường có dạng hộp.



4.1. Quy định về cấu tạo

4.1.1. Cấu tạo bản và dầm

- 4.1.3. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ [5.12.3]
- 4.1.4. Cự ly cốt thép [5.10.3]
- 4.1.5. Triển khai cốt thép chịu uốn [5.11.1.2]



4.1.6. Bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu

- Dầm giữa

$$b_{eff}^I = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{l_{eff}}{4} \\ 12t_s + b_w \\ S \end{array} \right.$$

- Dầm biên

$$b_{eff}^E = 0.5b_{eff}^I + \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{l_{eff}}{8} \\ 6t_s + 0.5b_w \\ S_h \end{array} \right.$$



4.1.6. Bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu

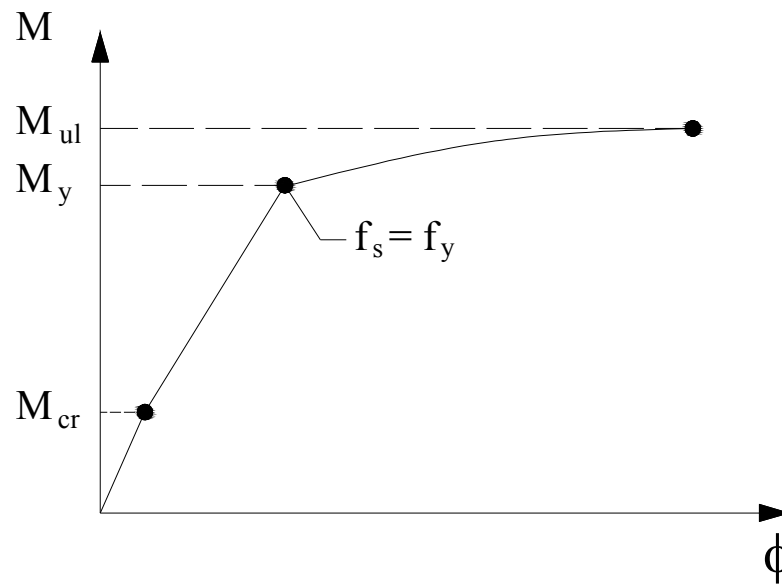
Trong đó

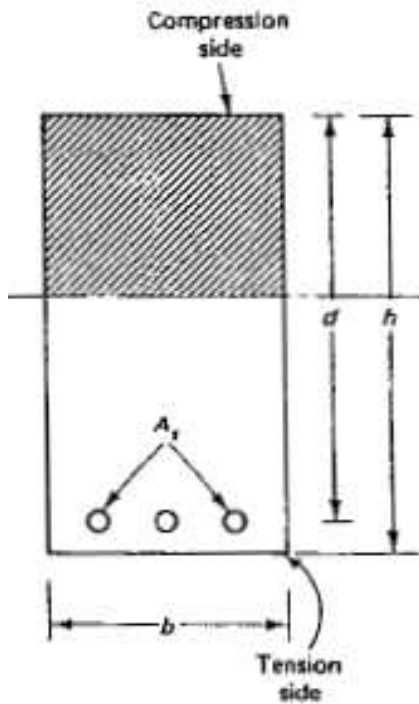
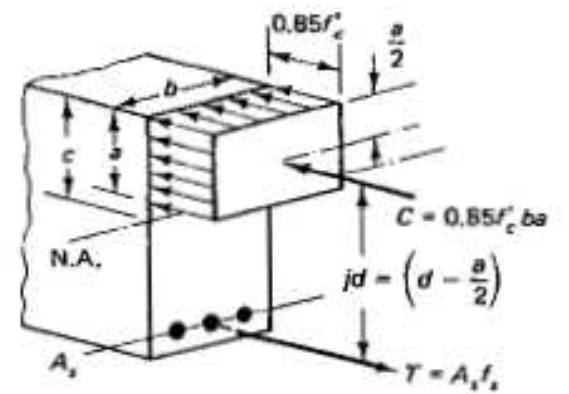
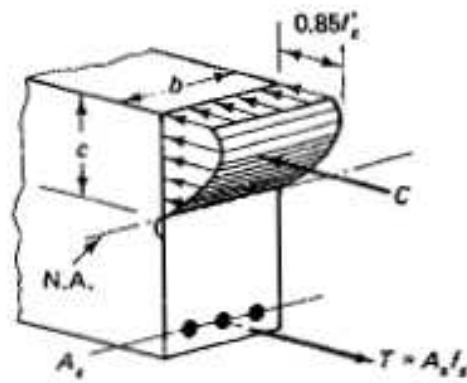
- l_{eff} : chiều dài hữu hiệu của nhịp
- t_s : bề dày trung bình của bản
- b_w : bề rộng sườn dầm
- S : khoảng cách giữa các dầm
- S_h : chiều dài phần hằng

4.2. ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC VÀ CÁC GIẢ THIẾT CƠ BẢN

4.2.1. Đặc điểm làm việc

- Làm thí nghiệm uốn một dầm BTCT mặt cắt chữ nhật chịu hai tải trọng tập trung đối xứng, đo biến dạng dài để tính độ cong tương ứng và vẽ biểu đồ mômen-độ cong

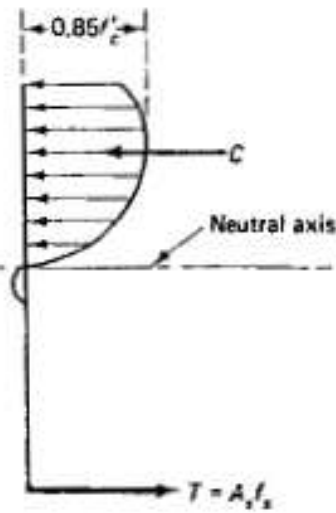




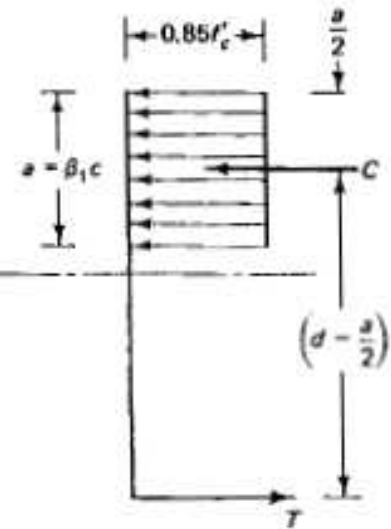
(a)



(b)



(c)



(d)

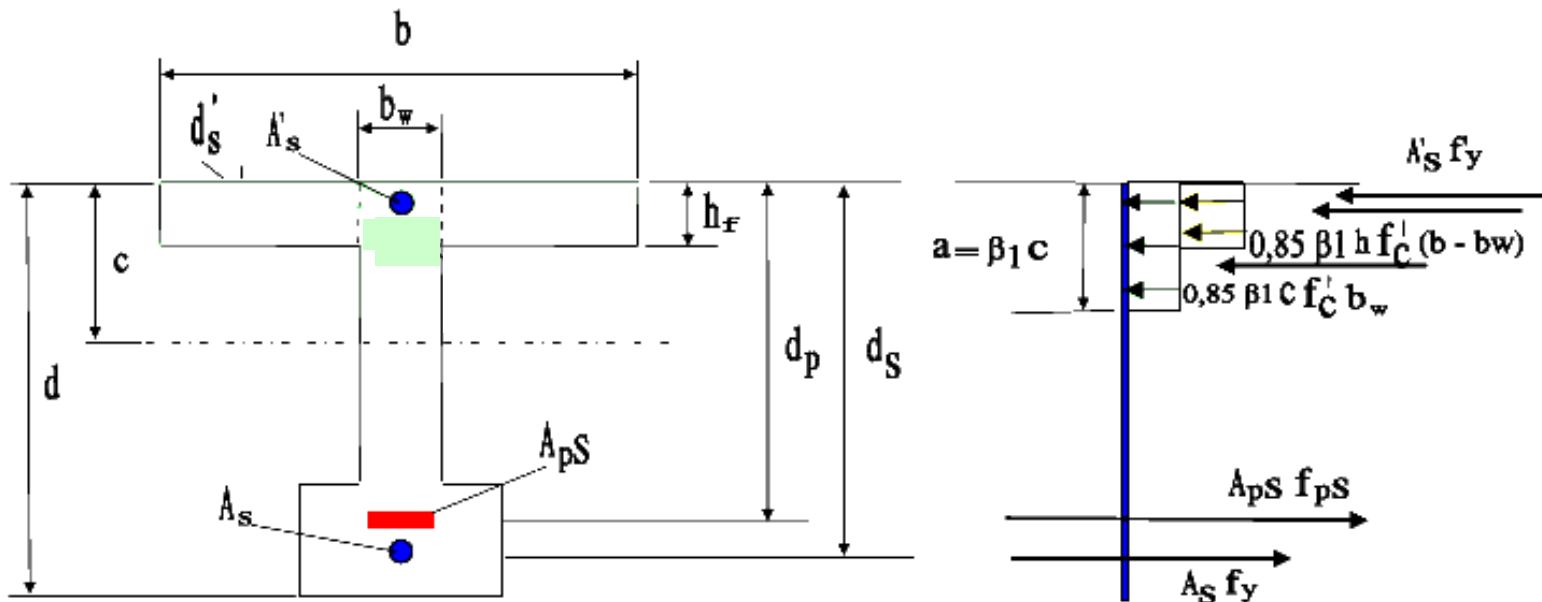


4.3. TÍNH TOÁN TIẾT DIỆN

- 4.3.1. Vị trí trục trung hòa của dầm có cốt thép dính bám
- 4.3.2. Vị trí trục trung hòa đối với dầm có cốt thép không dính bám
- 4.3.3. Sức kháng uốn danh định
- 4.3.4. Các giới hạn về cốt thép
 - 4.3.4.1. Tính dẻo và lượng cốt thép tối đa
 - 4.3.4.2. Lượng cốt thép tối thiểu

4.3.1. Vị trí trục trung hòa của dầm có cốt thép dính bám

- Xét mặt cắt ngang của một dầm bê tông chữ T có đặt cốt thép trên hình vẽ
- Cân bằng lực để có thể xác định vị trí của trục trung hòa c



4.3.1. Vị trí trục trung hòa của dầm có cốt thép dính bám

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu} + A_s f_y - A'_s f'_y - 0,85 \beta_1 f'_c (b - b_w) h_f}{0,85 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} \geq h_f$$

- Với tiết diện chữ T bê tông cốt thép thường

$$c = \frac{A_s f_y - A'_s f'_y - 0,85 \beta_1 f'_c (b - b_w) h_f}{0,85 f'_c \beta_1 b_w} \geq h_f$$

- Với tiết diện chữ T đặt cốt thép đơn

$$c = \frac{A_s f_y - 0,85 \beta_1 f'_c (b - b_w) h_f}{0,85 f'_c \beta_1 b_w} \geq h_f$$

4.3.1. Vị trí trục trung hòa của dầm có cốt thép dính bám

- Với tiết diện chữ nhật có cốt thép dự ứng lực

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu} + A_s f_y - A'_s f'_y}{0,85 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}}$$

- Với tiết diện chữ nhật bê tông cốt thép thường

$$c = \frac{A_s f_y - A'_s f'_y}{0,85 f'_c \beta_1 b}$$

- Với tiết diện chữ nhật đặt cốt thép đơn

$$c = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c \beta_1 b_w}$$



4.3.4. Các giới hạn về cốt thép

4.3.4.1. Tính dẻo và lượng cốt thép tối đa

- Tính dẻo trong dầm BTCT là một yếu tố quan trọng trong thiết kế
 - Cho phép dầm biến dạng và xoay mà không bị phá hoại.
 - Cho phép phân phối lại tải trọng và mômen uốn trong các kết cấu bản nhiều nhịp và trong các dầm liên tục.
 - Trong thiết kế động đất, nó có ảnh hưởng đối với sự tiêu hao năng lượng dưới tải trọng mạnh.

4.3.4. Các giới hạn về cốt thép

4.3.4.1. Lượng cốt thép tối thiểu

- Sự phá hoại dẻo trong dầm BTCT được bảo đảm bởi việc hạn chế hàm lượng cốt thép chịu kéo.
- Hàm lượng thép dự ứng lực và thép không dự ứng lực tối đa phải được giới hạn sao cho

$$\frac{c}{d_e} \leq 0,42 \qquad d_e = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps} f_{ps} + A_s f_y}$$

- c : khoảng cách từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trục trung hoà (mm)
- d_e : khoảng cách hữu hiệu tương ứng từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm lực kéo của cốt thép chịu kéo (mm)

4.3.4. Các giới hạn về cốt thép

4.3.4.1. Lượng cốt thép tối thiểu

- Đảm bảo cho cốt thép không bị phá hoại đột ngột.
- Sự phá hoại đột ngột của cốt thép chịu kéo có thể xảy ra nếu mômen kháng uốn (do cốt thép) nhỏ hơn so với mômen nứt (do bê tông)
- Đối với các cấu kiện BTCT thường thì

$$P_{\min} \geq 0,03 \frac{f'_c}{f_y}$$

- P_{\min} : tỷ lệ giữa thép chịu kéo và diện tích nguyên

4.3.4. Các giới hạn về cốt thép

4.3.4.1. Lượng cốt thép tối thiểu

- Đối với BTCT DƯỠ: $M_r \geq \min (1.33M_u, 1.2M_{cr})$
 - M_u là mô men uốn do tải trọng gây ra tại mặt cắt đang xét tương ứng với trạng thái giới hạn cần tính toán
 - M_{cr} : sức kháng nứt do uốn

$$M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t}$$

- I_g : mômen quán tính của mặt cắt nguyên (bỏ qua CT)
- y_t : khoảng cách từ thớ chịu kéo ngoài cùng tới TTH

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

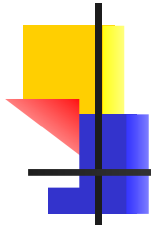
KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



Chương 5: CẦU KIẾN CHỊU CẮT

- 5.1. Các yêu cầu chung
- 5.2. Sức kháng cắt danh định
- 5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt
- 5.4. Tính toán kết cấu BTCT dự ứng lực chịu cắt



5.2. Sức kháng cắt danh định

- Sức kháng cắt danh định, V_n , phải được xác định bằng trị số nhỏ hơn của :

- $V_n = V_c + V_s + V_p$

- $V_n = 0,25b_v d_v + V_p$

trong đó :

- $V_c = 0,083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v$

- $V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cotg \theta + \cotg \alpha) \sin \alpha}{s}$



Xác định β và θ

Phương pháp đơn giản đối với những mặt cắt không dự ứng lực

- Đối với các mặt cắt bê tông không dự ứng lực không chịu kéo dọc trục và có ít nhất một lượng cốt thép ngang tối thiểu, hoặc khi có tổng chiều cao thấp hơn 400 mm, có thể dùng các giá trị sau đây :

$$\beta = 2,0$$

$$\theta = 45^\circ$$



Xác định β và θ

Phương pháp chung

- Xác định ứng suất cắt trong bê tông
- Xác định biến dạng trong cốt thép ở phía chịu kéo do uốn của cầu kiện theo :

$$v = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0,5N_u + 0,5V_u \cot g\theta - A_{ps}f_{po}}{E_s A_s + E_p A_{ps}} \leq 0,002$$

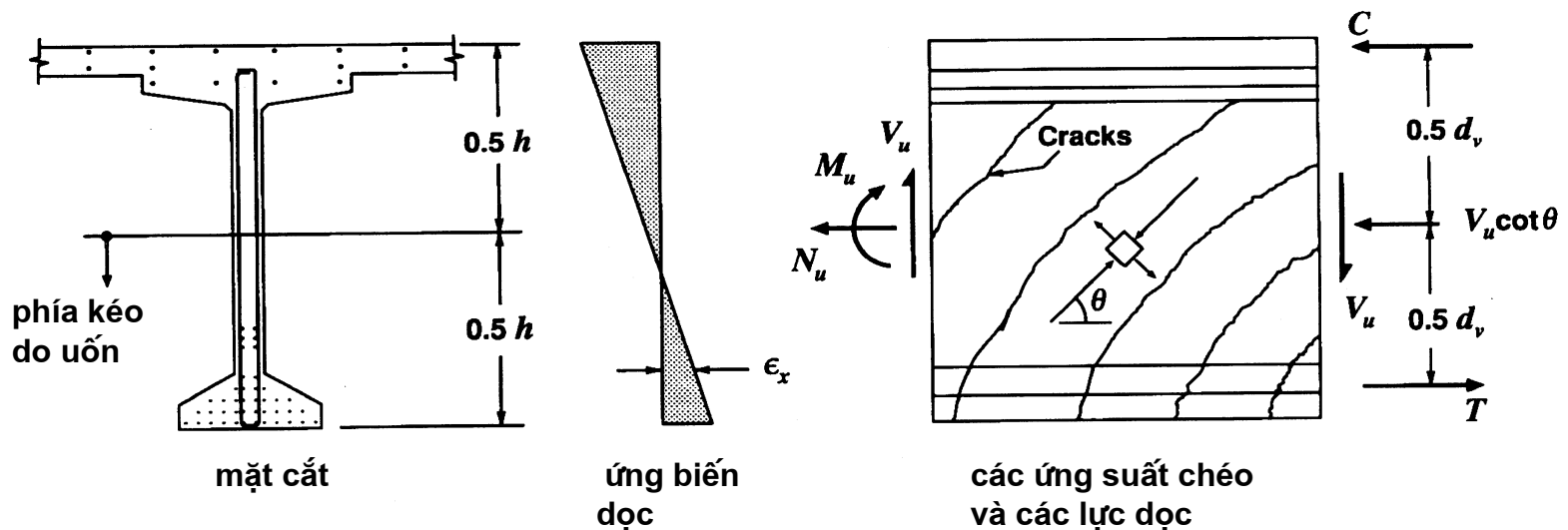
- Nếu giá trị của ε_x âm thì giá trị tuyệt đối của nó phải được giảm đi bằng cách nhân với hệ số F_ε :

$$F_\varepsilon = \frac{\mathbf{E}_s \mathbf{A}_s + \mathbf{E}_p \mathbf{A}_{ps}}{\mathbf{E}_c \mathbf{A}_c + \mathbf{E}_s \mathbf{A}_s + \mathbf{E}_p \mathbf{A}_{ps}}$$



Xác định β và θ

- φ : hệ số sức kháng cắt quy định trong Điều 5.5.4.2
- A_c : diện tích bê tông ở phía chịu kéo uốn của cầu kiện (mm²)
- A_{ps} : diện tích thép dự ứng lực trong phía chịu kéo uốn của cầu kiện (mm²)






Xác định β và θ

- N_u : lực dọc tính toán, là dương nếu chịu nén (N).
- V_u : lực cắt tính toán (N)
- A_s : diện tích cốt thép không dự ứng lực trong phía chịu kéo uốn của cầu kiện (mm^2).
- M_u : mô men tính toán (N.mm)
- f_{po} : ứng suất trong thép dự ứng lực khi ứng suất trong bê tông xung quanh bằng 0,0 (MPa)


$\frac{V}{f'_c}$	$\varepsilon_x \times 1000$										
	-0,2	-0,15	-0,1	0	0,125	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2
<= 0,05	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	28,5	29,0	33,0	36,0	41,0	43,0
	6,78	6,17	5,63	4,88	3,99	3,49	2,51	2,37	2,23	1,95	1,72
0,075	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,5	30,0	33,5	36,0	40,0	42,0
	6,78	6,17	5,63	4,88	3,65	3,01	2,47	2,33	2,16	1,90	1,65
0,1	23,5	23,5	23,5	23,5	24,0	26,5	30,5	34,0	36,0	38,0	39,0
	6,50	5,87	5,31	3,26	2,61	2,54	2,41	2,28	2,09	1,72	1,45
0,125	20,0	21,0	22,0	23,5	26,0	28,0	31,5	34,0	36,0	37,0	38,0
	2,71	2,71	2,71	2,60	2,57	2,50	2,37	2,18	2,01	1,60	1,35
0,15	22,0	22,5	23,5	25,0	27,0	29,0	32,0	34,0	36,0	36,5	37,0
	2,66	2,61	2,61	2,55	2,50	2,45	2,28	2,06	1,93	1,50	1,24
0,175	23,5	24,0	25,0	26,5	28,0	30,0	32,5	34,0	36,0	35,5	36,0
	2,59	2,58	2,54	2,50	2,41	2,39	2,20	1,95	1,74	1,21	1,00
0,2	25,0	25,5	26,5	27,5	29,0	31,0	33,0	34,0	34,5	35,0	36,0
	2,55	2,49	2,48	2,45	2,37	2,33	2,10	1,82	1,58	1,21	1,00
0,225	26,5	27,0	27,5	29,0	30,5	32,0	33,0	34,0	34,5	36,5	39,0
	2,45	2,38	2,43	2,37	2,33	2,27	1,92	1,67	1,43	1,18	1,14
0,25	28,0	28,5	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,5	38,5	41,5
	2,36	2,32	2,36	2,30	2,28	2,01	1,64	1,52	1,40	1,30	1,25

Giá trị của θ và β đối với mặt cắt có cốt thép ngang



s_x	$\varepsilon_x \times 1000$								
	-0,2	-0,1	0	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2
<= 130	26,0	26,0	27,0	29,0	31,0	33,0	34,0	36,0	38,0
	6,90	5,70	4,94	3,78	3,19	2,82	2,56	2,19	1,93
250	27,0	28,0	30,0	34,0	37,0	39,0	40,0	43,0	45
	6,77	5,53	4,65	3,45	2,83	2,46	2,19	1,87	1,65
380	27,0	30,0	32,0	37,0	40,0	43,0	45,0	48,0	50,0
	6,57	5,42	4,47	3,21	2,59	2,23	1,98	1,65	1,45
630	28,0	31,0	35,0	41,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0
	6,24	5,36	4,19	2,85	2,26	1,92	1,69	1,40	1,18
1270	31,0	33,0	38,0	48,0	53,0	57,0	59,0	63,0	66,0
	5,62	5,24	3,83	2,39	1,82	1,50	1,27	1,00	0,83
2500	35,0	35,0	42,0	55,0	62,0	66,0	69,0	72,0	75,0
	4,78	4,78	3,47	1,88	1,35	1,06	0,87	0,65	0,52
5000	42,0	42,0	47,0	64,0	71,0	74,0	77,0	80,0	82,0
	3,83	3,83	3,11	1,39	0,90	0,66	0,53	0,37	0,28

Giá trị của θ và β đối với mặt cắt không có cốt thép ngang



Kiểm tra yêu cầu phụ của cốt thép dọc gây ra bởi lực cắt

- Với những mặt cắt không chịu xoắn, cốt thép dọc phải được thiết kế sao cho Phương trình 1 được thoả mãn ở mỗi mặt cắt:

$$A_s f_y + A_{ps} f_{ps} \geq \left[\frac{M_u}{d_v \varphi} + 0,5 \frac{N_u}{\varphi} \right] + \left(\frac{V_u}{\varphi} - 0,5 V_s - V_p \right) \cot g \theta$$

trong đó :

- A_{ps} : diện tích thép dự ứng lực ở phía chịu kéo uốn của cấu kiện (mm²).
- φ : các hệ số sức kháng lấy từ Điều 5.5.4.2 phù hợp với mô men, lực cắt và sức kháng dọc trục.

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt



Bước 1 :

- Xác định biểu đồ bao lực cắt V_u và biểu đồ bao mômen M_u do tổ hợp tải trọng cường độ I gây ra (thường xác định các giá trị ở 10 điểm mỗi nhịp). Tính toán chiều cao chịu cắt hữu hiệu d_v
- Chiều cao hữu hiệu được tính là khoảng cách giữa các hợp lực kéo và hợp lực nén do uốn. Giá trị này cần được lấy không nhỏ hơn $0,9d_e$ và $0,72h$.

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt

Bước 2

- Tính toán ứng suất cắt

$$v = \frac{V_u}{\phi b_v d_v}$$

Trong đó

- b_v : chiều rộng sườn dầm tương đương
- V_u : nội lực cắt có nhân hệ số ở TTGH cường độ
- Tính v/f'_c , nếu tỉ số này lớn hơn 0,25 thì cần sử dụng mặt cắt có sườn dầm lớn hơn

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt

Bước 3

- Giả định góc nghiêng của ứng suất nén xiên θ và tính biến dạng trong cốt thép chịu kéo uốn

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0,5V_u \cot \theta}{E_s A_s} \leq 0,002$$

Trong đó

- M_u : mômen tính toán có nhân hệ số.

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt

Bước 4

- Sử dụng các giá trị v/f'_c và ε_x đã tính được để xác định θ và so sánh nó với giá trị giả định. Lặp lại quá trình trên cho tới khi θ xấp xỉ với giá trị tra bảng. Sau đó, xác định giá trị β

Bước 5

- Tính toán sức kháng cắt cần thiết của các cốt thép ngang ở sườn dầm V_s

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{V_u}{\phi} - 0,083\beta\sqrt{f'_c}b_v d_v$$

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt

Bước 6

- Khoảng cách cần thiết giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

$$s \leq \frac{A_v f_y d_v \cot g\theta}{V_s}$$

- Với A_v là diện tích cốt thép ngang sườn dầm trong phạm vi khoảng cách s
- Kiểm tra yêu cầu về lượng cốt thép ngang tối thiểu ở sườn dầm

$$A_s \geq 0,083 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$$

$$s \leq \frac{A_v f_y}{0,083 \sqrt{f'_c} b_v}$$

- Kiểm tra yêu cầu về khoảng cách tối đa giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

- Nếu $V_u < 0,1f'_c b_v d_v$ thì $s \leq 0,8d_v \leq 600\text{mm}$
- Nếu $V_u \geq 0,1f'_c b_v d_v$ thì $s \leq 0,4d_v \leq 300\text{mm}$

5.3. Tính toán kết cấu BTCT thường chịu cắt

Bước 7

- Kiểm tra điều kiện đảm bảo cho cốt thép dọc không bị chảy dưới tác dụng tổ hợp của mômen, lực dọc và lực cắt.

$$A_s f_y \geq \left[\frac{M_u}{d_v \varphi} + 0,5 \frac{N_u}{\varphi} \right] + \left(\frac{V_u}{\varphi} - 0,5 V_s \right) \cot g \theta$$

- Nếu biểu thức trên không thoả mãn, cần tăng thêm cốt thép dọc chủ hoặc tổng diện tích cốt thép ngang sườn dầm.

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



6.1. Khái niệm chung

- Cấu kiện chịu nén là cấu kiện chịu tác dụng của lực nén N dọc theo trục của nó.
 - VD: cột của khung nhà nhiều tầng, thân vòm, trụ cầu hoặc các thanh chịu nén trong giàn.
- Tùy theo vị trí đặt lực trên tiết diện, cột được phân thành cấu kiện chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm.
 - Cấu kiện chịu nén đúng tâm chỉ chịu một mình lực dọc tại tâm mà không có mômen uốn. Xét trên mỗi mặt cắt thì lực nén tác dụng đúng trọng tâm của nó. Nén đúng tâm chỉ là trường hợp lý tưởng, ít gặp trong thực tế.
 - Cấu kiện chịu nén lệch tâm khi lực nén N đặt lệch so với trục của cấu kiện. Lúc này ngoài lực nén, N còn gây ra uốn. Nó tương đương với lực N đặt đúng tâm và một mômen uốn $M=N.e$



6.3. Cầu tạo

6.3.2. Vật liệu

6.3.2.1. Bê tông : thường chọn từ 20÷28 MPa

6.3.2.2. Cốt thép

a. Cốt thép dọc chủ : tác dụng chịu lực nén

- Số lượng và loại cốt thép được chọn theo yêu cầu tính toán
- Bố trí cốt thép: cốt thép được bố trí đối xứng với trục dọc của cầu kiện
 - Khoảng cách giữa các cốt thép dọc không quá 450mm
 - Số lượng thanh cốt thép dọc tối thiểu trong cột tròn là 6, cột chữ nhật là 4
 - Bố trí cốt thép dọc quanh chu vi tiết diện



6.3. Cầu tạo

- Diện tích cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường theo chiều dọc của các cầu kiện chịu nén không liên hợp nhiều nhất là:

$$\frac{A_s}{A_g} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f_y} \leq 0,08 \quad \text{và} \quad \frac{A_{ps} f_{pe}}{A_g f'_c} \leq \mathbf{0,30}$$

- Diện tích thép dự ứng lực và thép thường theo chiều dọc của các cầu kiện chịu nén không liên hợp tối thiểu là:

$$\frac{A_s f_y}{A_g f'_c} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f'_c} \geq \mathbf{0,135}$$



6.3. Cấu tạo

b. Cốt thép đai

- Liên kết các cốt thép dọc, tạo thành khung khi đổ bê tông và giữ ổn định cho các cốt thép dọc
- Ngăn cản các thanh cốt thép dọc khỏi bị cong oằn
- Làm việc như cốt thép chịu cắt của cột

b1. Cốt thép đai ngang

- Đường kính nhỏ nhất của thanh là
 - 10 khi cốt thép dọc chủ là #32 hoặc nhỏ hơn
 - 15 khi cốt thép dọc chủ lớn hơn #36
 - 13 cho các bó thanh

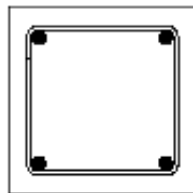


6.3. Cầu tạo

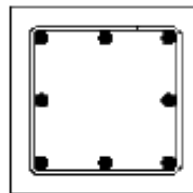
- Cự ly giữa các cốt thép đai ngang
 - Không vượt quá hoặc kích thước nhỏ nhất của bộ phận chịu nén hoặc 300mm.
 - Khi hai hoặc nhiều thanh #35 được bó lại, cự ly này không vượt quá hoặc một nửa kích thước nhỏ nhất của bộ phận hoặc 150mm
- Đầu mút của các cốt thép đai ngang được neo với cốt thép dọc bằng cách uốn 90° hoặc 135° quanh thanh cốt thép dọc chủ để chống lại chuyển vị ngang của cốt thép dọc chủ.



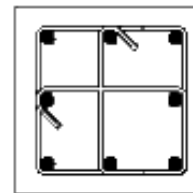
6.3. Cấu tạo



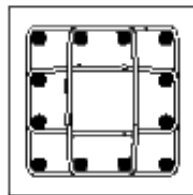
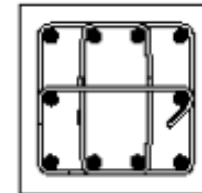
(a)



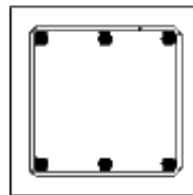
Spacing 6
(b)



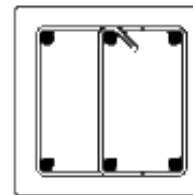
Spacing 6"
(c)



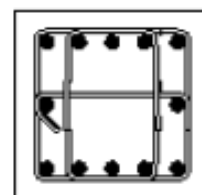
(d)



Spacing 6
(e)



Spacing 6"
(f)



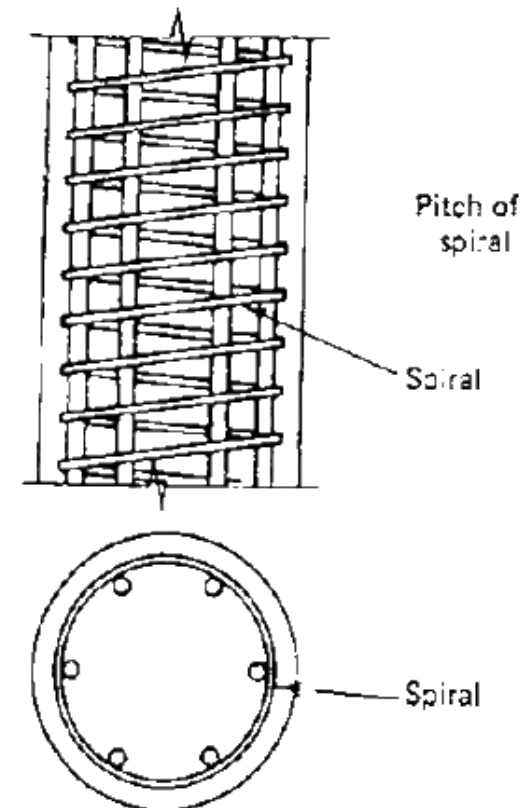
Cách bố trí cốt thép đai ngang



6.3. Cấu tạo

b2. Cốt thép đai xoắn

- Cốt đai xoắn dùng cho các bộ phận chịu nén gồm một hoặc nhiều cốt đai xoắn liên tục đặt cách đều bằng cốt thép có đường kính tối thiểu là 9,5mm. Cốt đai phải được đặt sao cho tất cả các cốt thép dọc chủ nằm bên trong và tiếp xúc với nó.
- Khoảng trống giữa các thanh cốt đai xoắn không được nhỏ hơn hoặc 25mm hoặc 1.33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối.





6.4. Các giả thiết tính toán

- Biến dạng tại một thứ điểm tiết diện tỉ lệ thuận với khoảng cách từ điểm đó đến trục trung hòa
- Khi chịu nén, biến dạng lớn nhất của bê tông lấy bằng 0,003
- Bỏ qua sức kháng kéo của bê tông
- Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén phân bố theo quy luật hình chữ nhật



6.5. Tính toán cột ngắn

6.5.2. Tính toán cấu kiện

6.5.2.1. Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén đúng tâm

- Sức kháng tính toán của cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén đối xứng qua các trục chính phải được xác định như sau :

$$P_r = \varphi P_n$$

- Đối với cấu kiện có cốt thép đai xoắn :

$$P_n = 0,85 [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

- Đối với cấu kiện có cốt thép đai thường :

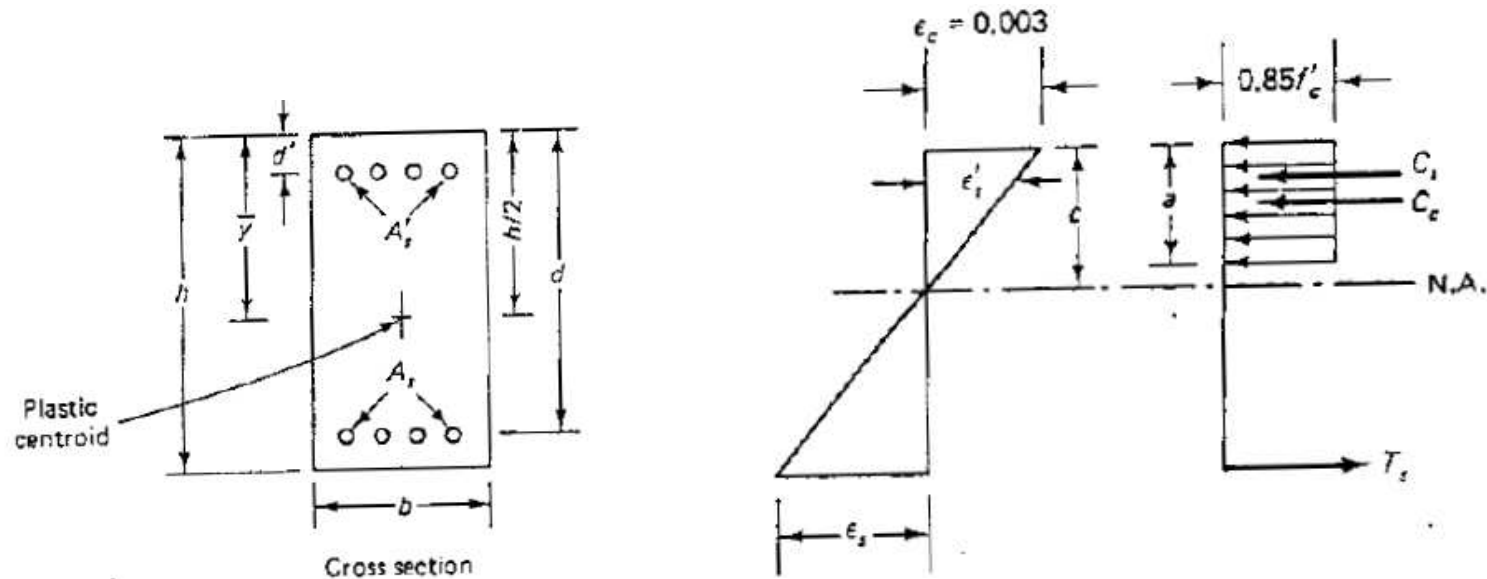
$$P_n = 0,8 [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$



6.5. Tính toán cột ngắn

6.5.2.2. Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén lệch tâm, tiết diện chữ nhật

a. Sơ đồ ứng suất





6.5. Tính toán cột ngắn

b. Các phương trình cân bằng

- Phương trình cân bằng lực dọc

$$P_n = 0,85f'_c a.b + A'_s f'_s - A_s f_s$$

- Phương trình cân bằng mômen với trọng tâm tiết diện

$$M_n = P_n e = 0,85 f'_c a b \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A_s f_s \left(d_s - \frac{h}{2} \right) + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'_s \right)$$

- Chú ý rằng, lực dọc P_n không thể vượt quá sức kháng nén danh định của cột chịu nén đúng tâm



6.5. Tính toán cột ngắn

- Tùy thuộc vào độ lệch tâm e , ứng suất trong cốt thép chịu nén A'_s hoặc chịu kéo A_s sẽ đạt tới giá trị giới hạn chảy f'_y và f_y .
- Cốt thép chịu nén đạt đến giới hạn chảy khi bê tông vùng chịu nén bị vỡ, nếu cấu kiện bị phá hoại từ vùng chịu kéo, giá trị f_s sẽ được thay bằng f_y .
- Trong trường hợp $f'_s < f'_y$ và $f_s < f_y$, ứng suất thực tế trong cốt thép được tính từ sơ đồ biến dạng như sau

$$f'_s = E_s \varepsilon'_s = E_s \frac{0,003(c - d'_s)}{c} \leq f'_y$$
$$f_s = E_s \varepsilon_s = E_s \frac{0,003(d_s - c)}{c} \leq f_y$$



6.5. Tính toán cột ngắn

c. Điều kiện cường độ

- $M_r = \varphi M_n \geq M_u$
- $P_r = \varphi P_n \geq P_u$
 - φ : hệ số sức kháng được lấy như sau

$$\varphi = 0,9 - 0,15 \frac{0,75 P_n}{0,1 f'_c A_g} = 0,9 - 0,1125 \frac{P_n}{0,1 f'_c A_g} \geq 0,75$$

- P_n sức kháng nén (N)
- ε_s : biến dạng từ cốt thép chịu kéo

$$\varepsilon_s = \frac{0,003(d_s - c)}{c} \leq \frac{f_y}{E_s}$$



6.5. Tính toán cột ngắn

d. Các bài toán

d1. Bài toán duyệt mặt cắt :

- Cho trước kích thước tiết diện $b \times h$
- Cho số liệu về cốt thép và cách bố trí cốt thép (cho $A'_s, A_s, d'_s, d_s, E_s, f_y, f'_y$),
- Cho cường độ chịu nén của bê tông, cho giá trị tải trọng tác dụng M_u và P_u .
- Yêu cầu duyệt mặt cắt theo TTGH cường độ.



6.5. Tính toán cột ngắn

- Phương pháp sử dụng biểu đồ tương tác M-P, biểu diễn các giá trị mômen và lực dọc danh đỉnh của cầu kiện tương ứng với các trường hợp phá hoại với độ lệch tâm thay đổi từ 0 đến ∞ . Các điểm nằm trong biểu đồ tương tác xem như an toàn, cầu kiện đủ khả năng chịu lực)
 - Trường hợp chịu nén đúng tâm Tính P_r
 - Trường hợp phá hoại cân bằng: Tính M_r và P_r
 - Chọn 1 vài giá trị $c < c_b$ để tìm miền phá hoại kéo
 - Chọn 1 vài giá trị $c > c_b$ để tìm miền phá hoại nén
 - Trường hợp chịu uốn thuần túy: Tính M_r
 - Vẽ biểu đồ tương tác M-P và so sánh



6.5. Tính toán cột ngắn

- Phương pháp tính gần đúng
 - Giả thiết chiều cao trục trung hòa c
 - Tính P_r và M_r
 - Tính độ lệch tâm $e = M_r / P_r$
 - So sánh độ lệch tâm tính toán với độ lệch tâm đã cho, nếu không đạt tiếp tục tính lại cho đến khi hội tụ
 - Quá trình lặp như trên cũng giống như việc xác định biểu đồ tương tác mômen-lực dọc (biểu đồ tương tác M-P)



6.5. Tính toán cột ngắn

d2. Bài toán thiết kế mặt cắt

- Cho
 - Giá trị M_u và P_u
 - Số liệu cốt thép: E_s, f_y, f'_y
 - Số liệu bê tông : f'_c
- Yêu cầu
 - Chọn kích thước mặt cắt
 - Tính và bố trí cốt thép dọc chịu lực



6.5. Tính toán cột ngắn

Trình tự giải

- Tính độ lệch tâm $e = M_r/P_r$
- Lựa chọn sơ bộ kích thước cột

- Khi $e < \frac{h}{2}$ thì $A_g \geq \frac{P_u}{0,45(f'_c + f_y \rho_{st})}$

- $\rho_{st} = \frac{A_{st}}{A_g}$: hàm lượng cốt thép trong cột, sơ bộ 1÷4%

- Nếu sử dụng cốt đai xoắn thì $A_g \geq \frac{P_u}{0,55(f'_c + f_y \rho_{st})}$

- Khi $e \geq \frac{h}{2}$ thì số 0,45 trong công thức trên thay bằng 0,3÷0,4



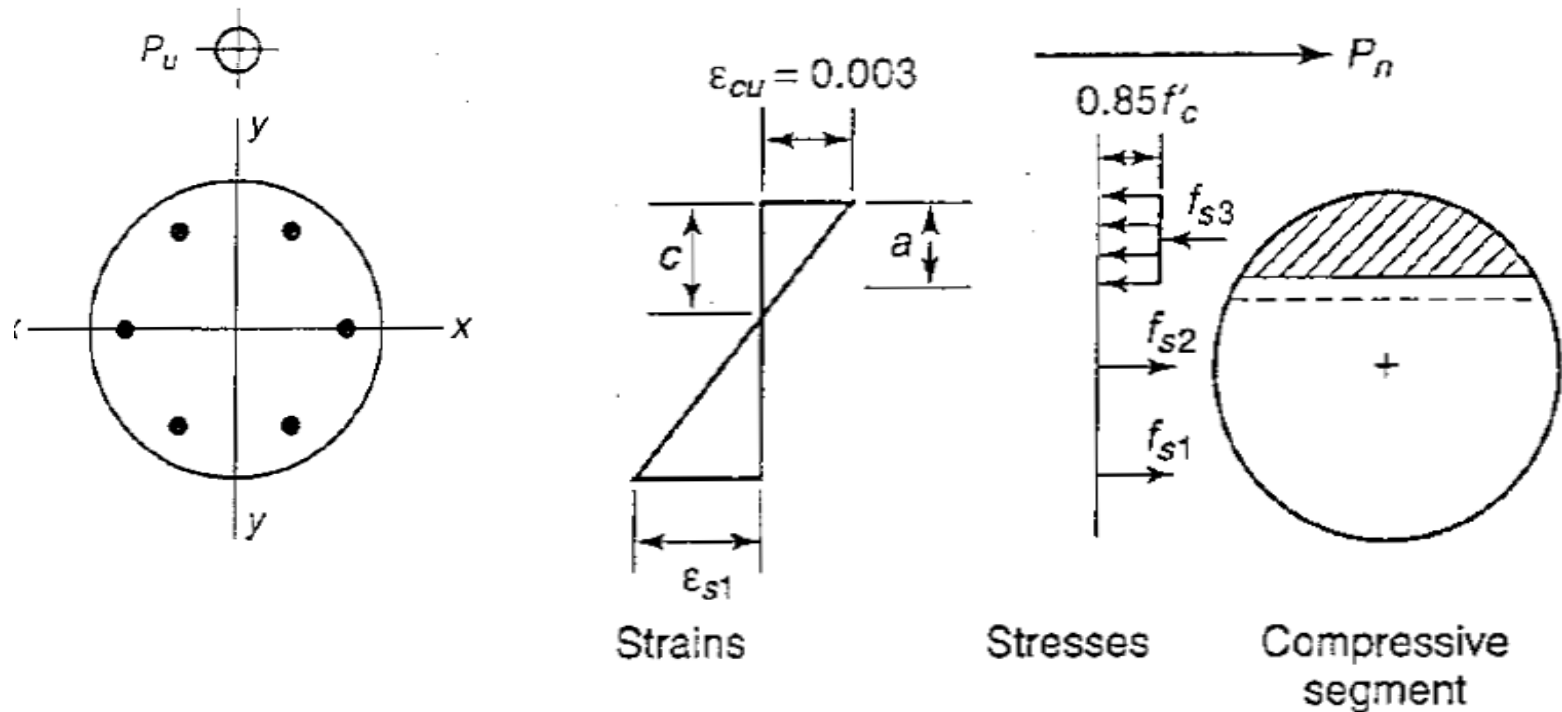
6.5. Tính toán cột ngắn

- Từ giá trị diện tích mặt cắt ngang cột
 - Chọn hình dạng và kích thước tiết diện.
 - Tiết diện chữ nhật, kích thước nhỏ nhất $\geq 25\text{cm}$.
 - Tiết diện tròn, đường kính $\geq 30\text{cm}$
- Bố trí sơ bộ cốt thép dọc chịu lực trong cột.
 - Diện tích cốt thép trong cột $A_{st} = (1\div 4\%)A_g$
- Duyệt mặt cắt theo bài toán tính duyệt. Nếu không đạt phải thay đổi kích thước tiết diện hoặc tăng cốt thép.



6.5. Tính toán cột ngắn

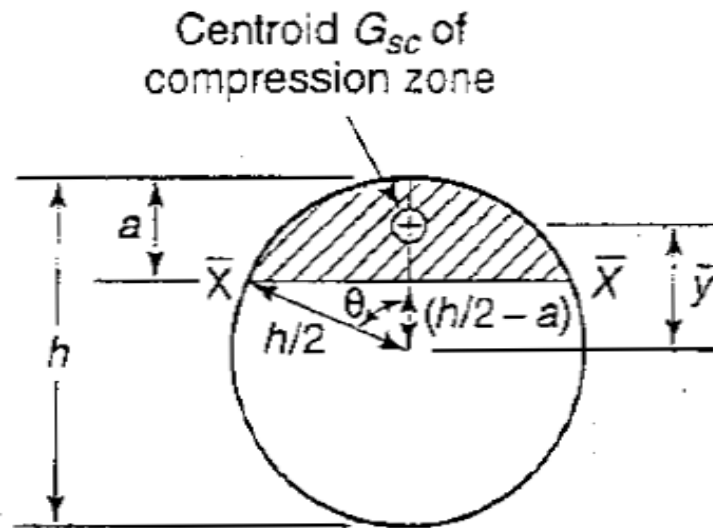
6.5.2.3. Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén lệch tâm, tiết diện tròn





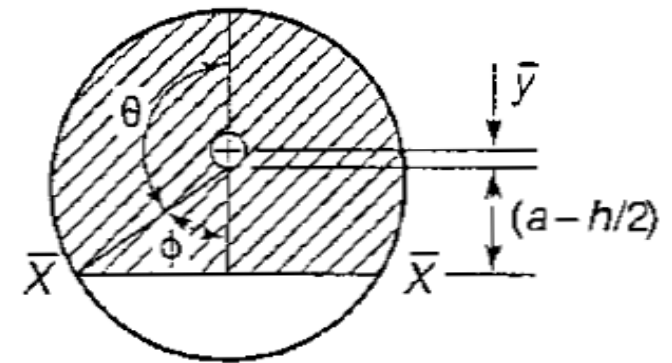
6.5. Tính toán cột ngắn

- Tùy theo độ cao của vùng bê tông chịu nén, cốt tiết diện tròn được chia thành hai trường hợp



Case 1: $a \leq h/2, \theta < 90^\circ$

Centroid G_{sc} of compression zone



Case 2: $a > h/2, \theta > 90^\circ$
 $\theta = 180^\circ - \phi$



6.5. Tính toán cột ngắn

- Trường hợp 1: $a \leq \frac{h}{2}; \theta < 90^\circ$ $\theta = \arccos\left(\frac{h/2 - a}{h/2}\right)$
- Trường hợp 2:

$$a > \frac{h}{2}; \theta > 90^\circ \quad \theta = \arccos\left(\frac{h/2 - a}{h/2}\right) \quad \phi = \arccos\left(\frac{a - h/2}{h/2}\right)$$

- Diện tích vùng bê tông chịu nén được lấy như sau

$$A_c = h^2 \left(\frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{4} \right)$$

- Mômen tĩnh của vùng bê tông chịu nén lấy với trọng tâm tiết diện $A_c Y = h^3 \left(\frac{\sin^3 \theta}{12} \right)$
 - Với Y là khoảng cách từ trọng tâm vùng bê tông chịu nén đến tâm của tiết diện hình tròn



6.5. Tính toán cột ngắn

- Các phương trình cân bằng được viết như sau

$$P_n = 0,85f'_c A_c + A'_s f'_s - A_s f_s$$

$$M_n = P_n e = 0,85 f'_c A_c Y + A_s f_s \left(d_i - \frac{h}{2} \right) + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'_i \right)$$

Trong đó

- f_s, f'_s : ứng suất trong cốt thép chịu kéo và chịu nén

$$f'_s = E_s \varepsilon'_s = E_s \frac{0,003(c - d'_i)}{c} \leq f'_y$$

$$f_s = E_s \varepsilon_s = E_s \frac{0,003(d_i - c)}{c} \leq f_y$$

- d_i, d'_i : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo và chịu nén đến thớ chịu nén ngoài cùng



6.7. CỘT CHỊU NÉN LỆCH TÂM THEO HAI PHƯƠNG

- Các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :
 - Nếu lực tính toán dọc trục không nhỏ hơn $0,1\phi f'_c A_g$:

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{\phi P_o}$$

$$P_o = 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y$$

- Nếu tải trọng tính toán dọc trục nhỏ hơn $0,10\phi f'_c A_g$:

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$$

6.7. CỘT CHỊU NÉN LỆCH TÂM THEO HAI PHƯƠNG

- φ : hệ số sức kháng đối với các cấu kiện chịu nén dọc trục
- P_{rxy} : sức kháng dọc trục tính toán khi uốn theo hai phương (N)
- P_{rx} : sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch e_y (N)
- P_{ry} : sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch e_x (N)
- P_u : lực dọc trục tính toán (N)
- M_{ux} : mô men tính toán tác dụng theo trục X (N.mm)

6.7. CỘT CHỊU NÉN LỆCH TÂM THEO HAI PHƯƠNG

- M_{uy} : mô men tính toán tác dụng theo trục Y (N.mm)
- $e_x = M_{uy}/P_u$: độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục X (mm)
- $e_y = M_{ux}/P_u$: độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục Y (mm).
- M_{rx} : sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục X (N.mm)
- M_{ry} : sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục Y (N.mm)

Sức kháng dọc trục tính toán P_{rx} và P_{ry} không được lớn hơn tích số của hệ số sức kháng ϕ và sức kháng nén danh định lớn nhất

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH**



MÔN HỌC

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

GIẢNG VIÊN: KS. Võ Thành Nam

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN CẦU ĐƯỜNG



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



7.1. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

- Các nội dung được xem xét ở TTGH sử dụng là sự khống chế nứt, biến dạng và ứng suất trong bê tông và trong cốt thép dự ứng lực dưới điều kiện sử dụng bình thường.
- Vì dự trữ đối với các TTGH sử dụng không có nguồn gốc thống kê mà chủ yếu dựa trên kinh nghiệm và sự đánh giá kỹ thuật, các hệ số sức kháng và hệ số tải trọng thường được lấy bằng đơn vị



7.1.1. Không chế nứt dầm chịu uốn

- Độ mở rộng vết nứt do uốn trong dầm BTCT được quyết định bởi sự phân bố cốt thép ở vùng bê tông chịu kéo lớn nhất. Bề rộng vết nứt bị ảnh hưởng bởi ứng suất kéo và các chi tiết về cốt thép.
- Các cấu kiện phải được cấu tạo sao cho ứng suất kéo trong cốt thép thường ở trạng thái giới hạn sử dụng, f_s không vượt quá f_{sa} cho bởi:

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0,6f_y$$



7.1.1. Khống chế nứt dầm chịu uốn

- d_c : chiều cao phần bê tông tính từ thớ chịu kéo ngoài cùng cho đến tâm của thanh hay sợi đặt gần nhất nhưng không lớn hơn 50mm.
- A : diện tích phần bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chủ chịu kéo chia cho số lượng của các thanh hay sợi (mm^2)
- Z : thông số bề rộng vết nứt (N/mm).

Điều kiện môi trường	$Z(\text{N/mm})$	Bề rộng vết nứt (mm)
Bình thường, ôn hòa	30000	0.41
Khắc nghiệt	23000	0.30
Kết cấu vùi dưới đất	17000	0.23



7.1.2. Khống chế biến dạng

Tính độ võng

- Khi tính toán độ võng do hoạt tải, độ võng phải được lấy trị số lớn của kết quả tính toán
 - Riêng xe tải thiết kế
 - 25% xe tải thiết kế cùng tải trọng làn thiết kế.
- Tất cả các làn thiết kế phải được đặt tải và tất cả các dầm được giả thiết là chịu lực như nhau. Điều này tương đương với việc hệ số phân bố biến dạng được tính bằng số làn chia cho số dầm.
- Độ võng của cầu có thể xác định theo hai giai đoạn
 - Độ võng tức thời xảy ra tại thời điểm đặt tải
 - Độ võng dài hạn xảy ra theo thời gian do từ biến và co ngót của bê tông.



7.1.2. Khống chế biến dạng

- Độ võng tức thời có thể được tính toán khi sử dụng các công thức của lý thuyết đàn hồi.
- Mômen quán tính của mặt cắt có thể được lấy bằng
 - Mômen quán tính nguyên (I_g) với các cấu kiện không nứt
 - Mômen quán tính hữu hiệu (I_e) với các cấu kiện đã nứt.

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I \qquad M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t}$$

- M_{cr} : mô men nứt (N.mm)
- y_t : khoảng cách từ TTH đến thớ chịu kéo ngoài cùng (mm)
- M_a : mô men lớn nhất trong cấu kiện ở giai đoạn đang tính biến dạng (N.mm)



7.1.2. Khống chế biến dạng

- Nếu không tính được chính xác hơn thì độ võng dài hạn có thể được tính bằng giá trị độ võng tức thời nhân với hệ số sau đây :
 - Nếu độ võng tức thời tính theo I_g : 4,0
 - Nếu độ võng tức thời tính theo I_e : $3,0 - 1,2 (A'_s/A_s) \geq 1,6$.



Các giới hạn ứng suất đối với bê tông

- Với cầu kiện có cốt thép dự ứng lực. Ứng suất của bê tông f_c có thể được xác định từ các thông số của mặt cắt đàn hồi chưa nứt

$$f_c = -\frac{P}{A_g} \pm \frac{Pey}{I_g} \mp \frac{My}{I_g}$$

- P : lực nén trước
- A_g : diện tích mặt cắt ngang
- e : độ lệch tâm của lực nén trước
- M : mômen do tải trọng tác dụng sinh ra
- y : khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt tới thớ tính ứng suất
- I_g : mômen quán tính của mặt cắt



Các giới hạn ứng suất đối với bê tông

- Giới hạn ứng suất BT được quy định với 2 giai đoạn tải trọng
 - Giai đoạn truyền lực nén: ngay sau khi lực nén được truyền vào bê tông nhưng trước khi xảy ra mất mát ứng suất do từ biến và co ngót
 - Giai đoạn tải trọng khai thác: sau khi đã xảy ra tất cả các mất mát ứng suất trước
- Vùng chịu kéo được dự ứng lực là vùng được nén trước nhưng sẽ trở thành vùng chịu kéo khi chịu tác dụng của mômen do tĩnh tải và hoạt tải.
- Các giới hạn ứng suất trong bảng này không áp dụng đối với các cấu kiện dự ứng lực có cấu tạo phân đoạn.



Các giới hạn ứng suất đối với bê tông

Các giới hạn ứng suất đối với bê tông tại thời điểm truyền lực nén

Ứng suất nén	<ul style="list-style-type: none">▪ Các cấu kiện kéo trước▪ Các cấu kiện kéo sau	$0.60f'_{ci}$ $0.60 f'_{ci}$
Ứng suất kéo	<ul style="list-style-type: none">• Trong vùng kéo của cấu kiện bị nén trước. không có cốt thép dính bám.• Trong các vùng khác với các vùng chịu kéo của cấu kiện bị nén trước và không có cốt thép phụ dính bám.• Trong các vùng có cốt thép dính bám, đủ để chịu 120% lực kéo khi bê tông bị nứt được tính toán trên cơ sở một mặt cắt không nứt.• Để tính ứng suất cầu lắp trong các cọc dự ứng lực.	Không có $0,25\sqrt{f'_{ci}} \leq 1,38$ (MPa) $0,58\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa) $0,415\sqrt{f'_c}$ (MPa)



Các giới hạn ứng suất đối với bê tông

Các giới hạn ứng suất nén đối với bê tông khi chịu tải trọng sử dụng

Vị trí	Giới hạn ứng suất
<ul style="list-style-type: none">• Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra.	$0,45 f'_c$ (MPa)
<ul style="list-style-type: none">• Đối với các cầu xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra.	$0,45 f'_c$ (MPa)
<ul style="list-style-type: none">• Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do hoạt tải cộng với 1/2 tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra.	$0,40 f'_c$ (MPa)
<ul style="list-style-type: none">• Do tổng lực dự ứng lực hữu hiệu, tải trọng thường xuyên, các tải trọng nhất thời, và tải trọng tác dụng khi vận chuyển và bốc xếp.	$0,60 \phi_w f'_c$ (MPa)

Các giới hạn ứng suất đối với cốt thép dự ứng lực

Điều kiện	Loại bó thép		
	Tạo thép đã được khử ứng suất dư, các thanh cường độ cao trơn nhẵn	Tạo thép có độ tự chùng thấp	Các thanh có cờ cường độ cao
Căng trước			
Ngay trước khi truyền lực ($f_{pt} + \Delta f_{pES}$)	0,70 f_{pu}	0,75 f_{pu}	-
Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi đã tính toàn bộ mất mát (f_{pe})	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}
Căng sau			
Trước khi đệm neo - Có thể cho phép dùng f_s ngắn hạn	0,90 f_{py}	0,90 f_{py}	0,90 f_{py}
Tại các neo và các bộ nối cáp ngay sau bộ neo ($f_{pt} + \Delta f_{pES} + \Delta f_{pA}$)	0,70 f_{pu}	0,70 f_{pu}	0,70 f_{pu}
ở cuối vùng mất mát ở tâm đệm neo ngay sau bộ neo ($f_{pt} + \Delta f_{pES} + \Delta f_{pA}$)	0,70 f_{pu}	0,74 f_{pu}	0,70 f_{pu}
Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau toàn bộ mất mát	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}	0,80 f_{pu}



7.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

- Trạng thái giới hạn mỏi được sử dụng để hạn chế ứng suất trong cốt thép nhằm khống chế bề rộng vết nứt dưới tác dụng của tải trọng lặp để ngăn chặn sự phá hoại sớm hơn so với tuổi thọ tác dụng theo thiết kế của cầu.
- Tải trọng mỏi gồm một xe tải thiết kế với khoảng cách không đổi 9000mm giữa hai trục 145KN. Mỏi được xét đến ở những vùng mà ứng suất nén do tải trọng thường xuyên sinh ra nhỏ hơn hai lần ứng suất kéo lớn nhất do hoạt tải tính từ tổ hợp tải trọng mỏi. Biên độ ứng suất mỏi cho phép trong cốt thép được giới hạn bởi

$$f_f = 145 - 0,33f_{\min} + 55\left(\frac{r}{h}\right)$$



7.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

- f_f : biên độ ứng suất (MPa)
- f_{\min} : mức ứng suất nhỏ nhất theo giá trị đại số do tổ hợp tải trọng mỏi như quy định, kết hợp với các ứng suất phát sinh do các tải trọng thường xuyên hoặc tải trọng thường xuyên, co ngót và tải trọng do từ biến (MPa).
- r/h : tỉ số giữa bán kính đáy với chiều cao của các biến dạng ngang đã trôi qua. Nếu giá trị thực này không biết, có thể lấy bằng 0,3.
- Khi tính toán về mỏi, cần sử dụng các đặc trưng của mặt cắt đã nứt. Có thể sử dụng các đặc trưng của mặt cắt nguyên khi tổng ứng suất do tải trọng thường xuyên không nhân hệ số sinh ra và 1.5 lần tải trọng mỏi không vượt quá một giá trị ứng suất kéo bằng $0.25\sqrt{f'_c}$