



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

PHẦN CẤU KIỆN CƠ BẢN



KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

PHẦN CẤU KIỆN CƠ BẢN

Chương 1



Chương 1: MỞ ĐẦU.

Chương 2: TÍNH NĂNG CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU.

Chương 3: NGUYÊN LÝ CẤU TẠO & TÍNH TOÁN BTCT.

Chương 4: CẤU KIỆN CHỊU UỐN.

Chương 5: SÀN PHẪNG.

Chương 6: CẤU KIỆN CHỊU NÉN.

Chương 7: CẤU KIỆN CHỊU KÉO.

Chương 8: CẤU KIỆN CHỊU UỐN XOẮN.

Chương 9: TÍNH TOÁN CẤU KIỆN BTCT THEO TTGH THỨ II.

Chương 10: BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG LỰC TRƯỚC.

Tài liệu: -Kết cấu BTCT-phần cấu kiện cơ bản, Phan Quang Minh (chủ biên).

-Kết cấu Bê tông và BTCT-Tiêu chuẩn thiết kế TCXDVN 356-2005.

1.1. BẢN CHẤT CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP:

Bê tông cốt thép là vật liệu xây dựng phức hợp do BT 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). **Chịu nén tốt, chịu kéo kém.**

Cốt thép: chịu kéo, nén đều tốt.

Xét thí nghiệm đơn giản sau:

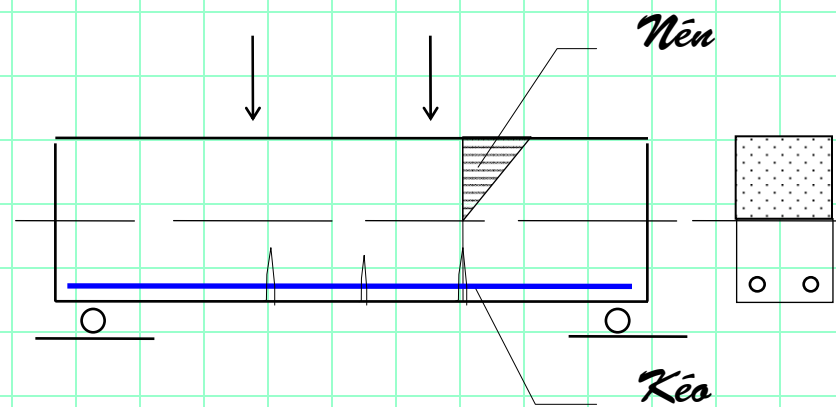
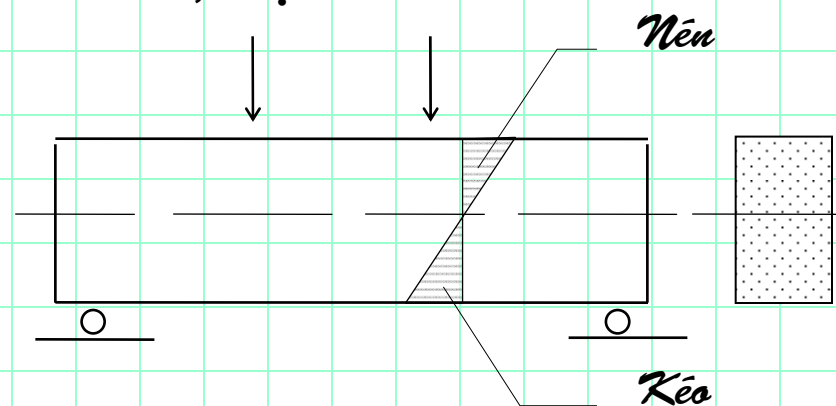
- Uốn một dầm bê tông (không cốt thép):

phá hoại khá sớm do vết nứt xuất hiện ở vùng bê tông chịu kéo. Như vậy khả năng chịu lực của BT vùng nén chưa được tận dụng hết

- Cũng dầm tương tự như vậy nhưng nếu đặt một lượng cốt thép thích hợp vào vùng bê tông chịu kéo:

Dầm BTCT chỉ bị phá hoại khi BT vùng nén bị ép vỡ hoặc cốt thép chịu kéo bị đứt.

Mặc khác thép chịu kéo và nén đều tốt nên có thể đặt thép vào cả vùng chịu nén.



Vậy thực chất bê tông cốt thép là một vật liệu xây dựng hỗn hợp mà trong đó bê tông và cốt thép đã liên kết hợp lý với nhau để cùng làm việc trong một kết cấu.

Sở dĩ bê tông và cốt thép có thể cùng làm việc được là do:

- **Lực dính bám giữa BT và cốt thép:** Bê tông khi ninh kết dính chặt với cốt thép nên ứng lực có thể truyền từ BT sang cốt thép và ngược lại, nhờ đó có thể khai thác hết khả năng chịu lực của cốt thép, hạn chế bề rộng khe nứt...
- **Giữa bê tông và thép không xảy ra phản ứng hóa học:** Bê tông bao bọc bảo vệ cốt thép không bị han rỉ và ngăn ngừa tác dụng có hại của môi trường đối với thép.
- **Bê tông và thép có hệ số giãn nở nhiệt gần bằng nhau** ($\alpha_{ct} = 1,2 \cdot 10^{-5}$; $\alpha_b = 10^{-5} \sim 1,5 \cdot 10^{-5}$). Nên khi nhiệt độ thay đổi trong phạm vi thông thường dưới 100°C thì ứng suất (ban đầu) xảy ra trong vật liệu không đáng kể.

1.2. PHÂN LOẠI BTCT:

1.2.1 Phân loại theo phương pháp chế tạo :

a. **Bê tông cốt thép toàn khối (BTCT đổ tại chỗ):**

Tiến hành ghép ván khuôn, đặt cốt thép và đổ BT ngay tại vị trí thiết kế của kết cấu.



1.2. PHÂN LOẠI BTCT:

Chương 1



1.2.1 Phân loại theo phương pháp chế tạo :

a. **Bê tông cốt thép toàn khối** (BTCT đổ tại chỗ):

Tiến hành ghép ván khuôn, đặt cốt thép và đổ BT ngay tại vị trí thiết kế của kết cấu.

* **Ưu điểm:** - Các cấu kiện liên kết toàn khối nên kết cấu có độ cứng lớn, chịu tải trọng động tốt.

- Có thể chế tạo các cấu kiện theo hình dáng tùy ý.

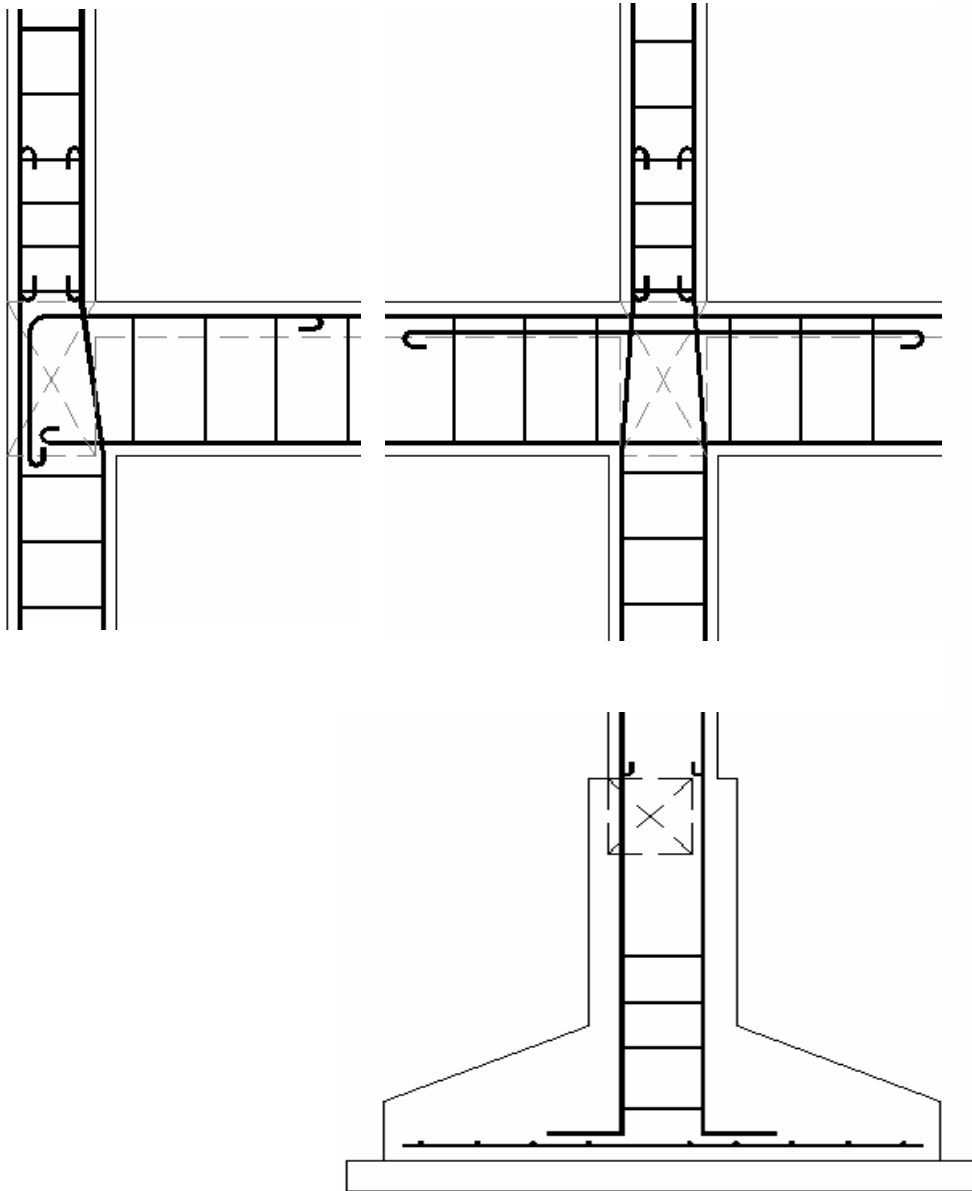
* **Nhược điểm:** - Tốn vật liệu làm ván khuôn, đà giáo.
- Thi công chịu ảnh hưởng thời tiết.

b. **Bê tông cốt thép lắp ghép** (cấu kiện BTCT chế tạo sẵn):

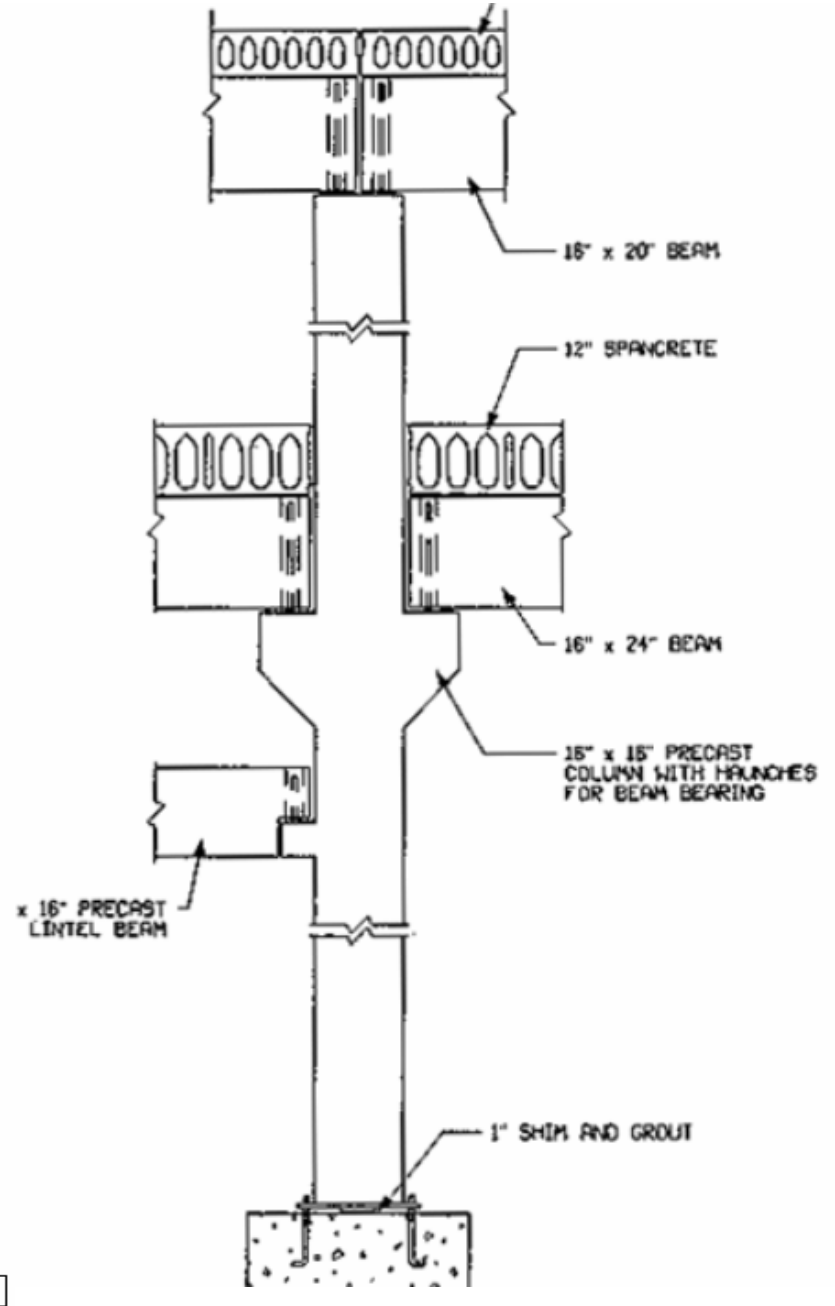
Phân kết cấu thành các cấu kiện riêng biệt để có thể chế tạo sẵn rồi đem lắp ghép lại thành kết cấu tại vị trí thiết kế. PP này khắc phục phần nào nhược điểm của BT toàn khối.

* **Ưu điểm:** - Có điều kiện Công nghiệp hóa trong thi công xây dựng.
- Tiết kiệm vật liệu làm ván khuôn.
- Rút ngắn thời gian thi công, đảm bảo chất lượng.. ..

* **Nhược điểm:** - Cần có các phương tiện vận chuyển, cầu lắp.
- Xử lý các mối nối phức tạp.
- Độ cứng của kết cấu không lớn.



BÊ TÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI



BÊ TÔNG CỐT THÉP LẮP GHÉP

c. **Bê tông cốt thép nửa lắp ghép :**

Theo PP này, người ta tiến hành lắp ghép các cấu kiện được chế tạo sẵn “chưa hoàn chỉnh”, sau đó đặt thêm cốt thép, ghép ván khuôn và đổ BT để hoàn chỉnh kết cấu.

- * **Ưu điểm:** - Độ cứng của kết cấu lớn.
- Giảm khối lượng ván khuôn, có thể loại bỏ cột chống.
- * **Nhược điểm:** - Cần giải quyết tốt liên kết giữa BT cũ và mới.
- Tổ chức thi công phức tạp.

1.2.2. Phân loại theo trạng thái ứng suất:

a. **Bê tông cốt thép thường:**

Khi chế tạo cấu kiện, cốt thép ở trạng thái không có ứng suất. Ngoài các nội ứng suất do co ngót và nhiệt độ, trong BT và cốt thép chỉ xuất hiện ứng suất khi có tải trọng

b. **Bê tông cốt thép ứng lực trước (BTCT dự ứng lực) :**

Khi chế tạo cấu kiện, cốt thép ban đầu được kéo căng, liên kết chặt với BT, khi buông ra cốt thép co lại gây nén trong BT.

1.2.3. Phân loại theo cốt thép :

- Bê tông có cốt mềm. ($d < 40\text{mm}$, dễ uốn).
- Bê tông có cốt cứng ($d > 40\text{mm}$, thép hình).

1.2.4. Phân loại theo trọng lượng thể tích:

- Bê tông nặng có $\gamma \geq 1800 \text{ kg/ m}^3$ (~2500).
- Bê tông nhẹ có $\gamma < 1800 \text{ kg/ m}^3$.



1.3. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA BTCT:

1.3.1 Ưu điểm:

Sử dụng vật liệu địa phương (cát, sỏi, đá..) tiết kiệm thép. Rẻ tiền hơn so với thép khi kết cấu có nhịp vừa và nhỏ, cùng chịu tải như nhau.

Chịu lực tốt hơn kết cấu gỗ và gạch đá.

Chịu lửa tốt hơn gỗ và thép. Bê tông bảo vệ cho cốt thép không bị nung nóng sớm.

Tuổi thọ của công trình cao, chi phí bảo dưỡng ít. BT có cường độ tăng theo thời gian, chịu tác động của môi trường tốt, cốt thép được BT bao bọc bảo vệ không bị gỉ.

Việc tạo dáng cho kết cấu thực hiện dễ dàng. Vữa BT khi thi công ở dạng nhão có thể đổ vào các khuôn có hình dáng bất kỳ, cốt thép đủ dẻo để uốn theo hình dạng của kết cấu.

1.3.2 Nhược điểm :

Trọng lượng bản thân lớn nên gây khó khăn cho việc xây dựng kết cấu có nhịp lớn bằng BTCT thường. Khắc phục: Dùng BT nhẹ, BTCT U LT (2), kết cấu vỏ mỏng (3),...

Bê tông cốt thép dễ có khe nứt ở vùng kéo khi chịu lực. Cần phải ngăn ngừa hoặc hạn chế khe nứt kết cấu trong môi trường xâm thực, các đường ống hay bể chứa chất lỏng.. (Tính toán hạn chế khe nứt, sử dụng BTCT U LT..)

Cách âm và cách nhiệt kém hơn gỗ và gạch đá. Có thể sử dụng kết cấu có lỗ rỗng, kết cấu nhiều lớp, BT xốp..

Thi công phức tạp, khó kiểm tra chất lượng. Khắc phục: BTCT lắp ghép..

Khó gia cố và sửa chữa. Thiết kế cần phải phù hợp yêu cầu sử dụng hiện tại và dự kiến phát triển mở rộng. P1.. P2.. P3.. P4.. P5..



1.4. PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP:

Chương 1



Xây dựng dân dụng, công nghiệp: Kết cấu chịu lực nhà 1 tầng và nhiều tầng [1] [2], ống khói, bun ke, xi lô [3], móng máy, hành lang vận chuyển v.v.. Công trình cấp thoát nước [4] [5]... ([Hình ảnh](#)), ([Hình ảnh KC mái](#))..

Xây dựng công trình giao thông: Cầu, đường, tà vẹt, âu tàu, cầu tàu, vỏ hầm... ([Hình ảnh công trình đường](#)), ([Hình ảnh công trình cầu](#)), ([Hình ảnh tunnel](#))..

Xây dựng công trình thủy lợi: Trạm bơm, máng dẫn nước, đập thủy điện,... ([Hình ảnh công trình thủy lợi](#)), ([Hình ảnh công trình thủy điện, đập](#))..

Xây dựng công trình truyền thông, thông tin; Các công trình đặc biệt

Xây dựng công trình quốc phòng: Công sự kiên cố, doanh trại,...



1.5. SƠ LƯỢC LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN:

Quá trình phát triển chia thành 3 giai đoạn:

- **Giai đoạn phát minh và mò mẫm** trong thực tiễn, bố trí cốt thép theo cảm tính.

1848: Lambot (Pháp) chế tạo chiếc tàu bằng lưới sắt ngoài trát vôi thủy [1.5.1],... Và năm 1855 ông được trao bằng sáng chế cho các bản vẽ dầm BTCT và cột được gia cố bằng 4 thanh thép xung quanh.

1850: Monier (chủ vườn ươm ở Pháp) có các thí nghiệm với các chậu BT được gia cố bằng lưới thép. Và tiếp theo là các bằng sáng chế với các ống và bể chứa được gia cố, tấm sàn, cầu thang..

- **Giai đoạn nghiên cứu lí luận và sử dụng rộng rãi** (sau 1880), nghiên cứu về cường độ của BT và cốt thép, lực dính giữa BT và cốt thép, giải thích sự làm việc chung giữa chúng.

1886: Koenen (Trưởng thanh tra XD của Phổ) xuất bản cuốn sách về phương pháp tính toán độ bền của BTCT.

Từ năm 1890 đến 1920 các kỹ sư thực hành đã dần dần nắm được kiến thức về cơ học của BTCT. Các cuốn sách, bài báo, tiêu chuẩn đã thể hiện các lý thuyết tính toán.

- **Giai đoạn phát triển hiện tại:** XD các phương pháp tính toán theo ứng suất cho phép dựa trên cơ sở của môn SBVL, tính theo giai đoạn phá hoại có xét đến tính biến dạng dẻo của vật liệu, tính theo trạng thái giới hạn. Nghiên cứu và chế tạo thành công BTCT ULT [5.2].



Joseph-Louis Lambot (Sinh 22-05-1814, mất 02-08-1887), là người phát minh ra xi măng lưới thép để dẫn đến sự ra đời của BTCT ngày nay. Ông đã chế tạo các bể chứa dùng vữa xi măng và cốt thép. Năm 1848 ông đã chế tạo một vỏ tàu bằng cách trên, và chiếc tàu này hiện được trưng bày tại Bảo tàng Brignoles.





TÍNH NĂNG CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU.

Chương 2



2.1. Bê tông:

- Tính năng cơ học của BT là chỉ các đặc trưng cơ học như: cường độ và biến dạng.
- Tính năng vật lý là tính co ngót, từ biến, khả năng chống thấm, cách nhiệt, ... của BT.

2.1.1. Thành phần, cấu trúc và các loại bê tông:

2.1.1.1 Vật liệu, thành phần của bê tông:

BT là loại đá nhân tạo được chế tạo từ các vật liệu rời (cát, đá, sỏi) và chất kết dính.

Vật liệu rời được gọi là cốt liệu, gồm các cỡ hạt khác nhau, loại bé là cát 1-5mm, loại lớn là sỏi, đá dăm 5-40mm.

Chất kết dính thường là XM trộn nước hoặc các chất dẻo khác.

2.1.1.2 Cấu trúc của bê tông:

BT có cấu trúc không đồng nhất vì hình dáng, kích thước các hạt cốt liệu khác nhau, sự phân bố cốt liệu và chất kết dính không đều, có các lỗ rỗng.

2.1.1.3 Các loại bê tông:

Theo cấu trúc có: BT đặc, BT có lỗ rỗng (dùng ít cát), BT tổ ong.

Theo khối lượng riêng: BT nặng thường có khối lượng riêng $\gamma \approx 2200 \div 2500 \text{kg/m}^3$; BT cốt liệu bé $\gamma \approx 1800 \div 2200 \text{kg/m}^3$; BT nhẹ $\gamma < 1800 \text{kg/m}^3$; BT đặc biệt nặng $\gamma > 2500 \text{kg/m}^3$;

Theo thành phần: BT thông thường, BT cốt liệu bé, BT chèn đá hộc.

Theo phạm vi sử dụng: BT làm kết cấu chịu lực, BT chịu nóng, BT cách nhiệt, BT chống xâm thực.. P1.. P15.. P2.. P3..

TÍNH NĂNG CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU 1

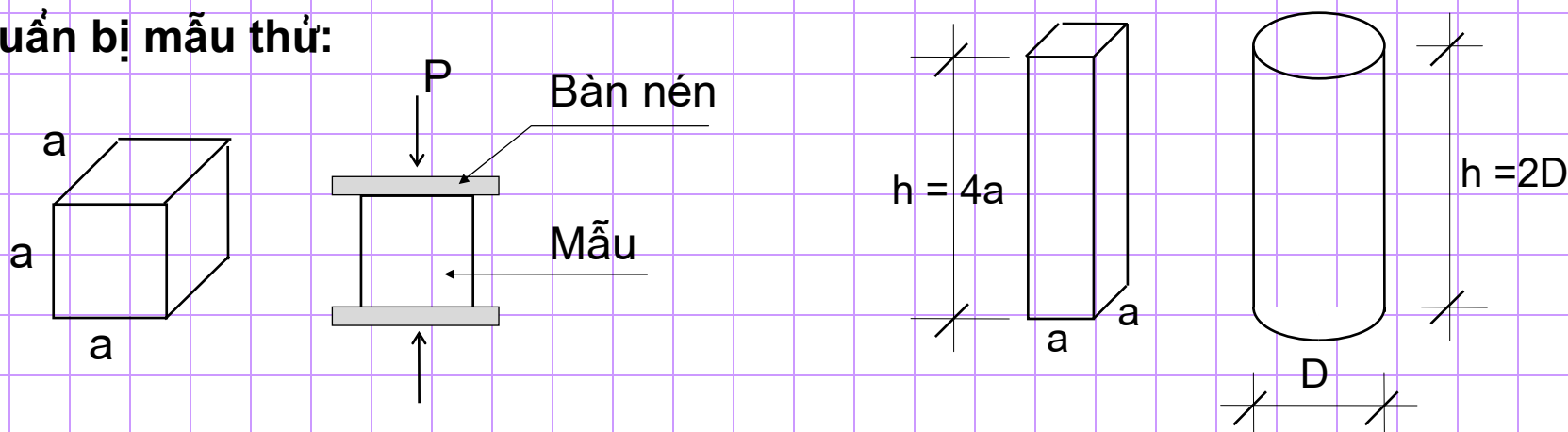
2.1.2. Cường độ của bê tông:

Cường độ là chỉ tiêu cơ học quan trọng, là một đặc trưng cơ bản của BT, phản ánh khả năng chịu lực của vật liệu.

Thường căn cứ vào cường độ để phân biệt các loại bê tông.

2.1.2.1 Cường độ chịu nén:

Chuẩn bị mẫu thử:



Mẫu khối lăng trụ.

Thí nghiệm trên máy nén, tăng tải đến khi mẫu bị phá hoại. Gọi P là lực phá hoại mẫu.

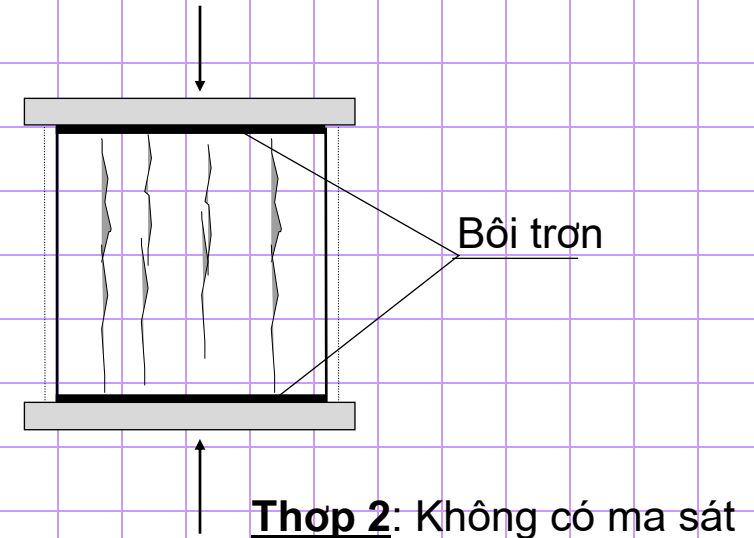
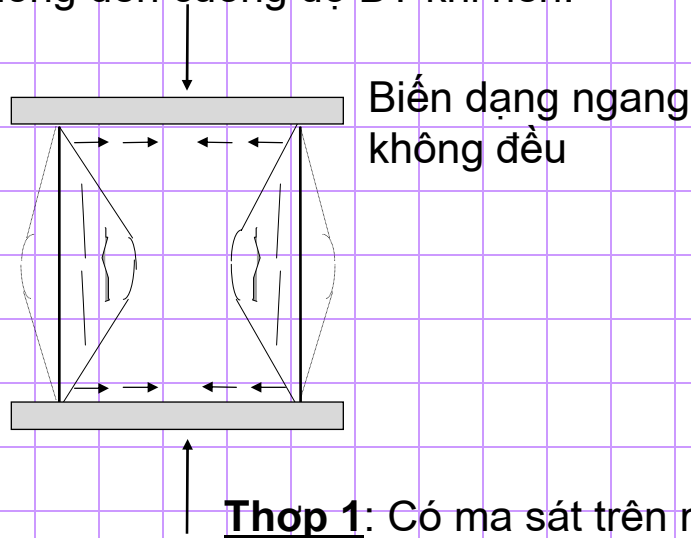
Cường độ nén của mẫu: $R = \frac{P}{A}; \quad (2-1)$

A là diện tích TD ngang của mẫu.

Bê tông thường có $R=5 \div 30\text{MPa}$. BT có $R>40\text{MPa}$ là loại cường độ cao. Người ta đã chế tạo được loại BT đặc biệt có $R\geq 80\text{MPa}$.

Sự phá hoại của mẫu chịu nén:

Khi bị nén ngoài biến dạng theo phương lực tác dụng, mẫu còn nở ngang. Chính sự nở ngang quá mức làm cho BT bị phá vỡ do ứng suất kéo (khả năng chịu kéo của BT kém hơn chịu nén nhiều lần). Lực ma sát giữa bàn nén và mẫu thử cản trở sự nở ngang ảnh hưởng đến cường độ BT khi nén.



Kết quả cho thấy trường hợp 1 mẫu có cường độ lớn hơn.

Kích thước mẫu thử: Mẫu kích thước nhỏ có cường độ lớn hơn mẫu thử có kích thước lớn.

Hình dạng mẫu thử: Mẫu lăng trụ có cường độ bé hơn mẫu khối vuông có cùng kích thước đáy $R_{lt} = (0.7-0.8)R_{\dots}$



2.1.2.2 Cường độ chịu kéo: $R_{(t)}$:

Mẫu chịu kéo trung tâm:

$$R_{(t)} = \frac{P}{A}; \quad (2-2a)$$

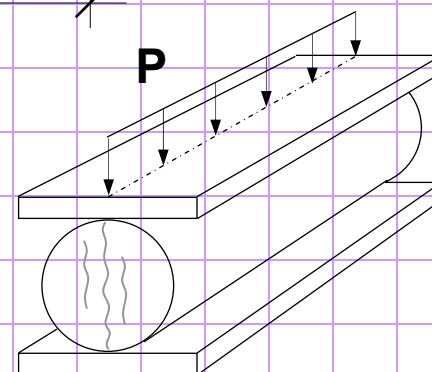
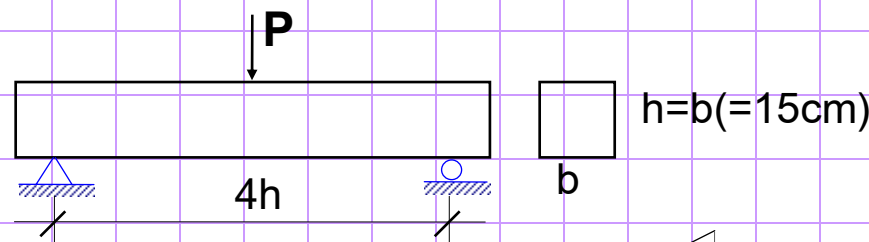
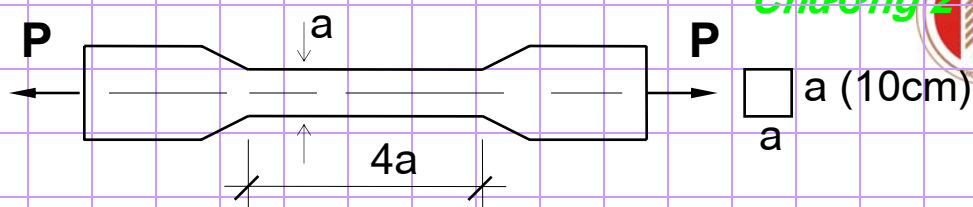
Mẫu chịu kéo khi uốn:

$$R_{(t)} = \frac{3.5M}{bh^2}; \quad (2-2b)$$

Mẫu trụ tròn chịu nén chệch:

$$R_{(t)} = \frac{2.P}{\pi.l.D}; \quad (2-2c)$$

Trong đó: P, M: Lực và mômen uốn làm phá hoại mẫu.
Bê tông thường có $R_{(t)} = 10 \div 40 \text{ kG/cm}^2$.



2.1.2.3 Quan hệ giữa cường độ chịu kéo $R_{(t)}$ và cường độ chịu nén R:

Công thức dùng quan hệ đường cong: $R_{(t)} = \theta_t \sqrt{R}; \quad (2-3a)$

Trong đó θ_t được lấy phụ thuộc vào loại BT và đơn vị của R. Với BT nặng thông thường và đơn vị của R là MPa $\theta_t = 0.28 \div 0.30$.

Công thức dùng quan hệ đường thẳng: $R_{(t)} = 0.6 + 0.06R; \quad (2-3b)$

Công thức dùng quan hệ đường cong theo hệ số C_t : $R_{(t)} = C_t.R; \quad (2-3c)$

Với đơn vị của R là MPa, Hệ số C_t : $C_t = \frac{R+150}{60R+1300}; \quad (2-4)$

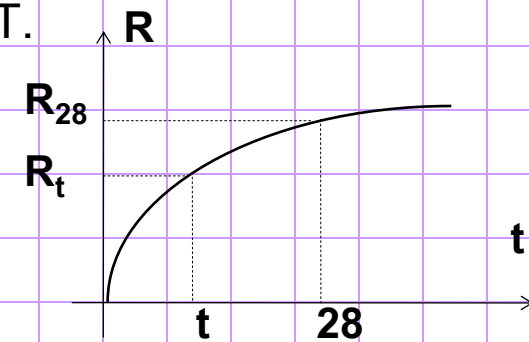
2.1.2.4 Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ của BT:

* **Thành phần và cách chế tạo BT:** Đây là nhân tố quyết định cường độ BT.

- Chất lượng và số lượng xi măng:
- Độ cứng, độ sạch, cấp phối của cốt liệu:
- Tỷ lệ N/X hợp lý.
- Chất lượng của việc trộn vữa BT, đầm và bảo dưỡng BT.

* **Thời gian (tuổi của BT):**

Cường độ của bê tông tăng theo thời gian, lúc đầu tăng nhanh sau tăng chậm dần.
 Với cường độ chịu kéo sự tăng cường độ theo thời gian nhanh hơn so với cường độ chịu nén.



Cường độ bê tông tăng theo thời gian được xác định theo công thức thực nghiệm:

Công thức của Sec (1926): $R_t = R_1 + (R_{10} - R_1) \cdot \lg t$.

Công thức của Nga (1935), (Skramtaep): $R_t = R_{28} \frac{\lg t}{\lg 28} \approx 0.7 R_{28} \lg t$;
 (với t = 7-300 ngày)

Công thức của Viện nghiên cứu BT Mỹ ACI theo quy luật hyperbôn:

$$R_t = R_{28} \frac{t}{a + b \cdot t};$$

Trong đó hệ số a, b phụ thuộc loại XM. Thông thường a=4; b=0.85. Với XM đông cứng nhanh a=2.3; b=0.92.

* Tốc độ gia tải và thời gian tác dụng:

Khi tốc độ gia tải chậm cường độ đạt khoảng 0.85÷0.9 trị số thông thường và khi gia tải nhanh cường độ của mẫu có thể tăng 1.15÷1.2 lần.

Khi thí nghiệm phải tuân theo quy trình TN với tốc độ gia tải 0.2MPa/s.

2.1.3. Giá trị trung bình và giá trị tiêu chuẩn của cường độ:

2.1.3.1 Giá trị trung bình:

Thí nghiệm n mẫu thử của cùng một loại BT thu được các giá trị cường độ của mẫu thử là R_1, R_2, \dots, R_n . Giá trị trung bình cường độ của các mẫu thử ký hiệu là R_m , gọi tắt là **cường độ trung bình**:

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}; \quad (2-6)$$

2.1.3.2 Độ lệch quân phương, hệ số biến động:

Đặt $\Delta_i = |R_i - R_m|$ gọi là độ lệch.

Với số lượng mẫu đủ lớn ($n \geq 15$) tính **độ lệch quân phương**: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n-1}}$; (2-7)

Hệ số biến động được tính: $\nu = \frac{\sigma}{R_m}$; (2-8)

2.1.3.3 Giá trị đặc trưng:

Giá trị đặc trưng của cường độ của BT (gọi tắt là cường độ đặc trưng) được xác định theo xác suất đảm bảo là 95% và được tính: $R_{ch} = R_m(1 - S \cdot \nu)$; (2-9)

Trong đó S là hệ số phụ thuộc xác suất bảo đảm. Với xác suất bảo đảm 95% thì $S=1,64$.

2.1.3.4 Giá trị tiêu chuẩn:

Giá trị tiêu chuẩn của cường độ của BT (gọi tắt là cường độ tiêu chuẩn) được lấy bằng cường độ đặc trưng của mẫu thử R_{ch} nhân với hệ số kết cấu γ_{KC} .

Cường độ tiêu chuẩn về nén R_{bn} , về kéo R_{btn} : $R_{bn} = \gamma_{KC} \cdot R_{ch}; \quad (2-9a)$

Hệ số γ_{KC} xét đến sự làm việc của BT trong kết cấu có khác với sự làm việc của mẫu thử, được lấy bằng 0,7-0,8 tùy thuộc vào R_{ch} .

Giá trị của R_{bn} và R_{btn} được cho ở TCXDVN 356:2005 (Bảng 12 trang 35)

2.1.4. Cấp độ bền và mác của bê tông:

Là trị số của các đặc trưng cơ bản về chất lượng của BT. Tùy theo tính chất và nhiệm vụ của kết cấu mà quy định mác hoặc cấp độ bền theo các đặc trưng khác nhau.

2.1.4.1 Mác theo cường độ chịu nén: Kí hiệu M

Bê tông nặng: M100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600.

Bê tông nhẹ: M50, 75, 100, 150, 200, 250, 300.

2.1.4.2 Cấp độ bền chịu nén: Kí hiệu B

TCXDVN 356:2005 (trang 4) quy định phân biệt chất lượng BT theo cấp độ bền chịu nén:

Cấp độ bền chịu nén của bê tông: ký hiệu bằng chữ B, là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu lập phương kích thước tiêu chuẩn (150 mm x 150 mm x 150 mm) được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày.



Cấp độ bền chịu nén của bê tông: ký hiệu bằng chữ B, là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu lập phương kích thước tiêu chuẩn (150 mm x 150 mm x 150 mm) được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày.

TCXDVN 356:2005 (Bảng 9 trang 30) quy định:

BT nặng có cấp độ bền chịu nén B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60.

BT nhẹ có cấp độ bền chịu nén B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40.

Tương quan giữa mác M và cấp độ bền B của cùng một loại BT thể hiện bằng biểu thức:

$$B = \alpha \cdot \beta \cdot M; \quad (2-10)$$

Trong đó α là hệ số đổi đơn vị từ kG/cm² sang MPa; có thể lấy bằng 0,1.

β là hệ số chuyển đổi từ cường độ trung bình sang cường độ đặc trưng (với $v = 0,135$ thì $\beta = (1 - S \cdot v) = 0,778$).

2.1.4.3 Mác theo cường độ chịu kéo: Kí hiệu K.

Bê tông nặng: K10, 15, 20, 25, 30, 40.

Bê tông nhẹ: K10, 15, 20, 25, 30.

2.1.4.4 Cấp độ bền chịu kéo: Kí hiệu B_t.

Khi sự chịu lực của kết cấu được quyết định chủ yếu bởi khả năng chịu kéo của BT, kết cấu có yêu cầu chống nứt.

TCXDVN 356:2005 (trang 4) quy định cấp độ bền chịu kéo:

Cấp độ bền chịu kéo của bê tông: ký hiệu bằng chữ B_t, là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu kéo tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu kéo tiêu chuẩn được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm kéo ở tuổi 28 ngày.



Cấp độ bền chịu kéo của bê tông: ký hiệu bằng chữ B_t , là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu kéo tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu kéo tiêu chuẩn được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm kéo ở tuổi 28 ngày.

BT có cấp độ bền chịu kéo dọc trục $B_{t0,8}$; $B_{t1,2}$; $B_{t1,6}$; B_{t2} ; $B_{t2,4}$; $B_{t2,8}$; $B_{t3,2}$.

2.1.4.5 Mác theo các yêu cầu khác:

Mác theo khả năng chống thấm là con số lấy bằng áp suất lớn nhất (tính bằng atm) mà mẫu chịu được để nước không thấm qua.

Cấp chống thấm của BT: W2; W4; W6; W8; W10; W12.

W cần quy định cho các kết cấu có yêu cầu chống thấm hoặc độ đặc chất của BT như các công trình thủy lợi, thủy điện...

Mác theo khối lượng riêng trung bình D (khả năng cách nhiệt):

- BT nhẹ D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000.
- BT tổ ong D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200.
- BT rỗng D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400.



2.1.5. Biến dạng của bê tông:

2.1.5.1 Biến dạng do co ngót:

Co ngót là hiện tượng BT giảm thể tích khi ninh kết

Mức độ co ngót khi đông cứng trong không khí $(3 - 5) \cdot 10^{-4}$. Khi đông cứng trong nước BT nở ra $= 1/5 - 1/2$ mức độ co, mức độ tối đa $(6 - 15) \cdot 10^{-5}$.

Các nhân tố ảnh hưởng đến biến dạng co ngót:

- Số lượng và loại XM: lượng XM $\uparrow \rightarrow$ co ngót \uparrow , XM có hoạt tính cao \rightarrow co ngót \uparrow .
- Tỷ lệ N/X tăng \rightarrow co ngót tăng.
- Cát nhỏ hạt, cốt liệu rỗng \rightarrow co ngót tăng.
- Chất phụ gia làm BT ninh kết nhanh \rightarrow co ngót tăng.

Co ngót là một hiện tượng có hại:

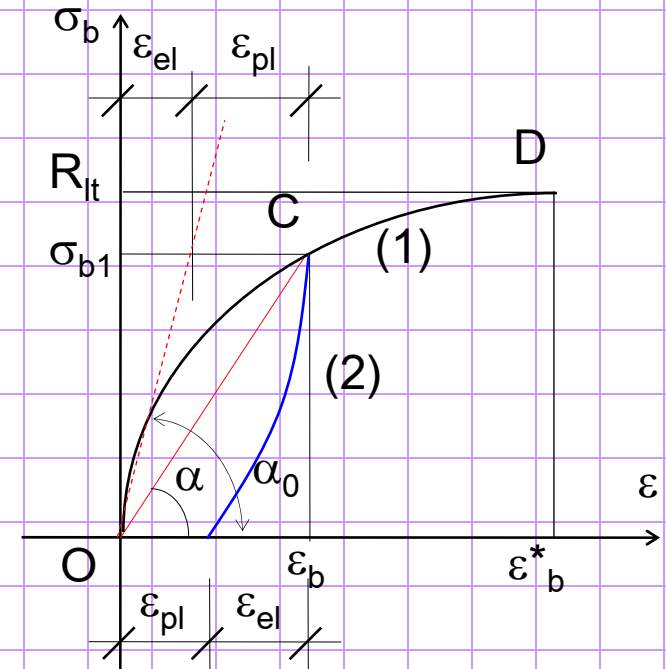
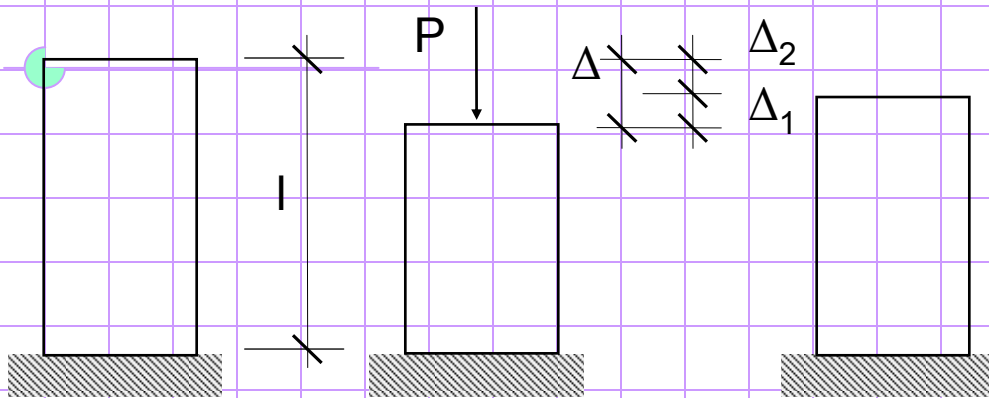
- Làm thay đổi hình dạng và kích thước cấu kiện.
- Gây mất mát ứng suất trong cốt thép ứng lực trước.
- Gây ra khe nứt trên bề mặt BT, làm thay đổi cấu trúc của BT, giảm khả năng chịu lực và tuổi thọ của công trình.

Các biện pháp khắc phục:

- Chọn thành phần cốt liệu, tỷ lệ N/X hợp lý.
- Đầm chặt BT, bảo dưỡng BT thường xuyên ẩm trong giai đoạn đầu.
- Các biện pháp cấu tạo như bố trí khe co dãn, đặt cốt thép cấu tạo ở những nơi cần thiết để chịu ứng suất do co ngót gây ra, mạch ngừng khi thi công hợp lý v.v..

2.1.5.2 Biến dạng do tải trọng tác dụng ngắn hạn:

Thí nghiệm nén mẫu thử hình lăng trụ với tốc độ tăng tải từ từ, đo và lập được đồ thị giữa ứng suất và biến dạng như hình vẽ.



Khi σ còn bé đồ thị ít cong nhưng khi $\sigma \uparrow$ thì cong nhiều.

-Điểm D ứng với lúc mẫu bị phá hoại: ứng suất đạt R_{lt} và biến dạng cực đại ε^*_b .

Biến dạng của BT gồm 2 phần: phần khôi phục được là biến dạng đàn hồi ($\Delta_1 \rightarrow \varepsilon_{el}$), phần không khôi phục là biến dạng dẻo ($\Delta_2 \rightarrow \varepsilon_{pl}$): $\varepsilon_b = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl}$; (2-11)

Do vậy **BT là vật liệu đàn hồi-dẻo.**

Môđun đàn hồi ban đầu E_b : $\sigma_b = E_b \cdot \varepsilon_{el} \Rightarrow E_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_{el}} = \text{tg} \alpha_0$; (2-12)

Môđun biến dạng dẻo của BT E'_b : $\sigma_b = E'_b \cdot \varepsilon_b \Rightarrow E'_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_b} = \text{tg} \alpha$; (2-13)

Đặt $\nu = \frac{\varepsilon_{el}}{\varepsilon_b}$ gọi là hệ số đàn hồi $\Rightarrow E'_b = \nu \cdot E_b$; (2-14)

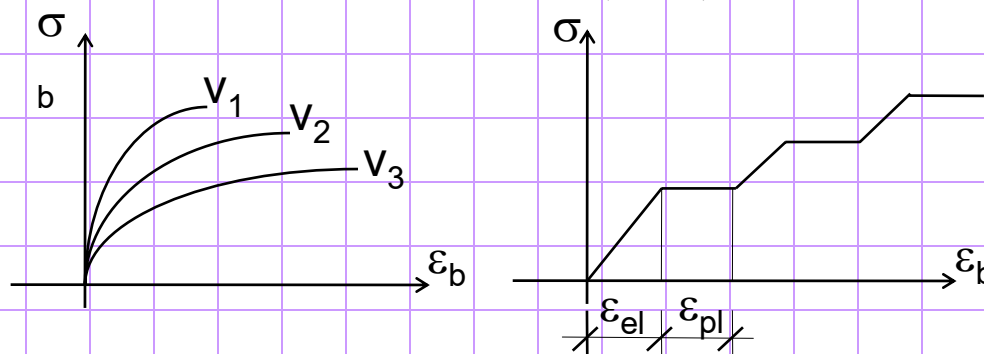
Khi BT chịu kéo cũng có biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo: $E_b' = \nu_t \cdot E_b$

Biến dạng cực hạn khi kéo khá bé $\approx 0,00015$.

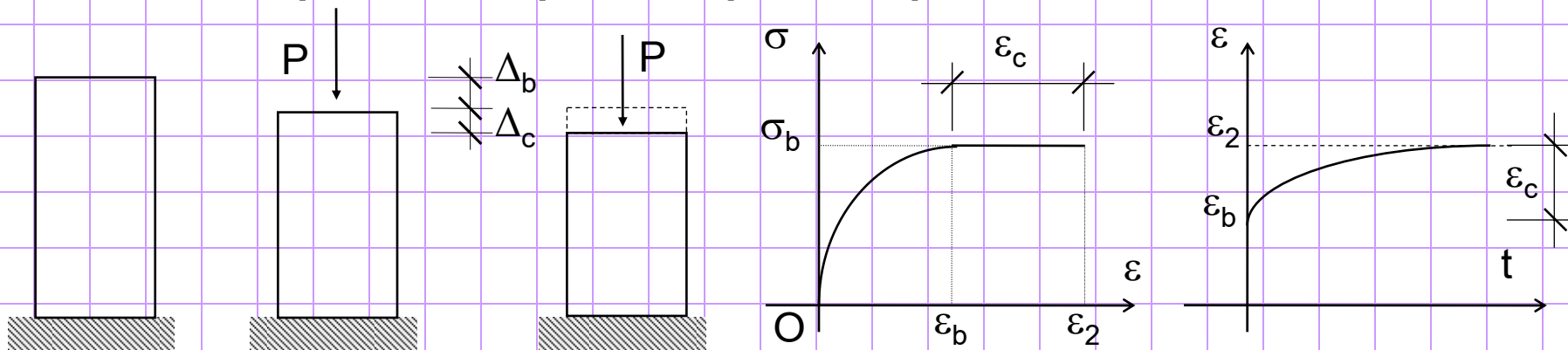
Thí nghiệm cho thấy khi BT chịu kéo sắp nứt thì $\nu_t \approx 0,5$ nên $\varepsilon_b^* = \frac{R_t}{0.5E_b} = \frac{2R_t}{E_b}$;

Môđun chống cắt với hệ số Poisson $\mu = 0,2$ với mọi loại BT: $G_b = \frac{E_b}{2(1+\mu)} \approx 0,4E_b$

Tốc độ gia tải khác nhau thì các đường biểu diễn quan hệ $\sigma - \varepsilon$ khác nhau.



2.1.5.3 Biến dạng do tải trọng tác dụng dài hạn - Từ biến:



Hiện tượng biến dạng dẻo tăng theo thời gian gọi là hiện tượng từ biến của BT. Phần biến dạng dẻo tăng lên do tải trọng tác dụng dài hạn gọi là biến dạng từ biến.

Hiện tượng biến dạng dẻo tăng theo thời gian gọi là hiện tượng từ biến của BT.
Phần biến dạng dẻo tăng lên do tải trọng tác dụng dài hạn gọi là biến dạng từ biến.

*** Các nhân tố ảnh hưởng đến biến dạng từ biến:**

- Ứng suất trong BT lớn → biến dạng từ biến lớn.
- Tuổi BT lúc đặt tải lớn → biến dạng từ biến bé.
- Độ ẩm môi trường lớn → biến dạng từ biến bé.
- Tỷ lệ N/X lớn, độ cứng cốt liệu bé → biến dạng từ biến lớn.
- Lượng X tăng → biến dạng từ biến tăng.

*** Có thể biểu diễn từ biến qua một trong hai chỉ tiêu sau:**

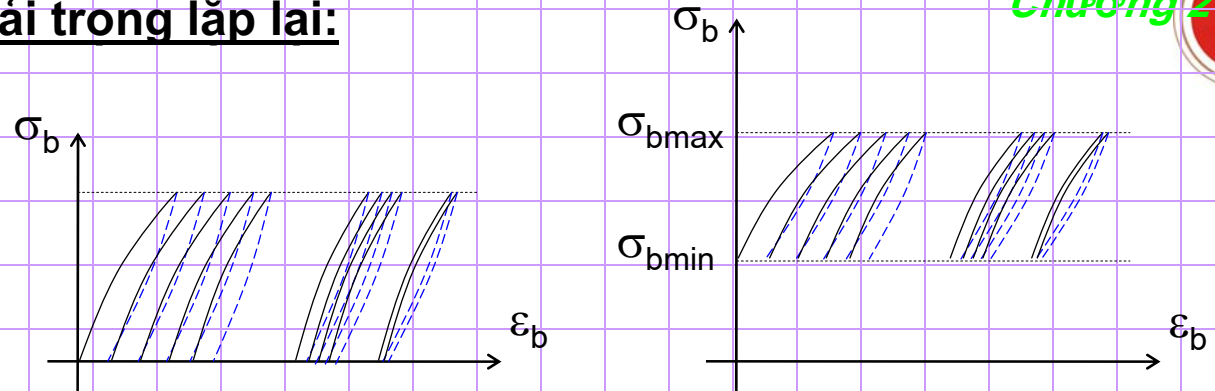
- Đặc trưng từ biến: $\varphi = \varepsilon_C / \varepsilon_{el}$. (là đại lượng không thứ nguyên)
- Suất từ biến: $C = \varepsilon_C / \sigma_b$ (MPa⁻¹ hoặc cm²/kG).

Các chỉ tiêu φ , C đều tăng theo thời gian, và đạt đến giới hạn ổn định là φ_0 , C_0 .

*** Tác hại của hiện tượng từ biến:**

- Làm tăng độ võng của cấu kiện.
- Làm tăng độ uốn dọc của cấu kiện chịu nén.
- Mở rộng khe nứt trong BT.
- Gây tổn hao ứng suất trong cốt thép ứng lực trước.

2.1.5.4 Biến dạng do tải trọng lặp lại:



Nếu tải trọng tác dụng lên kết cấu lặp đi lặp lại nhiều lần (Đặt vào rồi dỡ ra nhiều lần) thì biến dạng dẻo sẽ được tích lũy dần, nếu tải trọng lớn sẽ gây hiện tượng mỏi cho kết cấu .

2.1.5.5 Biến dạng nhiệt:

Đây là loại biến dạng thể tích khi nhiệt độ thay đổi, xác định theo hệ số nở vì nhiệt của BT α_t .

Hệ số α_t phụ thuộc vào loại XM, cốt liệu, độ ẩm có giá trị khoảng $(0,7-1,5) \times 10^{-5}/\text{độ}$. Thông thường khi nhiệt độ trong khoảng từ $0-100^\circ \text{C}$ lấy $\alpha_t = 1 \times 10^{-5}$ để tính toán.



2.2. Cốt thép:

2.2.1. Yêu cầu đối với thép dùng trong Bê tông Cốt thép:

- Đảm bảo cường độ theo thiết kế.
- Phải có tính dẻo cần thiết.
- Phải dính kết tốt và cùng chịu lực được với BT trong mọi giai đoạn làm việc của kết cấu.
- Dễ gia công: dễ uốn, cắt, và hàn được ...
- Tận dụng hết khả năng chịu lực của cốt thép khi kết cấu bị phá hoại.
- Tiết kiệm thép và tổn ít sức LĐ.

2.2.2. Các loại cốt thép:

Theo thành phần hoá học của thép: thường chỉ dùng một số mác thép các bon thấp và thép hợp kim thấp.

Theo phương pháp luyện thép:

- Cốt thép cán nóng:
- Cốt thép kéo nguội:
- Cốt thép gia công nhiệt:

Theo hình thức cốt thép: Thép thanh tiết diện tròn mặt ngoài nhẵn (tròn trơn), hoặc mặt ngoài có gờ (các gờ có tác dụng tăng độ dính bám với BT). Cũng có thể dùng thanh thép hình, đó là cốt cứng có thể chịu lực được khi thi công.

2.2.3. Các tính chất cơ bản của cốt thép:

2.2.3.1 Biểu đồ ứng suất-biến dạng:

Biểu đồ ứng suất-biến dạng **có phần thẳng ứng với giai đoạn đàn hồi, phần cong ứng với giai đoạn có biến dạng dẻo.**

Thép dẻo:

Biểu đồ σ_{ϵ} gồm một đoạn thẳng xiên OA ứng với giai đoạn làm việc đàn hồi.

Đoạn nằm ngang được gọi là **thềm chảy**, thép ở trạng thái chảy dẻo. Lúc này xác định được **giới hạn chảy của thép σ_y** .

Đoạn cong CD là giai đoạn củng cố của cốt thép, ứng suất và biến dạng tiếp tục tăng cho đến khi cốt thép bị đứt, với **giới hạn bền σ_B và biến dạng cực hạn ϵ^*_s** .

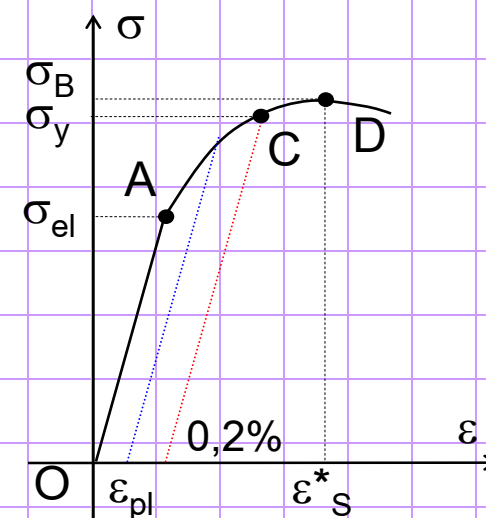
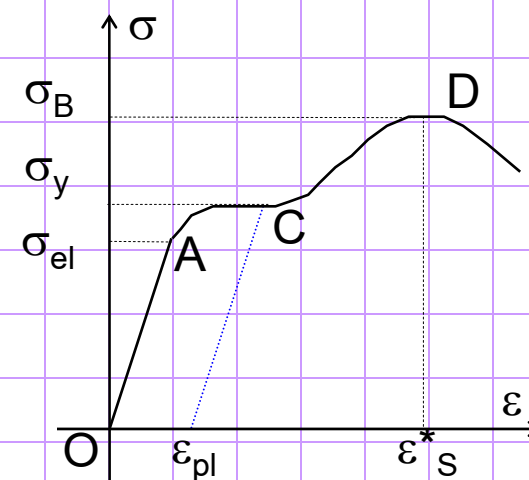
Thép rắn (giòn):

Biểu đồ σ_{ϵ} gồm một đoạn thẳng xiên OA ứng với giai đoạn làm việc đàn hồi, đoạn cong AD là giai đoạn cốt thép có biến dạng dẻo. Khi kéo đứt xác định được **giới hạn bền σ_B và biến dạng cực hạn ϵ^*_s** .

2.2.3.2 Biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo:

Nếu kéo thép trong **giai đoạn đàn hồi** rồi giảm tải thì toàn bộ biến dạng được phục hồi.

Khi kéo thép vượt quá **giới hạn đàn hồi** (có biến dạng dẻo) rồi giảm tải thì biểu đồ không về theo đường cũ và có một biến dạng dư là ϵ_{pl} .



2.2.3.3 Sự cứng nguội:

Đó là hiện tượng tăng giới hạn chảy khi gia công nguội cốt thép.

Lấy cốt thép dẻo đem kéo nguội cho quá giới hạn chảy rồi giảm tải sẽ có được cốt thép kéo nguội. Cốt kéo nguội này có giới hạn chảy cao hơn cốt thép ban đầu. Sau vài lần kéo hoặc chuốt thêm chảy sẽ biến mất, cốt thép trở thành rắn với cường độ tăng cao và biến dạng cực hạn giảm.

2.2.3.4 Cường độ tiêu chuẩn của cốt thép:

Giá trị tiêu chuẩn về cường độ của cốt thép được gọi tắt là **cường độ tiêu chuẩn**, kí hiệu R_{sn} được lấy bằng cường độ giới hạn chảy (thực tế hoặc quy ước) với xác suất bảo đảm không dưới 95%.

Với σ_y^m là giá trị trung bình của giới hạn chảy khi thí nghiệm một số mẫu thép

thì:
$$R_{sn} = \sigma_y^m (1 - S.v); \quad (2-15)$$

2.2.3.5 Môđun đàn hồi của cốt thép E_s :

Môđun đàn hồi của cốt thép, kí hiệu E_s được lấy bằng độ dốc của đoạn OA trên biểu đồ ứng suất biến dạng.

Giá trị của E_s phụ thuộc loại thép và khoảng $(17 - 21) \times 10^4$ MPa, xem TCXDVN 356:2005 (Bảng 28 trang 53)

2.2.3.6 Độ dẻo của cốt thép:

2.2.3.7 Tính hàn được:

Tính hàn được phụ thuộc vào thành phần của thép và cách chế tạo. Các thép cán nóng bằng thép chứa ít các bon và thép hợp kim thấp có tính hàn được tốt. Không được phép hàn đối với các thép đã qua gia công nguội hoặc gia công nhiệt.



2.2.4. Phân loại (nhóm) cốt thép:

2.2.4.1 Phân loại cốt thép theo TCVN:

Theo TCVN 1651:1985, có các loại cốt thép tròn trơn CI và cốt thép có gân (cốt thép vằn) CII, CIII, CIV.

Các đặc trưng cơ học của thép Việt Nam

Nhóm thép	ϕ	Giới hạn chảy kG/cm ²	Giới hạn bền kG/cm ²	ϵ^*_s %
CI	6-40	2.200	3.800	25
CII	10-40	3.000	5.000	19
CIII	6-40	4.000	6.000	14
CIV	10-32	6.000	9.000	6

2.2.4.2 Phân loại cốt thép theo một số tiêu chuẩn khác:

Theo TC Nga:

- Cán nóng: tròn trơn nhóm A-I, có gờ nhóm A-II và AC-II, A-III, A-IV, A-V, A-VI;
- Gia cường bằng nhiệt luyện và cơ nhiệt luyện: có gờ nhóm AT-IIIC, AT-IV, AT-IVC, AT-IVK, AT-VCK, AT-VI, AT-VIK và AT-VII.

Cốt thép của Trung Quốc chia thành các cấp I, II, III, IV và các loại sợi kéo nguội.

Cốt thép của Pháp được ghi theo giới hạn chảy như: FeE230, FeE400, FeE500.

2.2.4.3 Tương quan giữa mác thép và nhóm (loại) thép:

Mác thép được định ra và kí hiệu chủ yếu dựa vào thành phần hoá học và cách luyện, ví dụ CT3, CT5, 18Г2С, 25Х2С.. Nhóm cốt thép được phân chia theo tính năng cơ học.

Hai cách phân chia này là khác nhau nhưng liên quan với nhau vì tính năng của thép là do thành phần quyết định. Cốt thép nhóm CI, A-I chế tạo từ thép các bon mác CT3; Cốt thép nhóm CII, A-II chế tạo từ thép các bon mác CT5;



2.3. Bê tông cốt thép:

2.3.1. Lực dính giữa bê tông & cốt thép:

2.3.1.1 Các nhân tố tạo nên lực dính:

- Lực ma sát do co ngót khi đông cứng BT ép chặt vào cốt thép.
- Sự bám do bề mặt gồ ghề của cốt thép.
- Lực dán do keo xi măng có tác dụng như một lớp hồ dán BT vào cốt thép

2.3.1.2 Thí nghiệm xác định lực dính:

Mẫu thí nghiệm xác định lực dính:

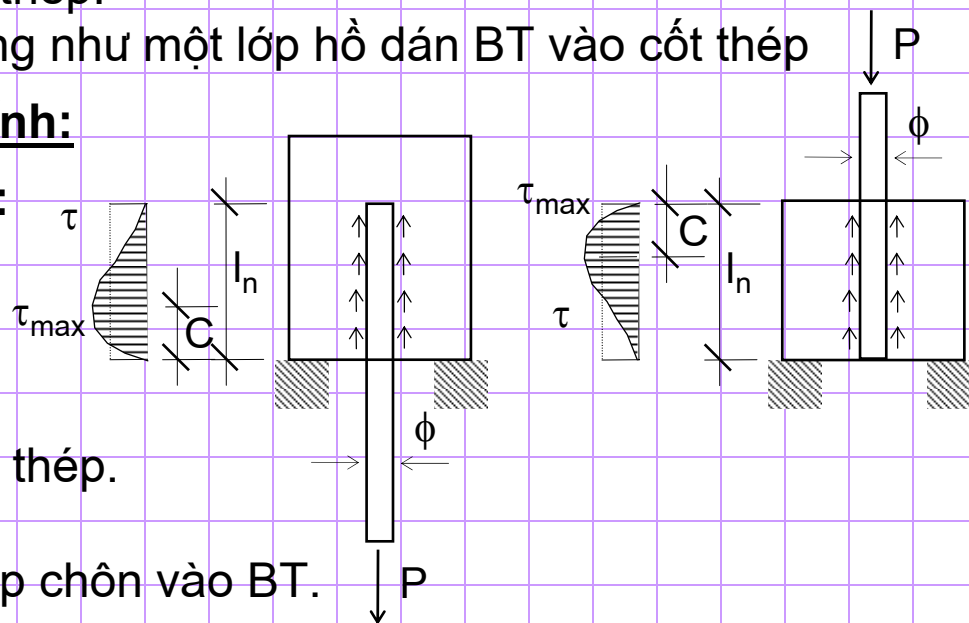
Cường độ trung bình của lực dính:

$$\tau = \frac{P}{\pi \cdot \phi \cdot l}; \quad (2-16)$$

Trong đó: P là lực kéo (nén) tuột cốt thép.

ϕ là đường kính cốt thép.

l là chiều dài đoạn cốt thép chôn vào BT.



Lực dính cực đại: $\tau_{\max} = \frac{P}{\omega \cdot \pi \cdot \phi \cdot l} = \frac{1}{\omega} \cdot \tau; \quad (2-17)$

Trong đó: ω là hệ số hoàn chỉnh biểu đồ lực dính. ($\omega < 1$)

Trị số lực dính cực đại: $\tau_{\max} = \frac{\alpha \cdot R_{bn}}{m}; \quad (2-18)$

Trong đó: m là hệ số phụ thuộc bề mặt: thép trơn $m=5 \div 6$; thép có gờ $m=3 \div 3,5$;

α là hệ số phụ thuộc trạng thái chịu lực: chịu kéo $\alpha=1$; chịu nén $\alpha=1,5$;

$$\tau_{\max} = \frac{\alpha \cdot R_{bn}}{m};$$



Trị số lực dính cực đại: $\tau_{\max} = \frac{\alpha \cdot R_{bn}}{m}; \quad (2-18)$

Trong đó: m là hệ số phụ thuộc bề mặt: thép trơn m=5÷6; thép có gờ m=3÷3,5;
 α là hệ số phụ thuộc trạng thái chịu lực: chịu kéo $\alpha=1$; chịu nén $\alpha=1,5$;

2.3.1.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến lực dính:

Khi đổ BT cốt thép thẳng đứng lực dính lớn hơn cốt thép nằm ngang.

Cốt thép chịu nén có lực dính lớn hơn cốt thép chịu kéo.

Khi thay đổi chiều dài đoạn l trị số τ_{\max} không đổi nhưng trị số trung bình thay đổi, khi tăng l hệ số hoàn chỉnh biểu đồ ω giảm.

Nếu có các biện pháp hạn chế biến dạng ngang của BT lực dính tăng.

2.3.2. Ảnh hưởng của cốt thép đến co ngót và từ biến của bê tông:

2.3.2.1 Ảnh hưởng đến co ngót:

Do sự dính kết giữa BT và cốt thép mà cốt thép cản trở biến dạng co ngót của BT: cốt thép bị nén lại còn BT bị kéo ra, đó là ứng suất ban đầu do co ngót trong BTCT.

Nếu không có cốt thép, BT tự do có co ngót ε_0 ;

Do cốt thép cản trở BT có co ngót $\varepsilon_1 < \varepsilon_0$ bằng biến dạng của cốt thép $\varepsilon_a = \varepsilon_1$.

Biến dạng cưỡng bức trong BT: $\varepsilon_0 - \varepsilon_1$

Biến dạng cưỡng bức trong cốt thép: ε_1 .

Hợp lực trong BT: $N_t = \sigma_t \cdot A_b$; trong cốt thép: $N_s = \sigma_s \cdot A_s$.

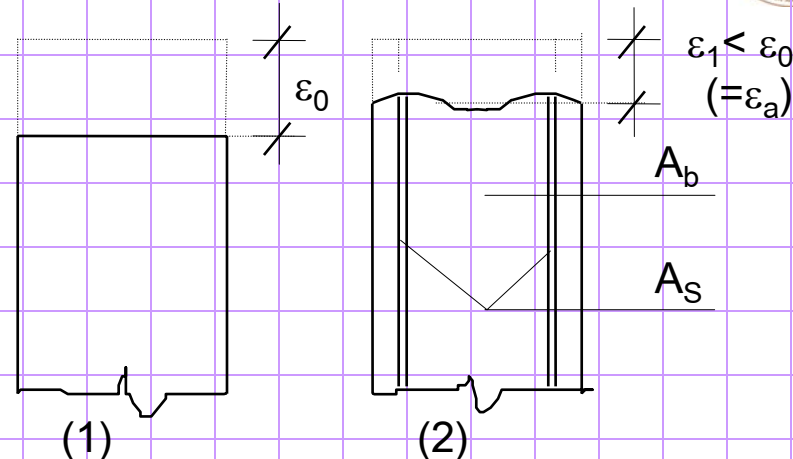
Vì là lực nội tại nên chúng cân bằng nhau: $N_t = N_s$;

Suy ra:
$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_0 \cdot E_s}{n_{St} \cdot \mu + 1}; \quad \sigma_t = \frac{\nu_t \cdot \varepsilon_0 \cdot E_b}{1 + \frac{1}{n_{St} \cdot \mu}}; \quad n_{St} = \frac{E_s}{\nu_t E_b}; \quad \mu = \frac{A_s}{A_b};$$

Ứng suất kéo do co ngót lớn khi hàm lượng thép μ lớn;

Ứng suất kéo do co ngót và ứng suất kéo do tải trọng gây ra làm BT bị nứt sớm hơn so với khi không có ảnh hưởng của co ngót, nhưng khi đã có khe nứt thì ảnh hưởng của co ngót giảm và đến giai đoạn phá hoại thì không còn ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của cấu kiện.

Trong kết cấu siêu tĩnh liên kết thừa ngăn cản co ngót của BT nên xuất hiện nội lực phụ.



$$\Rightarrow \sigma_t = (\varepsilon_0 - \varepsilon_1) \cdot \nu_t \cdot E_b.$$

$$\Rightarrow \sigma_s = \varepsilon_1 \cdot E_s.$$

2.3.2.2 Ảnh hưởng đến từ biến:

Xét cấu kiện chịu lực đơn giản như hình vẽ:

Trong BT: $\sigma_b = \varepsilon \cdot \nu \cdot E_b; \Rightarrow \varepsilon = \frac{\sigma_b}{\nu \cdot E_b};$

Trong CT:

$$\sigma_s = \varepsilon \cdot E_s = \frac{\sigma_b}{\nu \cdot E_b} \cdot E_s = n_s \cdot \sigma_b; \quad (2-19)$$

Với $n_s = \frac{E_s}{\nu \cdot E_b}$ là hệ số tương đương ($\approx 8-20$).

Từ điều kiện cân bằng lực, có:

$$N = \sigma_b \cdot A_b + \sigma_s \cdot A_s = \sigma_b \cdot (A_b + n_s \cdot A_s); \quad (2-20)$$

Đặt $A_{red} = A_b + n_s \cdot A_s$ gọi là diện tích của tiết diện tương đương (qui đổi).

Ứng suất, biến dạng của cấu kiện: $\varepsilon = \frac{N}{\nu \cdot E_b \cdot A_{red}}; \Rightarrow \sigma_b = \frac{N}{A_{red}}; \quad \sigma_s = \frac{n_s \cdot N}{A_{red}};$

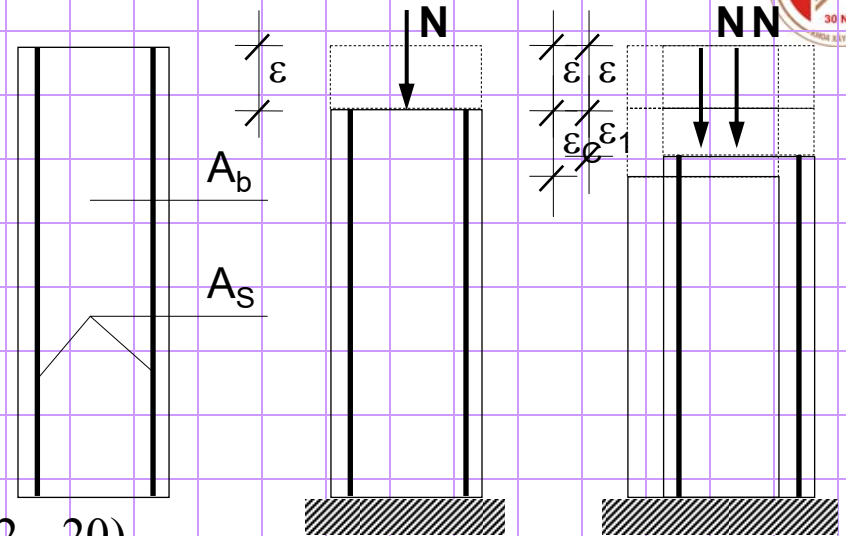
Khi chịu lực lâu dài, BT có biến dạng từ biến. Cốt thép cũng ảnh hưởng đến biến dạng từ biến của BT.

Nếu không có cốt thép, với ứng suất σ_b biến dạng từ biến của BT là $\varepsilon_c = C \cdot \sigma_b;$

Cốt thép sẽ cản trở biến dạng của BT, và biến dạng tăng thêm sẽ là: $\varepsilon_1 < \varepsilon_c;$

Do đó giữa BT và cốt thép có sự phân phối lại nội lực:

ứng suất trong BT giảm: $\Delta\sigma_b = \frac{\varepsilon_c \cdot \nu \cdot E_b}{1 + \frac{1}{n_s \cdot \mu}};$ ứng suất trong CT tăng: $\Delta\sigma_s = \frac{\varepsilon_c \cdot E_s}{n_s \cdot \mu + 1};$





2.3.3. Sự phá hoại và hư hỏng của BTCT:

2.3.3.1 Sự phá hoại do chịu lực:

- **Với thanh chịu kéo:** Sau khi BT bị nứt, cốt thép chịu toàn bộ lực kéo. Phá hoại khi ứng suất trong cốt thép đạt giới hạn chảy.
- **Với cột chịu nén:** Phá hoại khi ứng suất nén trong BT đạt đến cường độ chịu nén.
- **Với dầm chịu uốn:** Phá hoại khi ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy hoặc khi ứng suất trong BT vùng nén đạt đến cường độ chịu nén.

2.3.3.2 Sự hủy mòn của bê tông & các biện pháp bảo vệ:

Bê tông bị ăn mòn là do:

Tác dụng cơ học (*mưa, dòng chảy, sự đóng và tan băng liên tiếp..*),

Tác dụng sinh học (*rong rêu, hà, vi khuẩn ở sông, biển..*) hòa tan và cuốn đi làm BT trở nên xốp,

Tác dụng hóa học (*các chất axít, kiềm..*) xâm thực bề mặt hoặc thành phẩm của các phản ứng hóa học có thể tích lớn hơn thể tích các chất tham gia phản ứng, làm nứt nẻ khối BT.



2.3.3.2 Sự hủy mòn của bê tông & các biện pháp bảo vệ:

Chương 2



Bê tông bị ăn mòn là do:

Tác dụng cơ học (mưa, dòng chảy, sự đóng và tan băng liên tiếp..),

Tác dụng sinh học (rong rêu, hà, vi khuẩn ở sông, biển..) hòa tan và cuốn đi làm BT trở nên xốp,

Tác dụng hóa học (các chất axit, kiềm..) xâm thực bề mặt hoặc thành phẩm của các phản ứng hóa học có thể tích lớn hơn thể tích các chất tham gia phản ứng, làm nứt nẻ khối BT.

Cốt thép bị hủy mòn, bị gỉ tạo ra các Oxyt hoặc muối sắt có thể tích lớn hơn thể tích ban đầu, làm cho lớp BT bao quanh cốt thép bị vỡ bong.

Biện pháp bảo vệ:

Bê tông cần có cường độ cao và độ đặc chắc ở bề mặt của kết cấu.

Khi thiết kế các công trình có môi trường ăn mòn:

Khi cần dùng các biện pháp đặc biệt:

Cần cạo sạch bụi gỉ trên cốt thép trước khi sử dụng. Đảm bảo chiều dày lớp BT bảo vệ.



US Imperial sizes

Imperial bar designations represent the bar diameter in fractions of 1/8 inch, such that #8 = 8/8 inch = 1 inch diameter.

Imperial Bar Size	"Soft" Metric Size	Weight (lb/ft)	Nominal Diameter (in)	Nominal Diameter (mm)	Nominal Area (in ²)
#3	#10	0.376	0.375	9.525	0.11
#4	#13	0.668	0.500	12.7	0.20
#5	#16	1.043	0.625	15.875	0.31
#6	#19	1.502	0.750	19.05	0.44
#7	#22	2.044	0.875	22.225	0.60
#8	#25	2.670	1.000	25.4	0.79
#9	#29	3.400	1.128	28.65	1.00
#10	#32	4.303	1.270	32.26	1.27
#11	#36	5.313	1.410	35.81	1.56
#14	#43	7.650	1.693	43	2.25
#18	#57	13.60	2.257	57.33	4.00

European Metric sizes

Metric bar designations represent the nominal bar diameter in millimetres. Bars in Europe will be specified to comply with the standard EN 10080 (awaiting introduction as of early 2007), although various national standards still remain in force (e.g. BS 4449 in the United Kingdom).

Metric Bar Size	Mass (kg/m)	Nominal Diameter (mm)	Cross-Sectional Area (mm ²)
6,0	0.187	6	28.3
8,0	0.395	8	50.3
10,0	0.617	10	78.5
12,0	0.888	12	113
14,0	1.21	14	154
16,0	1.58	16	201
20,0	2.47	20	314
25,0	3.85	25	491
28,0	4.83	28	616
32,0	6.31	32	804
40,0	9.86	40	1257



BẢNG TRA DIỆN TÍCH VÀ TRỌNG LƯỢNG CỐT THÉP

φ mm	Diện tích tiết diện ngang cm ² - ứng với số thanh									Tr.lượng 1m, kG	φ mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	0.196	0.393	0.589	0.785	0.982	1.178	1.374	1.571	1.77	0.154	5
6	0.283	0.565	0.848	1.131	1.414	1.696	1.979	2.262	2.54	0.222	6
8	0.503	1.005	1.508	2.011	2.513	3.016	3.519	4.021	4.52	0.395	8
10	0.785	1.571	2.356	3.142	3.927	4.712	5.498	6.283	7.07	0.617	10
12	1.131	2.262	3.393	4.524	5.655	6.786	7.917	9.048	10.18	0.888	12
14	1.539	3.079	4.618	6.158	7.697	9.236	10.78	12.32	13.85	1.208	14
16	2.011	4.021	6.032	8.042	10.05	12.06	14.07	16.08	18.10	1.578	16
18	2.545	5.089	7.634	10.18	12.72	15.27	17.81	20.36	22.90	1.998	18
20	3.142	6.283	9.425	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	2.466	20
22	3.801	7.603	11.40	15.21	19.01	22.81	26.61	30.41	34.21	2.984	22
25	4.909	9.817	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	3.853	25
28	6.158	12.32	18.47	24.63	30.79	36.95	43.10	49.26	55.42	4.834	28
30	7.069	14.14	21.21	28.27	35.34	42.41	49.48	56.55	63.62	5.549	30
32	8.042	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.30	64.34	72.38	6.313	32
36	10.18	20.36	30.54	40.72	50.89	61.07	71.25	81.43	91.61	7.990	36
40	12.57	25.13	37.70	50.27	62.83	75.40	87.96	100.5	113.1	9.865	40

BẢNG TRA DIỆN TÍCH CỐT THÉP CỦA BẢN

Khoảng cách, cm	Đường kính cốt thép, mm									
	5	6	6/8	8	8/10	10	10/12	12	12/14	14
7	2.80	4.04	5.61	7.18	9.20	11.22	13.69	16.16	19.07	21.99
8	2.45	3.53	4.91	6.28	8.05	9.82	11.98	14.14	16.69	19.24
9	2.18	3.14	4.36	5.59	7.16	8.73	10.65	12.57	14.84	17.10
10	1.96	2.83	3.93	5.03	6.44	7.85	9.58	11.31	13.35	15.39
11	1.78	2.57	3.57	4.57	5.85	7.14	8.71	10.28	12.14	13.99
12	1.64	2.36	3.27	4.19	5.37	6.54	7.98	9.42	11.13	12.83
13	1.51	2.17	3.02	3.87	4.95	6.04	7.37	8.70	10.27	11.84
14	1.40	2.02	2.80	3.59	4.60	5.61	6.84	8.08	9.54	11.00
15	1.31	1.88	2.62	3.35	4.29	5.24	6.39	7.54	8.90	10.26
16	1.23	1.77	2.45	3.14	4.03	4.91	5.99	7.07	8.34	9.62
17	1.15	1.66	2.31	2.96	3.79	4.62	5.64	6.65	7.85	9.06
18	1.09	1.57	2.18	2.79	3.58	4.36	5.32	6.28	7.42	8.55
19	1.03	1.49	2.07	2.65	3.39	4.13	5.04	5.95	7.03	8.10
20	0.98	1.41	1.96	2.51	3.22	3.93	4.79	5.65	6.68	7.70



Back

P1.. P15.. P2.. P3..

TÍNH NĂNG CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU 27



NGUYÊN LÝ CẤU TẠO & TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT. *Chương*



Thiết kế kết cấu BTCT gồm 2 việc chính: tính toán và cấu tạo.

Nội dung tính toán gồm:

- **Xác định tải trọng** và tác động;
- **Xác định nội lực** do từng loại tải trọng và các tổ hợp của chúng;
- **Tính toán tiết diện** xác định khả năng chịu lực của kết cấu hoặc cốt thép.

Các yêu cầu cấu tạo gồm:

- **Chọn vật liệu** (mác BT và nhóm cốt thép) phụ thuộc môi trường sử dụng, tính chất chịu lực, tính chất của tải trọng, vai trò của kết cấu...
- **Chọn kích thước tiết diện, Bố trí cốt thép.**
- **Liên kết giữa các bộ phận** và chọn giải pháp bảo vệ chống xâm thực.



NGUYÊN LÝ CẤU TẠO & TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT. *Chương*



3.1. NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP:

3.1.1 Tải trọng, tác động:

- Theo tính chất:

Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải):

Tải trọng tạm thời (hoạt tải):

Tải trọng đặc biệt:

- Theo phương, chiều:

Tải trọng đứng:

Tải trọng ngang:

- Theo trị số khi tính theo PP trạng thái giới hạn:

Trị số tiêu chuẩn (Tải trọng tiêu chuẩn):

Tải trọng tính toán: $TT^{TT} = TT^{TC} \cdot n$ (3 – 1)

- Theo thời gian tác dụng của tải trọng:

Tải trọng tác dụng dài hạn.

Tải trọng tác dụng ngắn hạn.

3.1.2 Nội lực:

Sơ đồ tính: Sơ đồ kết cấu là cơ sở để xác định sơ đồ tính toán kết cấu chịu lực.

Với kết cấu tĩnh định:

Với kết cấu siêu tĩnh (dầm liên tục, khung, vỏ mỏng...): Tính theo sơ đồ đàn hồi hoặc theo sơ đồ dẻo

Để tính nội lực và thực hiện tổ hợp nội lực cần thành lập một số sơ đồ tính:

- **Một sơ đồ tính với tĩnh tải (cho nội lực S_g).**
- **Một số sơ đồ tính với các trường hợp có thể xảy ra của hoạt tải (S_{ij}).**

Nội lực tính toán là tổ hợp của S_g và các S_{ij} : $S = S_g + \sum \gamma \cdot S_{ij}$ (3 - 2)

γ là hệ số tổ hợp, theo TCVN 2737-1995 lấy $\gamma = 1$ khi chỉ xét một hoạt tải, $\gamma < 1$ (0,9) khi tính với từ hai hoạt tải trở lên

3.1.3 Tính toán tiết diện BTCT:

- **Bài toán kiểm tra:** Các thông số về tiết diện BT và cốt thép đã cho trước, cần xác định nội lực lớn nhất mà TD có thể chịu được;

$$\text{Điều kiện kiểm tra là : } S \leq S_{td} \quad (3 - 3)$$

- **Bài toán thiết kế:** cũng từ điều kiện (3 - 3) nhưng trong biểu thức xác định S_{td} các thông số về tiết diện còn là ẩn số cần xác định.

3.1.3 Tính toán tiết diện BTCT:

3.1.3.1 Phương pháp tính theo ứng suất cho phép:

Điều kiện tính toán: $\sigma \leq [\sigma]$. (3 - 4)

Trong đó: - σ : Ứng suất lớn nhất trong vật liệu do tải trọng sử dụng.

- $[\sigma]$: Ứng suất cho phép của vật liệu. $[\sigma] = \frac{R}{k}$;

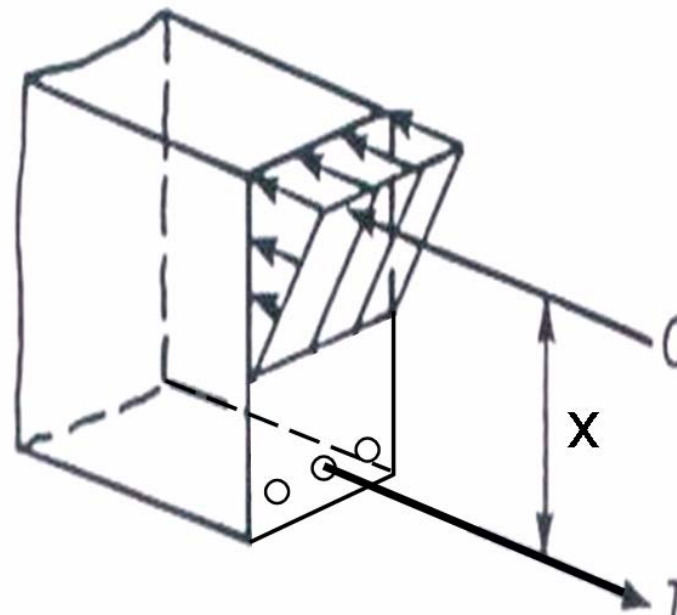
Giả thiết tính toán:

① Giả thiết TD phẳng:

② Xem BT và CT là vật liệu đàn hồi.

- Sơ đồ ứng suất của miền BT chịu nén là tuyến tính: (Không xét BT chịu kéo)

- Quy đổi tiết diện gồm Bê tông & Cốt thép thành TD tương đương chỉ có BT:



Dựa vào điều kiện biến dạng của Cốt thép & BT tại vị trí Cốt thép đó là bằng nhau.

$$\varepsilon_S = \frac{\sigma_S}{E_S} = \varepsilon_{bt} = \frac{\sigma_{bt}}{E_b} \Rightarrow \sigma_S = \frac{E_S}{E_b} \cdot \sigma_{bt} = n_S \cdot \sigma_{bt};$$

Tức là qui đổi với một diện tích cốt thép chịu kéo tương đương thành n_s lần diện tích BT hay diện tích cốt thép A_S quy đổi thành $n_S \cdot A_S$ diện tích BT.

Không xét BT chịu kéo (ở vùng kéo chỉ có diện tích BT quy đổi của cốt thép chịu kéo)

Xét dầm chịu uốn TD chữ nhật:

Tiết diện quy đổi và sơ đồ ứng suất:

$$J_{red} = \frac{b \cdot x^3}{3} + n_S \cdot A_S \cdot (h_0 - x)^2;$$

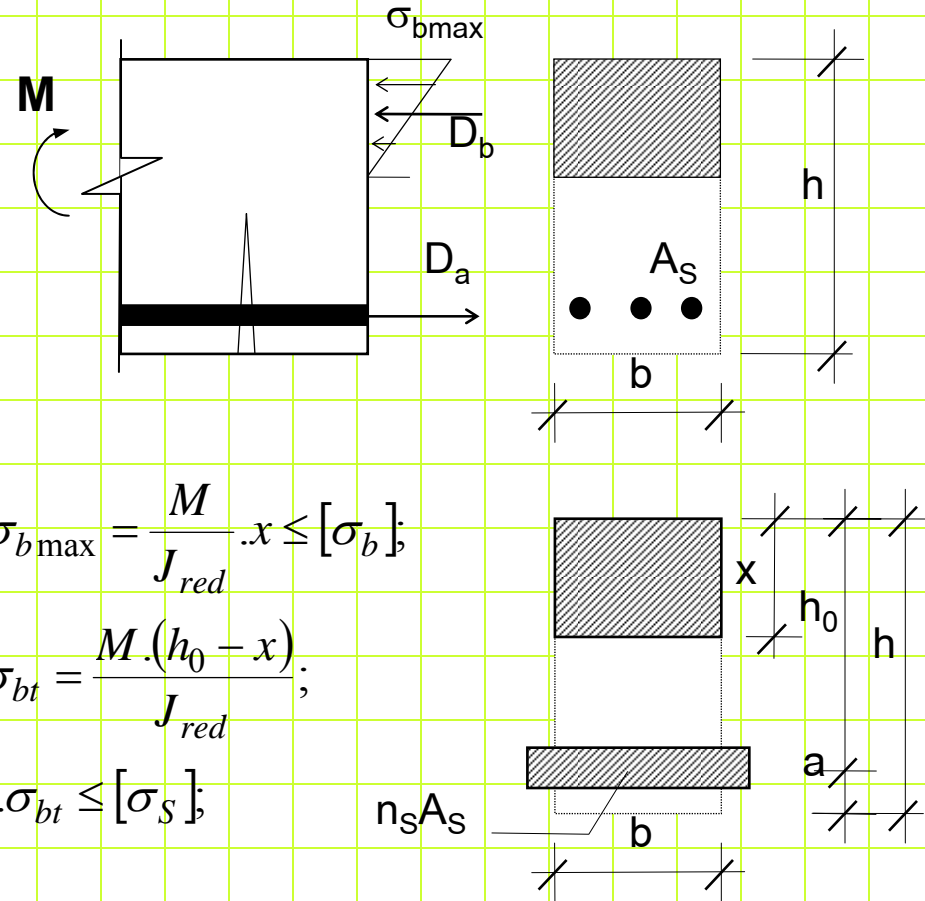
Vị trí trục trung hoà:

$$S_{red} = \frac{b \cdot x^2}{2} - n_S \cdot A_S \cdot (h_0 - x) = 0;$$

Ứng suất lớn nhất của BT chịu nén: $\sigma_{b_{max}} = \frac{M}{J_{red}} \cdot x \leq [\sigma_b];$

Ứng suất kéo trong BT tương đương: $\sigma_{bt} = \frac{M \cdot (h_0 - x)}{J_{red}};$

Vậy ứng suất trong cốt thép: $\sigma_S = n_S \cdot \sigma_{bt} \leq [\sigma_S];$



3.1.3 Tính toán tiết diện BTCT:

3.1.3.2 Phương pháp tính theo ứng suất cho phép:

Điều kiện tính toán: $\sigma \leq [\sigma]$. (3 - 4)

Trong đó: - σ : Ứng suất lớn nhất trong vật liệu do tải trọng sử dụng.

- $[\sigma]$: Ứng suất cho phép của vật liệu. $[\sigma] = \frac{R}{k}$;

Giả thiết tính toán:

① Giả thuyết TD phẳng:

② Xem BT và CT là vật liệu đàn hồi.

- Quy đổi tiết diện gồm Bê tông & Cốt thép thành TD tương đương chỉ có BT:

- Sơ đồ ứng suất của miền BT chịu nén là tuyến tính: (Không xét BT chịu kéo)

Ưu điểm:

- Ra đời sớm nhất cho nên giúp cho người thiết kế có khái niệm tương đối rõ rệt về sự làm việc của kết cấu

- Kết cấu có độ an toàn khá cao.

Nhược điểm:

- BTCT không phải là vật liệu đồng chất, BT có biến dạng dẻo và có nứt trong vùng kéo...

- Hệ số n_s thay đổi theo trị số ứng suất trên tiết diện, tùy thuộc số hiệu thép và BT.

- Hệ số an toàn $k=R/[\sigma]$ của BT & cốt thép không giống nhau thì hệ số nào là hệ số an toàn của kết cấu.

3.1.3.2 Phương pháp tính theo nội lực phá hoại:

Nội dung cơ bản của phương pháp là: **Xác định nội lực lớn nhất do tải trọng tại TD tính toán rồi so sánh với khả năng chịu lực của TD đó.**

Điều kiện kiểm tra: $S_c \leq S_{ph} / k$ hay $k \cdot S_c \leq S_{ph}$ (3 - 5)

Trong đó:

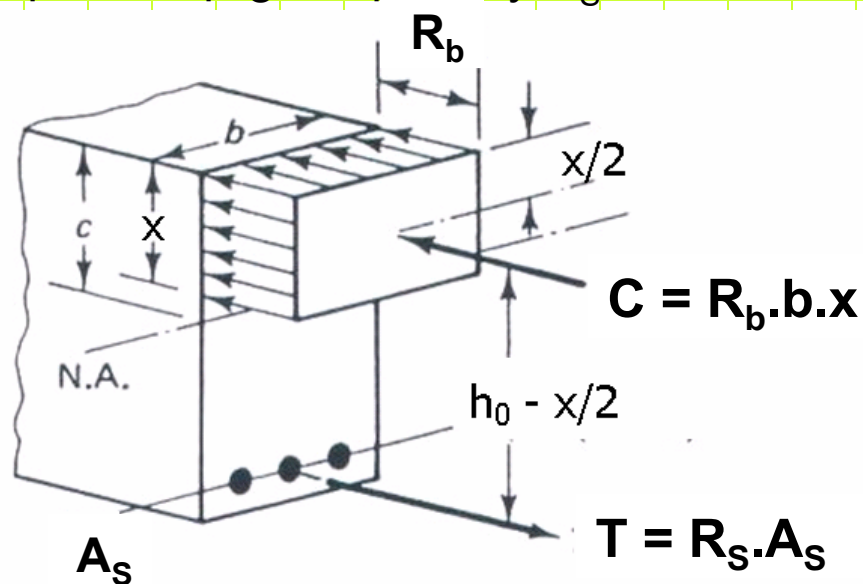
S_c : Nội lực do tải trọng tiêu chuẩn gây ra tại TD xét.

S_{ph} : Khả năng chịu lực của TD (Còn gọi là nội lực phá hoại).

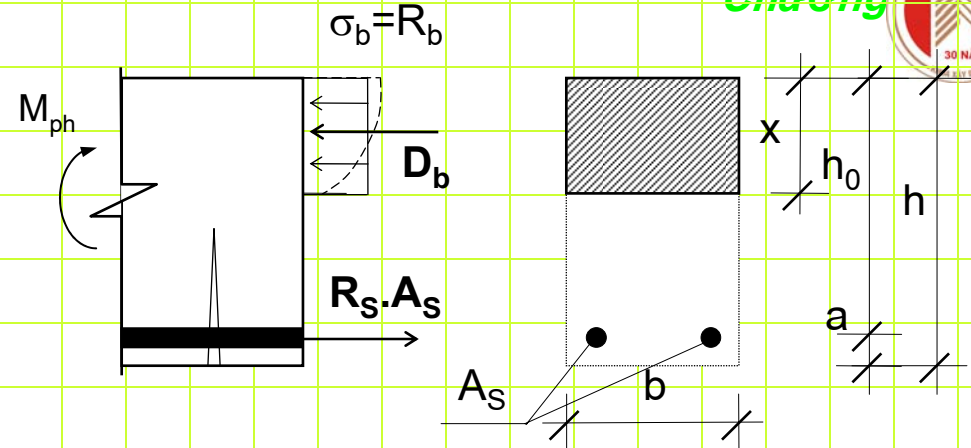
$k > 1$: Hệ số an toàn của kết cấu. ($k = 1.5 \div 2.5$)

Xác định khả năng chịu lực của TD theo các giả thiết sau:

- Ứng suất trong BT chịu nén đạt R_b và phân bố chữ nhật (đều).
- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy R_s .



Thí dụ với cấu kiện chịu uốn:



Phương trình cân bằng mômen với trục qua trọng tâm D_b :

$$\sum M_{D_b} = 0 \Rightarrow M_{ph} - R_S \cdot A_S \cdot (h_0 - 0,5x) = 0;$$

Có được: $M_{ph} = R_S \cdot A_S \cdot (h_0 - 0.5x)$.

Chiều cao vùng BT chịu nén xác định theo phương trình hình chiếu các lực lên phương trục cấu kiện: $\sum X = 0 \Rightarrow R_S \cdot A_S = R_b \cdot b \cdot x$.

Điều kiện (3-5) là: $k \cdot M \leq M_{ph}$.

3.1.3.2 Phương pháp tính theo nội lực phá hoại:

Nội dung cơ bản của phương pháp là: **Xác định nội lực lớn nhất do tải trọng tại TD tính toán rồi so sánh với khả năng chịu lực của TD đó.**

Điều kiện kiểm tra: $S_c \leq S_{ph} / k$ hay $k \cdot S_c \leq S_{ph}$. (3 - 5)

Trong đó:

S_c : Nội lực do tải trọng tiêu chuẩn gây ra tại TD xét.

S_{ph} : Khả năng chịu lực của TD (Còn gọi là nội lực phá hoại).

$k > 1$: Hệ số an toàn của kết cấu. ($k = 1.5 \div 2.5$)

Xác định khả năng chịu lực của TD theo các giả thiết sau:

- Ứng suất trong BT chịu nén đạt R_b và phân bố chữ nhật (đều).
- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy R_s .

Ưu điểm:

- Đã xét đến sự làm việc của vật liệu ở giai đoạn dẻo nên **tiết kiệm vật liệu.**
- Cho khái niệm **rõ ràng hơn về độ an toàn** của kết cấu .

Nhược điểm:

- Hệ số an toàn $k = S_{ph} / S_c$ gộp chung lại như vậy là chưa thoả đáng vì độ an toàn của kết cấu phụ thuộc rất nhiều yếu tố như tải trọng, vật liệu, điều kiện làm việc v.v.. Vì vậy **không thể đánh giá độ an toàn bằng một hệ số duy nhất được.**
- Chưa xét đến biến dạng và nứt của kết cấu là hai vấn đề cũng rất được quan tâm.



3.2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH CẤU KIỆN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN:

Chương



3.2.1 Các trạng thái giới hạn (TTGH):

- TTGH là trạng thái mà từ đó trở đi kết cấu không thỏa mãn các yêu cầu đề ra cho nó (do chịu lực quá sức, do mất ổn định, do biến dạng quá lớn hoặc do khe nứt xuất hiện và mở rộng v.v..)
- Kết cấu BTCT được tính theo 2 nhóm TTGH: **TTGH thứ I** (TTGH về cường độ) và **TTGH thứ II** (TTGH về điều kiện sử dụng)

3.2.2 Tính theo TTGH về cường độ (TTGH I):

TTGH thứ I được qui định ứng với lúc **kết cấu bắt đầu bị phá hoại, bị mất ổn định về hình dáng và vị trí, bị hỏng do mỏi** do tác dụng đồng thời của tải trọng và môi trường.

Điều kiện tính toán: $S \leq S_{gh}$ (3 - 6)

S: Là nội lực lớn nhất có thể phát sinh tại TD do tải trọng tính toán gây ra.

S_{gh}: Là giới hạn bé nhất về khả năng chịu lực của TD xác định theo cường độ tính toán của vật liệu.

- Tính theo TTGH thứ I là cần thiết đối với mọi kết cấu cũng như các bộ phận.
- Tính theo TTGH thứ I cho mọi giai đoạn: chế tạo, vận chuyển, cầu lắp, sử dụng, sửa chữa.. (mỗi giai đoạn với sơ đồ tính phù hợp).

3.2.3 Tính theo TTGH về điều kiện sử dụng (TTGH II):

Tính theo TTGH thứ II về biến dạng: $f \leq f_{gh}$ (3 – 7a)

f : biến dạng hoặc chuyển vị do tải trọng tiêu chuẩn

f_{gh} : biến dạng hay chuyển vị tối đa mà qui phạm cho phép:

Tính theo TTGH thứ II về nứt:

- Nếu kết cấu được phép nứt: $a_{crc} \leq a_{gh}$ (3 – 7b)

a_{crc} : bề rộng khe nứt do tải trọng tiêu chuẩn.

a_{gh} : bề rộng khe nứt giới hạn mà qui phạm cho phép;

Giới hạn cho phép của bề rộng khe nứt và biến dạng để đảm bảo điều kiện làm việc bình thường: a_{gh} lấy theo Bảng 1, Bảng 2 trang 12, f_{gh} lấy theo Bảng 4 trang 14 TCXDVN 356:2005.

- Nếu kết cấu không cho phép nứt: $S_c \leq S_{crc}$ (3 – 7c)

S_c : nội lực do tải trọng tiêu chuẩn.

S_{crc} : Nội lực tối đa mà TD có thể chịu được khi sắp nứt (khả năng chống nứt).

(Có thể xem S_c là ứng suất kéo lớn nhất trong BT, S_{crc} là cường độ chịu kéo của BT)

TCXDVN 356:2005 điều 4.2.2 trang 10 qui định:

Tính toán kết cấu về tổng thể cũng như tính toán từng cấu kiện của nó cần tiến hành đối với mọi giai đoạn: chế tạo, vận chuyển, thi công, sử dụng và sửa chữa. Sơ đồ tính toán ứng với mỗi giai đoạn phải phù hợp với giải pháp cấu tạo đã chọn.

Cho phép không cần tính toán kiểm tra sự mở rộng vết nứt và biến dạng nếu qua thực nghiệm hoặc thực tế sử dụng các kết cấu tương tự đã khẳng định được: bề rộng vết nứt ở mọi giai đoạn không vượt quá giá trị cho phép và kết cấu có đủ độ cứng ở giai đoạn sử dụng.

3.2.2 Cường độ tính toán của vật liệu :

3.2.2.1 Cường độ tính toán của BT:

Cường độ tính toán của BT về nén R_b và về kéo R_{bt} được xác định như sau:

$$R_b = \frac{\gamma_{bi} \cdot R_{bn}}{\gamma_{bc}}; \quad R_{bt} = \frac{\gamma_{bi} \cdot R_{btn}}{\gamma_{bt}}; \quad (3-8)$$

Trong đó γ_{bc} và γ_{bt} là hệ số độ tin cậy của BT khi nén và khi kéo.

Khi tính theo TTGH I $\gamma_{bc}=1,3-1,5$ và $\gamma_{bt}=1,3-2,3$ -TCXDVN 356:2005 Bảng 11 trang 34.

γ_{bi} là hệ số điều kiện làm việc của BT ($i=1, 2, \dots, 10$) -TCXDVN 356:2005 Bảng 15 trang 37.

3.2.2.2 Cường độ tính toán của cốt thép:

Cường độ tính toán của cốt thép về kéo R_s được xác định như sau:

$$R_s = \frac{\gamma_{si} \cdot R_{sn}}{\gamma_s}; \quad (3-9)$$

Trong đó γ_s là hệ số độ tin cậy của cốt thép. Khi tính theo TTGH thứ nhất $\gamma_s=1,05-1,2$ tùy thuộc loại thép. TCXDVN 356:2005 Bảng 20 trang 46.

γ_{si} là hệ số điều kiện làm việc của cốt thép ($i=1, 2, \dots, 9$). TCXDVN 356:2005 Bảng 23 trang 49.

3.3. NGUYÊN LÝ CẤU TẠO:

3.3.1 Chọn kích thước tiết diện các cấu kiện:

Khi thiết kế kết cấu BTCT thường phải chọn kích thước TD các cấu kiện để xác định tải trọng, tính nội lực và cốt thép.

Sự hợp lý của TD chọn theo yêu cầu chịu lực được đánh giá qua hàm lượng thép μ (mỗi loại cấu kiện có một khoảng hợp lý của μ).

Chọn TD còn phải quan tâm đến yếu tố thẩm mỹ (yêu cầu tạo dáng của kiến trúc) và điều kiện chế tạo (thống nhất ván khuôn, bố trí thép và đổ BT..).

3.3.2 Khung và lưới cốt thép:

Cốt thép trong cấu kiện BTCT được liên kết thành khung, lưới để:

- **Giữ vị trí cốt thép khi thi công.**
- **Các cốt thép cùng chịu lực, tránh các phá hoại cục bộ.**
- **Chịu các ứng suất phức tạp mà tính toán không xét đến.**

Liên kết các cốt thép bằng cách buộc hoặc hàn.

Khung cốt thép: gồm cốt dọc, cốt ngang, cốt thi công. Thường bố trí ở các cấu kiện dạng thanh như cột, dầm.

Lưới cốt thép: Thường sử dụng cho các cấu kiện dạng bản như bản sàn, bản móng.

Khung cốt thép: gồm cốt dọc, cốt ngang, cốt thi công. Thường bố trí ở các cấu kiện dạng thanh như cột, dầm.

Lưới cốt thép: Thường sử dụng cho các cấu kiện dạng bản như bản sàn, bản móng.

3.3.2.1 Khung lưới buộc:

Buộc bằng sợi thép $\phi 0,8 \div \phi 1$.

*** Ưu điểm:**

Chịu tải trọng động tốt. (có độ dẻo cao)

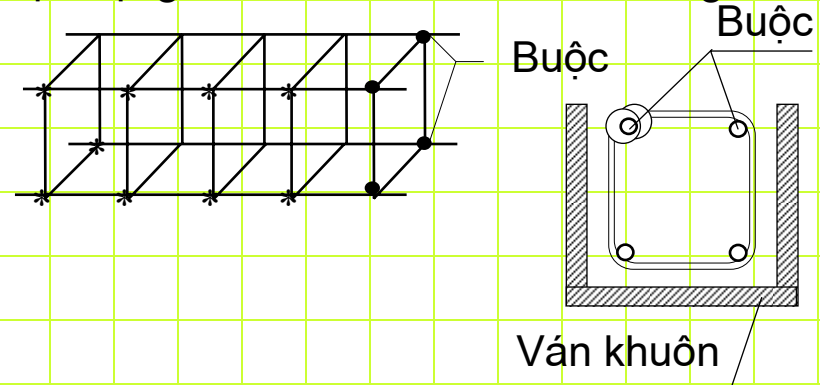
Bố trí cốt thép linh động.

Không cần thiết bị hàn.

*** Nhược điểm:**

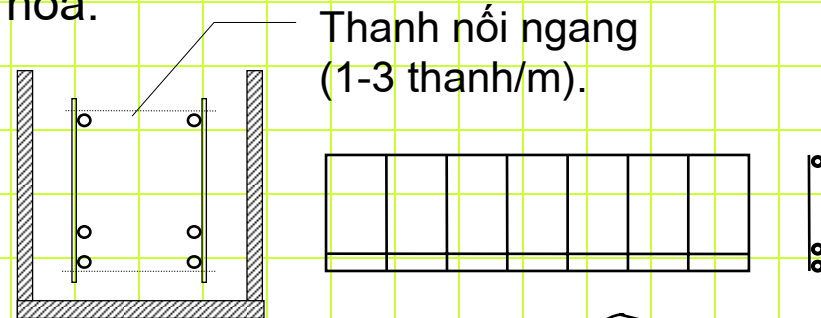
Mức độ liên kết không tốt bằng hàn.

Thi công chậm, khó cơ giới hóa.

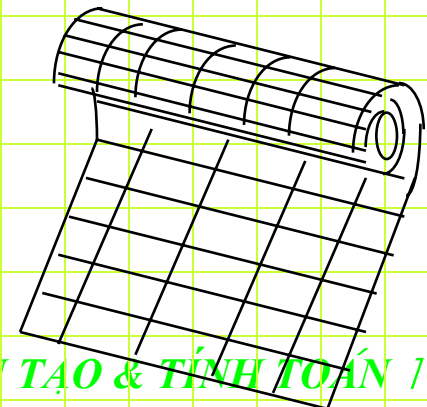
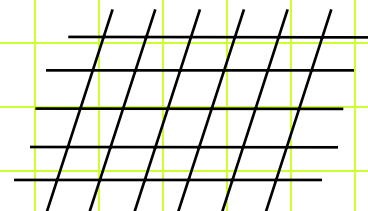


3.3.2.2 Khung lưới hàn:

Có thể chế tạo sẵn các khung phẳng rồi ghép thành khung không gian bằng các thanh ngang (cốt thi công)



Có thể là lưới phẳng hoặc cuộn nhưng đảm bảo mỗi cuộn $G \leq 500$ kg để phù hợp cần cầu thi công.



3.3.3 Cốt chịu lực và cốt cấu tạo:

- **Cốt chịu lực:** Dùng để chịu các ứng lực phát sinh do tải trọng, được xác định theo tính toán.

- **Cốt cấu tạo:** Liên kết các cốt chịu lực thành khung hoặc lưới, giảm sự co ngót không đều của BT, chịu ứng suất do co ngót và thay đổi nhiệt độ, giảm bề rộng khe nứt, hạn chế biến dạng (võng), phân bố tác dụng của tải trọng tập trung..

3.3.4 Lớp p BT bảo vệ:

Lớp BT bảo vệ cốt dọc chịu lực TCXDVN 356:2005 qui định:

Điều 8.3.2 trang 122: Đối với cốt thép dọc chịu lực (không ứng lực trước, ứng lực trước, ứng lực trước kéo trên bề), chiều dày lớp bê tông bảo vệ cần được lấy không nhỏ hơn đường kính cốt thép hoặc dây cáp và không nhỏ hơn:

- Trong bản và tường có chiều dày:

+ từ 100 mm trở xuống:	10 mm	(15 mm)
+ trên 100 mm:	15 mm	(20 mm)

- Trong dầm và dầm sườn có chiều cao:

+ nhỏ hơn 250 mm:	15 mm	(20 mm)
+ lớn hơn hoặc bằng 250 mm:	20 mm	(25 mm)

- Trong cột:

20 mm (25 mm)

- Trong dầm móng:

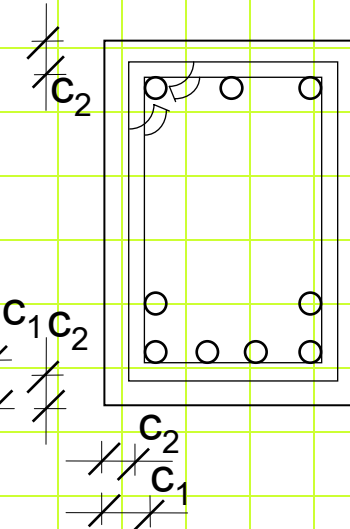
30 mm

- Trong móng:

+ lắp ghép: 30 mm

+ toàn khối khi có lớp bê tông lót: 35 mm

+ toàn khối khi không có lớp bê tông lót: 70 mm





3.3.4 Lớp p BT bảo vệ:



Lớp BT bảo vệ cốt cấu tạo TCXDVN 356:2005 qui định:

Điều 8.3.3 trang 122: Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho cốt thép đai, cốt thép phân bố và cốt thép cấu tạo cần được lấy không nhỏ hơn đường kính của các cốt thép này và không nhỏ hơn:

- khi chiều cao tiết diện cấu kiện nhỏ hơn 250 mm: 10 mm (15 mm)
- khi chiều cao tiết diện cấu kiện bằng 250 mm trở lên: 15 mm (20 mm)

chú thích:

1. Giá trị trong ngoặc (...) áp dụng cho kết cấu ngoài trời hoặc những nơi ẩm ướt.
2. Đối với kết cấu trong vùng chịu ảnh hưởng của môi trường biển, chiều dày lớp bê tông bảo vệ lấy theo quy định của tiêu chuẩn hiện hành TCXDVN 327 : 2004.

Trong kết cấu một lớp làm từ bê tông nhẹ và bê tông rỗng cấp B7,5 và thấp hơn, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép dọc chịu lực cần phải không nhỏ hơn 20 mm, còn đối với các panen tường ngoài (không có lớp trát) không được nhỏ hơn 25 mm.

Đối với các kết cấu một lớp làm từ bê tông tổ ong, trong mọi trường hợp lớp bê tông bảo vệ không nhỏ hơn 25 mm.

Trong các cấu kiện làm từ bê tông nhẹ, bê tông rỗng có cấp không lớn hơn B7,5 và làm từ bê tông tổ ong, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho cốt thép ngang lấy không nhỏ hơn 15 mm, không phụ thuộc chiều cao tiết diện.

3.3.5 Bố trí cốt thép và khoảng cách giữa các cốt thép:

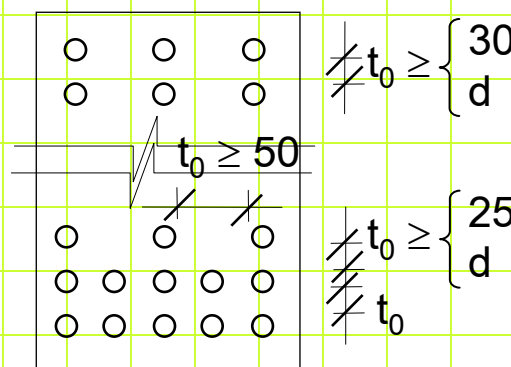
- Nếu cốt thép nằm ngang hoặc nghiêng khi đổ BT:

TCXDVN 356:2005 qui định:

Điều 8.4.1 trang 123: Khoảng cách thông thủy giữa các thanh cốt thép (hoặc vỏ ống đặt cốt thép căng) theo chiều cao và chiều rộng tiết diện cần đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa cốt thép với bê tông và được lựa chọn có kể đến sự thuận tiện khi đổ và đầm vữa bê tông. Đối với kết cấu ứng lực trước cũng cần tính đến mức độ nén cục bộ của bê tông, kích thước của các thiết bị kéo (kích, kẹp). Trong các cấu kiện sử dụng đầm bàn hoặc đầm dùi khi chế tạo cần đảm bảo khoảng cách giữa các thanh cốt thép cho phép đầm đi qua để làm chặt vữa bê tông.

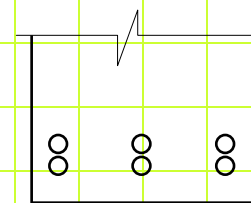
$$t_0 \geq \begin{cases} 30 \\ d \end{cases}$$

(t_0 là khoảng hở giữa các mép của các cốt thép-khoảng cách thông thủy)



$$t_0 \geq \begin{cases} 30 \\ d \end{cases}$$

$$t_0 \geq \begin{cases} 25 \\ d \end{cases}$$



$$t_0 \geq 1.5d$$

- Nếu cốt thép đặt đứng khi đổ BT: $t_0 \geq 50$.

Ngoài ra khoảng cách giữa các cốt thép cũng không nên quá lớn nhằm tránh các vết nứt do co ngót, thay đổi nhiệt độ, tránh sự phá hoại cục bộ và ổn định của khung (lưới) cốt thép khi thi công.. Trong mọi trường hợp $t_0 \leq 400$.

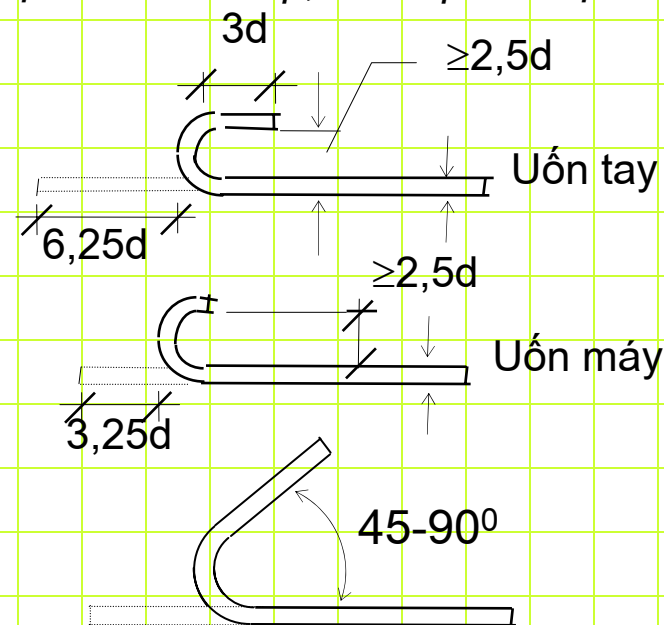
3.3.6 Neo cốt thép:

Neo cốt thép nhằm bảo đảm phát huy hết khả năng chịu lực của cốt thép, tránh phá hoại cục bộ do tuột.

Neo có uốn móc ở đầu: Cốt thép tròn trơn trong khung buộc phải có móc neo ở hai đầu.

TCXDVN 356:2005 qui định:

Điều 8.5.1 trang 124: Đối với những thanh cốt thép có gờ, cũng như các thanh cốt thép tròn trơn dùng trong các khung thép hàn và lưới hàn thì đầu mút để thẳng, không cần uốn móc. Những thanh cốt thép tròn trơn chịu kéo dùng trong khung, lưới buộc cần được uốn móc ở đầu, móc dạng chữ L hoặc chữ U.



Chiều dài đoạn neo: được xác định theo khả năng truyền lực giữa BT và cốt thép (lực dính):

$$l_{an} = \left(\omega_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta\lambda_{an} \right) d; \quad (3-10)$$

nhưng không nhỏ hơn $l_{an} = \lambda_{an} \cdot d$;

Trong đó ω_{an} , $\Delta\lambda_{an}$, λ_{an} cũng như giá trị cho phép tối thiểu l_{an} được xác định theo TCXDVN 356:2005 Bảng 36 (tr. 125).

Trường hợp khi thanh cần neo có diện tích tiết diện lớn hơn diện tích yêu cầu theo tính toán độ bền với toàn bộ cường độ tính toán, chiều dài l_{an} theo công thức (3-10) cho phép giảm xuống bằng cách nhân với tỷ số diện tích cần thiết theo tính toán và diện tích thực tế của tiết diện cốt thép.

3.3.6 Neo cốt thép:

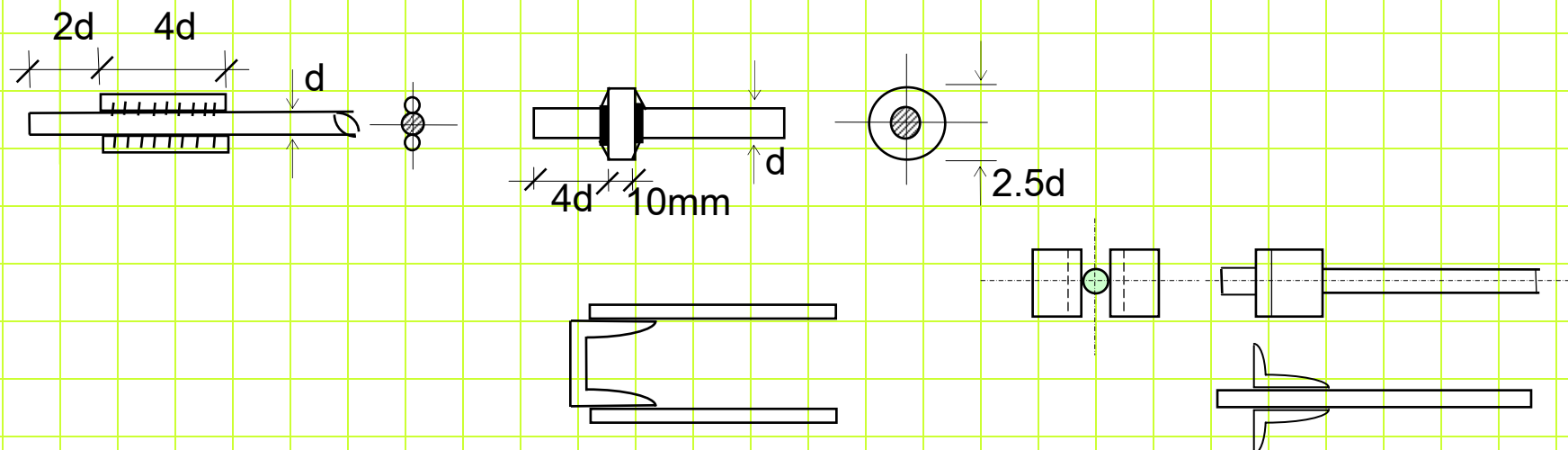
Chiều dài đoạn neo: được xác định theo khả năng truyền lực giữa BT và cốt thép (lực dính):

$$l_{an} = \left(\omega_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta\lambda_{an} \right) d; \quad (3-10)$$

nhưng không nhỏ hơn $l_{an} = \lambda_{an} \cdot d$;

Trong đó ω_{an} , $\Delta\lambda_{an}$, λ_{an} cũng như giá trị cho phép tối thiểu l_{an} được xác định theo TCXDVN 356:2005 Bảng 36 (tr. 125).

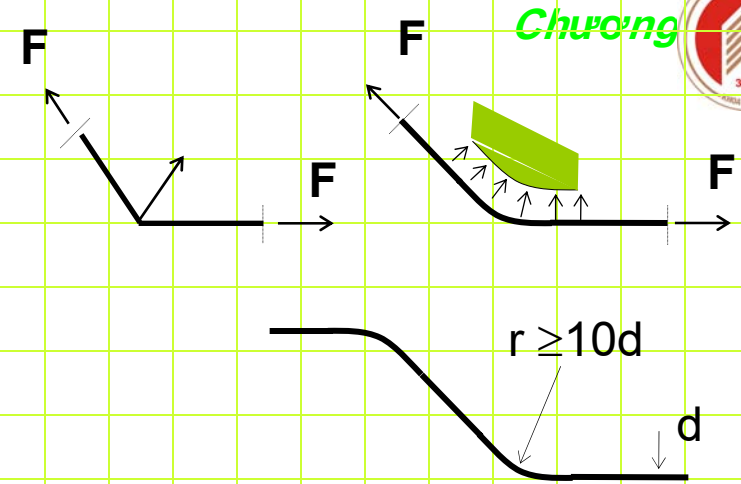
Neo bằng cách hàn các thép neo ở đầu:



3.3.7 Uốn cốt thép:

Tại chỗ uốn cong, cốt thép khi chịu lực sẽ ép cục bộ vào BT.

Để phân bố lực nén ép đều vào BT, cốt thép được uốn cong với bán kính cong $r \geq 10d$.



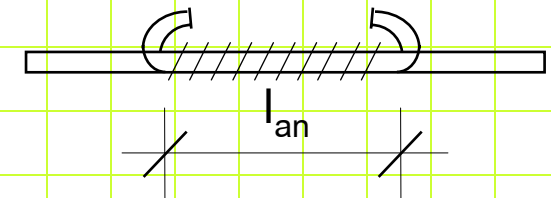
3.3.8 Nối cốt thép:

3.3.8.1 Nối chồng (nối buộc):

Khi $d \leq 36$. Không nên nối buộc cốt thép trong vùng kéo tại TD tận dụng hết khả năng chịu lực.

Đoạn l_{an} xác định theo công thức tính đoạn neo và:

Kéo: $l_{an} \geq 250 \text{ mm.}$
 Nén: $l_{an} \geq 200 \text{ mm.}$ } Tùy thuộc mác BT và loại cốt thép



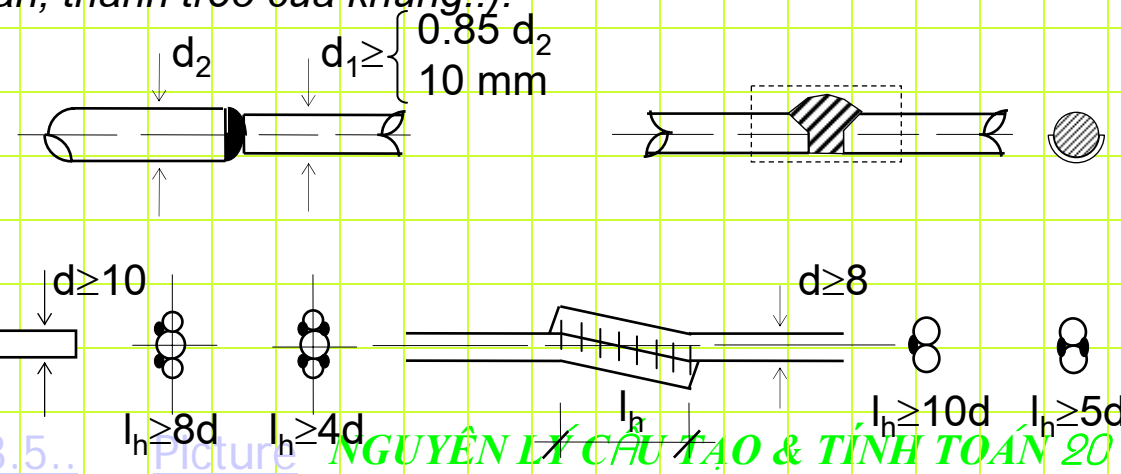
Không được nối buộc khi $d > 36$ hoặc khi cấu kiện chịu kéo hoàn toàn (Thanh chịu kéo của dàn, thanh treo của khung..).

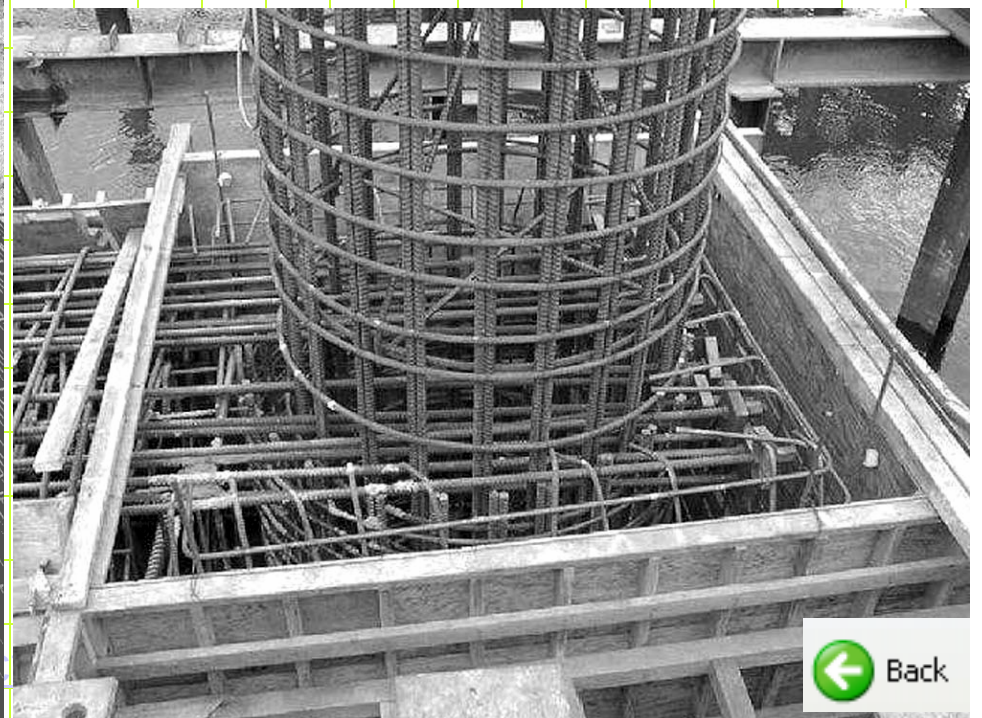
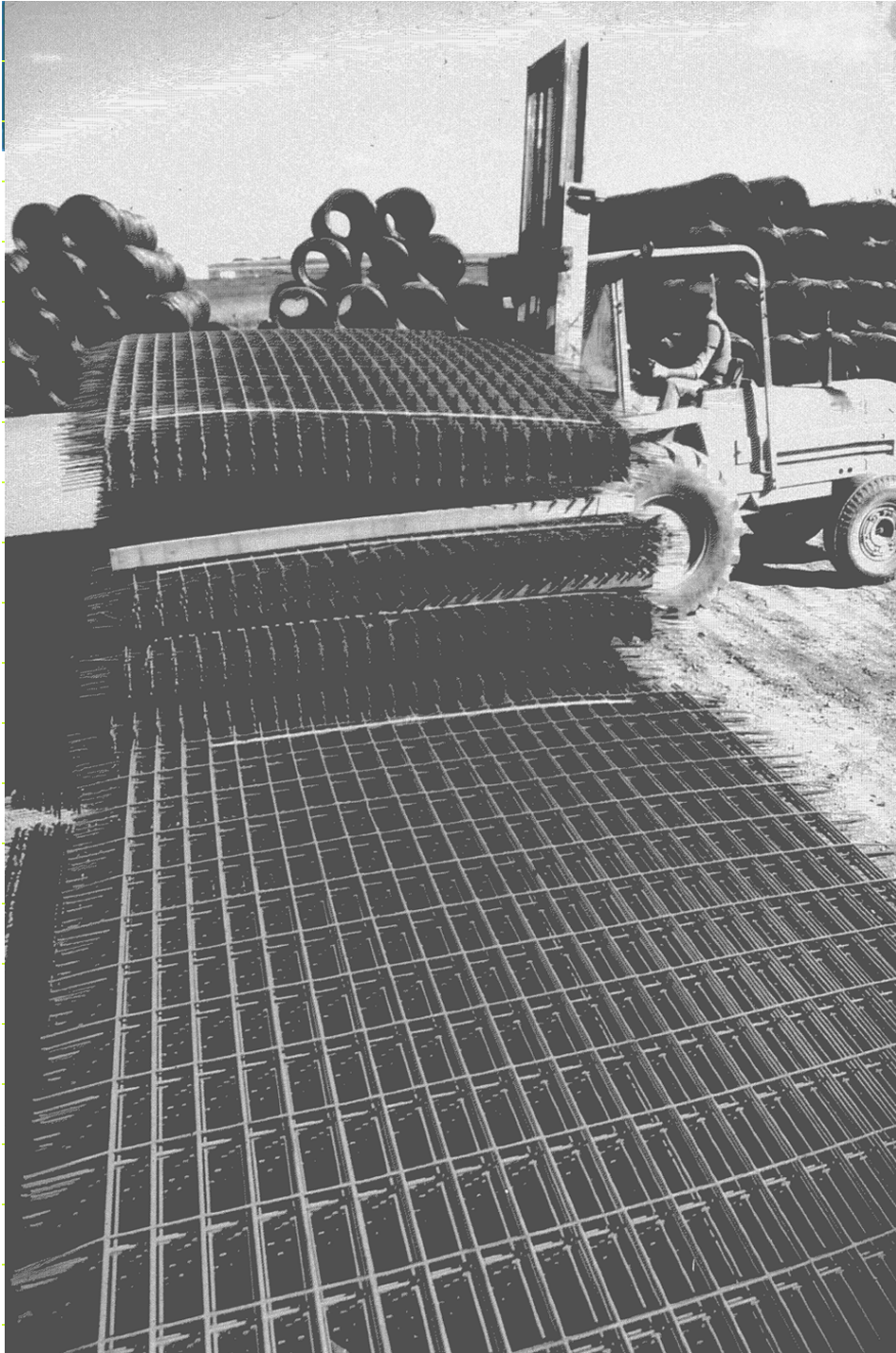
Hàn đối đầu:

Hàn đối đầu có nẹp:

Hàn ghép (chồng):

Hàn trong máng:



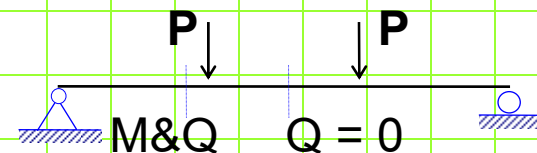
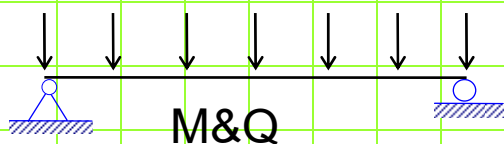




[P1..](#) [P2..](#) [P3..](#) [P3.5..](#) [Picture](#) **NGUYÊN LÝ CẤU TẠO & TÍNH TOÁN**



Cầu kiến chịu uốn là cầu kiến chịu M hay đồng thời M & Q.



Cầu kiến chịu uốn là loại cầu kiến cơ bản rất quan trọng được sử dụng rộng rãi và trong nhiều bộ phận của công trình như dầm, sàn, cầu thang, ...
Có thể quy về hai loại cơ bản: bản và dầm.

4.1. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO:

4.1.1 Bản:

Bản là loại kết cấu phẳng có chiều dày khá bé so với chiều dài và chiều rộng.

Trong kết cấu nhà cửa bản có kích thước mặt bằng thường bằng 2÷6m.

Chiều dày bản chọn theo yêu cầu chịu lực và độ cứng (biến dạng, võng, góc xoay.. Sàn nhà thường khoảng từ 6÷20 cm, trong các kết cấu khác các kích thước đó có thể lớn hơn hoặc bé hơn). **Bê tông của bản thường chọn có cấp độ bền từ B12.5 đến B25.**

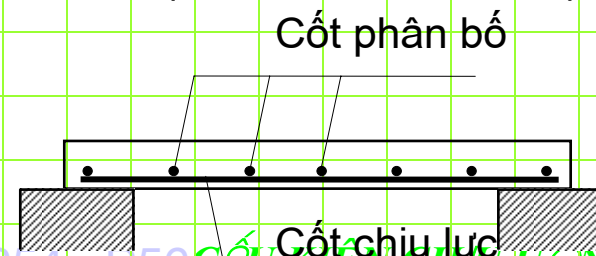
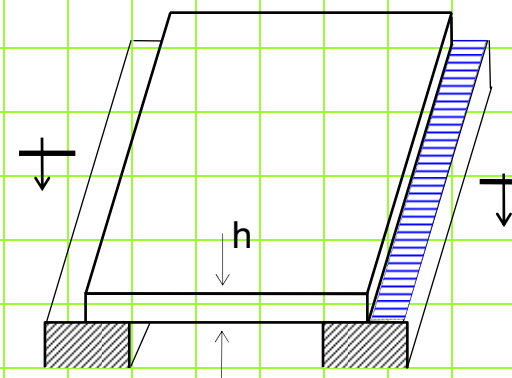
Cốt thép trong bản gồm có cốt chịu lực và cốt phân bố (CI, CII đôi khi CIII)

a. Cốt thép chịu lực:

Chịu mô men uốn.

Bố trí trong vùng kéo.

Chọn và bố trí theo tính toán.



Đường kính $d=6\div 12$ mm, khoảng cách giữa các cốt thép $a=7\div 20$ cm.

Tại gối cốt mũ chịu $M(-)$ thì $a \geq 100$ để tiện đổ BT;

Tại nơi có M lớn thì: $a \leq 200$ khi chiều dày bản $h \leq 150$,

$a \leq 1.5h$ khi chiều dày bản $h > 150$,

Tại nơi có M bé thì tối thiểu phải có 3 thanh/1m dài bản.

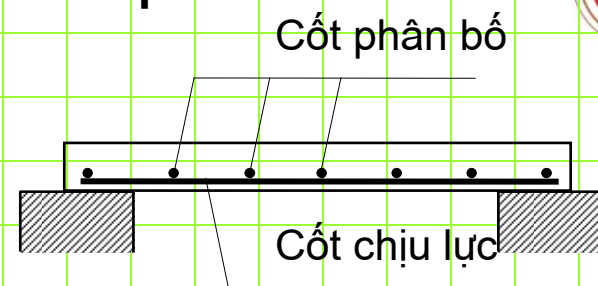
b. Cốt thép phân bố (cấu tạo):

Tác dụng: giữ vị trí cốt chịu lực khi thi công, chịu ứng lực do co ngót, thay đổi nhiệt độ, phân phối ảnh hưởng của lực tập trung ra các cốt chịu lực lân cận.

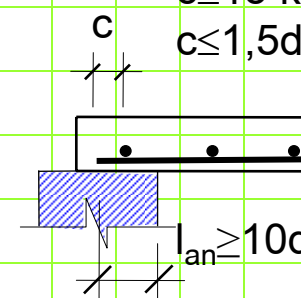
Đường kính $d=4\div 8$;

Cách khoảng $a=200\div 300$ ($a \leq 350$).

Lượng cốt phân bố không ít hơn 10% số lượng cốt chịu lực tại TD có mô men uốn lớn nhất.



$c \leq 15$ khi $d \leq 10$
 $c \leq 1,5d$ khi $d > 10$

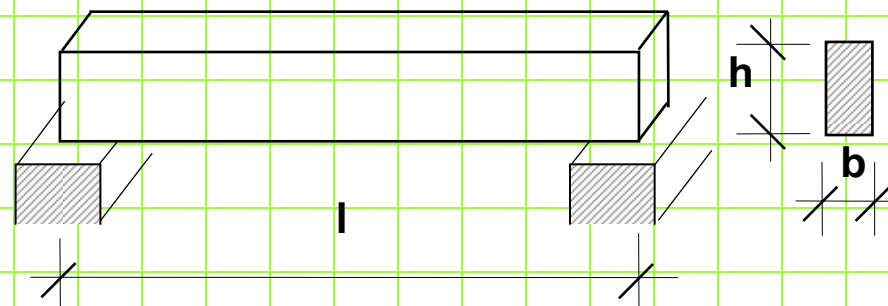


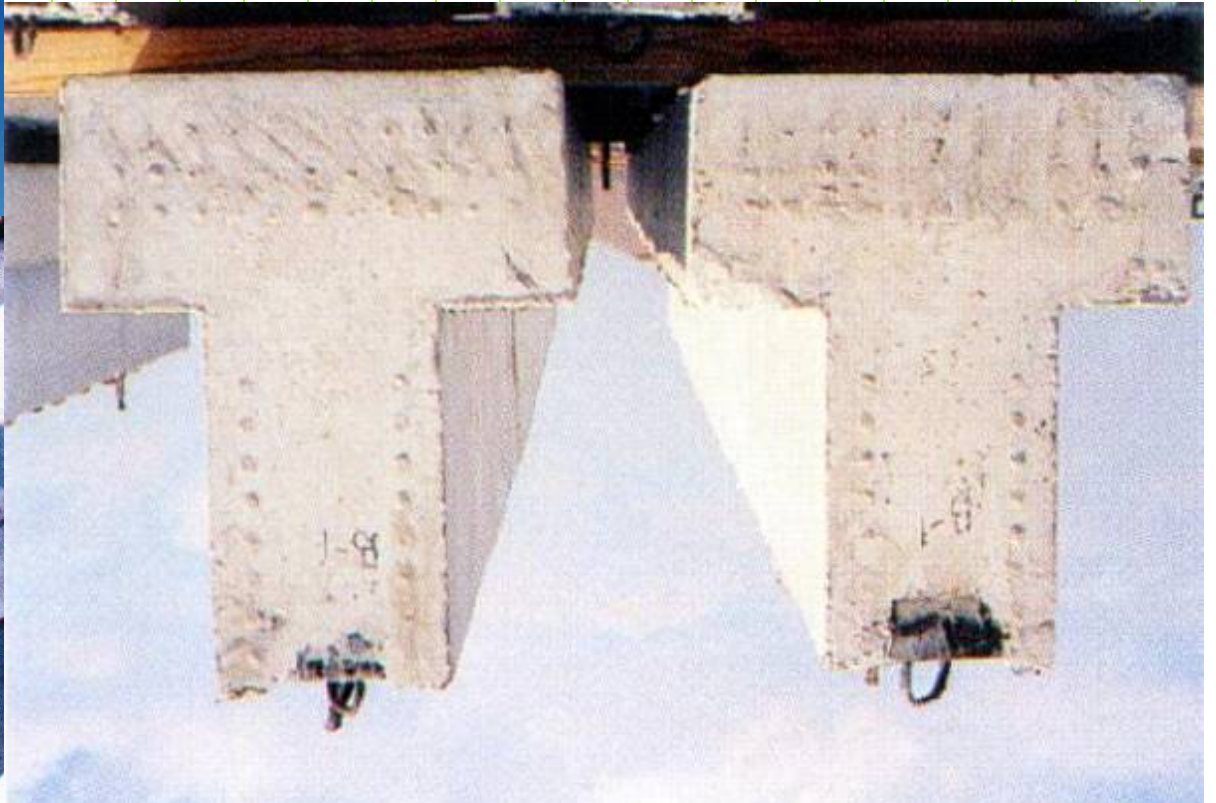
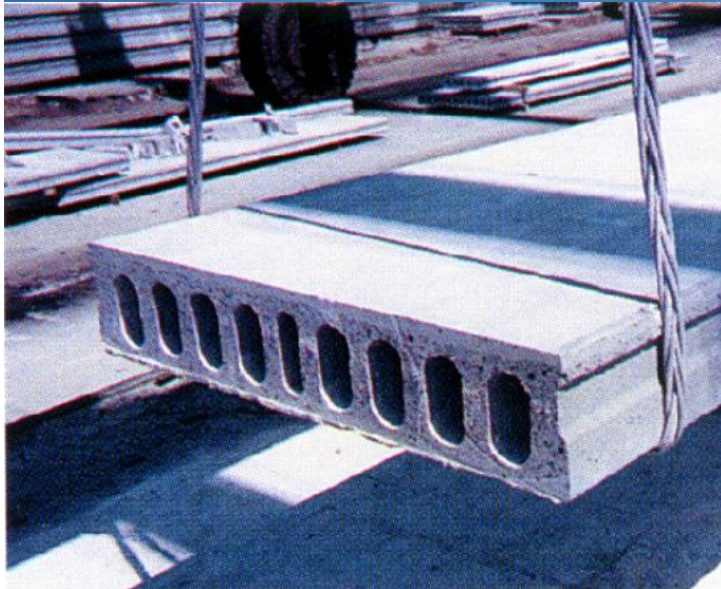
4.1.2 Dầm:

Dầm là cấu kiện chịu uốn có kích thước TD (bề rộng và chiều cao) khá bé so với chiều dài (nhịp).

Hình dáng tiết diện:

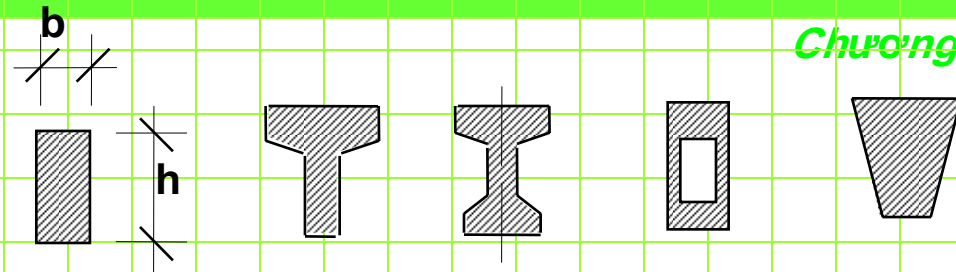
Tiết diện dầm thường có dạng chữ nhật, I, T, hộp, khuyên, ...







Hình dáng tiết diện:



Chương



Kích thước tiết diện:

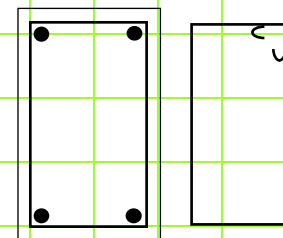
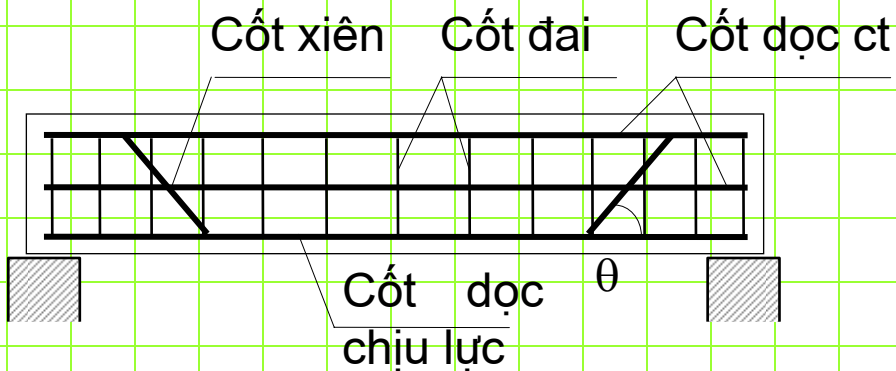
Chiều cao $h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20} \right)$ nhịp; $\begin{cases} - \text{Bội số của 50 khi } h \leq 600. \\ - \text{Bội số của 100 khi } h > 600. \end{cases}$

Chiều rộng $b = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \right) h$; $\begin{cases} - 100, 120, 150, 180, 200, \dots \\ - \text{Bội số của 50 khi } b > 250. \end{cases}$

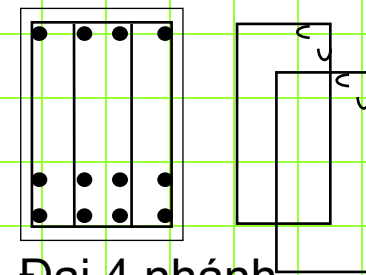
Phải thuận tiện với qui cách ván khuôn và tiêu chuẩn hóa kích thước dầm.

Cốt thép:

a. Cốt dọc chịu lực:



Đai 2 nhánh

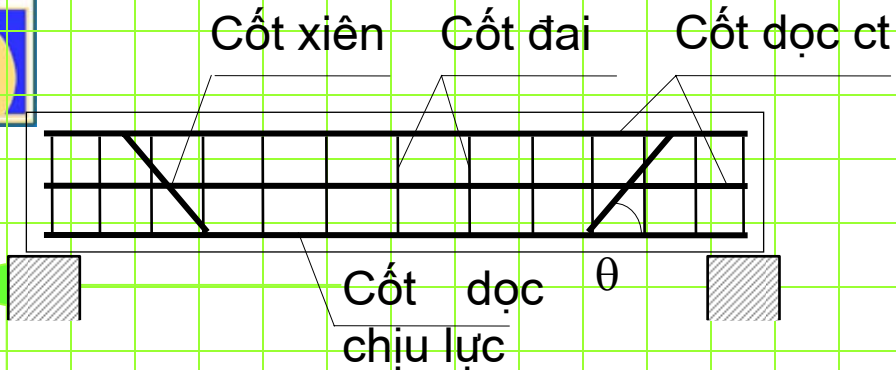


Đai 4 nhánh

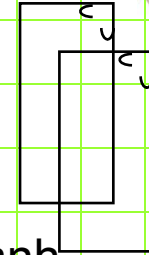
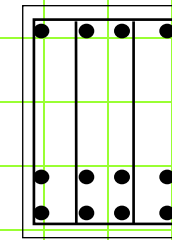
Chịu M, xác định theo tính toán. Đường kính $d = 10-32$

Bố trí trong vùng kéo, đôi khi có cả trong vùng nén;

Có thể bố trí 1, 2 hay nhiều lớp (khi $b \geq 150$ phải có ít nhất 2 thanh)



Đai 2 nhánh



Đai 4 nhánh

b. Cốt dọc cấu tạo:

Đường kính $\phi 10 \div \phi 14$.

Cốt giá: là cốt dọc đặt trong vùng BT chịu nén (tại các góc của cốt đai).

Cốt thép phụ: Khi dầm có chiều cao lớn $h > 700$. Lượng thép $\geq 0.1\%$ diện tích BT sườn.

Có tác dụng giữ ổn định cốt đai, chịu ứng lực co ngót và nhiệt độ.

c. Cốt đai:

Để chịu lực cắt, liên kết cốt dọc thành khung, gắn vùng BT chịu kéo và vùng BT chịu nén với nhau để chịu mô men.

Tính toán theo lực cắt.

Đường kính cốt đai: $d \geq 6\text{mm};$ khi $h \geq 800$ $d \geq 8\text{mm}.$

d. Cốt xiên:

Để chịu lực cắt (thường kết hợp để đưa cốt dọc lên chịu $M(-)$ ở mép trên).

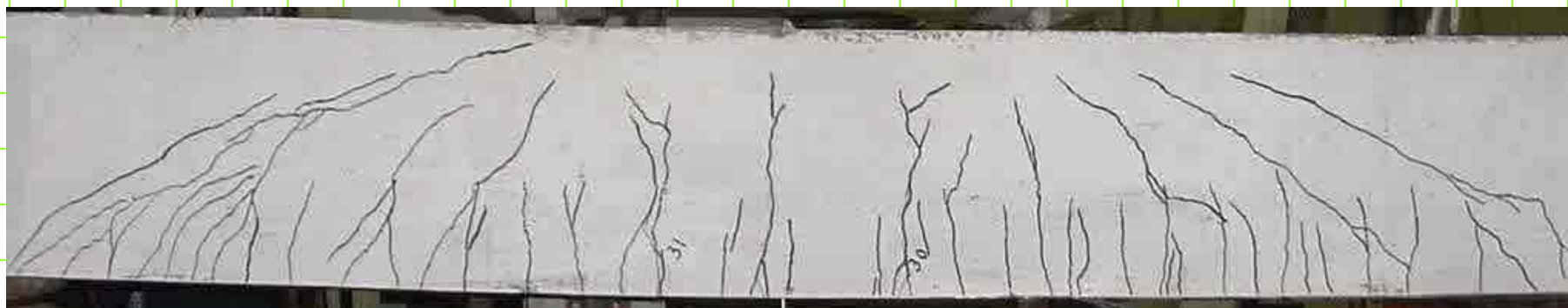
Góc nghiêng $\theta = 45^\circ$ khi $h \leq 800;$

$\theta = 60^\circ$ khi $h > 800.$

$\theta = 30^\circ$ khi dầm thấp và bản.

4.2. SỰ LÀM VIỆC CỦA DẦM:

Quan sát một dầm BTCT chịu tải cho đến lúc bị phá hoại:



Tại khu vực giữa dầm nơi M lớn có vết nứt thẳng góc với trục dầm;

Tại khu vực gần gối tựa có Q lớn thì vết nứt nghiêng.



4.2. SỰ LÀM VIỆC CỦA DẦM:

Quan sát một dầm BTCT chịu tải cho đến lúc bị phá hoại:

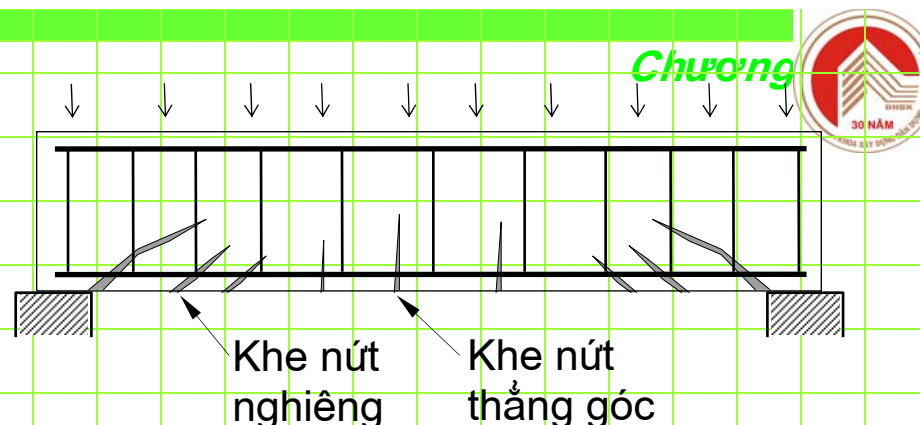
Tại khu vực giữa dầm nơi M lớn có vết nứt thẳng góc với trục dầm;

Tại khu vực gần gối tựa có Q lớn thì vết nứt nghiêng.

Như vậy việc tính toán và cấu tạo các cấu kiện chịu uốn theo điều kiện cường độ nhằm:

- Không bị phá hoại trên TD thẳng góc: **Tính toán theo cường độ trên TD thẳng góc.**

- Không bị phá hoại trên TD nghiêng: **Tính toán theo cường độ trên TD nghiêng.**



4.3. TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT-BIẾN DẠNG TRÊN TIẾT DIỆN THẲNG GÓC:

Diễn biến của trạng thái US - BD trên TD thẳng góc có thể phân thành 3 giai đoạn sau:

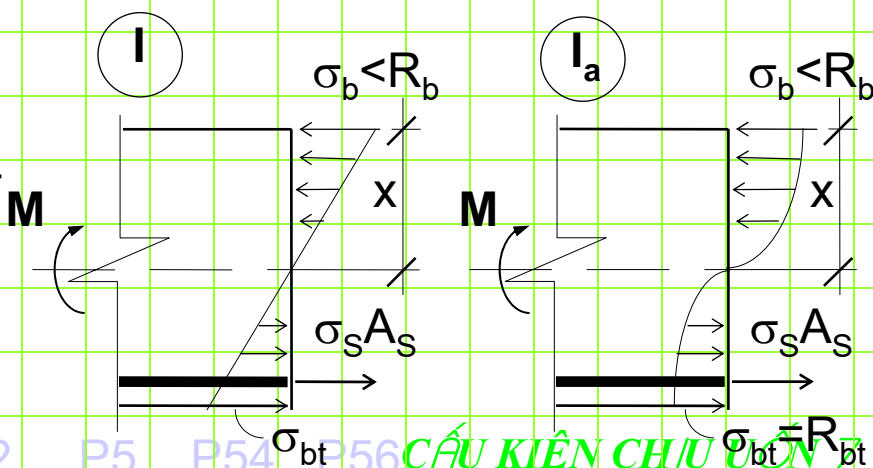
4.3.1 Giai đoạn I:

Khi tải trọng bé vật liệu làm việc đàn hồi.

Tải trọng tăng biến dạng dẻo trong BT phát triển (nhất là vùng kéo). Sơ đồ ứng suất trong BT cong đi.

Khi $\sigma_{bt} = R_{bt}$ BT vùng kéo sắp sửa nứt:

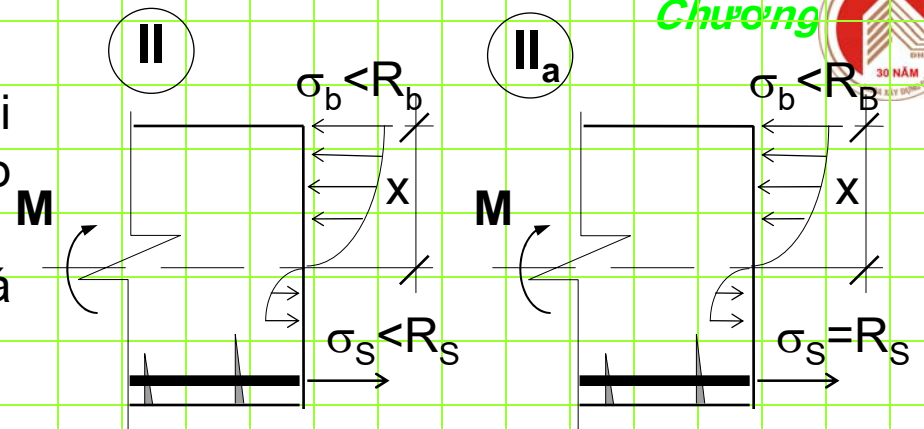
Trạng thái I_a.



4.3.2 Giai đoạn II:

Tải trọng tăng → BT chịu kéo nứt. Tại khe nứt toàn bộ lực kéo do cốt thép chịu.

Miền BT chịu nén có biến dạng dẻo khá lớn → sơ đồ ứng suất bị cong nhiều.



Nếu lượng cốt thép chịu kéo không nhiều lắm, khi tải trọng tăng → ứng suất trong cốt thép đạt giới hạn chảy R_s ($\sigma_s = R_s$): **Trạng thái II_a.**

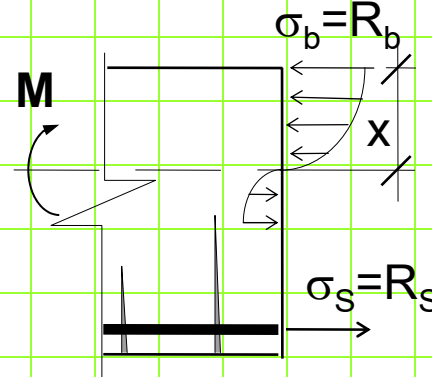
4.3.3 Giai đoạn III:

Cốt thép ở trạng thái chảy dẻo, tải trọng tăng → **Khe nứt mở rộng và phát triển dần lên phía trên, miền BT chịu nén thu hẹp dần.**

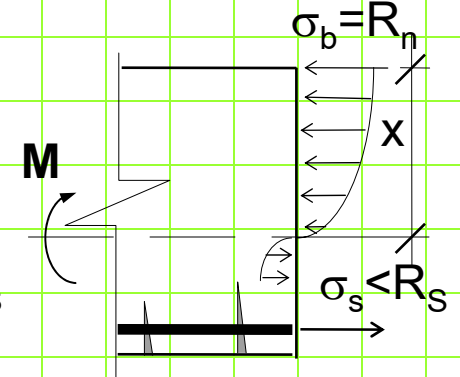
Khi ứng suất trong BT chịu nén đạt R_b → bị phá hoại: **trường hợp phá hoại thứ nhất (phá hoại dẻo).**

Nếu lượng cốt thép chịu kéo khá nhiều, khi tải trọng tăng tiết diện bị phá hoại khi BT chịu nén đạt R_b trong khi $\sigma_s < R_s$. Đây là **trường hợp phá hoại thứ 2 (phá hoại giòn).**

Trường hợp 1
(phá hoại dẻo)



Trường hợp 2
(phá hoại giòn)



Khi thiết kế cấu kiện chịu uốn cần tránh trường hợp phá hoại giòn vì sự phá hoại xảy ra đột ngột khi biến dạng còn khá bé, không biết trước được (nguy hiểm). Mặt khác không tận dụng hết khả năng chịu lực của vật liệu (Cốt thép chỉ mới đạt $\sigma_s < R_s$).

4.4. TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ TRÊN TIẾT DIỆN THẲNG GÓC: *Chương*

4.4.1 Tính cấu kiện có TD chữ nhật:

Có 2 trường hợp bố trí cốt dọc chịu lực:

- Chỉ có cốt thép chịu kéo gọi là bố trí **cốt đơn**;
- Có cốt thép cả trong vùng kéo lẫn vùng nén : **Cốt kép**.

4.4.1.1 Tính tiết diện chữ nhật có cốt đơn:

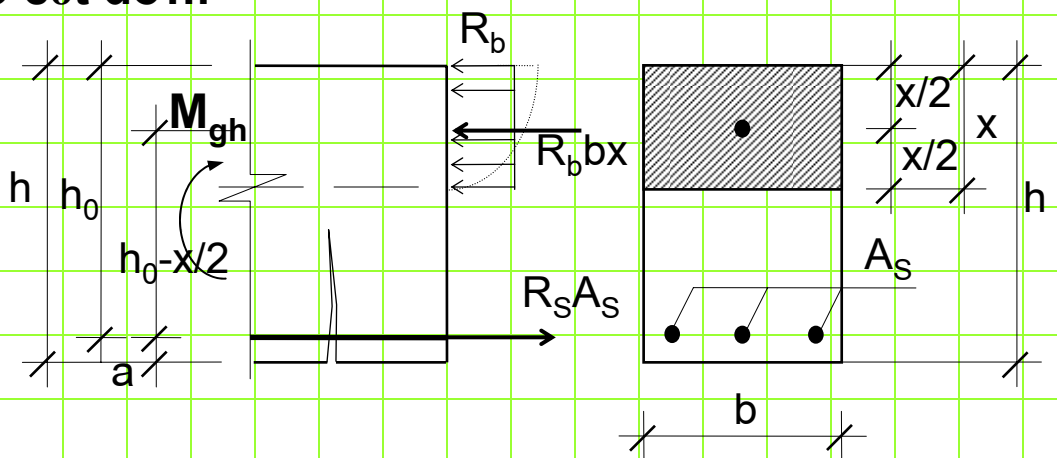
a) Sơ đồ ứng suất:

Sơ đồ ứng suất ở TTGH I trên cơ sở của trường hợp phá hoại dẻo:

- Ứng suất trong vùng BT chịu nén: đạt cường độ chịu nén R_b

(ứng suất vùng nén phân bố dạng chữ nhật)

- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt cường độ chịu kéo R_s .



b) Công thức cơ bản:

Phương trình hình chiếu các lực lên phương trục dầm:

$$\sum X = 0 \Rightarrow R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot x; \quad (4-1)$$

Tổng mô men với trục qua trọng tâm cốt thép chịu kéo và vuông góc với mp uốn :

$$\sum M_{A_s} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right); \quad (4-2)$$



$$\sum X = 0 \Rightarrow R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot x; \quad (4-1)$$

$$\sum M_{A_s} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right); \quad (4-2)$$

Điều kiện cường độ (đảm bảo cho TD không vượt quá TTGH thứ I) là:

$$M \leq M_{gh}; \Rightarrow M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right); \quad (4-3)$$

Kết hợp (4-1) & (4-3): $M \leq R_s \cdot A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right); \quad (4-3a)$

c) Điều kiện hạn chế:

Kết quả thực nghiệm cho thấy trường hợp phá hoại dẻo xảy ra khi:

$$\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)}; \quad (4-4)$$

Trong đó: ω - Đặc trưng tính chất biến dạng của vùng BT chịu nén:

α - Hệ số phụ thuộc loại BT, $\alpha=0,85$ với BT nặng.

R_b, R_s tính bằng MPa.

$\sigma_{sc,u}$ - Ứng suất giới hạn của cốt thép trong vùng BT chịu nén (khi BT đạt tới biến dạng cực hạn),

$\sigma_{sc,u} = 500 \text{MPa}$ với tải trọng thường xuyên, .. $\sigma_{sc,u} = 400 \text{MPa}$ với tải trọng đặc biệt.

Từ (4-1) & (4-4): $R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot x \Rightarrow A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot x}{R_s} \leq \frac{\xi_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} = A_{s,max}; \quad (4-6)$

Gọi $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0}$ là hàm lượng cốt thép thì hàm lượng cực đại $\mu_{max} = \frac{A_{s,max}}{b \cdot h_0} = \xi_R \cdot \frac{R_b}{R_s}; \quad (4-7)$



Từ (4-1) & (4-4): $R_S \cdot A_S = R_b \cdot b \cdot x \Rightarrow A_S = \frac{R_b \cdot b \cdot x}{R_S} \leq \frac{\xi_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_S} = A_{S,max}; \quad (4-6)$

Gọi $\mu = \frac{A_S}{b \cdot h_0}$ là hàm lượng cốt thép thì hàm lượng cực đại:

$$\mu_{max} = \frac{A_{S,max}}{b \cdot h_0} = \xi_R \cdot \frac{R_b}{R_S}; \quad (4-7)$$

Cốt thép quá ít cũng bị phá hoại giòn, vì vậy: $\mu_{min} \leq \mu;$

d) Các bài toán áp dụng:

Để tiện sử dụng, ta tiến hành một số phép biến đổi:

Đặt $\xi = \frac{x}{h_0}$, Các công thức trên viết lại như sau:

Từ (4 - 1) $\Rightarrow R_S \cdot A_S = \xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0; \quad (4-8)$

Từ (4 - 3) $\Rightarrow M \leq R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi) = \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2; \quad (4-9)$

Từ (4 - 3a) $\Rightarrow M \leq R_S \cdot A_S \cdot h_0 \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi) = \zeta \cdot R_S \cdot A_S \cdot h_0; \quad (4-10)$

Trong đó $\alpha_m = \xi \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi), \quad \zeta = (1 - 0,5 \cdot \xi);$

Điều kiện hạn chế

$$\xi \leq \xi_R \Rightarrow \alpha_m \leq \alpha_R;$$

Bài toán 1: Biết kích thước TD b, h, mômen M, cấp độ bền của BT, loại cốt thép (R_b, R_S). Tính cốt thép cần thiết A_S ?

Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT, loại cốt thép: (tra bảng) R_b, R_S , theo (4-4) tính ξ_R , theo (4-7) tính μ_{max} .



Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT, loại cốt thép: (tra bảng) R_b, R_s , theo (4-4) tính ξ_R , theo (4-7) tính μ_{max} .

- Tính $h_0 = h - a$. Vì chưa có A_s nên phải giả thiết trước a: $a = 15-20$ với bản, $a = 30-60$ với dầm.

- Từ phương trình (4 - 9) xác định α_m :
$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}; \quad (4-12)$$

- Kiểm tra α_m theo điều kiện hạn chế:

*Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$ tra bảng có ζ

Tính A_s từ phương trình (4-10):
$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0}; \quad (4-13)$$

Kiểm tra hàm lượng thép:
$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \geq \mu_{min}$$

**Nếu $\alpha_m > \alpha_R$ thì hoặc tăng kích thước TD.
tăng cấp độ bền của BT.
đặt cốt thép vào vùng nén (Đặt cốt kép).

Bài toán 2: Biết M, cấp độ bền của BT, loại cốt thép. Yêu cầu chọn b, h, và tính cốt thép A_s ?

Giải:

- Căn cứ loại BT, cốt thép: R_b, R_s , theo (4-4) tính ξ_R , theo (4-7) tính μ_{max} .

Áp dụng các công thức (4 - 8) & (4 - 9) bài toán với 2 phương trình chứa 4 ẩn: b, h, ξ và A_s . Để giải cần chọn trước 2 ẩn: (tiện nhất là chọn trước b & ξ)

Để giải cần chọn trước 2 ẩn: (tiện nhất là chọn trước b & ξ)

***Chọn trước b** (theo kinh nghiệm, theo yêu cầu cấu tạo, theo kiến trúc..)

***Chọn ξ :** $\xi = 0,25 \div 0,35$ đối với dầm.
 $\xi = 0,1 \div 0,25$ đối với bản.

- Chiều cao làm việc cần thiết của TD h_0 :
$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{\alpha_m}} \cdot \sqrt{\frac{M}{R_b b}}; \quad (4-14)$$

Sau khi có b, x hợp lý thì việc tính A_s tiến hành theo như bài toán 1.

Bài toán 3 (BT kiểm tra): Biết b, h, A_s , cấp độ bền của BT, loại cốt thép. Tính khả năng chịu lực của tiết diện M_{gh} (M_{td})

Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT, loại cốt thép: (tra bảng) R_b, R_s , theo (4-4) tính ξ_R ..
- Căn cứ vào cách bố trí cốt thép xác định được a rồi tính $h_0 = h - a$.

Bài toán với 2 phương trình chứa 2 ẩn ξ, M_{gh} nên hoàn toàn xác định.

- Từ (4 - 8) $\Rightarrow \xi = \frac{R_s A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}$;

- Kiểm tra ξ theo điều kiện hạn chế:

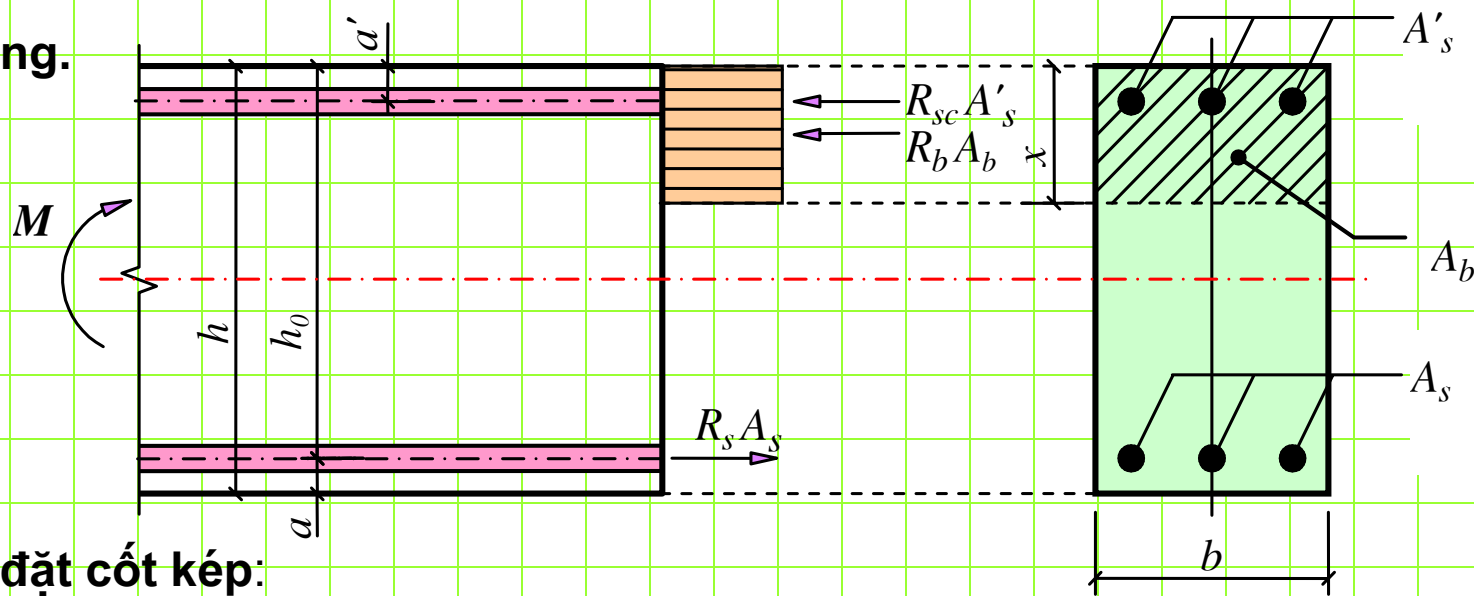
*Nếu $\xi \leq \xi_R$: tra bảng có α_m thế vào (4 - 9) $\Rightarrow M_{gh} = \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2$;

**Nếu $\xi > \xi_R$ chứng tỏ A_s quá nhiều, khả năng chịu lực được tính theo khả năng của vùng nén, tức lấy $\xi = \xi_R$ hay $\alpha_m = \alpha_R \Rightarrow M_{gh} = \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2$;

4.4.1.2 Tính tiết diện chữ nhật có cốt kép:

Các lý do chủ yếu để **bố trí cốt thép chịu nén trong dầm** (cấu kiện chịu uốn):

- ① **Giảm độ võng do từ biến khi chịu tải trọng dài hạn.**
- ② **Tăng tính dẻo của cấu kiện.**
- ③ **Dễ thi công.**



*** Điều kiện đặt cốt kép:**

Việc đặt cốt kép không phải lúc nào cũng là kinh tế. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ nên **đặt cốt kép khi $\alpha_m \leq 0,5$ nếu $\alpha_m > 0,5$ thì nên tăng kích TD.**

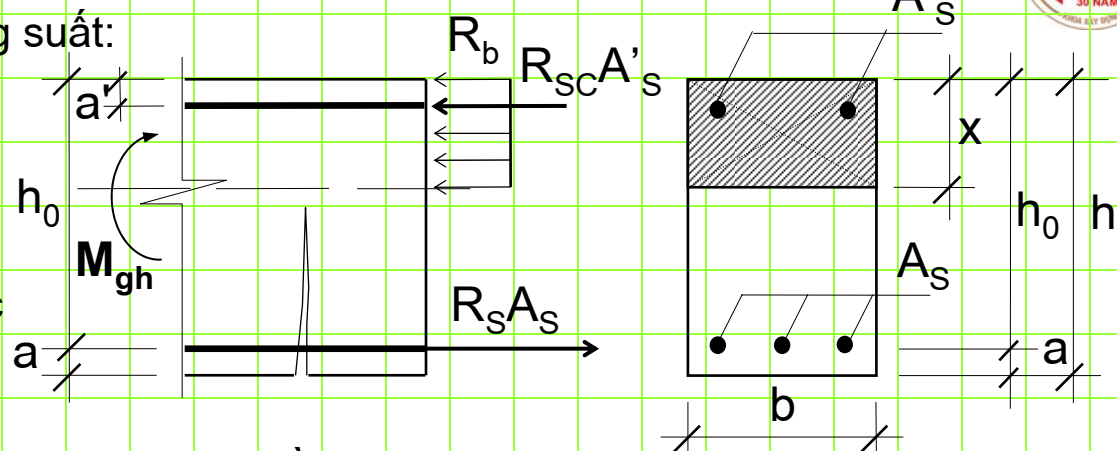
Vì vậy điều kiện để tính cốt kép là $\alpha_R < \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} \leq 0,5;$

Việc tính toán với trường hợp đặt cốt kép còn có thể gặp khi do yêu cầu cấu tạo trong vùng nén có một lượng thép đáng kể, cần xét đến ảnh hưởng của nó.

a) Sơ đồ ứng suất:

Đến TTGH về cường độ, sơ đồ ứng suất:

- Cốt thép chịu kéo A_s đạt R_s
- Bê tông vùng nén đạt R_b .
- Cốt thép chịu nén A'_s đạt R_{sc}



b) Công thức cơ bản:

Phương trình hình chiếu các lực lên phương trục dầm:

$$\sum X = 0 \Rightarrow R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot x + R_{sc} \cdot A'_s; \quad (4-15)$$

Tổng mô men với trục qua trọng tâm cốt thép A_s và vuông góc với mp uốn của dầm:

$$\sum M_{A_s} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'); \quad (4-16)$$

Điều kiện cường độ (đảm bảo cho TD không vượt quá TTGH thứ I):

$$M \leq M_{gh} \Rightarrow M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'); \quad (4-17)$$

Cũng dùng các ký hiệu như trường hợp cốt đơn:

$$\xi = \frac{x}{h_0}; \quad \alpha_m = \xi \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi), \quad \zeta = (1 - 0,5 \cdot \xi);$$

Các công thức trên viết lại như sau:

$$\text{Từ (4-15)} \Rightarrow R_s \cdot A_s = \xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_{sc} \cdot A'_s; \quad (4-18)$$

$$\text{Từ (4-16)} \Rightarrow M \leq \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'); \quad (4-19)$$



Các công thức trên viết lại như sau:

$$\text{Từ (4-15)} \Rightarrow R_s \cdot A_s = \xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_{sc} \cdot A'_s; \quad (4-18)$$

$$\text{Từ (4-16)} \Rightarrow M \leq \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'); \quad (4-19)$$

c) Điều kiện hạn chế:

- Để cấu kiện không bị phá hoại giòn từ BT chịu nén:

$$x \leq \xi_R \cdot h_0 \text{ hoặc } \xi \leq \xi_R \text{ hay } \alpha_m \leq \alpha_R. \quad (4-20)$$

- Để ứng suất nén trong A'_s đạt đến R_{sc} phải thỏa mãn điều kiện: $x \geq 2a'$. (4-21)

d) Các bài toán áp dụng:

Bài toán 1: Biết M, b, h , cấp độ bền của BT, loại cốt thép. Tính A_s, A'_s ?

Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT và nhóm cốt thép $\Rightarrow R_b, R_s, R_{sc}$, tính ξ_R .

- Xác định $h_0 = h - a$ (a và a' được chọn trước như trường hợp đặt cốt đơn).

- **Kiểm tra điều kiện cần thiết tính cốt kép :** $\alpha_R < \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} \leq 0,5; \quad (4-22)$

Bài toán với hai phương trình (4 - 18), (4 - 19) chứa 3 ẩn số ξ, A_s, A'_s nên phải loại bớt ẩn số bằng cách chọn trước $\xi = \xi_R$ tức $\alpha_m = \alpha_R$.

(Để lợi dụng hết khả năng chịu nén của BT nên cốt thép A_s, A'_s có $(A_s + A'_s)$ bé nhất).

Thay $\alpha_m = \alpha_R$ vào (4-19) tìm được:
$$A'_s = \frac{M - \alpha_R R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}; \quad (4-23)$$

Thế A'_s vào (4-18) được:
$$A_s = \frac{\xi_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s} A'_s; \quad (4-24)$$

Không quên kiểm tra lại a, a' đã giả thiết!

Bài toán 2: Biết M, b, h , cấp độ bền của BT, loại cốt thép và A'_s . Tính A_s ? Chương

Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT và nhóm cốt thép $\Rightarrow R_b, R_s, R_{sc}$, tính ξ_R .
- Xác định $h_0 = h - a$ (a và a' được chọn trước như trường hợp đặt cốt đơn).

Bài toán xác định vì có hai phương trình chứa 2 ẩn số.

Từ (4-19) tính α_m :
$$\alpha_m = \frac{M - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}; \quad (4-25)$$

- Kiểm tra điều kiện hạn chế:

Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$: tra bảng $\xi \rightarrow x = \xi \cdot h_0$.

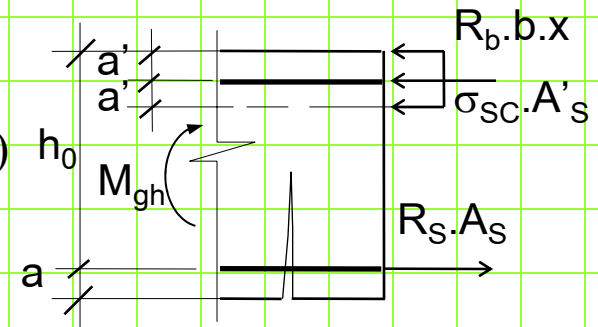
Nếu $x \geq 2a'$:
$$A_s = \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s} A'_s; \quad (4-26)$$

Nếu $x < 2a'$: ứng suất trong cốt thép chịu nén $\sigma_{sc} < R_{sc}$. **Xem hợp lực của vùng nén trùng với trọng tâm A'_s (lấy $x = 2a'$).**

Sơ đồ ứng suất lúc đó có dạng:

$$\sum M_{A'_s} = 0 \Rightarrow M_{gh} = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - a'); \quad (4-27)$$

Từ điều kiện $M \leq M_{gh} \Rightarrow A_s = \frac{M}{R_s (h_0 - a')}; \quad (4-28)$



Nếu $\alpha_m > \alpha_R$: cốt thép A'_s đã **cho là chưa đủ** đảm bảo khả năng chịu lực của vùng nén nên ta xem **A'_s là chưa biết và tính theo bài toán 1 (Tính A_s, A'_s).**



Bài toán 3: Biết b, h , cấp độ bền của BT, loại cốt thép, A_S, A'_S . Kiểm tra khả năng chịu lực của TD ($M_{gh} = ?$).

Giải:

- Căn cứ cấp độ bền của BT và nhóm cốt thép $\Rightarrow R_b, R_S, R_{SC}$, tính ξ_R .
- Xác định $a, a', h_0 = h - a$.

Bài toán với 2 phương trình chứa 2 ẩn số là ξ và M_{gh} nên hoàn toàn xác định.

$$\text{Từ (4 - 18)} \Rightarrow \xi = \frac{R_S A_S - R_{SC} A'_S}{R_b \cdot b \cdot h_0};$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế:

Nếu $\frac{2a'}{h_0} \leq \xi \leq \xi_R$ **Từ** $\xi \Rightarrow \alpha_m$: $M_{gh} = \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{SC} \cdot A'_S \cdot (h_0 - a')$;

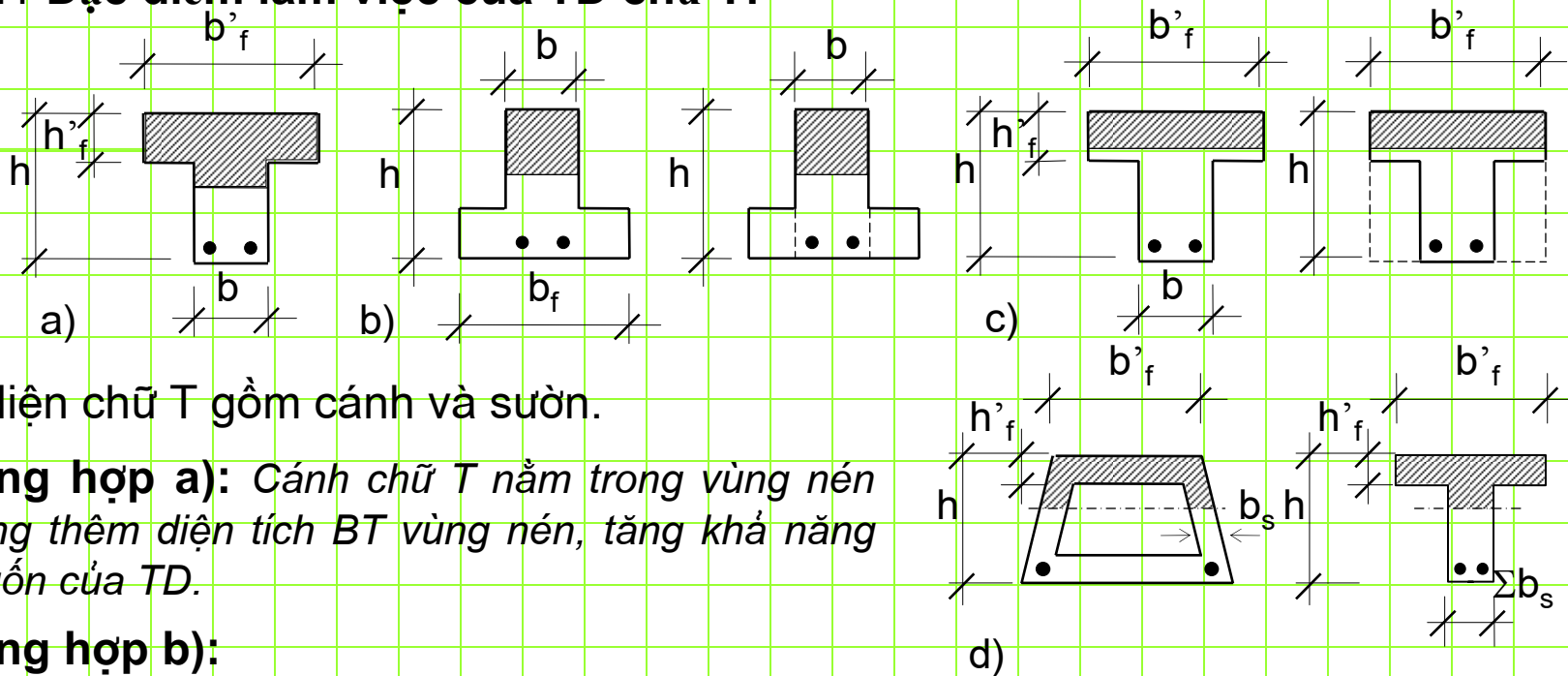
Nếu $\xi \leq \frac{2a'}{h_0}$ (tức $x < 2a'$) lấy $x = 2a'$ để tính M_{gh} theo (4-27);

Hoặc là không kể đến cốt chịu nén A'_S và tính như cốt đơn rồi so sánh 2 kết quả tính, lấy M_{gh} nào lớn hơn làm khả năng chịu lực của tiết diện.

Nếu $\xi > \xi_R$ lấy $\xi = \xi_R$ hay $\alpha_m = \alpha_R$ để tính M_{gh} : $M_{gh} = \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{SC} \cdot A'_S \cdot (h_0 - a')$;
Chứng tỏ cốt thép chịu kéo A_S quá nhiều, xác định khả năng chịu lực của tiết diện theo khả năng của vùng nén, tức lấy $\xi = \xi_R$ hay $\alpha_m = \alpha_R$.

4.4.2 Tính toán cấu kiện có TD chữ T:

4.4.2.1 Đặc điểm làm việc của TD chữ T:



Tiết diện chữ T gồm cánh và sườn.

Trường hợp a): Cánh chữ T nằm trong vùng nén sẽ tăng thêm diện tích BT vùng nén, tăng khả năng chịu uốn của TD.

Trường hợp b):

Cánh nằm trong vùng kéo không ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của TD nên được tính như TD chữ nhật $b \cdot h$.

Trường hợp c):

Cánh nằm trong vùng nén, trục TH qua cánh, khả năng chịu lực của TD tương đương như TD chữ nhật $b'_f \cdot h$.

Trường hợp d) Tính như tiết diện chữ T với bề rộng sườn bằng tổng các sườn.

Như vậy theo quan điểm tính toán khả năng chịu uốn các dầm được xếp vào loại có TD chữ nhật khi vùng nén có hình chữ nhật, và là TD chữ T khi vùng nén có hình chữ T.

Bề rộng cánh dầm trong tính toán được xác định theo độ vươn S_C quy định lấy như sau:

TCXDVN 356:2005 Điều 6.2.2.7 trang 62 qui định:

Giá trị b'_f dùng để tính toán được lấy từ điều kiện: bề rộng mỗi bên cánh S_C , tính từ mép bụng dầm không được lớn hơn $1/6$ nhịp cầu kiện và lấy không lớn hơn:

-khi có sườn ngang hoặc khi $h'_f \geq 0,1h$: $1/2$ khoảng cách thông thủy giữa các sườn dọc;

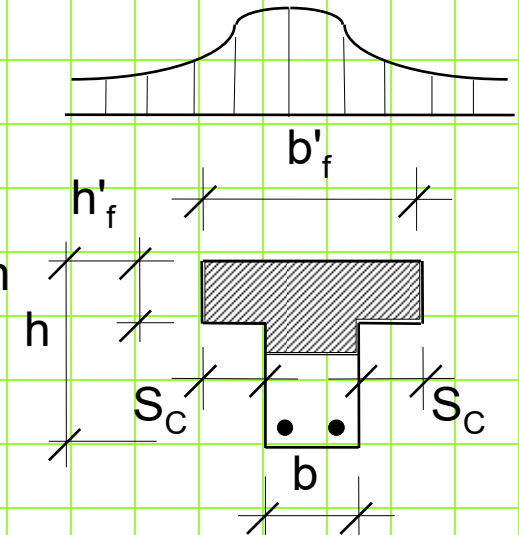
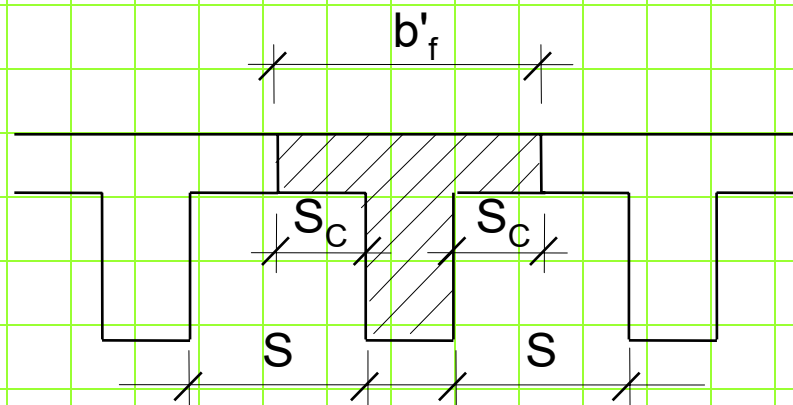
-khi không có sườn ngang hoặc khi khoảng cách giữa chúng lớn hơn khoảng cách giữa các sườn dọc, $h'_f < 0,1h$: $6h'_f$;

-khi cánh có dạng công xôn:

+ trường hợp $h'_f \geq 0,1h$: $6h'_f$

+ trường hợp $0,05h \leq h'_f < 0,1h$: $3h'_f$

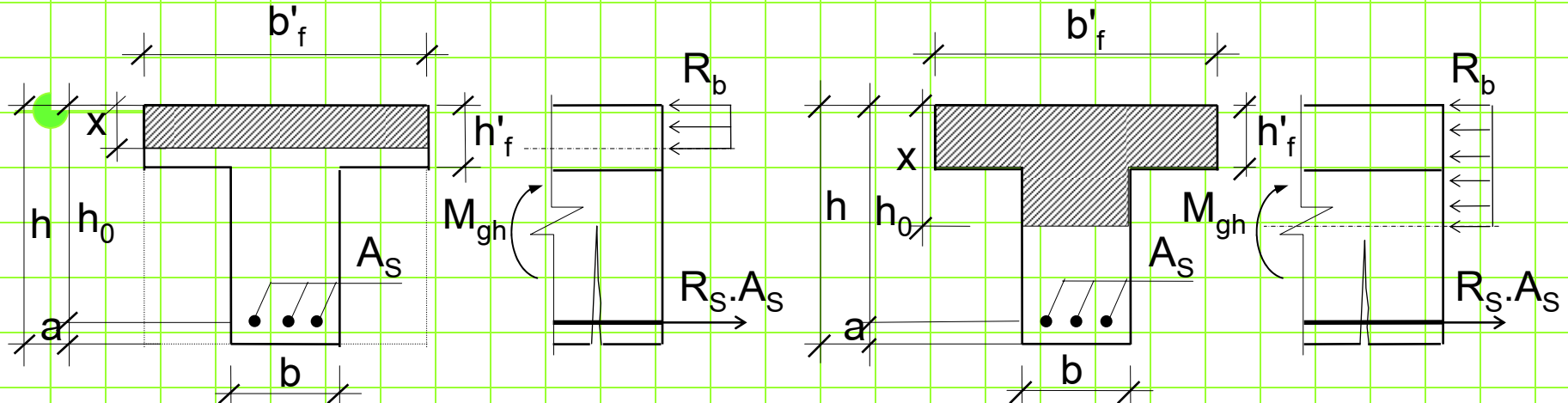
+ trường hợp $h'_f < 0,05h$: cánh không kể đến trong tính toán.



Tiết diện chữ T có thể đặt cốt đơn hoặc cốt kép. Nhưng TD chữ T đặt cốt kép (theo tính toán) ít khi dùng vì không kinh tế (TD chữ T do đã có vùng chịu nén lớn).

4.4.2.2 Tính toán tiết diện chữ T: (Đặt cốt đơn)

a) Sơ đồ ứng suất:



- Nếu trục TH qua cánh TD chữ T được tính như TD chữ nhật $b'_f \times h$.

- Nếu trục TH qua sườn tính toán theo TD chữ T.

Để phân biệt trục TH qua cánh hay sườn, gọi M_f là mô men uốn khi trục TH đi qua mép giữa cánh và sườn ($x = h'_f$):

$$\sum M_{A_s} = 0 \Rightarrow M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f) \quad (4-29)$$

Nếu $M \leq M_f$: trục TH qua cánh, tính toán theo TD chữ nhật $b'_f \times h$.

Nếu $M > M_f$: trục TH qua sườn, tính toán theo TD chữ T.

b) Công thức cơ bản:

4.4.2.2 Tính toán tiết diện chữ T: (Đặt cốt đơn)

a) Sơ đồ ứng suất:

b) Công thức cơ bản:

$$\sum X = 0;$$

$$\Rightarrow R_s A_s = R_b \cdot b \cdot x + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f; \quad (4-30)$$

$$\sum M_{A_s} = 0;$$

$$\Rightarrow M_{gh} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f); \quad (4-31)$$

Điều kiện cường độ: $M \leq M_{gh}$

$$\text{Hay} \quad M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f); \quad (4-32)$$

Cũng dùng các ký hiệu như trường hợp TD chữ nhật:

$$\xi = \frac{x}{h_0}; \quad \alpha_m = \xi \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi), \quad \zeta = (1 - 0,5 \cdot \xi);$$

Các công thức trên viết lại như sau:

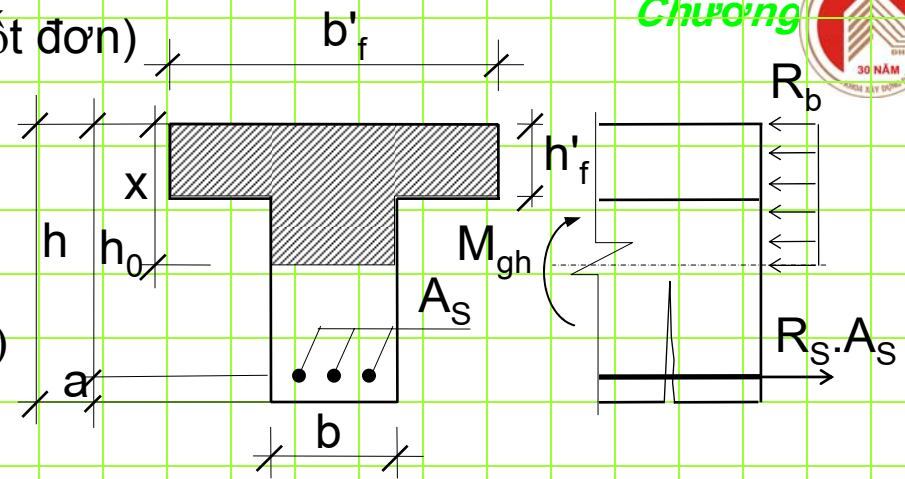
$$\text{Từ (4-30)} \Rightarrow R_s \cdot A_s = \xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f; \quad (4-33)$$

$$\text{Từ (4-31)} \Rightarrow M \leq \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f); \quad (4-34)$$

c) Điều kiện hạn chế:

- Để cấu kiện không bị phá hoại giòn từ BT chịu nén:

$$x \leq \xi_R \cdot h_0 \text{ hoặc } \xi \leq \xi_R \text{ hay } \alpha_m \leq \alpha_R.$$



$$R_s \cdot A_s = \xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f; \quad (4-33)$$

$$M \leq \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f); \quad (4-34)$$

$$x \leq \xi_R \cdot h_0 \quad \text{hoặc} \quad \xi \leq \xi_R \quad \text{hay} \quad \alpha_m \leq \alpha_R.$$

d) Tính toán tiết diện:

Tính cốt thép: Biết b, b'_f, h'_f, h, M ; cấp độ bền của BT, loại cốt thép. Tính A_s ?

Giải:

Từ (4-34), tính α_m :
$$\alpha_m = \frac{M - R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}; \quad (4-35)$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế:

* **Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$:** tra bảng được ξ . Từ (4-33) $\Rightarrow A_s = \frac{R_b}{R_s} (\xi \cdot b \cdot h_0 + (b'_f - b) \cdot h'_f)$; $(4-36)$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép của TD (chỉ tính cho phần sườn, tức $\mu = [A_s / (b \cdot h_0)]$).

* **Nếu $\alpha_m > \alpha_R$:** phải đặt cốt kép hoặc tăng kích thước TD, cấp độ bền của BT.

Bài toán kiểm tra: Biết b, b'_f, h'_f, h , cấp độ bền của BT, cốt thép A_s . Tính M_{gh} ?

Giải:

Từ (4-33) xác định ξ :
$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s - R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f}{R_b \cdot b \cdot h_0}; \quad (4-37)$$

* **Nếu $\xi \leq \xi_R$** tra bảng có α_m , từ (4-34): $M_{gh} = \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)$;

* **Nếu $\xi > \xi_R$** thì lấy $\xi = \xi_R$ tức $\alpha_m = \alpha_R$ để tính M_{gh} .

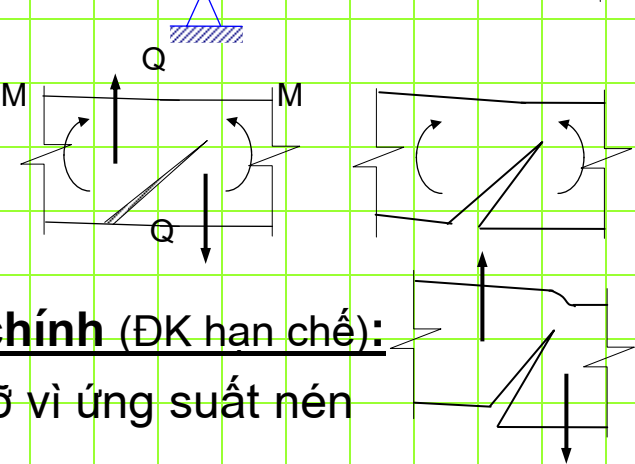
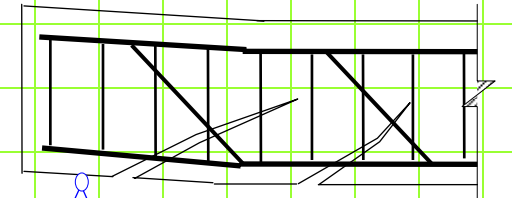
4.5. TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ TRÊN TIẾT DIỆN NGHIÊNG:

4.5.1 Đặc điểm phá hoại trên tiết diện nghiêng (TDng):

Trên TDng chịu tác dụng đồng thời mô men và lực cắt. Sự phá hoại theo TD nghiêng thường theo 2 kiểu:

Kiểu 1: Hai phần dầm này quay xung quanh vùng nén, vùng nén thu hẹp lại cuối cùng bị phá hủy. Lúc đó cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy hay bị kéo tuột vì neo không đủ.

Kiểu 2: Khi cốt thép chịu kéo khá nhiều và neo chặt thì sự quay của 2 phần dầm bị cản trở. Dầm bị phá hoại khi miền BT chịu nén bị phá vỡ do tác dụng chung của lực cắt và lực ép. Hai phần dầm có xu hướng trượt lên nhau và tụt xuống so với gối tựa.



4.5.2 Tính toán theo khả năng chịu ứng suất nén chính (ĐK hạn chế):

Kết quả thực nghiệm chứng tỏ, để BT không bị phá vỡ vì ứng suất nén chính cấu kiện cần phải thỏa mãn điều kiện:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0; \quad (4-39)$$

Trong đó φ_{w1} - Hệ số kể đến ảnh hưởng của cốt đai đặt vuông góc với trục cấu kiện, được xác định theo công thức: $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w \leq 1,3; \quad (4-40)$

Với
$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}; \quad \mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s};$$

A_{sw} - diện tích tiết diện ngang của các nhánh cốt đai đặt trong một mặt phẳng vuông góc với trục cấu kiện và cắt qua TD nghiêng

4.5.2 Tính toán theo khả năng chịu ứng suất nén chính (ĐK hạn chế):

Chương

Kết quả thực nghiệm chứng tỏ, để BT không bị phá vỡ vì ứng suất nén chính cấu kiện cần phải thỏa mãn điều kiện:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0; \quad (4-39)$$

Trong đó φ_{w1} - Hệ số kể đến ảnh hưởng của cốt đai đặt vuông góc với trục cấu kiện, được xác định theo công thức: $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w \leq 1,3; \quad (4-40)$

Với $\alpha = \frac{E_S}{E_b}; \quad \mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s};$

A_{sw} - diện tích tiết diện ngang của các nhánh cốt đai đặt trong một mặt phẳng vuông góc với trục cấu kiện và cắt qua TD nghiêng.

b - Chiều rộng của TD chữ nhật; Chiều rộng sườn của TD chữ T và chữ I.

s - Khoảng cách giữa các cốt đai theo chiều dọc cấu kiện.

φ_{b1} - Hệ số xét đến khả năng phân phối lại nội lực của các loại BT khác nhau:

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b; \quad (4-41)$$

β - Hệ số lấy như sau:

+ đối với bê tông nặng, bê tông hạt nhỏ, bê tông tổ ong: 0,01;

+ đối với bê tông nhẹ: 0,02;

R_b tính bằng MPa.

Điều kiện (4 - 39) nếu không thỏa mãn phải tăng kích thước tiết diện hoặc tăng cấp độ bền BT.

4.5.3 Tính toán theo khả năng chịu cắt của tiết diện BT (cấu kiện không bố trí cốt ngang chịu cắt):

Kết quả thực nghiệm chứng tỏ rằng khi dầm chịu cắt thuần túy, sẽ không xuất hiện khe nứt nghiêng nếu ứng suất tiếp thỏa điều kiện:

$$\tau = \sigma_{kc} = \frac{Q}{b \cdot h_0} \leq 2,5 \cdot R_{bt};$$

Tức khả năng chịu cắt lớn nhất của tiết diện BT: $Q_{b\max} = 2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$; (4-42)

Vậy điều kiện cường độ theo lực cắt lớn nhất của cấu kiện không có cốt thép ngang là: $Q_{\max} \leq 2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$; (4-42a)

TCXDVN 356:2005 Điều 6.2.3.4 trang 81 qui định:

Đối với cấu kiện BTCT không có cốt thép đai chịu lực cắt, để đảm bảo độ bền trên vết nứt xiên cần tính toán đối với vết nứt xiên nguy hiểm nhất theo điều kiện:

$$Q \leq \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4-43)$$

Vế phải của công thức (4 - 43) lấy theo không chế:

$$2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 \geq \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} \geq \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0; \quad (4-44)$$

Trong đó c – chiều dài hình chiếu của TDng trên trục dọc cấu kiện tính từ mép gối tựa.

$$c \leq c_{\max} = 2 \cdot h_0;$$

Q - Lực cắt được xác định từ ngoại lực đặt ở một phía của TDng đang xét.

Hệ số φ_{b3} , φ_{b4} phụ thuộc loại BT;

4.5.3 Tính toán theo khả năng chịu cắt của tiết diện BT (cấu kiện không bố trí cốt ngang chịu cắt):

TCXDVN 356:2005 Điều 6.2.3.4 trang 81 qui định:

Đối với cấu kiện BTCT không có cốt thép đai chịu lực cắt, để đảm bảo độ bền trên vết nứt xiên cần tính toán đối với vết nứt xiên nguy hiểm nhất theo điều kiện:

$$Q \leq \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4 - 43)$$

Vế phải của công thức (4 - 43) lấy theo không chế:

$$2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 \geq \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} \geq \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0; \quad (4 - 44)$$

Trong đó c – chiều dài hình chiếu của TDng trên trục dọc cấu kiện tính từ mép gối tựa.

$$c \leq c_{\max} = 2 \cdot h_0;$$

Q - Lực cắt được xác định từ ngoại lực đặt ở một phía của TDng đang xét.

Hệ số $\varphi_{b3}, \varphi_{b4}$ phụ thuộc loại BT;

Hệ số φ_n xét đến ảnh hưởng lực dọc;

Hệ số φ_n xét đến ảnh hưởng lực dọc, được xác định như sau:

– Khi chịu lực nén dọc, xác định theo công thức: $\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0} \leq 0,5; \quad (4 - 45)$

Đối với cấu kiện ứng lực trước, trong công thức (4-45) thay N bằng lực nén trước P ; không xét nếu lực nén dọc trực gây ra mô men uốn cùng dấu với tác dụng của tải trọng.

– Khi chịu lực kéo dọc trục, xác định theo công thức: $\varphi_n = -0,2 \frac{N}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0}; \quad (4 - 46)$

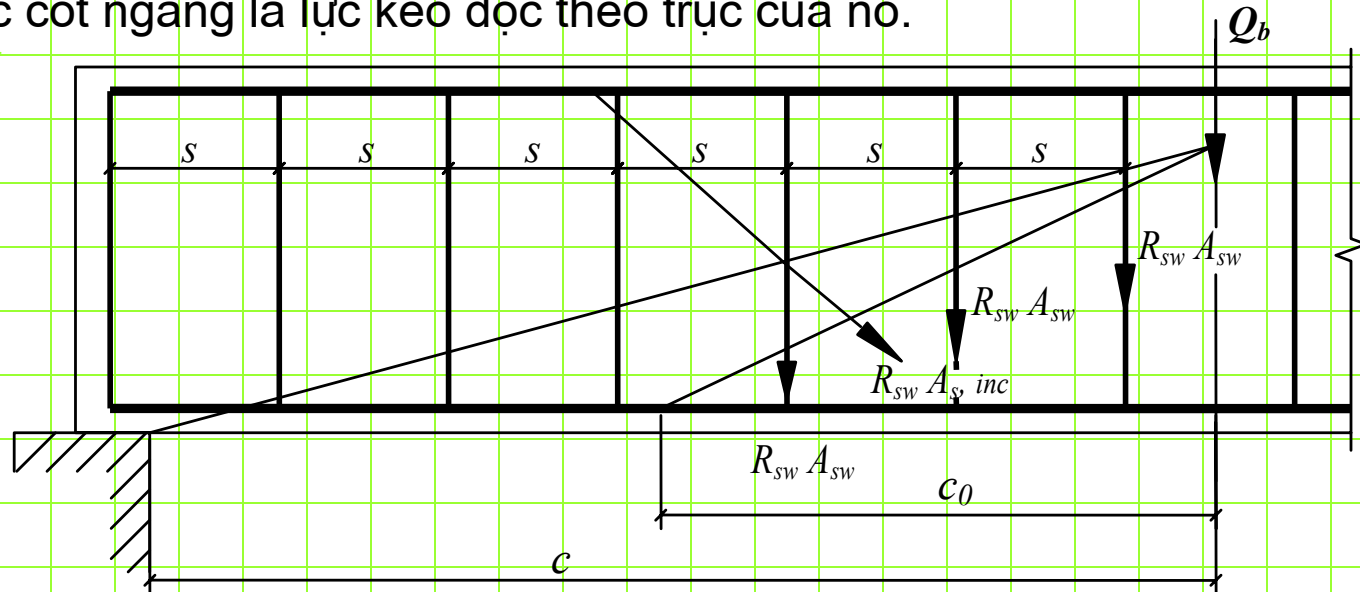
nhưng giá trị tuyệt đối của vế phải của (4-46) không lớn hơn 0,8. **ÁU KIẾN CHỊU UỐN 27**

4.5.4 Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng của dầm có cốt ngang:

4.5.4.1 Sơ đồ ứng lực trên tiết diện nghiêng:

Giả thiết:

Nội lực trong các cốt ngang là lực kéo dọc theo trục của nó.



Giải thích các đại lượng trong sơ đồ ứng lực:

s : Khoảng cách giữa các cốt đai.

R_{sw} : Cường độ tính toán của cốt thép ngang.

A_{sw} : Diện tích tiết diện ngang của các nhánh cốt đai đặt trong một mặt phẳng vuông góc với trục cấu kiện (gọi là 1 lớp).

$A_{S,inc(i)}$: Diện tích tiết diện ngang của các lớp cốt xiên ($i=1, 2, \dots$).

Z_s : Khoảng cách từ trọng tâm cốt thép dọc chịu kéo đến trọng tâm vùng nén.

$Z_{sw(i)}$: Khoảng cách từ các lớp cốt đai đến trọng tâm vùng nén.

$Z_{S,inc(i)}$: Khoảng cách từ các lớp cốt xiên đến trọng tâm vùng nén.

4.5.4 Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng của dầm có cốt ngang:

4.5.4.1 Sơ đồ ứng lực trên tiết diện nghiêng:

Giải thích các đại lượng trong sơ đồ:

s : Khoảng cách giữa các cốt đai.

R_{sw} : Cường độ tính toán của cốt ngang.

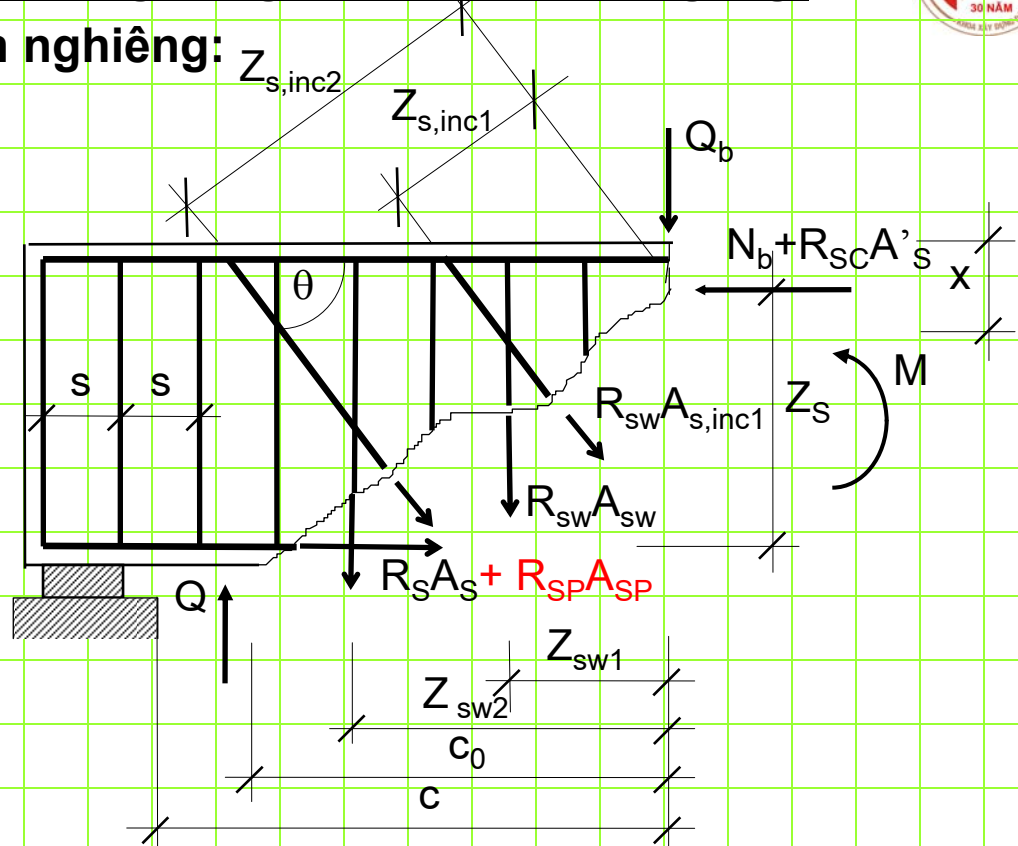
A_{sw} : Diện tích tiết diện ngang của các nhánh cốt đai đặt trong một mặt phẳng.

$A_{s,inc(i)}$: Diện tích tiết diện ngang của các lớp cốt xiên ($i=1, 2, \dots$).

Z_s : Khoảng cách từ trọng tâm cốt thép dọc chịu kéo đến trọng tâm vùng nén.

$Z_{sw(i)}$: Khoảng cách từ các lớp cốt đai đến trọng tâm vùng nén.

$Z_{s,inc(i)}$: Khoảng cách từ các lớp cốt xiên đến trọng tâm vùng nén.



4.5.4.2 Điều kiện cường độ trên TDng theo lực cắt:

Đối với cấu kiện chịu uốn có đặt cốt thép ngang, điều kiện cường độ trên TDng theo lực cắt như sau: $Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}$; (4-47)

Trong đó: Q_{sw} : Khả năng chịu lực cắt của cốt đai.

$Q_{s,inc}$: Khả năng chịu lực cắt của cốt xiên.

Q_b : Khả năng chịu lực cắt của BT được xác định theo công thức thực nghiệm:

P1.. P2.. P3.. P4.. P412.. P42.. P5.. P54.. P56

4.5.4.2 Điều kiện cường độ trên TDng theo lực cắt:

Đối với cấu kiện chịu uốn có đặt cốt thép ngang, điều kiện cường độ trên TDng theo lực cắt như sau: $Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}$; (4-47)

Trong đó: Q_{sw} : Khả năng chịu lực cắt của cốt đai.

$Q_{s,inc}$: Khả năng chịu lực cắt của cốt xiên.

Q_b : Khả năng chịu lực cắt của BT được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4-48)$$

Hệ số φ_{b2} xét đến ảnh hưởng của loại bê tông.

Hệ số φ_f xét đến ảnh hưởng của cánh chịu nén trong tiết diện chữ T, chữ I.

Trong mọi trường hợp phải không chế giá trị: $(1 + \varphi_f + \varphi_n) \leq 1,5$;

Giá trị Q_b tính theo (4-48) lấy không nhỏ hơn:

$$Q_b \geq Q_{bmin} = \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0; \quad (4-50)$$

Khả năng chịu cắt của BT phải đảm bảo $Q_b \geq Q_{bmin}$. Từ (4-48) và (4-50) suy ra:

$$c \leq \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}} h_0; \quad (4-50a)$$

Đồng thời phải đảm bảo $Q_b \leq Q_{bmax}$. Từ (4-48) và (4-42) suy ra:

$$c \geq \frac{\varphi_{b2}}{2,5} (1 + \varphi_f + \varphi_n) h_0; \quad (4-50b)$$

4.5.4.3 Điều kiện cường độ trên TDng theo mô men:

Để đảm bảo cường độ trên TDng theo mô men, cần tính toán với TDng nguy hiểm nhất theo điều kiện: $M \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc}$; (4-51)

Trong đó: M -Mô men của tất cả ngoại lực đặt ở một phía của TDng đối với trục đi qua hợp lực của vùng nén và thẳng góc với mặt phẳng uốn.

$M_s, M_{sw}, M_{s,inc}$ -tổng mô men đối với trục nói trên của các nội lực tương ứng trong cốt thép dọc, cốt đai và cốt xiên cắt qua TDng.

4.5.5. Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên:

4.5.5.1 Điều kiện cường độ trên TD nghiêng khi không đặt cốt xiên:

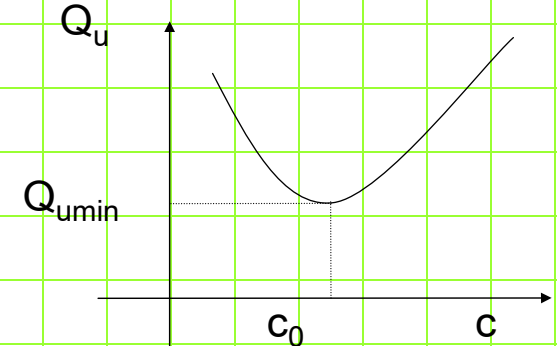
Khi không dùng cốt xiên, điều kiện (4-47) trở thành:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}; \quad (4-52)$$

Trong đó lực cắt do cốt đai chịu có thể viết lại như sau:

$$Q_{sw} = \sum R_{sw} \cdot A_{sw} = q_{sw} \cdot c; \quad (4-53)$$

Với: $q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s}; \quad (4-54)$



Cùng với (4-48), điều kiện cường độ trên TDng (4-52) trở thành:

$$Q \leq Q_u = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} + q_{sw} \cdot c; \quad (4-55)$$

4.5.5.2 Tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất:

Trị số c_0 tương ứng với Q_u nhỏ nhất ($Q_{u,min}$). Để tìm c_0 :

$$\frac{dQ_u}{dc} = q_{sw} - \frac{M_b}{c_0^2} = 0; \quad (4-56) \quad \text{Trong đó: } M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2; \quad (4-57)$$

4.5.5.2 Tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất:

Trị số c_0 tương ứng với Q_u nhỏ nhất ($Q_{u\min}$). Để tìm c_0 :

$$\frac{dQ_u}{dc} = q_{sw} - \frac{M_b}{c_0^2} = 0; \quad (4-56) \quad \text{Trong đó: } M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2; \quad (4-57)$$

Tìm được: $c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}}; \quad (4-58) \Rightarrow Q_{u\min} = 2 \cdot \sqrt{M_b \cdot q_{sw}};$

Đối với cầu kiện chỉ đặt cốt thép đai thẳng góc với trục dọc cầu kiện, có bước không đổi trong khoảng tiết diện nghiêng đang xét, giá trị c_0 ứng với cực tiểu của biểu thức $(Q_b + Q_{sw})$ xác định theo công thức:

$$c_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{q_{sw}}};$$

trong đó: q_{sw} – nội lực trong cốt thép đai trên một đơn vị chiều dài cầu kiện: $q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s};$

Đối với các cầu kiện như vậy, giá trị Q_{sw} được xác định theo công thức:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0; \quad (4-59)$$

Khi đó, cốt thép đai xác định theo tính toán phải thỏa mãn điều kiện:

$$q_{sw} \geq \frac{\varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b}{2} = \frac{Q_{b\min}}{2 \cdot h_0}; \quad (4-60)$$

Đối với cấu kiện chỉ đặt cốt thép đai thẳng góc với trục dọc cấu kiện, cơ bước không đổi trong khoảng tiết diện nghiêng đang xét, giá trị c_0 ứng với cực tiểu của biểu thức $(Q_b + Q_{sw})$ xác định theo công thức:

$$c_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{q_{sw}}}$$

trong đó: q_{sw} – nội lực trong cốt thép đai trên một đơn vị chiều dài cấu kiện: $q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s}$;

Đối với các cấu kiện như vậy, giá trị Q_{sw} được xác định theo công thức:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0; \quad (4-59)$$

Khi đó, cốt thép đai xác định theo tính toán phải thỏa mãn điều kiện:

$$q_{sw} \geq \frac{\varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b}{2} = \frac{Q_{b \min}}{2 \cdot h_0}; \quad (4-60)$$

Khi tính toán cốt đai cần phải tính với nhiều TDng khác nhau với giá trị c không vượt quá khoảng cách từ gối tựa đến TD có giá trị mô men cực đại và không vượt quá giá trị tính theo (4-50a).

4.5.5.3 Tính cấu kiện chịu tải trọng phân bố đều:

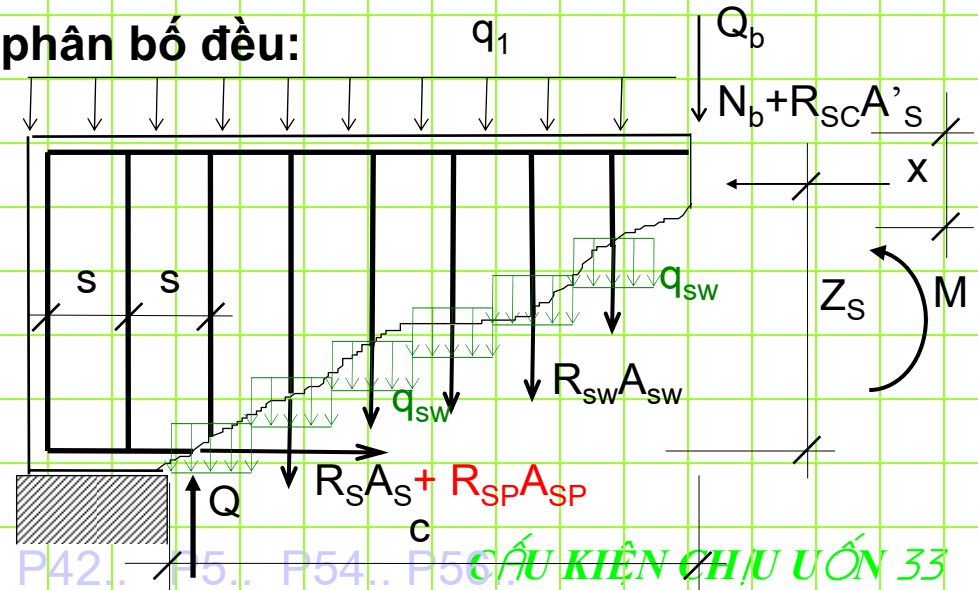
Vế phải của (4-55) có thêm q_1 :

$$Q_u = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} + q_{sw} \cdot c + q_1 \cdot c;$$

$$\Rightarrow Q_u = \frac{M_b}{c} + (q_{sw} + q_1) \cdot c; \quad (4-61)$$

Và TDng nguy hiểm nhất c_0 :

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw} + q_1}}; \quad (4-62)$$



4.5.5.3 Tính cấu kiện chịu tải trọng phân bố đều:

Về phải của (4-55) có thêm q_1 :

$$Q_u = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} + q_{sw} \cdot c + q_1 \cdot c;$$

$$\Rightarrow Q_u = \frac{M_b}{c} + (q_{sw} + q_1) \cdot c; \quad (4-61)$$

Và TDng nguy hiểm nhất c_0 :

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw} + q_1}}; \quad (4-62)$$

Điều kiện cường độ theo lực cắt sẽ là:

$$Q_{max} \leq Q_u = \frac{M_b}{c} + (q_{sw} + q_1) \cdot c; \quad (4-63)$$

Theo thực nghiệm:

- Khi $q_1 \leq 0,5 \cdot q_{sw}$ thì c_0 tính theo công thức: $c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}}; \quad (4-64)$
- Khi $q_1 > 0,5 \cdot q_{sw}$ thì c_0 tính theo công thức (4-62);

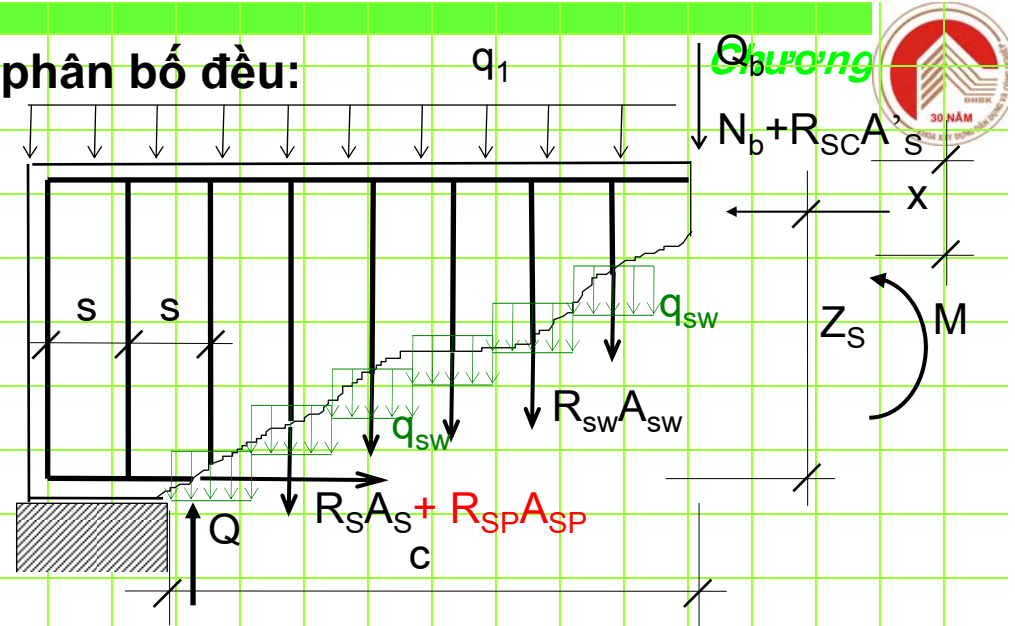
Điều này có nghĩa khi q_1 bé, giá trị c_0 không phụ thuộc vào sự bố trí cốt đai.

Trong tính toán thiết kế, tính cốt đai (q_{sw}) như sau:

* Khi $Q_{max} \leq \frac{Q_{b1}}{0,6}; \quad (4-66)$ Thì $q_{sw} = \frac{Q_{max}^2 - Q_{b1}^2}{4M_b}; \quad (4-68)$

Trong đó: $Q_{b1} = 2 \cdot \sqrt{M_b \cdot q_1}; \quad (4-67)$

* Khi $\frac{M_b}{h_0} + Q_{b1} > Q_{max} > \frac{Q_{b1}}{0,6}; \quad (4-69)$ Thì $q_{sw} = \frac{(Q_{max} - Q_{b1})^2}{M_b}; \quad (4-70)$



4.5.5.3 Tính cấu kiện chịu tải trọng phân bố đều:

Trong tính toán thiết kế, tính cốt đai (q_{sw}) như sau:

* Khi $Q_{max} \leq \frac{Q_{b1}}{0,6};$ (4-66) Thì $q_{sw} = \frac{Q_{max}^2 - Q_{b1}^2}{4M_b};$ (4-68)

Trong đó: $Q_{b1} = 2 \cdot \sqrt{M_b \cdot q_1};$ (4-67)

* Khi $\frac{M_b}{h_0} + Q_{b1} > Q_{max} > \frac{Q_{b1}}{0,6};$ (4-69) Thì $q_{sw} = \frac{(Q_{max} - Q_{b1})^2}{M_b};$ (4-70)

Trong cả hai trường hợp trên, lấy $q_{sw} \geq \frac{Q_{max} - Q_{b1}}{2 \cdot h_0};$

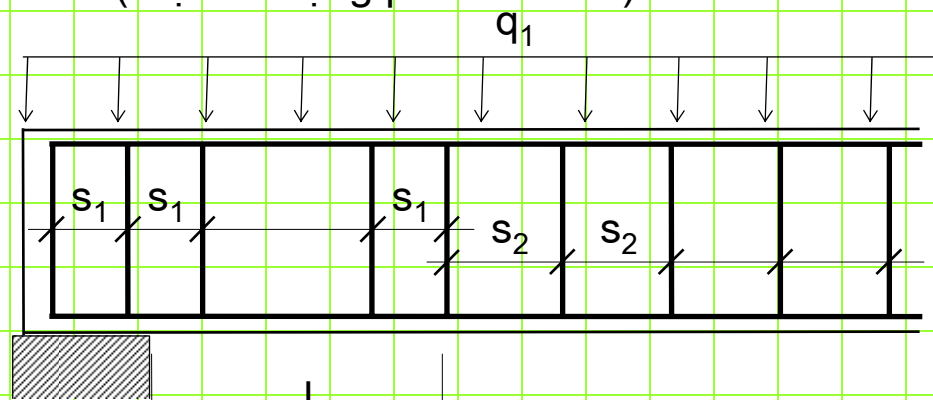
* Khi $Q_{max} \geq \frac{M_b}{h_0} + Q_{b1};$ (4-71) Thì $q_{sw} = \frac{Q_{max} - Q_{b1}}{h_0};$ (4-72)

Nếu tính được $q_{sw} < \frac{Q_{bmin}}{2 \cdot h_0}$ thì phải tính lại q_{sw} theo công thức sau:

$$q_{sw} = \frac{Q_{max}}{2 \cdot h_0} + \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}} \cdot q_1 - \sqrt{\left(\frac{Q_{max}}{2 \cdot h_0} + \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}} \cdot q_1 \right)^2 - \left(\frac{Q_{max}}{2 \cdot h_0} \right)^2};$$
 (4-73)

4.5.5.4 Trường hợp cốt đai đặt không đều (chịu tải trọng phân bố đều):

Với tải trọng phân bố đều, càng xa gối tựa lực cắt càng giảm. Do đó từ khoảng cách l_1 nào đó tính từ gối tựa có thể tăng cách khoảng cốt đai (bố trí đai thưa hơn).



4.5.5.4 Trường hợp cốt đai đặt không đều (chịu tải trọng phân bố đều):

Việc tính toán tiến hành như sau:

- Tính c_{01} và c_{02} theo (4-58):

$$c_{0i} = \sqrt{\frac{M_b}{q_{swi}}};$$

- Khi $q_1 > q_{sw1} - q_{sw2}$ thì:

$$l_1 = c - \frac{\frac{M_b}{c} + q_{sw1} \cdot c_{01} - Q_{\max} + q_1 \cdot c}{q_{sw1} - q_{sw2}}; \quad (4-74)$$

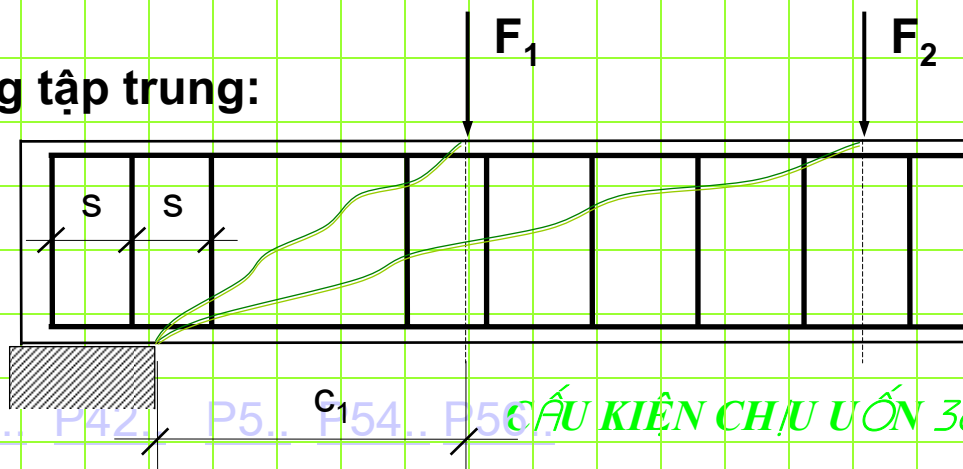
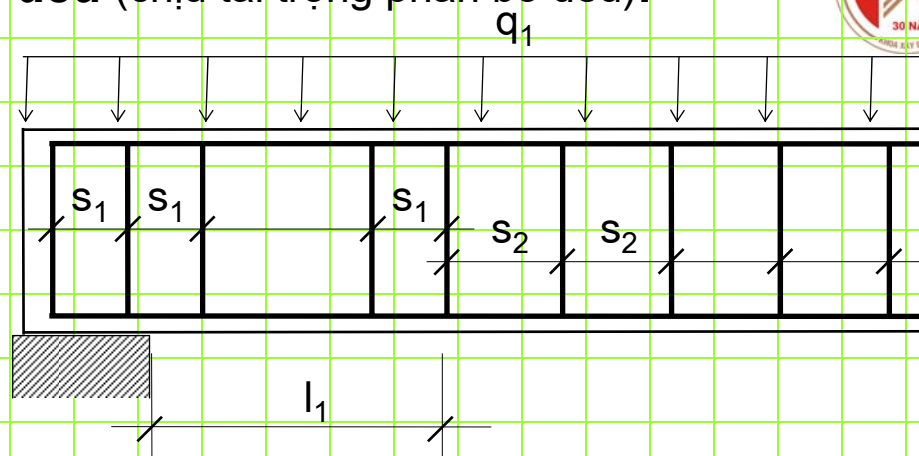
Trong đó $c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1 - (q_{sw1} - q_{sw2})}} \leq \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}} \cdot h_0; \quad (4-75)$

- Khi $q_1 \leq q_{sw1} - q_{sw2}$ thì: $l_1 = \frac{Q_{\max} - (Q_{b\min} + q_{sw2} \cdot c_{01})}{q_1} - c_{01}; \quad (4-76)$

Trong đoạn cốt đai được giảm (nằm ngoài đoạn l_1) giá trị q_{sw2} không bắt buộc phải thỏa điều kiện (4-60).

4.5.5.5 Tính cấu kiện chịu tải trọng tập trung:

Trong trường hợp này cần tính toán với tất cả các TDng c_i xuất phát từ mép gối nhưng không vượt quá TD có mô men lớn nhất.



4.5.5.5 Tính cấu kiện chịu tải trọng tập trung:

Trong trường hợp này cần tính toán với tất cả các TDng c_i xuất phát từ mép gối nhưng không vượt quá TD có mô men lớn nhất.

Giá trị q_{sw} xác định theo hệ số:

$$\chi_i = \frac{Q_i - Q_{bi}}{Q_{bi}}; \quad (4-77)$$

Trong đó $Q_{bi} = \frac{M_b}{c_i}$; (4-78)

* Nếu $\chi_i < \chi_{0i} = \frac{Q_{b\min}}{Q_{bi}} \cdot \frac{c_0}{2 \cdot h_0}$ thì: $q_{sw(i)} = \frac{Q_i}{c_0} \cdot \frac{\chi_{0i}}{\chi_{0i} + 1}$; (4-79)

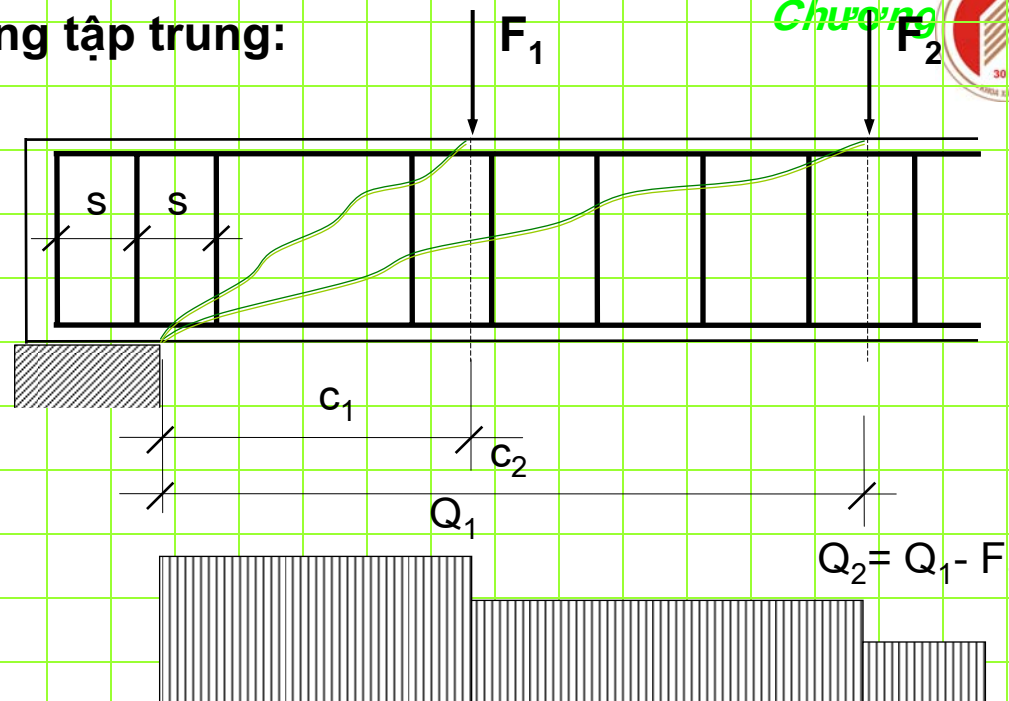
* Nếu $\chi_{0i} < \chi_i \leq \frac{c_i}{c_0}$ thì: $q_{sw(i)} = \frac{Q_i - Q_{bi}}{c_0}$; (4-80)

* Nếu $\frac{c_i}{c_0} < \chi_i \leq \frac{c_i}{h_0}$ thì: $q_{sw(i)} = \frac{(Q_i - Q_{bi})^2}{M_b}$; (4-81)

* Nếu $\chi_i > \frac{c_i}{h_0}$ thì: $q_{sw(i)} = \frac{Q_i - Q_{bi}}{h_0}$; (4-82)

Ở đây: c_0 lấy bằng c_i nhưng không lớn hơn $2 \cdot h_0$;

Cuối cùng lấy giá trị $q_{sw(i)}$ lớn nhất để xác định cốt đai.



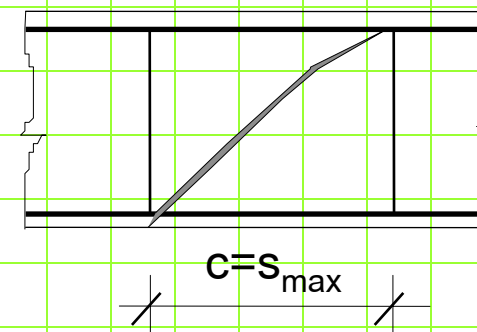
4.5.5.6 Khoảng cách lớn nhất giữa các cốt đai:

Có thể xảy ra trường hợp phá hoại theo TD nghiêng nằm giữa 2 cốt đai.

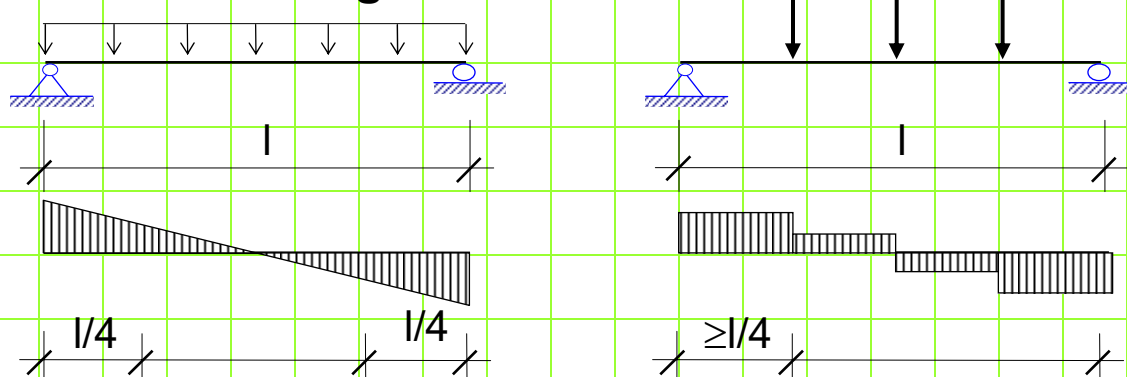
Từ (4-43) lấy $c=s_{max}$, có:

$$s_{max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q}; \quad (4-83)$$

Hệ số φ_{b4} để xét đến thiếu chính xác của khoảng cách đai do thi công, sự sai lệch về phương của khe nứt nghiêng do BT không đồng nhất.



4.5.5.7 Yêu cầu cấu tạo đối với cốt đai trong dầm và bản:



Khoảng cách cấu tạo của cốt đai u_{ct} :

Đoạn đầu dầm:

$$\text{khi } h \leq 450 \quad u_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{2} \\ 150 \end{cases} \quad \text{khi } h > 450 \quad u_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{3} \\ 500 \end{cases}$$

Đoạn giữa dầm (có Q bé có thể không cần tính cốt đai):

$$\text{khi } h > 300 \quad u_{ct} \leq \begin{cases} \frac{3h}{4} \\ 500 \end{cases} \quad \text{Với dầm có } h < 300 \text{ có thể không bố trí đai}$$

4.5.6 Tính toán cấu kiện có cột đai và cột xiên:

Cột xiên có nhiệm vụ chịu phần lực cắt vượt quá khả năng của đai và BT trong vùng có $Q > Q_u$ để đảm bảo cường độ trên TDng cắt qua BT nằm giữa mép gối tựa và đầu lớp cột xiên thứ nhất và giữa các lớp cột xiên tiếp theo.

Điều kiện cường độ (4-47) trên TDng c cắt qua cả cột đai và cột xiên:

$$Q \leq \frac{M_b}{c} + q_{sw} \cdot c + R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot \sin \theta; \quad (4-84)$$

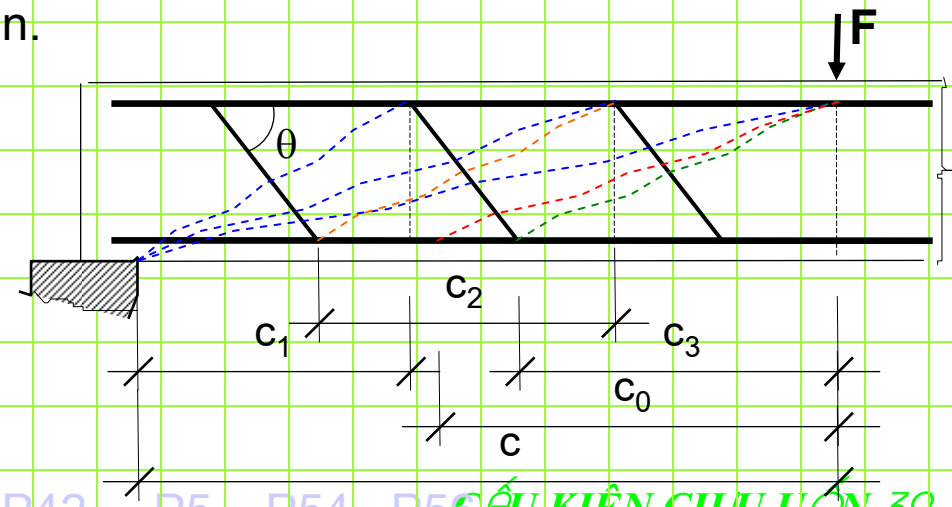
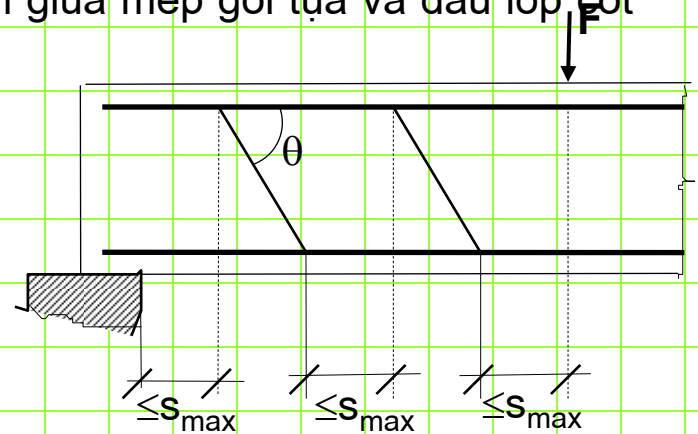
Trong đó $A_{s,inc}$ - Tổng diện tích các lớp cột xiên cắt qua mặt cắt nghiêng c.

Khi thiết kế cần kiểm tra cường độ của tất cả các mặt cắt nghiêng xuất phát từ mép gối và từ cuối của các lớp cột xiên.

Ngoài ra cần kiểm tra cường độ của các TDng có điểm cuối tại điểm đặt của lực tập trung nằm trong khu vực có cột xiên.

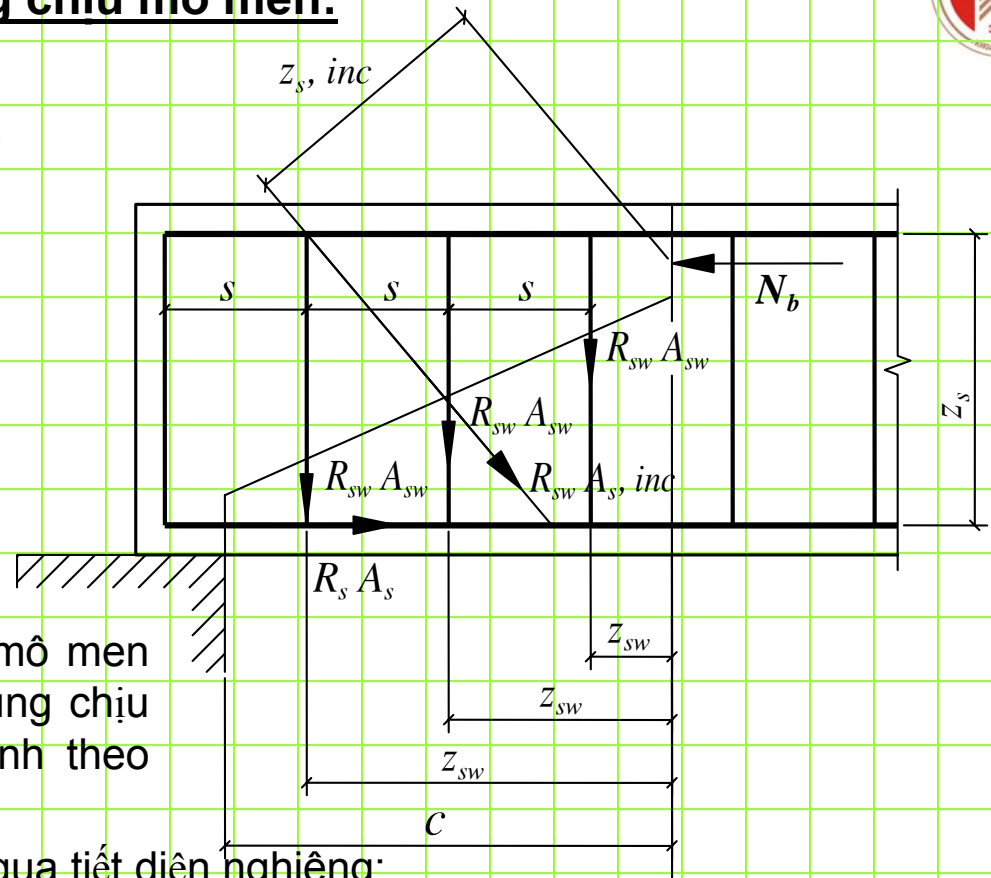
Khi kiểm tra theo (4-84) cần lưu ý :

- Phải kể đến tải trọng phân bố q_1 .
- Khi tính $q_{sw} \cdot c_i$, nếu $c_i > c_0$ thì phải lấy $c_i = c_0$; khi $c_i > 2 \cdot h_0$ thì phải lấy $c_i = 2 \cdot h_0$.
- Khi tính $\frac{M_b}{c_i}$ phải thoả các yêu cầu khống chế (4-50a), (4-50b).



4.5.7 Kiểm tra cường độ trên TDng chịu mô men:

Tiết diện nghiêng chịu tác dụng của mô men cần được tính toán tại các vị trí cắt hoặc uốn cốt thép dọc, cũng như tại vùng gần gối tựa của dầm và ở đầu tự do của công xôn. Ngoài ra, tiết diện nghiêng chịu tác dụng của mô men còn được tính toán tại các vị trí thay đổi đột ngột hình dạng của cấu kiện (cắt một phần tiết diện, v.v...).



$$M \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc}; \quad (4-51)$$

Tại các vị trí gần gối tựa của cấu kiện, mô men M_s chịu bởi các cốt thép dọc cắt qua vùng chịu kéo của tiết diện nghiêng được xác định theo công thức: $M_s = R_s \cdot A_s \cdot z_s$;

trong đó: A_s – diện tích cốt thép dọc cắt qua tiết diện nghiêng;

z_s – khoảng cách từ hợp lực trong cốt thép dọc đến hợp lực vùng chịu nén.

Mô men M_{sw} được chịu bởi các cốt thép đai vuông góc với trục dọc cấu kiện, có bước không đổi trong phạm vi vùng chịu kéo của TDng đang xét, được xác định theo công thức:

$$M_{sw} = 0,5 \cdot q_{sw} \cdot c^2; \quad (4-87)$$

Khai triển điều kiện (4-51) theo các cốt thép M_s , M_{sw} và $M_{s,inc}$ được:

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot z_s + \sum R_{sw} \cdot A_{sw} \cdot z_{sw} + \sum R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot z_{s,inc}; \quad (4-85)$$

4.5.7 Kiểm tra cường độ trên TDng chịu mô men:

Mô men M_s chịu bởi các cốt thép dọc: $M_s = R_s \cdot A_s \cdot z_s$;

Mô men M_{sw} được chịu bởi các cốt thép đai: $M_{sw} = 0,5 \cdot q_{sw} \cdot c^2$; (4-87)

Điều kiện cường độ trên TDng chịu mô men :

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot z_s + \sum R_{sw} \cdot A_{sw} \cdot z_{sw} + \sum R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot z_{s,inc}; \quad (4-85)$$

Chiều cao vùng nén x được xác định từ phương trình cân bằng:

$$\sum X = 0 \Rightarrow R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s - R_s \cdot A_s - \sum R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot \cos \theta = 0; \quad (4-86)$$

Trong đó A_b là diện tích vùng BT chịu nén (nếu là TD chữ nhật thì $A_b = b \cdot x$).

4.5.7.1 Kiểm tra neo cốt thép dọc chịu kéo tại gối tựa tự do:

* Trường hợp dầm có cả cốt xiên và lực tập trung $Q + (c + a) \sin \theta$; (4-88)

điều kiện (4-85) kiểm tra trên TDng nguy hiểm nhất có:

$$c = \frac{Q - F_i - R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot \sin \theta}{q_{sw} + q}; \quad (4-93)$$

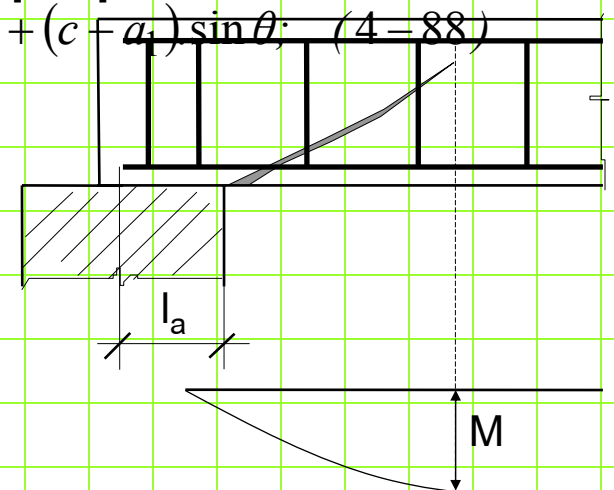
Trong đó Q - lực cắt ở TD gối tựa

F, q - Tải trọng tập trung và tải trọng phân bố trong phạm vi TDng.

Giá trị c tính được theo (4-93) không được lớn hơn chiều dài phần kê gối tựa mà ở phía ngoài đoạn đó thoả mãn điều kiện:

$$Q \leq \frac{0,8 \cdot \varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4-94)$$

Ứng với giá trị $c \leq 0,8 \cdot c_{max}$ ($c_{max} = 2,5 \cdot h_0$).



4.5.7.1 Kiểm tra neo cốt thép dọc chịu kéo tại gối tựa tự do:

* Trường hợp dầm có cả cốt xiên và lực tập trung:

$$c = \frac{Q - F_i - R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot \sin \theta}{q_{sw} + q}; \quad (4-93)$$

Trong đó Q - lực cắt ở TD gối tựa

F, q - Tải trọng tập trung và tải trọng phân bố trong phạm vi TDng.

Giá trị c tính được theo (4-93) không được lớn hơn chiều dài phần kê gối tựa mà ở phía ngoài đoạn đó thoả mãn điều kiện:

$$Q \leq \frac{0,8 \cdot \varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4-94)$$

Ứng với giá trị $c \leq 0,8 \cdot c_{max}$ ($c_{max} = 2,5 \cdot h_0$).

* Đối với dầm chịu tải trọng phân bố đều, không đặt cốt xiên và cốt đai có mật độ không đổi, điều kiện (4-85) được thay bằng (4-95):

$$Q \leq \sqrt{2 \cdot (R_s \cdot A_s \cdot z_s - M_0) \cdot (q_{sw} + q)}; \quad (4-95)$$

Trong đó Q - Lực cắt ở TD gối tựa;

M_0 - Mô men ở TD mép gối tựa.

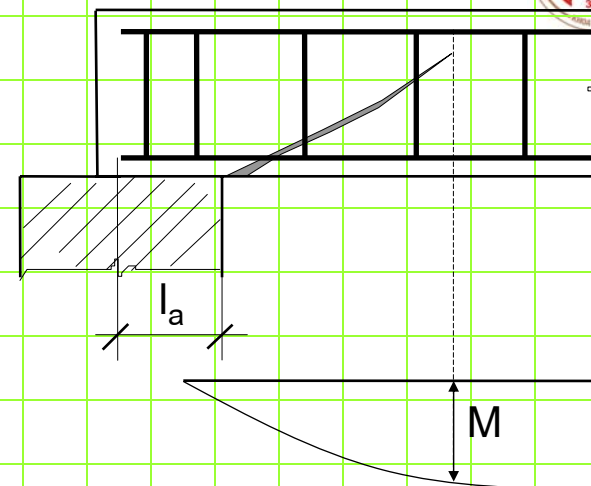
Cho phép không phải kiểm tra cường độ trên TDng theo mô men khi thoả mãn các điều kiện sau:

$$Q_{max} \leq 2 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0; \quad Q \leq \frac{0,8 \cdot \varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c}; \quad (4-96)$$

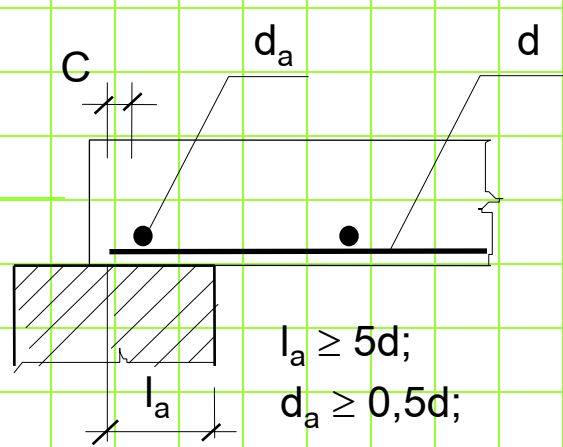
Trong đó Q - Lực cắt ở cuối TDng;

Q_{max} - Lực cắt lớn nhất ở TD mép gối tựa.

c: chiều dài hình chiếu TDng xuất phát từ mép gối tựa với $c \leq 2 \cdot h_0$.



*** Yêu cầu neo cốt thép dọc chịu kéo tại gối tựa tự do:**

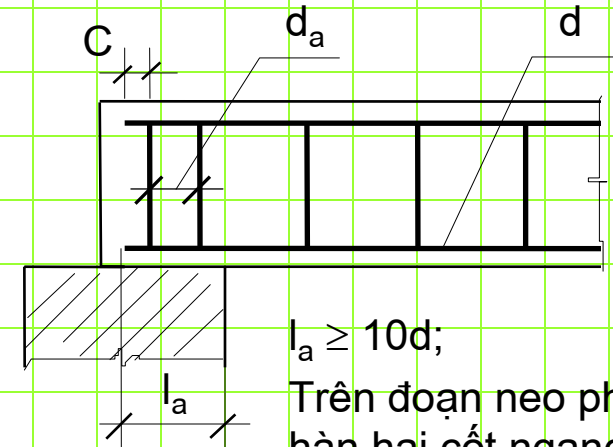


$$l_a \geq 5d;$$

$$d_a \geq 0,5d;$$

$$C \leq 15\text{mm khi } d \leq 10 \text{ mm};$$

$$C \leq 1,5d \text{ khi } d > 10\text{mm};$$



$$l_a \geq 10d;$$

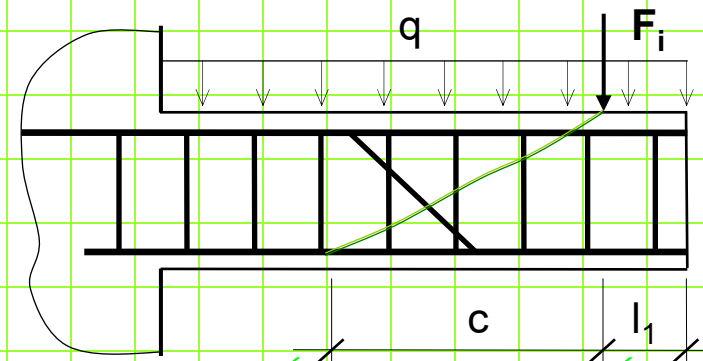
Trên đoạn neo phải hàn hai cốt ngang.

Nếu thỏa mãn điều kiện (4-42a) và (4-43) (TD bê tông đủ chịu cắt): $l_a \geq 5d$; trong khung và lưới hàn nếu là cốt trơn thì phải có một cốt ngang hàn với cốt dọc cách đầu mút một đoạn C.

Nếu điều kiện (4-42a) và (4-43) không thỏa mãn (phải bố trí cốt ngang chịu cắt): $l_a \geq 10d$; trong khung và lưới hàn nếu là cốt trơn thì trên đoạn neo phải hàn hai cốt ngang với cốt dọc cách đầu mút một đoạn C.

4.5.7.2 Kiểm tra cường độ trên TDng theo mô men đối với công xon:

Đối với công xon chịu tải trọng tập trung khe nứt nghiêng sẽ xuất phát từ điểm đặt tải tập trung tại gần đầu mút công xon.



4.5.7.2 Kiểm tra cường độ trên TDng theo mô men đối với công xon:

* Đối với công xon chịu tải trọng tập trung khe nút nghiêng sẽ xuất phát từ điểm đặt tải tập trung tại gần đầu mút công xon.

• TDng nguy hiểm nhất:

$$c = \frac{Q_1 - R_{sw} \cdot A_s \cdot \sin \theta}{q_{sw}}; \quad (4-97)$$

Trong đó Q_1 là lực cắt tại TD đầu khe nút nghiêng.

Giá trị c tính được theo (4-97) không được lớn hơn khoảng cách từ khởi điểm TDng đến mép gối tựa.

Kiểm tra cường độ trên TDng theo (4-85) với: $M = q \cdot l_1 \left(c + \frac{l_1}{2} \right) + F_i \cdot c; \quad (4-98)$

* Đối với công xon chịu tải trọng phân bố q TDng nguy hiểm nhất sẽ kết thúc ở gối tựa và có:

$$c = \frac{R_s \cdot A_s \cdot z_s}{l_{an} \cdot (q_{sw} + q)}; \quad (4-99)$$

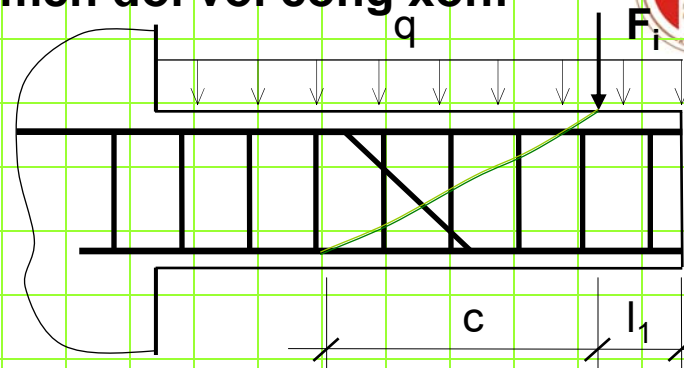
Trong đó A_s là diện tích cốt dọc được kéo đến đầu mút công xon.

z_s được xác định với TD tại gối tựa.

Nếu $c < l_{an}$ thì việc kiểm tra theo cường độ trên TDng có thể bỏ qua.

* Đối với công xon có chiều cao TD tăng dần theo luật bậc nhất về phía gối tựa, khi xác định TDng nguy hiểm theo (4-97) giá trị của tử số phải được giảm đi một lượng bằng:

$R_s \cdot A_s \cdot \sin \beta$ khi mép chịu nén nghiêng;
 $R_s \cdot A_s \cdot \sin \beta$ khi mép chịu kéo nghiêng; (β là góc nghiêng so với phương ngang)



4.5.7.3 Kiểm tra cường độ trên TDng theo mô men khi giảm cốt dọc chịu kéo:

a) **Biểu đồ bao vật liệu: (BĐBVL)**

b) **Uốn cốt dọc chịu kéo:**

Để đảm bảo cường độ trên TDng N_1-N_1 thì $Z_{s,inc} \geq Z_S$.

Vậy **khoảng cách từ điểm uốn cốt thép dọc trong vùng kéo (Tiết diện I-I) đến TD mà tại đó cốt dọc được sử dụng hết khả năng chịu lực (Tiết diện tính toán II-II) phải $\geq (h_0/2)$.**

c) **Cắt cốt dọc chịu kéo:**

Tại gối lượng thép dọc ở mép trên nhiều. Xa gối M giảm, tại tiết diện O-O theo tính toán có thể cắt bớt cốt dọc (Tại gối là A_S , cắt bớt A_{S2} , còn lại A_{S1} : $A_S = A_{S1} + A_{S2}$).

Tiết diện O-O gọi là **mặt cắt lý thuyết**.

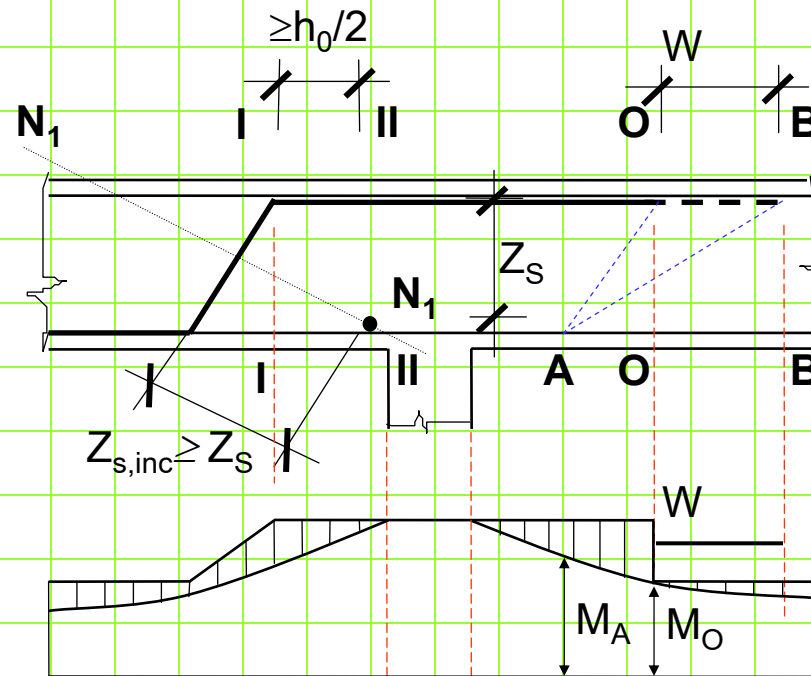
Xét trên TD nghiêng OA có $M_A > M_0$ nhưng cốt chịu kéo là A_{S1} và có thêm một số ít cốt đai sẽ không đủ chịu mô men uốn M_A .

Để không bị phá hoại trên TD nghiêng do mô men ta phải kéo cốt thép cắt giảm ra ngoài mặt cắt lý thuyết O-O một đoạn W nữa (đến điểm B).

$$W = \frac{Q}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d \geq 20d; \quad (4-100) \quad \text{Tiết diện B-B gọi là mặt cắt thực tế.}$$

Q: Lực cắt tại điểm cắt lý thuyết, lấy bằng độ dốc của biểu đồ bao mômen.

d: Đường kính cốt dọc được cắt giảm. 5d: Đoạn cần thiết để cốt dọc bắt đầu chịu lực.



4.5.7.3 Kiểm tra cường độ trên TDng theo mô men khi giảm cốt dọc chịu kéo:

a) Biểu đồ bao vật liệu: (BĐBVL)

b) Uốn cốt dọc chịu kéo:

c) Cắt cốt dọc chịu kéo:

Tại gó lượng thép dọc ở mép trên nhiều. Xa gó M giảm, tại tiết diện O-O theo tính toán có thể cắt bớt cốt dọc (Tại gó là F_a , cắt bớt A_{S2} , còn lại A_{S1} ; $A_S = A_{S1} + A_{S2}$).

TD O-O gọi là mặt cắt lý thuyết.

Xét trên TD nghiêng OA có $M_A > M_0$ cốt chịu kéo là A_{S1} sẽ không đủ chịu mô men uốn M_A . Để không bị phá hoại trên TD nghiêng do mô men ta phải kéo cốt thép cắt giảm ra ngoài mặt cắt lý thuyết O-O một đoạn W nữa (đến điểm B).

$$W = \frac{Q}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d \geq 20d; \quad (4-100) \quad \text{Tiết diện B-B gọi là mặt cắt thực tế.}$$

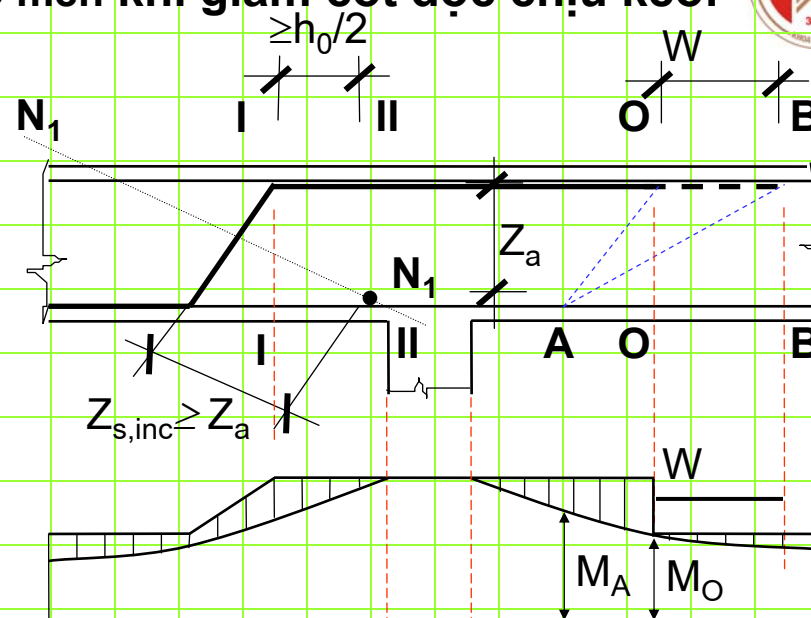
Q: Lực cắt tại điểm cắt lý thuyết, lấy bằng độ dốc của biểu đồ bao mômen.

d: Đường kính cốt dọc được cắt giảm. **5d: Đoạn cần thiết để cốt dọc bắt đầu chịu lực.**

Khi trong vùng cắt thép có cốt xiên thì: $W = \frac{Q - Q_{s,inc}}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d \geq 20d; \quad (4-101)$

Trong đó $Q_{s,inc} = R_{sw} \cdot A_{s,inc} \cdot \sin\theta$ với $A_{s,inc}$ là diện tích của cốt xiên trong vùng cắt thép. Để đơn giản và an toàn có thể lấy $A_{s,inc}$ là diện tích cốt xiên trên đoạn:

$$\frac{Q - Q_{s,inc}}{2 \cdot q_{sw}}$$



5.7 Tính toán dầm có tiết diện thay đổi:

a. Dầm có mép chịu nén nghiêng:

Chiều cao dầm tăng dần theo chiều tăng của mô men, do đó giá trị Q_b được tính với chiều cao làm việc tại mút của tiết diện nghiêng trong vùng nén (đại lượng này thay đổi theo C). Trình tự tính như sau:

- Kiểm tra ĐK (4-39), (4-40) với $h_0 = h_{01}$ là chiều cao làm việc của TD thẳng góc đi qua điểm đầu TD nghiêng trong vùng kéo.

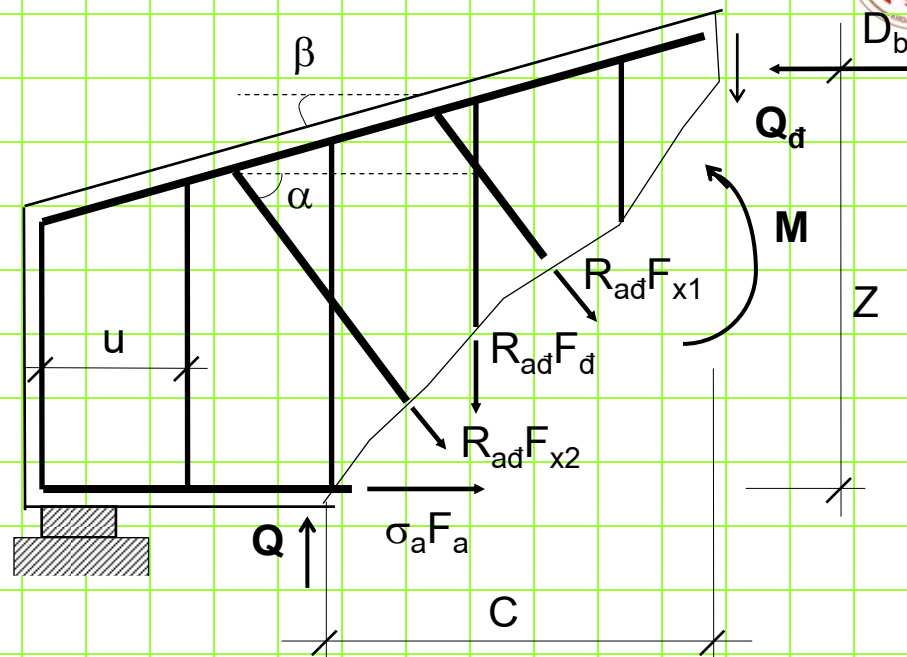
- Chọn cấu tạo cốt đai, tính q_d .

- Chọn một giá trị của h_0 ở cuối TDng để tính C_0 theo (4-47)

Có thể tính h_0 theo công thức sau:
$$h_0 = \frac{h_{01}(1 + \sqrt{B})}{1 - B} \quad \text{với } B = \frac{2R_k b}{q_d};$$

- Tính lại h_0 theo C_0 : $h_0 = h_{01} + C_0 \cdot \text{tg}\beta$. So sánh với h_0 đã giả thiết. Tiếp tục tính toán theo cách đúng dần để xác định được h_0 .

Có h_0 tính Q_{db} rồi kiểm tra với Q , nếu không thoả mãn có thể tăng cốt đai hoặc bố trí cốt xiên.



5.7 Tính toán dầm có tiết diện thay đổi:

b. Dầm có mép chịu kéo nghiêng:

Mép chịu kéo nghiêng một góc là β , khả năng chịu cắt của dầm có tham gia của cốt dọc chịu kéo là Q_a (là hình chiếu của ứng lực trong cốt dọc lên phương lực cắt Q).

Điều kiện cường độ trên TD nghiêng theo lực cắt là (không dùng cốt xiên):

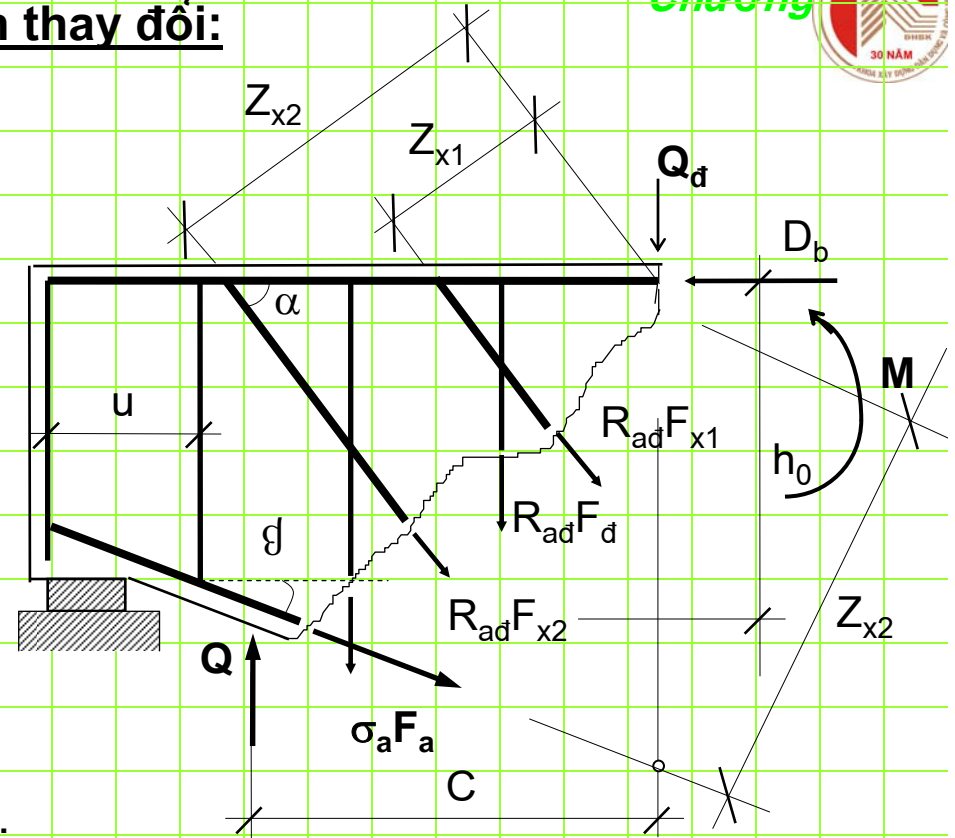
$$Q \leq Q_{td} = Q_{db} + Q_a.$$

Q_a xác định theo ứng lực có thể có trong cốt dọc chịu kéo $\sigma_a F_a$

Trình tự tính như sau:

- Chọn cấu tạo cốt đai, tính q_d rồi tính C_0 .
- Có C_0 xác định Q_{db} ;
- Có C_0 biết được mút cuối của TDng, xác định mô men uốn M tại TD thẳng góc đi qua mút đó;
- Tính phần mô men do cốt dọc chịu là: $M_a = M - 0.5q_d \cdot C_0^2$.

Tính khả năng chịu cắt của cốt dọc chịu kéo là: $Q_a = \frac{M_a}{Z} \operatorname{tg} \beta$;
(Z có thể lấy gần đúng bằng $0.9h_0$)



5.1. Giới thiệu chung:

Sàn BTCT có ưu điểm là khả năng chịu lực lớn, đa năng, thiết kế và thi công đơn giản.

5.1.1 Phân loại:

a. **Theo PP thi công:** có sàn toàn khối, sàn lắp ghép và sàn nửa lắp ghép.

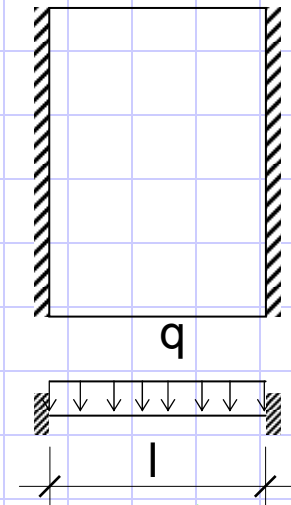
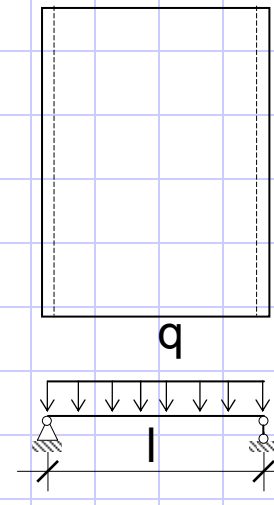
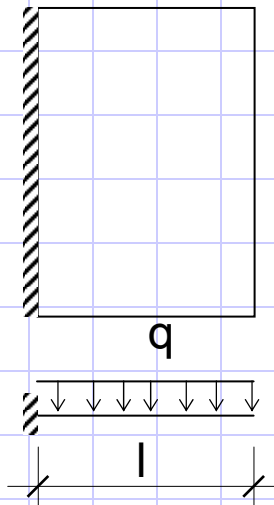
b. **Theo sơ đồ kết cấu:** có sàn sườn và sàn không sườn.

- Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm (bản sàn làm việc 1 phương).
- Sàn sườn toàn khối có bản kê 4 cạnh.
- Sàn sườn ô cờ.
- Sàn sườn pa nen lắp ghép.

5.1.2 Phân biệt bản loại dầm và bản kê 4 cạnh:

- Khi bản chỉ có liên kết ở 1 cạnh hoặc 2 cạnh đối diện, tải trọng truyền theo phương có liên kết.

Ta gọi là **bản loại dầm**.



- Khi bản có liên kết ở 4 cạnh, tải trọng được truyền vào liên kết theo cả 2 phương.
Ta gọi loại này là **bản kê 4 cạnh**.

Xét bản kê tự do ở 4 cạnh chịu tải trọng phân bố đều;

Cắt các dải bản theo 2 phương.

Gọi tải trọng truyền theo phương l_1 là q_1 ,
tải trọng truyền theo phương l_2 là q_2 .

Ta có: $q = q_1 + q_2$. (5 - 1)

Độ võng tại điểm giữa của mỗi dải:

+ Theo phương l_1 : $f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_1 \cdot l_1^4}{E \cdot J}$;

+ Theo phương l_2 : $f_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_2 \cdot l_2^4}{E \cdot J}$;

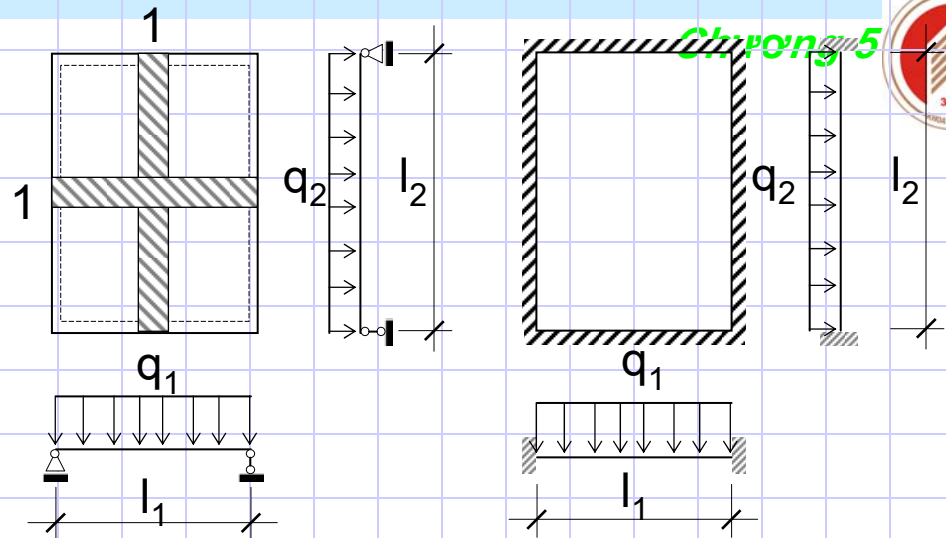
Ta có: $f_1 = f_2 \Rightarrow q_1 \cdot l_1^4 = q_2 \cdot l_2^4$; (5 - 2)

Từ (5 - 1) và (5 - 2): $q_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} \cdot q$ và $q_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} \cdot q$; (5 - 3)

$q_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4} \cdot q_2$; (5 - 4)

Vậy tải trọng truyền theo phương cạnh ngắn nhiều hơn.

Khi tính toán thực tế, nếu $l_2 > 2 \cdot l_1$ thì có thể xem bản làm việc 1 phương.



5.1.3 Khái niệm khớp dẻo-Sự phân bố lại nội lực do khớp dẻo:

5.1.3.1 Khái niệm khớp dẻo:

Xét 1 dầm chịu uốn cho đến khi bị phá hoại. Giả sử dầm được cấu tạo thép sao cho khi bị phá hoại có:

- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy;
- Ứng suất trong BT vùng nén đạt giới hạn chịu nén và có biến dạng dẻo lớn;



Tại TD phá hoại xuất hiện 1 khớp dẻo có mô men khớp dẻo $M_{kd} = M_{gh}$.

Với kết cấu tĩnh định, sự xuất hiện khớp dẻo đồng thời với kết cấu bị phá hoại.

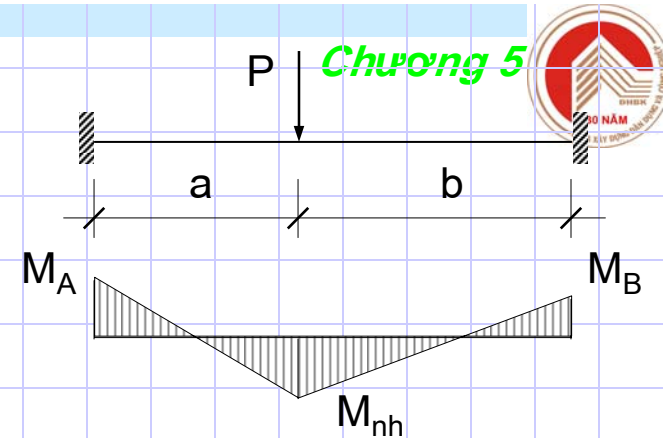
Với kết cấu siêu tĩnh xuất hiện khớp dẻo làm giảm 1 bậc siêu tĩnh của hệ. Sự phá hoại của kết cấu khi số khớp dẻo đủ để hệ bị biến hình.

- Trạng thái khi xuất hiện khớp dẻo cuối cùng trước khi kết cấu bị phá hoại gọi là **trạng thái cân bằng giới hạn**.
- Phương pháp tính theo **sơ đồ dẻo** (xét sự hình thành khớp dẻo cho đến khi hệ sắp bị phá hoại) còn gọi là **tính theo trạng thái cân bằng giới hạn**.

5.1.3.2 Sự phân bố lại nội lực:

Xét dầm chịu tải có sơ đồ như sau:

Nếu tính theo sơ đồ đàn hồi, tỷ số $\frac{M_A}{M_{nh}}$, $\frac{M_B}{M_{nh}}$ không đổi.



Tăng P đến P_1 tại gối A xuất hiện khớp dẻo trước.

Lúc này nếu P tăng thì mô men tại gối A không tăng, còn tại các TD khác vẫn tăng.

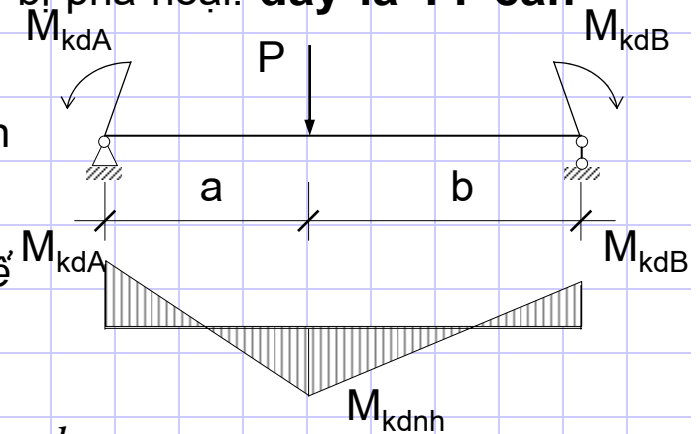
Khi P tăng đến P_2 giả sử tại gối B xuất hiện khớp dẻo.

Nếu P tăng thì mô men tại các gối A và B không tăng. (như dầm đơn giản)

Khi P tăng đến P_3 giữa nhịp hình thành khớp dẻo, kết cấu bị phá hoại: **đây là TT cân bằng giới hạn.**

Như vậy khi hình thành khớp dẻo, trong kết cấu có sự phân bố lại nội lực, đây là yếu tố có lợi tránh sự phá hoại cục bộ.

Khi tại các gối hình thành khớp dẻo, từ sơ đồ trên có thể thay ngàm bằng liên kết khớp và một mô men khớp dẻo.



Gọi M_0 là mô men của dầm đơn giản với P_3 : $M_0 = M_{kd-nh} + \frac{b}{l} \cdot M_{kdA} + \frac{a}{l} \cdot M_{kdB}$;

Kết hợp với $M_0 = M(P_3)$ xác định được tải trọng ở TT cân bằng giới hạn P_3 theo các M_{kd} .

5.1.3.3 Điều kiện để tính theo sơ đồ dẻo:

Để hình thành khớp dẻo, vật liệu và hệ phải có các tính chất sau:

- Cốt thép có thêm chảy rõ rệt (dùng thép dẻo, dây thép kéo nguội, không dùng thép dập nguội..)
- Tránh sự phá hoại sớm do BT vùng nén hỏng do bị ép vỡ hoặc bị cắt đứt (hạn chế lượng thép chịu kéo → hạn chế chiều cao vùng nén $x \leq 0,3 \cdot h_0$).
- Để hạn chế bề rộng khe nứt tại TD có khớp dẻo đầu tiên cần hạn chế sự cách biệt giá trị mô men uốn khi tính với sơ đồ dẻo so với sơ đồ đàn hồi :

Theo qui phạm của Anh BS8110-1997: $M_{kd} \geq (0,8-0,9)M_{dh}$. Theo các tài liệu của Nga thì phải hạn chế $M_{kd} \geq 0,7M_{dh}$.

Trong các kết cấu BTCT siêu tĩnh việc tính toán theo sơ đồ dẻo có thể tiết kiệm 20-30% cốt thép, PP tính đơn giản, kết quả tính lại khá phù hợp với trạng thái làm việc thực. Đồng thời có thể điều chỉnh hợp lý việc bố trí cốt thép để giải quyết tình trạng cốt thép đặt quá dày tại tiết diện nào đó.

Tuy vậy PP tính theo sơ đồ dẻo không được áp dụng cho các kết cấu chịu tải trọng động, chịu tải trọng lặp, cũng không được áp dụng với kết cấu có những hạn chế nghiêm khắc đối với sự phát triển khe nứt.

5.2. Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm:

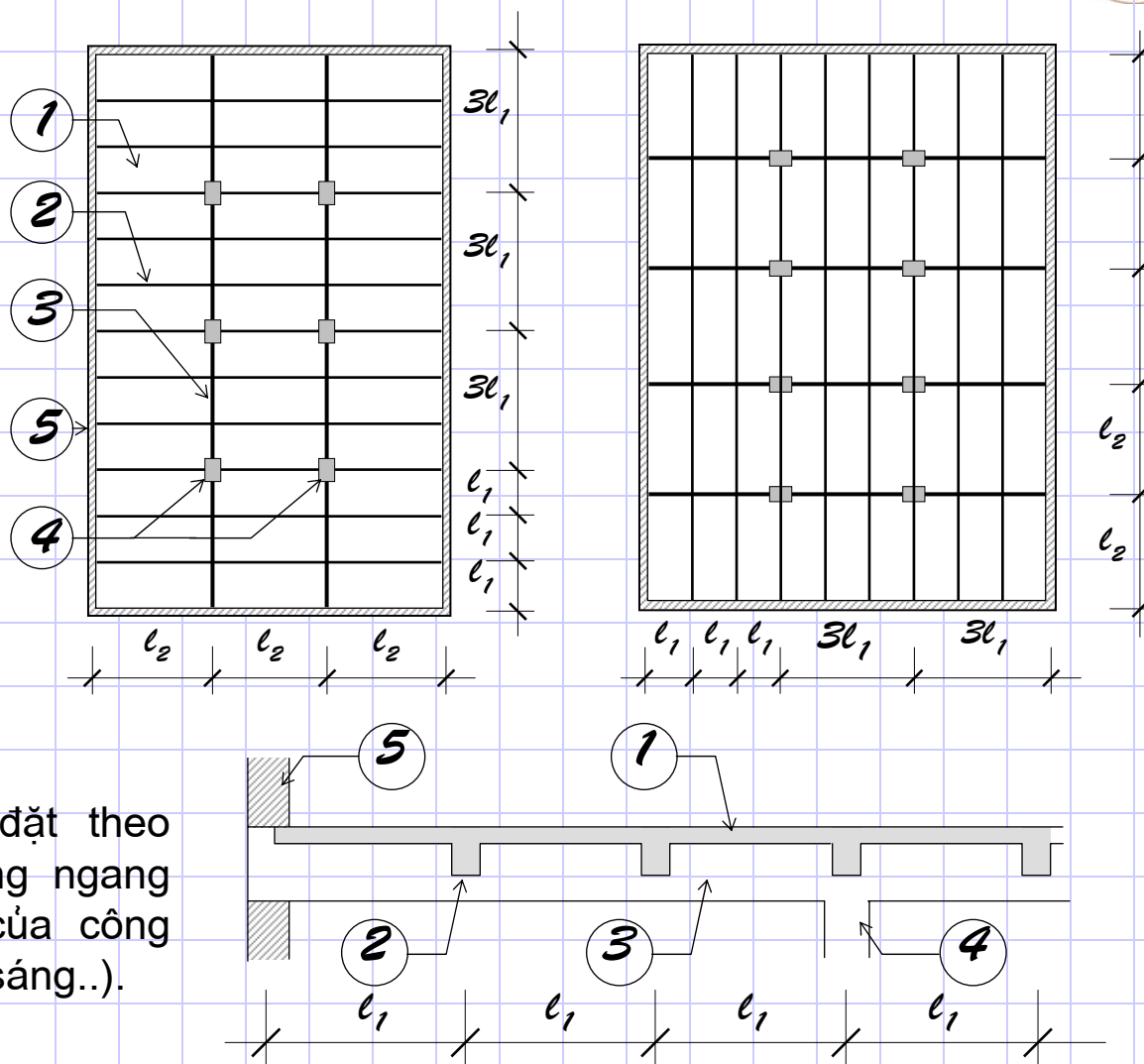
5.2.1 Sơ đồ kết cấu:

Các bộ phận chính của sàn:

1. Bản,
2. Dầm phụ,
3. Dầm chính,
4. Cột,
5. Tường.

Sàn gồm bản sàn và hệ dầm (sườn) đúc liền khối: bản kê lên dầm phụ, dầm phụ gối lên dầm chính, dầm chính gối lên cột và tường,

Sàn có thể có dầm chính đặt theo phương dọc hoặc theo phương ngang (tùy thuộc sự bố trí chung của công trình, yêu cầu thông gió, chiếu sáng..).



Khoảng cách dầm phụ $l_1 = (1-4)m$, thường $l_1 = (1,7-2,8)m$.

Khoảng cách dầm chính $l = (4-10)m$, thường $l_2 = (5-8)m$.

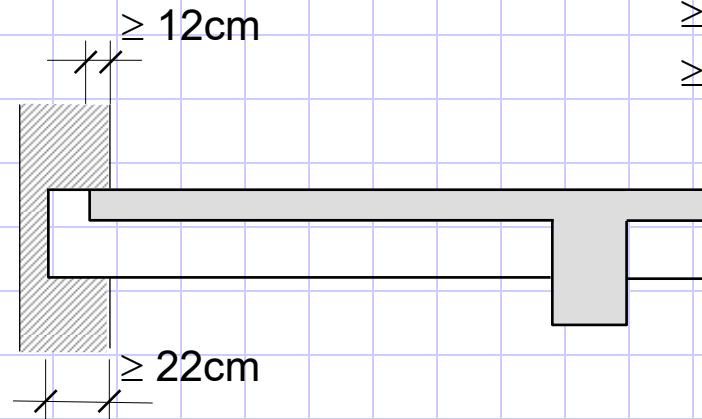
Chiều dày bản $h_b = \left(\frac{1}{35} - \frac{1}{25} \right) \cdot l_1$;
 $\geq 5\text{cm}$ với sàn mái;
 $\geq 6\text{cm}$ với sàn nhà dân dụng;
 $\geq 7\text{cm}$ với sàn nhà CN;

Chiều cao dầm phụ $h_{dp} = \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{12} \right)$ nhịp;

Chiều cao dầm chính $h_{dc} = \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{8} \right)$ nhịp;

Bề rộng dầm $b_d = (0,3 - 0,5)h_d$;

Nếu chu vi sàn được kê lên tường gạch, đoạn kê: $\geq (12\text{cm và } h_b)$ với bản;
 $\geq 22\text{cm}$ với dầm phụ;
 $\geq 34\text{cm}$ với dầm chính;



5.2.2. Tính nội lực sàn:

5.2.2.1 Tính nội lực bản theo sơ đồ dèo:

- **Sơ đồ tính:** Cắt dải bản rộng = đơn vị (1m) theo phương cạnh ngắn; Xem các dải bản làm việc độc lập như dầm liên tục tựa lên dầm phụ và tường.

- Tải trọng:

Tính tải g (trọng lượng bản thân bản BTCT và các lớp cấu tạo..)

Hoạt tải p (tải trọng sử dụng trên sàn) phân bố đều trên mặt sàn được quy về phân bố đều trên dải bản.

- Nhịp tính toán:

Nhịp giữa: $l = l_1 - b_{dp}$;

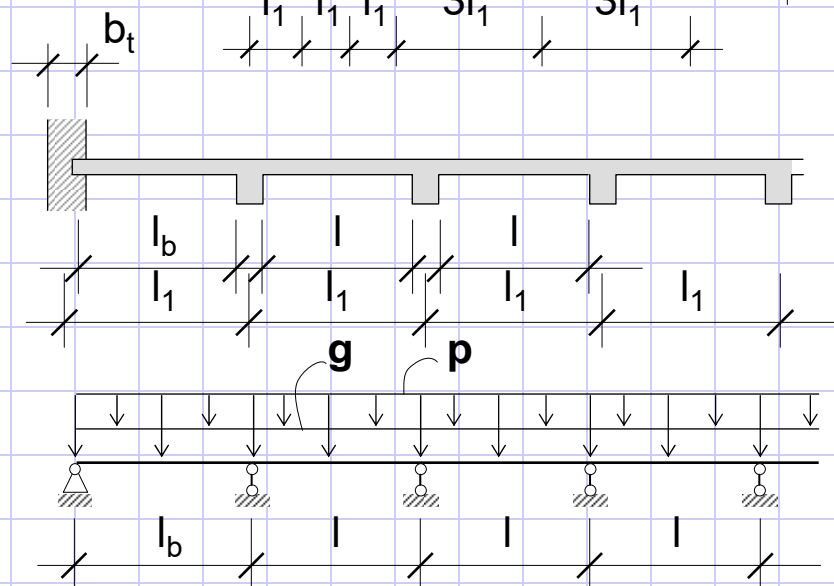
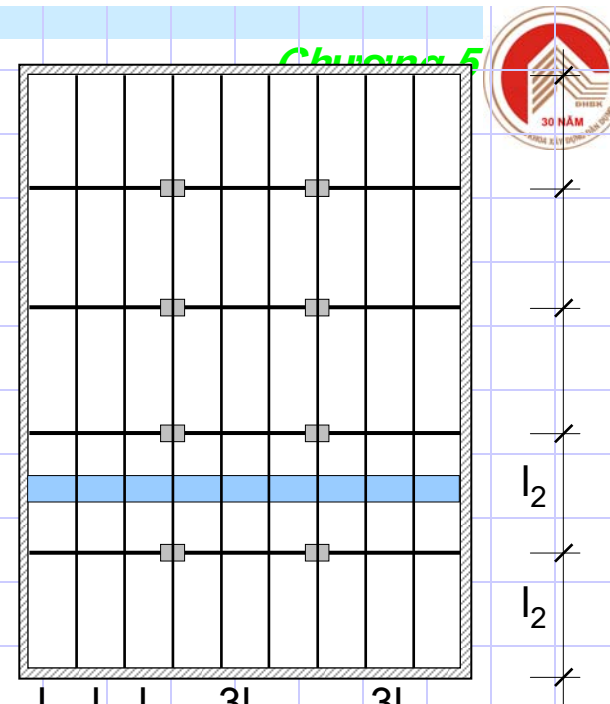
Nhịp biên: $l_b = l_1 - \frac{b_{dp}}{2} - \frac{b_t}{2} + \frac{h_b}{2}$;

- Nội lực:

Nhịp biên và gối thứ 2: $M = \pm \frac{q \cdot l_b^2}{11}$; (5-5)

Nhịp giữa và gối giữa: $M = \pm \frac{q \cdot l^2}{16}$; (5-6)

Trong đó $q = g + p$;



Nội lục:

Nhịp biên và gối thứ 2: $M = \pm \frac{q \cdot l_b^2}{11}; \quad (5-5)$

Nhịp giữa và gối giữa: $M = \pm \frac{q \cdot l^2}{16}; \quad (5-6)$

Trong đó $q = g + p$;

5.2.2.2 Tính dầm phụ theo sơ đồ dèo :

- **Sơ đồ tính:** như dầm liên tục gối lên dầm chính và tường.

- **Tải trọng:** phân bố đều gồm

Tĩnh tải: $g_d = g \cdot l_1 + g_0$;

Hoạt tải $p_d = p \cdot l_1$.

- **Nhịp tính toán:**

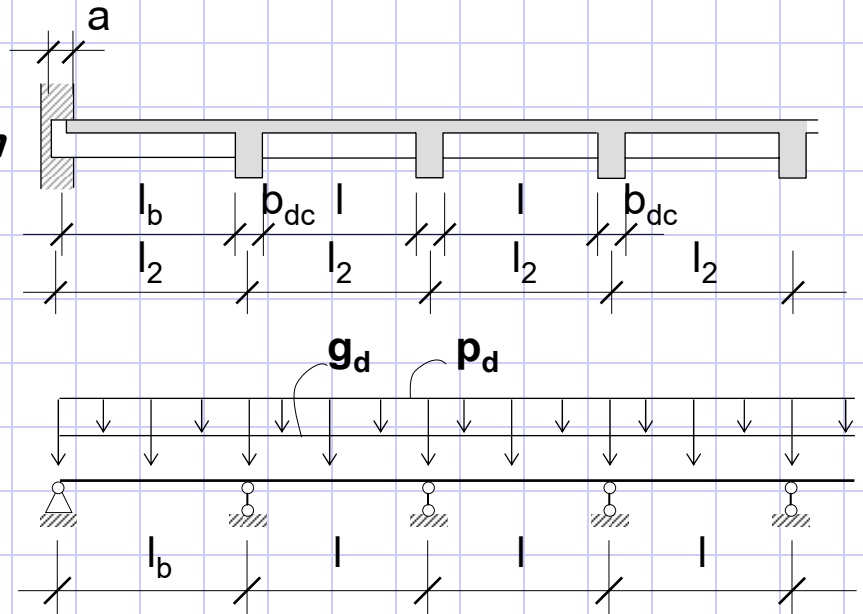
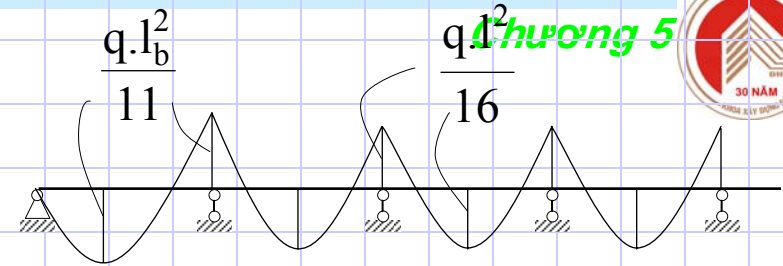
Nhịp giữa: $l = l_2 - b_{dc}$;

Nhịp biên: $l_b = l_2 - \frac{b_{dc}}{2} - \frac{b_t}{2} + \frac{a}{2}$;

- **Nội lục:**

Có thể tổ hợp tải trọng (với các dầm bất kỳ) hoặc dùng các công thức và bảng lập sẵn (dầm đều nhịp) để vẽ biểu đồ bao (BDB) mô men, lực cắt.

Để xét đến ảnh hưởng chống xoắn của dầm chính làm giảm nội lực trong dầm phụ, khi tính nội lực theo sơ đồ dèo hoạt tải được tính với giá trị là $p' = p \cdot 3/4$ và tĩnh tải là $g' = g + p/4$.



* Mô men dương giữa nhịp giữa: $M = + \frac{q \cdot l^2}{16} = +0,0625 \cdot q \cdot l^2$;