

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ
KHOA XÂY DỰNG VÀ QLĐT
BỘ MÔN XÂY DỰNG

KẾT CẤU XÂY DỰNG

HÀ NỘI, 2019

Chương 1

NGUYÊN TẮC CHUNG VỀ THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊTÔNG CỐT THÉP

1.1. CÁC BƯỚC THIẾT KẾ

Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép thường theo các bước, thứ tự như sau:

1. Giới thiệu, mô tả kết cấu cần thiết kế.
2. Lựa chọn phương án, lập sơ đồ tính toán của kết cấu.
3. Chọn sơ bộ kích thước tiết diện, chọn vật liệu.
4. Xác định các loại tải trọng, các trường hợp tải trọng có thể tác dụng lên kết cấu.
5. Tính toán nội lực ứng với từng trường hợp tải trọng, tổ hợp nội lực.
6. Tính toán tiết diện BTCT, kiểm tra các điều kiện sử dụng.
7. Thiết kế chi tiết, chọn cấu tạo, thể hiện lên bản vẽ.

Nội dung của tài liệu này chủ yếu trình bày các công việc của bước 6, được thể hiện bằng hai loại bài toán: Kiểm tra hoặc tính toán tiết diện.

Bài toán kiểm tra được tiến hành khi đã biết đầy đủ các số liệu về tiết diện và cốt thép, cần kiểm tra xem tiết diện có thỏa mãn điều kiện được đề ra hay không.

Bài toán tính tiết diện được tiến hành khi đã biết nội lực và một vài số liệu về tiết diện (chưa đầy đủ), cần xác định những số liệu cần thiết còn lại để tiết diện đáp ứng được các điều kiện đề ra. Trong bài toán này thường biết trước kích thước tiết diện cần xác định cốt thép chịu lực.

Việc chọn giải bài toán nào là phụ thuộc vào tình huống và điều kiện của thiết kế.

1.2. NỘI LỰC

Nội lực trong kết cấu bê tông cốt thép có thể được xác định theo sơ đồ đàn hồi hoặc sơ đồ dẻo có xét đến sự phân phối lại mômen. Khi tính toán về bê tông cốt thép cần biết rõ nội lực đã được xác định theo sơ đồ nào để dùng đúng điều kiện hạn chế.

1.3. PHƯƠNG PHÁP TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

Hiện nay, phương pháp chủ yếu và phổ biến để tính toán kết cấu BTCT là phương pháp trạng thái giới hạn (TTGH), trong đó chia ra hai nhóm: nhóm TTGH thứ nhất và nhóm TTGH thứ hai.

1.3.1. Nhóm TTGH thứ nhất

Đó là TTGH về khả năng chịu lực hoặc về ổn định. Cho kết cấu chịu tải trọng tăng dần. Đến một lúc nào đó kết cấu không thể chịu thêm được tải trọng tăng lên nữa vì sắp bị phá hỏng hoặc bị mất ổn định. Nói rằng kết cấu đã đạt đến TTGH thứ nhất. Đó là trạng thái mà kết cấu không thể vượt qua để bảo đảm cho nó đủ khả năng chịu lực hoặc giữ được ổn định. Tính toán theo TTGH thứ nhất là bắt buộc đối với mọi loại kết cấu, ứng với các trường hợp làm việc khác nhau của kết cấu: lúc thi công hoặc chế tạo, vận chuyển, lúc sử dụng lâu dài, lúc sửa chữa...

1.3.2. Nhóm TTGH thứ hai

Đó là TTGH về điều kiện sử dụng bình thường. Lúc này, cần hạn chế độ biến dạng và sự phát triển của khe nứt không vượt quá giới hạn cho phép. Tính theo TTGH thứ hai là cần thiết đối với những kết cấu có khả năng biến dạng lớn hoặc có độ mở rộng khe nứt lớn. Đó thường là các kết cấu tĩnh định, kết cấu sử dụng vật liệu cường độ khá cao, kết cấu có tiết diện tương đối bé so với các yêu cầu thông thường (vì một lí do nào đấy cần thu nhỏ kích thước tiết diện). Tiêu chuẩn TCXDVN 356 - 2005 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 (điều 4.2.2).

1.3.3. Hai loại bài toán

Khi tính toán theo TTGH thứ nhất có thể gặp một trong hai loại bài toán là kiểm tra hoặc tính toán tiết diện. Khi tính toán theo TTGH thứ hai thường chỉ gặp bài toán kiểm tra, nếu kiểm tra không đạt thì tăng kích thước tiết diện, tăng cốt thép hoặc tăng cấp độ bền của bê tông để kiểm tra lại.

1.4. CÔNG THỨC LÝ THUYẾT VÀ CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM

Khi tính toán về BTCT có thể gặp các công thức lý thuyết và công thức thực nghiệm.

Công thức lý thuyết được thành lập bằng cách dùng các quy luật, các nguyên lí để liên kết các đại lượng tính toán, dùng công cụ toán học để chứng minh. Khi lập công thức thường dùng thêm các giả thiết, đó là những phán đoán gần đúng nhằm làm đơn giản hoá quá trình chứng minh. Khi dùng các công thức lý thuyết cần xem xét phạm vi phù hợp với giả thiết. Nếu kết quả tính toán vượt ra ngoài phạm vi của giả thiết thì không được chấp nhận. Công thức lý thuyết luôn có sự cân bằng về thứ nguyên vì vậy có thể dùng với mọi hệ đơn vị. Tuy vậy, khi sử dụng công thức cần thống nhất đơn vị giữa các đại lượng, khi cần phải sử dụng hệ số đổi đơn vị.

Công thức thực nghiệm được thành lập bằng cách xử lí các số liệu thu được từ thực nghiệm. Khi dùng công thức thực nghiệm phải chú ý đến phạm vi sử dụng của nó và đơn vị

của các đại lượng trong công thức. Trong phần lớn các công thức thực nghiệm các hệ số được cho phụ thuộc vào đơn vị của các đại lượng, khi đơn vị thay đổi thì các hệ số thay đổi theo.

1.5. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ CẤU TẠO

Thiết kế kết cấu BTCT bao gồm việc tính toán và cấu tạo. Sau đây là một số vấn đề cơ bản về cấu tạo.

1.5.1. Chọn kích thước tiết diện

Kích thước tiết diện của các cấu kiện cần được chọn nhằm thoả mãn các yêu cầu về kiến trúc, bảo đảm khả năng chịu lực, ổn định và thuận tiện cho thi công.

Kích thước tiết diện thường được chọn sơ bộ (bước 3 mục 1.1) để xác định tải trọng và nội lực. Sau khi tính toán về BTCT ở bước 6 mới có được cơ sở để đánh giá sự hợp lý về phương diện chịu lực của kích thước đã chọn. Chỉ tiêu để đánh giá là tỉ lệ cốt thép nằm trong giới hạn hợp lý. Nếu xét thấy kích thước đã chọn là chưa hợp lý (lớn quá hoặc bé quá so với yêu cầu) thì cần chọn lại và tính toán lại.

1.5.2. Cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo

Cốt thép đặt trong kết cấu không để rời từng thanh mà phải liên kết lại thành lưới hoặc khung. Lưới gồm các thanh đặt theo hai phương, liên kết với nhau, được dùng trong kết cấu bản và tường. Khung gồm cốt thép dọc và cốt thép ngang (cốt thép đai), dùng trong dầm và cột.

Tuỳ theo nhiệm vụ và quan niệm về sự làm việc của cốt thép người ta chia ra cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo.

Cốt thép chịu lực có nhiệm vụ chịu một loại ứng lực nào đó, được xác định hoặc kiểm tra bằng tính toán. Cốt thép cấu tạo dùng để liên kết với cốt thép chịu lực, tạo thành lưới hoặc khung, giữ ổn định cho cốt thép chịu lực khi thi công cũng như khi làm việc, chịu những ứng lực phụ phát sinh trong kết cấu mà trong tính toán chưa kể đến (ứng lực sinh ra do nhiệt độ thay đổi, do co ngót của bê tông...). Cốt thép cấu tạo thường được chọn theo các quy định của tiêu chuẩn hoặc theo kinh nghiệm của người thiết kế.

1.5.3. Chiều dày lớp bảo vệ

Chiều dày lớp bảo vệ được tính từ mặt ngoài của cốt thép đến mặt ngoài của bê tông gần nhất, không được nhỏ hơn đường kính cốt thép và không nhỏ hơn giá trị tối thiểu được quy định như sau:

a) Đối với cốt thép chịu lực, kết cấu dùng bê tông nặng

- Trong bản và tường có chiều dày:

+ từ 100mm trở xuống ... 10mm (15mm)

- + trên 100mm ... 15mm (20 mm)
- Trong dầm và sườn có chiều cao:
 - + nhỏ hơn 250 mm 15mm (20 mm)
 - + lớn hơn hoặc bằng 250 mm ... 20mm (25mm)
- Trong cột... 20mm (25mm)
- Trong dầm móng... 30mm
- Trong móng:
 - + lấp ghép...30mm
 - + toàn khối khi có lớp bê tông lót... 35mm
 - + toàn khối khi không có lớp bê tông lót ... 70mm

b) Đối với cốt thép đai, cốt thép cấu tạo

- Khi chiều cao tiết diện nhỏ hơn 250mm ... 10mm (15mm)
- Khi chiều cao tiết diện bằng 250mm trở lên ... 15mm (20mm)

Ghi chú: + Giá trị trong ngoặc áp dụng cho những kết cấu ngoài trời hoặc những nơi ẩm ướt.

+ Đối với kết cấu trong vùng chịu ảnh hưởng của môi trường biển chiều dày lớp bảo vệ cần được lấy tăng lên, theo quy định của tiêu chuẩn TCXDVN 327 - 2004.

+ Đối với kết cấu làm bằng bê tông nhẹ, bê tông tổ ong cần lấy tăng chiều dày lớp bảo vệ (điều 8.3 của TCXDVN 356-2005).

1.5.4. Khoảng hở của cốt thép

Khoảng hở giữa hai mép cốt thép (khoảng cách thông thủy) không được nhỏ hơn đường kính thanh thép lớn nhất và không nhỏ hơn các trị số quy định sau:

a) Khi đổ bê tông các thanh cốt thép có vị trí nằm ngang hoặc xiên

- Với cốt thép đặt dưới: ... 25mm
- Với cốt thép đặt trên ... 30mm
- Khi cốt thép đặt dưới bố trí nhiều hơn hai lớp theo chiều cao thì từ lớp thứ 3 (từ dưới lên) khoảng hở giữa các thanh theo phương ngang không nhỏ hơn 50mm.
- Khi sử dụng đầm dùi để làm chặt bê tông cần đảm bảo khoảng hở giữa các thanh cốt thép cho phép dút lọt được đầm dùi.

b) Khi đổ bê tông các thanh thép có vị trí thẳng đứng

- Trường hợp thông thường ... 50mm
- Khi kiểm soát một cách có hệ thống kích thước cốt liệu bê tông, có thể giảm khoảng hở xuống còn 35mm nhưng không được nhỏ hơn 1,5 lần kích thước lớn nhất của cốt liệu thô.

c) Trường hợp đặc biệt

Trong điều kiện chật hẹp, cần đặt nhiều thanh cốt thép, cho phép bố trí các thanh cốt thép theo cặp (không có khe hở giữa chúng) theo phương chuyển động của vữa bê tông.

1.5.5. Khoảng cách giữa trục các thanh cốt thép

Cốt thép trong lưới và khung không được đặt cách nhau quá xa để bảo đảm sự làm việc chung giữa bê tông và cốt thép.

a) Cốt thép chịu lực trong bản

Ở những vùng chịu mômen lớn (mômen dương ở giữa nhịp, mômen âm ở trên gối) khoảng cách cốt thép chịu lực không được lớn quá:

200mm khi chiều dày bản $h \leq 150\text{mm}$.

1,5 h và 400mm khi chiều dày bản $h > 150\text{mm}$.

Trong bản sàn khoảng cách giữa các thanh cốt thép phía dưới được kéo vào gối không được vượt quá 400mm đồng thời diện tích tiết diện của các thanh cốt thép này không được nhỏ hơn một phần ba diện tích tiết diện các thanh cốt thép trong nhịp được xác định theo mômen uốn lớn nhất.

b) Cốt thép cấu tạo trong bản

Khoảng cách giữa các cốt thép cấu tạo trong bản không vượt quá: 330mm khi chiều dày bản $h \leq 150\text{mm}$.

2,2h và 500mm khi chiều dày bản $h > 150\text{mm}$.

c) Cốt thép dọc trong dầm

Trong dầm có bề rộng lớn hơn 150mm số cốt thép dọc chịu lực được kéo vào gối không được ít hơn hai thanh.

Trong sườn của các panen lắp ghép và trong dầm có bề rộng từ 150mm trở xuống cho phép kéo vào gối một thanh cốt thép dọc chịu lực.

Trong các dầm có chiều cao tiết diện lớn hơn 700mm ở các cạnh bên cần đặt cốt thép dọc cấu tạo sao cho khoảng cách giữa chúng theo chiều cao không lớn hơn 400mm.

d) Cốt thép dọc trong cột chịu nén lệch tâm

Khoảng cách giữa trục các cốt thép dọc không được quá:

400mm - theo phương vuông góc với mặt phẳng uốn

500mm - theo phương mặt phẳng uốn

1.5.6. Tỷ lệ cốt thép tối thiểu

Đặt $\mu = \frac{A_s}{A_b}$ hoặc $\mu = \frac{A'_s}{A_b}$ là tỷ lệ cốt thép dọc

A_s, A'_s - diện tích tiết diện cốt thép dọc.

A_b - diện tích tiết diện bê tông.

Để đảm bảo sự phối hợp làm việc giữa hai loại vật liệu cần thoả mãn điều kiện

$$\mu \geq \mu_{\min} \quad (1.1)$$

$\mu_{\min}$ - tỷ lệ cốt thép tối thiểu.

Tiêu chuẩn TCXDVN 356 - 2005 cho giá trị $\mu_{\min}$ tính theo phần trăm trong bảng 1.1.

Bảng 1.1. Tỷ lệ tối thiểu của cốt thép dọc $\mu_{\min}$ %

Điều kiện làm việc của cốt thép	$\mu_{\min}$ %
1. Cốt thép A_s trong cấu kiện chịu uốn, kéo lệch tâm khi lực dọc nằm ngoài giới hạn chiều cao làm việc của tiết diện (kéo lệch tâm lớn)	0,05 (0,10)
2. Cốt thép A_s , A'_s trong cấu kiện kéo lệch tâm khi lực dọc nằm giữa A_s và A'_s (kéo lệch tâm bé)	0,06 (0,10)
3. Cốt thép A_s và A'_s trong cấu kiện nén lệch tâm khi: Độ mảnh $\lambda = \frac{l_0}{r} \leq 17$ $17 < \lambda \leq 35$ $35 < \lambda \leq 85$ $\lambda > 85$	0,05 (0,10) 0,10 (0,15) 0,20 0,25
<i>Chú thích:</i> 1. Trị số cho trong ngoặc đơn () là đề nghị của tác giả vì thấy rằng Tiêu chuẩn cho giá trị quá bé. 2. Với tiết diện có tiết diện chữ nhật và chữ T có cốt thép đặt tập trung theo cạnh b thì $A_b = b h_0$. 3. Trong cấu kiện có cốt thép đặt theo chu vi cũng như trong cấu kiện chịu kéo trung tâm thì A_b lấy bằng diện tích tiết diện bê tông và $\mu_{\min}$ lấy gấp đôi giá trị cho trong bảng. 4. Tỷ số cốt thép A_s, A'_s trong cấu kiện chịu nén lệch tâm mà khả năng chịu lực của chúng ứng với độ lệch tâm tính toán được sử dụng không quá 50% được lấy bằng 0,05 (0,10) không phụ thuộc độ mảnh λ của cấu kiện. 5. l_0 là chiều dài tính toán của cấu kiện, r là bán kính quán tính của tiết diện.	

Chương 2

SỐ LIỆU CƠ BẢN ĐỂ TÍNH TOÁN

2.1. CƯỜNG ĐỘ CỦA BÊTÔNG

Với bê tông cần xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo. Ứng với mỗi loại cường độ cần phân biệt 4 giá trị: giá trị trung bình, giá trị đặc trưng, giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán. Riêng về giá trị trung bình và giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén còn phụ thuộc vào hình dạng mẫu thí nghiệm. Theo các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam mẫu thí nghiệm chuẩn là khối vuông có cạnh 150mm.

2.1.1. Giá trị trung bình của cường độ chịu nén: R_{tb}

Gọi tắt là cường độ trung bình. Đó là giá trị trung bình số học của cường độ một số mẫu thử:

$$R_{tb} = \frac{\sum R_i}{n} \quad (2.1)$$

R_i - cường độ mẫu thử thứ i ; $i = 1, 2, \dots, n$.

n - số lượng mẫu thử.

2.1.2. Giá trị đặc trưng của cường độ: R_c

Gọi tắt là cường độ đặc trưng. Đó là giá trị cường độ được lấy với xác suất bảo đảm 95%.

$$R_c = R_{tb} (1 - S\sigma) = \beta_b R_{tb} \quad (2.2)$$

β_b - hệ số đồng chất của bê tông (hệ số tương quan giữa R_c và R_{tb});

σ - hệ số biến động cường độ các mẫu thử, xác định theo tính toán thống kê:

$$\sigma = \frac{1}{R_{tb}} \sqrt{\frac{\sum (R_i - R_{tb})^2}{n - 1}}$$

S - hệ số, phụ thuộc vào xác suất bảo đảm. Với xác suất 95% có $S = 1,64$.

Trong trường hợp công nghệ chế tạo bê tông là ổn định, có kiểm tra thường xuyên thành phần của bê tông, thống kê cho biết giá trị của σ vào khoảng 0,135 và như vậy $\beta_b = 0,778$. Khi thi công thủ công hoặc thiếu kiểm tra thành phần của bê tông thì σ có thể lớn hơn 0,15 và β_b giảm xuống dưới 0,75.

2.1.3. Giá trị tiêu chuẩn của cường độ chịu nén: R_{bn}

Gọi tắt là cường độ tiêu chuẩn về chịu nén.

Khi thí nghiệm mẫu thử khối vuông thường đạt được cường độ cao hơn so với bê tông ở trong kết cấu thực. Đó là vì ảnh hưởng của một số yếu tố như ma sát giữa bàn máy nén

và mẫu, kích thước mẫu, tốc độ gia tải... Để kể đến điều này người ta xác định cường độ tiêu chuẩn R_{bn} như sau:

$$R_{bn} = \theta_{kc} R_c \quad (2.3)$$

θ_{kc} - hệ số kết cấu, chuyển đổi cường độ của mẫu thử sang cường độ bê tông của kết cấu. Thông thường $\theta_{kc} = 0,7 \div 0,75$

Giá trị R_{bn} được cho ở phụ lục 1.

Khi thí nghiệm nếu dùng mẫu hình lăng trụ có chiều cao bằng 4 cạnh đáy thì thu được cường độ gần giống như cường độ của bê tông trong kết cấu thực. Vì vậy, cường độ của bê tông (trung bình hoặc đặc trưng) được nhân với θ_{kc} cũng thường được gọi là cường độ lăng trụ.

2.1.4. Giá trị tính toán của cường độ chịu nén: R_b

Đó là giá trị được dùng để tính toán theo trạng thái giới hạn, được gọi tắt là cường độ tính toán. Nó được xác định với một mức độ an toàn và kể đến các điều kiện làm việc.

Cường độ tính toán gốc R_b được xác định theo công thức (2.4)

$$R_b = \frac{R_{bn}}{k_b} \quad (2.4)$$

$k_b = 1,3$ - Hệ số độ tin cậy (hệ số an toàn;

Giá trị của R_b được cho ở phụ lục 3.

Trong những trường hợp cần xét đến điều kiện làm việc của bê tông thì cần nhân R_b với hệ số điều kiện làm việc γ_b cho ở phụ lục 2.

2.1.5. Cường độ tiêu chuẩn và tính toán về kéo

Cường độ tiêu chuẩn về kéo của bê tông, kí hiệu R_{bt} được cho ở phụ lục 1.

Cường độ tính toán về kéo của bê tông, kí hiệu R_{bt} được cho ở phụ lục 3.

2.1.6. Đơn vị của cường độ

Tiêu chuẩn TCXDVN 356-2005 dùng đơn vị của cường độ theo hệ SI là MPa (Mêga Pascal).

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pascal} = 10^6 \frac{\text{Niuton}}{\text{m}^2} = \frac{\text{Niuton}}{\text{mm}^2}$$

So sánh với đơn vị trong hệ kĩ thuật là kG/cm^2 thì:

$$1 \text{ MPa} = 9,81 \text{ kG/cm}^2; \text{ lấy gần đúng } 1 \text{ MPa} = 10 \text{ kG/cm}^2$$

Các loại bê tông thông thường có $R_b = 6 \div 30 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 0,5 \div 1,6 \text{ MPa}$

2.2. MÁC VÀ CẤP ĐỘ BỀN CỦA BÊ TÔNG

Mác và cấp độ bền đều được dùng để biểu thị chất lượng của bê tông. Mac là cách gọi theo tiêu chuẩn cũ TCVN 5574 - 1991. Cấp độ bền là cách gọi theo tiêu chuẩn mới TCXDVN 356 - 2005.

2.2.1. Mác theo TCVN 5574.

Theo tiêu chuẩn TCVN 5574 - 1991, mác bê tông là con số lấy bằng cường độ trung bình của mẫu thử chuẩn tính theo đơn vị kG/cm^2 . Kí hiệu mác bằng chữ M. Bê tông có mác thiết kế M100; M150; M200... M600.

2.2.2. Cấp độ bền theo TCXDVN 356

Tiêu chuẩn TCXDVN 356 - 2005 đưa ra khái niệm cấp độ bền của bê tông kí hiệu là B. Cấp độ bền là con số lấy bằng cường độ đặc trưng của mẫu thử chuẩn tính theo đơn vị MPa. Bê tông có các cấp độ bền là B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60.

Tương quan giữa cấp độ bền B và mác M là:

$$B = \alpha_b \beta_b M \quad (2.1)$$

α_b - hệ số đổi đơn vị, từ đơn vị của M là kG/cm^2 sang MPa; $\alpha_b = \frac{1}{9,81} = 0,1$;

β_b - hệ số tương quan giữa cường độ đặc trưng R_c và cường độ trung bình R_b . Với $\sigma = 0,135$ thì $\beta_b = 0,778$.

2.2.3. Số liệu để thiết kế

Khi thiết kế kết cấu BTCT cần căn cứ vào đặc điểm của kết cấu và điều kiện của thi công để quy định cấp độ bền (hoặc mác) thiết kế của bê tông. Từ cấp độ bền tra ra các giá trị cường độ tính toán gốc ở các phụ lục.

2.3. CÁC LOẠI CỐT THÉP

Cốt thép được dùng ở Việt Nam có từ nhiều nguồn: được sản xuất trong nước theo tiêu chuẩn Việt Nam, được sản xuất theo tiêu chuẩn nước ngoài (nhập phối thép của nước ngoài) hoặc cốt thép nhập từ nước ngoài.

Tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam có:

TCVN 1651 - 1985. Thép cốt bê tông - Thép cán nóng.

TCVN 6285 - 1997. Thép cốt bê tông - Thanh thép vằn.

TCVN 3101 - 1979. Dây thép kéo nguội.

Theo TCVN 1651 - 1985 cốt thép cán nóng được chia thành 4 nhóm: CI, CII, CIII, CIV. Cốt thép nhóm CI là thép trơn trơn, cốt thép nhóm CII, CIII, CIV là thép có gờ.

Theo TCVN 6285 - 1997 cốt thép được chia thành 5 loại: RB300, RB400, RB500, RB400W, RB500W. Con số ghi ở mỗi loại thép bằng giới hạn chảy tính theo đơn vị MPa. Các loại thép RB400W và RB500W là thép dễ hàn. Các loại RB300, RB400 và RB500 là loại khó hàn.

Cốt thép của Nga có các loại AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI.

2.4. CƯỜNG ĐỘ CỦA CỐT THÉP

2.4.1. Giới hạn chảy của cốt thép

Khi thí nghiệm kéo các mẫu thép tìm được giới hạn chảy của nó. Với cốt thép dẻo có giới hạn chảy thực tế. Với cốt thép rắn, không có giới hạn chảy rõ ràng thì xác định giới hạn chảy quy ước (lấy bằng ứng suất với biến dạng dư 0,2%).

2.4.2. Cường độ tiêu chuẩn: R_{sn}

Cường độ tiêu chuẩn của cốt thép lấy bằng giới hạn chảy với xác suất bảo đảm không nhỏ hơn 95%.

Cường độ tiêu chuẩn của một số cốt thép được cho ở phụ lục 5.

2.4.3. Cường độ tính toán của cốt thép về kéo: R_s

Cường độ tính toán được dùng khi tính theo trạng thái giới hạn. Tiêu chuẩn TCXDVN 356 - 2005 quy định:

$$R_s = \frac{R_{sn}}{k_s} \quad (2.6)$$

k_s - hệ số độ tin cậy của cốt thép lấy bằng 1,05 ÷ 1,25 tùy loại thép.

Giá trị cường độ tính toán của các loại thép được cho ở phụ lục 6.

Khi tính toán theo TTGH thứ nhất cường độ tính toán của cốt thép còn có thể được giảm xuống (hoặc tăng lên) bằng cách nhân với hệ số điều kiện làm việc γ_s . Giá trị của các hệ số γ_s được cho ở phụ lục 7.

2.4.4. Cường độ tính toán của cốt thép về nén R_{sc}

Với cốt thép có $R_s \leq 400$ MPa thì lấy $R_{sc} = R_s$.

Với cốt thép có $400 \text{ MPa} < R_s < 500 \text{ MPa}$ lấy $R_{sc} = 400 \text{ MPa}$

Với cốt thép có $R_s > 500 \text{ MPa}$, trong nhiều trường hợp cũng chỉ lấy $R_{sc} = 400 \text{ MPa}$. Trong trường hợp khi tính toán có kể đến nhiều loại tải trọng tác dụng dài hạn và ngắn hạn có thể lấy $R_{sc} = 450 \text{ MPa}$ với cốt thép CIV, AIV và $R_{sc} = 500 \text{ MPa}$ với cốt thép từ AV trở lên.

2.5. HỆ SỐ GIỚI HẠN CHIỀU CAO VÙNG NÉN ξ_R VÀ ξ_d

2.5.1. Hệ số ξ_R

Khi tính toán cấu kiện chịu uốn, nén lệch tâm, kéo lệch tâm thường gặp trường hợp trên tiết diện có một vùng chịu nén, một vùng chịu kéo.

Đặt: x - chiều cao vùng bê tông chịu nén.

h_0 - chiều cao làm việc của tiết diện, bằng khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo đến mép chịu nén.

Tiêu chuẩn TCXDVN 356 - 2005 đưa ra các trường hợp tính toán khi $x \leq \xi_R h_0$ và $x > \xi_R h_0$.

Giá trị của hệ số ξ_R được xác định bằng công thức thực nghiệm. Với BTCT thường (không có ứng lực trước).

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} \quad (2.7)$$

Trong đó: ω đặc trưng vùng chịu nén của bê tông

$$\omega = \alpha - 0,008 R_b$$

R_b - cường độ tính toán của bê tông, tính bằng MPa.

α - hệ số lấy phụ thuộc vào loại bê tông. Với bê tông nặng $\alpha = 0,85$.

- Với bê tông hạt nhỏ nhóm A và bê tông nhẹ $\alpha = 0,80$.

- Với bê tông hạt nhỏ nhóm B, C: $\alpha = 0,75$.

Đối với các loại bê tông được chung áp hệ số α lấy giảm 0,05.

$\sigma_{sc,u}$ - ứng suất giới hạn của cốt thép ở vùng chịu nén được lấy như sau:

a) Đối với cấu kiện làm từ bê tông nặng, bê tông hạt nhỏ, bê tông nhẹ, tùy thuộc vào các yếu tố nêu trong bảng phụ lục 2.

+ Với tải trọng tác dụng như tại mục 2a: ... 500 MPa

+ Với tải trọng tác dụng như tại mục 2b: ... 400 MPa

b) Đối với kết cấu làm từ bê tông rỗng và bê tông tổ ong, trong mọi trường hợp tải trọng đều lấy $\sigma_{sc,u}$ bằng 400 MPa. Khi tính toán kết cấu trong giai đoạn nén trước giá trị $\sigma_{sc,u} = 330$ MPa.

Những giá trị thường dùng của ξ_R (tính toán với $\alpha = 0,85$ và $\sigma_{sc,u} = 400$) được cho ở phụ lục 9A.

2.5.2. Hệ số ξ_d

Khi nội lực của dầm và bản được tính toán theo sơ đồ dẻo, để bảo đảm sự hình thành khớp dẻo thì cần hạn chế chiều cao vùng nén ở những tiết diện dự kiến xuất hiện khớp dẻo:

$$x \leq \xi_d h_0 \text{ hoặc } \xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_d \quad (2.8)$$

ξ_d - hệ số hạn chế chiều cao vùng nén ở khớp dẻo.

Với bê tông cấp độ bền B25 trở xuống lấy $\xi_d = 0,37$. Với B60 lấy $\xi_d = 0,3$. Trong khoảng giữa, lấy ξ_d theo nội suy:

$$\xi_d = 0,37 - 0,002 (B - 25)$$

Giá trị ξ_d cho ở phụ lục 9B.

2.5.3. Thí dụ xác định ξ_R

Thí dụ 2.1. Bê tông nặng cấp độ bền B15, cốt thép CII. Yêu cầu xác định hệ số ξ_R .

Bê tông nặng có $\alpha = 0,85$; cấp B15 có $R_b = 8,5 \text{ MPa}$.

Thép CII có $R_s = 285 \text{ MPa}$.

$$\omega = \alpha - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \times 8,5 = 0,782$$

Lấy $\sigma_{sc,u} = 400 \text{ MPa}$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,782}{1 + \frac{285}{400} \left(1 - \frac{0,782}{1,1}\right)} = 0,648$$

Thí dụ 2.2. Bê tông nặng cấp B40, cốt thép CIII, xác định ξ_R .

Có: $\alpha = 0,85$; $R_b = 22$; $R_s = 365 \text{ MPa}$; $\sigma_{sc,u} = 400 \text{ MPa}$

$$\omega = \alpha - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \times 22 = 0,674.$$

$$\xi_R = \frac{0,674}{1 + \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,674}{1,1}\right)} = 0,498$$