

Mục tiêu và nội dung cơ bản của chương 3 trình bày về các vấn đề sau:

Các nội dung cơ bản về nguyên lý tính toán bao gồm: yêu cầu của sản phẩm thiết kế, tải trọng và tác động, nội lực, biểu đồ bao nội lực, các phương pháp thiết kế kết cấu bê tông cốt thép... từ đó có thể có một cái nhìn tổng quát về các bước thiết kế và phương pháp thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.

Các nguyên lý cấu tạo cơ bản của kết cấu bê tông cốt thép: chọn hình dáng kích thước tiết diện, khung và lưới thép, lớp bê tông bảo vệ, neo và nối cốt thép, khe hở và khoảng cách giữa các cốt thép, cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo... từ đó có thể đúc kết được các kiến thức về cấu tạo cơ bản đồng thời hỗ trợ cho công tác thiết kế và thi công kết cấu bê tông cốt thép.

3.1. NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN

3.1.1. Sản phẩm thiết kế

Thiết kế kết cấu là việc làm bắt đầu từ các ý tưởng về nó, tiến hành phân tích, tính toán rồi thể hiện kết quả thường bằng thuyết minh và bản vẽ. Thuyết minh trình bày các cơ sở của thiết kế, các lập luận và tính toán, các kết quả. Bản vẽ trình bày hình dáng, kích thước của kết cấu, các chỉ định về vật liệu, những cấu tạo chi tiết của các bộ phận.

Yêu cầu đối với thiết kế kết cấu là thoả mãn các điều kiện về sử dụng công trình, bảo đảm độ bền vững, dùng vật liệu hợp lí thuận tiện cho thi công và tính kinh tế. Trong đó, yêu cầu về độ bền vững là quan trọng nhất. Cần có những phân tích tính toán đủ tin cậy để đảm bảo kết cấu có đủ khả năng chịu lực trong mọi giai đoạn xây dựng, sửa chữa công trình. Yêu cầu về sử dụng và về thi công đòi hỏi việc thiết kế kết cấu cần được phối hợp với thiết kế kiến trúc và gắn với công nghệ xây dựng.

Các bước thiết kế kết cấu bê tông cốt thép (BTCT):

Chọn phương án kết cấu và đưa ra sơ đồ tính của kết cấu.

Chọn sơ bộ kích thước tiết diện của các bộ phận.

Xác định tải trọng.

Tính toán nội lực, biểu đồ bao nội lực (hoặc tổ hợp nội lực).

Tính toán tiết diện: bê tông và cốt thép.

Kiểm tra võng và nứt cho kết cấu.

Thiết kế các chi tiết liên kết (nếu có).

Thể hiện bản vẽ.

3.1.2. Tải trọng và tác động

Tải trọng là các lực tác dụng lên kết cấu. Khi thiết kế kết cấu cần xác định tải trọng theo các tiêu chuẩn tương ứng. Với nhà và công trình dùng tiêu chuẩn tải trọng

và tác động TCVN 2737 – 1995, đối với những công trình chuyên dụng dùng những tiêu chuẩn chuyên ngành tương ứng.

Về tính chất tác dụng, chia tải trọng thành 3 loại:

- ✓ Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải) là tải trọng có tác dụng không đổi trong suốt quá trình sử dụng kết cấu như: trọng lượng bản thân kết cấu, vách ngăn cố định,...
- ✓ Tải trọng tạm thời (hoạt tải) là tải trọng có thể thay đổi về điểm đặt, trị số, chiều tác dụng, như: tải trọng cầu trục, gió, người đi lại trên sàn,...
- ✓ Tải trọng đặc biệt là tải trọng rất ít xảy ra như động đất, cháy nổ, ...

Về phương, chiều phân chia thành tải trọng thẳng đứng (trọng lượng bản thân kết cấu, hoạt tải đứng...) và tải trọng ngang (gió, lực hãm ngang của cầu trục nhà công nghiệp ...).

Về trị số, khi tính kết cấu theo trạng thái giới hạn người ta phân biệt hai trị số: Trị số tiêu chuẩn của tải trọng (gọi tắt là tải trọng tiêu chuẩn) và trị số tính toán của tải trọng (tải trọng tính toán).

- ✓ Trị số tiêu chuẩn P_{tc} lấy bằng giá trị thường gặp trong quá trình sử dụng công trình, trị số này xác định theo những số liệu thực tế, theo kết quả thống kê.
- ✓ Trị số tính toán P lấy bằng trị số tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải n . Hệ số này kể đến các bất ngờ, đột xuất mà tải trọng có thể vượt quá trị số tiêu chuẩn, nó được xác định theo một xác suất bảo đảm qui định.

$$P_{tt} = nP_{tc} \quad (3.1)$$

Theo TCVN 2737 - 95: Với tải trọng thường xuyên $n = 1,1 \div 1,3$

Với tải trọng tạm thời $n = 1,2 \div 1,4$

Với tải trọng thường xuyên, nếu khi tải trọng giảm mà làm cho độ an toàn kết cấu giảm thì cần lấy $n < 1$.

Về thời hạn tác dụng, chia tải trọng thành tải trọng tác dụng dài hạn và tải trọng tác dụng ngắn hạn.

- ✓ Tải trọng tác dụng dài hạn bao gồm tải trọng thường xuyên và một phần nào đó của tải trọng tạm thời (như trọng lượng của các thiết bị, vật liệu,...).
- ✓ Tải trọng tác dụng ngắn hạn gồm tải trọng phần còn lại của tải trọng tạm thời (người đi lại, xe cộ, gió,...)

Ngoài các tải trọng còn cần chú ý đến những tác động khác có thể gây ra biến dạng và nội lực trong kết cấu như tác dụng của co ngót, biến thiên nhiệt độ, lún lệch của nền móng,...

3.1.3. Nội lực

Để xác định nội lực trong kết cấu người ta dùng các phương pháp sau:

- ✓ Đối với những kết cấu tĩnh định, ta thường dùng những phương pháp tính toán của môn sức bền vật liệu và cơ học kết cấu.

- ✓ Đối với những kết cấu siêu tĩnh (dầm liên tục, khung...), ta cần xét đến biến dạng dẻo của vật liệu, xét đến việc trong bê tông vùng kéo có xuất hiện vết nứt và xét đến vai trò của cốt thép. Trên cơ sở này, người ta lập một số phương pháp chuyên dùng cho kết cấu BTCT.

Tuy vậy, thông thường người ta vẫn dùng các phương pháp của cơ học kết cấu và lý thuyết đàn hồi để xác định nội lực. Những kết quả tính toán này là gần đúng vì giả thiết cơ bản của phương pháp là xem vật liệu là đàn hồi, đồng chất, đẳng hướng.

Để xác định nội lực và tổ hợp nội lực cần lập các sơ đồ tính:

- ✓ Sơ đồ tính với tĩnh tải, xác định T_g
- ✓ Sơ đồ tính với các trường hợp có thể xảy ra của hoạt tải, xác định T_i . Tại một tiết diện, các giá trị S_i do các sơ đồ hoạt tải gây ra có thể khác nhau về cả trị số và dấu.
- ✓ Nội lực dùng để tính toán hoặc kiểm tra tại tiết diện i là tổ hợp của T_g và một hoặc vài giá trị bất lợi của T_i :

$$T = T_g + \gamma \sum T_i \quad (3.2)$$

γ – hệ số tổ hợp. Lấy $\gamma = 1$ khi chỉ xét một hoạt tải, $\gamma = 0,9$ khi lấy từ 2 hoạt tải trở lên.

3.1.4. Các phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép

a. Phương pháp tính theo ứng suất cho phép (phương pháp đàn hồi)

Các giả thiết tính toán:

Tiết diện biến dạng theo giả thiết mặt phẳng

Xem định luật Hooke là đúng đối với miền bê tông nén.

Xem tiết diện vốn không đồng nhất (bê tông và cốt thép) thành tiết diện đồng nhất chỉ gồm có bê tông (qui đổi diện tích cốt thép thành diện tích bê tông tương đương dựa vào điều kiện $\varepsilon_s = \varepsilon_b$).

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s$$

$$\sigma_b = \varepsilon_b \nu E_b$$

$$\text{Với } \varepsilon_s = \varepsilon_b \Rightarrow \sigma_s; \sigma_s = \nu \frac{E_s}{E_b} \sigma_b = n_s \cdot \sigma_b \quad (3.3)$$

Như vậy mỗi đơn vị diện tích cốt thép chịu lực bằng n_s đơn vị diện tích bê tông. Diện tích tương đương của cốt thép sẽ là $n_s A_s$

Xem bê tông vùng kéo bị nứt, không tham gia chịu kéo.

Xem trạng thái ứng suất ở giai đoạn làm việc cũng tương tự giai đoạn phá hoại.

Tính toán cấu kiện theo phương pháp này là xác định ứng suất trên tiết diện tính toán ở giai đoạn làm việc rồi đem so sánh với ứng suất cho phép.

$$\sigma \leq \sigma_{cp} \quad (3.4)$$

σ : ứng suất do nội lực gây ra

σ_{cp} : ứng suất cho phép của vật liệu

$$\sigma_{cp} = \frac{R}{k}$$

R: cường độ giới hạn của vật liệu

k: hệ số an toàn $k > 1$

(Hệ số an toàn là hệ số đề phòng trường hợp tải trọng vượt quá trị số giả định lúc thiết kế, trường hợp vật liệu có chất lượng không đảm bảo và trường hợp điều kiện làm việc của công trình không như ta mong muốn. Hệ số an toàn này do quy phạm nhà nước quy định.)

Nhược điểm của phương pháp :

Tiết diện BTCT không biến dạng theo giả thiết mặt phẳng.

Bê tông không phải là vật liệu hoàn toàn đàn hồi.

Hệ số n_s biến đổi rất nhiều tùy theo trạng thái ứng suất trên tiết diện, tùy cấp độ bền và tuổi của bê tông .

$k = \frac{R}{\sigma_{cp}}$ - hệ số an toàn. Nhưng trong thực tế k của bê tông và cốt thép khác nhau.

Vấn đề là chọn k như thế nào? Trạng thái ứng suất trên tiết diện ở giai đoạn làm việc và giai đoạn phá hoại rất khác nhau.

b. Phương pháp tính theo nội lực phá hoại

Tính toán dựa vào điều kiện an toàn:

$$kT_c \leq T_{ph} \tag{3.5}$$

Trong đó: T_c – nội lực do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

T_{ph} – nội lực làm phá hoại kết cấu.

k – hệ số an toàn, thường lấy $k = 1,7 \div 2,2$.

Ưu điểm: khi xác định T_{gh} người ta đã dựa vào nhiều kết quả thí nghiệm, xét sự làm việc thực tế có biến dạng dẻo của bê tông và cốt thép. Vì vậy, phương pháp này gần đúng với thực tế của kết cấu nên tiết kiệm vật liệu hơn phương pháp ứng suất cho phép.

Nhược điểm: việc dùng chung hệ số an toàn k chưa phản ánh đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến độ tin cậy (độ an toàn) của kết cấu vì chưa kể đến khả năng thay đổi khác nhau của tải trọng, cường độ vật liệu và các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng chịu lực.

c. Phương pháp tính theo trạng thái giới hạn

Khi kết cấu không còn thỏa mãn các yêu cầu đặt ra cho nó như chịu lực quá lớn, biến dạng quá lớn hay khe nứt quá rộng ..., người ta nói rằng cấu kiện ở vào trạng thái giới hạn.

Kết cấu BTCT được tính theo hai nhóm trạng thái giới hạn: *khả năng chịu lực và điều kiện sử dụng bình thường.*

Trạng thái giới hạn thứ nhất: *khả năng chịu lực*

Tính toán theo trạng thái này nhằm đảm bảo cho kết cấu không bị phá hoại, không

bị mất ổn định (biến hình), không bị hỏng do mỏi.

Tính toán kiểm tra:

$$S \leq S_{gh} \quad (3.6)$$

S : nội lực bất lợi nhất có thể phát sinh trong kết cấu do tải trọng tính toán và các tác động khác gây ra.

S_{gh} : giới hạn bé nhất về khả năng chịu lực của tiết diện.

Tính toán theo trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực là cần thiết cho mọi bộ phận của mọi kết cấu. Cần tiến hành tính toán và kiểm tra ở mọi giai đoạn: chế tạo, vận chuyển, cầu lắp, sửa chữa, sử dụng, giai đoạn sử dụng là quan trọng nhất.

Trạng thái giới hạn thứ hai: điều kiện làm việc bình thường

Tính toán theo TTGH về điều kiện làm việc bình thường nhằm đảm bảo cho kết cấu không có những khe nứt hoặc những biến dạng quá mức cho phép theo các điều kiện:

- Kiểm tra biến dạng: $f \leq f_{gh}$ (3.7)

- Kiểm tra bề rộng khe nứt: $a_{crc} \leq a_{gh}$ (3.8)

Trong đó:

f : biến dạng (độ võng, góc xoay, độ dẫn ...) do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

a_{crc} : bề rộng khe nứt của kết cấu do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

$f_{gh}; a_{gh}$: trị số giới hạn cho phép của biến dạng và bề rộng khe nứt. Trị số này được chọn phụ thuộc vào tính chất và điều kiện sử dụng, phụ thuộc vào điều kiện làm việc của con người, thiết bị, mỹ quan... Thông thường độ võng giới hạn của dầm bằng (1/150 ÷ 1/600) nhịp dầm, bề rộng khe nứt giới hạn $a_{gh} = 0,05 \div 0,4$ mm.

Với kết cấu không cho phép nứt, kiểm tra theo điều kiện

$$T_c \leq T_n \quad (3.9)$$

T_c : nội lực do tải trọng gây ra

T_n : khả năng chống nứt của kết cấu

(T_c là ứng suất kéo lớn nhất trong bê tông do tải trọng gây ra khi bê tông chưa bị nứt, T_n là cường độ chịu kéo của bê tông).

Đối với kết cấu nếu thỏa mãn trạng thái giới hạn 1 thì thường thỏa mãn trạng thái giới hạn 2. Đối với các kết cấu vượt nhịp lớn, vật liệu cường độ cao và các kết cấu làm việc trong môi trường bất lợi phải tính toán theo trạng thái giới hạn 2.

Ưu điểm:

- Phân tích tương đối toàn diện về vấn đề an toàn của kết cấu (đã xét đến các yếu tố đồng chất K, hệ số vượt tải n, hệ số điều kiện làm việc m,...)

- Nội dung và kết quả tính toán phản ánh gần đúng với trạng thái làm việc thực của công trình.

- Tận dụng được khả năng làm việc của vật liệu.

3.1.5. Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của vật liệu

a. Cường độ tiêu chuẩn của cốt thép (R_{sn})

R_{sn} được lấy bằng giá trị ứng suất dulong để kiểm tra khi loại phế phẩm trong sản xuất thép.

R_{sn} phụ thuộc vào nhóm thép, với thép dẻo: giá trị dulong để kiểm tra là giới hạn chảy, với thép giòn giá trị dulong để kiểm tra là giới hạn bền.

b. Cường độ tiêu chuẩn của bê tông R_{bn}

Lấy n mẫu thử của cùng một loại bê tông thí nghiệm ta thu được các cường độ khác nhau R_i , cường độ trung bình được xác định:

$$R_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i$$

Kết quả thống kê cho biết đường cong phân phối xác suất xuất hiện các cường độ R_i có thể coi là đường cong chuẩn. Đặt $D_i = R_i - R_{tb}$

$$\text{Độ lệch quân phương: } d = \sqrt{\frac{\sum D_i^2}{n-1}}$$

Trong thực tế R_{bt} ở các điểm khác nhau trong kết cấu cũng khác nhau

$$\text{Cường độ xác suất: } R_{xs} = R_m - S \cdot d = R_m \cdot (1 - S \cdot v)$$

Với v: hệ số biến động phản ánh tính không đồng nhất của bê tông, $v = \frac{d}{R_{tb}}$

S: số lượng chuẩn phụ thuộc vào đường cong phân phối chuẩn.

Cường độ của bê tông là R được lấy theo xác suất đảm bảo 95%, ứng với $S = 1,64$; $v = 0,135$.

$$R_{bn} = \beta \cdot R_m \cdot (1 - 1,64 \cdot 0,135) = 0,78 \cdot \beta \cdot R_m \quad (3.10)$$

β : hệ số chuyển từ cường độ mẫu lập phương sang mẫu lăng trụ, vì trong kết cấu bê tông làm việc theo mô hình lăng trụ.

R_{bn} và R_{btn} được tra bảng phụ thuộc vào cấp độ bền của bê tông.

c. Cường độ tính toán của vật liệu

Cường độ tính toán của vật liệu khi tính theo trạng thái giới hạn:

$$R_t = \beta \cdot \frac{R_{tc}}{k_t} \cdot m_t \quad (3.11)$$

k: hệ số an toàn về cường độ của vật liệu.

m: hệ số điều kiện làm việc của vật liệu.

t: ký hiệu thay t=s cho phép và thay t=b cho bê tông.

Với bê tông $k_b = 1,3$; $k_{bt} = 1,3$.

Cốt thép $k_s = (1,1 \div 1,25)$ với cốt cán nóng.

$k_s = (1,5 \div 1,75)$ với sợi kéo nguội và sợi cường độ cao.

3.2. NGUYÊN LÝ CẤU TẠO

3.2.1. Chọn hình dạng kích thước tiết diện

Hình dạng và kích thước tiết diện được chọn theo các yêu cầu đảm bảo khả năng chịu lực, độ cứng, ổn định, tận dụng được khả năng của vật liệu, tiết kiệm được vật liệu, thuận tiện thi công.

- ✓ Tiết diện chữ nhật: thuận tiện cho thi công, ít hợp lý về mặt tiết kiệm vật liệu. Thường dùng cho các kết cấu chịu lực vừa và nhỏ hoặc các kết cấu chịu nén.
- ✓ Tiết diện I, T, rỗng: sử dụng vật liệu hợp lý, nhưng thi công khó. Thường dùng với kết cấu chịu lực lớn.
- ✓ Tiết diện vành khuyên: thích hợp với kết cấu chịu mô men theo các phương bất kỳ.

Chọn kích thước tiết diện:

- ✓ Kết cấu toàn khối: chọn kích thước phải chú ý về tiêu chuẩn hóa ván khuôn, với khung toàn khối nên chọn bề rộng dầm và cột giống nhau, kích thước lấy theo bội số của 2cm hoặc 5cm.
- ✓ Kết cấu lắp ghép: chú ý đến vấn đề định hình hóa và tiêu chuẩn hóa, chiều cao tiết diện dầm và cột lấy theo bội số của 5cm, 10cm, hoặc 20cm.
- ✓ Việc chọn kích thước tiết diện sao cho đủ để sắp xếp cốt thép, đủ chiều dày lớp bê tông bảo vệ và khe hở cần thiết giữa các cốt thép.

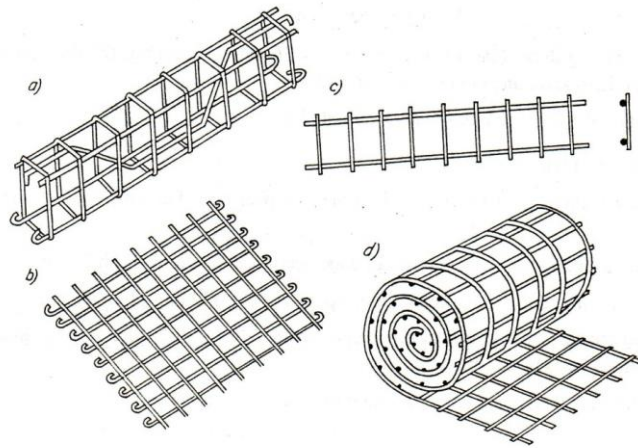
Chọn sơ bộ kích thước tiết diện để xác định tải trọng, nội lực và tính cốt thép. Sau khi có được cốt thép cần tính toán hàm lượng cốt thép $\mu = A_s/A$ để đánh giá sự hợp lý của kích thước tiết diện (A_s là diện tích cốt thép tính toán, A là diện tích tiết diện). Với mỗi loại cấu kiện có một khoảng hợp lý của μ , kích thước tiết diện xem là hợp lý khi μ nằm trong khoảng đó. Nếu không hợp lý thì nên chọn lại và tính lại tiết diện. Chọn kích thước tiết diện, ngoài yêu cầu về khả năng chịu lực còn phải quan tâm đến vấn đề thẩm mỹ.

3.2.2. Cấu tạo khung và lưới cốt thép

Cốt thép đặt vào trong kết cấu không để rời từng thanh mà phải liên kết chúng lại với nhau thành khung hoặc lưới. Khung được dùng trong dầm, cột, lưới được dùng trong bản.

Khung và lưới có thể liên kết bằng cách buộc hoặc hàn.

- ✓ Khung buộc: gồm các cốt dọc và cốt đai.
- ✓ Lưới buộc: tạo nên bằng các thanh rời dùng thép mềm ($\text{Ø}0,8\div\text{Ø}1$) buộc chặt tại các nút.



Hình 2-4: Khung và lưới cốt thép
a,b) Khung và lưới buộc; c) Khung hàn phẳng; d) Lưới hàn cuộn

Hình 3.1. Khung và lưới cốt thép

Ưu điểm: có thể lắp đặt cốt thép một cách linh hoạt phù hợp với sự chịu lực của kết cấu do đó sử dụng hợp lý tiết kiệm cốt thép.

Nhược điểm: thi công chậm

Khung và lưới hàn được chế tạo bằng cách dùng máy hàn để hàn điểm tiếp xúc chỗ các cốt với nhau.

3.2.3. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép

Lớp bê tông bảo vệ được tính từ mép ngoài bê tông đến mép ngoài gần nhất của cốt thép. Lớp bảo vệ có nhiệm vụ đảm bảo sự làm việc đồng thời của cốt thép và bê tông trong mọi giai đoạn, cũng như bảo vệ cốt thép khỏi tác động của không khí, nhiệt độ,...

Trong mọi trường hợp chiều dày bảo vệ không được bé hơn đường kính cốt thép tương ứng, ngoài ra còn không được bé hơn trị số C_o quy định như sau:

a. Với cốt thép chịu lực

Trong bản và tường có chiều dày:

+ Từ 100 mm trở xuống: $C_o = 10$ mm (15mm)

+ Trên 100 mm: $C_o = 15$ mm (20mm)

Trong dầm và sườn có chiều cao:

+ Nhỏ hơn 250 mm: $C_o = 15$ mm (20mm)

+ Lớn hơn hoặc bằng 250 mm: $C_o = 20$ mm (25mm)

Trong cột: $C_o = 20$ mm (25mm)

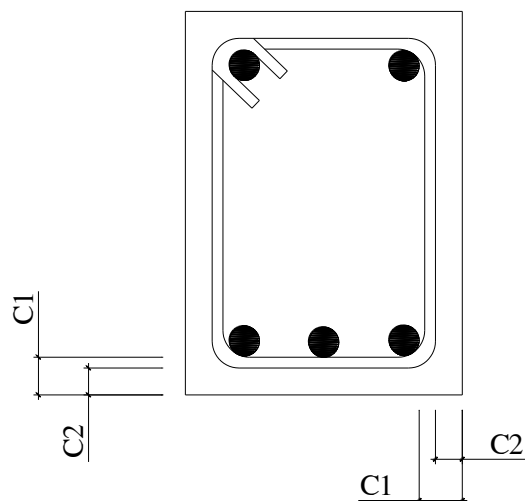
Trong dầm móng: $C_o = 30$ mm

Trong móng:

+ Lắp ghép: $C_o = 30$ mm

+ Toàn khối khi có bê tông lót: $C_o = 35$ mm

+ Toàn khối khi không có bê tông lót: $C_o = 70$ mm.



Hình 3.2. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép

b. Với cốt thép cấu tạo, cốt thép đai

Khi chiều cao tiết diện nhỏ hơn 250 mm, $C_o = 10$ mm (15mm).

Khi chiều cao tiết diện từ 250 mm trở lên, $C_o = 15$ mm (20mm).

Chú thích: Giá trị trong ngoặc (...) áp dụng cho kết cấu ngoài trời hoặc những nơi ẩm ướt.

Đối với công trình gần biển, chịu môi trường xâm thực thì trị số C_o cần được tăng lên từ 5 ÷ 20 mm.

Đối với công trình ở nơi khô ráo, được che phủ, được đổ bằng bê tông nặng cấp độ bền $B > 15$ có chất lượng tốt thì C_o có thể giảm đi 5 mm (trừ trường hợp $C_o = 10$).

Đối với kết cấu trong môi trường xâm thực mạnh cần phải có thêm lớp ốp hoặc các biện pháp bảo vệ đặc biệt.

Ví dụ 3.1: xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho cốt thép dọc của cấu kiện bê tông cốt thép biết cấu kiện là dầm sàn có kích thước 250x500, thép trong dầm có đường kính 25mm, dầm làm việc trong môi trường khô ráo.

Theo quy định cấu tạo đối với dầm trong môi trường khô ráo ta có lớp bê tông bảo vệ được quy định:

$$c_1 \geq \begin{cases} \phi = 25 \\ c_0 = 20 \end{cases} \Rightarrow c_1 \geq 25\text{mm}$$

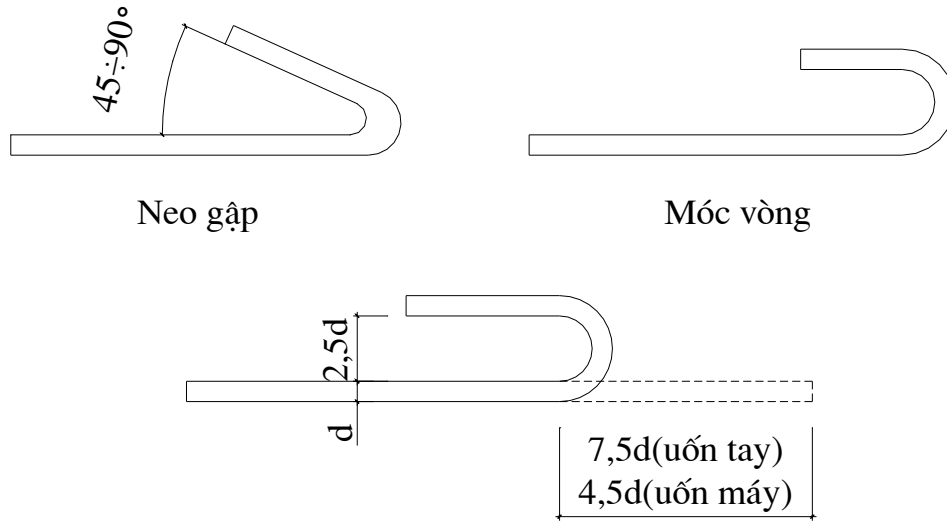
Vậy lớp bê tông bảo vệ tối thiểu là 25mm.

3.2.4. Neo và nối cốt thép

a. Neo cốt thép

Để cốt thép phát huy được khả năng chịu lực cần neo chắc đầu mút của nó vào bê tông ở vùng liên kết, gối tựa.

Đoạn neo cốt thép có thể để thẳng (neo thẳng), uốn móc gập với góc $\alpha = 45^\circ - 90^\circ$ (neo gập) hoặc móc tiêu chuẩn (móc chữ U).



Hình 3.3 Móc neo cốt thép
a) Neo gập; b) Móc vòng

Đối với cốt thép trong khung và lưới hàn, cốt thép chịu nén trong cột thì đầu mút để thẳng. Cốt thép tròn trơn chịu kéo trong khung và lưới buộc được uốn móc. Cốt thép có gờ trong khung và lưới buộc có thể thẳng hoặc dùng neo gập.

Đoạn neo cốt thép kể từ mút thanh đến tiết diện vuông góc với trục dọc cấu kiện mà ở đó nó được tính toán với toàn bộ khả năng chịu lực.

Đoạn l_{neo} được xác định sao cho lực trong cốt thép được truyền vào liên kết thông qua lực dính, cốt thép không bị kéo tuột ra khỏi liên kết. Tức là l_{neo} không được nhỏ hơn giá trị l_{an} xác định theo công thức:

$$l_{an} = (\omega_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an}) \phi \quad (3.12)$$

Đồng thời đoạn neo cũng không được nhỏ hơn giá trị $l_{an}^* = \lambda_{an} \cdot \phi$ và l_{min} .

Các trị số của $\omega_{an}, \Delta_{an}, \lambda_{an}, l_{min}$ cho trong bảng và ϕ là đường kính cốt thép.

Trong trường hợp thanh cần neo có diện tích tiết diện lớn hơn diện tích yêu cầu theo tính toán (chưa sử dụng hết khả năng chịu lực) thì giá trị l_{an} tính theo công thức (3.12) được phép giảm xuống bằng cách nhân với tỉ số diện tích yêu cầu và diện tích thực có.

Trong trường hợp vùng để neo cốt thép không đủ để đặt đoạn neo theo yêu cầu thì có thể dùng các biện pháp neo hỗ trợ như hàn vào đầu mút thanh các bản neo. Lúc này cần tính toán bản neo theo sự chịu lực cục bộ và chiều dài đoạn neo cũng không được nhỏ hơn 10ϕ

Neo cốt thép dọc tại gối biên kê tự do của cấu kiện chịu uốn (nơi có lực cắt lớn và $M = 0$) cần tuân theo các chỉ dẫn về cấu tạo cốt thép dọc chịu uốn trên tiết diện nghiêng.

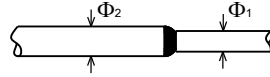
b. Nối cốt thép

Cần phải nối cốt thép khi chiều dài thanh thép không đủ hoặc nếu dùng thanh thép quá dài sẽ trở ngại cho thi công (khi phải dựng đứng thanh cốt thép).

Có thể dùng cách nối hàn, nối buộc, hoặc nối bằng ống lồng.

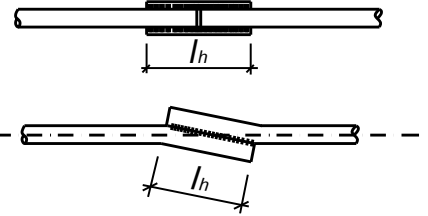
Nối hàn

- ✓ Hàn đối đầu tiếp xúc: dùng cho các thanh có $\phi > 10$ và tỷ lệ $\frac{\phi_1}{\phi_2} \geq 0,85$



- ✓ Hàn hồ quang.

Chiều dài đường hàn được xác định bằng tính toán hoặc bằng thực nghiệm để đảm bảo chịu lực (theo phương pháp tính toán liên kết hàn) cần thỏa mãn điều kiện sau:



- * Kiểu hàn 2 thanh kẹp
 - Hàn 4 đường $l_h \geq 4\phi$
 - Hàn 2 đường $l_h \geq 8\phi$ và dùng khi $\phi \geq 10$
- * Hàn nối không cần thanh kẹp : cần uốn đầu cốt thép để khi ghép lại trục 2 thanh thẳng hàng
 - Hàn 2 bên $l_h \geq 5\phi$
 - Hàn 1 bên $l_h \geq 10\phi$
- * Kích thước đường hàn hồ quang : Chiều dày = $\phi/4$ và $\geq 4\text{mm}$
 Chiều rộng = $\phi/2$ và $\geq 10\text{mm}$

Nối buộc (nối chồng)

Nối chồng là cách đặt hai đầu cốt thép chập vào nhau một đoạn là l_{an} . Thông thường đặt mép của hai thanh sát vào nhau và dùng dây thép mềm buộc lại. Trường hợp nối một thanh với hai thanh khác thì giữa mép của các thanh có thể có một khoảng hở nào đó. Đầu mút của cốt thép tròn, trơn, chịu kéo trong khung và lưới buộc nên được uốn móc.

Trong phạm vi đoạn nối chồng, lực từ thanh thép này truyền sang thanh thép kia thông qua lực dính bám giữa bê tông và cốt thép. Do vậy, trong phạm vi nối chồng cốt thép, bê tông phải làm việc nhiều hơn và phức tạp hơn ở những nơi khác, chính vì vậy trong phạm vi này cần phải tăng cường cốt thép đai và khi thi công cần phải chú ý bảo đảm chất lượng bê tông.

Không nên nối chồng các thanh có đường kính $\Phi > 30\text{mm}$; không được nối chồng các thanh có đường kính $\Phi > 36\text{mm}$.

Không nên nối chồng trong vùng chịu kéo của cấu kiện chịu uốn và chịu nén, kéo lệch tâm tại những nơi cốt thép được dùng hết khả năng chịu lực.

Không được nối chồng trong những cấu kiện thẳng mà toàn bộ tiết diện chịu kéo cũng như trong mọi trường hợp sử dụng cốt thép nhóm CIV trở lên.

c. Nối bằng ống lồng: tham khảo thêm tiêu chuẩn TCXD234-1999.

Đút đầu hai thanh thép cần nối vào một ống bằng thép. Liên kết giữa thanh cốt thép và ống lồng có thể bằng cách dùng máy ép bóp chặt ống vào cốt thép để tạo ma sát, dùng liên kết ren hoặc keo. Lực từ thanh cốt thép này truyền vào ống lồng rồi từ ống lồng truyền vào thanh cốt thép kia. Cần tính toán và lựa chọn ống lồng để nó đủ khả năng chịu lực và truyền lực.

Vi dụ 3.2: xác định đoạn neo cốt thép trong bê tông vùng nén biết bê tông có cấp độ bền B20, thép CII, đường kính thép 25.

Bê tông B20 có $R_b = 11,5\text{Mpa}$;

Thép CII (thép có gờ) có $R_s = 280\text{Mpa}$;

Chiều dài đoạn neo thép được xác định theo công thức:

$$l_{an} = \left(\omega_{an} \cdot \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an} \right) \cdot \phi$$

Với $\omega_{an} = 0,5$; $\Delta_{an} = 8$; $\lambda_{an} = 15$;

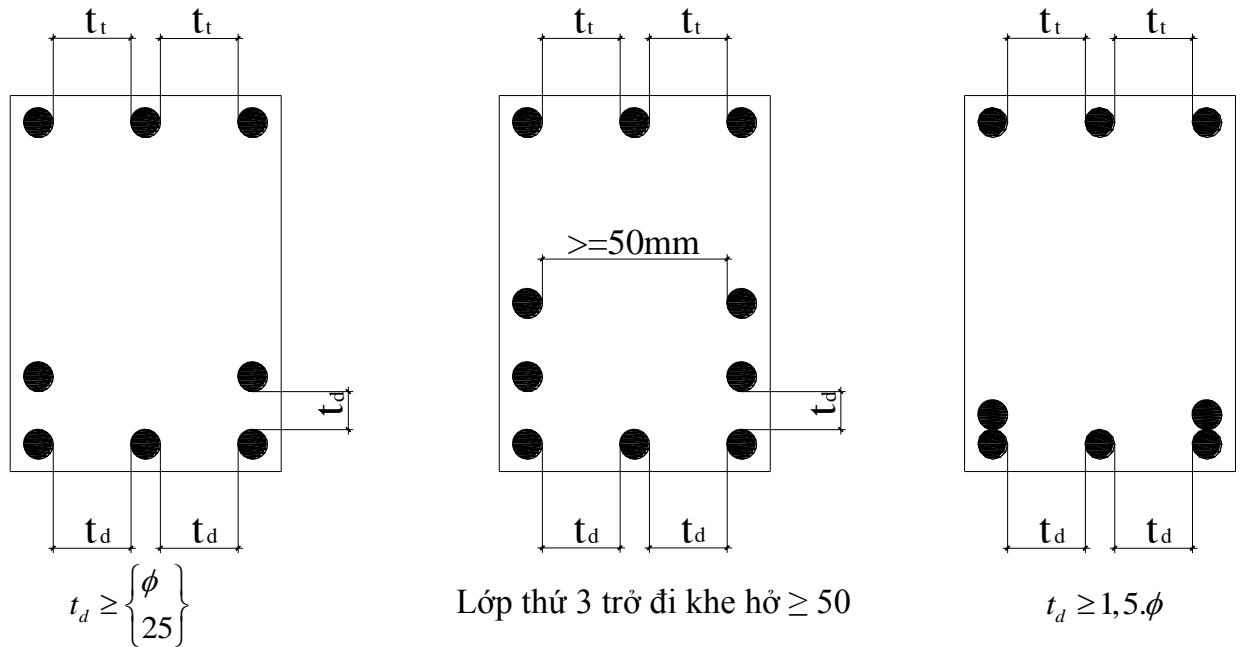
$$l_{an} = \left(\omega_{an} \cdot \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an} \right) \cdot \phi = \left(0,5 \cdot \frac{280}{11,5} + 8 \right) \cdot \phi = 20 \cdot \phi = 20 \cdot 25 = 500\text{mm}$$

$$\text{Đồng thời } l_{an} = 500 \geq \begin{cases} l_{\min} = 200 \\ \lambda_{an} \cdot \phi = 15 \cdot 25 = 375 \end{cases}$$

Kết luận: chọn chiều dài đoạn neo tối thiểu $l_{an} = 500\text{mm}$

3.2.5. Khe hở và khoảng cách

Cốt thép được đặt với khoảng hở t đủ rộng để vữa bê tông có thể dễ dàng lọt qua và để cho xung quanh mỗi cốt thép có được một lớp bê tông đủ đảm bảo điều kiện về lực dính bám.



Hình 3.4. Khe hở và khoảng cách giữa các cốt thép

Khe hở là khoảng cách giữa 2 mép trong của cốt thép, với lớp cốt thép trên gọi là t_t , với lớp cốt thép dưới gọi là t_d , trong mọi trường hợp phải lớn hơn Φ_{\max} .

- Khi đổ bê tông mà cốt thép nằm ngang hoặc nghiêng thì đối với các cốt thép bên dưới $t_d \geq 25$. Nhưng nếu nhiều lớp thì trừ hai lớp dưới cùng các lớp còn lại $t_d \geq 50$.

- Đối với các lớp ở mặt trên $t_d \geq 30$

- Khi đổ bê tông mà cốt thép đặt đứng thì $t \geq 50$

Khi trong tiết diện nhiều cốt thép có thể đặt ghép 2 thanh từng đôi ghép theo phương đổ bê tông và $t_d \geq 1,5 \phi$

Khoảng cách giữa trục các cốt thép trong cùng 1 lớp t cũng không được quá lớn, $t \leq 400$. Nếu $t > 400$ phải đặt thêm thép cấu tạo.

3.2.6. Cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo

Các thanh thép trong khung và lưới có vai trò, nhiệm vụ khác nhau. Tùy theo quan niệm về vai trò và nhiệm vụ của nó, cốt thép được phân thành cốt chịu lực và cốt cấu tạo.

- Cốt thép chịu lực dùng để chịu các ứng lực phát sinh do tác dụng của tải trọng, chúng được xác định hoặc được kiểm tra bằng tính toán (còn gọi là cốt thép tính toán).

- Cốt thép cấu tạo được đặt vào kết cấu với nhiều tác dụng khác nhau: để liên kết cốt chịu lực thành khung hoặc lưới, để giữ cốt thép chịu lực khi thi công, để làm giảm co ngót không đều của bê tông, để chịu ứng suất do nhiệt độ thay đổi, để ngăn cản sự mở rộng các vết nứt, phân bố tác dụng của tải trọng tập trung, v.v... Thực tế thì cốt thép cấu tạo cũng chịu lực nhưng chúng không được tính toán mà được đặt theo quy định, theo kinh nghiệm. Ngoài ra, nếu thiếu cốt thép cấu tạo thì kết cấu có thể không phát huy hết khả năng chịu lực, bị nứt hoặc bị hư hỏng cục bộ.

Ví dụ 3.3: Phát hiện ra sai sót về cấu tạo cho một cột chịu nén với bê tông được đổ theo phương đứng, cột làm việc trong môi trường khô ráo.

Kiểm tra quy định về lớp bê tông bảo vệ cho cốt dọc $c_1 \geq \begin{cases} \phi = 25 \\ c_0 = 20 \end{cases}$

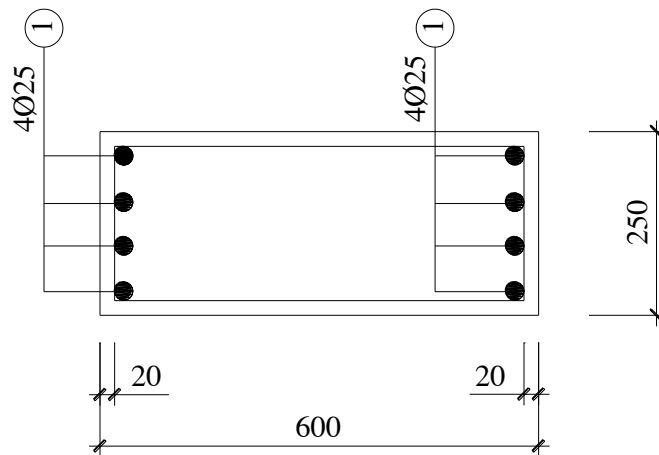
Ta có $c_1 = 20$ không thỏa mãn, sửa lại $c_1 = 25\text{mm}$

Kiểm tra khe hở: với cấu kiện chịu nén và bê tông đổ theo phương đứng khe hở được quy định $t \geq 50$

Ta có $t = \frac{250 - 2 \cdot 25 - 4 \cdot 25}{3} = 33,3\text{mm}$ như vậy không đảm bảo yêu cầu về khe hở, có

thể sửa lại bằng cách bố trí thép thành 2 lớp.

Kiểm tra khoảng cách: ta thấy theo phương h khoảng cách giữa 2 cốt thép lớn hơn 400, sửa lại bằng cách bố trí thêm 2 thanh thép cấu tạo chính giữa tiết diện.



CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Trình bày nguyên tắc thiết kế kết cấu bê tông cốt thép?
2. Nêu các loại tải trọng tác động lên kết cấu công trình?
3. Trình bày các phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép? Phương pháp đang được sử dụng hiện nay? Vì sao?
4. Trình bày nguyên tắc xác định nội lực, tổ hợp nội lực?
5. Cách xác định cường độ tính toán của thép và bê tông?
6. Nêu các nguyên lý cấu tạo trong kết cấu bê tông cốt thép (chọn kích thước tiết diện, khung và lưới cốt thép, cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo, lớp bê tông bảo vệ, khe hở và khoảng cách của cốt thép, neo và nối cốt thép)?
7. Tính chiều dài đoạn nối chồng cốt thép với các số liệu sau: B20, CII, $\phi = 20\text{mm}$, nối trong vùng bê tông chịu nén.
8. Tính chiều dài đoạn neo cốt thép với các số liệu sau: B20, CII, $\phi = 25\text{mm}$, neo trong vùng bê tông chịu kéo.