

NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG

I. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

1. Xác định phương án kết cấu công trình

a/ Để thiết kế phần kết cấu công trình ta cần nghiên cứu các bản vẽ mặt đứng chính, mặt đứng hông, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc, mặt bằng hầm, mặt bằng tầng 1 (trệt), mặt bằng các sàn tầng, mặt bằng mái. Từ đó xác định các kích thước chính của công trình như vị trí tim cột trên mặt bằng (mặt bằng lưới cột), cao trình các sàn tầng, tầng hầm.

Ngoài ra cần tìm hiểu kích thước và sự bố trí hệ thống cầu thang bộ, thang máy, hệ thống cấp, thoát nước, hệ thống điện, các đường ống kỹ thuật, các bộ phận ngầm, khu vực vệ sinh, các loại vật liệu dùng bao che, ngăn phòng, vật liệu trang trí, các thiết bị sử dụng cho công trình.

b/ Nghiên cứu hồ sơ địa chất công trình bao gồm tìm hiểu mặt cắt địa chất (độ sâu và bề dày các lớp đất đá), tính chất và chỉ tiêu cơ lý các lớp đất dưới công trình.

c/ Dự kiến hệ chịu lực chính của công trình (là hệ thống gánh đỡ toàn bộ tải trọng công trình đưa xuống móng) như khung, khung kết hợp vách cứng, lõi cứng ...Sau đó bố trí sơ bộ các bộ phận nhận tải trọng công trình truyền lên hệ chịu lực chính như: sàn, hệ dầm, khu vực thang bộ, thang máy, hồ nước mái, lỗ thông tầng, các hộp gain đường ống thông hơi, điện nước... Kế tiếp chọn vật liệu chịu lực (bê tông cốt thép, thép, gỗ...)

Cuối cùng, chọn sơ bộ các phương án móng khả thi, cao trình đáy móng hay đáy đài móng.

2/ Chọn sơ bộ kích thước tiết diện các cấu kiện của hệ chịu lực

Phải chọn sơ bộ bề dày các loại sàn, kích thước tiết diện hệ dầm, cột, vách của các loại cấu kiện liên quan đến việc truyền tải trọng về hệ chịu lực chính của công trình.

3/ Xác định tải trọng lên các bộ phận chịu lực và hệ chịu lực chính.

4/ Tính toán nội lực của hệ chịu lực chính và của các cấu kiện ứng với trường hợp tải trọng gây nguy hiểm nhất đến hệ chịu lực chính.

5/ Tính toán cốt thép hệ chịu lực chính và cho từng cấu kiện.

6/ Kiểm tra kết cấu theo các trạng thái giới hạn.

7/ Vẽ bản vẽ kết cấu, lập bảng thống kê vật liệu.

Về nguyên tắc, việc thiết kế kết cấu công trình phải thoả các yêu cầu:

Người thiết kế phải biết tạo ra sơ đồ kết cấu, xác định kích thước tiết diện, bố trí và cấu tạo cốt thép sao cho đảm bảo độ bền, độ ổn định và sự bất biến hình không gian trong tổng thể hay riêng từng bộ phận của công trình trong giai đoạn thi công xây dựng và sử dụng.

2. HỆ CHỊU LỰC CHÍNH - SƠ ĐỒ TÍNH KẾT CẤU

Chọn hệ chịu lực chính chủ yếu dựa vào hình khối kiến trúc, mặt bằng lưới cột, cao độ và quy mô công trình, vật liệu chịu lực...

Nên chọn hệ chịu lực chính là hệ siêu tĩnh vì so với hệ tĩnh định tương đương thì nó chịu lực tốt hơn, độ an toàn kết cấu cao hơn.

Chọn khung phẳng khi:

-Cao độ và quy mô công trình nhỏ.

-Mặt bằng công trình có dạng chữ nhật rõ ràng (tỷ số hai cạnh $\geq 1,5$) và lưới cột chia theo từng phương là đều nhau.

Chọn khung không gian khi:

-Khi mặt bằng công trình có dạng vuông hay gần vuông (tỷ số hai phương $< 1,5$) hoặc tìm các cột không cùng trục theo phương dọc hoặc ngang.

- Hoặc công trình nhiều tầng, cao độ lớn, nội lực xuất hiện không xem như bài toán phẳng được, lúc này hệ chịu lực chính làm việc theo sơ đồ không gian, do đó nếu chọn kết cấu khung làm hệ chịu lực chính ta phải tính theo khung không gian, thông thường với nhà từ (20-30) tầng người ta chọn hệ chịu lực chính là khung không gian kết hợp vách cứng, lõi cứng.

Dựa trên hệ chịu lực chính đã chọn, ta đưa ra sơ đồ tính kết cấu tương ứng.

3. HÌNH DẠNG THỰC CỦA CÔNG TRÌNH VÀ SƠ ĐỒ TÍNH KẾT CẤU

Việc thiết kế kết cấu công trình (hệ chịu lực chính và các bộ phận truyền tải lên nó) đòi hỏi phải xác định được nội lực phát sinh trong tất cả các bộ phận chịu lực của công trình do tác động của ngoại lực.

Do năng lực của các phương pháp và công cụ tính toán còn hạn chế nên không thể đo lường hay tính toán nội lực trực tiếp trên công trình thực được, vì vậy, việc tính toán nội lực của công trình được thực hiện trên **sơ đồ tính kết cấu (sơ đồ tính)**.

Xác định sơ đồ tính kết cấu công trình theo các bước:

- Thay thanh bằng đường trục, thay tấm bằng mặt trung bình.

-Thay các mối nối thực bằng các liên kết lý tưởng tương ứng.

-Thay các đặc trưng vật liệu, dạng hình học của bằng các đại lượng tương ứng (E, F, L, I...).

- Đưa tải trọng về đường trục và nút.

* Việc đưa ra sơ đồ tính rất quan trọng, nó phải thoả:

-Phù hợp với những phương pháp tính hiện hành. (các pp được đề xuất trên cơ sở sự lý tưởng hóa).

-Phản ánh đầy đủ các điều kiện làm việc thực tế của công trình.

Sơ đồ tính *phải phù hợp từng giai đoạn chế tạo, vận chuyển, thi công, sử dụng và sửa chữa.*

Nhớ rằng cần có các nguyên tắc **cấu tạo kết cấu để nó làm việc phù hợp với sơ đồ tính đã chọn.**

4. CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép phải thỏa mãn hai trạng thái giới hạn.

TTGH là trạng thái vào lúc đó kết cấu không còn thỏa mãn các yêu cầu được đặt ra từ trước cho nó nữa.

1. Tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất nhằm đảm bảo cho kết cấu :

-Không bị phá hoại dòn, dẻo.

-Không bị mất ổn định về hình dạng (ổn định của kết cấu thành mỏng) hoặc về vị trí (lật, trượt, đẩy nổi...).

-Không bị phá hoại do môi.

-Không bị phá hoại do tác dụng đồng thời của tải trọng và các tác động bất lợi của môi trường.

Công thức chung cho trạng thái giới hạn thứ nhất là:

$$N \leq \Phi$$

N là nội lực tính toán lớn nhất có khả năng xảy ra cho công trình.

Φ là khả năng chịu lực tối thiểu của kết cấu.

2. Tính theo trạng thái giới hạn thứ hai nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của kết cấu sao cho:

-Không cho hình thành và mở rộng vết nứt nếu điều kiện sử dụng không cho xuất hiện vết nứt hay mở rộng vết nứt.

-Không có biến dạng quá giới hạn cho phép (độ võng, góc xoay, góc trượt, dao động).

Công thức chung cho trạng thái giới hạn thứ hai là:

$$f \leq [f] \quad (2)$$

f là trị số biến dạng, chuyển vị, bề rộng khe nứt tính theo trạng thái làm việc nguy hiểm nhất của công trình. [f] là các giá trị giới hạn tương ứng theo quy phạm (xem bảng 1).

BẢNG 1- ĐỘ VÕNG GIỚI HẠN của CÁC CẤU KIỆN THÔNG DỤNG

Loại kết cấu	Độ võng g/hạn f_u
Sàn có trần phẳng, cấu kiện của mái, tấm tường treo	
a) Khi $L < 6m$	$L/200$
b) Khi $6m \leq L \leq 7,5m$	3cm
c) Khi $L > 7,5m$	$L/250$

5. TẢI TRỌNG

Khi thiết kế phải tính với mọi tải trọng và tác động có thể xảy ra trong quá trình sử dụng và cả quá trình vận chuyển, thi công.

Các loại tải trọng:

Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải):

- Tồn tại trong suốt quá trình tồn tại của công trình.
- Không thay đổi về phương, chiều, độ lớn, vị trí tác dụng.

(Trọng lượng bản thân của kết cấu chịu lực và bao che, trọng đất đắp, áp lực đất...Chúng được xác định từ kích thước thiết kế và trọng lượng đơn vị của vật liệu sử dụng)

Tải trọng tạm thời (hoạt tải):

- Thời gian tác dụng ngắn, không liên tục.
- Có thể thay đổi về phương, chiều, độ lớn, vị trí tác dụng.

Chúng được chia làm hai loại:

Hoạt tải dài hạn như: trọng lượng các thiết bị đặt cố định, áp lực hơi, chất lỏng trong bể chứa, phần tải trọng dài hạn lên sàn nhà ở, nhà công cộng, nhà sản xuất lấy theo quy phạm.

Hoạt tải ngắn hạn như: Trọng lượng người, vật liệu, phụ kiện sửa chữa, tải trọng do thiết bị sinh ra khi vận chuyển, khởi động, tải trọng lên sàn nhà ở, nhà công cộng, nhà sản xuất lấy theo quy phạm, tải trọng gió...

Tải trọng đặc biệt như: động đất, nổ...

Trị số tải trọng tạm thời được xác định theo TCVN 2737-1995.

Trị số của tải trọng (tĩnh tải, hoạt tải) đưa vào tính toán công trình được phân hai mức độ:

Tải trọng tiêu chuẩn là tải trọng ứng với điều kiện sử dụng bình thường của kết cấu.

Tải trọng tính toán là tải trọng lớn nhất có thể xảy ra trong quá trình sử dụng công trình.

Tải trọng tính toán bằng Tải trọng tiêu chuẩn nhân với *hệ số độ tin cậy n* (hệ số vượt tải).

Hệ số độ tin cậy n là hệ số kể đến sự gia tăng có thể có của tải trọng trong quá trình sử dụng so với điều kiện bình thường, với kết cấu chịu lực động thì dùng hệ số động k.

Hệ số độ tin cậy n được lấy theo quy định trong TCVN 2737-1995.

Giảm tải trọng tiêu chuẩn (hoạt tải) khi tính sàn, dầm chính, dầm phụ, cột, móng theo diện tích chịu tải A khi A lớn hơn 9m² hoặc A lớn hơn 36m² được quy định trong TCVN 2737-1995, trong đó cũng cho phép giảm hoạt tải khi tính cột, móng khi có *hai sàn* trở lên.

Kiểm tra khả năng chịu tải trọng tập trung tại một vị trí bất lợi trên một diện tích vuông cạnh 10cm đối với các bộ phận sàn, mái, cầu thang, ban công, logia (khi không có tải trọng tạm thời khác), với n=1,2, lấy bằng:

-Sàn, cầu thang: 150 daN.

-Mái, sân thượng, ban công: 100daN.

-Mái leo lên bằng thang dựng sát tường: 50daN.

Tải trọng ngang lên tay vịn cầu thang, ban công, lôgia, với n=1,2, lấy bằng:

-30daN/m đối với nhà ở, nhà nghỉ, mẫu giáo, an dưỡng, bệnh viện.

-150daN/m : Khán đài, phòng thể thao.

-80daN/m: nhà và phòng có yêu cầu đặc biệt.

* Tải trọng gió gồm *áp lực pháp tuyến (lên mặt ngoài W_e và lên mặt trong W_i) và áp lực tiếp tuyến W_f .*

Áp lực tiếp tuyến W_f hướng theo tiếp tuyến với mặt ngoài của công trình trị số áp lực tỷ lệ với hình chiếu bằng (mái răng cưa, lượn sóng, mái có cửa trời) hoặc với hình chiếu đứng (tường có lôgia và tương tự).

Áp lực pháp tuyến lên mặt trong W_i tác dụng bên trong nhà khi tường không kín, có lỗ cửa mở thường xuyên.

* Tải trọng gió gồm hai thành phần: tĩnh và động.

Khi tính W_i hoặc W_e của nhà nhiều tầng cao dưới 40m và nhà công nghiệp một tầng cao dưới 36m với tỷ số độ cao trên nhịp nhỏ hơn 1,5 thì không cần tính thành phần động.

Tải trọng gió tiêu chuẩn tĩnh tại độ cao Z xác định theo công thức:

$$W = W_0 k c$$

W_0 -Giá trị áp lực gió lấy theo bản đồ phân vùng (daN/m²). Riêng đối vùng ảnh hưởng của bão là yếu, giá trị W_0 được giảm 10daN/m² đối với vùng I-A, 12daN/m² đối với vùng II-A, 15daN/m² đối với vùng III-A (TCVN 2737-1995).

k -Hệ số tính đến sự thay đổi do độ cao, địa hình.

c -Hệ số khí động.

Tải trọng gió tính toán tĩnh = Tải trọng gió tiêu chuẩn tĩnh nhân với hệ số độ tin cậy ($n=1,2$).

Thành phần động của tải trọng gió tiêu chuẩn được tính đối với công trình trụ, tháp, ống khói, cột điện, thiết bị dạng cột, hành lang băng tải, giàn giá lộ thiên, nhà nhiều tầng cao trên 40m, nhà công nghiệp cao trên 36m và có tỷ số cao/nhịp lớn hơn 1,5.

Thành phần động của gió gây ra do lực xung của vận tốc gió và lực quán tính của công trình, giá trị của nó được xác định theo chỉ dẫn của TCXD 229-1999.

7. TỔ HỢP TẢI TRỌNG

Tổ hợp tải trọng là sự thiết lập những phương án tác dụng đồng thời của tĩnh tải và các hoạt tải khác nhau (hoạt tải đứng, gió, động đất...) có thể xảy ra trên công trình, nhằm xác định trường hợp tải gây ra nội lực nguy hiểm nhất đến từng phần tử của kết cấu để định ra kích thước tiết diện đảm bảo theo yêu cầu của các trạng thái giới hạn.

Tổ hợp tải trọng gồm có tổ hợp cơ bản và tổ hợp đặc biệt.

Tổ hợp cơ bản gồm tĩnh tải, hoạt tải dài hạn và hoạt tải ngắn hạn. Khi tổ hợp cơ bản gồm tĩnh tải, một hoạt tải thì giá trị của hoạt tải lấy toàn bộ, khi tổ hợp cơ bản gồm tĩnh tải và có từ hai hoạt tải trở lên thì giá trị của các hoạt tải phải nhân với hệ số tổ hợp 0,9.

Hệ số tổ hợp được dùng để giảm trị số hoạt tải nhằm kể đến xác suất có mặt đồng thời của các trường hợp hoạt tải.

Tổ hợp đặc biệt gồm tĩnh tải, hoạt tải dài hạn, ngắn hạn có thể xảy ra và một trong các tải trọng đặc biệt (động đất, nổ, sự cố thiết bị, cấu trúc đất thay đổi...). Tổ hợp đặc biệt có một hoạt tải thì giá trị của hoạt tải được lấy toàn bộ. Tổ hợp đặc biệt có hai hoạt tải trở lên thì giá trị của tải trọng đặc biệt lấy toàn bộ, hoạt tải dài hạn nhân với hệ số 0,95 và hoạt tải ngắn hạn nhân với hệ số 0,8.

8. BÊTÔNG (TCXDVN 356:2005)

Bê tông dùng trong kết cấu bê tông cốt thép là loại bê tông dùng chất kết dính xi măng, cốt liệu đặc vô cơ và có cấu trúc đặc chắc, còn gọi là bê tông nặng, khối lượng riêng từ 1800daN/m³ đến 2500daN/m³.

Chỉ tiêu chất lượng của bê tông biểu thị qua các chỉ tiêu cơ bản:

Mác bê tông theo cường độ chịu nén (M) là cường độ bê tông lấy bằng giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời của mẫu lập phương 15x15x15 cm tuổi 28 ngày, tính bằng daN/cm²

Cấp độ bền chịu nén, ký hiệu chữ B, đơn vị Mpa(10daN/cm²) là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời với xác suất $\geq 95\%$, của mẫu lập phương 15x15x15 cm tuổi 28 ngày, tính bằng daN/cm². Đối với bê tông nặng (2200 kg/m³ đến 2500 kg/m³) có các cấp

độ bền chịu nén là: B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60.

Cấp độ bền chịu kéo, ký hiệu chữ B_t , đơn vị Mpa. Đối với bê tông nặng (2200 kg/m^3 đến 2500 kg/m^3) có các cấp độ bền chịu kéo là: B0,8; B1,2; B1,6; B2; B2,4; B2,8; B3,2.

Theo khả năng chống thấm, ký hiệu chữ W.

Mẫu thử là khối bê tông vuông cạnh 15cm chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và đưa vào thí nghiệm ở tuổi 28 ngày, kết quả xác định cấp độ bền phải thỏa mãn giá trị cường độ với xác suất $\geq 95\%$.

Đối với kết cấu bê tông cốt thép làm từ bê tông nặng phải dùng $B \geq 7,5$; nếu kết cấu chịu tải trọng lặp hoặc thanh chịu nén $B \geq 15$; kết cấu dạng thanh chịu tải lớn như cột cầu trục, cột nhà nhiều tầng thì $B \geq 25$.

Giá trị cường độ tiêu chuẩn (R_{bn} ; R_{btn}) và cường độ tính toán (R_b ; R_{bt}) về nén và về kéo của bê tông nặng tính theo đơn vị Mpa và theo cấp độ bền được cho ở bảng sau đây, trong đó có ghi mác bê tông tương ứng cấp độ bền để tiện sử dụng.

CƯỜNG ĐỘ TIÊU CHUẨN VÀ CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN(MPa)

Cấp độ bền	B15	B20	B25	B30	B35	B40
Mác	M200	M250	B350	B400	B450	B500
R_{bn}	11	15	18,5	22	25,5	29
R_{btn}	1,15	1,4	1,6	1,8	1,95	22
R_b	8,5	11,5	14,5	17	19,5	22
R_{bt}	0,75	0,9	1,05	1,2	1,3	1,4

R_{bn} , R_{btn} là cường độ tiêu chuẩn chịu nén và chịu kéo của bê tông.

R_b , R_{bt} là cường độ tính toán chịu nén và chịu kéo của bê tông.

cường độ tính toán = cường độ tiêu chuẩn chia cho hệ số độ tin cậy.

Hệ số độ tin cậy khi nén của bê tông nặng khi tính kết cấu TTGH1 là 1,3

Hệ số độ tin cậy khi nén của bê tông nặng khi tính kết cấu TTGH2 là 1,0

Các cường độ tính toán của bê tông phải nhân với hệ số điều kiện làm việc thí dụ khi điều kiện làm việc bình thường cho phép bê tông nâng cường độ theo thời gian (môi trường nước, đất ẩm, độ ẩm không khí $>75\%$, kết cấu được giữ ẩm và không chịu bức xạ trực tiếp của mặt trời...) lấy hệ số điều kiện làm việc $\gamma = 1$.

Khi đổ bê tông cột có cạnh lớn nhỏ hơn 30cm lấy $\gamma = 0,85$; đổ bê tông tầng lớp dày hơn 1,5m phương đứng lấy $\gamma = 0,85$.

-Hệ số biến dạng nhiệt đối với bê tông nặng, bê tông nhẹ dùng cát đặc trong khoảng $[-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}]$ là $\alpha_b=10^{-5}$ (1/độ).

-Hệ số biến dạng ngang đối với bê tông (hệ số Poisson) là $\nu=0,2$.

GIÁ TRỊ MÔĐUN ĐÀN HỒI BAN ĐẦU BÊ TÔNG $E_b \times 10^3$ MPa										
Cấp độ bền	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	
Bê tông nặng khô cứng tự nhiên	23	27	30	32,5	34,5	36	37,5	39	39,5	

Mô đun đàn hồi trượt của bê tông lấy bằng $0,4 E_b$ tương ứng.

9. CỐT THÉP(TCXDVN 356:2005)

Theo TCVN 1651-85 có bốn nhóm thép cán nóng: cốt tròn trơn CI, cốt có gờ CII, CIII, CIV. Theo TCVN 3101-79 có dây thép cacbon thấp kéo nguội. Theo TCVN 3100-79 có quy định thép ứng lực trước.

Trong tiêu chuẩn này có kể đến thép từ Nga có các chủng loại sau:

Thép thanh cán nóng: Tròn trơn là A-I và có gờ là A-II, Ac-II, A-III, A-IV, A-V, A-VI.

Thép dạng sợi kéo nguội loại thường có gờ (Bp-I) và cường độ cao(trơn B-II và có gờ Bp-II) và cấp 7 sợi (K-7), cấp 9 sợi (K-19).

(Đối với chi tiết đặt sẵn, bản nổi bằng thép bản, thép hình theo tiêu chuẩn kết cấu thép TCXDVN 338:2005).

Trong kết cấu sử dụng thép thường (không căng trước) nên dùng thép thanh C-I, A-I, C-II, A-II, C-III, A-III, thép sợi nhóm Bp-I. Thép căng trước nên dùng A-V, A-VI, thép sợi nhóm B-II, Bp-II, cấp K-7, K-19.

Cốt dọc chịu lực của dầm, cột nên ưu tiên dùng thép nhóm CII, CIII.

Thép nhóm CI nên dùng làm cốt đai, cốt dọc cấu tạo, cốt lưới buộc trong bản, vò.

Đối với thép không có văn bản pháp lý tin cậy thì phải tiến hành thí nghiệm theo quy định nhà nước nhằm xác định thành phần hóa học, phương pháp sản xuất, giới hạn chảy, gh bền, mô đun đàn hồi, độ biến dạng cực hạn...

Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn của thép R_{sn} là giá trị nhỏ nhất được kiểm soát với xác suất $\geq 95\%$ của giới hạn chảy thực tế hoặc quy ước (=ứng suất với biến dạng dư là 2%).

Cường độ chịu kéo tính toán của thép R_s bằng cường độ chịu kéo tiêu chuẩn chia cho hệ số độ tin cậy

$$R_s = R_{sn} / \gamma_s$$

γ_s -là hệ số độ tin cậy

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất lấy γ_s bằng

= 1,05 đối với nhóm C-I, A-I, C-II, A-II.

=1,1 đối với thép nhóm C-III, A-III có phi=6-8.

=1,07 đối với thép nhóm C-III, A-III có phi=10-40.

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai lấy $\gamma_s = 1$.

Cường độ chịu nén tính toán R_{sc} khi tính theo TTGH thứ nhất và có dính kết giữa bê tông và thép lấy như cường độ chịu kéo, nếu không có dính kết bê tông và thép thì $R_{sc}=0$.

Cường độ tính toán của thép tính theo TTGH 1 phải nhân với hệ số điều kiện làm việc γ_{si} .

Khi tính theo TTGH 2 lấy $\gamma_{si}=1$.

Cường độ tính toán của cốt ngang (đai, xiên) lấy giảm so với R_s bằng cách nhân với hệ số điều kiện làm việc $\gamma_{si}=0,8$ không phụ thuộc loại và mức thép.

CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN của thép thanh theo TTGH 1(MPa)

Nhóm thép	Cường độ chịu kéo (MPa)	Cường độ chịu kéo (MPa)	Cường độ chịu nén (MPa)
	Thép dọc R_s	Thép đai, xiên R_{sw}	R_{sc}
C-I, A-I	225	175	225
C-II, A-II	280	225	280
A-III (phi 6, phi 8)	355	285	355
C-III, A-III (phi 10-40)	365	290	365
C-IV, A-IV	510	405	450

10. CẤU TẠO KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép ngoài việc tính toán chính xác còn phải biết các nguyên tắc cấu tạo kết cấu phù hợp với sự làm việc thực tế của vật liệu và sơ đồ tính kết cấu. Ngoài ra, sự cấu tạo cốt thép còn nhằm chịu những tác động của nội lực phát sinh do sự không phù hợp giữa sơ đồ lý tưởng và sơ đồ thật (về liên kết, về tải trọng), hoặc do sự phức tạp của kết cấu thật mà lý thuyết chưa thể kể đến.

Đối với kết cấu bê tông cốt thép, việc cấu tạo của các cấu kiện cơ bản được trình bày trong phần giáo trình các cấu kiện cơ bản, ở đây chỉ trình bày những điều chung nhất đối với công trình.

1. *Việc chọn kích thước tối thiểu của tiết diện ngoài việc chọn theo tính toán các TTGH còn phải chú ý các yêu cầu về kinh tế, sự thống nhất hóa ván khuôn và cách đặt thép, các điều kiện về công nghệ sản xuất cấu kiện và bảo đảm các yêu cầu về bố trí cốt thép (lớp bảo vệ, khoảng cách các cốt thép) và neo cốt thép.*

Chiều dày bản toàn khối không nhỏ hơn:

Sàn mái : 40mm.

Sàn nhà ở và nhà công cộng: 50mm.

Sàn nhà sản xuất: 60mm.

Bản từ bê tông nhẹ có $B \leq 7,5$: 70mm.

Bề dày các bản lắp ghép, chiều dày tối thiểu dựa trên bề dày lớp bảo vệ và điều kiện đặt cốt thép.

Độ mảnh của cấu kiện chịu nén lệch tâm theo hướng bất kỳ không được lớn hơn:

Cấu kiện btct từ bt nặng, bt nhẹ, bt hạt nhỏ: $\lambda_{gh} = 200$.

Cấu kiện bt từ bt nặng, bt nhẹ, bt hạt nhỏ: $\lambda_{gh} = 90$.

Cấu kiện bt và btct từ bt tổ ong: $\lambda_{gh} = 70$.

Đối với cột nhà: $\lambda_{gh} = 120$

2. **Lớp bê tông bảo vệ** là lớp bê tông có chiều dày tính từ mép cấu kiện đến bề mặt gần nhất của thanh thép. Lớp bảo vệ cho thép chịu lực phải đảm bảo sự làm việc chung ở mọi giai đoạn của kết cấu, nhằm cho cốt thép không bị tác động của không khí, nhiệt độ và các tác động khác của môi trường ngoài.

Đối với **thép dọc chịu lực**, chiều dày lớp bảo vệ *không nhỏ* đường kính thanh thép và *không nhỏ* hơn:

10mm (15mm) đối với bản và tường có chiều dày ≤ 100 mm.

15mm (20mm) đối với bản và tường có chiều dày > 100 mm

15mm (20mm) đối với dầm có chiều cao tiết diện dưới 250mm.

20mm (25mm) đối với dầm có chiều cao tiết diện từ 250mm trở lên.

20mm (25mm) đối với cột .

30mm đối với dầm móng.

30mm đối với móng lắp ghép.

35mm đối với móng đổ tại chỗ có lớp bê tông lót.

70mm đối với móng đổ tại chỗ không có lớp bê tông lót.

Số trong ngoặc áp dụng cho kết cấu ngoài trời, nơi ẩm ướt.

Vùng có ảnh hưởng của hơi nước mặn, của biển lấy theo quy định TCXDVN 327: 2004.

Cốt thép đai, cốt phân bố, cốt cấu tạo: chiều dày lớp bảo vệ *không được nhỏ* đường kính thanh thép và *không nhỏ* hơn:

10mm (15mm) đối với chiều cao tiết diện $h < 250$ mm.

15mm (20mm) đối với chiều cao tiết diện $h \geq 250$ mm.

Đầu mút thanh thép phải cách đầu mút cấu kiện một đoạn *không nhỏ* hơn để bảo đảm đặt nguyên thanh vào ván khuôn dọc theo toàn bộ chiều dài (hoặc chiều ngang) của cấu kiện :

10mm đối với cấu kiện có kích thước < 9 m

15mm đối với cấu kiện có kích thước <12m

20mm đối với cấu kiện có kích thước >12m

3. Khoảng cách tối thiểu giữa các thanh cốt thép phải đảm bảo sự làm việc chung giữa cốt thép và bê tông, thuận lợi cho việc đổ, đầm vữa bê tông.

Khoảng hở thông thủy giữa các cốt thép dọc có vị trí nằm ngang hay nghiêng khi đổ bê tông *không nhỏ hơn đường kính và không nhỏ hơn*:

25mm đối với lớp dưới.

30mm đối với lớp trên.

Khi có nhiều hơn hai lớp theo chiều cao thì các lớp trên hai lớp dưới cùng phải có khoảng hở theo phương ngang ≥ 50 mm.

Với thép có vị trí đứng khi đổ bê tông, khe hở phải ≥ 50 mm.

Trong trường hợp tiết diện bị hạn chế mà phải đặt nhiều cốt thép, cho phép đặt ghép đôi sát nhau theo phương chuyển động của vữa khi đổ.

4. Neo cốt thép

Đối với thép tròn trơn chịu kéo dùng trong khung buộc và lưới buộc phải uốn móc dạng chữ L hay chữ U ở hai đầu, với thép có gờ (thép gân) và thép tròn trơn trong khung hàn, lưới hàn thì không cần uốn móc.

Chiều dài neo thép vào bê tông: cốt thép dọc chịu kéo hoặc chịu nén cần được neo vào bê tông bằng cách kéo quá tiết diện mà tại đó thép được tính chịu lực toàn bộ một khoảng không nhỏ hơn L_{an} :

$$L_{an} = (\omega_{an} R_s / R_b + \Delta\lambda_{an}) d \text{ và không nhỏ hơn } L_{an} = \lambda_{an} d.$$

d - đường kính cốt thép; ω_{an} , $\Delta\lambda_{an}$ và λ_{an} theo bảng sau đây:

Điều kiện làm việc của cốt thép	Các Hệ số							
	Đối với cốt thép có gờ				Đối với cốt thép có gờ			
	ω_{an}	$\Delta\lambda_{an}$	λ_{an}	L_{an}	ω_{an}	$\Delta\lambda_{an}$	λ_{an}	L_{an}
		\geq	\geq mm			\geq	\geq mm	
1. Neo cốt chịu kéo trong vùng bê tông chịu kéo	0,7	11	20	250	1,2	11	20	250
2. Neo cốt chịu nén hay kéo vùng bê tông chịu nén	0,5	8	12	200	0,8	8	15	200
3. Mối nối chồng thép trong bê tông chịu kéo vùng kéo	0,9	11	20	250	1,55	11	20	250
4. Mối nối chồng thép trong bê tông chịu nén	0,65	8	15	200	1	8	15	200

-Khi không đủ điều kiện thực hiện yêu cầu về neo cốt thép, phải dùng các biện pháp khác tăng cường sự neo thép, khi đó chiều dài neo cũng không nhỏ hơn 10d.

5. Hàm lượng của thép $\mu\%$ là tỷ số giữa diện tích tiết diện cốt thép với diện tích tiết diện làm việc của bê tông ($b \cdot h_0$) không được nhỏ hơn các giá trị trong bảng sau:

HÀM LƯỢNG TỐI THIỂU CỦA CỐT THÉP

Điều kiện làm việc của cốt thép	$\mu_{\min} \%$
1. Cốt thép F_a của cấu kiện chịu uốn và của cấu kiện chịu kéo lệch tâm có lực dọc nằm ngoài chiều cao làm việc của tiết diện	0,05
2. Cốt thép F_a và F_a' của cấu kiện chịu kéo lệch tâm có lực dọc nằm giữa bé F_a và F_a' của	0,06
3. Cốt thép F_a và F_a' của cấu kiện chịu nén lệch tâm khi:	
a. $l_0 / i < 17$	0,05
b. $17 \leq l_0 / i \leq 17$	0,10
c. $35 \leq l_0 / i \leq 83$	0,20
d. $l_0 / r > 83$	0,25

Đối với cấu kiện chịu nén, kéo đúng tâm mà thép đặt đều theo chu vi thì giá trị $\mu_{\min}\%$ lấy gấp đôi số liệu cho ở trên.

6. Đường kính cốt thép dọc của cấu kiện chịu nén dùng bê tông nặng lấy không lớn hơn 40mm khi $B \leq 25$.

Đường kính cốt thép dọc của cấu kiện chịu nén lệch tâm đồ toàn khối lấy ≥ 12 mm.

Trong cấu kiện thẳng chịu nén lệch tâm khoảng cách giữa các trục cốt thép dọc theo phương thẳng góc mpẳng uốn phải ≤ 400 mm, còn theo phương mpẳng uốn ≤ 500 mm.

Trong dầm có chiều rộng $b > 150$ mm, số cốt dọc chịu lực đưa vào gối không ít hơn 2 thanh.

Trong bản, số cốt dọc chịu lực đưa vào gối có khoảng cách ≤ 400 mm và không ít hơn 1 / 3 số lượng cốt giữa nhịp tính theo M_{\max} . Khoảng cách giữa cốt thép chịu lực tại giữa nhịp và trên gối tựa của bản không lớn hơn:

200mm khi bề dày bản ≤ 150 mm.

$1,5h_{\text{ban}}$ khi bề dày bản > 150 mm.

Cấu kiện chịu uốn có chiều cao $>700\text{mm}$, cần đặt cốt cấu tạo sao cho khoảng cách giữa các cốt dọc $\leq 400\text{mm}$ và diện tích tiết diện của chúng $\geq 0,1\%$ diện tích phần tiết diện bê tông có kích thước:

Theo chiều cao cấu kiện: bằng khoảng cách giữa các thanh cốt thép này.

Theo chiều rộng cấu kiện: bằng $1/2$ bề rộng dầm và $\leq 200\text{mm}$.

7. Khoảng cách giữa các cốt ngang (cốt đai) không được quá 600mm và không quá hai lần bề rộng của cấu kiện.

Nếu có cốt thép dọc tính chịu nén thì khoảng cách cốt ngang (đai) không lớn hơn 15 lần đường kính nhỏ nhất của cốt dọc chịu nén khi dùng khung buộc, 20 lần khi dùng khung hàn với $R_{sc} \leq 400\text{MPa}$. Nếu $R_{sc} \geq 450\text{MPa}$ thì không được $>400\text{mm}$ và $12d$ (buộc) và $15d$ (hàn).

Trong đoạn thép chịu lực nổi chông không hàn, khoảng cách cốt đai của cấu kiện nén lệch tâm $\leq 10d$.

Nếu hàm lượng cốt dọc chịu nén $>1,5\%$ hoặc toàn bộ tiết diện bị nén và tổng thép nén và kéo của tiết diện $>3\%$ thì khoảng cách cốt đai phải $\leq (10d, 300\text{mm})$.

Trong cấu kiện chịu nén lệch tâm, khung buộc, các cốt dọc cần đặt vào chỗ uốn của cốt đai (cách 1 thanh) khoảng cách chỗ uốn này không quá 400mm theo cạnh của tiết diện. Khi cạnh tiết diện không quá 400mm và trên mỗi cạnh có không quá 4 cốt dọc thì được dùng một cốt đai bao quanh toàn bộ cốt dọc.

Trong cấu kiện chịu nén thẳng lệch tâm, đường kính cốt đai $\geq 0,25d$ và 5mm (d -đường kính cốt dọc max).

Đường kính cốt đai trong cấu kiện chịu uốn lấy không nhỏ hơn 5mm khi chiều cao h cấu kiện $\leq 800\text{mm}$ và không nhỏ hơn 8mm khi $h > 800\text{mm}$.

Trong cấu kiện chịu kiểu dầm có $h > 150\text{mm}$ phải đặt cốt đai.

Cốt ngang trong dầm: khoảng cách giữa các cốt ngang lấy không lớn hơn các giá trị sau:

Đoạn gần gối tựa ($1/4$ nhịp khi tải phân đều, từ gối tựa đến lực tập trung đầu tiên nhưng không nhỏ hơn $1/4$ nhịp khi dầm chịu tải tập trung)

Khi chiều cao tiết diện $h \leq 450\text{mm}$: $\leq 0,5h$ và $\leq 150\text{mm}$.

Khi chiều cao tiết diện $h > 450\text{mm}$: $\leq h/3$ và $\leq 500\text{mm}$.

Đoạn còn lại giữa dầm: $\leq 3h/4$ và $\leq 500\text{mm}$ khi $h > 300\text{mm}$.

Trong bản, vùng có nén thủng, cốt ngang có bước $\leq h/3$ và $\leq 200\text{mm}$, chiều rộng vùng đặt thép ngang $\geq 1,5h$ (h - bề dày bản).

Trong dầm console ngắn lấy bước đai $\leq h/4$ và $\leq 150\text{mm}$.

8. Cốt đai trong cấu kiện chịu uốn xoắn: phải buộc làm thành vòng kín và chập lên nhau $30d$.

Cấu kiện chịu uốn xoắn cần đặt thép dọc trên mọi cạnh của tiết diện. Cạnh từ 100-200mm ít nhất 2 cốt, trên 200mm ít nhất 3 cốt, khoảng cách chúng không quá 200mm.

9. Liên kết nối buộc (chồng cốt thép) dùng trong khung và lưới buộc có đường kính không quá 36mm. Chiều dài đoạn chồng lên của thép lấy như chiều dài neo.

Không nên dùng nối buộc trong vùng kéo của cấu kiện chịu uốn và kéo lệch tâm tại vùng mà cốt thép được dùng hết khả năng chịu lực.

Không được dùng nối buộc trong cấu kiện chịu kéo và trong trường hợp sử dụng thép nhóm CIV (AIV).

Tại một vị trí, đối với thép tròn trơn **không được nối quá 25%** thép dọc chịu lực, đối với thép gờ **không được nối quá 50%** thép dọc chịu lực.

10. Vị trí thiết kế của cốt thép chịu lực: phải được bảo đảm bằng các miếng chèn, lót bằng bê tông sỏi nhỏ.

Các lỗ có kích thước lớn trong bản cần được đặt thép theo chu vi lỗ, diện tích tiết diện không nhỏ hơn diện tích tiết diện cốt chịu lực của phương đó.

Khi thỏa điều kiện: $Q \leq K_1 R_k b h_0$

K_1 lấy bằng 0,6 với dầm và 0,8 với bản (bê tông nặng) thì không cần tính khả năng chịu lực của tiết diện nghiêng theo lực cắt, cốt ngang đặt theo cấu tạo.

Cốt xiên có thể dùng trong khung buộc của cấu kiện chịu uốn để tăng khả năng chịu cắt, chỗ uốn lên có bán kính $\geq 10d$, đoạn thẳng đầu cốt xiên phải $\geq 20d$ ở vùng kéo và $\geq 10d$ ở vùng nén.

Cốt dọc đặt tại góc tiết diện được kê cho cả hai cạnh chứa nó.

Đối với cấu kiện lắp ghép kể đến nội lực sinh ra khi vận chuyển, cầu lắp, tải trọng do trọng lượng bản thân nhân với hệ số động lực khi vận chuyển là 1,6; khi cầu lắp là 1,4; nếu có điều kiện cụ thể có thể lấy nhỏ hơn nhưng $\geq 1,25$.

11. KHE BIẾN DẠNG

Gồm có hai loại: Khe nhiệt độ và khe lún.

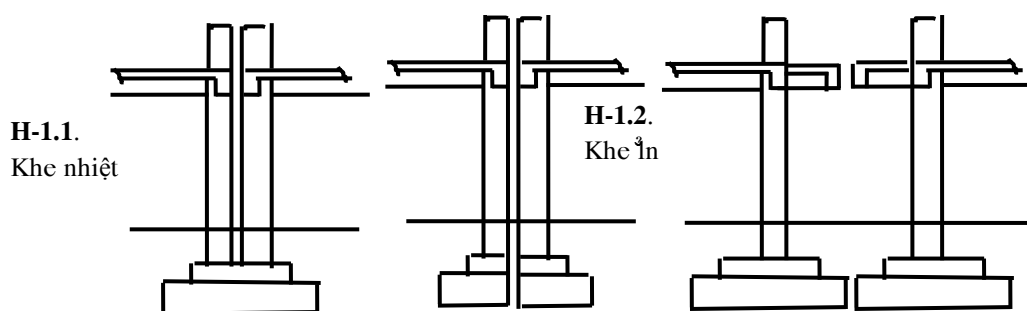
Khi nhiệt độ thay đổi (do thời tiết, do sử dụng, ...) thì từng phần tử (thanh, tấm,...) của kết cấu cũng có co giãn theo ứng xử tự nhiên của vật liệu làm nên cấu kiện đó, lúc này trong kết cấu siêu tĩnh tạo nên bởi các phần tử đó có xuất hiện nội lực phụ, trị số của nội lực phụ có thể vượt quá khả năng chịu lực của kết cấu, nó sẽ gây nứt nẻ, hư hỏng các bộ phận kết cấu. Trong trường hợp này người ta có thể tính kết cấu chịu tác dụng của nhiệt độ nếu có yêu cầu và các số liệu tương ứng. Thông thường, nếu không tính kết cấu chịu nhiệt độ, để giảm trị số nội lực phụ phát sinh do công trình quá dài, biến dạng do nhiệt lớn, người ta chia cắt công trình theo bề dài và bề ngang từ mái đến mặt trên móng, gọi là **khe nhiệt độ** (H-1.1) sao cho chiều dài của mỗi khối công trình không vượt quá mức cho phép.

Khoảng cách lớn nhất của khe nhiệt cho phép không tính của kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép hay toàn khối khi kết cấu làm việc trong đất là 50m, trong nhà là 40m và ngoài trời là 30m. Nếu nhà một tầng lấy tăng lên 20%.

Khi công trình có thể xảy ra lún không đều do địa chất khác nhau hay do tải trọng từng phần công trình khác nhau, người ta cắt công trình suốt từ mái qua móng, gọi là **khe lún** (H-1-2).

Có thể kết hợp khe nhiệt và khe lún chung một chỗ. Khoảng cách giữa các khe nhiệt phải xác định bằng tính toán.

Khi không bố trí khe nhiệt và khe lún với những công trình có khả năng xảy ra ứng suất phụ nguy hiểm phải có biện pháp khác chống lại các ứng suất phụ này hoặc tính công trình chịu tác dụng của nhiệt độ và lún lệch.



12. BẢN VẼ ĐỐI VỚI KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Có hai loại: tổng thể và chi tiết.

Bản vẽ tổng thể giới thiệu tổng quát về kết cấu gồm các mặt bằng, các mặt cắt, các kích thước cơ bản như nhịp, bước cột, các cao trình, quy định các trục và khoảng cách, kích thước tiết diện, sơ đồ tính, sơ đồ tải trọng, thống kê vật liệu cho toàn bộ công trình.

Bản vẽ chi tiết thể hiện đầy đủ mọi bộ phận của kết cấu với cấu tạo và kích thước cụ thể.

Bản vẽ phải chính xác, rõ ràng, đầy đủ, thống nhất, đúng quy cách kỹ thuật.

Hình dạng, kích thước kết cấu phải thể hiện **đúng tỷ lệ**. Cần chọn tỷ lệ thích hợp, với chi tiết bé, phức tạp nên vẽ với tỷ lệ lớn, trong một hình không nên dùng hai tỷ lệ, cũng không dùng các tỷ lệ khác nhau cho các mặt cắt của cùng một cấu kiện.

Đối với bản vẽ bố trí kết cấu thường theo tỷ lệ: 1/100, 1/200, 1/500.

Bản vẽ bố trí cốt thép trong cấu kiện lấy: 1/10, 1/20, 1/50, 1/100.

Để thể hiện cốt thép, quy ước xem bê tông là trong suốt chỉ cần vẽ đường viền bên ngoài. Trên chiếu đứng, vẽ tất cả các thanh có trong chiều dày cấu kiện, trên mặt cắt, chỉ vẽ những thanh có trực tiếp tại mặt cắt đó. Tại những nút giao nhau, chỉ vẽ thép đang thể hiện, không vẽ thép của cấu kiện cắt qua nó.

Trong kết cấu nhiều nhịp, không cần vẽ lại cốt thép những nhịp giống nhau. Trong kết cấu đối xứng, chỉ cần vẽ phân nửa.

Ký hiệu thép dùng đường dóng, cuối đường dóng có con số trong vòng tròn ghi một loại cốt thép giống nhau về đường kính, hình dạng, kích thước, trên đường dóng ghi số thanh, đường kính, chiều dài, khoảng cách. Chỉ cần ghi một lần như vậy, ở tiết diện khác chỉ cần ghi số của thanh thép (H-1.3).

Thể hiện các chi tiết đặt sẵn được vẽ trên bản vẽ khác, không vẽ trên bản vẽ cốt thép.

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ và khoảng cách giữa các cốt thép trong các tiết diện chính cần được ghi.

Cần ghi trên chú thích những điều cần thiết chưa thể hiện trên hình như: Mác thiết kế của bê tông, nhóm và mác cốt thép, nổi và neo cốt thép, bề dày lớp bảo vệ, các chú ý khi thi công.

