

NGUYÊN LÝ CẤU TẠO & TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT.

Cấu tạo là vấn đề rất quan trọng trong thiết kế. Việc cấu tạo chính xác và hợp lý phải được xem ngang hàng như việc tính toán chính xác trong thiết kế kết cấu. Cấu tạo kết cấu Bê tông Cốt thép phải đảm bảo các yêu cầu về chịu lực, biến dạng, khe nứt, ổn định, chống xâm thực, hư hỏng trong quá trình sử dụng, yêu cầu về thi công và tiết kiệm vật liệu.

Thiết kế kết cấu BTCT gồm 2 việc chính: tính toán và cấu tạo được xem ngang hàng.

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; Xác định khả năng chịu lực của kết cấu hoặc tính toán tiết diện và cốt thép.

Việc 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.

Cần giải quyết thỏa đáng mối quan hệ giữa hai phần trên nhằm đảm bảo: Độ an toàn của kết cấu và tiết kiệm vật liệu, phù hợp với điều kiện thi công.

1. NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Khi Kết cấu BTCT ra đời thì môn Sức Bền Vật Liệu đã phát triển tương đối hoàn chỉnh nên người ta đã vận dụng lý thuyết này vào tính toán Kết cấu BTCT. Đó là phương pháp ứng suất cho phép (phương pháp này được dùng rộng rãi đến mãi thời gian gần đây, ngày nay một số nước vẫn dùng).

Nhưng càng ngày việc nghiên cứu loại vật liệu mới này sâu sắc hơn, người ta đã cải tiến phương pháp tính toán Kết cấu BTCT cho phù hợp với tính chất của vật liệu. Tức là không coi BTCT là vật liệu đàn hồi mà xem chúng là vật liệu đàn hồi dẻo. Đưa PP tính theo giai đoạn phá hoại để thay PP tính theo ứng suất cho phép (1931) và sau chiến tranh thế giới thứ hai đã phát triển thành PP tính theo trạng thái giới hạn.

1.1. Tải trọng, tác động:

Tải trọng tác dụng lên công trình do nhiều nguyên nhân với tính chất cũng như thời gian tác dụng khác nhau. Để tiện việc xác định tải trọng và tính nội lực do từng loại, người ta tiến hành phân loại. Có các cách phân loại như sau:

- **Theo tính chất:** chia làm 3 loại

Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải): là tải trọng tác dụng không đổi suốt quá trình sử dụng công trình (trọng lượng bản thân kết cấu, các vách ngăn cố định...). Tĩnh tải được xác định theo số liệu cụ thể về cấu tạo.

Tải trọng tạm thời (hoạt tải): có thể thay đổi về điểm đặt, trị số, phương chiều tác dụng (tải trọng sử dụng trên sàn, do cầu trục, do ô tô, tải trọng gió...).

Tải trọng đặc biệt: loại tải này ít khi xảy ra, có thể chỉ tính với các công trình đặc biệt hoặc theo vị trí địa lý (động đất, nổ, cháy, do các vi phạm nghiêm trọng đến chế độ kỹ thuật của quá trình công nghệ, do các thiết bị mất chính xác tạm thời hoặc bị hư hỏng gây ra, do lún nền vì những thay đổi căn bản trong cơ cấu nền..)

- **Theo phương, chiều:** chia làm 2 loại

Tải trọng đứng: hầu hết do trọng lực (trọng lượng bản thân, các trọng lượng sử dụng..).

Tải trọng ngang (gió, lực hãm cầu trục trong các nhà công nghiệp, động đất..).

- **Theo trị số khi tính theo PP trạng thái giới hạn:** chia làm 2 loại

Trị số tiêu chuẩn (Tải trọng tiêu chuẩn): là tải trọng do thiết kế qui định lấy trong điều kiện làm việc bình thường của kết cấu (Tất nhiên trị số tải trọng tiêu chuẩn này cũng đã được lấy hơn chút ít so với tải trọng thường xuyên tác dụng lên kết cấu, theo số liệu thực tế hoặc các kết quả thống kê).

Tải trọng tính toán: là tải trọng đã có xét đến sự tăng giảm bất thường của tải trọng thực tế so với trị số tiêu chuẩn trong trường hợp nguy hiểm nhất.

Sự tăng giảm của tải trọng tính toán so với tải trọng tiêu chuẩn được biểu thị qua hệ số độ tin cậy về tải trọng (hệ số vượt tải) n.

$$TTTT=n.TTTC. \quad (3-1)$$

TTTC, n: Lấy theo TCVN 2737-1995.

Thí dụ: - Đối với trọng lượng bản thân $n=1,1$; có khi $n<1$ nếu sự giảm tải là nguy hiểm.

- Đối với các loại khác $n=1,2 \div 1,4$.

- **Theo thời hạn tác dụng của tải trọng:** chia làm 2 loại

Hoạt tải có một phần tác dụng dài hạn (gồm trọng lượng các thiết bị cố định, tải trọng trên sàn nhà kho, trọng lượng một số bộ phận của công trình có thể thay đổi vị trí (như tường ngăn), áp lực các chất lỏng, chất khí trong đường ống, bể chứa..)

Và một phần tác dụng ngắn hạn (do các thiết bị vận chuyển di động, người đi lại, đồ đạc và các thiết bị nhẹ, tải trọng gió, tải trọng phát sinh do vận chuyển và lắp ghép, trọng lượng của vật liệu và thiết bị để xây dựng hay sửa chữa công trình..)

1.2. Nội lực:

- Với kết cấu tĩnh định (dầm, cột ..đơn giản): Dùng PP tính của SBVL hoặc CHKC.

- Với kết cấu siêu tĩnh (dầm liên tục, khung, vỏ mỏng..): Vì BTCT là vật liệu hỗn hợp, BT vùng nén thường có vết nứt, BT chịu nén và cốt thép có biến dạng dẻo.. Nên khi tính toán theo các PP của CHKC hoặc lý thuyết đàn hồi thì kết quả cũng chỉ được xem là gần đúng (Với kết cấu thông thường mức độ sai số trong phạm vi cho phép)

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

- Một sơ đồ tính với tĩnh tải (cho nội lực T_g).

- Một số sơ đồ tính với các trường hợp có thể xảy ra của hoạt tải (cho các nội lực T_i).

Nội lực tính toán là tổ hợp của T_g và các T_i : $T = T_g + \sum T_i \quad (3 - 2)$

1.3. Tính toán tiết diện BTCT:

Tính toán về khả năng chịu lực của kết cấu BTCT ta gặp 2 dạng bài toán sau:

- **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, vậy điều kiện kiểm tra là : $T \leq T_{td}$. $(3 - 3)$

- **Bài toán tính cốt thép** (BTthiết kế): cũng từ điều kiện (3 - 3) nhưng trong biểu thức xác định T_{td} thì cốt thép còn là ẩn số (cần xác định).

a. Phương pháp tính theo ứng suất cho phép:

Thực chất của phương pháp là xác định ứng suất trên các tiết diện ở giai đoạn làm việc (Tức là khi cấu kiện chịu tải trọng sử dụng), và đem so sánh với ứng suất cho phép của vật liệu xem có thỏa mãn điều kiện: $\sigma \leq [\sigma]$.

Trong đó:

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

- $[\sigma]$: Ứng suất cho phép của vật liệu.

$$[\sigma] = R/k \quad \left| \begin{array}{l} R: \text{giới hạn chịu lực của vật liệu.} \\ k > 1 \text{ hệ số an toàn.} \end{array} \right.$$

Phương pháp này do Navire đưa ra và đưa vào quy phạm Pháp năm 1906.

Giả thiết tính toán:

① Giả thuyết TD phẳng: TD trước và sau khi biến dạng vẫn là phẳng và vuông góc với trục của cấu kiện.

② 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: $\epsilon_a = \epsilon_{bk}$.

$$\epsilon_a = \sigma_a / E_a = \epsilon_{bk} = \sigma_{bk} / E_b \Rightarrow \sigma_a = (E_a / E_b) * \sigma_{bk} = n \sigma_{bk}$$

Tức là đối với một diện tích cốt thép chịu kéo tương đương với n lần diện BT hay diện tích cốt thép F_a quy đổi thành nF_a diện tích BT.

③ Sơ đồ ứng suất của miền BT chịu nén xem là tam giác (Tức đàn hồi); Không xét BT chịu kéo mà chỉ xét diện tích Bê tông quy đổi của cốt thép chịu kéo (Gđ II TTUS-BD).

Tiết diện quy đổi và sơ đồ ứng suất (TD chữ nhật):

Mômen quán tính của TD quy đổi đối với trục trung hòa:

$$J_{qd} = bx^3/3 + nF_a * (h_0 - x)^2$$

Vị trí trục TH xác định bằng cách cho mô men tĩnh của TD quy đổi lấy đối với trục đó = 0:

$$S_{qd} = bx^2/2 - nF_a * (h_0 - x) = 0$$

Theo SBVL, ứng suất lớn nhất của BT chịu nén:

$$\sigma_{bmax} = M * x / J_{qd} \leq [\sigma_b]$$

Ứng suất kéo tại diện tích BT tương đương:

$$\sigma_{bk} = M * (h_0 - x) / J_{qd}$$

Vậy ứng suất trong cốt thép :

$$\sigma_a = n \sigma_{bk} = n * M * (h_0 - x) / J_{qd} \leq [\sigma_a]$$

Trong đó: $[\sigma_a]$, $[\sigma_b]$: Ứng suất cho phép của BT và Cốt thép .

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 nên kết cấu thiết kế có độ an toàn khá cao.

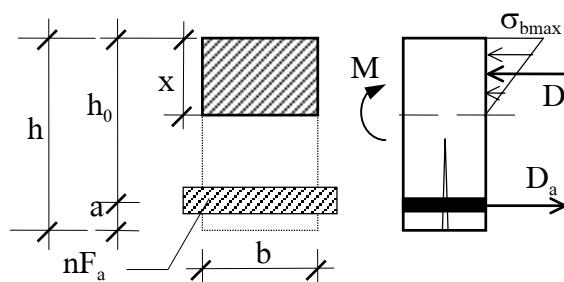
Nhược điểm:

① Tiết diện BTCT không biến dạng theo giả thuyết TD phẳng vì BTCT không phải là vật liệu đồng chất, vì BT có biến dạng dẻo và có vết nứt trong vùng kéo ...

② BTCT không phải là vật liệu đàn hồi hoàn toàn.

③ Hệ số n thay đổi theo trị số ứng suất trên tiết diện, tùy thuộc số hiệu thép và BT. Hệ số n cho trong qui phạm có tính chất ước lệ.

④ Hệ số an toàn $k = R / [\sigma]$ nhưng trong thực tế k của BT & cốt thép không giống nhau thì hệ số nào là hệ số an toàn của kết cấu.



(Ở Việt Nam PP ứng suất cho phép vẫn được dùng trong qui phạm tính toán cầu cống, đường bộ, đường sắt.).

b. 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 gây ra tại TD tính toán rồi đem so sánh với khả năng chịu lực của TD đó. Điều kiện kiểm tra như sau:

$$T_c \leq T_p / k \quad \text{hay } k * T_c \leq T_p.$$

Trong đó:

T_c : Nội lực do tải trọng gây ra tại TD xét.

T_p : Khả năng chịu lực của TD (Còn gọi là nội lực phá hoại của TD).

$k > 1$: Hệ số an toàn của kết cấu.

Thí dụ đối với cấu kiện chịu uốn, người ta đã xem ứng suất trong miền BT chịu nén phân bố theo hình chữ nhật chứ không phải theo dạng đường cong thực tế (Sai số < 2%) để đơn giản hóa công thức tính toán.

$$\Sigma M_{D_b} = 0 \Rightarrow [M] - R_a F_a * (h_0 - x/2) = 0.$$

$$\text{Có được } [M] = R_a F_a * (h_0 - x/2).$$

Chiều cao vùng BT chịu nén xác định từ điều kiện

$$\Sigma X = 0 \Rightarrow R_a F_a = R_n b x.$$

Vậy muốn cho an toàn phải thỏa mãn

$$M \leq [M] / k.$$

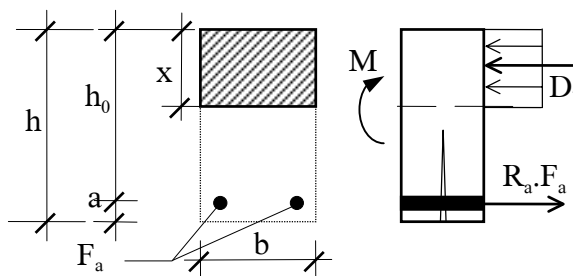
Ưu điểm: Hơn so với PP ứng suất cho phép, nó đã xét đến sự làm việc của vật liệu ở giai đoạn dẻo và cho khái niệm rõ ràng hơn về an toàn của kết cấu .

Nhược điểm:

- Hệ số an toàn $k = T_p / T_c$ gộp chung lại như vậy là chưa xác đáng vì vấn đề 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 khe nứt của kết cấu là hai vấn đề cũng rất được quan tâm.

Phương pháp này được đưa vào qui phạm Liên Xô 1949.



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

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)

Mục đích của việc tính theo TTGH là đảm bảo cho kết cấu không ở vào bất kì một TTGH nào trong thời gian sử dụng. Kết cấu nào cũng phải tính theo TTGH I. Và tùy thuộc yêu cầu cụ thể mà còn có thể phải tính theo TTGH khác nữa.