

PHẦN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

CHƯƠNG I NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

I. MỞ ĐẦU

1. Thực chất của bê tông cốt thép

1.1. Một số khái niệm

- Bê tông cốt thép là một loại vật liệu xây dựng phức hợp do bê tông và cốt thép cùng nhau làm việc để chịu lực.
- Riêng bê tông đã là vật liệu xây dựng phức hợp bao gồm cốt liệu (cát, đá, sỏi...) và chất kết dính (ximăng) kết lại với nhau thành một loại đá nhân tạo. Về mặt chịu lực, bê tông chịu nén tốt hơn chịu kéo từ 8 – 15 lần.
- Cốt thép chịu nén và chịu kéo đều tốt và tốt hơn bê tông nhiều lần.
- Nếu cấu kiện chỉ dùng bê tông thì khi cấu kiện chịu uốn, sự chịu lực sẽ không hợp lý; vùng chịu kéo bị phá hoại khi tải trọng còn rất nhỏ, trong khi vùng chịu nén vẫn còn khả năng chịu lực nhiều hơn nữa.
- Việc đặt cốt thép trong cấu kiện bê tông tạo thành cấu kiện BTCT có khả năng chịu lực lớn hơn nhiều cấu kiện bê tông. Mặt khác, sự chịu lực cũng hợp lý bởi vùng chịu kéo đã có cốt thép chịu phần ứng suất kéo.

1.2. Vị trí cốt thép trong bê tông cốt thép.

- Việc đặt cốt thép trong bê tông nhằm tăng khả năng chịu lực của kết cấu: Cốt thép có nhiệm vụ cùng chịu lực với bê tông và chịu phần lực mà bê tông không chịu hết.
- Bê tông chịu kéo kém nên cốt thép thường được đặt ở vùng chịu kéo của kết cấu BTCT.
 - Cốt thép chịu kéo và chịu nén đều tốt và tốt hơn bê tông nhiều lần, cho nên để tăng cường khả năng chịu lực chung của kết cấu, người ta cũng đặt cốt thép cho kết cấu chịu nén và trong vùng chịu nén của kết cấu chịu uốn.
 - Điều kiện để tính toán và đặt cốt thép trong bê tông: ứng với nội lực lớn nhất (có thể xảy ra) thì bê tông và cốt thép đều phát huy hết khả năng chịu lực.

1.3. Nguyên nhân để bê tông và cốt thép cùng làm việc.

- Khi bê tông ninh kết xong sẽ bám chặt vào cốt thép. Khi có lực tác dụng, bê tông và cốt thép cùng biến dạng và không bị trượt tương đối với nhau, do đó truyền được lực sang nhau (cùng làm việc). Lực dính giữa bê tông và cốt thép còn làm hạn chế sự nứt của bê tông trong kết cấu BTCT... Do đó người ta luôn tìm mọi cách để tăng cường lực dính này.
- Giữa bê tông và cốt thép không xảy ra phản ứng hoá học, bê tông còn bao quanh cốt thép, bảo vệ cho cốt thép khỏi các yếu tố xâm thực từ bên ngoài. Muốn vậy, khi thi công BTCT cần làm đúng các yêu cầu kỹ thuật, cốt liệu phải sạch, trộn đều, đúc đầm chặt, bảo dưỡng kỹ, cốt thép sạch, dùng phụ gia phải có cân nhắc.
- Hệ số giãn nở vì nhiệt của bê tông và của cốt thép xấp xỉ nhau, bê tông dẫn nhiệt kém. Do đó, khi nhiệt độ thay đổi ở phạm vi nhỏ (dưới 100⁰C) trong kết cấu không xuất

hiện nội ứng suất đáng kể, không làm phá hoại lực dính giữa bê tông và cốt thép.

2. Nhận xét về bê tông cốt thép

2.1. Ưu điểm

- Chịu lực tốt hơn kết cấu gạch đá.
- Có độ bền cao, ít tốn công bảo dưỡng và sửa chữa.
- Chịu lửa tốt hơn kết cấu thép và kết cấu gỗ.
- Có khả năng sử dụng các loại vật liệu địa phương (cát, đá, sỏi ...) với khối lượng lớn nên giá thành thấp hơn kết cấu thép.
- Có thể tạo nhiều hình dáng phức tạp theo yêu cầu của thiết kế.

2.2. Nhược điểm

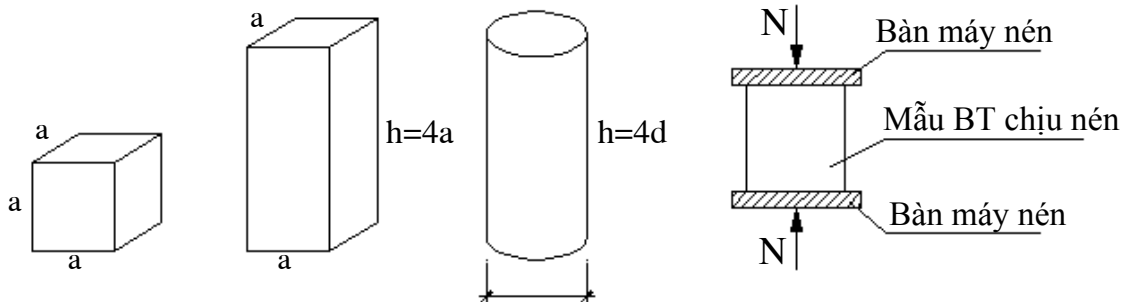
- Trọng lượng bản thân của bê tông lớn nên khó làm được những kết cấu có nhịp lớn.
- BTCT thường có khe nứt làm giảm khả năng chống thấm, giảm khả năng bảo vệ cốt thép.
- Khi thi công BTCT toàn khối phức tạp, tốn thời gian và phụ thuộc vào thời tiết.

II. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP

1. Tính chất cơ học của bê tông

1.1. Cường độ của bê tông

a) Cường độ chịu nén (R_n): được xác định theo thí nghiệm.



Mẫu thí nghiệm: có dạng hình khối vuông hoặc hình lăng trụ (như hình 1.1)

d

Hình 1.1: Mẫu bê tông chịu nén và thí nghiệm nén mẫu

Mẫu bê tông được thí nghiệm ở máy chuyên dụng, trình tự thí nghiệm được tiến hành theo quy trình và quy phạm.

Gọi giá trị lực nén làm phá hoại mẫu là N_p ; gọi diện tích tiết diện ngang của mẫu nén

là F . Cường độ chịu nén của bê tông là:

$$R_n = \frac{N_p}{F} \quad (1-1)$$

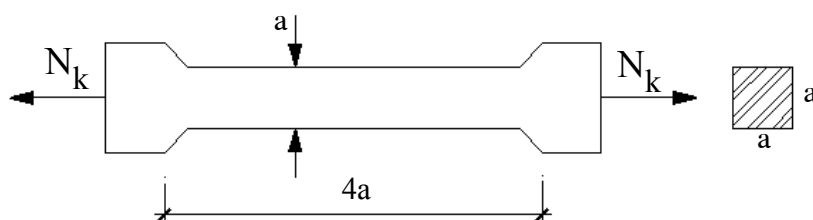
b) *Cường độ chịu kéo (R_k):* được xác định theo thí nghiệm.

Thông thường người ta xác định cường độ chịu kéo của bê tông theo hai cách:

* Xác định theo mẫu chịu kéo: mẫu thí nghiệm có tiết diện hình vuông, dạng như hình vẽ (hình 1.2)

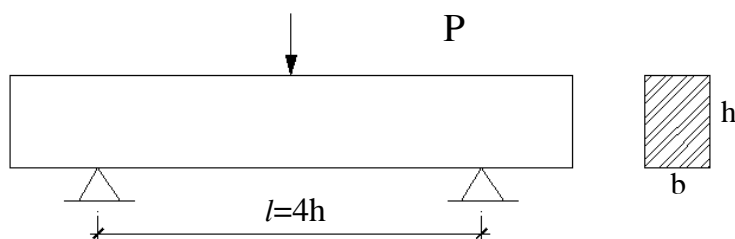
Gọi giá trị lực kéo làm phá hoại mẫu là N_k ; gọi diện tích tiết diện ngang của mẫu kéo là F . Cường độ chịu kéo của bê tông là:

$$R_k = \frac{N_k}{F} \quad (1-2)$$



Hình 1.2: Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo của bê tông theo mẫu chịu kéo

* Mẫu chịu uốn: Có tiết diện hình chữ nhật, dạng như hình vẽ (hình 1.3)



Hình 1.3: Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo của bê tông theo mẫu chịu uốn

Gọi giá trị mô men làm phá hoại mẫu là M ; gọi kích thước tiết diện ngang của mẫu uốn là $b \times h$ với b là bề rộng, h là bề cao. Cường độ chịu kéo của bê tông là:

$$R_k = \frac{3,5M}{b \cdot h^2} \quad (1-3)$$

c) *Mác bê tông:*

Mác bê tông là chỉ số biểu thị chỉ tiêu chất lượng cơ bản của bê tông.

Theo tính chất và nhiệm vụ của kết cấu, người ta phân ra 3 loại mác bê tông: Mác theo cường độ chịu nén, mác theo cường độ chịu kéo, mác theo khả năng chống thấm.

- Mác theo cường độ chịu nén (ký hiệu M) là trị số cường độ nén tính theo daN/cm^2 của mẫu bê tông chuẩn khối vuông có cạnh là 15cm được chế tạo, dưỡng hộ và thí nghiệm theo tiêu chuẩn nhà nước. Bê tông nặng có mác chịu nén: M100, M150, M200, M250, M300, M350, M400, M500, M600. Trong kết cấu BTCT phải dùng bê tông mác

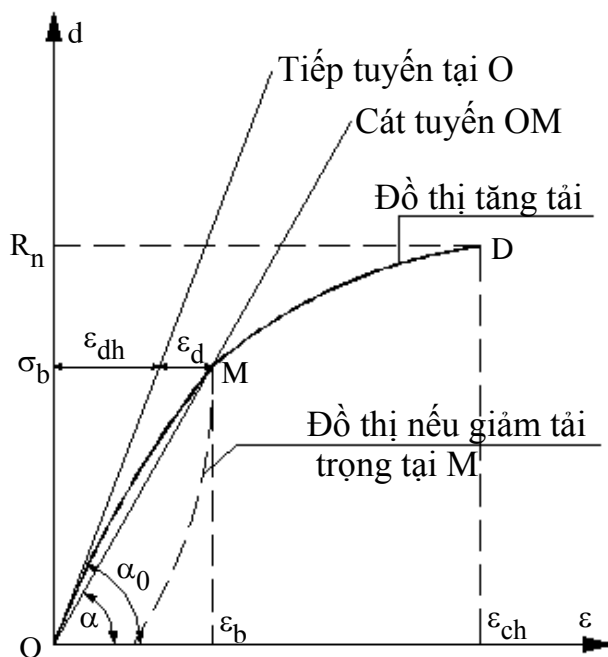
không thấp hơn M150.

- Mác theo cường độ chịu kéo (ký hiệu K) là con số lấy bằng trị số cường độ chịu kéo tính ra daN/cm² của mẫu thử tiêu chuẩn. Bê tông nặng có mác chịu kéo: K10, K15, K20, K25, K30, K40.

- Mác theo khả năng chống thấm (ký hiệu T) lấy bằng áp suất lớn nhất (atm) mà mẫu chịu được để nước không thấm qua. Bê tông có mác chống thấm : T2, T4, T6, T8, T10, T12.

1.2. Biến dạng của bê tông

a) Biến dạng do tải trọng tác dụng ngắn hạn.



Hình 1.4: Biểu đồ quan hệ $\sigma - \epsilon$

Làm thí nghiệm nén mẫu bê tông hình lăng trụ, đo và lập quan hệ giữa ứng suất và biến dạng, người ta vẽ được đồ thị là đường cong (hình 1.4). Điểm D trên đồ thị ứng với thời điểm mẫu bị phá hoại, lúc đó ứng suất nén đạt đến R_n và biến dạng đạt đến cực hạn ϵ_{ch} .

Khi gia tải đến một mức nào đó (ứng suất và biến dạng tương ứng $\sigma_b; \epsilon_b$) rồi giảm tải, biến dạng của bê tông không được phục hồi hoàn toàn, chứng tỏ bê tông là vật liệu vừa có tính đàn hồi vừa có tính dẻo.

Gọi ϵ_b : Biến dạng toàn phần của bê tông.

ϵ_{dh} : Phần biến dạng đàn hồi

ϵ_d : Phần biến dạng dẻo

ν : Hệ số đàn hồi của bê tông

Ta có: $\epsilon_b = \epsilon_{dh} + \epsilon_d$; $\nu = \epsilon_{dh} / \epsilon_d$

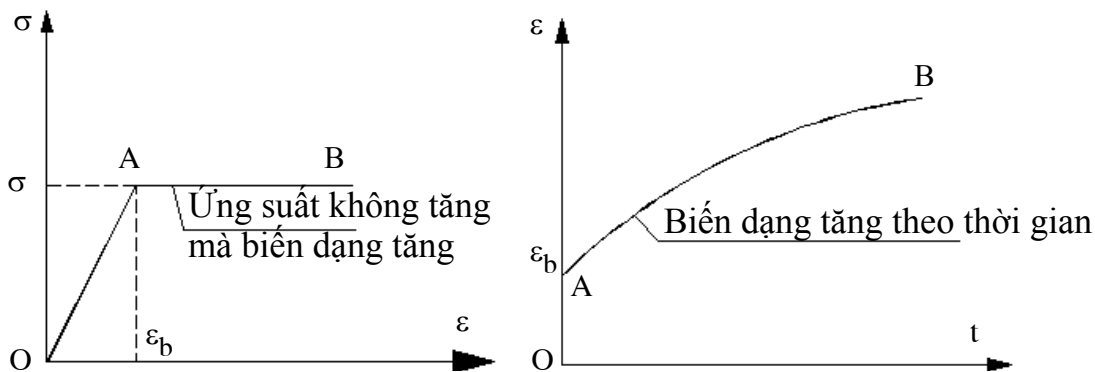
Môđun biến dạng toàn phần của bê tông là: $E'_b = \frac{\sigma_b}{\epsilon_b} = \frac{\sigma_b}{\epsilon_{dh} + \epsilon_d} = \text{tg} \alpha$

Ứng với mỗi điểm M khác nhau trên đồ thị sẽ có cát tuyến khác nhau, do đó góc α khác nhau, chứng tỏ E'_b là hàm số của α biến đổi theo tải trọng.

Môđun biến dạng đàn hồi khi nén của bê tông $E_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_{dh}} = \operatorname{tg} \alpha_0$;

α_0 là góc tiếp tuyến tại O của đồ thị tăng tải trọng so với trục ε , góc α_0 không thay đổi cho nên $E_b = \operatorname{tg} \alpha_0 = \text{const.}$

b) Biến dạng do tải trọng tác dụng dài hạn (từ biến)



Khi tải trọng đặt lâu dài, biến dạng của bê tông tăng dần theo thời gian, lúc đầu tăng nhanh, sau tăng chậm lại, trong khi ứng suất không thay đổi, hiện tượng này gọi là từ biến.

Hình 1.5: Biểu đồ về sự từ biến của bê tông

- Từ biến có tác hại: làm tăng độ võng và mở rộng khe nứt với cấu kiện chịu uốn; làm tăng sự uốn dọc trong cấu kiện chịu nén; làm tổn hao ứng suất trong cấu kiện ứng suất trước.

- Muốn hạn chế từ biến cần phải: Để bê tông già tuổi mới cho chịu lực, hạn chế lượng xi măng và hạn chế tỷ lệ N/X khi đúc bê tông...

2. Cốt thép dùng làm BTCT

2.1. Thành phần hoá học của thép:

Thép dùng trong xây dựng chủ yếu là loại thép than thấp – hàm lượng cacbon (C) trong thép nhỏ hơn 0,22%. Thép than thấp có thành phần chủ yếu là sắt, ngoài ra còn có một số thành phần hoá học khác như Mn, Si, Ni, Cr, P, N, ...

Các kí hiệu thép hay dùng của Liên Xô (cũ): CT₀, CT₁, CT₂, CT₃, CT₄, CT₅ ... Loại CT₀ không dùng trong xây dựng. Loại CT₁, CT₂ chủ yếu dùng làm đỉnh tán vì cường độ thấp (giới hạn chảy $s_c = 21 \text{ KN/cm}^2$) và biến dạng lớn ($\varepsilon = 22\%$). Loại CT₃ dùng phổ biến trong xây dựng, có giới hạn chảy $\sigma_c = 24 \text{ KN/cm}^2$, biến dạng tương đối $\varepsilon = 22\%$ và độ dai xung kích chống va chạm $\alpha = 0,08 \text{ KN/cm}^2$, dễ gia công, dễ hàn.

2.2. Tính chất cơ học của thép:

Cốt thép có tính đồng nhất cao, đàn hồi, chịu nén và chịu kéo đều tốt và tốt hơn bê tông nhiều lần.

Cường độ của cốt thép rất cao và ký hiệu như sau:

R_a : Cường độ chịu kéo của cốt thép

R_a' : Cường độ chịu nén của cốt thép

R_{ax} : Cường độ chịu kéo của cốt thép khi tính toán BTCT chịu lực cắt.

2.2. Phân loại cốt thép: có nhiều cách phân loại.

* Phân loại cốt thép theo nhóm: Theo TCVN 1651- 85 dựa vào tính chất cơ học, phân loại cốt thép thành 4 nhóm C-I; C-II; C-III; C-IV.

Thép nhóm C-I có tính dẻo hơn các nhóm kia và được chế tạo sẵn thành các thanh tròn trơn đường kính 6mm đến 40mm.

Thép nhóm C-II; C-III; C-IV được chế tạo sẵn thành các thanh thép có gờ (gai, gờ, xoắn), đường kính trung bình của thanh thép nhóm này từ 10mm đến 40mm.

Thép nhập từ các nước Đông Âu có các nhóm A-I, A-II, A-III, A-IV.

* Theo hình dáng tiết diện thanh: có thép hình và thép tròn.

- Thép hình: Các thanh thép có hình L, I, U chế tạo sẵn từ nhà máy.
- Cốt thép tròn: Các thanh thép tiết diện tròn (có gờ hoặc trơn)

* Theo độ cứng: Có cốt thép mềm và cốt thép cứng.

- Cốt thép mềm là cốt thép mà khi gia công có thể uốn được, nó thường là thép tròn có đường kính $d \leq 40\text{mm}$.

- Cốt thép cứng là cốt thép mà khi gia công không thể uốn được, nó thường là thép hình và thép tròn có đường kính $d > 40\text{mm}$.

* Theo cường độ: Có cốt thép thường và cốt thép cường độ cao.

- Cốt thép thường: có cường độ $R_a \leq 60\text{KN/cm}^2$.

- Cốt thép cường độ cao: có $R_a > 60\text{KN/cm}^2$.

* Theo chiều dài thép: Có thép thanh và thép sợi.

- Thép thanh thường là thép hình và thép tròn có $d \geq 10\text{mm}$, nó được chế tạo sẵn thành các thanh thẳng dài 6-12m.

- Thép sợi là thép tròn $d < 10\text{mm}$, thép này thường được chế tạo thành sợi dài và cuốn thành cuộn tròn nhiều vòng.

2.3. Neo, uốn, nối cốt thép

* Móc neo: Để cho khi chịu lực, cốt thép không bị trượt trong bê tông, ở đầu các thanh thép tròn trơn phải uốn móc neo. Móc neo có hình bán nguyệt (như hình 1.6). Gọi đường kính của thanh thép bị uốn là d thì chiều dài đoạn thép để uốn móc neo lấy là $6,25d$ nếu uốn bằng thủ công và lấy bằng $3,25d$ nếu uốn bằng máy.

Hình 1.6: Móc neo và uốn cốt thép.

* Uốn cốt thép: Ở những chỗ thép bị uốn cong, khi làm việc, lực trong cốt thép sẽ ép vào bê tông, để lực ép này phân ra khoảng rộng cho bê tông đủ chịu lực, người ta phải uốn cốt thép sao cho chỗ uốn có bán kính cong $r \geq 10d$.

* Nối cốt thép: Thép không đủ chiều dài theo thiết kế thì phải nối, có thể nối bằng hàn hoặc nối buộc.

- Nối hàn: Hai thanh cốt thép được nối với nhau bằng mối hàn. Có thể hàn chồng hoặc dùng tấm lót hình lòng máng. Việc thiết kế mối hàn này phải có tính toán (học ở môn KCXD2-phần kết cấu thép), hoặc cấu tạo theo qui định trong TCVN.

- Nối buộc: Đặt hai đầu thanh cốt thép chồng lên nhau một đoạn là l_{neo} , rồi dùng sợi thép nhỏ buộc lại. Kiểu nối buộc không tốt lắm cho nên không được dùng với các thanh thép có đường kính $d \geq 32\text{mm}$ và với kết cấu thép thẳng chịu kéo đúng tâm.

$$\text{Chiều dài neo: } l_{neo} \geq \left(m_{neo} \cdot \frac{R_a}{R_n} + \lambda \right) d \quad (1-4)$$

Trong đó: d : Đường kính của thanh thép.

R_n : Cường độ chịu nén của bê tông.

R_a : Cường độ chịu kéo của thanh thép.

m_{neo} và λ : Hệ số lấy theo bảng sau:

Điều kiện làm việc của cốt thép	Hệ số m_{neo}		λ	l_{neo} không bé hơn	3. Bê tông cốt thép 3.1 Lực dính giữa BT và cốt thép
	Với CT có gờ	Với CT tròn trơn			
1. Neo cốt thép chịu kéo trong vùng BT chịu kéo.	0,7	1,2	11	25d và 250	
2. Neo cốt thép chịu nén hoặc chịu kéo trong vùng BT chịu nén.	0,5	0,8	8	15d và 200	
3. Mối nối chồng trong vùng kéo.	0,9	1,15	11	30d và 250	
4. Mối nối chồng trong vùng nén.	0,65	1	8	15d và 200	

- Lực dính là yếu tố cơ bản để bê tông và cốt thép cùng làm việc. Lực dính được tạo nên do keo xi măng bám chặt vào thép, do ma sát giữa thép với bê tông.

- Lực dính phân bố ở bề mặt của thanh cốt thép nhưng sự phân bố không đồng đều.

- Để đảm bảo sự dính giữa thép và bê tông, làm cho khi chịu lực thanh thép không bị tuột ra khỏi bê tông thì chiều dài đoạn thép neo $l \geq l_{neo}$; l_{neo} tính theo công thức (1-4).

- Để tăng cường lực dính giữa thép và bê tông, người ta làm các thanh cốt thép có bề mặt không nhẵn (có gờ, dập lõm...).

3.2 Ảnh hưởng của cốt thép đến co ngót và từ biến của cấu kiện BTCT

- Về co ngót: khi bê tông ninh kết, xảy ra hiện tượng co ngót. Trong khi đó thép đã

cứng và không bị co ngót, nó làm hạn chế sự co ngót của bê tông. Kết quả là cốt thép bị ép lại, còn bê tông bị căng ra, trong bê tông có ứng suất kéo. Nếu ứng suất do co ngót lớn thì bê tông sẽ bị nứt.

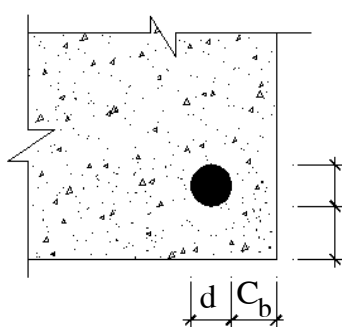
- Về từ biến: Cốt thép làm giảm sự từ biến của bê tông, kết quả là từ biến trong BTCT nhỏ hơn sự từ biến trong bê tông không cốt thép từ $1,5 \div 2$ lần.

3.3 Lớp bê tông bảo vệ cốt thép

- Cốt thép phải nằm trong bê tông (không được hở ra ngoài). Lớp bê tông bảo vệ cốt thép là phần BT tính từ mép ngoài của cấu kiện đến mặt ngoài gần nhất của thanh cốt thép.

- Tác dụng của lớp bê tông bảo vệ: Bảo vệ cho cốt thép khỏi bị xâm thực từ bên ngoài vào.

- Chiều dày của lớp bê tông bảo vệ (ký hiệu C_b) lấy không nhỏ hơn đường kính của thanh cốt thép và không được nhỏ hơn các giới hạn cho theo qui định trong TCVN.



Đối với cốt thép chịu lực:

$C_b \geq 10\text{mm}$ với bản có chiều dày dưới 100mm

$C_b \geq 15\text{mm}$ với bản có chiều dày trên 100mm và với cột hoặc dầm có chiều cao tiết diện dưới 250mm

$C_b \geq 20\text{mm}$ với cột và dầm sàn có chiều cao tiết diện 250mm trở lên.

Hình 1-7: Lớp bê tông bảo vệ

$C_b \geq 30\text{mm}$ với dầm móng và với móng lắp ghép.

$C_b \geq 35\text{mm}$ với móng đúc tại chỗ có lớp BT lót.

$C_b \geq 70\text{mm}$ với móng đúc tại chỗ không có lớp BT lót.

Lớp bê tông bảo vệ cho cốt đai, cốt phân bố và cốt cấu tạo: không được nhỏ hơn đường kính thanh cốt thép và không được nhỏ hơn 10mm khi chiều cao của tiết diện nhỏ hơn 250, không được nhỏ hơn 15mm khi chiều cao của tiết diện từ 250mm trở lên.

Đầu mút của thanh thép chịu lực phải cách đầu mút của cấu kiện một khoảng không nhỏ hơn trị số C_m . Lấy C_m như sau:

$C_m \geq 10\text{mm}$ với tấm đan và panen lắp ghép.

$C_m \geq 15\text{mm}$ với các loại dầm và cột lắp ghép.

$C_m \geq 15\text{mm}$ với cấu kiện BT đúc toàn khối dùng thép có đường kính $d \leq 30\text{mm}$.

$C_m \geq 20\text{mm}$ với cấu kiện BT đúc toàn khối dùng thép có đường kính $d > 30\text{mm}$.

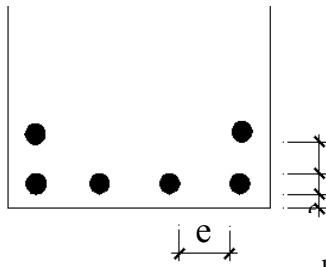
e'

3.4 Khoảng hở giữa các thanh cốt thép

e^t

e

e



Hình 1.8: Khoảng hở giữa

- Xung quanh thanh thép phải có lớp bê tông đủ dày để đảm bảo sự truyền lực qua lại giữa thép và bê tông. Mặt khác giữa các thanh cốt thép phải có khoảng hở để khi thi công vữa BT đi vào mọi chỗ trong cấu kiện.

- Khi đúc bê tông toàn khối theo phương đứng, khoảng cách hở giữa các thanh cốt thép không được nhỏ hơn 50mm

- Khi đúc bê tông theo phương ngang: Khoảng cách hở giữa các thanh cốt thép đặt ở phía trên là e' thì yêu cầu $e' \geq 30$ và $e' \geq d$ (d: đường kính thanh thép). Khoảng cách hở giữa các thanh thép đặt ở phía bên dưới là e , yêu cầu $e \geq 25$ mm và $e \geq d$.

III. NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT.

Lý thuyết tính toán kết cấu BTCT đã trải qua nhiều giai đoạn và có nhiều phương pháp tính khác nhau. Hiện nay chúng ta áp dụng phương pháp tính toán theo trạng thái giới hạn. Đó là phương pháp tính mới nhất, chặt chẽ nhất và hợp lý nhất.

1. Phương pháp tính toán BTCT theo trạng thái giới hạn

1.1. Các trạng thái giới hạn

- Cho kết cấu chịu tải trọng tăng dần, nghiên cứu quá trình làm việc của nó, thấy có một thời điểm mà từ đó trở đi kết cấu không còn thoả mãn yêu cầu đề ra cho nó. Kết cấu ở thời điểm đó gọi là kết cấu ở trạng thái giới hạn.

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

1.2. Trạng thái giới hạn thứ nhất: Về khả năng chịu lực.

- Trạng thái giới hạn thứ nhất ứng với thời điểm kết cấu không thể chịu thêm lực được nữa vì bị phá hoại, bị mất ổn định hoặc bị hỏng do mỏi....

- Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất dựa vào điều kiện:

$$T \leq T_{td}$$

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

T_{td} : Giá trị bé nhất về khả năng chịu lực của tiết diện.

1.3. Trạng thái giới hạn thứ hai: Về điều kiện sử dụng bình thường.

- Để đảm bảo điều kiện sử dụng bình thường cần hạn chế sự biến dạng, độ nứt và độ dao động của kết cấu.

- Kiểm tra về biến dạng theo điều kiện: $f \leq f_{gh}$

Trong đó:

f: Biến dạng của kết cấu (độ võng, góc xoay, độ dao động) do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

f_{gh} : Trị số giới hạn của biến dạng, lấy theo qui định riêng cho từng loại kết cấu.

- Kiểm tra về độ mở rộng khe nứt theo điều kiện: $a_n \leq a_{gh}$

Trong đó:

a_n : Bề rộng khe nứt của bê tông ở ngang mức cốt thép chịu kéo.

a_{gh} : Bề rộng giới hạn của khe nứt, lấy theo qui định riêng cho từng loại kết cấu.

- Với những kết cấu không cho xuất hiện vết nứt, khi tính toán kiểm tra theo điều kiện:

$$T_c \leq T_n$$

Trong đó:

T_c : Nội lực phát sinh trong kết cấu do tải trọng gây ra.

T_n : Khả năng chống nứt của kết cấu (lúc này trong kết cấu có $\sigma_k \leq R_k$)

2. Tải trọng tác dụng vào kết cấu

- Tải trọng tác dụng lên công trình được tính dựa vào sự phân tích thực tế và dựa vào qui phạm

- Trong điều kiện sử dụng bình thường, kết cấu phải chịu một số tải trọng theo qui định gọi là tải trọng tiêu chuẩn như g_{tc} , p_{tc} , P_{tc} ...

- Do nhiều nguyên nhân ngẫu nhiên, tải trọng thực tế khác với tải trọng tiêu chuẩn. Cho nên khi tính toán ở trạng thái giới hạn thứ nhất người ta kể đến sự khác nhau ấy bằng hệ số vượt tải (kí hiệu là n)

- Tải trọng tính toán bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải:

$$g = n \cdot g_{tc}; \quad p = n \cdot p_{tc}; \quad P = n \cdot P_{tc}$$

Trị số của hệ số vượt tải n lấy tùy theo từng loại tải trọng.

+ 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 tải trọng giảm mà độ an toàn của kết cấu giảm thì lấy $n = 0,8 \div 0,9$.

3. Cường độ của vật liệu.

- Khi thí nghiệm nhiều mẫu vật liệu (n mẫu) người ta xác định cường độ trung bình

của loại vật liệu đó theo công thức:

$$R_{tc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

Bằng lý luận xác suất thống kê suy ra cường độ chuẩn của vật liệu R^{tc} .

- Khi tính toán dùng trị số cường độ tính toán: $R = \frac{R^{tc}}{k} \cdot m$

Trong đó:

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

m : hệ số điều kiện làm việc của vật liệu, kể đến các nhân tố có thể làm cho vật

liệu làm việc tốt hơn hoặc xấu hơn mức bình thường.

+ Đối với bê tông: Cường độ tính toán chưa kể đến hệ số m được gọi là cường độ tính toán gốc (tra ở bảng số 1- Phụ lục). Còn hệ số m sẽ được lấy theo qui định (bảng 2 - PL)

+ Với cốt thép: Tùy theo nhóm thép sẽ có cường độ tính toán khác nhau (bảng 3 và bảng 4 của phụ lục)