

GT.0000026010

PHẠM MINH KÍNH

GIÁO TRÌNH KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

PHẠM MINH KÍNH

**GIÁO TRÌNH
KẾT CẤU BÊ TÔNG
CỐT THÉP**

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2014

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình môn học **Kết cấu bê tông cốt thép** được biên soạn theo Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam hiện hành TCVN 5574-2012, dùng để tham khảo giảng dạy và học tập cho Sinh viên ngành Xây dựng.

Giáo trình gồm 9 chương, trình bày chủ yếu những kiến thức cơ bản, một số ví dụ minh họa giúp cho sinh viên nắm vững phần lý thuyết và ứng dụng tính toán được một số bộ phận kết cấu bê tông cốt thép trong công trình xây dựng.

Ngoài ra giáo trình còn có thể giúp cho các cán bộ đang làm công tác xây dựng tham khảo khi thực hiện chuyển đổi từ tiêu chuẩn TCVN 5574-1991 sang tiêu chuẩn TCVN 5574-2012 hiện hành.

Tác giả xin chân thành cảm ơn TS. Lê Ngọc Cẩn - Hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Miền Tây cùng các Thầy Cô trong Khoa Xây dựng đã tạo điều kiện thuận lợi và đóng góp nhiều ý kiến quý báu để hoàn thiện giáo trình; đặc biệt cảm ơn các Thầy Cô ThS. Lâm Thị Xuân Lan, ThS. Trần Lan Phương Thảo, ThS. Thạch Sôm Sô Hoách và KS. Lâm Văn Ánh đã giúp đỡ tác giả trong quá trình biên soạn.

Trong quá trình xuất bản lần đầu chắc chắn sẽ không thể tránh khỏi thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những nhận xét, góp ý, phê bình, để tiếp tục chỉnh sửa cho giáo trình được hoàn thiện hơn. Mọi đóng góp xin gửi về: Ban biên tập sách KHKT - Nhà xuất bản Xây dựng - 37 Lê Đại Hành - Hà Nội.

Tác giả
Phạm Minh Kính

Chương 1

KHÁI NIỆM VỀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.1. KHÁI NIỆM

- *Bê tông*: là loại vật liệu có khả năng chịu nén tương đối tốt, nhưng khả năng chịu kéo rất kém.

- *Thép*: là loại vật liệu có khả năng chịu kéo và chịu nén đều rất tốt và tương đương nhau.

Để phát huy khả năng chịu kéo, chịu nén tốt của cốt thép đồng thời khắc phục nhược điểm chịu kéo kém của bê tông, bằng cách đưa cốt thép vào trong bê tông thì khả năng chịu lực của vật liệu mới này được tăng lên rất nhiều lần so với bê tông. Vật liệu mới gọi là bê tông cốt thép.

+ Với cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn: Cốt thép sẽ được đặt ở vùng chịu kéo để tham gia chịu ứng suất kéo, ở vùng nén bê tông sẽ tham gia chịu ứng suất nén, cách đặt thép như vậy gọi là *tính toán đặt cốt thép đơn*. Khi ứng suất nén phát sinh lớn cốt thép còn được tính toán đặt thêm ở cả vùng chịu nén để trợ lực cho bê tông gọi là *tính toán đặt cốt thép kép*.

+ Với cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén: Cốt thép được đặt chung quanh tiết diện để tăng khả năng chịu nén cho bê tông, từ đó có thể giảm bớt kích thước tiết diện.

1.2. SỰ LÀM VIỆC CHUNG GIỮA BÊ TÔNG VÀ CỐT THÉP

Bê tông và cốt thép có thể làm việc chung với nhau được là vì:

+ Khi đông cứng xong bê tông và cốt thép dính chặt với nhau nên có thể truyền lực cho nhau cùng chịu.

+ Giữa bê tông và cốt thép không xảy ra phản ứng hoá học gây hại nhau, mà ngược lại bê tông là lớp áo bảo vệ cho cốt thép tránh tiếp xúc trực tiếp với môi trường bên ngoài.

+ Bê tông và cốt thép có hệ số giãn nở do nhiệt gần như nhau ($\alpha_s = 0,000012$, còn $\alpha_b = 0,000010 \div 0,000015$). Do vậy khi nhiệt độ thay đổi trong phạm vi thông thường (dưới 100°C) sẽ không làm phá hỏng lực dính giữa chúng.

1.3. PHÂN LOẠI BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.3.1. Theo phương pháp thi công

a) *Bê tông cốt thép toàn khối*

Thi công bằng cách ghép ván khuôn, lắp dựng cốt thép và đổ bê tông ngay tại vị trí đặt kết cấu đó trong công trình theo bản vẽ thiết kế.

+ Ưu điểm: do đúc liền khối nên kết cấu có độ cứng lớn, chịu tải trọng động tốt.

+ Nhược điểm: tốn nhiều ván khuôn - cây chống, chịu ảnh hưởng của thời tiết, thời gian thi công kéo dài.

b) *Bê tông cốt thép lắp ghép*

Các phần cấu kiện của kết cấu được sản xuất tại nhà máy hoặc đúc sẵn tại công trường sau đó được chuyển đến vị trí thiết kế để lắp ghép thành kết cấu.

+ Ưu điểm: có điều kiện kiểm soát chất lượng bê tông tốt, ít tốn ván khuôn - cây chống, ít chịu ảnh hưởng của thời tiết, thời gian thi công nhanh.

+ Nhược điểm: độ cứng của kết cấu không bằng thi công đổ toàn khối, chất lượng mối nối tùy thuộc vào năng lực thi công, chỉ hiệu quả kinh tế khi số lượng lắp ghép lớn.

c) *Bê tông cốt thép bán lắp ghép*

Một số cấu kiện chế tạo sẵn được cầu lắp vào vị trí thiết kế rồi ghép thêm ván khuôn, đặt thêm cốt thép và đổ bê tông phần còn lại (kể cả mối nối) thành kết cấu hoàn chỉnh. Bê tông cốt thép bán lắp ghép khắc phục được một số nhược điểm của hai loại trên.

1.3.2. Theo trạng thái ứng suất khi chế tạo và sử dụng

a) *Bê tông cốt thép thường*

Loại kết cấu bê tông được chế tạo theo cách thông thường chỉ ghép ván khuôn, đặt cốt thép và đổ bê tông, không tạo trước trạng thái ứng suất trong cốt thép.

b) *Bê tông cốt thép ứng suất trước*

Loại kết cấu bê tông được chế tạo theo cách căng cốt thép để nén vùng bê tông chịu kéo (theo sơ đồ chịu tải) nhằm triệt tiêu ứng suất kéo khi chịu tác dụng tải trọng, giúp triệt tiêu hoặc hạn chế vết nứt cho kết cấu.

1.4. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.4.1. Ưu điểm

- Có khả năng chịu lực tốt hơn kết cấu gỗ và kết cấu gạch đá. Chịu tải trọng rung động và chịu lửa tốt. Có cường độ phát triển trong vài năm đầu tiên.

- Có tuổi thọ cao, ít tổn tiền bảo dưỡng và có thể tạo hình theo ý muốn.
- Có vật liệu thành phần (xi măng, cát, đá) tương đối phổ biến ở mọi địa phương.

1.4.2. Nhược điểm

- Trọng lượng bản thân của kết cấu lớn.
- Cách âm và cách nhiệt kém, dễ xuất hiện vết nứt khi chịu tải.
- Thi công phải qua nhiều công đoạn (ván khuôn, cốt thép, đổ bê tông) nên tốn nhiều thời gian và chịu ảnh hưởng của thời tiết.

1.5. SƠ LƯỢC VỀ SỰ RA ĐỜI CỦA VẬT LIỆU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Vật liệu bê tông cốt thép ra đời cách nay hơn 160 năm. Từ năm 1849 Lambot (Pháp) làm chiếc thuyền bằng lưới thép trát 2 bên là vữa xi măng. Sau đó người ta chế tạo các bản sàn, đường ống, bể chứa nước,... bằng bê tông cốt thép. Ban đầu cốt thép được đặt theo cảm tính nằm ở vị trí trục trung hoà trên tiết diện. Đến khoảng năm 1880 kỹ sư Koenen (Đức) là người đầu tiên kiến nghị đặt cốt thép ở vùng bê tông chịu kéo. Sang đầu thế kỷ XX các nhà nghiên cứu bắt đầu xây dựng phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép. Về sau các phương pháp tính toán ngày càng phát triển và hoàn thiện hơn.

Ở Việt Nam bê tông cốt thép được du nhập vào từ đầu thế kỷ XX, lúc đầu để làm cầu, đập nước, sau đó đến xây dựng nhà cửa. Hiện nay bê tông cốt thép vẫn là vật liệu xây dựng chủ yếu ở nước ta.

1.6. CÁC TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG LIÊN QUAN ĐẾN CÔNG TÁC THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

- Tuyển tập Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam tập III bao gồm:
 - + TCVN 2737 - 1995: Tiêu chuẩn tải trọng và tác động.
 - + TCVN 4612 - 1988: Tiêu chuẩn quy ước và thể hiện bản vẽ kết cấu bê tông cốt thép.
 - + TCVN 5572 - 1991: Tiêu chuẩn bản vẽ thi công.
 - + TCVN 6048 - 1995: Tiêu chuẩn ký hiệu cốt thép.
 - + TCVN 198 - 1997: Tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép nhà cao tầng.
 - + TCVN 5898 - 1995: Tiêu chuẩn về bảng thống kê thép.
 - + TCVN 1651 - 1985: Tiêu chuẩn thép cốt bê tông cán nóng.
 - + TCVN 1651 - 2008: Tiêu chuẩn thép cốt bê tông (thay thế TCVN 1651 - 1985).
 - TCVN 9346 - 2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển.

- TCVN 4453 - 1987: Quy phạm thi công và nghiệm thu kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

- TCVN 5574 - 2012: Tiêu chuẩn thiết kế Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

1.7. CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các yếu tố giúp bê tông và cốt thép có thể cùng kết hợp làm việc chung với nhau trong một kết cấu?
2. Cốt thép làm nhiệm vụ gì trong kết cấu bê tông cốt thép?
3. Trình bày ưu nhược điểm của kết cấu bê tông cốt thép?
4. Nêu một số biện pháp có thể khắc phục các nhược điểm của kết cấu bê tông cốt thép?

Chương 2

TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

2.1. BÊ TÔNG

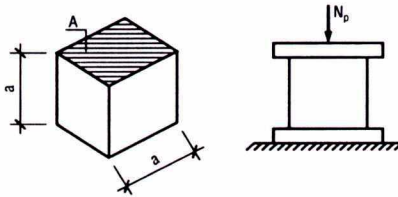
2.1.1. Cường độ

a) Cường độ của mẫu thử bê tông

- Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của mẫu thử

Thường sử dụng mẫu thí nghiệm dạng khối lập phương, cạnh $a = 15\text{cm}$, dùng máy nén để nén mẫu. Gọi N_p là lực nén làm mẫu bị phá hoại, diện tích tiết diện mặt chịu nén của mẫu là $A = a \times a$. Ta có cường độ chịu nén của mẫu là:

$$B_i = \frac{N_p}{A} \text{ (MPa)} \quad (2.1)$$

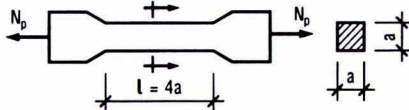


Hình 2.1: Mẫu bê tông thử cường độ chịu nén

- Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo của mẫu thử

Mẫu bê tông đúc để làm thí nghiệm kéo có tiết diện vuông cạnh $a = 10\text{cm}$, chiều dài $l = 4a$. Dùng máy kéo mẫu đến lực kéo N_p thì mẫu bị phá hoại. Kết quả tính được cường độ chịu kéo của mẫu là:

$$B_{it} = \frac{N_p}{A} \text{ (MPa)} \quad (2.2)$$



Hình 2.2: Mẫu bê tông thử cường độ chịu kéo

b) Mác và cấp độ bền của bê tông

Để thể hiện chất lượng của bê tông về một tính chất nào đó, tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam đưa ra khái niệm mác và cấp độ bền.

• Theo TCVN 5574 - 91:

Mác bê tông hay Số hiệu bê tông là chỉ tiêu để đánh giá chất lượng cơ bản của bê tông theo yêu cầu của người thiết kế kết cấu. Tùy theo tính chất và nhiệm vụ của kết cấu, người thiết kế cần ghi rõ quy định Mác theo các loại cường độ nào (Ví dụ: Mác theo cường độ chịu nén: M200, M250, M300,...; Mác theo cường độ chịu kéo: K10, K15, K20,...; Mác theo khả năng chống thấm T4, T6, T8,...).

• Theo tiêu chuẩn TCVN 5574 - 2012:

Hiện nay theo tiêu chuẩn TCVN 5574 - 2012 chỉ tiêu đánh giá chất lượng cơ bản của bê tông được biểu thị bằng cấp độ bền của bê tông.

* Cấp độ bền chịu nén: của bê tông được kí hiệu bằng chữ B và con số kèm theo tính bằng đơn vị MPa để chỉ cường độ chịu nén của mẫu thử khối vuông cạnh 15cm, có tuổi 28 ngày được đúc - bảo dưỡng và tiến hành thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn và phải thỏa mãn giá trị cường độ với xác suất đảm bảo 95%.

$$B = B_m(1 - 1,64v) = 0,7786B_m \quad (2.3)$$

Bê tông cốt thép có cấp độ bền chịu nén là: B12,5, B15, B20, B22,5, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55, B60.

Tương quan giữa mác bê tông theo cường độ chịu nén (M) và cấp độ bền chịu nén (B) của cùng một loại bê tông được thể hiện theo công thức:

$$B = \alpha\beta.M \quad (2.4)$$

Với: $\alpha = 0,1$ là hệ số quy đổi từ đơn vị kG/cm^2 sang MPa;

$\beta = 0,778$ là hệ số chuyển đổi từ cường độ trung bình B_m sang cường độ đặc trưng.

* Cấp độ bền chịu kéo dọc trục B_t (thường gọi là cấp độ bền chịu kéo): dùng để đánh giá cường độ cho các bộ phận kết cấu chủ yếu chịu kéo. Bê tông cốt thép có cấp độ bền chịu kéo là: B_{0,8}, B_{1,2}, B_{1,6}, B_{2,0},... Cấp độ bền chịu kéo được xác định dựa vào cường độ chịu kéo dọc trục tức thời của bê tông:

$$B_t = B_{mt}(1 - 1,64v) = 0,7294B_{mt} \quad (2.5)$$

Trong đó: giá trị trung bình cường độ chịu nén (hoặc chịu kéo) tức thời của bê tông được tính theo công thức dưới đây:

$$B_m(B_{mt}) = \frac{n_1B_1 + n_2B_2 + \dots + n_nB_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} \quad (2.6)$$

n_1, n_2, \dots, n_n là số lượng các mẫu thử tiêu chuẩn có cường độ tương ứng khi nén (kéo) là B_1, B_2, \dots, B_n .

ν là hệ số biến động của cường độ mẫu thử tiêu chuẩn phụ thuộc vào trình độ sản xuất bê tông: $\nu = 0,135$ khi nén và $\nu = 0,165$ khi kéo.

* Mác theo khả năng chống thấm: được kí hiệu bằng chữ W và con số kèm theo để chỉ áp suất lớn nhất tính theo đơn vị (atm) mà mẫu bê tông thử chịu được để nước không thấm qua. Mác theo khả năng chống thấm được quy định cho các kết cấu có yêu cầu chống thấm. Bê tông cốt thép có các mác chống thấm W2, W4, W6, W8, W10, W12.

c) Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ của bê tông

• Thành phần và cách chế tạo bê tông

- Chất lượng và cấp phối của vật liệu thành phần
- Tỷ lệ giữ nước và xi măng
- Chất lượng của việc trộn, đổ, đầm và bảo dưỡng bê tông.

• Theo thời gian

Bê tông được thi công và bảo dưỡng trong điều kiện bình thường, cường độ của nó sẽ tăng theo thời gian thể hiện qua đồ thị hình 2.3:

- Cường độ của bê tông theo thời gian: được tính theo công thức thực nghiệm của Xkramtaep ứng với thời gian $t = 7$ đến 300 ngày.

$$B_{time} = 0,7B_{28} \lg t \quad (2.7)$$

+ Khi thời gian t còn nhỏ cường độ của bê tông tăng rất nhanh, nhưng sau đó chậm dần và dừng lại sau vài năm.

+ Khi $t > 28$ ngày cường độ của bê tông có tăng nhưng không đáng kể. Vì thế có thể xem bê tông đạt cường độ 100% ở tuổi 28 ngày (B_{28} là cường độ của bê tông).

- Theo công thức của Viện Nghiên cứu bê tông Mỹ ACI tính:

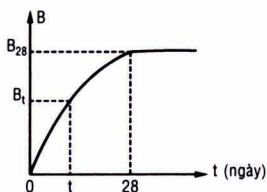
$$B_{time} = B_{28} \frac{t}{a + bt} \quad (2.8)$$

Khi bê tông dùng xi măng thông thường lấy $a = 4$ và $b = 0,85$.

2.1.2. Cường độ của bê tông

a) Cường độ tiêu chuẩn của bê tông

Cường độ chịu nén tiêu chuẩn (R_{bn}) của bê tông phụ thuộc vào cấp độ bền chịu nén của bê tông. Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn (R_{btin}) của bê tông phụ thuộc vào cấp độ bền chịu kéo của bê tông.



Hình 2.3: Đồ thị thể hiện cường độ bê tông theo thời gian