

xBỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

ThS. Phạm Văn Nhơn



Giáo trình
BÊ TÔNG CỐT THÉP 1
(Phần cấu kiện cơ bản)

Trình độ: Đại học

Ngành: Xây dựng công trình

Cần Thơ – 2017

LƯU HÀNH NỘI BỘ

LỜI NÓI ĐẦU

Bài giảng học phần *Kết cấu Bê tông cốt thép 1 (Phần cấu kiện cơ bản)* 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 chuyên ngành Xây dựng.

Tài liệu là phần 1 trong 2 phần giảng dạy chính học phần bê tông cốt thép. Phần lớn các học phần về bê tông cốt thép không đề cập đến vấn đề tương tác với kết cấu đất.

Phần I: Cấu kiện cơ bản và Kết cấu Sàn phẳng, gồm 9 chương, trình bày chủ yếu những kiến thức cơ bản về nguyên lý làm việc của Bê tông cốt thép, những nguyên tắc chung về cấu tạo và tính toán các cấu kiện Bê tông cốt thép và một số ví dụ minh họa giúp cho sinh viên nắm vững những ứng xử của kết cấu bê tông cốt thép. Học phần I là điều kiện để học các học phần có liên quan đến bê tông cốt thép như Phần II - Tính toán các bộ phận Kết cấu công trình Dân dụng và Nhà Công nghiệp một tầng, cũng như các học phần Kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, Bê tông cốt thép nhà cao tầng. Phần lớn các thiết kế ngày nay đều dùng những chương trình máy tính bằng những phần mềm thương mại phổ biến như SAP, ETABS, STAD, ... hoặc các phần mềm viết riêng lẻ cá nhân viết cho một số kết cấu riêng biệt khi thiết kế.

Sinh viên cần có một kiến thức nền về cơ học công trình, cơ học vật liệu để tiếp cận học phần này thuận lợi. Ngoài ra, các kỹ sư đang làm công tác xây dựng tham khảo khi thiết kế và thi công công trình.

Trong quá trình biên soạn, mặc dù tác giả đã có nhiều nỗ lực, song chắc chắn giáo trình này không thể tránh khỏi sai sót. Rất mong được sự đóng góp và của đọc giả, các đồng nghiệp và các bậc cao minh. (Địa chỉ liên hệ đóng góp: Đại học Nam Cần Thơ, Số 168 Đường Nguyễn Văn Cừ - nối dài, Phường Lê Bình, Quận Ninh Kiều, TP. Cần Thơ. Điện thoại: 0913983007, email: nhonvanpham@gmail.com).

Tác giả chân thành cảm ơn sinh viên các khóa 13, 14, 15 ngành xây dựng có nhiều phê bình và đề nghị đóng góp cho việc biên soạn giáo trình này. Thêm vào đó, tác giả xin ghi nhận sự hàm ơn của các tác giả ở danh mục các tài liệu tham khảo, đã góp phần rất lớn cho sự hoàn thành bước đầu tài liệu bài giảng Kết cấu bê tông cốt thép 1 (Phần cấu kiện cơ bản) này. Nhiều tài liệu có ảnh hưởng sâu sắc trong việc phát triển quan điểm khi biên soạn tài liệu này và rất bổ ích cho tác giả trong việc biên soạn các học phần chuyên ngành sau này.

Sau cùng và quan trọng hơn hết, tác giả đặc biệt bày tỏ lòng biết ơn với Hội đồng Quản trị Trường, Ban Giám hiệu cùng các Phòng, Ban, các đơn vị Nhà trường, các đồng nghiệp trong Khoa đã góp ý giúp tôi hoàn thiện tập giáo trình này.

Xin trân trọng cảm ơn.

Tác giả: Phạm Văn Nhơn

BÊ TÔNG CỐT THÉP 1 (PHẦN CẤU KIỆN CƠ BẢN)

Phạm Văn Nhơn MPA. , MSc. Eng

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1 KHÁI NIỆM CHUNG	18
1.1. Thuật ngữ (Terms) dùng trong TCVN 5574-2012	18
Các đặc trưng hình học.....	19
Các đặc trưng vị trí cốt thép trong tiết diện ngang của cấu kiện.....	21
Các đặc trưng vật liệu.....	22
Các đặc trưng của cấu kiện ứng suất trước	22
1.2. Bản chất của bê tông cốt thép	23
1.3. Ưu nhược điểm của bê tông cốt thép	25
1.4. Sơ lược về lịch sử phát triển	26
1.5. Phân loại bê tông cốt thép.....	27
1.5.1. Theo phương pháp thi công	27
1.5.2. Theo trạng thái ứng suất khi chế tạo và sử dụng:.....	28
1.7. Các tiêu chuẩn xây dựng liên quan đến công tác thiết kế và thi công kết cấu bê tông cốt thép.....	28
Câu hỏi ôn tập	29
CHƯƠNG 2 TÍNH CHẤT CƠ LÝ CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU.....	30
2.1. Vật liệu bê tông cốt thép	30
2.1.1. Bê tông	30
2.1.2. Cốt thép xây dựng	46
2.2. Tính chất cơ lý của bê tông cốt thép	53
2.2.1. Lực dính giữa bê tông và cốt thép.....	53

2.2.2. Xác định đoạn neo thép <i>lan</i>	55
2.2.3. Sự làm việc chung giữa bê tông và cốt thép	56
2.2.4. Ứng suất nội tại trong bê tông cốt thép	56
Câu hỏi ôn tập	57
CHƯƠNG 3 NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP	58
3.1. Cơ sở thực nghiệm của lý thuyết tính toán kết cấu bê tông cốt thép.....	58
3.1.1. Giai đoạn I.....	59
3.1.2. Giai đoạn II	60
3.1.3. Giai đoạn III (Giai đoạn phá hoại)	61
3.2. Các phương pháp tính toán cấu kiện bê tông cốt thép.....	61
3.2.1. Phương pháp tính theo ứng suất cho phép	61
3.2.2. Phương pháp tính theo nội lực phá hoại	62
3.2.3. Phương pháp tính theo trạng thái giới hạn (TTGH).....	64
3.3. Nội dung tính toán cấu kiện bê tông cốt thép theo trạng thái giới hạn.....	64
3.3.1. Nguyên tắc tính toán chung.....	65
3.3.2. Tải trọng và tác động.....	67
3.4. Quan hệ giữa ứng suất trong cốt thép và chiều cao vùng nén của tiết diện.....	69
3.5. Chỉ dẫn chung về cấu tạo	72
3.5.1. Yêu cầu về hình dạng và kích thước cấu kiện	72
3.5.2. Khung cốt thép và lưới cốt thép	72
3.5.3. Cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo	73
3.5.4. Nối cốt thép	74
3.5.5. Neo cốt thép	75
3.5.6. Uốn móc cốt thép	77
3.5.7. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép (a_0)	77
3.5.7. Khoảng cách tối thiểu giữa các thanh cốt thép (ký hiệu t).....	78
3.6. Sự hư hỏng của kết cấu bê tông cốt thép	79
3.6.1. Sự phá hoại do chịu tải trọng	79

3.6.2. Sự hư hỏng do các tác dụng cơ học, hoá học và sinh học của môi trường.	80
Câu hỏi ôn tập	81
CHƯƠNG 4 CẤU KIỆN CHỊU UỐN	82
4.1. Đặc điểm cấu tạo.....	82
4.1.1. Cấu tạo của bản	82
4.1.2. Cấu tạo của dầm	84
4.1.3. Sự làm việc của cấu kiện chịu uốn.....	87
4.2. Tính toán cấu kiện chịu uốn tiết diện chữ nhật.....	87
4.2.1. Đặt cốt đơn	87
4.2.2. Đặt cốt kép	96
4.3. Tính toán cấu kiện có tiết diện chữ T đặt cốt đơn	101
4.3.1. Một số qui định khi tính toán dầm tiết diện chữ T.....	102
4.3.2. Sơ đồ ứng suất và các công thức cơ bản	105
4.4. Tính toán cấu kiện chịu uốn trên tiết diện nghiêng	109
4.4.1. Sự phá hoại theo tiết diện nghiêng của dầm chịu uốn	109
4.4.2. Điều kiện hạn chế khi tính toán cốt ngang.....	112
4.4.3. Yêu cầu cấu tạo đối với cốt đai	113
4.4.4. Tiết diện nghiêng bất lợi nhất	114
4.4.5. Tính toán cốt đai khi không dùng cốt xiên.....	115
4.4.6. Tính toán và bố trí cốt xiên	120
4.5. Qui trình tính các dạng bài toán tính cấu kiện chịu uốn	125
4.5.1. Bài toán tính cốt thép dọc tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn.....	125
4.5.2. Bài toán kiểm tra khả năng chịu lực tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn.....	126
Câu hỏi ôn tập	126
CHƯƠNG 5 CẤU KIỆN CHỊU KÉO, NÉN.....	128
5.1. Cấu kiện chịu nén	128
5.1.1. Một số qui định cấu tạo.....	129
5.1.2. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm	133

5.1.3. Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm phẳng (Plane Eccentric Compressed Members)	138
5.1.4. Tính toán cấu kiện chịu nén đặt cốt đai lò xo	149
5.2. Tính toán cấu kiện chịu kéo đúng tâm.....	149
5.2.1. Bài toán tính cốt thép chịu kéo.....	150
5.2.2. Tính toán cấu kiện chịu kéo lệch tâm.....	151
Câu hỏi ôn tập	154
CHƯƠNG 6 CẤU KIỆN CHỊU XOẮN	155
6.1. Khái niệm cấu kiện chịu xoắn (Torsion)	155
6.2. Điều kiện về khả năng chịu lực	157
6.2.1. Điều kiện hạn chế ứng suất nén chính	157
6.2.2. Điều kiện theo tiết diện vênh	158
6.3. Tính toán với sơ đồ 1	158
6.3.1. Sơ đồ, giả thiết	158
6.3.2. Công thức xác định <i>Mgh</i>	159
6.4. Tính toán với sơ đồ 2	164
6.4.1. Tính toán <i>Mgh</i>	164
6.4.2. Trường hợp đặc biệt	165
6.5. Tính toán với sơ đồ 3	166
Câu hỏi ôn tập	166
CHƯƠNG 7 TÍNH TOÁN CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ HAI	167
7.1. Tính độ võng của cấu kiện chịu uốn	167
7.1.1. Khái niệm	167
7.1.2. Tính độ võng của dầm.....	168
7.2. Tính bề rộng khe nứt.....	174
7.2.1. Khái niệm	174
7.2.2. Tính bề rộng khe nứt thẳng góc	174
Câu hỏi ôn tập	178

CHƯƠNG 8 TÍNH TOÁN KẾT CẤU SÀN BÊ TÔNG CỐT THÉP.....	181
8.1.1. Khái niệm.....	181
8.1.2. Phân loại sàn bê tông cốt thép.....	181
8.1.3. Cách nhận biết bản chịu lực một phương hay hai phương	182
8.1.4. Phương pháp xác định nội lực trong kết cấu sàn	183
8.2. Tính kết cấu sàn có bản chịu lực một phương.....	186
8.2.1. Một số qui định cấu tạo.....	186
8.2.2. Tính ô bản đơn	187
8.2.3. Tính bản liên tục.....	187
8.2.4. Tính dầm phụ	192
8.2.5. Tính dầm chính	195
CHƯƠNG 9 SỰ CHỊU LỰC CỤC BỘ.....	201
9.1. Nén cục bộ	201
9.1.1. Tính toán khi không đặt cốt thép ngang.....	201
9.1.2. Tính toán khi đặt cốt thép ngang bằng lưới	204
9.2. Nén thùng.....	205
9.2.1. Khi không đặt cốt thép ngang	205
9.2.2. Khi có đặt cốt thép ngang.....	206
9.3. Giật đứt (tính cốt treo)	207
9.4. Gia cố góc lõm của dầm	208
9.5. Console ngắn.....	210
PHỤ LỤC CÁC BẢNG TRA.....	213
Bảng 1: Bảng tra diện tích và trọng lượng cốt thép tròn.....	213
Bảng 2: Bảng tra diện tích cốt thép ứng với dây bản rộng 1 mét	214
Bảng 3: Bảng tra các hệ số αR và ξR	215
Bảng 4: Bảng tra các hệ số $\alpha m, \xi$ và ζ	217
Bảng 5: Bảng tra cường độ tính toán của bê tông R_b và R_{bt} (MPa)	219
Bảng 6 : Bảng tra hệ số làm việc của bê tông (γ_{bi})	220

Bảng 7 : Tra cường độ tính toán của cốt thép thanh <i>R_s</i> , <i>R_{sc}</i> , <i>R_{sw}</i> khi tính toán theo TTGH 1 (<i>Mpa</i>) và module đàn hồi của cốt thép <i>E_s</i> (<i>MPa</i>).....	221
Bảng 8: Bảng tra cường độ tiêu chuẩn của bê tông <i>R_{bn}</i> và <i>R_{btn}</i> (MPa).....	222
Bảng 9: Trọng lượng đơn vị của vật liệu xây dựng (<i>γ</i>).....	223
Bảng 10: Tải trọng tiêu chuẩn (TC) phân bố đều (<i>p_c</i>) trên sàn và cầu thang (TCVN 2737 – 95)	224
Bảng 11. Độ võng giới hạn của các cấu kiện thông dụng	229
Bảng 12: Nội lực và phản lực liên kết trong dầm liên tục đều nhịp	230
Bảng 13: Tra hệ số k_i (Qui đổi tải trọng từ sàn truyền vào dầm)	233
Bảng 14: Hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió	233
Bảng 15: Giá trị áp lực gió W_0 (kN/m ²)	234
Bảng 16 : Tra các hệ số để xác định moment trong bản chịu lực hai phương.....	235
<i>Bảng 17: Tính các tung độ biểu đồ moment và lực cắt của dầm liên tục.....</i>	<i>239</i>
TÀI LIỆU THAM KHẢO	252

CHỈ DANH CÁC HÌNH VẼ

Hình 2. 1. Vùng chịu kéo phát sinh khe nứt và người ta đặt cốt thép trong dầm bê tông	23
Hình 2. 2. Ảnh hưởng của tỉ lệ xi măng-nước trên cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn 28 ngày tuổi	31
Hình 2. 3. Dầm khung chịu tải trọng chu kỳ	32
Hình 2. 4. Mô hình dèo	32
Hình 2. 5. Sự tăng cường độ bê tông theo thời gian	36
Hình 2.6. Mẫu bê tông khối lập phương thử cường độ chịu nén	37
Hình 2. 7. Quan hệ ứng suất – biến dạng của bê tông do tải trọng tác dụng ngắn hạn	Error! Bookmark not defined.
Hình 2. 8. Từ biến của bê tông	43
Hình 2. 9. Quan hệ $\sigma - \varepsilon$ của bê tông do tải trọng tác dụng ngắn hạn	44
Hình 2. 10. Từ biến của bê tông a) Biến dạng tăng khi ứng suất không tăng; b) Từ biến tăng theo thời gian	45
Hình 2. 11. Biểu đồ ($\sigma - \varepsilon$) của cốt thép	48
Hình 2.12. Các loại thép xây dựng khi sản xuất:.....	51
Hình 2.13. Một vài loại thép có gờ.....	52
Hình 3.1. Các giai đoạn làm việc trên tiết diện thẳng góc với trục của cấu kiện chịu uốn	60
Hình 3. 2. Ảnh hưởng của chiều cao vùng chịu nén đối với ứng suất trong cốt thép σ_s	71
Hình 3. 3. Các hình thức liên kết cốt thép trong cấu kiện.	73
Hình 3. 4. Mối nối buộc Hình 3. 5. Mối nối hàn.....	74
Hình 3. 6. Neo cốt thép.....	76
Hình 3. 7. Khoảng cách giữa 2 cốt thép và lớp bê tông bảo vệ.....	79
Hình 4. 1. Bố trí cốt thép trong bản một nhịp.....	83
Hình 4. 2 Dạng tiết diện dầm a) Chữ nhật; b) Chữ T; c) và d) Panel	84
Hình 4. 3. cốt thép trong dầm đặt cột đơn.	86
Hình 4. 4. Sơ đồ ứng suất trên tiết diện đặt cột thép đơn	88
Hình 4. 5. Minh họa ví dụ 4.1.....	92
Hình 4. 6.	94

Hình 4. 7. Minh họa cho ví dụ 4.2.....	95
Hình 4. 8. Sơ đồ ứng suất trên tiết diện đặt cốt thép kép	97
Hình 4. 9. Minh họa ví dụ 4.3.....	98
Hình 4. 10. Tiết diện chữ T có cánh vùng nén	102
Hình 4. 11. Các trường hợp tính toán:.....	103
Hình 4. 12. Dầm T đúc liền sàn.....	104
Hình 4. 13. Sơ đồ ứng suất trên tiết diện đặt cốt đơn.....	105
Hình 4. 14. Minh họa cho ví dụ.....	106
Hình 4. 15. Sự phá hoại bởi lực cắt của dầm BTCT	109
Hình 4. 16. Sự phá hoại trên tiết diện nghiêng	110
Hình 4. 17. Sơ đồ tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng	110
Hình 4. 18. Điểm cực tiểu của quan hệ $Qc = fc$	115
Hình 4. 19. Tiết diện nghiêng giữa các cốt đai.....	115
Hình 4. 20 . Minh họa ví dụ 4.5.....	117
Hình 4. 21. Bố trí các lớp cốt xiên.....	122
Hình 4. 22. a) Cốt xiên chịu lực cắt ; b) Cốt xiên chịu momen; c) Cốt xiên chịu lực cắt và momen	122
Hình 4. 23. Minh họa cho ví dụ 4.7.....	123
Hình 4. 24. Bố trí cốt đai, cốt xiên ví dụ 4.7	124
Hình 5. 1. Chiều dài l_0 ứng với từng sơ đồ tính.....	131
Hình 5. 2. Bố trí cốt thép dọc và cốt đai trong cầu kiện chịu nén	133
Hình 5. 3. Sơ đồ ứng suất	134
Hình 5. 4.	135
Hình 5. 5	137
Hình 5. 6. Ảnh hưởng của uốn dọc.....	139
Hình 5. 7.	143
Hình 5. 8. Sơ đồ ứng suất thanh chịu nén lệch tâm bé	144
Hình 5. 9. Quan hệ giữa ứng suất σ_s trong cốt thép A_s và chiều cao tương đối ξ của miền chịu nén.....	145
Hình 5. 10. Cầu kiện đặt cốt đai lò xo	149
Hình 5. 11. Sơ đồ tính cốt thép chịu kéo của thành bể.....	151
Hình 5. 12	151
Hình 5. 13. Sơ đồ chịu kéo lệch tâm bé.....	152
Hình 5. 14. Sơ đồ chịu kéo lệch tâm lớn	153

Hình 6. 1. Một số trường hợp dầm chịu xoắn	156
Hình 6. 2. Sự phá hoại xảy ra theo tiết diện vành của cấu kiện chịu uốn xoắn.....	156
Hình 6. 3. Cấu tạo cấu kiện chịu uốn - xoắn	157
Hình 6. 4. Sơ đồ vùng chịu nén của tiết diện không gian.....	158
Hình 6. 5. Sơ đồ tính toán với M và Q	164
Hình 6. 6. Tính toán với sơ đồ 3	166
Hình 7. 1. Dầm BTCT (a) và tiết diện có khe nứt (b)	169
Hình 7. 2. Minh họa các thành phần của độ võng	169
Hình 7. 3. Sơ đồ tải và hệ số β	170
Hình 8. 1	182
Hình 8. 2	182
Hình 8. 3. Sự hình thành khớp dẻo.....	184
Hình 8. 4. Sơ đồ hình thành các moment khớp dẻo trong dầm ngàm 2 đầu	185
Hình 8. 5. Mặt bằng sàn và sơ đồ tính bản liên tục	188
Hình 8. 6. Cấu tạo các lớp sàn	189
Hình 8. 7. Sơ đồ tính của bản	190
Hình 8. 8. Momen uốn theo sơ đồ dẻo	190
Hình 8. 9. Thép mũ sàn vuông góc dầm chính.....	192
Hình 8. 10. Sơ đồ tính dầm phụ.....	192
Hình 8. 11. Biểu đồ bao nội lực theo sơ đồ dẻo	193
Hình 8. 12. Biểu đồ bao nội lực theo sơ đồ đàn hồi	194
Hình 8. 13. Sơ đồ tính dầm chính.....	195
Hình 8. 14. Hình bao nội lực dầm chính	197
Hình 8. 15. Biểu đồ momen ứng với từng trường hợp chất tải	198
Hình 8. 16. Gia cường bằng cốt đai.....	199
Hình 8. 17. Gia cường bằng cốt đai và cốt xiên.....	199
Hình 9. 1. . Nén cục bộ của kết cấu bê tông cốt thép.	201
Hình 9. 2. Sơ đồ tính toán nén cục bộ của kết cấu bê tông cốt thép.....	203
Hình 9. 3. . Sơ đồ tính toán nén thùng cấu kiện BTCT	206
Hình 9. 4. Sơ đồ tính toán giập đứt cấu kiện bê tông cốt thép	207
Hình 9. 5. Gia cố chỗ góc gãy	209
Hình 9. 6. Sơ đồ tính toán console ngấn.....	212

Hình 9. 7. Cấu tạo cốt thép console ngắn 212

CHỈ DANH CÁC BẢNG TRA

Bảng 1: BẢNG TRA DIỆN TÍCH VÀ TRỌNG LƯỢNG CỐT THÉP TRÒN	213
Bảng 2: BẢNG TRA DIỆN TÍCH CỐT THÉP ÚNG VỚI DÂY BẢN RỘNG 1 MÉT	214
Bảng 3: TRA CÁC HỆ SỐ αR và ξR	215
Bảng 4: TRA CÁC HỆ SỐ αm , ξ và ζ	217
Bảng 5: TRA CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA BÊ TÔNG R_b và R_{bt} (MPa)	219
Bảng 6 : TRA HỆ SỐ ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC CỦA BÊ TÔNG γ_{bi}	220
Bảng 7 : Tra cường độ tính toán của cốt thép thanh R_s . R_{sc} . R_{sw} ,	221
Bảng 8: TRA CƯỜNG ĐỘ TIÊU CHUẨN CỦA BÊ TÔNG	222
Bảng 9: Trọng lượng đơn vị của vật liệu xây dựng (γ)	223
Bảng 10: TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN PHÂN BỐ ĐỀU (p^c) TRÊN SÀN VÀ CẦU THANG (TCVN 2737 – 95).....	224
Bảng 11: NỘI LỰC VÀ PHẢN LỰC LIÊN KẾT TRONG DẦM LIÊN TỤC ĐỀU NHỊP	230
Bảng 12: TRA HỆ SỐ k_i (QUI ĐỔI TẢI TRỌNG TỪ SÀN TRUYỀN VÀO DẦM)	233
Bảng 13: HỆ SỐ k KẾ ĐẾN SỰ THAY ĐỔI ÁP LỰC GIÓ	233