



CK.0000068350

HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

KẾT CẤU BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC

CHỈ DẪN THIẾT KẾ THEO TCXDVN 356 : 2005

2005
356 : 2005

QUYÊN
LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TỦ SÁCH KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

KẾT CẤU BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC

CHỈ DẪN THIẾT KẾ THEO TCXDVN 356:2005

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

HÀ NỘI - 2013

LỜI GIỚI THIỆU

Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 356:2005 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế” đã được Bộ Xây dựng ban hành năm 2005, thay thế cho tiêu chuẩn TCVN 5574:1991. Trong khuôn khổ đề tài Khoa học Công nghệ do Bộ Xây dựng đặt hàng, tài liệu “Kết cấu bê tông ứng suất trước - Chỉ dẫn thiết kế theo TCXDVN 356:2005” được Viện Khoa học Công nghệ xây dựng biên soạn trên cơ sở tài liệu “Hướng dẫn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước” của Cộng hòa liên bang Nga (Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов - к СНиП 2.03.01-84*).

Cuốn sách “Kết cấu bê tông ứng suất trước - Chỉ dẫn thiết kế theo TCXDVN 356:2005” bao gồm những nội dung cơ bản của tiêu chuẩn kèm theo các ví dụ tính toán, minh họa để các kỹ sư tư vấn có thể hiểu và vận dụng chính xác các quy định của tiêu chuẩn trong quá trình thiết kế kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước.

Nhằm phục vụ đồng đảo các kỹ sư ngành xây dựng, Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường (Bộ Xây dựng) phối hợp với Nhà Xuất bản Xây dựng xuất bản cuốn sách “Kết cấu bê tông ứng suất trước - Chỉ dẫn thiết kế theo TCXDVN 356:2005”. Chúng tôi chân thành cảm ơn các ý kiến góp ý của độc giả và mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà xuất bản Xây dựng.

Địa chỉ 37 Lê Đại Hành - Quận Hai Bà Trưng - Hà Nội

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
Mục lục	5
1. Phạm vi áp dụng	7
2. Tiêu chuẩn viện dẫn	7
3. Thuật ngữ, đơn vị đo và ký hiệu	8
3.1. Thuật ngữ	8
3.2. Đơn vị đo	9
3.3. Ký hiệu	9
4. Chỉ dẫn chung	13
4.1. Những nguyên tắc cơ bản	13
4.2. Những yêu cầu cơ bản về tính toán	14
4.3. Ứng suất trước và tổn hao ứng suất trước	20
4.4. Ví dụ tính toán	33
5. Vật liệu dùng cho kết cấu bê tông ứng suất trước	43
5.1. Bê tông	43
5.2. Cốt thép	52
6. Tính toán cấu kiện BTƯST theo các trạng thái giới hạn thứ nhất	64
6.1. Chỉ dẫn chung	64
6.2. Cấu kiện chịu uốn	65
6.3. Cấu kiện chịu nén	93
6.4. Cấu kiện chịu kéo	110
6.5. Cấu kiện chịu xoắn	114
6.6. Tính toán môi kết cấu bê tông ứng suất trước	114
6.7. Ví dụ tính toán	120
7. Tính toán cấu kiện BTƯST theo các trạng thái giới hạn thứ hai	161
7.1. Tính toán cấu kiện bê tông ứng suất trước theo điều kiện hình thành vết nứt	161
7.2. Tính toán theo sự mở rộng vết nứt cấu kiện bê tông ứng suất trước	174
7.3. Tính toán cấu kiện bê tông ứng suất trước theo sự khép vết nứt	186
7.4. Tính toán cấu kiện bê tông ứng suất trước theo biến dạng	188

7.5. Ví dụ tính toán	213
8. Các chỉ dẫn về cấu tạo	236
8.1. Kích thước và hình dạng cấu kiện	236
8.2. Lớp bê tông bảo vệ	238
8.3. Khoảng cách tối thiểu giữa các cốt thép	240
8.4. Neo cốt thép	242
8.5. Bố trí cốt thép trong cấu kiện	243
8.6. Liên kết hàn cốt thép	249
8.7. Các chỉ dẫn cấu tạo khác	250
9. Ví dụ tính toán tổng hợp	251
9.1. Xác định đặc trưng hình học tiết diện quy đổi	253
9.2. Xác định nội lực nén trước P và độ lệch tâm e_{op}	253
9.3. Tính toán độ bền trong giai đoạn gia công	256
9.4. Tính toán độ bền của tiết diện thẳng góc theo giai đoạn sử dụng	257
9.5. Tính toán độ bền của tiết diện xiên	258
9.6. Tính toán theo sự hình thành vết nứt	261
9.7. Tính toán mở rộng khe nứt tiết diện thẳng góc trong giai đoạn sử dụng	263
9.8. Tính toán theo vết nứt thẳng góc khép lại	264
9.9. Tính toán sự mở rộng vết nứt trong quá trình sản xuất	265
9.10. Tính toán sự hình thành vết nứt xiên	266
9.11. Tính toán theo biến dạng	269
Phụ lục A : Bê tông dùng cho kết cấu	271
Phụ lục B : Một số loại cốt thép thường dùng - hướng dẫn sử dụng	273
Phụ lục C : Độ võng và chuyển vị của kết cấu	278
Phụ lục D : Các nhóm chế độ làm việc của cầu trục và cầu treo	287

KẾT CẤU BÊTÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC

CHỈ DẪN THIẾT KẾ THEO TCXDVN 356 : 2005

1. Phạm vi áp dụng

- 1.1. Chỉ dẫn này dùng để thiết kế kết cấu bê tông ứng suất trước theo Tiêu chuẩn TCXDVN 356 : 2005 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
- 1.2. Chỉ dẫn này dùng để thiết kế các kết cấu bê tông ứng suất trước của nhà và công trình có công năng khác nhau, làm việc dưới tác động có hệ thống của nhiệt độ trong phạm vi không cao hơn $+50^{\circ}\text{C}$ và không thấp hơn -40°C .
- 1.3. Chỉ dẫn này chỉ dẫn thiết kế các kết cấu bê tông ứng suất trước làm từ bê tông nặng, bê tông nhẹ và bê tông hạt nhỏ.
- 1.4. Những chỉ dẫn trong chỉ dẫn này không áp dụng cho các kết cấu của công trình thủy công, cầu, đường hầm giao thông, đường ống ngầm, mặt đường ô tô và đường sân bay; kết cấu xi măng lưới thép, cũng như không áp dụng cho các kết cấu làm từ bê tông có khối lượng riêng trung bình nhỏ hơn 500 kg/m^3 và lớn hơn 2500 kg/m^3 , bê tông Polymer, bê tông có chất kết dính vôi - xỉ và chất kết dính hỗn hợp (ngoại trừ trường hợp sử dụng các chất kết dính này trong bê tông tổ ong), bê tông dùng chất kết dính bằng thạch cao và chất kết dính đặc biệt, bê tông dùng cốt liệu hữu cơ đặc biệt, bê tông có độ rỗng lớn.
- 1.5. Khi thiết kế kết cấu bê tông ứng suất trước làm việc trong điều kiện đặc biệt (chịu tác động động đất, trong môi trường xâm thực mạnh, trong điều kiện độ ẩm thấp, v.v...) phải tuân theo các yêu cầu bổ sung cho các kết cấu đó của các tiêu chuẩn tương ứng.

2. Tiêu chuẩn viện dẫn

Chỉ dẫn này được sử dụng đồng thời và có trích dẫn các tiêu chuẩn sau:

- TCXDVN 356 : 2005 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế;
- TCVN 2737 : 1995 Tải trọng và tác động. Tiêu chuẩn thiết kế;
- TCXD 327 : 2004 Kết cấu bê tông cốt thép. Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển;
- TCVN 4612 : 1988 Hệ thống tài liệu thiết kế xây dựng. Kết cấu bê tông cốt thép. Ký hiệu quy ước và thể hiện bản vẽ;
- TCVN 5572 : 1991 Hệ thống tài liệu thiết kế xây dựng. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Bản vẽ thi công;

- TCVN 6048 : 1995 Bản vẽ nhà và công trình xây dựng. Ký hiệu cho cốt thép bê tông;
- TCVN 5898 : 1995 Bản vẽ xây dựng và công trình dân dụng. Bảng thống kê cốt thép;
- TCVN 3118 : 1993 Bê tông nặng. Phương pháp xác định cường độ nén;
- TCVN 1651 : 1985 Thép cốt bê tông cán nóng;
- TCVN 6284 : 1997 Thép cốt bê tông dự ứng lực (Phần 1-5);
- TCVN 3101 : 1979 Dây thép các bon thấp kéo nguội dùng làm cốt thép bê tông;
- TCVN 3100 : 1979 Dây thép tròn dùng làm cốt thép bê tông ứng lực trước;
- TCVN 197 : 1985 Kim loại. Phương pháp thử kéo;
- TCVN 1691 : 1975 Mối hàn hồ quang điện bằng tay;
- TCXD 227 : 1999 Cốt thép trong bê tông. Hàn hồ quang;
- TCVN 3223 : 1994 Que hàn điện dùng cho thép các bon và thép hợp kim thấp;
- TCVN 3909 : 1994 Que hàn điện dùng cho thép các bon và hợp kim thấp. Phương pháp thử;
- TCVN 3993 : 1993 Que hàn điện dùng cho thép các bon và hợp kim thấp. Phương pháp thử.

3. Thuật ngữ, đơn vị đo và ký hiệu

3.1. Thuật ngữ

- *Cấp độ bền nén của bê tông*: Ký hiệu bằng chữ B, là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu lập phương kích thước tiêu chuẩn (150mm × 150mm × 150mm) được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày.
- *Cấp độ bền kéo của bê tông*: Ký hiệu bằng chữ B_k, là giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu kéo tức thời, tính bằng đơn vị MPa, với xác suất đảm bảo không dưới 95%, xác định trên các mẫu kéo tiêu chuẩn được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm kéo ở tuổi 28 ngày.
- *Mác bê tông theo cường độ chịu nén*: Ký hiệu bằng chữ M, là cường độ của bê tông, lấy bằng giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu nén tức thời, tính bằng đơn vị daN/cm², xác định trên các mẫu lập phương kích thước tiêu chuẩn (150 mm x 150 mm x 150 mm), được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày.
- *Mác bê tông theo cường độ chịu kéo*: Ký hiệu bằng chữ K, là cường độ của bê tông, lấy bằng giá trị trung bình thống kê của cường độ chịu kéo tức thời, tính bằng đơn vị daN/cm², xác định trên các mẫu thử kéo tiêu chuẩn, được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm kéo ở tuổi 28 ngày.

- *Kết cấu bê tông*: Là kết cấu làm từ bê tông không đặt cốt thép hoặc đặt cốt thép theo yêu cầu cấu tạo mà không kể đến trong tính toán. Các nội lực tính toán do tất cả các tác động trong kết cấu bê tông đều chịu bởi bê tông.
- *Kết cấu bê tông cốt thép*: Là kết cấu làm từ bê tông có đặt cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo. Các nội lực tính toán do tất cả các tác động trong kết cấu bê tông cốt thép chịu bởi bê tông và cốt thép chịu lực.
- *Kết cấu bê tông ứng suất trước*: Là kết cấu bê tông cốt thép, trong đó một phần hoặc toàn bộ các cốt thép được căng gây ứng suất trước làm cho toàn bộ hoặc một phần bê tông được nén trước khi đưa vào chịu lực với mục đích triệt tiêu ứng suất kéo do tải trọng ngoài sau này gây ra.
- *Cốt thép căng*: Là cốt thép được căng gây ứng suất trước trong quá trình chế tạo kết cấu trước khi có tải trọng sử dụng tác dụng.
- *Cốt thép thường*: Là cốt thép không được căng gây ứng suất trước trong kết cấu bê tông ứng suất trước.
- *Cốt thép chịu lực*: Là cốt thép đặt theo tính toán.
- *Cốt thép cấu tạo*: Là cốt thép đặt theo yêu cầu cấu tạo, không tính toán.
- *Chiều cao làm việc của tiết diện*: Là khoảng cách từ mép chịu nén của cấu kiện đến trọng tâm tiết diện của cốt thép dọc chịu kéo.
- *Lớp bê tông bảo vệ*: Là lớp bê tông có chiều dày tính từ mép cấu kiện đến bề mặt gần nhất của thanh cốt thép.
- *Nội lực giới hạn*: Nội lực lớn nhất mà cấu kiện, tiết diện của nó (với các đặc trưng vật liệu được lựa chọn) có thể chịu được.
- *Trạng thái giới hạn*: Là trạng thái mà khi vượt quá nó, kết cấu không còn thỏa mãn các yêu cầu sử dụng đề ra đối với nó khi thiết kế.
- *Điều kiện sử dụng bình thường*: Là điều kiện sử dụng tuân theo các yêu cầu tính đến trước theo tiêu chuẩn hoặc trong thiết kế, thỏa mãn các yêu cầu về công nghệ cũng như sử dụng.

3.2. Đơn vị đo

Trong chỉ dẫn này sử dụng hệ đơn vị đo SI. Đơn vị chiều dài: m; đơn vị ứng suất: MPa; đơn vị lực: N.

3.3. Ký hiệu

3.3.1. Các đặc trưng hình học

- b chiều rộng tiết diện chữ nhật; chiều rộng sườn tiết diện chữ T và chữ I;
- b_f, b'_f lần lượt là chiều rộng cánh chịu kéo và chịu nén của tiết diện chữ T và chữ I;
- h chiều cao của tiết diện chữ nhật, chữ T và chữ I;

- h_f, h'_f lần lượt là chiều cao cánh chịu kéo và chịu nén của tiết diện chữ T và chữ I;
- a, a' lần lượt là khoảng cách từ hợp lực trong cốt thép S và S' đến biên gần nhất của tiết diện;
- h_0, h'_0 lần lượt là chiều cao làm việc của tiết diện, tương ứng bằng $h-a$ và $h-a'$;
- x chiều cao vùng bê tông chịu nén;
- ξ chiều cao tương đối của vùng bê tông chịu nén, bằng x/h_0 ;
- s khoảng cách cốt thép đai theo chiều dài cấu kiện;
- e_0 độ lệch tâm của lực dọc N đối với trọng tâm của tiết diện quy đổi, xác định theo chỉ dẫn tại điều 4.3.5;
- e_{0p} độ lệch tâm của lực nén trước P đối với trọng tâm tiết diện quy đổi, xác định theo chỉ dẫn tại điều 4.3.5;
- $e_{0,lot}$ độ lệch tâm của hợp lực giữa lực dọc N và lực nén trước P đối với trọng tâm tiết diện quy đổi;
- e, e' lần lượt là khoảng cách từ điểm đặt lực dọc N đến hợp lực trong cốt thép S và S' ;
- e_s, e_{sp} lần lượt là khoảng cách tương ứng từ điểm đặt lực dọc N và lực nén trước P đến trọng tâm tiết diện cốt thép S ;
- l nhịp cấu kiện;
- l_0 chiều dài tính toán của cấu kiện chịu tác dụng của lực nén dọc;
- i bán kính quán tính của tiết diện ngang của cấu kiện đối với trọng tâm tiết diện;
- d đường kính danh nghĩa của thanh cốt thép;
- A_s, A'_s lần lượt là diện tích tiết diện của cốt thép không căng S và cốt thép căng S' ; còn khi xác định lực nén trước P – tương ứng là diện tích của phần tiết diện cốt thép không căng S và S' ;
- A_{sp}, A'_{sp} lần lượt là diện tích tiết diện của phần cốt thép căng S và S' ;
- A_{sw} diện tích tiết diện của cốt thép đai đặt trong mặt phẳng vuông góc với trục dọc cấu kiện và cắt qua tiết diện nghiêng;
- $A_{s,inc}$ diện tích tiết diện của thanh cốt thép xiên đặt trong mặt phẳng nghiêng góc với trục dọc cấu kiện và cắt qua tiết diện nghiêng;
- μ hàm lượng cốt thép xác định như tỉ số giữa diện tích tiết diện cốt thép S và diện tích tiết diện ngang của cấu kiện bh_0 , không kể đến phần cánh chịu nén và kéo;

A	diện tích toàn bộ tiết diện ngang của bê tông;
A_b	diện tích tiết diện của vùng bê tông chịu nén;
A_{bt}	diện tích tiết diện của vùng bê tông chịu kéo;
A_{red}	diện tích tiết diện quy đổi của cấu kiện, xác định theo chỉ dẫn tại điều 4.3.7;
A_{loc1}	diện tích bê tông chịu nén cục bộ;
S'_{b0}, S_{b0}	lần lượt là mômen tĩnh của diện tích tiết diện của vùng bê tông chịu nén và chịu kéo đối với trục trung hòa;
S_{s0}, S'_{s0}	lần lượt là mômen tĩnh của diện tích tiết diện cốt thép S và S' đối với trục trung hòa;
I	mômen quán tính của tiết diện bê tông đối với trọng tâm tiết diện của cấu kiện;
I_{red}	mômen quán tính của tiết diện quy đổi đối với trọng tâm của nó, xác định theo chỉ dẫn tại điều 4.3.7;
I_s	mômen quán tính của tiết diện cốt thép đối với trọng tâm của tiết diện cấu kiện;
I_{b0}	mômen quán tính của tiết diện vùng bê tông chịu nén đối với trục trung hòa;
I_{s0}, I'_{s0}	lần lượt là mômen quán tính của tiết diện cốt thép S và S' đối với trục trung hòa;
W_{red}	mômen kháng uốn của tiết diện quy đổi của cấu kiện đối với trục chịu kéo ở biên, xác định như đối với vật liệu đàn hồi theo chỉ dẫn tại điều 7.1.2.

3.3.2. Các ký hiệu thể hiện vị trí của cốt thép trong tiết diện ngang của cấu kiện

S ký hiệu cốt thép dọc:

- Khi tồn tại cả hai vùng tiết diện bê tông chịu kéo và chịu nén do tác dụng của ngoại lực: S biểu thị cốt thép đặt trong vùng chịu kéo;
 - Khi toàn bộ vùng bê tông chịu nén: S biểu thị cốt thép đặt ở biên chịu nén ít hơn;
 - Khi toàn bộ vùng bê tông chịu kéo:
- + Đối với các cấu kiện chịu kéo lệch tâm: S biểu thị cốt thép đặt ở biên chịu kéo nhiều hơn;
- + Đối với cấu kiện chịu kéo đúng tâm: S biểu thị cốt thép đặt trên toàn bộ tiết diện ngang của cấu kiện;