

Phần 5 - Kết cấu bê tông

5.1. PHẠM VI

Các quy định của phần này áp dụng cho việc thiết kế các cấu kiện cầu và tường chắn được xây dựng bằng bê tông có tỷ trọng bình thường hoặc tỷ trọng thấp và có bố trí cốt thép và/hoặc cốt thép dự ứng lực (các tao cáp hoặc thanh thép dự ứng lực). Các quy định này dựa trên cơ sở cường độ bê tông trong khoảng từ 16 tới 70 MPa.

Các quy định của chương này tổng hợp và thống nhất các yêu cầu cho kết cấu bê tông cốt thép, bê tông dự ứng lực và bê tông dự ứng lực một phần. Các quy định cho việc thiết kế chống động đất, phương pháp tính toán theo mô hình chống và giằng, thiết kế các cầu bê tông thi công theo phương pháp phân đoạn và cầu bê tông cốt thép lắp ghép cũng được trình bày trong chương này.

5.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA

Neo - Trong công nghệ kéo sau, đây là thiết bị cơ khí được dùng để neo bó tao thép vào bê tông; trong công nghệ kéo trước, đây là thiết bị được dùng để neo bó tao thép cho đến khi bê tông đạt được cường độ định trước và dự ứng lực đã truyền vào bê tông; đối với cốt thép thanh, đây là đoạn chiều dài cốt thép hoặc neo cơ học, hoặc móc, hoặc tổ hợp của chúng ở đầu thanh đủ để truyền lực căng trong thanh vào bê tông.

Vấu neo - Bộ phận được làm nhô ra thêm ở sườn, bản cánh hoặc chỗ nối sườn - bản cánh để lắp neo bó thép dự ứng lực.

Vùng neo - Phần kết cấu mà dự ứng lực được truyền từ thiết bị neo sang vùng cục bộ của bê tông và sau đó phân bố rộng hơn sang vùng chung của kết cấu.

Lúc kích - Ở thời điểm căng bó thép dự ứng lực.

Lúc đặt tải - Thuật ngữ liên quan đến trị số của các đặc trưng của bê tông lúc tải trọng tác động. Tải trọng này bao gồm lực dự ứng lực và tải trọng thường xuyên, thường không bao gồm hoạt tải.

Lúc truyền - Ngay sau khi truyền lực dự ứng lực vào bê tông.

Bó thép dính bám - Bó thép được dính bám với bê tông hoặc trực tiếp hoặc thông qua ép vữa.

Lực nở ra - Lực kéo trong bê tông ở vùng neo kéo sau do truyền dự ứng lực gây ra.

Bê tông đúc tại chỗ - Bê tông được đổ vào vị trí cuối cùng của nó trong kết cấu khi còn đang dẻo.

Các neo đặt sát nhau - Các thiết bị neo được định nghĩa là đặt sát nhau nếu cự ly tim đến tim của chúng không vượt quá 1,5 lần bề rộng của thiết bị neo trên phương được xem xét.

Hợp long - Việc đổ bê tông tại chỗ dùng để liên kết hai hoặc nhiều hơn các bộ phận đã đúc trước đó của kết cấu.

Kết cấu liên hợp - Các cấu kiện bê tông hoặc bê tông và thép liên kết với nhau để cùng chịu tác động lực như là một khối.

Lớp bê tông bảo vệ - Cự ly tối thiểu được quy định giữa bề mặt bê tông và bề mặt của cốt thép, tao thép, ống bọc kéo sau, neo hoặc các vật chôn khác.

Bó tăng cường - Điều kiện khi phòng ngừa sự phân rã của bê tông chịu nén bằng cách tạo các lực ngang và/hoặc lực bao quanh, chẳng hạn như có thể dùng cốt thép thích hợp, các ống thép hoặc ống composit hoặc các cấu kiện tương tự.

Neo bó - Neo cho bó tao thép kéo sau làm việc trên cơ sở ngăn chặn bê tông trong vùng neo cục bộ nhờ các cốt thép đặc biệt.

Từ biến - Biến dạng theo thời gian của bê tông dưới tải trọng thường xuyên.

Ma sát cong - Ma sát do bó thép dịch tựa vào ống bọc khi bị kéo do độ cong của ống bọc.

Bản mặt cầu - Bản bê tông đặc chịu và truyền tải trọng bánh xe lên cấu kiện đỡ bên dưới.

Giảm nén trước - Giai đoạn mà ở đó các ứng suất nén do dự ứng lực bị triệt tiêu bởi các ứng suất kéo.

Cấu kiện cao - Các cấu kiện trong đó cự ly từ điểm lực cắt bằng 0,0 đến mặt gối nhỏ hơn 2d, hoặc các cấu kiện trong đó tải trọng gây ra lớn hơn 1/3 lực cắt ở gối đặt gần hơn 2d từ mặt gối (d = chiều cao cấu kiện).

Yên đổi hướng (ụ chuyển hướng) - Cục bê tông làm nhô ra thêm ở sườn, bản cánh hoặc chỗ tiếp giáp sườn - bản cánh dùng để khống chế về hình học hoặc để đổi hướng bó thép đặt ngoài.

Chiều dài triển khai - Cự ly cần thiết để phát triển cường độ các thanh cốt thép hoặc tao thép dự ứng lực.

Cự ly mép - Cự ly tối thiểu giữa tim cốt thép hoặc vật chôn khác và mép bê tông.

Chiều cao hữu hiệu - Chiều cao cấu kiện hữu hiệu trong mặt cắt chịu uốn hoặc cắt; ký hiệu như d và d_v .

Dự ứng lực hữu hiệu - Ứng suất hoặc lực còn lại trong cốt thép dự ứng lực sau khi toàn bộ mất mát đã xảy ra.

Chiều dài chôn - Chiều dài cốt thép hoặc neo được đặt vượt quá mặt cắt tới hạn mà trên đó việc truyền lực giữa bê tông và cốt thép có thể xảy ra.

Bó thép ngoài - Bó thép kéo sau được đặt bên ngoài bê tông, thường nằm trong lòng dầm hộp.

Vùng chung - Vùng liên kê với neo kéo sau trong đó lực dự ứng lực truyền chủ yếu theo sự phân bố ứng suất tuyến tính trên mặt cắt ngang của cấu kiện.

Neo trung gian - Neo không được đặt ở bề mặt cuối của cấu kiện hoặc phân đoạn cho các bó thép không kéo dài qua suốt chiều dài cấu kiện hoặc phân đoạn; thường dưới dạng các neo bị chôn, vấu, sườn hoặc hố đặt.

Bó thép trong - Bó thép kéo sau được đặt bên trong bê tông.

Cốt thép đẳng hướng - Bố trí cốt thép trong đó các thanh trực giao với nhau và tỷ lệ cốt thép ở hai hướng bằng nhau.

Lực kích - Lực tác động bởi thiết bị sinh ra lực căng trong bó thép.

Gối lao - Gối tạm có đặc tính ma sát thấp dùng trong thi công cầu bằng phương pháp đúc đẩy.

Mũi dẫn - Kết cấu thép tạm thời được nối ở phía trước cầu đúc đẩy để giảm ứng lực kết cấu nhịp trong khi lao.

Bê tông tỷ trọng thấp - Bê tông chứa cấp phối nhẹ và có tỷ trọng khi khô không vượt quá 1925 Kg/m^3 như được xác định bởi ASTM C-567.

Vùng cục bộ - Phần thể tích bê tông bao quanh và ở ngay trước đầu thiết bị neo để chịu ứng suất nén cao.

Thép ít dao , Thép tự chùng thấp - Loại tạo thép dự ứng lực kéo mà mất mát dự ứng suất do thép tự chùng được giảm đáng kể do xử lý kéo ở nhiệt độ cao ngay trong lúc chế tạo tạo thép.

Bê tông tỷ trọng thường - Bê tông có tỷ trọng ở giữa 2150 và 2500 kg/m^3 .

Tạo thép không dính bám một phần - Tạo thép dự ứng lực có một phần chiều dài được dính bám và có chỗ khác được cố ý cho không dính bám bằng cách dùng các biện pháp cơ học hoặc hoá học. Còn được gọi là tạo thép được che chắn hoặc bọc ngoài.

Bê tông dự ứng lực một phần - Bê tông với sự kết hợp của cả các tạo thép dự ứng lực và các thanh thép thường.

Kéo sau - Một phương pháp tạo dự ứng lực- trong đó các tạo thép được căng kéo sau khi bê tông đạt cường độ quy định.

Ống bọc kéo sau - Vật tạo hình lồng để luồn và chứa các bó thép hoặc các thanh kéo sau trong bê tông đã cứng. Thường dùng các loại sau :

Ống bọc cứng - Ống không nối, đủ cứng để giới hạn độ võng không vượt quá 25 mm trên chiều dài 6.000 mm được tựa ở hai đầu.

Ống bọc nửa cứng - Ống thép hoặc chất dẻo gọn sóng đủ cứng để được coi là không cuộn được thành cuộn vận chuyển thông thường mà không hư hỏng.

Ống bọc mềm - Ống được nối mềm có thể cuộn thành đường kính 1200 mm mà không hư hỏng.

Cấu kiện đúc sẵn - Cấu kiện bê tông được đúc ở nơi không phải là vị trí cuối cùng của nó.

Bê tông dự ứng lực - Cấu kiện bê tông ở đó các ứng suất và biến dạng được tạo ra bằng tác động của lực dự ứng lực.

Kéo căng trước - Một phương pháp dự ứng lực trong đó các tao thép được căng kéo trước khi đổ bê tông.

Bê tông cốt thép - Bê tông kết cấu có chứa lượng thép không ít hơn lượng tối thiểu quy định ở đây bao gồm các tao thép kéo trước hoặc cốt thép không dự ứng lực.

Cốt thép - Thanh cốt thép và/hoặc thép dự ứng lực.

Tự chùng - Sự giảm ứng suất theo thời gian trong các bó thép dự ứng lực.

Bê tông cát tỷ trọng thấp - Một loại bê tông tỷ trọng thấp chứa cấp phối thô tỷ trọng thấp và cát tự nhiên hạt mịn.

Cấu kiện phân đoạn - Cấu kiện được làm bằng các bộ phận đơn lẻ hoặc đúc sẵn hoặc đúc tại chỗ và có các cáp dự ứng lực được kéo sau cùng với nhau để làm việc như một cấu kiện liên khối dưới tải trọng.

Bản - Cấu kiện có chiều rộng ít nhất bằng bốn lần chiều cao hữu hiệu của nó.

Thiết bị neo đặc biệt - Thiết bị neo mà tính đầy đủ của chúng phải được chứng minh qua thử nghiệm chấp nhận đã được tiêu chuẩn hoá. Hầu hết các neo đa diện và tất cả các neo dính bám là các thiết bị neo đặc biệt.

Cường độ quy định của bê tông - Cường độ nén danh định của bê tông được quy định cho công trình và được giả thiết cho thiết kế và phân tích kết cấu mới.

Thép xoắn - Thanh hoặc sợi được cuốn liên tục thành hình trụ xoắn ốc.

Cường độ kéo chế - Cường độ kéo của bê tông được xác định bằng thí nghiệm tách (chê) phù hợp với AASHTO T198 (ASTM C 496).

Phạm vi (biên độ) ứng suất - Chênh lệch đại số giữa ứng suất Max và Min do tải trọng nhất thời.

Bê tông khối lớn - Bất kỳ khối bê tông lớn nào ở đó các vật liệu hoặc phương pháp đặc biệt cần được áp dụng để đối phó với sự phát nhiệt của hydrat hoá và sự thay đổi thể tích kèm theo để giảm thiểu nứt.

Mô hình chống - và - giàng, Mô hình giàn ảo - Mô hình được dùng chủ yếu ở các vùng lực tập trung và thay đổi đột ngột về hình học để xác định các tỷ lệ bê tông và khối lượng cốt thép và các phân bố được dựa trên giả thiết là có các thanh chống chịu nén trong bê tông, các giàng chịu kéo trong cốt thép và vị trí hình học của các nút ở các điểm giao cắt của chúng.

Gradien nhiệt - Thay đổi nhiệt độ của bê tông trên mặt cắt ngang.

Cấu kiện thép dự ứng lực - Cấu kiện thép cường độ cao được dùng để tạo dự ứng lực cho bê tông.

Truyền - Thao tác truyền lực trong thiết bị neo kéo trước lên bê tông.

Chiều dài truyền - Chiều dài trên đó ứng lực trước được truyền qua bê tông bằng dính bám và ma sát trong một cấu kiện kéo trước.

Cốt thép ngang - Cốt thép được dùng để chịu cắt, xoắn, lực ngang hoặc để bố tăng cường bê tông trong bộ phận kết cấu. Các thuật ngữ "cốt đai" và "cốt thép bản bụng" thường được dùng để chỉ cốt thép ngang trong bộ phận chịu uốn và thuật ngữ "giằng" "cốt đai" và "cốt xoắn" được dùng để chỉ cốt thép ngang trong bộ phận chịu nén.

Mối nối loại A - Mối nối tại chỗ bằng bê tông ướt và/hoặc keo epôxy giữa các bộ phận đúc sẵn.

Mối nối loại B - Mối nối khô giữa các bộ phận đúc sẵn.

Ma sát lác - Ma sát gây ra bởi sự lệch hướng của ống bọc hoặc vỏ bọc bó thép ra khỏi biến dạng quy định của nó.

Giới hạn chảy - Giới hạn chảy quy định của cốt thép.

5.3. KÝ HIỆU

- A** = diện tích của bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chủ chịu kéo và được giới hạn bởi các bề mặt của mặt cắt ngang và một đường thẳng song song với trục trung hoà đem chia cho số lượng thanh hoặc sợi (mm^2); diện tích tối đa của phần bề mặt đỡ giống với diện tích chịu tải và đồng tâm với nó và không chồng lên diện tích tương tự của thiết bị neo bên cạnh (mm^2); đối với thi công phân đoạn, trọng lượng tính của phân đoạn đúc trước đang cầu (N) (5.7.3.4)(5.10.9.7.2)(5.14.2.3.2).
- A_b = diện tích của một thanh thép đơn (mm^2); diện tích mặt tựa hữu hiệu (mm^2), diện tích tịnh của một bản đỡ (mm^2) (5.10.8.2) (5.10.9.6.2) và (5.10.9.7.2).
- A_c = diện tích của lõi cấu kiện chịu nén tăng cường bằng thép xoắn tính từ đường kính ngoài của cốt đai xoắn (mm^2) (5.7.4.6)
- A_{cb} = diện tích mặt cắt ngang được tính tiếp trong phần mở rộng các cạnh của tấm neo hay vấu neo, nghĩa là không kể diện tích của vấu neo hoặc sườn là một phần của mặt cắt ngang (mm^2) (5.10.9.3.4b)
- A_{cp} = diện tích được bao bởi chu vi ngoài của mặt cắt bê tông, bao gồm diện tích các lỗ rỗng nếu có (mm^2) (5.8.2.1)
- A_{cs} = diện tích mặt cắt ngang của thanh chống bê tông trong mô hình chống- và-giằng (5.6.3.3.1)
- A_{cv} = diện tích mặt cắt bê tông để truyền lực cắt (mm^2) (5.8.4.1)
- A_g = tổng diện tích của mặt cắt (mm^2); tổng diện tích của bản đỡ (mm^2) (5.5.4.2.1) (5.10.9.7.2)
- A_h = diện tích cốt thép chịu cắt song song với cốt thép chịu kéo uốn (mm^2) (5.13.2.4.1)
- A_{hr} = diện tích một nhánh của cốt thép treo ở gờ dầm và dầm T ngược (mm^2) (5.13.2.5.5)
- AI** = đối với thi công phân đoạn: Đáp ứng động học do đỡ hoặc đặt tải bất ngờ một phân đoạn đúc sẵn (N)(5.14.2.3.2)
- A_k = diện tích để của tất cả các mòng chống cắt trong mặt phẳng phá hoại (mm^2)(5.8.5)
- A_n = diện tích cốt thép trong dầm hẫng ngắn hoặc dầm chìa chịu lực kéo N_{uc} (mm^2)(5.13.2.4.2)
- A_o = diện tích được bao bởi dòng cắt, bao gồm diện tích các lỗ nếu có (mm^2) (5.8.3.6.2)
- A_{oh} = diện tích được bao bởi cốt thép chịu xoắn ngang, kín phía ngoài, bao gồm diện tích các lỗ nếu có (mm^2) (5.8.3.6.2).

A_{ps}	=	diện tích thép dự ứng lực(mm ²) (5.5.4.2.1)
A_s	=	diện tích cốt thép chịu kéo không dự ứng lực(mm ²)(5.5.4.2.1)
$A_{,s}$	=	diện tích cốt thép chịu nén (mm ²)(5.7.3.1.1).
A_{sh}	=	diện tích mặt cắt ngang của cốt đai tăng cường cột (mm ²) (5.10.11.4.1d)
A_{sk}	=	diện tích cốt thép vỏ trên đơn vị chiều cao trong một mặt bên (mm ²) (5.10.11.4.1d)
A_{sm}	=	diện tích tiếp xúc giữa các mặt nhẵn trên mặt phẳng phá hoại (mm ²)(5.8.5).
A_{ss}	=	diện tích cốt thép trong thanh chống giả định của mô hình chống-và-giàng (mm ²)(5.6.3.3.4)
A_{st}	=	tổng diện tích cốt thép dọc thường(mm ²)(5.6.3.4.1)
A_{s-BW}	=	diện tích thép trong chiều rộng móng băng (mm ²)(5.6.3.4.1)
A_{s-SD}	=	tổng diện tích thép trong phương ngắn của bệ móng (mm ²) (5.13.3.5)
A_t	=	diện tích một nhánh của cốt thép chịu xoắn ngang kín (mm ²) (5.8.3.6.2)
A_v	=	diện tích cốt thép ngang trong cự ly S (mm ²) (5.8.2.5)
A_{vf}	=	diện tích cốt thép chịu ma sát cắt (mm ²); diện tích cốt thép chịu cắt ở mặt phân giới giữa hai phần bê tông của bản và bê tông dầm (mm ² /mm); tổng diện tích cốt thép, bao gồm cốt thép chịu uốn (mm ²) (5.8.4.1) (5.10.11.4.4)
A_w	=	diện tích một sợi đơn được triển khai hoặc nối (mm ²) (5.11.2.5.1)
A_1	=	diện tích chịu tải (mm ²) (5.7.5)
A_2	=	diện tích của đáy dưới lớn nhất của hình chóp cụt, hình nón hoặc hình nêm vát nằm toàn bộ trong vùng đỡ và mặt trên của nó là vùng chịu tải, có độ dốc mặt bên là 1:2 (mm ²) (5.7.5)
a	=	chiều cao của khối ứng suất chữ nhật tương đương (mm); bề rộng tấm neo (mm); kích thước ngang của thiết bị neo được đo song song với kích thước lớn hơn của mặt cắt ngang (mm) (5.7.2.2) (5.10.9.3.6); (5.10.9.6.1)
a_{eff}	=	kích thước ngang của diện tích mặt tựa hữu hiệu đo song song với chiều của kích thước lớn hơn của mặt cắt ngang (mm) (5.10.9.6.2)
a_f	=	cự ly giữa tải trọng tập trung và cốt thép song song với tải trọng (mm) (5.13.2.5.1)
a_v	=	nhịp chịu cắt: cự ly giữa tải trọng tập trung và mặt gối (mm) (5.13.2.4.1)
b	=	chiều rộng mặt chịu nén của cấu kiện (mm); kích thước ngang của thiết bị neo đo song song với phương nhỏ hơn của mặt cắt ngang (mm) (5.7.3.1.1) (5.10.9.6.2)
b_{eff}	=	kích thước ngang của diện tích mặt tựa hữu ích đo song song với chiều của kích thước nhỏ hơn của mặt cắt ngang (mm) (5.10.9.6.2).
b_0	=	chu vi mặt cắt tới hạn đối với bản và đế móng (mm) (5.13.3.6.1)
b_v	=	chiều rộng sườn hữu hiệu (mm); chiều rộng giao diện (mm) (5.8.27) (5.8.4.1)
b_w	=	chiều rộng sườn hoặc đường kính của mặt cắt tròn (mm); chiều rộng sườn được xác định khi có ống bọc (mm) (5.7.3.1.1) (5.8.2.5)
CE	=	đối với thi công phân đoạn: thiết bị thi công quy định (N) (5.14.2.3.2)
CLE	=	đối với thi công phân đoạn: tải trọng dọc của thiết bị thi công (N) (5.14.2.3.2)
CLL	=	đối với thi công phân đoạn: hoạt tải thi công phân bố (MPa) (5.14.2.3.2)
CR	=	mất mát dự ứng lực do từ biến của bê tông (MPa) (5.14.2.3.2)
c	=	cự ly từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trục trung hoà (mm); hệ số dính bám (MPa); lớp phủ bê tông yêu cầu trên cốt thép (mm); cự ly từ tim gối đến đuôi dầm (mm) (5.7.2.2) (5.8.4.1) (5.13.2.5.2)
DC	=	trọng lượng của kết cấu được đỡ (N) (5.14.2.3.2)
DIFF	=	đối với thi công phân đoạn: tải trọng chênh lệch (N) (5.14.2.3.2)
DW	=	tĩnh tải xếp chồng (N) hoặc (N.mm) (5.14.2.3.2)
d	=	chiều cao mặt cắt (mm) (5.10.10.1)
d_b	=	đường kính danh định của thanh cốt thép, sợi thép hoặc tạo thép ứng suất (mm) (5.10.2.1)
d_{burst}	=	cự ly từ thiết bị neo đến trọng tâm của lực nổ ra T_{burst} (mm) (5.10.9.3.20)

d_c	=	chiều dày của lớp phủ bê tông tính từ thớ chịu kéo ngoài cùng đến tim thanh hoặc sợi thép gần nhất (mm); lớp bê tông tối thiểu phủ lên ống bọc bó thép cộng với một nửa đường kính ống bọc (mm) (5.7.3.4) (5.10.4.3.1)
d_c	=	chiều cao hữu hiệu tính từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm lực kéo trong cốt thép chịu kéo (mm) (5.7.3.3.1)
d_r	=	khoảng cách từ đỉnh gờ khác tới cốt thép chịu nén (mm) (5.13.2.5.5)
d_p	=	cự ly từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm các bó thép dự ứng lực(mm) (5.7.3.1.1)
d_s	=	cự ly từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép chịu kéo không dự ứng lực(mm) (5.7.3.2.2)
d'_s	=	cự ly từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép chịu nén (mm) (5.7.3.2.2)
d_v	=	chiều cao cốt hữu hiệu(mm) (5.8.2.7)
E_b	=	mô đun đàn hồi của vật liệu bản gối đỡ (MPa) (5.10.9.7.2)
E_c	=	mô đun đàn hồi của bê tông (MPa) (5.4.2.4)
E_{ci}	=	mô đun đàn hồi của bê tông lúc truyền lực (MPa) (5.9.5.2.3a)
EI	=	độ cứng chống uốn ($N.mm^2$) (5.7.4.3)
E_p	=	mô đun đàn hồi của bó thép dự ứng lực(MPa) (5.4.4.2)
E_s	=	mô đun đàn hồi của thanh cốt thép (MPa) (5.4.3.2).
e	=	cơ số lôgarit tự nhiên, độ lệch tâm của thiết bị neo hoặc nhóm thiết bị neo đối với trọng tâm mặt cắt, luôn lấy là dương (mm); (5.9.2) (5.10.9.6.3)
F	=	ứng lực tính được khi dùng mô đun đàn hồi tức thời lúc đặt tải (N) (5.9.2)
F'	=	hợp lực được chiết giảm do xét đến từ biến trong thời gian phù hợp với việc dùng (N) (5.9.2)
F_ϵ	=	hệ số chiết giảm (5.8.3.4.2)
F_{u-in}	=	ứng lực trệch hướng trong mặt phẳng trên đơn vị chiều dài bó thép (N/mm) (5.10.4.3.1)
F_{u-out}	=	ứng lực ngoài mặt phẳng trên đơn vị chiều dài bó thép (N/mm) (5.10.4.3.2)
f_b	=	ứng suất trong bản neo ở mặt cắt mép lỗ nêm hoặc các lỗ (MPa) (5.10.9.7.2)
f'_c	=	cường độ nén quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày, trừ khi quy định tuổi khác (MPa) (5.4.2.1)
f_{ca}	=	ứng suất nén của bê tông ở trước thiết bị neo (MPa) (5.10.9.6.2)
f_{cb}	=	ứng suất nén do tĩnh tải tiêu chuẩn (chưa nhân hệ số) trong vùng sau neo (MPa) (5.10.9.3.4b).
f_{cgp}	=	ứng suất bê tông ở trọng tâm các bó thép dự ứng lực do lực dự ứng lực khi truyền hoặc kích và trọng lượng bản thân cấu kiện ở mặt cắt có mô men lớn nhất (MPa) (5.9.5.2.3a) (5.9.5.2.3b)
f'_{ci}	=	cường độ nén quy định của bê tông lúc bắt đầu đặt tải hoặc tạo dự ứng lực(MPa) (5.9.1.2)
f_{ct}	=	cường độ kéo chế trung bình của bê tông cấp phối tỷ trọng thấp (MPa) (5.8.2.2)
f_{cu}	=	ứng suất nén giới hạn của bê tông để thiết kế theo mô hình chống và giằng (MPa) (5.6.3.3.1)
f_r	=	biên độ ứng suất mỗi cho phép (MPa) (5.5.3.2)
f_{min}	=	mức ứng suất nhỏ nhất đại số (MPa) (5.5.3.2)
f_n	=	ứng suất ép mặt danh định của bê tông (MPa) (5.10.9.7.2)
f_{pe}	=	ứng suất hữu hiệu trong thép dự ứng lực còn lại sau mất mát (MPa) (5.6.3.4.1)
f_{pj}	=	ứng suất trong thép dự ứng lực, khi kích (MPa) (5.9.3)
f_{po}	=	ứng suất trong thép dự ứng lực, khi ứng suất bê tông xung quanh bằng 0,0 (MPa) (5.8.3.4.2)

f_{pt}	=	ứng suất trong thép dự ứng lực ngay sau khi truyền lực (MPa) (5.9.3)
f_{pu}	=	cường độ kéo quy định của thép dự ứng lực (MPa) (5.4.4.1)
f_{py}	=	giới hạn chảy của thép dự ứng lực (MPa) (5.4.4.1)
f_r	=	cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông (MPa) (5.4.2.6)
f_{sa}	=	ứng suất kéo trong cốt thép do tải trọng sử dụng (MPa) (5.7.3.4)
f_y	=	giới hạn chảy tối thiểu quy định của thanh cốt thép (MPa) (5.5.4.2.1)
f'_y	=	giới hạn chảy tối thiểu quy định của cốt thép chịu nén (MPa) (5.7.3.1.1)
f_{yh}	=	giới hạn chảy quy định của cốt thép ngang (MPa) (5.7.4.6)
H	=	độ ẩm tương đối bao quanh trung bình năm (%) (5.4.2.3.2)
h	=	tổng chiều dày hoặc chiều cao cấu kiện (mm); kích thước ngang của mặt cắt ngang theo phương được xét (mm) (5.8.2.7) (5.10.9.6.3)
h_c	=	kích thước lõi của cột bị đai theo phương xem xét (mm) (5.10.11.4.1d)
h_f	=	chiều cao bản cánh chịu nén (mm) (5.7.3.1.1)
I_{cr}	=	mô men quán tính của mặt cắt bị nứt, tính đổi ra bê tông (mm^4) ((5.7.3.6.2)
IE	=	đối với thi công phân đoạn: Lực động của thiết bị (N) (5.14.2.3.2)
I_c	=	mô men quán tính hữu hiệu (mm^4) (5.7.3.6.2)
I_g	=	mô men quán tính của mặt cắt nguyên đối với trọng tâm, không tính cốt thép (mm^4) (5.7.3.6.2)
I_s	=	mô men quán tính của cốt thép lấy với trọng tâm cột (mm^4) (5.7.4.3)
K	=	hệ số chiều dài hữu hiệu của cấu kiện chịu nén; hệ số ma sát lác (trên đơn vị mm bó thép) (5.7.4.1) (5.9.5.2.2b)
k_c	=	hệ số đối với tác dụng của tỷ lệ thể tích trên bề mặt (5.4.2.3.2)
k_f	=	hệ số xét ảnh hưởng của cường độ bê tông (5.4.2.3.2)
k_h	=	hệ số độ ẩm (5.4.2.3.3)
k_s	=	hệ số kích cỡ (5.4.2.3.3)
L	=	chiều dài nhịp (mm); Chiều dài của bản gối hoặc đệm gối (mm) (5.7.3.1.2) (5.13.2.5.4)
l_c	=	phần triển khai theo chiều dọc của cốt thép hạn chế nở ngang trong vùng cục bộ không lớn hơn giá trị lớn hơn của $1,15a_{eff}$ hoặc $1,15 b_{eff}$ (mm); chiều dài chông của mối nối chông chịu nén (mm) (5.10.9.6.2) (5.11.5.5.1)
l_d	=	chiều dài triển khai (mm) (5.11.1.2.1)
l_{db}	=	chiều dài triển khai cơ bản của cốt thép thẳng nhân với hệ số điều chỉnh để xác định l_d (mm) (5.11.2.1.1)
l_{dh}	=	chiều dài triển khai của móc tiêu chuẩn chịu kéo, đo từ mặt cắt tới hạn đến đầu ngoài của móc (mm) (5.11.2.4.1)
l_c	=	chiều dài hữu hiệu của bó thép (mm), chiều dài ngàm vượt quá móc đai tiêu chuẩn (mm) (5.7.3.1.2) (5.11.2.6.2)
l_{hb}	=	chiều dài triển khai cơ bản của móc chịu kéo tiêu chuẩn (mm) (5.11.2.4.1)
l_{hd}	=	chiều dài triển khai đối với tấm lưới sợi có gờ (mm) (5.11.2.5.1)
l_i	=	chiều dài chịu kéo giữa các neo (mm) (5.7.3.1.2)
l_u	=	chiều dài không tựa của cấu kiện chịu nén (mm) (5.7.4.1)
M_a	=	mô men lớn nhất trong cấu kiện ở giai đoạn tính biến dạng (N.mm) (5.7.3.6.2)
M_c	=	mô men phóng đại dùng để thiết kế cấu kiện mảnh chịu nén (N.mm) (5.7.4.3)
M_{cr}	=	mô men nứt (N.mm) (5.7.3.6.2)
M_n	=	sức kháng uốn danh định (N.mm) (5.7.3.2.1)
M_r	=	sức kháng uốn tính toán của mặt cắt chịu uốn (N.mm) (5.7.3.2.1)
M_{rx}	=	sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục X (N.mm) (5.7.4.5)
M_{ry}	=	sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục Y (N.mm) (5.7.4.5)

M_{ux}	=	thành phần mô men do tải trọng tính toán theo phương trục X (N.mm) (5.7.4.5)
M_{uy}	=	thành phần mô men do tải trọng tính toán theo phương trục Y (N.mm) (5.7.4.5)
M_1	=	mô men ở đầu có giá trị nhỏ hơn của cấu kiện chịu nén ở trạng thái giới hạn cường độ do tải trọng tính toán tác động (N.mm) (5.7.4.3)
M_2	=	mô men ở đầu có giá trị lớn hơn của cấu kiện chịu nén ở trạng thái giới hạn cường độ do tải trọng tính toán tác động (N.mm) (5.7.4.3)
m	=	hệ số điều chỉnh (5.7.5)
N	=	số lượng bó thép dự ứng lực giống nhau (5.9.5.2.3b)
N_R	=	sức kháng kéo tính toán của đôi thanh thép ngang (N) (5.13.2.3)
N_s	=	số lượng các khớp tựa có các bó thép đi qua giữa các neo hay các điểm dính bám riêng biệt (5.7.3.1.2)
N_u	=	lực dọc trục tính toán tác dụng lấy là dương nếu là kéo (N) (5.8.3.4.2)
N_{uc}	=	lực dọc trục tính toán thẳng góc với mặt cắt ngang xảy ra cùng lúc với V_u , lấy là dương khi kéo và âm khi nén, bao gồm tác động kéo do từ biến và co ngót (N) (5.13.2.4.1)
n	=	hệ số mô đun = E_s/E_c hoặc E_p/E_c ; số neo trong một lớp; hình chiếu của bản đáy ở ngoài lỗ nêm hoặc tấm nêm khi thích hợp (mm) (5.7.1) (5.10.9.6.2) (5.10.9.7.2)
P_c	=	lực nén tịnh thường xuyên (N) (5.8.4.1)
P_n	=	sức kháng dọc trục danh định của mặt cắt (N); sức kháng dọc trục danh định của chống hoặc giằng (N); sức kháng đỡ danh định (N) (5.5.4.2.1) (5.6.3.2) (5.7.5)
P_0	=	sức kháng dọc trục danh định của mặt cắt khi độ lệch tâm bằng 0.0 (N) (5.7.4.5)
PPR	=	tỷ lệ dự ứng lực một phần (5.5.4.2.1)
P_r	=	sức kháng dọc trục tính toán của chống và giằng (N); sức kháng đỡ tính toán của neo (N); sức kháng nở tính toán của vùng neo dự ứng lực do cốt thép ngang chịu (N) (5.6.3.2) (5.10.9.7.2) (5.10.10.1)
P_{rx}	=	sức kháng dọc trục tính toán ứng với M_{rx} (N) (5.7.4.5)
P_{rxy}	=	sức kháng dọc trục tính toán ứng với chất tải hai trục (N) (5.7.4.5)
P_{ry}	=	sức kháng dọc trục tính toán ứng với M_{ry} (N) (5.7.4.5)
P_s	=	lực neo tính toán lớn nhất (N) (5.10.9.3.4b)
P_u	=	ứng lực dọc trục tính toán hoặc lực bó thép tính toán (N); tải trọng tính toán của bó thép cho 1 neo riêng lẻ (N) (5.7.4.3) (5.10.9.3.6)
p_c	=	chu vi ngoài của mặt cắt bê tông (mm) (5.8.2.1)
P_h	=	chu vi theo tim của cốt thép xoắn ngang kín (mm) (5.8.3.6.1)
R	=	bán kính cong của bó thép ở vị trí xem xét (mm) (5.10.4.3.1)
r	=	bán kính quay của mặt cắt nguyên (mm) (5.7.4.1)
r/h	=	tỷ số giữa bán kính đáy với chiều cao của các biến dạng ngang đã trôi qua (5.5.3.2)
S	=	cự ly tim đến tim gối dọc theo gờ dầm (mm) (5.13.2.5.2)
SH	=	co ngót (5.14.2.3.2)
s	=	cự ly các thanh cốt thép (mm); cự ly các hàng đai giằng (mm); khoảng cách tim đến tim neo (mm); cự ly các thanh thép treo (mm) (5.8.2.5) (5.8.4.1) (5.10.9.3.6) (5.10.9.6.2) (5.13.2.5.5)
S_w	=	cự ly các sợi thép được triển khai hoặc nối (mm) (5.11.2.5.1)
T_{burst}	=	lực kéo trong vùng neo tác dụng ở phía trước thiết bị neo và ngang qua trục bó thép (N) (5.10.9.6.3)
T_{cr}	=	sức kháng nứt do xoắn (N.mm) (5.8.2.1)
T_{ia}	=	lực kéo giằng trở lại neo giữa (trung gian) (N) (5.10.9.3.4b)

T_n	=	sức kháng xoắn danh định (N.mm) (5.8.2.1)
T_r	=	sức kháng xoắn tính toán do dòng cắt tròn (N.mm) (5.8.2.1)
T_1	=	lực kéo ở mép (N) (5.10.9.3.6)
T_2	=	lực nở ngang (N) (5.10.9.3.6)
t	=	thời gian (ngày); bề dày của vách (mm); chiều dày của mặt cắt (mm); chiều dày bình quân của bản đỡ (mm) (5.4.2.3.2); (5.7.4.7.1); (5.10.9.6.2) (5.10.9.7.2)
t_i	=	tuổi bê tông khi tải trọng bắt đầu tác dụng (ngày) (5.4.2.3.2)
U	=	đối với thi công phân đoạn: mất cân bằng phân đoạn (N) (5.14.2.3.2)
V_c	=	sức kháng cắt danh định do ứng suất kéo trong bê tông (N) (5.8.2.4)
V_n	=	sức kháng cắt danh định của mặt cắt xem xét (N) (5.8.2.1)
V_r	=	sức kháng cắt tính toán (N) (5.8.2.1)
V_s	=	sức kháng cắt của cốt thép chịu cắt (N) (5.8.3.3)
v	=	ứng suất cắt tính toán (MPa) (5.8.3.4.2)
WE	=	đối với thi công phân đoạn: tải trọng gió ngang trên thiết bị (N) (5.14.2.3.2)
WUP	=	đối với thi công phân đoạn: lực gió thúc tác dụng lên dầm hẫng (MPa) (5.14.2.3.2)
X_u	=	chiều dài tịnh của một đoạn có chiều dày không đổi của một vách giữa các vách khác hoặc các đường mép tăng cường giữa các vách (mm)
W/C	=	tỷ lệ nước/ xi măng (5.12.3)
x	=	chiều dài của bó thép căng trước tính từ đầu kích đến bất kỳ điểm nào đang xem xét (mm) (5.9.5.2.2b)
y_c	=	tỷ trọng bê tông (Kg/m ³) (5.4.2.4)
y_t	=	khoảng cách từ trục trung hoà đến thớ chịu kéo ngoài cùng (mm) (5.7.3.6.2)
Z	=	thông số khống chế nứt (5.7.3.4)
α	=	góc nghiêng của cốt thép ngang đối với trục dọc (độ); tổng thay đổi góc của đường cáp dự ứng lực từ đầu kích đến điểm xem xét (radian); góc nghiêng của lực bó thép so với trục cầu kiện (độ) (5.8.3.3) (5.9.5.2.2b) (5.10.9.6.3)
α_h	=	tổng thay đổi góc nằm ngang của đường cáp dự ứng lực từ đầu kích đến điểm xem xét (radian) (5.9.5.2.2b)
α_s	=	góc giữa thanh chống chịu nén và thanh giằng chịu kéo liền kề (độ) (5.6.3.3.3)
α_v	=	tổng thay đổi góc đứng của đường dự ứng lực từ đầu kích đến điểm xem xét (radian) (5.9.5.2.2b)
β	=	hệ số liên quan đến ảnh hưởng của ứng biến dọc lên khả năng chịu cắt của bê tông thể hiện bởi khả năng của bê tông bị nứt chéo để truyền lực kéo; tỷ số cạnh dài trên cạnh ngắn của đế móng (5.8.3.3) (5.13.3.5) (5.7.3.4)
β_b	=	tỷ số giữa diện tích cốt thép bị ngắt trên tổng diện tích cốt thép chịu kéo trong mặt cắt.
β_c	=	tỷ số giữa cạnh dài trên cạnh ngắn của vùng tải trọng tập trung hoặc phản lực (5.13.3.6.3).
β_d	=	tỷ số giữa mô men tĩnh tải tính toán max trên mô men do tổng tải trọng tính toán max, luôn luôn dương (5.7.4.3).
β_1	=	tỷ số giữa chiều cao vùng chịu nén có ứng suất phân bố đều tương đương được giả định ở trạng thái giới hạn cường độ trên chiều cao vùng chịu nén thực (5.7.2.2)
Δf_{cdp}	=	thay đổi trong ứng suất bê tông tại trọng tâm thép dự ứng lực do tất cả tĩnh tải, trừ tĩnh tải tác động lúc đặt lực dự ứng lực (MPa) (5.9.5.4.3)
Δf_{pA}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do bộ neo (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pCR}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do từ biến (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pES}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do co ngắn đàn hồi (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pF}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do ma sát (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pR}	=	tổng mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do tự chùng của cốt thép (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pR1}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do tự chùng của cốt thép lúc truyền lực (MPa) (5.9.5.4.4b)

Δf_{pR2}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do tự chùng của cốt thép sau truyền lực (MPa) (5.9.5.4.4c)
Δf_{pSR}	=	mất mát ứng suất cốt thép dự ứng lực do co ngót (MPa) (5.9.5.1)
Δf_{pT}	=	mất mát ứng suất tổng cộng trong cốt thép dự ứng lực (MPa) (5.9.5.1)
ϵ_{cu}	=	ứng biến phá vỡ của bê tông chịu nén (mm/mm) (5.7.3.1.2)
ϵ_s	=	ứng biến kéo trong bê tông nứt theo phương của giằng chịu kéo (mm/mm) (5.6.3.3.3)
ϵ_{sh}	=	ứng biến co ngót bê tông ở thời điểm đã cho (mm/mm) (5.4.2.3.3)
ϵ_x	=	ứng biến dọc trong cốt thép bản bụng trên phía chịu kéo uốn của bộ phận (mm/mm) (5.8.3.4.2)
ϵ_1	=	ứng biến kéo chủ trong bê tông nứt do tải trọng tính toán (mm/mm) (5.6.3.3.3)
θ	=	góc nghiêng của ứng suất nén chéo (độ) (5.8.3.3)
θ_s	=	góc giữa chống chịu nén và trục dọc của cấu kiện trong mô hình giàn chịu cắt của dầm (độ) (5.6.3.3.2)
k	=	hệ số điều chỉnh đối với các neo đặt sát nhau (5.10.9.6.2)
λ	=	thông số dùng để xác định hệ số ma sát μ (5.8.4.2)
λ_w	=	hệ số độ mảnh của vách đối với các cột rỗng (5.7.4.7.1)
μ	=	hệ số ma sát (5.8.4.1)
φ	=	hệ số sức kháng (5.5.4.2.1)
ρ_h	=	tỷ số giữa diện tích cốt thép chịu cắt nằm ngang trên tổng diện tích nguyên bê tông của mặt cắt đứng (5.10.11.4.2)
ρ_{min}	=	tỷ số nhỏ nhất của cốt thép chịu kéo trên diện tích bê tông hữu hiệu
ρ_s	=	tỷ số của cốt thép xoắn trên tổng thể tích lõi cột (5.7.4.6)
ρ_v	=	tỷ số của diện tích cốt thép cắt đứng trên tổng diện tích nguyên của bê tông của mặt cắt nằm ngang (5.10.11.4.2)
$\Psi_{(t, t_i)}$	=	hệ số từ biến - tỷ số ứng biến do từ biến tồn tại ở ngày t sau khi đổ bê tông trên ứng biến đàn hồi do tải trọng p_i tác động ở ngày t_i sau khi đổ bê tông (5.4.2.3.2).

5.4. CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

5.4.1. TỔNG QUÁT

Các thiết kế phải dựa trên các tính chất của vật liệu được nói tới trong Tiêu chuẩn này và dựa trên cơ sở dùng các vật liệu tuân theo tiêu chuẩn về cấp hạng của các vật liệu xây dựng quy định trong Tập II thi công, Tiêu chuẩn cầu đường ô tô.

Khi các cấp hạng khác hoặc các loại vật liệu khác được đưa vào sử dụng, thì các tính chất của chúng, kể cả sự sai biến thống kê phải được thiết lập trước khi thiết kế. Các Tiêu chuẩn tối thiểu được chấp nhận và các thủ tục thí nghiệm cho các loại vật liệu như vậy phải được quy định trong hồ sơ hợp đồng.

Trong hồ sơ hợp đồng phải chỉ rõ các cấp hay các tính chất của tất cả các loại vật liệu được đưa vào sử dụng.

5.4.2. BÊ TÔNG KẾT CẤU CÓ TỈ TRỌNG BÌNH THƯỜNG VÀ THẤP

5.4.2.1. Cường độ chịu nén

Đối với từng cấu kiện, cường độ chịu nén quy định, f'_c , hay cấp bê tông phải được quy định rõ trong tài liệu hợp đồng.

Bê tông có cường độ chịu nén lớn hơn 70 MPa chỉ được dùng khi có các thí nghiệm vật lý xác lập được các quan hệ giữa cường độ chịu nén của bê tông với các tính chất khác. Không được dùng các loại bê tông có cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày thấp hơn 16 MPa cho các loại kết cấu.

Cường độ chịu nén quy định của bê tông dự ứng lực và bản mặt cầu không được thấp hơn 28 MPa.

Đối với kết cấu bê tông có tỷ trọng thấp, thì mật độ lỗ rỗng, cường độ và các tính chất khác phải chỉ định rõ trong tài liệu hợp đồng.

Đối với bê tông cấp A, A(AE) và P dùng ở trong và trên nước mặn, tỉ lệ nước/ximăng không được vượt quá 0,45.

Tổng cộng lượng xi măng Portland và các vật liệu chứa xi măng khác không được vượt quá 475 kg/m³ bê tông.

Bê tông cuốn khí gọi là "AE" trong Bảng C₁ (Tập giải thích), phải dùng ở những nơi bê tông tiếp xúc với nước mặn hoặc các môi trường có hại tiềm tàng khác.

5.4.2.2. Hệ số giãn nở nhiệt

Hệ số giãn nở nhiệt nên xác định bằng thí nghiệm trong phòng theo loại bê tông có cấp phối được đem dùng.

Trong trường hợp thiếu các số liệu chính xác, hệ số giãn nở nhiệt có thể lấy như sau :

- Bê tông có tỉ trọng thông thường: $10,8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, và
- Bê tông có tỉ trọng thấp : $9,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

5.4.2.3. Co ngót và từ biến

5.4.2.3.1. Tổng quát

Các giá trị co ngót và từ biến, quy định ở đây và trong các Điều 5.9.5.3 và 5.9.5.4, phải được dùng để xác định hiệu ứng của co ngót và từ biến đến mất mát dự ứng lực trong các cầu dự ứng lực không thi công theo phương pháp phân đoạn. Những giá trị này có mối liên hệ với mômen quán tính, như quy định ở Điều 5.7.3.6.2, có thể được dùng để xác định hiệu ứng của co ngót và từ biến đến độ võng.

Khi không có các số liệu chính xác hơn, hệ số co ngót có thể giả thiết là 0,0002 sau 28 ngày và 0,0005 sau một năm khô.

Khi không có sẵn số liệu về thiết kế cấp phối, việc xác định co ngót và từ biến có thể dùng các quy định sau :

- Các Điều 5.4.2.3.2 và 5.4.2.3.3,
- Tiêu chuẩn CEB - FIP model code, hoặc
- ACI 209.

Đối với cầu thi công theo phương pháp phân đoạn (đúc hẫng, đúc đẩy - nd) phải tính một cách chính xác hơn bao gồm việc xét đến các tác động của :

- Vật liệu cụ thể,
- Các kích thước kết cấu,
- Điều kiện công trường,
- Phương pháp thi công.

5.4.2.3.2. Từ biến

Hệ số từ biến có thể xác định như sau :

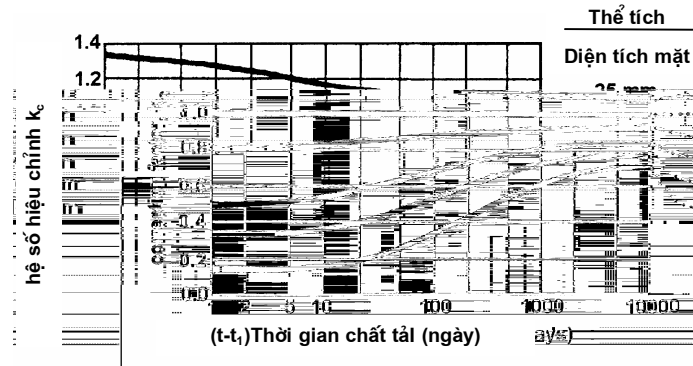
$$\Psi(t, t_i) = 3,5k_c k_f \left(1,58 - \frac{H}{120} \right) t_i^{-0,118} \frac{(t - t_i)^{0,6}}{10,0 + (t - t_i)^{0,6}} \quad (5.4.2.3.2-1)$$

$$k_f = \frac{62}{42 + f'_c} \quad (5.4.2.3.2-2)$$

ở đây:

- H = độ ẩm tương đối (%)
- k_c = hệ số xét đến ảnh hưởng của tỉ lệ khối lượng/ bề mặt của bộ phận kết cấu thể hiện ở Hình 1.
- k_f = hệ số xét đến ảnh hưởng của cường độ bê tông
- t = tuổi của bê tông (ngày)
- t_i = tuổi của bê tông khi bắt đầu chịu lực (ngày).

Khi không có các thông tin chính xác hơn, H có thể xác định theo Hình 5.4.2.3.3.1.



Hình 5.4.2.3.2.1 - Hệ số k_c phụ thuộc vào tỷ lệ thể tích trên bề mặt

Để xác định tuổi của bê tông tại thời điểm đặt tải đầu tiên, t_1 , khi bảo dưỡng bê tông bằng hơi nước hoặc bức xạ nhiệt thì tuổi một ngày tính bằng tuổi 7 ngày khi bê tông được bảo dưỡng theo phương pháp thông thường.

Diện tích bề mặt dùng để xác định tỷ lệ thể tích trên bề mặt chỉ tính các diện tích bề mặt tiếp xúc với khí quyển. Đối với các mặt cắt hộp kín mà khả năng thông gió kém thì chỉ tính 50% diện tích bề mặt bên trong của hộp.

5.4.2.3.3. Co ngót

Đối với bê tông được bảo dưỡng ẩm, cốt liệu không co ngót, ứng biến do co ngót, ϵ_{sh} , tại thời điểm t, có thể xác định như sau :

$$\epsilon_{sh} = -k_s k_h \left(\frac{t}{35,0 + t} \right) 0,51 \times 10^{-3} \tag{5.4.2.3.3-1}$$

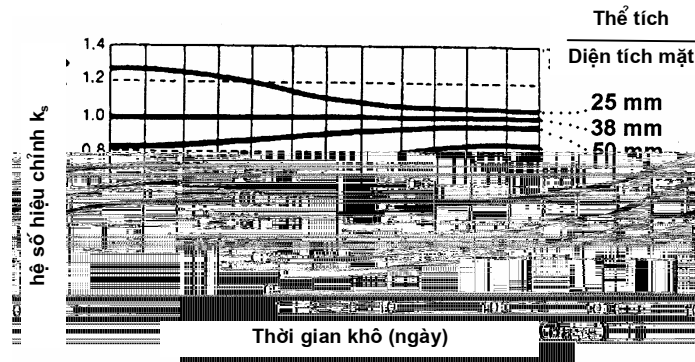
trong đó :

- t = thời gian khô (ngày)
- k_s = hệ số kích thước quy định ở Hình 1
- k_h = hệ số độ ẩm, nói chung phải lấy bằng 1,00; ở những vùng mà độ ẩm tương đối trung bình hàng năm bao quanh vượt quá 80% có thể lấy bằng 0,86.

Nếu bê tông bảo dưỡng ẩm được để lộ ra ngoài trước 5 ngày bảo dưỡng trôi qua thì giá trị co ngót được xác định theo Công thức 1 cần tăng lên 20%.

Đối với bê tông được bảo dưỡng bằng hơi nước có cốt liệu không có co ngót,

$$\epsilon_{sh} = -k_s k_h \left(\frac{t}{55,0 + t} \right) 0,56 \times 10^{-3} \tag{5.4.2.3.3-2}$$



Hình 5.4.2.3.3-1- Hệ số k_s về tỷ lệ thể tích trên bề mặt

5.4.2.3. Mô đun đàn Hồi

Khi không có các số liệu chính xác hơn, mô đun đàn hồi, E_c , của các loại bê tông có tỷ trọng trong khoảng từ 1440 đến 2500 kg/m^3 , có thể lấy như sau :

$$E_c = 0,043 y_c^{1,5} \sqrt{f'_c} \tag{5.4.2.4-1}$$

trong đó :

- y_c = tỷ trọng của bê tông (kg/m^3)
- f'_c = cường độ quy định của bê tông (MPa)

5.4.2.5. Hệ số Poisson

Trừ trường hợp có xác định bằng thí nghiệm vật lý, hệ số Poisson có thể lấy bằng 0.2. Đối với cấu kiện cho phép xuất hiện nứt, có thể không xét đến hiệu ứng Poisson .

5.4.2.6. Cường độ chịu kéo khi uốn (mô đun phá hoại)

Nếu không có số liệu xác định bằng các thí nghiệm vật lý thì cường độ chịu kéo khi uốn f_t tính bằng MPa, có thể xác định như sau :

- Đối với bê tông có tỷ trọng thông thường : $0,63 \sqrt{f'_c}$
- Đối với bê tông cát có tỷ trọng thấp : $0,52 \sqrt{f'_c}$
- Đối với bê tông tỷ trọng thấp các loại : $0,45 \sqrt{f'_c}$

5.4.2.7. Cường độ chịu kéo

Có thể xác định cường độ chịu kéo trực tiếp theo ASTM C900 "Phương pháp thí nghiệm chuẩn cường độ chịu kéo của bê tông cứng" hoặc theo AASHTO T198 (ASTM C 496) "Phương pháp thí nghiệm chế tiêu chuẩn để xác định cường độ chịu kéo của mẫu bê tông hình trụ ".

5.4.3. CỐT THÉP

5.4.3.1. Tổng quát

Cốt thép thanh, thép tròn, thép có gờ, thép sợi kéo nguội, lưới sợi thép tròn hàn, lưới sợi thép có gờ hàn, phải tuân thủ theo các tiêu chuẩn vật liệu quy định trong Điều 9.2 của Tiêu chuẩn Thi công cầu AASHTO LRFG.

Cốt thép phải là loại có gờ, trừ khi dùng các thanh thép trơn, sợi thép tròn trơn làm thép đai xoắn, làm móc treo, và làm lưới thép.

Giới hạn chảy danh định của cốt thép phải là tối thiểu như chỉ ra của cấp thép đã được chọn, trừ khi giới hạn chảy vượt quá 520 MPa sẽ không dùng cho mục đích thiết kế. Giới hạn chảy hay cấp của thép sợi phải quy định rõ trong hợp đồng thầu. Chỉ được dùng thép thanh có giới hạn chảy nhỏ hơn 420 MPa khi có sự chấp thuận của Chủ đầu tư.

Khi tính dẻo của cốt thép được đảm bảo hoặc cốt thép phải hàn cần chỉ rõ cốt thép phải theo yêu cầu của ASTM A706M "thanh thép có gờ bằng thép hợp kim thấp dùng cho kết cấu bê tông cốt thép".

5.4.3.2. Mô đun đàn hồi

Mô đun đàn hồi, E_s , của cốt thép phải lấy bằng 200 000 MPa.

5.4.3.3. Các ứng dụng đặc biệt

Cốt thép nào phải hàn và phương pháp hàn phải được chỉ rõ trong hồ sơ thầu.

Vị trí nào phải dùng cốt thép sơn phủ epoxy phải được chỉ rõ trong hồ sơ thầu.

5.4.4. THÉP DỰ ỨNG LỰC

5.4.4.1. Tổng quát

Các loại tao cáp dự ứng lực, 7 sợi không sơn phủ, được khử ứng suất, hoặc có độ tự chùng thấp, hoặc các thanh thép không sơn phủ cường độ cao, trơn hay có gờ, phải phù hợp với tiêu chuẩn vật liệu quy định trong Tiêu chuẩn thi công cầu:

- AASHTO M203M (ASTM A416M) - Tao thép 7 sợi dự ứng lực không sơn phủ, có khử ứng suất cho bê tông dự ứng lực hoặc
- AASHTO M275M (ASTM A722) - Thép thanh cường độ cao không sơn phủ dùng cho bê tông dự ứng lực.

Giới hạn kéo và giới hạn chảy của các loại thép này có thể lấy trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 5.4.4.1-1 - Tính chất của tao cáp thép và thép thanh dự ứng lực

Vật liệu	hoặc cấp mác thép	Đường kính (mm)	Cường độ chịu kéo f_{pu} (MPa)	Giới hạn chảy f_{py} (MPa)
Tao thép	1725 MPa (Mác 250)	6.35 đến 15.24	1725	85% của f_{pu} ngoại trừ 90% của f_{pu} với tao cáp tự chùng thấp
	1860 MPa (Mác 270)	9.53 đến 15.24	1860	
Thép thanh	Loại 1, thép trơn	19 đến 35	1035	85% của f_{pu}
	Loại 2, thép có gờ	15 đến 36	1035	80% của f_{pu}

Nếu trong hồ sơ thầu có các chi tiết về dự ứng lực thì phải chỉ rõ kích thước và mác hoặc loại thép. Nếu trong hồ sơ chỉ quy định lực kéo dự ứng lực và vị trí đặt thì việc chọn kích cỡ thép và loại thép do nhà thầu lựa chọn và kỹ sư giám sát duyệt.

5.4.4.2. Mô đun đàn hồi

Nếu không có các số liệu chính xác hơn, mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực, dựa trên diện tích mặt cắt ngang danh định của thép, có thể lấy như sau :

Đối với tao thép : $E_p = 197\ 000$ MPa và

Đối với thanh : $E_p = 207\ 000$ MPa

5.4.5. NEO DỰ ỨNG LỰC KÉO SAU VÀ NỐI CÁP

Neo và mối nối cáp phải được cấu tạo theo các yêu cầu của các Tiêu chuẩn tương ứng.

Phải tiến hành bảo vệ chống gỉ cho cáp, neo, các đầu neo và các mối nối cáp.

5.4.6. ỐNG BỌC CÁP

5.4.6.1. Tổng quát

Ống bọc cho cáp phải là loại cứng hoặc loại nửa cứng bằng thép mạ kẽm hoặc bằng nhựa hoặc tạo lỗ trong bê tông bằng lõi lấy ra được.

Bán kính cong của ống bọc không được nhỏ hơn 6000 mm, trừ ở vùng neo có thể cho phép nhỏ tới 3600 mm.

Không được dùng ống bọc bằng nhựa khi bán kính cong nhỏ hơn 9000 mm.

Khi dùng ống bọc bằng nhựa cho loại cáp có dính bám thì phải xem xét đặc tính dính bám của ống nhựa với bê tông và vữa.

Hiệu quả áp lực của vữa lên ống bọc và vùng bê tông xung quanh phải được kiểm tra.

Cự ly lớn nhất giữa các điểm kê cố định ống bọc trong khi thi công phải được quy định trong hồ sơ thầu.

5.4.6.2. Kích thước của ống bọc cáp

Đường kính trong của ống bọc ít nhất phải lớn hơn đường kính của thanh thép dự ứng lực đơn hay bó cáp dự ứng lực 6 mm. Đối với loại thép dự ứng lực nhiều thanh và bó cáp dự ứng lực thì diện tích mặt cắt của ống bọc ít nhất phải lớn hơn 2 lần diện tích tịnh của mặt cắt bó thép dự ứng lực, khi lắp đặt bó cáp bằng phương pháp kéo sau thì diện tích mặt cắt của ống bọc phải gấp 2,5 lần diện tích mặt cắt của bó cáp.

Kích thước của ống bọc không được vượt quá 0,4 lần bề dày bê tông nguyên nhỏ nhất tại vị trí đặt ống bọc.

5.4.6.3. Ống bọc tại vị trí neo chuyển hướng

Ống bọc ở vị trí chuyển hướng phải là ống thép mạ phù hợp với tiêu chuẩn của ASTM A53, loại E, cấp B. Độ dày danh định của thành ống không được nhỏ hơn 3 mm.

5.5. CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

5.5.1. TỔNG QUÁT

Các bộ phận kết cấu phải có cấu tạo thoả mãn các yêu cầu ở các trạng thái giới hạn sử dụng, mỏi, cường độ và các trạng thái giới hạn cực hạn.

Các cấu kiện bê tông dự ứng lực toàn phần và bê tông dự ứng lực một phần phải được kiểm tra ứng suất và biến dạng cho từng giai đoạn có thể là tới hạn trong quá trình thi công, căng kéo dự ứng lực, xếp kho, vận chuyển và lắp ráp cũng như trong quá trình khai thác kết cấu mà chúng là một phần.

Phải kiểm toán ứng suất tập trung gây ra do lực căng dự ứng lực hoặc do tải trọng, do biến dạng kiềm chế hoặc cưỡng bức.

5.5.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

Các nội dung cần phải được kiểm toán ở trạng thái giới hạn sử dụng là nứt, biến dạng và ứng suất trong bê tông như đã quy định tương ứng trong các Điều 5.7.3.4, 5.7.3.6 và 5.9.4.

Ứng suất nứt phải được lấy với cường độ chịu kéo khi uốn trong Điều 5.4.2.6.

5.5.3. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

5.5.3.1. Tổng quát

Không cần kiểm toán mỏi cho bản mặt cầu bê tông trong các kết cấu nhiều dầm.

Trong vùng chịu ứng suất nén do tải trọng thường xuyên và dự ứng lực trong các kết cấu BTCT và BTĐUL 1 chỉ kiểm toán mỏi nếu ứng suất nén nhỏ hơn 2 lần ứng suất kéo lớn nhất gây ra do hoạt tải tổ hợp từ tải trọng tính mỏi như chỉ ra ở Bảng 3.4.1.1 kèm theo chỉ dẫn của Điều 3.6.1.4.

Không cần kiểm toán mỏi của cốt thép trong trường hợp cấu kiện bê tông dự ứng lực toàn phần được thiết kế đảm bảo cho ứng suất kéo ở thứ ngoài cùng theo trạng thái giới hạn sử dụng không vượt quá giới hạn ứng suất kéo quy định trong Điều 5.9.4.2.2b.

Khi cần phải xét đến điều kiện mỏi thì việc xác định phạm vi thay đổi ứng suất phải dùng tổ hợp tải trọng tính mỏi như chỉ dẫn ở Bảng 3.4.1.1.

Đặc trưng mật cắt tính mỏi dựa trên mật cắt đã bị nứt do tổng số ứng suất do tải trọng thường xuyên, lực dự ứng lực và 1,5 lần tải trọng mỏi là chịu kéo và vượt quá $0,25\sqrt{f'_c}$.

5.5.3.2. Các thanh cốt thép

Biên độ ứng suất trong thanh cốt thép thẳng, do tổ hợp tải trọng mỏi, qui định trong bảng 3.4.1-1 không được vượt quá :

$$f_f = 145 - 0,33f_{\min} + 55\left(\frac{r}{h}\right) \quad (5.5.5.2.1)$$

trong đó:

f_f = biên độ ứng suất (MPa)

f_{\min} = mức ứng suất nhỏ nhất theo giá trị đại số xảy ra do tổ hợp tải trọng mỏi như quy định trong Bảng 3.4.1-1, kết hợp với các ứng suất phát sinh do các tải trọng thường xuyên hoặc tải trọng thường xuyên, co ngót và tải trọng do từ biến, lấy giá trị dương khi chịu kéo, giá trị âm khi chịu nén (MPa).

r/h = tỉ số giữa bán kính đáy với chiều cao của các biến dạng ngang đã trôi qua. Nếu giá trị thực này không biết, có thể lấy bằng 0,3.

5.5.3.3. Bó cáp dự ứng lực

Phạm vi biến thiên ứng suất trong bó cáp dự ứng lực không được vượt quá :

- 125 MPa đối với cáp có bán kính cong lớn hơn 9000 mm và
- 70 MPa đối với cáp có bán kính cong nhỏ hơn 3600 mm.

Đối với cáp có bán kính cong ở giữa các trị số 3600 mm và 9000 mm phạm vi biến thiên ứng suất có thể lấy theo trị số nội suy tuyến tính.

5.5.3.4. Các mối nối hàn hoặc mối nối buộc chồng của cốt thép

Đối với các mối nối hàn hoặc mối nối buộc chồng chịu tác dụng của các tải trọng trùng phục thì biên độ ứng suất f_f không được vượt quá cường độ chịu mỏi danh định nêu trong Bảng 1

Bảng 5.5.3.4.1 Cường độ chịu mỗi danh định của các mối nối

Loại mối nối	đối với f_r số chu kỳ lớn hơn 1.000.000
Măng sông nhồi vữa, cốt thép phủ epôxy hoặc không	126 MPa
Măng sông ghép bằng cách ép nguội không có ren ở đầu, cốt thép phủ có hoặc không phủ epôxy; Bộ nối được rèn nguyên khối có ren NC chôn Măng sông thép có nệm; Bộ nối ren hình vát miếng đơn (taper-threaded); và mối hàn đối đầu trực tiếp rãnh hình V đơn	84 MPa
Các loại mối nối khác	28 MPa

Trong trường hợp tổng số chu kỳ tác dụng của tải trọng, N_{cyc} , ít hơn 1 triệu, f_r có thể được lấy tăng thêm một lượng $168 (6 - \log N_{cyc})$ tính bằng MPa đến một tổng lượng tăng không lớn hơn giá trị của f_r tính theo phương trình 5.5.3.2-1 trong Điều 5.5.3.2. Các giá trị cao hơn của f_r cho tới giá trị tính theo phương trình 5.5.3.2-1 có thể được sử dụng nếu được xác minh bằng số liệu thí nghiệm mỗi trên các mối nối giống như các mối nối sẽ được sử dụng trong công trình.

5.5.4. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

5.5.4.1. Tổng quát

Trạng thái giới hạn cường độ dùng để kiểm toán về cường độ và ổn định.

Sức kháng tính toán là tích của sức kháng danh định được xác định theo quy định ở các Điều 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.13 và 5.14 trừ khi ở các trạng thái giới hạn khác được quy định đặc biệt, nhân với hệ số sức kháng được quy định ở Điều 5.5.4.2.

5.5.4.2. Hệ số sức kháng

5.5.4.2.1. Thi công theo phương pháp thông thường

Hệ số sức kháng ϕ lấy như sau:

- Dùng cho uốn và kéo bê tông cốt thép : 0,90
- Dùng cho uốn và kéo bê tông cốt thép dự ứng lực: 1,00
- Dùng cho cắt và xoắn :
 - bê tông tỷ trọng thông thường0,90
 - bê tông tỷ trọng thấp0,70
- Dùng cho trường hợp chịu nén dọc trục với cốt thép xoắn hoặc thép giằng - trừ quy định ở Điều 5.10.11.4.1b cho động đất vùng 3 ở trạng thái giới hạn đặc biệt 0,75
- Dùng cho trường hợp đỡ tựa trên bê tông0,70
- Dùng cho trường hợp nén trong mô hình chống và giằng 0,70

- Dùng cho trường hợp chịu nén trong vùng neo :
 - Bê tông tỷ trọng thông thường 0,80
 - Bê tông tỷ trọng thấp 0,60
- Dùng cho thép chịu kéo trong vùng neo 1,00
- Dùng cho sức kháng trong khi đóng cọc 1,00

Đối với bộ phận chịu nén uốn, giá trị ϕ có thể tăng tuyến tính tới giá trị cho kết cấu chịu uốn như sức kháng tải trọng dọc trục tính toán, ϕP_n giảm từ 0,10 $f'_c A_g$ tới 0.

Đối với kết cấu dự ứng lực một phần chịu uốn với kéo hoặc không kéo, giá trị ϕ có thể lấy như sau :

$$\phi = 0.90 + 0.1(PPR) \quad (5.5.4.2.1-1)$$

trong đó :

$$PPR^J = \frac{A_{ps} f_{py}}{A_{ps} f_{py} + A_s f_y} \quad (5.5.4.2.1-2)$$

- PPR = tỷ lệ dự ứng lực một phần.
 A_s = diện tích cốt thép không dự ứng lực(mm²).
 A_{ps} = diện tích thép dự ứng lực(mm²)
 f_y = giới hạn chảy của cốt thép (MPa).
 f_{py} = giới hạn chảy của thép dự ứng lực(MPa).

Hệ số sức kháng không áp dụng cho việc kéo dài cốt thép nối chồng như quy định trong Điều 5.11.

5.5.4.2.2. Thi công theo phân đoạn

Phải lấy các hệ số sức kháng ở trạng thái giới hạn cường độ theo quy định trong bảng 1 cho các điều kiện đã được chỉ định và theo Điều 5.5.4.2.1 cho các điều kiện không nêu trong Bảng 1.

Trong trường hợp lựa chọn các hệ số sức kháng uốn, ϕ_r , cắt và xoắn, ϕ_v , và cắt trong các mối nối khô, ϕ_i , được xác định theo các quy định của Điều 5.8.5, thì phải xét đến cả hai yếu tố: Loại khe nối giữa các phân đoạn và độ dính bám của hệ thống kéo sau. Đối với bó thép được xem là dính bám hoàn toàn ở một mặt cắt, cần phải triển khai đầy đủ bó thép đó tại mặt cắt với một chiều dài khai triển không ít hơn trị số quy định trong Điều 5.11.4.

Có thể cho phép dùng chiều dài chôn ngầm ngắn hơn, nếu được chứng minh bằng thí nghiệm theo kích thước thực tế và được kỹ sư chấp thuận.

Nếu cốt thép căng kéo sau là một tổ hợp của các bó thép dính bám hoàn toàn và bó thép không dính bám hoặc các bó thép dính bám một phần, thì hệ số sức kháng ở bất kỳ mặt cắt nào cũng phải dựa trên các điều kiện dính bám đối với các bó thép cung cấp phần lớn ứng lực trước tại mặt cắt này.

Các mối nối đổ bê tông tại chỗ và các mối nối bê tông ướt hoặc epoxy giữa các khối đúc sẵn phải coi là mối nối loại A.

Phải xét các mối nối khô thuộc các mối nối loại B.

Bảng 5.5.4.2.2-1. Hệ số sức kháng đối với các mối nối khi thi công theo phân đoạn

	φ_r uốn	φ_v cắt	φ_i mối nối
Bê tông tỷ trọng thường			
Các bó thép dính bám hoàn toàn			
Mối nối loại A	0,95	0,90	-
Các bó thép không dính bám hoặc dính bám một phần			
Mối nối loại A	0,90	0,85	-
Mối nối loại B	0,85	0,85	0,75
Bê tông - cát tỷ trọng thấp			
Các bó thép dính bám hoàn toàn			
Mối nối loại A	0,90	0,70	-
Các bó thép không dính bám hoặc dính bám một phần			
Mối nối loại A	0,85	0,65	-
Mối nối loại B	0,80	0,65	0,60

5.5.4.2.3. Các yêu cầu đặc biệt cho vùng động đất 3

Đối với kết cấu cột trong vùng động đất 3 dùng hệ số sức kháng chiết giảm như quy định trong Điều 5.10.11.4.1b.

5.5.4.3. Ổn định

Toàn bộ kết cấu cũng như từng bộ phận của nó phải được thiết kế để chống trượt, lật, nhổ và cong oằn. Tác động của tải trọng lệch tâm phải được xét đến trong phân tích và thiết kế.

Phải kiểm toán sự cong oằn của các cấu kiện đúc sẵn trong quá trình xếp kho, vận chuyển và lắp ráp.

5.5.5. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

Toàn bộ kết cấu cũng như các cấu kiện của nó phải được cấu tạo tương xứng để chống sụp đổ do các tác động đặc biệt như nêu trong Bảng 3.4.1-1, đồng thời phải phù hợp với điều kiện địa phương và điều kiện sử dụng.

5.6. CÁC NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ

5.6.1. TỔNG QUÁT

Các cấu kiện và mối nối phải được thiết kế để chịu các tổ hợp tải trọng, như quy định ở Phần 3, ở tất cả các giai đoạn trong thời gian tồn tại của cầu, kể cả trong quá trình xây dựng. Các hệ số tải trọng phải theo quy định trong Phần 3.

Như quy định ở Phần 4, sự cân bằng và tương đồng ứng biến phải được duy trì trong quá trình phân tích.

5.6.2. HIỆU ỨNG CỦA BIẾN DẠNG CƯỜNG BỨC

Hiệu ứng của biến dạng cường bức do co ngót, thay đổi nhiệt độ, từ biến, ứng lực trước và chuyển vị gối phải được xem xét.

5.6.3. MÔ HÌNH CHỐNG-VÀ-GIÀNG (MÔ HÌNH GIÀN ẢO)

5.6.3.1. Tổng quát

Khi kiểm toán các trạng thái giới hạn cường độ và đặc biệt, có thể dùng mô hình chống và giàng để xác định nội lực ở gần gối và các điểm có đặt lực tập trung.

Mô hình chống-và-giàng cần được xem xét khi thiết kế các đế móng dày và bệ cọc hoặc các trường hợp khác mà khoảng cách giữa các điểm đặt lực và các phản lực gối nhỏ hơn khoảng 2 lần bề dày của cấu kiện.

Nếu mô hình chống và giàng được áp dụng cho việc tính toán kết cấu thì phải áp dụng các Điều từ 5.6.3.2 đến Điều 5.6.3.6.

5.6.3.2. Mô hình hóa kết cấu

Một kết cấu và cấu kiện hay một vùng kết cấu có thể được mô hình hoá như một tổ hợp của các giàng thép chịu kéo và các thanh chống bê tông chịu nén nối với nhau tại các nút để tạo thành một kết cấu giàn ảo có khả năng chịu được tất cả các lực đặt vào truyền tới các gối. Chiều rộng yêu cầu của các thanh chịu nén và chịu kéo sẽ được xem xét khi xác định yếu tố hình học của giàn ảo.

Sức kháng tính toán, P_r , của các thanh chịu kéo và nén sẽ được coi như các cấu kiện chịu lực dọc trục :

$$P_r = \varphi P_n \quad (5.6.3.2-1)$$

trong đó :

P_n = cường độ danh định của thanh chống nén hoặc giàng kéo (N)

φ = hệ số sức kháng cho trường hợp chịu kéo hoặc nén được quy định trong Điều 5.5.4.2. được lấy một cách tương ứng

5.6.3.3. Định kích thước của thanh chống chịu nén

5.6.3.3.1. Cường độ của thanh chịu nén không cốt thép

Sức kháng danh định của thanh chịu nén không cốt thép lấy như sau :

$$P_n = f_{cu} A_{cs} \quad (5.6.3.3.1-1)$$

trong đó :

P_n = sức kháng danh định của thanh chịu nén (N).

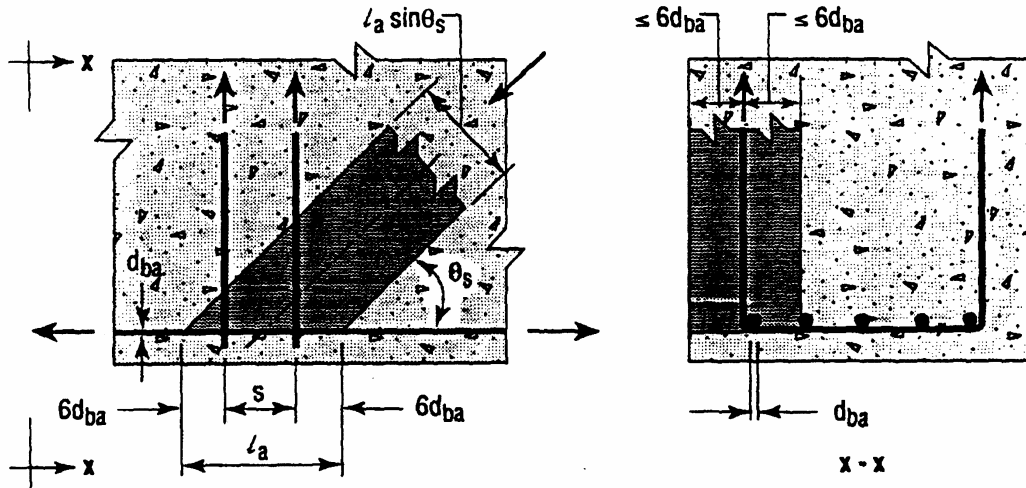
f_{cu} = ứng suất chịu nén giới hạn như quy định trong Điều 5.6.3.3.3 (MPa)

A_{cs} = diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu của thanh chịu nén như quy định trong Điều 5.6.3.3.2 (mm²)

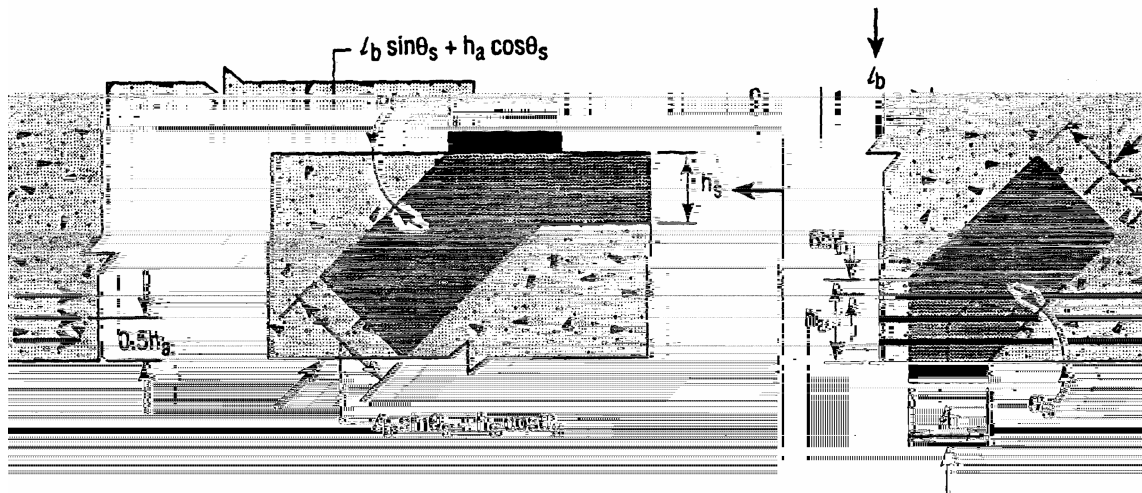
5.6.3.3.2. Diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu của thanh chịu nén.

Giá trị A_{cs} phải được xác định với sự xem xét cả 2 khả năng là diện tích bê tông và điều kiện ở đầu thanh chống, như biểu thị trong Hình 1.

Khi đầu thanh chống được neo bằng cốt thép thì phạm vi bê tông hữu hiệu có thể mở rộng thêm một khoảng bằng 6 lần đường kính cốt thép tính từ thanh cốt thép neo, như biểu thị ở Hình 1(a).



a) Thanh chống được neo bằng cốt thép



b) Thanh chống được neo bằng gối và cốt thép

c) Thanh chống được neo bằng gối và thanh chống

Hình 5.6.3.3.2-1- Ảnh hưởng của điều kiện neo đến diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu của thanh chống

5.6.3.3.3. Ứng suất nén giới hạn trong thanh chống. Ứng suất chịu nén giới hạn f_{cu} phải lấy như sau :

$$f_{cu} = \frac{f'_c}{0,8 + 170 \epsilon_1} \leq 0,85f'_c \quad (5.6.3.3.3-1)$$

trong đó:

$$\varepsilon_1 = (\varepsilon_s + 0.002) \cot^2 \alpha_s \quad (5.6.3.3.3-2)$$

ở đây :

α_s = góc nhỏ nhất giữa thanh chịu nén và thanh chịu kéo liền kề (độ)

ε_s = biến dạng kéo trong bê tông theo hướng của giằng chịu kéo (mm/mm)

f'_c = cường độ chịu nén quy định (MPa)

5.6.3.3.4. Thanh chống có cốt thép

Nếu thanh nén có cốt thép bố trí song song với trục thanh và được cấu tạo để chịu nén tới giới hạn chảy thì sức kháng danh định của thanh nén được tính như sau :

$$P_n = f_{cu}A_{cs} + f_y A_{ss} \quad (5.6.3.3.4-1)$$

trong đó :

A_{ss} = diện tích mặt cắt cốt thép trong thanh chống (mm²)

5.6.3.4. Định kích thước thanh giằng chịu kéo

5.6.3.4.1. Cường độ của thanh giằng

Cốt thép kéo phải được neo vào vùng nút với chiều dài neo quy định bởi những móc neo hoặc các neo cơ học. Lực kéo phải được phát triển ở mặt trong của vùng nút.

Sức kháng danh định của thanh giằng chịu kéo phải lấy bằng :

$$P_n = f_y A_{st} + A_{ps} [f_{pc} + f_y] \quad (5.6.3.4.1-1)$$

ở đây:

A_{st} = tổng diện tích của cốt thép dọc thường trong thanh giằng (mm²).

A_{ps} = diện tích thép dự ứng lực (mm²)

f_y = cường độ chảy của cốt thép dọc thường (MPa)

f_{pc} = ứng suất trong thép dự ứng lực do tạo dự ứng lực, đã xét mất mát (MPa)

5.6.3.4.2. Neo thanh giằng

Cốt thép của thanh giằng chịu kéo phải được neo để truyền lực kéo của nó đến vùng nút của giàn phù hợp với các yêu cầu phát triển của cốt thép như quy định trong Điều 5.11.

5.6.3.5. Định kích thước vùng nút

Trừ khi có bố trí cốt thép đai và tác dụng của nó được chứng minh qua tính toán hay thực nghiệm, ứng suất nén trong bê tông ở vùng nút không được vượt quá trị số sau :

- Đối với vùng nút bao bởi thanh chịu nén và mặt gối : $0,85 \varphi f'_c$
- Đối với vùng nút neo thanh chịu kéo một hướng : $0,75 \varphi f'_c$
- Đối với vùng nút neo thanh chịu kéo nhiều hướng : $0,65 \varphi f'_c$

trong đó :

φ = hệ số sức kháng chịu lực ép mặt trên bê tông như quy định ở Điều 5.5.4.2.

Cốt thép của thanh chịu kéo phải được bố trí đều trên toàn bộ diện tích hữu hiệu của bê tông ít nhất bằng lực của thanh chịu kéo chia cho ứng suất giới hạn được quy định ở đây.

Ngoài việc thoả mãn các tiêu chuẩn cường độ chịu lực cho thanh chịu kéo và nén, vùng nút phải được thiết kế theo ứng suất và giới hạn của vùng neo như quy định ở các Điều 5.6.3.4.1 và 5.6.3.4.2.

Ứng suất ép mặt trên vùng nút phát sinh do lực tập trung hay phản lực phải thoả mãn các điều kiện quy định trong Điều 5.7.5.

5.6.3.6. Cốt thép không chế nút

Các kết cấu và cấu kiện hoặc các vùng cục bộ của nó, trừ phần bản và đế móng, được thiết kế theo các quy định của Điều 5.6.3, phải có một mạng lưới các cốt thép trực giao ở gần bề mặt của nó. Khoảng cách giữa các thanh không được vượt quá 300 mm.

Tỷ lệ diện tích cốt thép so với diện tích mặt cắt nguyên của bê tông không được nhỏ hơn 0,003 theo mỗi chiều.

Cốt thép không chế nút bố trí ở vùng của thanh chịu kéo có thể được coi như một phần cốt thép của thanh chịu kéo.

5.7. THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỊU UỖN VÀ CHỊU LỰC ĐỌC TRỰC

5.7.1. CÁC GIẢ THIẾT CHO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

Các giả thiết sau đây có thể dùng để thiết kế kết cấu bê tông cốt thép, bê tông cốt thép dự ứng lực, bê tông dự ứng lực một phần :

- Bê tông dự ứng lực chịu kéo k các mặt cắt mà không nứt, trừ trường hợp như quy định ở Điều 5.7.6.
- Ứng biến trong bê tông thay đổi tuyến tính, trừ các cấu kiện và các vùng mà ở đó cường độ chịu lực thông thường của vật liệu không thích hợp,
- Tỷ lệ mô đun đàn hồi, n , được làm tròn đến số nguyên,
- Tỷ lệ mô đun đàn hồi không nhỏ hơn 6,0, và
- Đối với tĩnh tải và lực do dự ứng lực, tỷ lệ mô đun đàn hồi hữu hiệu lấy bằng $2n$.

5.7.2. CÁC GIẢ THIẾT CHO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

5.7.2.1. Tổng quát

Sức kháng tính toán của các cấu kiện bê tông phải dựa trên các điều kiện cân bằng và tương thích về biến dạng, lấy các hệ số sức kháng theo quy định của Điều 5.5.4.2, và các giả thiết sau:

- Đối với các cấu kiện có cốt thép hoặc thép dự ứng lực dính bám hoàn toàn, hoặc trong chiều dài dính bám của các tao thép dự ứng lực không dính bám cục bộ hoặc được bọc thì ứng biến tỷ lệ thuận với khoảng cách tính từ trục trung hoà, trừ các cấu kiện có chiều cao lớn thoả mãn các yêu cầu của Điều 5.13.2 và trong các vùng không bình thường khác.
- Đối với các cấu kiện có các bó tao cáp dự ứng lực không dính bám hoàn toàn hay không dính bám một phần nghĩa là các tao thép trong ống bọc hay mất dính bám, sự chênh lệch về ứng biến giữa bó thép và mặt cốt bê tông cũng như ảnh hưởng của độ võng đối với yếu tố hình học của bó thép phải đưa vào tính toán ứng suất trong bó thép.
- Nếu bê tông không bị kiềm chế, ứng biến thích dụng lớn nhất ở thớ chịu nén ngoài cùng không được lớn quá 0,003.
- Nếu bê tông bị kiềm chế, ứng biến thích dụng lớn nhất vượt quá 0,003 có thể được chấp nhận nếu có sự chứng minh.
- Ngoài trừ mô hình chống và giằng, ứng suất trong cốt thép phải dựa trên đường cong ứng suất - ứng biến đại diện của thép hay một giá trị toán học đại diện được chấp nhận, bao gồm sự khai triển của các cốt thép hay dự ứng lực và việc truyền dự ứng lực.
- Bỏ qua sức kháng kéo của bê tông,
- Giả thiết biểu đồ ứng suất - ứng biến của bê tông chịu nén là hình chữ nhật, parabol hay bất cứ hình dạng nào khác đều phải dẫn đến sự dự tính về sức kháng vật liệu phù hợp về cơ bản với các kết quả thí nghiệm.
- Phải xét đến sự khai triển của các cốt thép, và cáp dự ứng lực và việc truyền dự ứng lực.

Phải nghiên cứu các giới hạn bổ sung về ứng biến nén cực trị của bê tông trong các cấu kiện chịu nén mặt cốt chữ nhật rỗng theo quy định của Điều 5.7.4.7.

5.7.2.2. Phân bố ứng suất theo hình chữ nhật

Quan hệ tự nhiên giữa ứng suất bê tông chịu nén và ứng biến có thể coi như một khối hình chữ nhật tương đương cạnh bằng $0,85 f'_c$, phân bố trên một vùng giới hạn bởi mặt ngoài cùng chịu nén của mặt cốt và đường thẳng song song với trục trung hoà cách thớ chịu nén ngoài cùng một khoảng cách $a = \beta_1 c$. Khoảng cách c phải tính vuông góc với trục trung hoà. Hệ số β_1 lấy bằng 0,85 đối với bê tông có cường độ không lớn hơn 28 MPa. Với bê tông có cường độ lớn hơn 28 MPa, hệ số β_1 giảm đi theo tỷ lệ 0,05 cho từng 7 MPa vượt quá 28 MPa, nhưng không lấy nhỏ hơn trị số 0,65.

Phải nghiên cứu các giới hạn bổ sung khi sử dụng khối ứng suất chữ nhật đối với các cấu kiện chịu nén mặt cốt chữ nhật rỗng theo quy định của Điều 5.7.4.7.

5.7.3. CẤU KIỆN CHỊU UỐN

5.7.3.1. Ứng suất trong cốt thép dự ứng lực ở mức sức kháng uốn danh định

5.7.3.1.1. Các cấu kiện có cốt thép dự ứng lực dính bám

Đối với mặt cắt hình chữ nhật và hình T chịu uốn quanh một trục, có ứng suất phân bố như quy định ở Điều 5.7.2.2 và f_{pc} không nhỏ hơn $0,5 f_{pu}$, ứng suất trung bình trong cốt thép, f_{ps} , có thể lấy như sau :

$$f_{ps} = f_{pu} \left(1 - k \frac{c}{d_p}\right) \quad (5.7.3.1.1-1)$$

trong đó:

$$k = 2 \left(1,04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}\right) \quad (5.7.3.1.1-2)$$

Với mặt cắt hình T:

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu} + A_s f_y - A'_s f'_y - 0,85 \beta_1 f'_c (b - b_w) h_f}{0,85 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} \quad (5.7.3.1.1-3)$$

Với mặt cắt hình chữ nhật :

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu} + A_s f_y - A'_s f'_y}{0,85 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} \quad (5.7.3.1.1-4)$$

trong đó :

- A_{ps} = diện tích mặt cắt cốt thép dự ứng lực (mm^2)
- f_{pu} = cường độ chịu kéo quy định của thép dự ứng lực (MPa)
- f_{py} = giới hạn chảy của thép dự ứng lực (MPa)
- A_s = diện tích cốt thép thường chịu kéo (mm^2)
- A'_s = diện tích cốt thép thường chịu nén (mm^2)
- f_y = giới hạn chảy của cốt thép chịu kéo (MPa)
- f'_y = giới hạn chảy của cốt thép chịu nén (MPa)
- b = chiều rộng của bản cánh chịu nén (mm)
- b_w = chiều rộng của bản bụng (mm)
- h_f = chiều dày bản cánh chịu nén (mm)
- d_p = khoảng cách từ thớ ngoài cùng chịu nén đến trọng tâm các bó thép dự ứng lực (mm)
- c = khoảng cách từ trục trung hoà đến mặt chịu nén (mm)
- β_1 = hệ số quy đổi hình khối ứng suất quy định ở Điều 5.7.2.2

Phải khảo sát mức ứng suất trong cốt thép chịu nén và nếu ứng suất trong cốt thép chịu nén không đạt giới hạn chảy thì ứng suất thực tế phải được dùng thay cho f'_y trong Phương trình 3.

5.7.3.1.2. Các cấu kiện có thép dự ứng lực không dính bám

Đối với mặt cắt hình chữ nhật và mặt cắt hình T chịu uốn quanh một trục hoặc hai trục cùng với lực dọc trục như quy định ở Điều 5.7.4.5, khi sự phân bố ứng suất gần đúng như quy định ở Điều 5.7.2.2 được áp dụng, thì ứng suất trung bình trong thép dự ứng lực không dính bám được xác định như sau:

$$f_{ps} = f_{pe} + 6300 \left(\frac{d_p - c}{\ell_c} \right) \leq f_{py} \quad (5.7.3.1.2-1)$$

với

$$\ell_c = \left(\frac{2\ell_i}{2 + N_s} \right) \quad (5.7.3.1.2-2)$$

Đối với mặt cắt hình T:

$$c = \frac{A_{ps} f_{ps} + A_s f_y - A'_s f'_c - 0,85 \beta_1 f'_c (b - b_w) h_f}{0,85 f'_c \beta_1 b_w} \quad (5.7.3.1.2-3)$$

Đối với mặt cắt hình chữ nhật:

$$c = \frac{A_{ps} f_{ps} + A_s f_y - A'_s f'_y}{0,85 f'_c \beta_1 b} \quad (5.7.3.1.2-4)$$

trong đó :

- c = khoảng cách tính từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trục trung hoà với giả thiết là thép dự ứng lực của bó tạo thép đã bị chảy dẻo được cho trong Phương trình 3 và 4 đối với trạng thái làm việc của mặt cắt chữ T và trạng thái làm việc của mặt cắt chữ nhật (mm).
- ℓ_c = chiều dài bó tạo thép hữu hiệu (mm)
- ℓ_i = chiều dài bó tạo thép giữa các neo (mm)
- N_s = số lượng các gối khớp mà các bó thép đi qua nằm giữa các neo hay các điểm có dính bám riêng biệt
- f_{py} = sức kháng chảy dẻo của thép dự ứng lực (MPa)
- f_{pe} = ứng suất hữu hiệu trong thép dự ứng lực ở mặt cắt đang xét sau khi đã tính mọi mất mát (MPa).

Mức ứng suất trong cốt thép chịu nén phải được xem xét, nếu ứng suất của cốt thép chịu nén không đạt đến giới hạn chảy thì phải dùng trị số ứng suất thực tế theo Phương trình 3 thay cho giá trị f'_y .

5.7.3.2. Sức kháng uốn

5.7.3.2.1. Sức kháng uốn tính toán

Sức kháng tính toán, M_r , phải lấy như sau :

$$M_r = \phi M_n \quad (5.7.3.2.1-1)$$

trong đó :

- M_n = sức kháng danh định (N.mm)
- ϕ = hệ số sức kháng quy định ở Điều 5.5.4.2

5.7.3.2.2. Mặt cắt hình T

Với mặt cắt hình T chịu uốn quanh một trục và hai trục cùng với lực nén dọc trục như quy định ở Điều 5.7.4.5 và sự phân bố ứng suất lấy gần đúng như quy định ở Điều 5.7.2.2, với bố dục ứng lực có đỉnh bám, và khi chiều dày bản cánh chịu nén nhỏ hơn c, xác định theo Phương trình 5.7.3.1.1-3, sức kháng uốn danh định của mặt cắt có thể xác định như sau :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} \left(d_p - \frac{a}{2} \right) + A_s f_y \left(d_s - \frac{a}{2} \right) - A'_s f'_y \left(d'_s - \frac{a}{2} \right) + 0,85 f'_c (b - b_w) \beta_1 h_f \left(\frac{a}{2} - \frac{h_f}{2} \right) \quad (5.7.3.2.2-1)$$

trong đó :

- A_{ps} = diện tích thép dự ứng lực (mm^2)
- f_{ps} = ứng suất trung bình trong cốt thép dự ứng lực ở sức kháng uốn danh định, tính theo phương trình 5.7.3.1.1-1 (MPa)
- d_p = khoảng cách từ thớ nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép dự ứng lực (mm)
- A_s = diện tích cốt thép chịu kéo không dự ứng lực (mm^2).
- f_y = giới hạn chảy quy định của cốt thép (MPa).
- d_s = khoảng cách từ thớ nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép chịu kéo không dự ứng lực (mm).
- A'_s = diện tích cốt thép chịu nén (mm^2)
- f'_y = giới hạn chảy của cốt thép chịu nén (MPa)
- d'_s = khoảng cách từ thớ ngoài cùng chịu nén đến trọng tâm cốt thép chịu nén (mm)
- f'_c = cường độ chịu nén quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày (MPa)
- b = bề rộng của mặt chịu nén của cấu kiện (mm)
- b_w = chiều dày của bản bụng hoặc đường kính của mặt cắt tròn (mm)
- β_1 = hệ số chuyển đổi biểu đồ ứng suất quy định trong Điều 5.7.2.2
- h_f = chiều dày bản cánh chịu nén của cấu kiện dầm I hoặc T (mm)
- a = $c\beta_1$; Chiều dày của khối ứng suất tương đương (mm)

5.7.3.2.3. Mặt cắt hình chữ nhật

Đối với mặt cắt hình chữ nhật chịu uốn một trục và hai trục cùng với lực dọc trục như quy định ở Điều 5.7.4.5, khi công nhận sự phân bố ứng suất gần đúng như quy định ở Điều 5.7.2.2 và chiều dày bản cánh chịu nén không nhỏ hơn đại lượng c xác định theo Phương trình 5.7.3.1.1-3 thì sức kháng uốn danh định M_n có thể xác định theo các Phương trình từ 5.7.3.1.1-1, đến 5.7.3.2.2-1, trong đó b_w phải lấy bằng b.

5.7.3.2.4. Các dạng mặt cắt khác

Với các loại mặt cắt không phải là mặt cắt hình chữ T hay thực chất là mặt cắt hình chữ nhật có trục thẳng đứng đối xứng hoặc mặt cắt chịu uốn hai trục không có lực dọc trục, thì sức kháng uốn tính toán M_n được xác định bằng giải tích dựa trên các giả thiết đã quy định ở Điều 5.7.2. Đồng thời phải áp dụng các yêu cầu của Điều 5.7.3.3.

5.7.3.3. Các giới hạn về cốt thép

5.7.3.3.1. Lượng cốt thép tối đa

Hàm lượng thép dự ứng lực và thép không dự ứng lực tối đa phải được giới hạn sao cho :

$$\frac{c}{d_c} \leq 0,42 \quad (5.7.3.3.1-1)$$

trong đó :

$$d_c = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps} f_{ps} + A_s f_y} \quad (5.7.3.3.1-2)$$

ở đây :

c = khoảng cách từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trục trung hoà (mm)

d_c = hoảng cách hữu hiệu tương ứng từ thớ chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm lực kéo của cốt thép chịu kéo (mm)

Nếu Phương trình 1 không thoả mãn, mặt cắt sẽ bị coi là quá nhiều thép. Mặt cắt quá nhiều thép có thể được dùng trong các cấu kiện dự ứng lực hay dự ứng lực một phần chỉ khi phân tích và thực nghiệm chứng tỏ có thể thực hiện được độ dẻo đầy đủ của kết cấu. Không cho phép các mặt cắt bê tông cốt thép quá nhiều thép. Với mục đích của điều quy định này, các cấu kiện sẽ được coi như là kết cấu bê tông cốt thép nếu tỷ lệ dự ứng lực một phần, như quy định trong Điều 5.5.4.2.1, nhỏ hơn 50%.

5.7.3.3.2. Lượng cốt thép tối thiểu

Trừ khi có các quy định khác, còn ở bất kỳ một mặt cắt nào đó của cấu kiện chịu uốn, lượng cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực chịu kéo phải đủ để phát triển sức kháng uốn tính toán, M_r , ít nhất bằng 1 trong 2 giá trị sau, lấy giá trị nhỏ hơn:

- 1,2 lần sức kháng nứt được xác định trên cơ sở phân bố ứng suất đàn hồi và cường độ chịu kéo khi uốn, f_r , của bê tông theo quy định trong Điều 5.4.2.6, hoặc
- 1,33 lần mômen tính toán cần thiết dưới tổ hợp tải trọng - cường độ thích hợp quy định trong bảng 3.4.1.1.

Phải áp dụng các quy định của Điều 5.10.8.

Đối với các cấu kiện không có thép dự ứng lực thì lượng cốt thép tối thiểu quy định ở đây có thể coi là thoả mãn nếu:

$$P_{min} \geq 0,03 \frac{f'_c}{f_y} \quad (5.7.3.3.2-1)$$

trong đó:

P_{min} = tỷ lệ giữa thép chịu kéo và diện tích nguyên

f'_c = cường độ quy định của bê tông (MPa)

f_y = cường độ chảy dẻo của thép chịu kéo (MPa)

Đối với các dầm chữ T có bản bụng dầm chịu kéo, việc xác định tỷ lệ cốt thép thường thực tế, ρ , để so sánh với yêu cầu của Phương trình 1, phải căn cứ vào chiều rộng của bản bụng dầm.

5.7.3.4. Không chế nứt bằng phân bố cốt thép

Các quy định ở đây được áp dụng cho tất cả cốt thép của các cấu kiện bê tông cốt thép trừ bản mặt cầu được thiết kế theo Điều 9.7.2, trong đó sự kéo của mặt cắt ngang vượt quá 80% cường độ chịu kéo do uốn như quy định ở Điều 5.4.2.6, ở tổ hợp tải trọng trạng thái giới hạn sử dụng được áp dụng quy định ở Bảng 3.4.1-1.

Các cấu kiện phải được cấu tạo sao cho ứng suất kéo trong cốt thép thường ở trạng thái giới hạn sử dụng, f_{sa} , không vượt quá :

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0,6f_y \quad (5.7.3.4-1)$$

trong đó :

d_c = chiều cao phân bê tông tính từ thớ chịu kéo ngoài cùng cho đến tâm của thanh hay sợi đặt gần nhất; nhằm mục đích tính toán phải lấy chiều dày tịnh của lớp bê tông bảo vệ d_c không được lớn hơn 50mm.

A = diện tích phân bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chủ chịu kéo và được bao bởi các mặt của mặt cắt ngang và đường thẳng song song với trục trung hoà, chia cho số lượng của các thanh hay sợi (mm^2); nhằm mục đích tính toán, phải lấy chiều dày tịnh của lớp bê tông bảo vệ không được lớn hơn 50 mm.

Z = thông số bề rộng vết nứt (N/mm).

Ngoại trừ đối với cống hộp bê tông cốt thép đúc tại chỗ quy định dưới đây, đại lượng Z trong Phương trình 1 không được lấy vượt quá 30000N/mm đối với các cấu kiện trong điều kiện môi trường thông thường, 23000 N/mm đối với các cấu kiện trong điều kiện môi trường khắc nghiệt và 17500 N/mm đối với các kết cấu vùi dưới đất. Đại lượng Z không được lấy vượt quá 23000 khi thiết kế theo phương ngang đối với các dầm hộp bê tông phân đoạn khi chịu tải bất kỳ trước khi đạt tới toàn bộ sức kháng danh định của bê tông.

Đối với các cống hộp bê tông cốt thép đúc tại chỗ, đại lượng Z trong Phương trình 1 không được vượt quá:

$$Z = \frac{27500}{\beta} \quad (5.7.3.4-2)$$

trong đó:

$$\beta = \left(1 + \frac{d_c}{0,47d} \right) \quad (5.7.3.4-3)$$

với:

d = khoảng cách tính từ mặt chịu nén đến trọng tâm của cốt thép chịu kéo (mm)

Cốt thép dự ứng lực dính bám có thể được tính vào trị số A , trong trường hợp này sự tăng ứng suất trong thép dự ứng lực dính bám vượt quá trạng thái giảm nén trước được tính trên cơ sở mặt cắt bị nứt hoặc phân tích sự tương đồng biến dạng không được vượt quá giá trị f_{sa} xác định từ Phương trình 1.

Ở các vị trí bản cánh của dầm bê tông cốt thép mặt cắt T hoặc hộp chịu kéo, ở trạng thái giới hạn sử dụng, cốt thép chịu kéo khi uốn phải phân bố trên một phạm vi, lấy theo trị số nhỏ hơn trong các trị số sau đây :

- Bề rộng hữu hiệu của bản cánh như quy định ở Điều 4.6.2.6 hoặc
- Một chiều rộng bằng 1/10 chiều dài trung bình của các nhịp lân cận.

Nếu bề rộng bản cánh hữu hiệu lớn hơn 1/10 chiều dài nhịp thì phải bố trí cốt thép dọc bổ sung ở phần ngoài của bản cánh với diện tích không nhỏ hơn 0,4% diện tích của bản nhô ra.

Nếu chiều dày hữu hiệu, d_c , của các cấu kiện bê tông cốt thép hoặc bê tông dự ứng lực một phần lớn hơn 900 mm, thì phải bố trí cốt thép dọc tạo vỏ phân bố đều theo dọc cả 2 mặt của cấu kiện trong một khoảng $d/2$ gần cốt thép chịu kéo uốn nhất.

Diện tích của cốt thép vỏ A_{sk} tính bằng mm^2/mm theo chiều cao trên mỗi mặt không nhỏ hơn :

$$A_{sh} \geq 0,001(d_c - 760) \leq \frac{A_s + A_{ps}}{1200} \quad (5.7.3.4-4)$$

trong đó:

A_{ps} = diện tích của thép dự ứng lực (mm^2)

A_s = diện tích cốt thép thường chịu kéo (mm^2)

d_c = tay đòn uốn lấy bằng khoảng cách từ mặt chịu nén đến trọng tâm thép (mm).

Cự ly giữa các cốt thép của lưới thép vỏ không vượt quá $d/6$ hoặc 300 mm.

Các cốt thép này có thể tính vào chịu lực nếu việc phân tích tương đồng biến dạng được tiến hành để xác định ứng suất trong từng thanh riêng biệt.

5.7.3.5. Sự phân bố lại mô men

Thay cho các tính toán chính xác hơn, khi cốt thép dính bám thoả mãn các quy định của Điều 5.11 đòi hỏi đối với các gối giữa của dầm bê tông cốt thép liên tục, và khi tỷ lệ c/d_c không vượt quá 0,28, các giá trị mô men âm xác định theo lý thuyết đàn hồi ở trạng thái giới hạn cường độ có thể tăng hay giảm một lượng không vượt quá trị số sau, tính bằng phần trăm:

$$20 \left(1 - 2,36 \frac{c}{d_c} \right) \quad (5.7.3.5-1)$$

Giá trị mô men dương phải được điều chỉnh theo sự thay đổi của mô men âm để giữ được trạng thái cân bằng của các lực tác dụng.

5.7.3.6. Các biến dạng

5.7.3.6.1. Tổng quát

Các quy định của Điều 2.5.2.6 phải được xem xét.

Các khe co giãn và gối phải phù hợp với các biến đổi kích thước gây ra bởi tải trọng, từ biến, co ngót, thay đổi nhiệt độ, lún trụ và dự ứng lực.

5.7.3.6.2. Độ võng và độ võng

Khi tính toán độ võng và độ võng phải xét tác động của tĩnh tải, hoạt tải, ứng lực trước, tải trọng lắp ráp, từ biến và co ngót của bê tông và tự chùng của thép.

Phải áp dụng các quy định của các Điều 4.5.2.1; 4.5.2.2 và 5.9.5.5 để xác định độ võng và độ võng.

Khi không có các phân tích toàn diện hơn, có thể tính độ võng tức thời với việc dùng các trị số mô đun đàn hồi của bê tông quy định ở Điều 5.4.2.4 và dùng mô men quán tính hoặc với giá trị nguyên, I_g , hoặc mô men quán tính hữu hiệu, I_e , tính theo Phương trình 1 :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I \quad (5.7.3.6.2-1)$$

với :

$$M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t} \quad (5.7.3.6.2-2)$$

trong đó :

- M_{cr} = mô men nứt (N.mm)
- f_r = cường độ chịu kéo khi uốn như quy định ở Điều 5.4.2.6 (MPa)
- y_t = khoảng cách từ trục trung hoà đến thớ chịu kéo ngoài cùng (mm)
- M_a = mô men lớn nhất trong cấu kiện ở giai đoạn đang tính biến dạng (N.mm)

Đối với cấu kiện có dạng lăng trụ, mô men quán tính hữu hiệu lấy theo kết quả tính của Phương trình 1 ở giữa nhịp dầm giản đơn hoặc liên tục, và ở gối của dầm hẫng. Đối với cấu kiện liên tục không có dạng lăng trụ thì giá trị mô men quán tính hữu hiệu lấy giá trị trung bình của các giá trị tính theo Phương trình 1 ở các mặt cắt mô men âm và dương giới hạn.

Nếu không tính được chính xác hơn thì độ võng lâu dài có thể được tính bằng giá trị độ võng tức thời nhân với hệ số sau đây :

- Nếu độ võng tức thời tính theo giá trị I_g : 4,0
- Nếu độ võng tức thời tính theo giá trị I_e : 3,0 - 1,2 (A'_s/A_s) \geq 1,6.

ở đây :

- A'_s = diện tích cốt thép chịu nén (mm²)
- A_s = diện tích cốt thép không dự ứng lực chịu kéo (mm²).

Trong tài liệu hợp đồng phải nêu rõ yêu cầu phải tiến hành tính toán độ võng của các cầu xây dựng theo phân đoạn trước khi đổ bê tông các phân đoạn, dựa trên kế hoạch dự kiến về lắp ráp và đổ bê tông, và chúng phải được sử dụng như là một chỉ dẫn để kiểm tra các đo đạc về độ võng thực.

5.7.3.6.3. Biến dạng dọc trục

Các biến dạng co ngắn hoặc giãn dài tức thời do tải trọng phải xác định theo mô đun đàn hồi của vật liệu ở thời điểm đặt tải.

Các biến dạng co ngắn hay giãn dài tức thời do nhiệt độ phải xác định theo các Điều 3.12.2, 3.12.3 và 5.4.2.2.

Biến dạng co ngắn do co ngót và từ biến phải xác định như quy định ở Điều 5.4.2.3.

5.7.4. CÁC CẤU KIỆN CHỊU NÉN

5.7.4.1. Tổng quát

Trừ khi có những qui định khác, các cấu kiện chịu nén phải được tính toán có xét đến các hiệu ứng của các yếu tố sau :

- Độ lệch tâm,
- Các tải trọng dọc trục,
- Sự thay đổi mô men quán tính,
- Mức độ ngàm ở đầu,
- Độ võng,
- Thời gian đặt tải trọng,
- Dự ứng lực.

Thay cho phương pháp chính xác, các cột không dự ứng lực có tỷ lệ độ mảnh $K l_u / r < 100$ có thể thiết kế theo phương pháp gần đúng như quy định ở Điều 5.7.4.3.

trong đó :

K = hệ số độ dài hữu hiệu như quy định ở Điều 4.6.2.5.

l_u = chiều dài không có thanh giằng (mm)

r = bán kính quán tính (mm)

Các quy định của điều này phải được bổ sung và chỉnh lý cho các kết cấu trong vùng động đất 2 và 3 như quy định ở Điều 5.10.11.

Các quy định ở đây nhằm để truyền các ứng lực từ các cấu kiện chịu nén được điều chỉnh với sự phát sinh mô men thứ cấp tới các cấu kiện lân cận.

Ở nơi nào liên kết nối với cấu kiện lân cận bằng chốt bê tông thì cốt thép dọc phải bố trí vào đúng giữa tim chốt để giảm thiểu sức kháng uốn và cốt thép phải kéo dài về hai phía của chốt.

5.7.4.2. Giới hạn cốt thép

Các giới hạn bổ sung về cốt thép cho cấu kiện chịu nén trong vùng động đất 3 và 4 phải được xét đến như quy định trong Điều 5.10.11.4.1a.

Diện tích cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén không liên hợp nhiều nhất là như sau :

$$\frac{A_s}{A_g} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f_y} \leq 0,08 \quad (5.7.4.2-1)$$

$$\text{và} \quad \frac{A_{ps} f_{pc}}{A_g f'_c} \leq 0,30 \quad (5.7.4.2-2)$$

Diện tích thép dự ứng lực và thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén không liên hợp tối thiểu là như sau :

$$\frac{A_s f_y}{A_g f'_c} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f'_c} \geq 0,135 \quad (5.7.4.2-3)$$

trong đó :

- A_s = diện tích cốt thép thường chịu kéo (mm^2)
- A_g = diện tích mặt cắt nguyên (mm^2)
- A_{ps} = diện tích mặt cắt thép dự ứng lực (mm^2)
- f_{pu} = cường độ chịu kéo quy định của thép dự ứng lực (MPa)
- f_y = giới hạn chảy quy định của cốt thép thường (MPa)
- f'_c = cường độ chịu nén quy định của bê tông (MPa)
- f_{pc} = dự ứng suất hữu hiệu (MPa)

Số lượng thanh cốt thép dọc tối thiểu trong cột tròn là 6, trong cột hình chữ nhật là 4, kích cỡ thanh tối thiểu là No.15.

Đối với những cầu trong vùng động đất 1, diện tích tối thiểu của cốt thép dọc có thể xét cho yêu cầu của mặt cắt bê tông chiết giảm hữu hiệu, nhưng sao cho cả hai mặt cắt toàn bộ và mặt cắt chiết giảm hữu hiệu đều có khả năng chịu được lực tính toán và diện tích cốt thép không nhỏ hơn 0,7% diện tích mặt cắt nguyên của cột.

5.7.4.3. Đánh giá gần đúng về hiệu ứng độ mảnh

Đối với các kết cấu không có giằng liên kết, hiệu ứng độ mảnh có thể bỏ qua khi mà tỷ số độ mảnh $K \ell_u / r$ nhỏ hơn 22.

Đối với kết cấu có giằng chống bên, hiệu ứng độ mảnh có thể bỏ qua khi $K \ell_u / r$ nhỏ hơn 34-12 (M_1/M_2), trong đó M_1 , M_2 tương ứng là mô men nhỏ và lớn ở đầu và thành phần M_1/M_2 là dương đối với đường cong uốn đơn.

Các phương pháp tính gần đúng sau có thể dùng để thiết kế các cấu kiện chịu nén không dự ứng lực. Với $K \ell_u / r$ nhỏ hơn 100 :

- Thiết kế dựa trên cơ sở tải trọng tính toán, P_u , được xác định theo tính toán đàn hồi và mô men tính toán phóng đại (tăng thêm) M_c như quy định trong Điều 4.5.3.2.2b.
- Chiều dài không chống đỡ, ℓ_u , của cấu kiện chịu nén lấy bằng khoảng cách tịnh giữa các bộ phận có thể tạo ra sự chống đỡ ngang cho cấu kiện chịu nén. Khi có tạo vút nách ở mối nối thì chiều dài không chống đỡ được tính từ phía ngoài của vút trong mặt phẳng xem xét.
- Bán kính quán tính, r , được tính cho mặt cắt nguyên.

- Đối với các bộ phận có các thanh giằng, hệ số chiều dài hữu hiệu, K , lấy bằng 1,0 trừ khi được chứng minh trong tính toán là trị số nhỏ hơn có thể được dùng.
- Đối với các bộ phận không có các thanh giằng, K , được xác định với sự xem xét hiệu quả của nút và cốt thép đến độ cứng tương đối và lấy không nhỏ hơn 1,0

Thay cho việc tính chính xác hơn, giá trị EI dùng để xác định P_c , như được quy định trong Phương trình 4.5.3.2.2b-5, phải lấy giá trị lớn hơn của :

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1 + \beta_d} \quad (5.7.4.3-1)$$

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{2,5}}{1 + \beta_d} \quad (5.7.4.3-2)$$

trong đó :

- E_c = mô đun đàn hồi của bê tông (MPa)
- I_g = mô men quán tính mặt cắt nguyên của bê tông xung quanh trục chính (mm^4)
- E_s = mô đun đàn hồi của thép dọc (MPa)
- I_s = mô men quán tính của cốt thép dọc xung quanh trục chính (mm^4)
- β_d = tỷ lệ giữa mô men tính toán lớn nhất do tải trọng thường xuyên với mô men tính toán lớn nhất do toàn bộ tải trọng, trị số luôn luôn dương.

Đối với cấu kiện chịu dự ứng lực lệch tâm phải xem xét đến hiệu ứng độ võng ngay G do lực căng dự ứng lực để xác định mô men tăng thêm.

5.7.4.4. Sức kháng lực dọc trục tính toán (đã nhân hệ số)

Sức kháng tính toán của cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén đối xứng qua các trục chính phải được xác định như sau :

$$P_r = \phi P_n \quad (5.7.4.4-1)$$

trong đó :

- Đối với cấu kiện có cốt thép đai xoắn :

$$P_n = 0,85 [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (5.7.4.4-2)$$

- Đối với cấu kiện có cốt thép đai thường :

$$P_n = 0,8 [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (5.7.4.4-3)$$

ở đây:

- P_r = sức kháng lực dọc trục tính toán có hoặc không có uốn (N)
- P_n = sức kháng lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn (N)
- f'_c = cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày, trừ khi có quy định ở các tuổi khác.

- A_g = diện tích nguyên của mặt cắt (mm^2)
 A_{st} = giới hạn chảy quy định của cốt thép (MPa)
 φ = hệ số sức kháng quy định ở Điều 5.5.4.2

5.7.4.5. Uốn hai chiều

Thay cho việc tính dựa trên cơ sở cân bằng và tương thích biến dạng cho trường hợp uốn hai chiều, các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :

- Nếu lực tính toán dọc trục không nhỏ hơn $0,1\varphi f'_c A_g$:

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{\varphi P_o} \quad (5.7.4.5-1)$$

trong đó :

$$P_o = 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y \quad (5.7.4.5-2)$$

- Nếu tải trọng tính toán dọc trục nhỏ hơn $0,10\varphi f'_c A_g$:

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0 \quad (5.7.4.5-3)$$

ở đây :

- φ = hệ số sức kháng đối với các cấu kiện chịu nén dọc trục
 P_{rxy} = sức kháng dọc trục tính toán khi uốn theo hai phương (N)
 P_{rx} = sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch e_y (N)
 P_{ry} = sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch e_x (N)
 P_u = lực dọc trục tính toán (N)
 M_{ux} = mô men tính toán tác dụng theo trục X (N.mm)
 M_{uy} = mô men tính toán tác dụng theo trục Y (N.mm)
 e_x = độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục X nghĩa là $= M_{uy}/P_u$ (mm)
 e_y = độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục Y nghĩa là $= M_{ux}/P_u$ (mm).
 M_{rx} = sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục X (N.mm) (5.7.4.5).
 M_{ry} = sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục Y (N.mm) (5.7.4.5).

Sức kháng dọc trục tính toán P_{rx} và P_{ry} không được lấy lớn hơn tích số của hệ số sức kháng φ và sức kháng nén danh định lớn nhất tính theo các Phương trình 5.7.4.4-2 hoặc 5.7.4.4-3.

5.7.4.6. Thép đai xoắn và thép đai

Diện tích thép đai xoắn và thép đai của kết cấu cầu trong vùng động đất 2, 3 hoặc 4 phải tuân theo các yêu cầu quy định trong Điều 5.10.11.

Khi diện tích cốt thép đai xoắn và cốt thép đai không bị khống chế vào các yêu cầu :

- Chống động đất
- Lực cắt hoặc xoắn như quy định trong Điều 5.8, hoặc.
- Các yêu cầu tối thiểu như qui định trong Điều 5.10.6.

Tỷ lệ của cốt thép xoắn với toàn bộ khối lượng của lõi bê tông tính từ bằng các mép ngoài của cốt đai xoắn không được nhỏ hơn :

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad (5.7.4.6-1)$$

trong đó

- A_g = diện tích mặt cắt nguyên của bê tông (mm^2)
 A_c = diện tích của lõi bê tông tính từ đường kính mép ngoài của cốt đai xoắn (mm^2)
 f'_c = cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày, trừ khi có các quy định khác về tuổi (MPa)
 f_{yh} = giới hạn chảy quy định của cốt thép đai xoắn (MPa)

Các chi tiết khác của cốt thép đai xoắn và cốt thép đai phải tuân theo các quy định của Điều 5.10.6 và 5.10.11.

5.7.4.7. Các cấu kiện chịu nén có mặt cắt hình chữ nhật rỗng

5.7.4.7.1. Tỷ số độ mảnh của vách

Tỷ số độ mảnh của vách của một mặt cắt ngang hình chữ nhật rỗng phải được tính theo công thức:

$$\lambda_w = \frac{X_u}{t}$$

trong đó:

- X_u = chiều dài tịnh của một đoạn có chiều dày không đổi của một vách ở giữa các vách khác hoặc các đường mép tăng cường giữa các vách (mm).
 t = bề dày của vách (mm)
 λ_w = tỷ số độ mảnh của vách đối với cột rỗng.

Tỷ số độ mảnh của vách lớn hơn 35 chỉ được dùng khi có đủ tài liệu tính toán và thực nghiệm chứng minh cho sự làm việc và sức chịu của vách là chấp nhận được đối với Chủ đầu tư.

5.7.4.7.2. Các trường hợp hạn chế dùng phương pháp khối ứng suất chữ nhật

5.7.4.7.2a. Tổng quát

Trừ trường hợp đã chỉ định trong Điều 5.7.4.7.2c, phương pháp khối ứng suất chữ nhật tương đương không được sử dụng trong việc thiết kế các cấu kiện chịu nén có mặt cắt hình chữ nhật rỗng với tỷ số độ mảnh của vách ≥ 15 .

Trong trường hợp tỷ số độ mảnh nhỏ hơn 15, phương pháp khối ứng suất chữ nhật có thể được sử dụng căn cứ vào ứng biến nén là 0,003.

5.7.4.7.2b. Phương pháp chính xác để hiệu chỉnh giới hạn ứng biến tối đa được phép sử dụng

Trong trường hợp tỷ số độ mảnh của vách bằng 15 hoặc lớn hơn, ứng biến tối đa được phép sử dụng ở thớ ngoài cùng chịu nén của bê tông lấy bằng trị số nhỏ hơn của ứng biến do oằn cục bộ tính được của bản cánh rộng nhất của mặt cắt ngang hoặc 0,003.

Ứng biến do oằn cục bộ của bản cánh rộng nhất có thể được tính toán bằng cách giả thiết là bản cánh được đỡ đơn giản ở cả bốn cạnh xung quanh. Thuộc tính phi tuyến của vật liệu phải được xem xét kết hợp cả mô đun tuyến tính của vật liệu bê tông và cốt thép trong tính toán ứng biến do oằn cục bộ.

Trong tính toán cường độ của cấu kiện, phải bỏ qua các cốt thép gián đoạn, không được căng sau trong các cấu kiện chịu nén có mặt cắt chữ nhật rộng được thi công từng đoạn.

Cường độ chịu uốn phải tính toán theo các nguyên tắc trong Điều 5.7.3 áp dụng cùng với các đường cong ứng suất - ứng biến cho trước đối với loại vật liệu được sử dụng.

5.7.4.7.2c. Phương pháp gần đúng để hiệu chỉnh sức kháng tính toán

Các quy định ở Điều này và phương pháp khối ứng suất chữ nhật có thể được sử dụng thay cho các quy định của các Điều 5.7.4.7.2a và 5.7.4.7.2b khi độ mảnh của vách ≤ 35 .

Sức kháng tính toán của cột rộng được xác định bằng cách dùng ứng biến cực đại được phép sử dụng bằng 0,003 và các hệ số sức kháng được quy định trong mục 5.5.4.2 phải được chiết giảm tiếp bằng một hệ số φ_w như sau:

- Nếu $\lambda_w \leq 15$, thì $\varphi_w = 1,0$ (5.7.4.7.2c -1)

- Nếu $15 < \lambda_w \leq 25$, thì $\varphi_w = 1 - 0,025 (\lambda_w - 15)$ (5.7.4.7.2c-2)

- Nếu $25 < \lambda_w \leq 35$, thì $\varphi_w = 0,75$ (5.7.4.7.2c- 3)

5.7.5. BỆ ĐỠ

Khi không có cốt thép đai trong bê tông của các bộ đỡ, sức kháng ép tính toán lấy như sau :

$$P_r = \phi P_n \quad (5.7.5-1)$$

trong đó :

$$P_n = 0,85 f'_c A_1 m \quad (5.7.5-2)$$

ở đây :

- P_n = sức kháng đỡ danh định (N)
- A_1 = diện tích bên dưới gối (mm^2)
- m = hệ số điều chỉnh
- A_2 = diện tích giả định được định nghĩa ở đây (mm^2)

Hệ số điều chỉnh có thể được xác định như sau:

- Khi mặt tựa ở tất cả các phía đều lớn hơn diện tích chịu tải :

$$m = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2,0 \quad (5.7.5-3)$$

- Khi diện tích chịu tải chịu sự phân bố không đều của ứng suất ép mặt :

$$m = 0,75 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,50 \quad (5.7.5-4)$$

Khi mặt tựa được cấu tạo dốc hoặc tạo bậc, A_2 có thể lấy như là diện tích đáy dưới lớn nhất của hình chóp cụt, hình nón, hoặc hình nêm có bậc nằm toàn bộ trong vùng đỡ và mặt trên của nó là vùng chịu tải, có độ dốc mặt bên là 1: 2 (chiều đứng : chiều ngang).

Khi tải trọng tính toán vượt quá sức kháng tính toán, như quy định ở đây, các quy định phải được thực hiện để chịu được lực xé và vỡ phù hợp với Điều 5.10.9

5.7.6. CÁC CẤU KIỆN CHỊU KÉO

5.7.6.1. Sức kháng kéo tính toán (đã nhân hệ số)

Các cấu kiện mà lực tính toán gây ra ứng suất kéo trên toàn mặt cắt phải được coi là cấu kiện chịu kéo và giả thiết rằng lực kéo chỉ do thép chịu. Phải áp dụng các quy định của Điều 5.11.5.4.

Sức kháng tính toán chịu kéo đồng đều được xác định như sau :

$$P_r = \varphi P_n \quad (5.7.6.1-1)$$

ở đây :

P_n = sức kháng kéo danh định quy định trong Điều 5.6.3.4.

φ = hệ số sức kháng quy định trong Điều 5.5.4.2.

5.7.6.2. Sức kháng khi kéo uốn kết hợp

Các cấu kiện chịu kéo lệch tâm tạo ra cả ứng lực kéo và nén trong mặt cắt phải được thiết kế theo các quy định của Điều 5.7.2.

5.8. CẮT VÀ XOẢN

5.8.1. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ

5.8.1.1. Các vùng chịu uốn

Các vùng của một cấu kiện, có thể phù hợp với giả thiết mặt cắt vẫn phẳng sau khi đặt tải, phải được thiết kế chịu lực cắt và xoắn hoặc là theo mô hình mặt cắt thông thường theo quy định của Điều 5.8.3 hoặc là theo mô hình chống và giằng theo quy định của Điều 5.6.3. Các quy định của Điều 5.8.2 phải được áp dụng.

Các cấu kiện mà khoảng cách từ điểm lực cắt bằng không đến phía gối nhỏ hơn $2d$, hoặc các cấu kiện mà ứng lực do tải trọng gây ra lớn hơn $1/2$ lực cắt ở gối nằm gần hơn $2d$ tính từ phía gối thì có thể coi chúng là loại dầm cao theo quy định của Điều 5.6.3 và áp dụng các yêu cầu cấu tạo của Điều 5.13.2.3.

5.8.1.2. Các vùng gần vị trí thay đổi kích thước đột ngột

Tại các vùng mà giả thiết mặt cắt phẳng của lý thuyết uốn không thích hợp thì khi thiết kế chống cắt và xoắn phải dùng mô hình chống-và-giằng (mô hình giàn ảo) như quy định trong Điều 5.6.3. Phải áp dụng các quy định của Điều 5.13.2.

5.8.1.3. Các vùng tiếp giáp

Các vùng tiếp giáp giữa các bộ phận phải được thiết kế để truyền lực cắt theo quy định của Điều 5.8.4

5.8.1.4. Các loại bản và đế móng

Các vùng dạng bản phải được thiết kế chịu cắt phù hợp với các quy định của Điều 5.13.3.6 hoặc Điều 5.6.3.

5.8.2. CÁC YÊU CẦU CHUNG

5.8.2.1. Tổng quát

Sức kháng xoắn tính toán, T_r , phải được xác định như sau :

$$T_r = \varphi T_n \quad (5.8.2.1-1)$$

ở đây :

T_n = sức kháng xoắn danh định quy định trong Điều 5.8.3.6 (N.mm)

φ = hệ số sức kháng quy định trong Điều 5.5.4.2

Sức kháng cắt tính toán, V_r , phải được xác định như sau :

$$V_r = \varphi V_n \quad (5.8.2.1-2)$$

V_n = sức kháng cắt danh định như quy định trong Điều 5.8.3.3(N)

φ = hệ số sức kháng như quy định trong Điều 5.5.4.2

Với bê tông có tỷ trọng thông thường hiệu ứng xoắn phải được xem xét khi :

$$T_u > 0,25 \varphi T_{cr} \quad (5.8.2.1-3)$$

trong đó :

$$T_{cr} = 0,328 \sqrt{f'_c} \frac{A_{cp}^2}{p_c} \sqrt{1 + \frac{f_{pc}}{0,328 \sqrt{f'_c}}} \quad (5.8.2.1.4)$$

ở đây :

T_u = mô men xoắn tính toán (N.mm)

T_{cr} = mô men nứt do xoắn (N.mm)

A_{cp} = toàn bộ diện tích bao bọc bởi chu vi ngoài của mặt cắt bê tông (mm²)

p_c = chiều dài chu vi ngoài của mặt cắt bê tông (mm)

f_{pc} = ứng suất nén trong bê tông sau khi các tổn thất dự ứng lực đã xảy ra hoặc ở trọng tâm của mặt cắt chịu các tải trọng nhất thời hoặc ở chỗ nối giữa bản bụng và bản cánh dầm khi trọng tâm nằm ở bản cánh dầm (MPa).

φ = hệ số sức kháng quy định trong Điều 5.5.4.2

5.8.2.2. Các hiệu chỉnh đối với bê tông nhẹ

Khi dùng bê tông có cốt liệu nhẹ việc xác định sức kháng xoắn và cắt phải áp dụng các hiệu chỉnh như sau :

- Khi cường độ trung bình chịu kéo chế của bê tông nhẹ f_{ct} được quy định, thành phần $\sqrt{f'_c}$ trong các biểu thức của các Điều 5.8.2 và 5.8.3 phải được thay bằng $1,8 f_{ct} \leq \sqrt{f'_c}$
- Khi f_{ct} không được quy định, thành phần $0,75\sqrt{f'_c}$ cho tất cả các loại bê tông nhẹ và thành phần $0,85\sqrt{f'_c}$ cho bê tông cát nhẹ phải được thay cho $\sqrt{f'_c}$ trong các biểu thức trong các Điều 5.8.2 và 5.8.3.

Có thể dùng phương pháp nội suy tuyến tính khi thay các từng phần.

5.8.2.3. Chiều dài truyền lực và phát triển lực

Xem xét các quy định của Điều 5.11.4

5.8.2.4. Vùng đòi hỏi cốt thép ngang

Trừ đối với bản, đế móng và cống, cốt thép ngang phải được đặt khi hoặc :

$$V_u > 0,5 \varphi (V_c + V_p) \quad (8.5.2.4-1)$$

hoặc khi đòi hỏi xét đến xoắn bởi Phương trình 5.8.2.1-3.

trong đó :

V_u = lực cắt tính toán (N)

V_c = sức kháng cắt danh định của bê tông (N)

V_p = thành phần lực dự ứng lực trong hướng của lực cắt (N)

φ = hệ số sức kháng quy định trong Điều 5.5.4.2.

5.8.2.5. Cốt thép ngang tối thiểu

Tại những chỗ yêu cầu có cốt thép ngang, như quy định trong Điều 5.8.2.4, diện tích cốt thép không được ít hơn

$$A_v = 0,083\sqrt{f'_c} \frac{b_y s}{f_y} \quad (5.8.2.5-1)$$

ở đây :

A_v = diện tích cốt thép ngang trong cự ly s (mm^2)

b_y = chiều rộng bản bụng được xác định để đặt ống bọc như quy định trong Điều 5.8.2.7 (mm)

- s = cự ly giữa các cốt thép ngang (mm)
 f_y = giới hạn chảy quy định của cốt thép ngang (MPa)

5.8.2.6. Các loại cốt thép ngang

Cốt thép ngang có thể bao gồm :

- Cốt đai hợp thành một góc không nhỏ hơn 45° với cốt thép dọc chịu kéo.
- Tấm lưới sợi thép hàn với các sợi đặt vuông góc với trục cấu kiện, miễn là các sợi ngang được đảm bảo vượt quá một đoạn tối thiểu 4%, được đo trên một tấm đai dài ít nhất 100 mm bao gồm ít nhất một sợi ngang, hoặc
- Bó thép dự ứng lực được neo giữ, cấu tạo và lắp đặt để giảm thiểu các mất mát ép mặt và theo thời gian, chúng được đặt một góc không nhỏ hơn 45° so với cốt thép dọc chịu kéo.

Cốt theo chịu xoắn phải bao gồm cả hai loại cốt thép ngang và dọc. Cốt thép ngang phải là các cốt đai kín vuông góc với trục dọc của cấu kiện.

5.8.2.7. Cự ly tối đa của cốt thép ngang

Cự ly cốt thép ngang không được vượt quá trị số sau :

- Nếu $V_u < 0,1 f'_c b_v d_v$ thì :

$$s \leq 0,8 d_v \leq 600\text{mm} \quad (5.8.2.7-1)$$

- Nếu $V_u \geq 0,1 f'_c b_v d_v$ thì :

$$s \leq 0,4 d_v \leq 300\text{ mm} \quad (5.8.2.7-2)$$

- ở đây :

- b_v = bề rộng bản bụng hữu hiệu được lấy bằng bề rộng bản bụng nhỏ nhất trong phạm vi chiều cao d_v , được điều chỉnh bởi sự có mặt của ống bọc khi thích hợp.
- d_v = chiều cao chịu cắt hữu hiệu, được lấy bằng cự ly đo thẳng góc với trục trung hoà giữa hợp lực kéo và lực nén do uốn, nhưng không cần lấy ít hơn trị số lớn hơn của $0,9 d_c$ hoặc $0,72h$ (mm)
- s = cự ly cốt thép ngang (mm)

Khi xác định b_v ở một độ cao cụ thể, bề rộng bản bụng phải trừ bớt một đường kính ống bọc không ép vữa hoặc một nửa đường kính ống bọc ép vữa ở độ cao đó.

5.8.2.8 . Các yêu cầu thiết kế và cấu tạo

Cốt thép ngang phải được neo ở hai đầu phù hợp với các quy định của Điều 5.11.2.6. Đối với các cấu kiện liên hợp chịu uốn, có thể xét đến việc kéo dài cốt thép chịu cắt của dầm vào trong bản mặt cầu nếu xác định được sự khai triển và neo thoả mãn các quy định của Điều 5.11.2.6.

Giới hạn chảy thiết kế của cốt thép ngang không dự ứng lực không được vượt quá 420 MPa. Giới hạn chảy thiết kế của cốt thép ngang dự ứng lực phải lấy bằng ứng suất hữu hiệu sau khi đã tính mọi mất mát ứng suất cộng thêm 420 MPa, nhưng không lớn hơn f_{py} .

Các cấu kiện chịu nén - uốn xiên hoặc chịu kéo uốn có chiều cao thay đổi phải được xem xét khi tính toán sức kháng cắt.

5.8.3. MÔ HÌNH THIẾT KẾ MẶT CẮT

5.8.3.1. Tổng quát

Có thể áp dụng mô hình thiết kế mặt cắt trong thiết kế chống cắt khi được phép phù hợp với các quy định của Điều 5.8.1.

Thay cho các phương pháp quy định ở đây, có thể xác định sức kháng của các cấu kiện chịu cắt hoặc chịu cắt kết hợp với xoắn sao cho thoả mãn các điều kiện cân bằng và tương thích về biến dạng và bằng cách sử dụng quan hệ ứng suất - ứng biến đã được kiểm nghiệm bằng thí nghiệm đối với cốt thép và bê tông bị nứt chéo. Nếu xem xét khả năng chống cắt đồng thời theo hướng thứ hai được đảm bảo, thì phải nghiên cứu trên cơ sở hoặc dựa trên các nguyên lý nêu trên hoặc theo mô hình chống và giằng trên không gian ba chiều.

5.8.3.2. Các mặt cắt cạnh gối

Phải xem xét các quy định của Điều 5.8.1.2. Khi phản lực trên hướng lực cắt tác dụng gây nên lực nén ở vùng đầu cấu kiện, vị trí mặt cắt nguy hiểm do cắt phải lấy lớn hơn $0,5 d_v \cotg\theta$ hoặc d_v tính từ mặt trong của gối.

Với các dầm kéo sau, cốt thép vùng neo phải được làm như quy định trong Điều 5.10.9. Đối với dầm kéo trước phải làm một lồng thép bó các đầu tạo thép như quy định trong Điều 5.10.10. Với các dầm không dự ứng lực tựa trên các gối truyền lực nén lên cấu kiện, chỉ cần đặt lượng cốt thép ngang tối thiểu ở giữa mép của bản hoặc bệ đỡ và đầu dầm.

5.8.3.3. Sức kháng cắt danh định

Sức kháng cắt danh định, V_n , phải được xác định bằng trị số nhỏ hơn của :

$$V_n = V_c + V_s + V_p \quad (5.8.3.3-1)$$

$$V_n = 0,25 f'_c b_v d_v + V_p \quad (5.8.3.3-2)$$

trong đó :

$$V_c = 0,083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cotg\theta + \cotg\alpha) \sin\alpha}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

ở đây :

b_v = bề rộng bản bụng hữu hiệu lấy bằng bề rộng bản bụng nhỏ nhất trong chiều cao d_v được xác định trong Điều 5.8.2.7 (mm)

- d_v = chiều cao chịu cắt hữu hiệu được xác định trong Điều 5.8.2.7 (mm)
 s = cự ly cốt thép đai (mm)
 β = hệ số chỉ khả năng của bê tông bị nứt chéo truyền lực kéo được quy định trong Điều 5.8.3.4.
 θ = góc nghiêng của ứng suất nén chéo được xác định trong Điều 5.8.3.4 (độ)
 α = góc nghiêng của cốt thép ngang đối với trục dọc (độ)
 A_v = diện tích cốt thép chịu cắt trong cự ly s (mm²).
 V_p = thành phần lực dự ứng lực hữu hiệu trên hướng lực cắt tác dụng, là dương nếu ngược chiều lực cắt (N)

5.8.3.4. Xác định β và θ

5.8.3.4.1. Phương pháp đơn giản đối với những mặt cắt không dự ứng lực

Đối với các mặt cắt bê tông không dự ứng lực không chịu kéo dọc trục và có ít nhất một lượng cốt thép ngang tối thiểu quy định trong Điều 5.8.2.5, hoặc khi có tổng chiều cao thấp hơn 400 mm, có thể dùng các giá trị sau đây :

$$\beta = 2,0$$

$$\theta = 45^\circ$$

5.8.3.4.2. Phương pháp chung

Đối với các mặt cắt có cốt thép ngang, các giá trị β và θ phải lấy theo quy định trong Hình 1 và Bảng 1, còn với các mặt cắt không có cốt thép ngang thì lấy theo quy định trong Hình 2 và Bảng 2.

Khi dùng những bảng hoặc hình này :

- Ứng suất cắt trong bê tông phải xác định theo :

$$v = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v} \quad (5.8.3.4.2-1)$$

- Ứng biến trong cốt thép ở phía chịu kéo do uốn của cấu kiện phải xác định theo :

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0,5N_u + 0,5V_u \cot \theta - A_{ps} f_{po}}{E_s A_s + E_p A_{ps}} \leq 0,002 \quad (5.8.3.4.2-2)$$

Nếu giá trị của ε_x , tính từ Phương trình 5.8.3.4.2-1 là âm thì giá trị tuyệt đối của nó phải được giảm đi bằng cách nhân với hệ số F_ε , tính bằng :

$$F_\varepsilon = \frac{E_s A_s + E_p A_{ps}}{E_c A_c + E_s A_s + E_p A_{ps}} \quad (5.8.3.4.2-3)$$

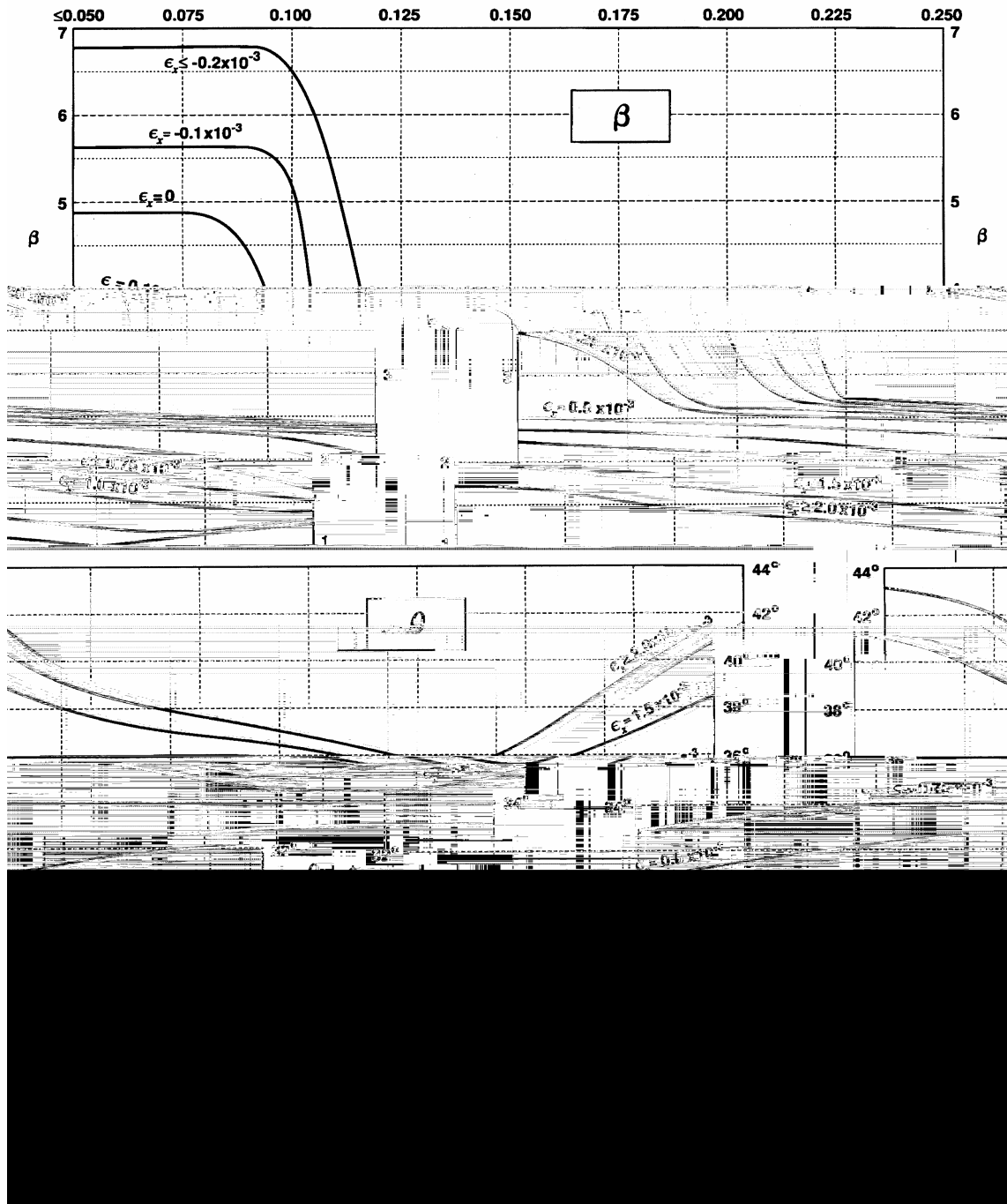
trong đó :

- ϕ = hệ số sức kháng cắt quy định trong Điều 5.5.4.2
 A_c = diện tích bê tông ở phía chịu kéo uốn của cấu kiện như chỉ ra trong Hình 3 (mm²)

- A_{ps} = diện tích thép dự ứng lực trong phía chịu kéo uốn của cấu kiện như trong Hình 3, trừ đi sự thiếu phát triển đầy đủ ở mặt cắt được nghiên cứu (mm^2)
- N_u = lực dọc trục tính toán, lấy là dương nếu chịu nén (N).
- V_u = lực cắt tính toán (N)
- A_s = diện tích cốt thép không dự ứng lực trong phía chịu kéo uốn của cấu kiện như trong Hình 3, trừ đi sự thiếu phát triển đầy đủ ở mặt cắt được nghiên cứu (mm^2).
- M_u = mô men tính toán (N-mm)
- f_{po} = ứng suất trong thép dự ứng lực khi ứng suất trong bê tông xung quanh bằng 0,0 (MPa)

Phía chịu kéo uốn của cấu kiện cần lấy bằng một nửa chiều cao có chứa vùng kéo uốn, như được chỉ ra trong Hình 3.

Thông số cự ly vết nứt s_x dùng trong Hình 2 và Bảng 2 phải lấy bằng trị số nhỏ hơn của d_v hoặc cự ly tối đa giữa các lớp của cốt thép không chế nứt dọc. Diện tích cốt thép trong mỗi lớp không được ít hơn $0,003 b_v s_x$.



Hình 5.8.3.4.2-1 - Các giá trị của θ và β đối với các mặt cắt có cốt thép ngang