

Phụ lục sách Ví dụ tính toán cầu BTCT DƯL theo 22TCN 272-05

MỘT SỐ BẢNG TRA TRỢ GIÚP THIẾT KẾ

1. HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH TẢI TRỌNG (TCN 1.3)

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I > 0,95 \quad (1.3.2.1-2)$$

Đối với tải trọng dùng giá trị cực đại của hệ số tải trọng γ_i :

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1,0 \quad (1.3.2.1-3)$$

1.1. Hệ số điều chỉnh dểo

Đối với trạng thái giới hạn cường độ :

- $\eta_D \geq 1,05$ cho cấu kiện và liên kết không dểo.
- $= 1,00$ cho các thiết kế thông thường và các chi tiết theo đúng Tiêu chuẩn này.
- $\geq 0,95$ cho các cấu kiện và liên kết có các biện pháp tăng thêm tính dểo quy định vượt quá những yêu cầu của Tiêu chuẩn này

Đối với các trạng thái giới hạn khác : $\eta_D = 1,00$

1.2. Hệ số điều chỉnh dư thừa

Đối với trạng thái giới hạn cường độ :

- $\eta_R \geq 1,05$ cho các bộ phận không dư
- $= 1,00$ cho các mức dư thông thường
- $\geq 0,95$ cho các mức dư đặc biệt

Đối với các trạng thái giới hạn khác:

$$\eta_R = 1,00$$

1.3. Hệ số điều chỉnh tầm quan trọng khi khai thác

Đối với trạng thái giới hạn cường độ:

- $\eta_I \geq 1,05$ cho các cầu quan trọng
- $= 1,00$ cho các cầu điển hình
- $\geq 0,95$ cho các cầu tương đối ít quan trọng

Đối với các trạng thái giới hạn khác:

$$\eta_1 = 1,00$$

2. HỆ SỐ TẢI TRỌNG γ_i (TCN 3.4.1)

Bảng TCN3.4.1-1- Tổ hợp và hệ số tải trọng

TỔ HỢP TẢI TRỌNG	DC DD DW EH EV ES	LL IM CE BR PL LS EL	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	Cùng một lúc chỉ dùng một trong các tải trọng		
										EQ	CT	CV
CƯỜNG ĐỘ I	γ_n	1,75	1,00	-	-	1,00	0,5/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
CƯỜNG ĐỘ II	γ_n	-	1,00	1,40	-	1,00	0,5/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
CƯỜNG ĐỘ III	γ_n	1,35	1,00	0,4	1,00	1,00	0,5/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
ĐẶC BIỆT	γ_n	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	1,00	1,00
SỬ DỤNG	1.0	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,0/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
MỐI CHỈ CÓ LL, IM & CE	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ghi chú bảng TCN3.4.1-1:

1. Khi phải kiểm tra cầu dầm cho xe đặc biệt do Chủ đầu tư quy định hoặc xe có giấy phép thông qua cầu thì hệ số tải trọng của hoạt tải trong tổ hợp cường độ I có thể giảm xuống còn 1,35.
2. Các cầu có tỷ lệ tĩnh tải trên hoạt tải rất cao (tức là cầu nhịp lớn) cần kiểm tra tổ hợp không có hoạt tải, nhưng với hệ số tải trọng bằng 1,50 cho tất cả các kiện chịu tải trọng thường xuyên.
3. Đối với cầu vượt sông ở các trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái sử dụng phải xét đến hậu quả của những thay đổi về móng do lũ thiết kế xói cầu.
4. Đối với các cầu vượt sông, khi kiểm tra các hiệu ứng tải EQ, CT và CV ở trạng thái giới hạn đặc biệt thì tải trọng nước (WA) và chiều sâu xói có thể dựa trên lũ trung bình hàng năm. Tuy nhiên kết cấu phải được kiểm tra về những hậu quả do các thay đổi do lũ, phải kiểm tra xói ở những trạng thái giới hạn đặc biệt với tải trọng nước tương ứng (WA) nhưng không có các tải trọng EQ, CT hoặc CV tác dụng.
5. Để kiểm tra chiều rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực ở trạng thái giới hạn sử dụng, có thể giảm hệ số tải trọng của hoạt tải xuống 0,08.

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

6. Để kiểm tra kết cấu thép ở trạng thái giới hạn sử dụng thì hệ số tải trọng của hoạt tải phải tăng lên 1,30.

Bảng TCN3.4.1-2 - Hệ số tải trọng dùng cho tải trọng thường xuyên, γ_p

LOẠI TẢI TRỌNG	HỆ SỐ TẢI TRỌNG	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất
DC: Cầu kiện và các thiết bị phụ	1,25	0,90
DD: kéo xuống (xét ma sát âm)	1,80	0,45
DW: Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích	1,50	0,65
EH: Áp lực ngang của đất		
• Chủ động	1,50	0,90
• Nghi	1,35	0,90
EL: Các ứng suất lắp ráp bị hãm	1,00	1,00
EV: Áp lực đất thẳng đứng		
• Ổn định tổng thể	1,35	N/A
• Kết cấu tường chắn	1,35	1,00
• Kết cấu vùi cứng	1,30	0,90
• Khung cứng	1,35	0,90
• Kết cấu vùi mềm khác với cống hộp thép	1,95	0,90
• Cống hộp thép mềm	1,50	0,90
ES: Tải trọng đất chất thêm	1,50	0,75

Hệ số tải trọng tính cho gradient nhiệt γ_{TG} và lún γ_{SE} cần được xác định trên cơ sở một đồ án cụ thể riêng. Nếu không có thông tin riêng có thể lấy γ_{TG} bằng:

- 0,0 ở các trạng thái giới hạn cường độ và đặc biệt
- 1,0 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi không xét hoạt tải, và
- 0,50 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi xét hoạt tải

4. TỶ TRỌNG MỘT SỐ VẬT LIỆU

Khi không có đủ số liệu chính xác có thể lấy tỷ trọng như TCN3.5.1-1 để tính tĩnh tải

Bảng TCN3.5.1-1- Tỷ trọng

Vật liệu		Tỷ trọng (kg/m ³)
Hợp kim nhôm		2800
Lớp phủ bê tông at-phan		2250
Xỉ than		960
Cát chặt. phù sa hay đất sét		1925
Bê tông	Nhẹ	1775
	Cát nhẹ	1925
	Thường	2400
Cát rời. phù sa. sỏi		1600
Đất sét mềm		1600
Sỏi. cuội. macadam hoặc balat		2250
Thép		7850
Đá xây		2725
Nước	Ngọt	1000
	Mặn	1025

5. HỆ SỐ LÀN XE (M)

Hệ số làn xe có ý nghĩa xét đến xác suất không xuất hiện đồng thời tất cả các làn tải trọng trên mặt cắt ngang cầu.

Ứng lực cực hạn của hoạt tải phải xác định bằng cách xét mỗi tổ hợp có thể của số làn chịu tải nhân với hệ số làn tương ứng. Tuy nhiên cần chú ý là nếu sử dụng hệ số phân bố tải trọng theo các bảng tra của quy trình thì đã bao gồm hệ số làn xe trong đó.

Bảng TCN3.6.1.1.2-1- Hệ số làn "m"

Số làn chất tải	Hệ số làn (m)
1	1,20
2	1,00
3	0,85
> 3	0,65

6. LỰC XUNG KÍCH (IM)

Bảng 3.6.2.1-1- Lực xung kích IM

Cấu kiện	IM
Mỗi nối bản mặt cầu	75%
Tất cả các trạng thái giới hạn	
Tất cả các cấu kiện khác	
• Trạng thái giới hạn mới và gion	15%
• Tất cả các trạng thái giới hạn khác	25%

Lực xung kích không được áp dụng cho tải trọng bộ hành hoặc tải trọng làn thiết kế.

7. TẢI TRỌNG GIÓ NGANG

Tốc độ gió thiết kế, V , phải được xác định theo công thức:

$$V = V_B S \quad (3.8.1.1-1)$$

trong đó :

V_B = tốc độ gió giật cơ bản trong 3 giây với chu kỳ xuất hiện 100 năm thích hợp với vùng tính gió tại vị trí cầu đang nghiên cứu.

S = hệ số điều chỉnh đối với khu đất chịu gió và độ cao mặt.

Bảng TCN3.8.1.1-1- Các giá trị của V_B cho các vùng tính gió ở Việt Nam

Vùng tính gió theo TCVN 2737 - 1995	V_B (m/s)
I	38
II	45
III	53
IV	59

Để tính gió trong quá trình lắp ráp, có thể nhân các giá trị V_B trong Bảng trên với hệ số 0,85.

Bảng 3.8.1.1-2 - Các giá trị của S

Độ cao của mặt cầu trên mặt đất khu vực xung quanh hay trên mặt nước (m)	Khu vực lộ thiên hay mặt nước thoáng	Khu vực có rừng hay có nhà cửa với cây cối, nhà cao tối đa khoảng 10m	Khu vực có nhà cửa với đa số nhà cao trên 10m
10	1,09	1,00	0,81
20	1,14	1,06	0,89
30	1,17	1,10	0,94
40	1,20	1,13	0,98
50	1,21	1,16	1,01

8. YÊU CẦU VỚI TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT

Bảng 4.7.4.3.1-1- Các yêu cầu tối thiểu đối với tác động của động đất

Vùng động đất	Cầu một nhịp	Cầu nhiều nhịp					
		Các cầu khác		Các cầu chủ yếu		Các cầu đặc biệt	
		Bình thường	Không bình thường	Bình thường	Không bình thường	Bình thường	Không bình thường
1	Không cần xét đến động đất	*	*	*	*	*	*
2		SM/UL	SM	SM/UL	MM	MM	MM
3		SM/UL	MM	MM	MM	MM	TH

- * = không cần đến phân tích động đất
 UL = phương pháp đàn hồi tải trọng phân bố đều
 SM = phương pháp đàn hồi dạng đơn
 MM = phương pháp đàn hồi dạng phức
 TH = phương pháp lịch sử thời gian

9. TIÊU CHUẨN ĐỘ VĨNG

Theo 22TCN 272-05, các giới hạn về độ võng sau đây có thể xem xét cho kết cấu thép, nhôm và bê tông:

- Tải trọng xe nói chung.....L/800,

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

- Tải trọng xe và/hoặc người đi bộL/1000,
- Tải trọng xe ở phần hẫngL/300,
- Tải trọng xe và/hoặc người đi bộ ở phần hẫngL/375.
(L- chiều dài nhịp)

Các quy định sau đây được dùng cho mặt cầu bằng bản trực hướng:

- Tải trọng xe trên bản mặt cầuL/300,
- Tải trọng xe trên sườn của mặt cầu thép trực hướng..... L/1000,
- Tải trọng xe trên sườn của mặt cầu thép trực hướng (độ võng tương đối lớn nhất giữa 2 sườn cạnh nhau) 2,5mm

10. GÓC GIỚI HẠN KẾT CẤU CONG

Bảng TCN4.6.1.2.1-1 - Góc giới hạn ở tâm để cho phép bỏ qua độ cong khi xác định mô men uốn ban đầu

Số dầm	Góc cho 1 nhịp	Góc cho 2 nhịp và hơn 2 nhịp
2	2°	3°
3 hoặc 4	3°	4°
5 hoặc hơn	4°	5°

11. BỀ RỘNG DẢI TƯƠNG ĐƯƠNG BÊN TRONG CỦA BẢN MẶT CẦU

Bảng TCN4.6.2.1.3-1- Các dải tương đương

LOẠI KẾT CẤU NHỊP CẦU	HƯỚNG CỦA DẢI CHÍNH LIÊN QUAN TỚI GIAO THÔNG	BỀ RỘNG CỦA DẢI CHÍNH
Bê tông: <ul style="list-style-type: none">• Đúc tại chỗ• Đúc tại chỗ có ván khuôn bằng bê tông để lại vĩnh viễn• Đúc sẵn, căng sau	Phần hẫng Hoặc song song hoặc vuông góc Hoặc song song hoặc vuông góc Hoặc song song hoặc vuông góc	1140 + 0,833X +M: 660 + 0,55S -M: 1220 + 0,25S +M: 660 + 0,55S -M: 1220 + 0,25S
Thép: <ul style="list-style-type: none">• Hệ mạng dầm hở• Hệ mạng dầm lấp đầy một phần hoặc toàn	Các dầm chủ chịu lực Các dầm chủ chịu lực	0.007P + 4.0S _b Áp dụng Điều 4.6.2.1.8

phần • Hệ mạng dầm không lắp, liên hợp	Các dầm chủ chịu lực	Áp dụng Điều 9.8.2.4
--	----------------------	----------------------

12. MỘT SỐ HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH PHÂN BỐ TẢI TRỌNG

**Bảng TCN4.6.2.2d-1- Độ giảm của các hệ số phân bố tải trọng
đối với mômen của các dầm dọc trên các gối tựa chéo**

Dạng kết cấu nhịp	Mặt cắt thích hợp lấy từ Bảng TCN4.6.2.2.1-1	Số làn chịu tải bất kỳ	Phạm vi áp dụng
Mặt cầu bê tông, mặt cầu dạng lưới lắp đầy hoặc lắp một phần trên dầm bê tông hoặc thép; dầm bê tông chữ T, mặt cắt T hoặc T kép	Cho a, e, k và cũng dùng cho i, j nếu được liên kết đủ chặt chẽ để làm việc như một khối	$1 - c_1(\tan \theta)^{1,5}$ $c_1 = 0,25 \left(\frac{K_g}{L t_g^3} \right)^{0,25} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,5}$ Nếu $\theta < 30^\circ$ thì $c_1 = 0,0$ Nếu $\theta > 60^\circ$ sử dụng $\theta = 60^\circ$	$30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $1100 \leq S \leq 4900$ $6000 \leq L \leq 73000$ $N_b \geq 4$
Mặt cầu bê tông trên dầm hộp bê tông mở rộng. Dầm hộp bê tông và mặt cắt T kép sử dụng trong các kết cấu nhiều nhịp	b, c, f, g	$1,05 - 0,25 \tan \theta \leq 1,0$ Nếu $\theta > 60^\circ$ sử dụng $\theta = 60^\circ$	$0 \leq \theta \leq 60^\circ$

**Bảng TCN4.6.2.2e-1 - Phân bố hoạt tải theo làn đối với mô men
và lực cắt cho dầm ngang**

Loại mặt cầu	Phần số của tải trọng bánh xe cho mỗi dầm sàn	Phạm vi áp dụng
Bê tông	$\frac{S}{1800}$	$S \leq 1800$
Lưới thép	$\frac{S}{1400}$	$t_g \leq 100$ $S \leq 1500$
Lưới thép	$\frac{S}{1800}$	$t_g \geq 100$ $S \geq 1800$
Tấm mặt cầu thép lượn sóng	$\frac{S}{1700}$	$t_g \geq 50$

Bảng TCN4.6.2.2.3c-1 - Hệ số điều chỉnh cho các hệ số phân bố tải trọng đối với lực cắt tại góc tù

Dạng kết cấu nhịp	Mặt cắt thích hợp lấy từ Bảng TCN4.6.2.2.1-1	Hệ số điều chỉnh	Phạm vi áp dụng
Mặt cầu bê tông, mặt cầu dạng lưới lắp đầy hoặc lắp một phần trên dầm bê tông hoặc thép; dầm bê tông dạng chữ T, mặt cắt T hoặc T kép	Cho a, e, k hoặc dùng cho i, j nếu liên kết đủ chặt chẽ để làm việc như một khối	$1,0 + 0,20 \left(\frac{L t_s^3}{K_g} \right)^{0,3} \tan \theta$	$0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $1100 \leq S \leq 4900$ $6000 \leq L \leq 73000$ $N_b \geq 4$
Dầm hộp bê tông nhiều ngăn, các dầm hộp	d	$1,0 + \left(0,25 + \frac{L}{70d} \right) \tan \theta$	$0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $1800 \leq S \leq 4000$ $6000 \leq L \leq 73000$ $900 \leq d \leq 2700$ $N_b \geq 3$
Mặt cầu bê tông trên dầm hộp bê tông mở rộng	b, c	$1,0 + \frac{\sqrt{Ld}}{6S} \tan \theta$	$0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $1800 \leq S \leq 3500$ $6000 \leq L \leq 43000$ $450 \leq d \leq 1700$ $N_b \geq 3$
Dầm hộp bê tông sử dụng trong kết cấu nhịp nhiều dầm	f, g	$1,0 + \frac{L \sqrt{\tan \theta}}{90d}$	$0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $6000 \leq L \leq 37000$ $430 \leq d \leq 1500$ $900 \leq b \leq 1500$ $5 \leq N_b \leq 20$

13. MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA CỐT THÉP VÀ BÊ TÔNG

13.1. Bảng tra cốt thép thanh có gờ theo tiêu chuẩn ASTM A615M (thép thường) và A706M (thép hợp kim thấp)

Cốt thép số	Kích thước danh định		
	Đường kính (mm)	Diện tích (mm ²)	Khối lượng đv (kg/m)
10	9.5	71	0.560
13	12.7	129	0.994
16	15.9	199	1.552
19	19.1	284	2.235
22	22.2	387	3.042
25	25.4	510	3.973
29	28.7	645	5.060

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

32	32.3	819	6.404
36	35.8	1006	7.907
43	43.0	1452	11.38
57	57.3	2581	20.24

Cấp thép	Cường độ chịu kéo f_u (MPa)	Cường độ chảy f_y (MPa)
40 (280)	420	280 (40000psi)
60 (420)	620	420 (60000psi)
75 (520)	690	520 (75000psi)

Chú ý: - Kích thước danh định của cốt thép có gờ được lấy bằng kích thước danh định của cốt thép trơn tròn có cùng khối lượng riêng (kg/m).

- Cốt thép G40 chỉ dùng cho cốt thép số 10 ÷ 19, cốt thép G75 chỉ dùng cho cốt thép số 19 ÷ 57.

13.2. Tơ thép DUL theo tiêu chuẩn ASTM A416M và A722

Tên tơ thép	Kích thước danh định		
	Đường kính (mm)	Diện tích (mm ²)	Khối lượng đv (kg/m)
Cấp 250 (1725)			
6	6.4	23.5	0.182
8	7.9	37.4	0.294
9	9.5	51.6	0.405
11	11.1	69.7	0.548
13	12.7	92.9	0.730
15	15.2	139.4	1.094
Cấp 270 (1860)			
9	9.53	54.8	0.432
11	11.11	74.2	0.582
13	12.70	98.7	0.775
15	15.24	140.0	1.102

- AASHTO M203M (ASTM A416M) - Tơ 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.

Bảng TCN 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) 1860 MPa (Mác 270)	6.35 đến 15.24 9.53 đến 15.24	1725 1860	85% của f_{pu} ngoại trừ 90% của f_{pu} với tao cáp tự chùng thấp
Thép thanh	Loại 1, thép trơn Loại 2, thép có gờ	19 đến 35 15 đến 36	1035 1035	85% của f_{pu} 80% của f_{pu}

13.3. Các chi tiết đặt cốt thép

13.3.1. Lớp bê tông bảo vệ

Bảng 5.12.3-1 - Lớp bê tông bảo vệ đối với cốt thép chủ không được bảo vệ (mm)

Trạng thái	Lớp bê tông bảo vệ (mm)
Lộ trực tiếp trong nước muối	100
Đúc áp vào đất	75
Vùng bờ biển	75
Bề mặt cầu chịu vấu lốp xe hoặc xích mài mòn	60
Mặt ngoài khác các điều ở trên	50
Lộ bên trong, khác các điều trên	40 50
<ul style="list-style-type: none"> • Với thanh tới N_o36 • Thanh N_o43 và N_o57 	
Đáy bản đúc tại chỗ	25 50
<ul style="list-style-type: none"> • thanh tới N_o36 • các thanh N_o43 và N_o57 	
Đáy ván khuôn panen đúc sẵn	20
Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn	50 75
<ul style="list-style-type: none"> • Môi trường không ăn mòn • Môi trường ăn mòn 	
Cọc dự ứng lực đúc sẵn	50
Cọc đúc tại chỗ	50 75 75 50 75
<ul style="list-style-type: none"> • Môi trường không ăn mòn • Môi trường ăn mòn - Chung - Được bảo vệ • Giếng đứng • Đúc trong lỗ khoan bằng ống đổ bê tông trong nước hoặc vữa sét 	

13.3.2. Các móc và uốn cong

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

- Móc tiêu chuẩn

- Với cốt thép dọc :
 - (a) uốn 180°, cộng thêm đoạn kéo dài $4.0d_b$, nhưng không ít hơn 65mm ở đầu thanh
 - (b) hoặc uốn 90° cộng thêm đoạn kéo dài $12.0d_b$ ở đầu thanh
- Với cốt thép ngang :
 - (a) thanh No. 16 hoặc nhỏ hơn : uốn 90° cộng đoạn kéo dài $6.0d_b$ ở đầu thanh,
 - (b) No. 19, No. 22 và No. 25: uốn 90° cộng đoạn kéo dài $12.0 d_b$ ở đầu thanh; và
 - (c) thanh No. 25 và lớn hơn : uốn 135° cộng đoạn kéo dài $6.0 d_b$ ở đầu thanh.

trong đó :

d_b = đường kính danh định của cốt thép (mm)

- Các móc chống động đất

Các móc chống động đất phải bao gồm đoạn uốn cong 135°, cộng thêm một đoạn kéo dài lớn hơn $6,0 d_b$ hay 75 mm, lấy số lớn hơn. Phải dùng các móc chống động đất làm cốt thép ngang ở vùng dự kiến có khớp dẻo. Loại móc này và nơi cần bố trí chúng phải được thể hiện chi tiết trong hồ sơ hợp đồng.

- Đường kính uốn cong tối thiểu

Đường kính của đoạn thanh uốn cong, được đo ở phía bụng của thanh.

Bảng 5.10.2.3-1 - Đường kính tối thiểu của đoạn uốn cong

Kích thước thanh và việc dùng	Đường kính tối thiểu
No.10 đến No.16 - chung	$6,0 d_b$
No.10 đến No.16 - đai U và giằng	$4,0 d_b$
No.19 đến No.25 - chung	$6,0 d_b$
No. 29, No.32 và No.36	$8,0 d_b$
No. 43 và No.57	$10,0 d_b$

Đường kính phía bụng của đoạn uốn cong đối với đai U và giằng ở tấm lưới dây hàn trơn và có gờ không được nhỏ hơn $4,0 d_b$ đối với dây có gờ lớn hơn D6 ($38,7\text{mm}^2$), và $2,0d_b$ cho tất cả các loại dây có kích cỡ khác. Uốn cong với đường kính trong nhỏ hơn $8,0 d_b$ không được đặt cách giao diện hàn gần nhất ít hơn $4,0 d_b$.

13.3.3. Cự ly cốt thép

a) Cự ly tối thiểu của các thanh cốt thép

+ Bê tông đúc tại chỗ

Đối với bê tông đúc tại chỗ, cự ly tịnh giữa các thanh song song trong một lớp không được nhỏ hơn :

- 1,5 lần đường kính danh định của thanh,

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

- 1,5 lần kích thước tối đa của cấp phối thô, hoặc
- 38 mm

+ Bê tông đúc sẵn

Đối với bê tông đúc sẵn được sản xuất trong điều kiện khống chế của nhà máy, cự ly tịnh giữa các thanh song song trong một lớp không được nhỏ hơn.

- Đường kính danh định của thanh,
- 1,33 lần kích thước tối đa của cấp phối thô, hoặc
- 25 mm.

+ Nhiều lớp cốt thép

Trừ trong các bản mặt cầu, có cốt thép song song được đặt thành hai hoặc nhiều lớp, với cự ly tịnh giữa các lớp không vượt quá 150mm, các thanh ở các lớp trên phải được đặt trực tiếp trên những thanh ở lớp dưới, và cự ly giữa các lớp không được nhỏ hơn hoặc 25 mm hoặc đường kính danh định của thanh.

+ Các mối nối

Các giới hạn về cự ly tịnh giữa các thanh quy định trong các Điều 5.10.3.1.1 và 5.10.3.1.2 cũng được áp dụng cho cự ly tịnh giữa một mối nối chồng và các mối nối hoặc thanh liền kề.

+ Bó thanh

Số lượng các thanh song song được bó lại để làm việc như một đơn vị không được vượt quá bốn trong mỗi bó, trong các bộ phận chịu uốn số lượng các thanh lớn hơn N_o36 không được vượt quá hai trong mỗi bó.

Bó thanh phải được bao lại bằng thép đai hoặc giàng.

Từng thanh trong bó, đứt đoạn trong chiều dài nhịp của bộ phận, phải kết thúc ở các điểm khác nhau với khoảng cách ít nhất bằng 40 lần đường kính thanh. Ở nơi mà các giới hạn về khoảng cách dựa trên kích thước thanh, một bó thanh phải được xem như một thanh có đường kính suy ra từ tổng diện tích tương đương.

b) Cự ly tối đa của các thanh cốt thép

Trong các vách và bản, trừ khi được quy định khác, cự ly các cốt thép không được vượt quá hoặc 1.5 lần chiều dày của bộ phận hoặc 450 mm. Cự ly các thép xoắn ốc, thép giàng, thép chịu nhiệt và co ngót phải theo quy định trong các Điều 5.10.6, 5.10.7 và 5.10.8.

c) Cự ly tối thiểu của các bó cáp thép và ống bọc cáp dự ứng lực

+ Tao thép dự ứng lực kéo trước

Khoảng trống giữa các tao thép dự ứng lực kéo trước. bao gồm cả các bó có ống bọc, ở đầu cấu kiện và trong phạm vi chiều dài khai triển, được quy định trong Điều 5.11.4.2, không

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

được lấy nhỏ hơn 1,33 lần kích cỡ lớn nhất của cốt liệu cấp phối và cũng không được nhỏ hơn cự ly tìm đến tìm được quy định trong Bảng 5.10.3.3.1-1.

Bảng 5.10.3.3.1-1- Cự ly tìm đến tìm

Kích cỡ tạo thép (mm)	Cự ly (mm)
15,24	51
14,29 Đặc biệt	
14,29	
12,70 Đặc biệt	
12,70	44
11,11	
9,53	38

Khoảng trống tối thiểu giữa các nhóm bó không được nhỏ hơn hoặc 1,33 lần kích thước tối đa của cấp phối hoặc 25mm.

Các nhóm tám tạo đường kính 15,24 mm hoặc nhỏ hơn có thể bó lại để chồng lên nhau trong mặt phẳng đứng. Số lượng các tạo được bó lại bằng bất kỳ cách nào khác không được vượt quá bốn.

+ Các ống bọc kéo sau không cong trong mặt phẳng nằm ngang

Khoảng trống giữa các ống bọc thẳng kéo sau không được nhỏ hơn 38 mm hoặc 1,33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối thô.

Các ống bọc có thể được bó lại trong các nhóm không vượt quá ba, miễn là cự ly được quy định giữa các ống riêng rẽ được duy trì giữa mỗi ống nội trong vùng 900 mm của neo.

Với các nhóm bó ống bọc thi công không phải là phân đoạn, khoảng trống ngang giữa các bó liền kề không được nhỏ hơn 100 mm. Với các nhóm ống được đặt trong hai hoặc nhiều hơn mặt phẳng ngang, mỗi bó không được nhiều hơn hai ống trong cùng mặt phẳng ngang.

Khoảng trống đứng tối thiểu giữa các bó không được nhỏ hơn 38 mm hoặc 1,33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối thô.

Với thi công đúc trước, khoảng trống ngang tối thiểu giữa các nhóm ống có thể giảm xuống 75 mm.

+ Các ống bọc cáp kéo sau cong

Khoảng trống tối thiểu giữa các ống bọc cong phải giống như yêu cầu đối với hạn chế của bó thép quy định trong Điều 5.10.4.3. Cự ly đối với các ống cong không được nhỏ hơn đối với các ống thẳng.

d) Cự ly tối đa của các bó thép và ống bọc dự ứng lực trong các bản

Các bó kéo trước của bản đúc sẵn phải đặt đối xứng, đều và không được đặt xa nhau quá hoặc 1,5 lần chiều dày bản liên hợp hoặc 450 mm.

Các bó kéo sau của bản không được đặt xa nhau, từ tim đến tim quá 4,0 lần tổng chiều dày liên hợp tối thiểu của bản.

e) Các đầu nối của bó thép kéo sau

Hồ sơ hợp đồng phải quy định không được nối quá 50% số bó thép dọc kéo sau được nối trong một mặt cắt và khoảng cách giữa các đầu nối cạnh nhau không được lấy nhỏ hơn chiều dài của phân đoạn dầm hay hai lần chiều cao của phân đoạn dầm. Các diện tích trống xung quanh các đầu nối phải được giảm trừ khỏi diện tích nguyên của mặt cắt và mô men quán tính khi tính toán các ứng suất ở thời điểm tác dụng lực kéo sau.

13.4. Mô đun đàn hồi

- Bê tông

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/m³, có thể lấy như sau :

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

trong đó :

y_c = tỷ trọng của bê tông (kg/m³)

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

- Thép

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

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

13.5. Hệ số ma sát cho các bó thép kéo sau

Bảng TCN5.9.5.2b-1 - Hệ số ma sát cho các bó thép kéo sau

Loại thép	Các ống bọc	K	μ
Sợi hay tao	Ống thép mạ cứng hay nửa cứng	$6,6 \times 10^{-7}$	0,15 - 0,25
	Vật liệu Polyethylene	$6,6 \times 10^{-7}$	0,23
	Các ống chuyển hướng bằng thép cứng cho bó thép ngoài	$6,6 \times 10^{-7}$	0,25
Thanh cường độ cao	Ống thép mạ	$6,6 \times 10^{-7}$	0,30

13.6. Hệ số sức kháng

13.6.1. 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 thường..... 0,90
 - bê tông tỷ trọng thấp 0,70
- 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, φ_{P_n} giảm từ $0,10 f'_c A_g$ tới 0.

Bộ môn CTGTTP – ĐH GTVT

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

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

trong đó :

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

- PPR = tỷ lệ dự ứng lực một phần.
 A_s = diện tích cốt thép không dự ứng lực (mm^2).
 A_{ps} = diện tích thép dự ứng lực (mm^2).
 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.

13.6.2. Thi công theo phân đoạn

Bảng 5.5.4.2-1. Hệ số sức kháng đối với các mối nối khi thi công theo phân đoạn

	ϕ_f uốn	ϕ_v cắt	ϕ_t 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

14. BẢNG CÁC GIÁ TRỊ CỦA θ VÀ β THEO MÔ HÌNH THIẾT KẾ CHỐNG CẮT
TCN5.8.3

Bảng TCN5.8.3.4.2-1- Các giá trị của θ và β đối với các mặt cắt có cốt thép ngang

$\frac{V}{f'_c}$	$\epsilon_x \times 1000$										
	-0,2	-0,15	-0,1	0	0,125	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2
<= 0,05	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	28,5	29,0	33,0	36,0	41,0	43,0
	6,78	6,17	5,63	4,88	3,99	3,49	2,51	2,37	2,23	1,95	1,72
0,075	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,5	30,0	33,5	36,0	40,0	42,0
	6,78	6,17	5,63	4,88	3,65	3,01	2,47	2,33	2,16	1,90	1,65
0,1	23,5	23,5	23,5	23,5	24,0	26,5	30,5	34,0	36,0	38,0	39,0
	6,50	5,87	5,31	3,26	2,61	2,54	2,41	2,28	2,09	1,72	1,45
0,125	20,0	21,0	22,0	23,5	26,0	28,0	31,5	34,0	36,0	37,0	38,0
	2,71	2,71	2,71	2,60	2,57	2,50	2,37	2,18	2,01	1,60	1,35
0,15	22,0	22,5	23,5	25,0	27,0	29,0	32,0	34,0	36,0	36,5	37,0
	2,66	2,61	2,61	2,55	2,50	2,45	2,28	2,06	1,93	1,50	1,24
0,175	23,5	24,0	25,0	26,5	28,0	30,0	32,5	34,0	36,0	35,5	36,0
	2,59	2,58	2,54	2,50	2,41	2,39	2,20	1,95	1,74	1,21	1,00
0,2	25,0	25,5	26,5	27,5	29,0	31,0	33,0	64,0	34,5	35,0	36,0
	2,55	2,49	2,48	2,45	2,37	2,33	2,10	1,82	1,58	1,21	1,00
0,225	26,5	27,0	27,5	29,0	30,5	32,0	33,0	34,0	34,5	36,5	39,0
	2,45	2,38	2,43	2,37	2,33	2,27	1,92	1,67	1,43	1,18	1,14
0,25	28,0	28,5	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,5	38,5	41,5
	2,36	2,32	2,36	2,30	2,28	2,01	1,64	1,52	1,40	1,30	1,25

Bảng 5.8.3.4.2-2. - Các giá trị của θ và β đối với các mặt cắt không có cốt thép ngang

s_x	$\epsilon_x \times 1000$								
	-0,2	-0,1	0	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2
<= 130	26,0	26,0	27,0	29,0	31,0	33,0	34,0	36,0	38,0
	6,90	5,70	4,94	3,78	3,19	2,82	2,56	2,19	1,93
250	27,0	28,0	30,0	34,0	37,0	39,0	40,0	43,0	45
	6,77	5,53	4,65	3,45	2,83	2,46	2,19	1,87	1,65
380	27,0	30,0	32,0	37,0	40,0	43,0	45,0	48,0	50,0
	6,57	5,42	4,47	3,21	2,59	2,23	1,98	1,65	1,45
630	28,0	31,0	35,0	41,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0
	6,24	5,36	4,19	2,85	2,26	1,92	1,69	1,40	1,18
1270	31,0	33,0	38,0	48,0	53,0	57,0	59,0	63,0	66,0
	5,62	5,24	3,83	2,39	1,82	1,50	1,27	1,00	0,83
2500	35,0	35,0	42,0	55,0	62,0	66,0	69,0	72,0	75,0
	4,78	4,78	3,47	1,88	1,35	1,06	0,87	0,65	0,52
5000	42,0	42,0	47,0	64,0	71,0	74,0	77,0	80,0	82,0
	3,83	3,83	3,11	1,39	0,90	0,66	0,53	0,37	0,28

15. CÁC GIỚI HẠN ỨNG SUẤT

15.1. Các giới hạn ứng suất cho các bó thép dự ứng lực

Bảng TCN5.9.3-1 - Các giới hạn ứng suất cho các bó thép dự ứng lực

Điều kiện	Loại bó thép		
	Tạo thép đã được khử ứng suất dư, các thanh cường độ cao trơn nhẵn	Tạo thép có độ tự chùng thấp	Các thanh có gờ cường độ cao
Căng trước			
Ngay trước khi truyền lực ($f_{pt} + \Delta f_{pES}$)	0,70 f_{pu}	0,75 f_{pu}	-
Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi đã tính toàn bộ mất mát (f_{pe})	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}
Căng sau			
Trước khi đệm neo - Có thể cho phép dùng f_s ngắn hạn	0,90 f_{py}	0,90 f_{py}	0,90 f_{py}
Tại các neo và các bộ nối cáp ngay sau bộ neo ($f_{pt} + \Delta_{pES} + \Delta f_{pA}$)	0,70 f_{pu}	0,70 f_{pu}	0,70 f_{pu}
ở cuối vùng mất mát ở tám đệm neo ngay sau bộ neo ($f_{pt} + \Delta_{pES} + \Delta f_{pA}$)	0,70 f_{pu}	0,74 f_{pu}	0,70 f_{pu}
Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau toàn bộ mất mát	0,80 f_{py}	0,80 f_{py}	0,80 f_{pu}

15.2. Các giới hạn ứng suất cho bê tông

15.2.1. Đối với các ứng suất tạm thời trước khi xảy ra các mất mát - Các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

- Ứng suất nén

Giới hạn ứng suất nén đối với các cấu kiện bê tông căng trước và căng sau, kể cả các cấu kiện dựng theo phân đoạn, phải lấy bằng 0,60 f'_{ci} (MPa) . (f'_{ci} có thể lấy bằng 0,6-0,8 f'_{ci})

- Ứng suất kéo

Bảng 5.9.4.1.2-1 - Các giới hạn ứng suất kéo tạm thời trong bê tông dự ứng lực trước mất mát, đối với các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

Loại cầu	Vị trí	Giới hạn ứng suất
Không phải các cầu được xây dựng phân đoạn	<ul style="list-style-type: none"> Trong vùng kéo của cấu kiện bị nén trước. không có cốt thép dính bám. Trong các vùng khác với các vùng chịu kéo của cấu kiện bị nén trước và không có cốt thép phụ dính bám. 	<p>Không/có</p> $0,25\sqrt{f'_{ci}} \leq 1,38$ (MPa)
	<ul style="list-style-type: none"> Trong các vùng có cốt thép dính bám, đủ để chịu 120% lực kéo khi bê tông bị nứt được tính toán trên cơ sở một mặt cắt không nứt. 	$0,58\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa)
	<ul style="list-style-type: none"> Để tính ứng suất cầu lắp trong các cọc dự ứng lực. 	$0,415\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa)
Các cầu được xây dựng phân đoạn	<p>Ứng suất dọc thông qua các mối nối trong vùng kéo của cấu kiện chịu nén trước.</p> <ul style="list-style-type: none"> Các mối nối loại A với lượng tối thiểu cốt thép phụ có dính bám chạy qua các mối nối, đủ để chịu lực kéo tính toán ở ứng suất $0.5 f_{sy}$; với các bó thép ở trong hoặc ở ngoài. Các mối nối loại A không có lượng tối thiểu cốt thép phụ có dính bám chạy qua các mối nối. Các mối nối loại B với bó thép ở ngoài 	<p>$0,25\sqrt{f'_{ci}}$ lực kéo max (MPa)</p> <p>Không cho kéo</p> <p>0,7 MPa lực nén min</p>
	<p>Ứng suất theo phương ngang qua các mối nối.</p> <ul style="list-style-type: none"> Đối với mọi loại nối mối 	$0,25\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa)
	<p>Ứng suất trong các khu vực khác</p> <ul style="list-style-type: none"> Đối với các diện tích không có cốt thép thường dính bám. Cốt thép dính bám đủ để chịu lực kéo tính toán trong bê tông được tính theo giả thiết mặt cắt không bị nứt với ứng suất bằng $0,5f_{sy}$ 	<p>Không cho kéo</p> $0,50\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa)

- Vùng chịu nén nghĩa là từ mặt trên của bản tới trục trung hoà của mặt cắt nguyên của bê tông ở cách gối đỡ 70% chiều dài nhịp đối với các nhịp biên hoặc các nhịp có khớp.
- Vùng chịu nén, nghĩa là từ mặt trên của bản tới trục trung hoà của mặt cắt nguyên của bê tông nằm trong khoảng 60% ở phần giữa của các nhịp bên trong.
- Vùng chịu nén, nghĩa là từ đáy của bản tới trục trung hoà của mặt cắt nguyên của bê tông trong khoảng 25% chiều dài nhịp kể từ các trụ về mỗi phía.

15.2.2. Đối với các ứng suất ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi xảy ra các mất mát.

Các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

- ứng suất nén

Bảng TCN5.9.4.2.1-1 - Giới hạn ứng suất nén của bê tông dự ứng lực ở trạng thái giới hạn sử dụng sau mất mát cho cấu kiện dự ứng lực toàn phần

Vị trí	Giới hạn ứng suất
<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra. 	0,45 f'_c (MPa)
<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cầu xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra. 	0,45 f'_c (MPa)
<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do hoạt tải cộng với 1/2 tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra. 	0,40 f'_c (MPa)
<ul style="list-style-type: none"> Do tổng lực dự ứng lực hữu hiệu, tải trọng thường xuyên, các tải trọng nhất thời, và tải trọng tác dụng khi vận chuyển và bốc xếp. 	0,60 $\varphi_w f'_c$ (MPa)

Hệ số chiết giảm, φ_w , phải được lấy bằng 1 khi các tỷ số độ mảnh của bản bụng và bản cánh, tính theo Điều 5.7.4.7.1, không lớn hơn 15. Nếu bản bụng hoặc bản cánh có tỷ số độ mảnh lớn hơn 15 phải tính hệ số chiết giảm φ_w theo Điều 5.7.4.7.2.

- ứng suất kéo

Bảng 5.9.4.2.2-1 - Giới hạn ứng suất kéo trong bê tông dự ứng lực ở trạng thái giới hạn sử dụng sau mất mát cho các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

Loại cầu	Vị trí	Giới hạn ứng suất
Các cầu không xây dựng phân đoạn	Lực kéo trong miền chịu kéo được nén trước của các cầu với giả thiết mặt cắt không bị nứt.	
	<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cấu kiện có các bó thép dự ứng lực hay cốt thép được dính bám trong điều kiện không xấu hơn các điều kiện bị ăn mòn thông thường. 	0,5 $\sqrt{f'_c}$ (MPa)
	<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cấu kiện có các bó thép dự ứng lực hay cốt thép dính bám chịu các điều kiện ăn mòn nghiêm trọng. 	0,25 $\sqrt{f'_c}$ (MPa)
Các cầu xây dựng phân đoạn	<ul style="list-style-type: none"> Đối với các cấu kiện có các bó thép dự ứng lực không dính bám. 	Không cho kéo
	Các ứng suất dọc ở các mối nối trong miền chịu kéo được nén trước.	
	<ul style="list-style-type: none"> Các mối nối loại A có lượng cốt thép phụ dính bám tối thiểu chạy qua các mối nối chịu lực kéo dọc với ứng suất 0.5 f_y; các bó thép trong . Mối nối loại A không có lượng cốt thép phụ dính bám tối thiểu chạy qua các mối nối. Các mối nối loại B; các bó thép ngoài 	0,25 $\sqrt{f'_c}$ (MPa) Không cho kéo Nén tối thiểu 0,7 (MPa)
	Ứng suất ngang qua các mối nối .	

<ul style="list-style-type: none">• Lực kéo theo hướng ngang trong vùng chịu kéo được nén trước	$0,25 \sqrt{f'_c}$ (MPa)
Ứng suất trong các vùng khác. <ul style="list-style-type: none">• Đối với các vùng không có cốt thép dính bám• Có lượng cốt thép dính bám đủ chịu được lực kéo trong bê tông với giả thiết mặt cắt không bị nứt tại ứng suất bằng $0,5 f_{sy}$	Không cho kéo $0,5 \sqrt{f'_c}$ (MPa)

Các cấu kiện dự ứng lực một phần

Các ứng suất nén phải được giới hạn như quy định trong các Điều 5.9.4.1 và 5.9.4.2 đối với các cấu kiện dự ứng lực toàn phần.

Nứt trong vùng chịu kéo được nén trước có thể được phép. Việc thiết kế các bộ phận dự ứng lực một phần phải dựa trên phân tích mặt cắt nứt với việc thoả mãn các trạng thái giới hạn sử dụng khác nhau. Ứng suất kéo trong cốt thép ở trạng thái giới hạn sử dụng phải như quy định trong Điều 5.7.3.4, trong trường hợp đó f_{sa} phải được u là thay đổi ứng suất sau sự giảm nén trước.