VIETCONS
ALWAYS BESIDE YOUR SUCCESS
TRUNG TÂM ĐÀO TẠO XÂY DỰNG VIETCONS
CHƯƠNG TRÌNH MỖI NGÀY MỘT CUỐN SÁCH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA XÂY DỰNG
ĐẶNG ĐÌNH MINH

THI CÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

(GIA CÔNG VÀ LẮP ĐẶT CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC)

VT.001775

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA XÂY DỰNG
ĐẶNG ĐÌNH MINH

VIETCONS
ALWAYS BESIDE YOUR SUCCESS

THI CÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

(GIA CÔNG VÀ LẮP ĐẶT CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

LỜI NÓI ĐẦU

Thi công lắp đặt cốt thép dự ứng lực được ứng dụng rất nhiều trong các công trình giao thông và công trình xây dựng công nghiệp. Hiện nay, ngoài các công trình nói trên, người ta còn ứng dụng cho các kết cấu sàn, khung các công trình xây dựng dân dụng... việc ứng dụng gần như phổ biến và rộng rãi...

Tập sách "Thi công cốt thép dự ứng lực" (Gia công lắp đặt cốt thép dự ứng lực) là một tài liệu cóp nhặt - được biên dịch và sắp xếp là nhằm phục vụ yêu cầu tìm hiểu của quí độc giả quan tâm về lĩnh vực này.

Tài liệu chỉ chú trọng về biện pháp thi công - Cách gia công lắp đặt cốt thép dự ứng lực.

Tài liệu này được biên soạn theo yêu cầu của Khoa Xây dựng trường Đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh (thuộc Bộ Xây dựng). Tài liệu rất có ích cho các cá nhân đơn vị đang tìm hiểu hoặc đang thi công bêtông cốt thép dự ứng lực, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo cho sinh viên và các giảng viên thi công của ngành xây dựng, ngành cầu đường, thủy lợi... và các cơ sở đang gia công chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép tiền chế.

Tác giả chỉ có công biên dịch, sắp xếp hiệu chỉnh lại các tài liệu của nước ngoài. Quá trình thực hiện chắc chắn không tránh khỏi các sai sót. Mong các độc giả góp ý phê bình để tái bản được tốt hơn (Nhà xuất bản Xây dựng - 37 Lê Đại Hành, Hà Nội).

Tác giả

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 1

VẬT LIỆU LÀM CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

So với bêtông cốt thép thông thường thì bêtông cốt thép dự ứng lực có diện tích mặt cắt cấu kiện nhỏ hơn, trọng lượng nhẹ, độ cứng lớn, khả năng kháng nứt cao, bền, ít tiêu hao vật tư. Tuy nhiên để thi công các kết cấu bêtông dự ứng lực, yêu cầu phải có các vật liệu đặc biệt (thép cường độ cao) và phải có các thiết bị chuyên dùng, các công cụ đặc biệt và một công nghệ riêng biệt có tính đặc thù... Do vậy giá thành của thành phẩm cũng cao hơn.

Đối với các kết cấu công trình có khẩu độ và gián cách (cột, tường...) lớn và tải trọng lớn,... thì việc ứng dụng kết cấu bêtông cốt thép dự ứng lực là điều tất yếu và phổ biến. Vì nó sẽ góp phần làm giảm tiêu hao vật tư đồng thời nâng cao tính năng kỹ thuật của kết cấu và làm tăng hiệu quả kinh tế. Hiện nay việc ứng dụng nó đã mang lại nhiều hiệu quả thiết thực về nhiều mặt.

Tuỳ theo mức độ yêu cầu chịu lực mà phân ra:

Bêtông dự ứng lực toàn phần và bêtông dự ứng lực bộ phận.

Bêtông dự ứng lực toàn phần là kết cấu bêtông mà tại các mép biên dưới tác dụng của tải trọng, tại những vị trí đó bêtông dự ứng lực không xảy ra ứng suất kéo. Bêtông dự ứng lực toàn phần ứng dụng cho các cấu kiện yêu cầu không xuất hiện vết nứt.

Bêtông dự ứng lực bộ phận là kết cấu bêtông dưới tác dụng của tải trọng cho phép xuất hiện ứng suất kéo hoặc vết nứt tại một số vị trí nhất định. Tính năng tổng hợp của bêtông dự ứng lực bộ phận tương đối tốt, chi phí thấp hơn nên được ứng dụng nhiều hơn.

Theo phương pháp gia công thực hiện, người ta có thể chia ra ba dạng sau:

Bêtông dự ứng lực tiền chế (đúc sẵn).

Bêtông dự ứng lực đổ tại chỗ.

Bêtông dự ứng lực theo lớp.

Theo phương pháp tạo ứng lực, người ta chia ra.

Bêtông dự ứng lực căng trước.

Bêtông dự ứng lực căng sau.

Bêtông dự ứng lực căng sau còn được chia ra làm hai loại.

Bêtông dự ứng lực căng sau có dính kết.

Bêtông dự ứng lực căng sau không có dính kết.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§1. CỐT THÉP DÙNG CHO BÊTÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Cốt thép dùng cho bêtông (cốt thép) dự ứng lực cũng có nhiều loại:

Thép sợi.

Thép thanh.

Cáp thép.

Các sợi cốt phi kim loại.

Trong 4 loại trên, thép sợi và cáp thép được dùng nhiều hơn.

1. Thép sợi

Các loại sợi thép thường dùng là:

CFRP (Carbon fibre reinfored plastic)

GFRP (Glass fibre reinfored plastic).

Sau đây sẽ giới thiệu một số thép sợi dùng làm cốt thép dự ứng lực.

a) Sợi thép kéo nguội

Sợi thép kéo nguội là sợi thép sau khi được kéo nguội được đem dùng trực tiếp mà không cần qua xử lý. Đường kính cuộn thép cơ bản bằng đường kính quấn thép của máy kéo sợi thép. Thép sản xuất có dạng xoắn tròn vì vậy không có độ giãn dài tốt. Loại thép này còn ứng suất dư (residual stress), giới hạn chảy thấp, độ giãn dài nhỏ. Loại thép sợi kéo nguội này thường chỉ dùng làm cốt thép cho các khối bêtông tà vẹt, bêtông ống nước áp lực, cột điện. Đường kính thép: $\phi 3 \sim \phi 12$.

b) Sợi thép xử lý ứng suất chùng thông thường

Sợi thép xử lý ứng suất chùng thông thường là sợi thép sau khi kéo nguội được nắn thẳng bằng các ống quay cao tốc và được ram (tempering) xử lý ở nhiệt độ từ 350° đến 400^oC. Sau khi xử lý ram, thép được cuộn với đường kính tang cuộn D > 1,5m. Quá trình ram sẽ triệt tiêu ứng suất dư do quá trình nguội tạo ra. Các tính năng khác cũng được nâng cao như: giới hạn chảy, môđun đàn hồi. Đồng thời dễ nắn thẳng hơn, dễ thi công hơn. Loại thép này hiện được sử dụng tương đối nhiều. Thường có đường kính: $\phi 3 \sim \phi 12$.

c) Sợi thép chùng (độ chùng thấp)

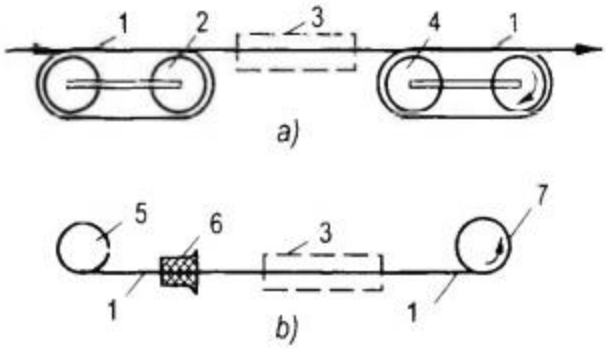
Người ta xử lý ứng suất cho thép ít chùng bằng cách sau khi kéo nguội ở trạng thái đang căng người ta sẽ tiến hành ram thép. Lực căng lúc ram xấp xỉ 30% ~ 50% cường độ kháng kéo của thép. Xử lý theo cách này sẽ làm tăng giới hạn đàn hồi giới hạn chảy của thép và tính chùng của thép giảm xuống rất nhiều, nhờ đó lượng thép sử dụng sẽ giảm và tính kháng nứt của cấu kiện được cải thiện nhiều... Tuy nhiên, giá thành của thành phẩm sẽ rất cao.

Hiện người ta dùng thép này cho các công trình dân dụng công nghiệp, chế tạo các dầm cầu dự ứng lực. Tuổi thọ của các cấu kiện tương đối cao. Đường kính sợi thép: $\phi 3 \sim \phi 12$.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

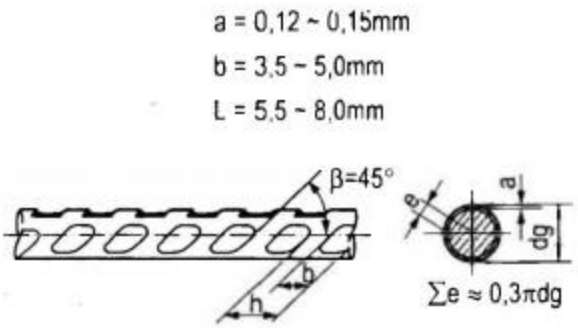
d) Sợi thép có khấc đốt

Sợi thép có các vết lõm và các gờ lồi: tạo thành các đốt (các khấc lõm, các gờ thẳng, gờ nghiêng gờ ngang, các đốt cách quãng nhau...) loại sợi thép này dùng làm cốt thép cho các kết cấu dự ứng lực căng trước.



Hình 01: *Xử lý ram thép a) Căng bằng bánh quay; b) Công bằng lực kéo*

1. Sợi thép; 2. Nhóm bánh quay căng 1; 3. ram vừa (medium frequency tempering); 4. Nhóm bánh quay căng 2; 5. Giá lắp đặt sợi thép; 6. Khuôn kéo sợi; 7. ống quấn kéo sợi thép.

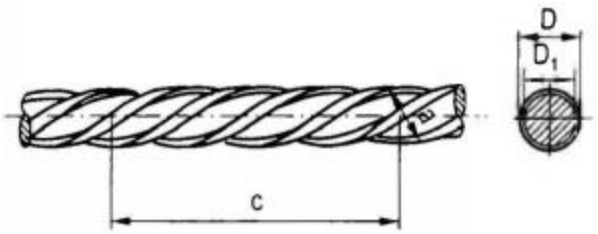


Hình 02: *Hình dáng mặt ngoài của thép có khấc - đốt 3 mặt.*

e) Các sợi thép có rãnh xoắn

Các sợi thép có rãnh xoắn có hình dáng giống như thân mũi khoan gỗ khoan sắt thông thường.

Thép tròn được kéo qua lỗ, khuôn tạo thành thép sợi tròn có rãnh xoắn. Các rãnh làm tăng khả năng bám dính giữa bêtông và cốt thép. Thép sợi rãnh xoắn thường dùng cho bêtông cốt thép dự ứng lực căng trước.



Hình 03: *Cấu tạo sợi thép có rãnh xoắn*

Trong hình 03, a là khoảng cách giữa 2 gân xoắn (chiều rộng rãnh xoắn). Nếu gọi d_n là đường kính của sợi thép rãnh xoắn ($D > d_n > D_1$) và $\frac{D - D_1}{2}$ là chiều sâu rãnh xoắn thì ta có:

Đường kính danh nghĩa:	d_n	5mm	7mm
	a	1,3 ~ 1,7mm	1,8 ~ 2,2mm
	$\frac{D - D_1}{2}$	0,25mm	0,36mm

Trong hình trên, c là bước rãnh xoắn.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 01. Kích thước - trọng lượng đơn vị và sai số cho phép của sợi thép trơn

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Sai số cho phép đối với d_n (mm)	Diện tích mặt cắt S_n (mm^2)	Trọng lượng tham khảo (kg/m)
3,0	±0,04	7,07	0,058
4,0		12,57	0,099
5,0	± 0,05	19,63	0,154
6,0		28,27	0,222
7,0		38,48	0,302
8,0	± 0,06	50,26	0,394
9,0		63,62	0,499
10,0		78,54	0,616
12,0		113,1	0,888

Bảng 02. Tính năng cơ học của thép sợi kéo nguội

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa)	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_p 0,2$ (MPa)	Tổng giãn dài khi lực cực đại (L_o = 200mm) δ(%)	Số lần uốn cong		Tỷ suất co của mặt cắt (%)	Số lần xoắn của mỗi bước xoắn 210 mm (n)	Ứng lực ban đầu tương đương 70% cường độ kháng kéo danh nghĩa thì tỷ suất chùng của ứng lực sau 1000 giờ (%)
				Lần/180°	Bán kính uốn R (mm)			
	≤					≤		≥
3,00	1470	1100	1,5	4	7,5	–	–	8
4,00	1570 1670	1180 1250		4	10	35	8	
5,00	1770	1330		4	15		8	
6,00	1470	1100		5	15	30	7	8
7,00	1570 1670	1180 1250		5	20		6	
8,00	1770	1330		5	20		5	

Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định có giá trị không dưới 75% cường độ kháng kéo danh nghĩa.

Ngoài cường độ kháng kéo, ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định... thép sợi dùng cho đường ống áp lực còn cần xem xét đến tỷ lệ co thắt mặt cắt sợi thép, số lần xoắn, tỷ suất chùng. Một số trường hợp khác người ta còn xét đến tỷ suất giãn dài sau khi cắt và số lần uốn cong.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 03. Tính năng cơ học của thép trơn có rãnh xoắn đã khử ứng lực

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa) ≤	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_p 0,2$ (MPa) ≤		Tổng giãn dài khi lực cực đại (L_o = 200mm) σ (%) ≤	Số lần uốn cong		Tính năng chùng ứng lực		
		WLR	WNR		Lần/180° ≤	Bán kính cong R (mm)	Ứng lực ban đầu tương đương với số % cường độ kháng kéo danh nghĩa	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ ≥ % WLR	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ ≥ % WNR
							Với mọi quy cách		
4,00	1470	1200	1250	3,5	3	10	60	1,0	4,5
	1570	1380	1330						
	1670	1470	1410						
5,00	1770	1560	1500		4	15			
	1860	1640	1580						
6,00	1470	1290	1250		4	15	70	2,0	8
	1570	1380	1330						
7,00	1670	1470	1410		4	20			
	1770	1560	1500						
8,00	1470	1290	1250		4	20			
9,00	1570	1380	1330		4	25	80	4,5	12
10,00	1470	1290	1250		4	25			
12,00					4	30			

Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định σ_p 0,2 có giá trị không nhỏ hơn 88% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thấp WLR và không được nhỏ hơn 85% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thông thường (WNR).

Môđun đàn hồi $(2,05 \pm 0,1) \times 10^5$ MPa - nhưng đây không hẳn là điều kiện để giao nhận hàng.

Bảng 04. Tính năng cơ học của thép có khấc - đốt được khử ứng lực

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa) ≤	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_p 0,2$ (MPa) ≤		Tổng giãn dài khi lực cực đại (L_o = 200mm) σ (%) ≤	Số lần uốn cong		Tính năng chùng ứng lực		
		WLR	WNR		Lần/180° ≤	Bán kính cong R (mm)	Ứng lực ban đầu tương đương với số % cường độ kháng kéo danh nghĩa	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ % ≥ WLR	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ % ≥ WNR
							Với mọi quy cách		
≤ 5,0	1570	1380	1330	3,5	3	15	60	15	4,5
	1670	1470	1410						
	1770	1560	1500						
	1860	1640	1580				70	2,5	8
> 5,0	1470	1290	1250			20			
	1570	1380	1330						
	1670	1470	1410						
	1770	1560	1500				80	4,5	12

WLR: Wire of low relaxation
WNR: Wire of normal relaxation

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Giá trị ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định σ_p 0,2 không được nhỏ hơn 80% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi ít chùng WLR và không được nhỏ hơn 85% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thông thường WNR.

2. Cáp thép

Cáp thép là tập hợp nhiều sợi thép nguội được xoắn bện lại bằng máy giống như một dây cáp thép treo buộc (cáp thép dự ứng lực không có lõi), chúng được khử ứng suất bằng phương pháp ram (Tempering).

Dưới đây là mặt cắt cấu tạo của một số cáp dự ứng lực.

a) Cáp thép 7 sợi 1 × 7

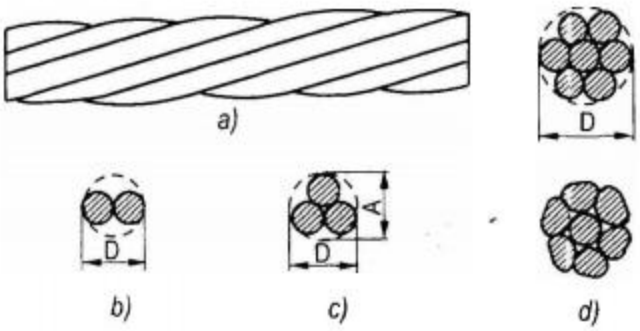
b) Cáp thép 2 sợi 1 × 2

c) Cáp thép 3 sợi 1 × 3

d) Cáp thép kéo qua lỗ khuôn

D) Đường kính danh nghĩa của cáp.

A) Kích thước do đường kính của cáp



Hình 04. *Cáp thép dự ứng lực*

Khả năng chịu kéo của cáp rất lớn, cáp thép mềm dễ lắp đặt, dễ luồn dễ kéo. Cáp thép có nhiều loại: Bện 2 sợi, bện 3 sợi, bện 7 sợi.

Theo mức độ gia công và cấu tạo mà phân ra các loại:

Cáp bện từ các sợi thép trơn bình thường.

Cáp bện từ các sợi thép có gai - gờ - ngấn - khấc - đốt...

Cáp bện được kéo qua khuôn.

Cáp thép bện hai sợi có đường kính nhỏ. Sau đây ta sẽ tìm hiểu tính năng và thông số của một số cáp 3 sợi, 7 sợi.

Bảng 05. Kích thước và dung sai cáp 1 × 3

Loại cáp	Đường kính danh nghĩa		Kích thước A của cáp (m.m)	Sai số cho phép đối với A (m.m)	Diện tích mặt cắt cáp S_n tham khảo ($m.m^2$)	Trọng lượng đơn vị của cáp, tham khảo (kg/m)
	Đường kính cáp D (mm)	Đường kính sợi thép d (mm)				
1 × 3	8,6	4,00	7,46		37,7	0,245
1 × 3I (sợi có khấc đốt)	8,7	4,04	7,54	+ 0,20	38,5	0,302
	10,80	5,0	9,33	-0,10	58,9	0,462
	12,90	6,0	11,20		84,8	0,665

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 06. Kích thước và dung sai cáp 1 × 7

Loại cáp	Đường kính danh nghĩa D (m.m)	Sai số đường kính cho phép (m. m)	Diện tích mặt cắt của cáp tham khảo S_n (mm^2)	Trọng lượng đơn vị của cáp tham khảo (kg/m)	Gia tăng đường kính sợi lõi d_o thêm (%) ≤
1 × 7	9,5	+ 0,30 -0,15	54,8	0,430	2,5
	11,1		74,2	0,582	
	12,7	+ 0,40 - 0,20	98,7	0,775	
	15,2		140	1,101	
	15,7		150	1,178	
	17,8		190	1,500	
1 × 7 (kéo qua lỗ khuôn)	12,7	+ 0,40 - 0,20	112	0,890	
	15,2		165	1,295	
	18,0		223	1,750	

Bảng 07. Tính năng cơ học của cáp thép 1× 3

Loại cáp	Đ.kính danh nghĩa D cáp (m.m)	Cường độ danh nghĩa σ_b (MPa)	Lực cực đại của cả sợi cáp F_b (kN)	Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định F_p 0,2 (kN)	Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_n \geq$ 400m.m) (%)	Tính năng chùng của ứng lực	
						Phụ tải ban đầu tương đương với số % của lực danh nghĩa cực đại (%)	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ %
			Không nhỏ hơn ≤				Không lớn hơn
1× 3	8,60	1720	65,3	58,8	Với mọi quy cách		
		1860	70,6	63,5	3,5	60	1,0
		1960	73,9	66,5			
	10,80	1720	102	91,8			
		1860	110	99,0			
		1960	115	104			
	12,90	1720	147	132		70	2,5
		1860	150	143			
		1960	166	150			
1 × 31 (Có khấc đốt)	8,70	1570	59,7	53,7		80	4,5
		1720	66,2	59,6			
		1860	71,6	64,4			

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định không được nhỏ hơn 90% lực cực đại danh nghĩa của cả cáp thép.

Bảng 08. Tính năng cơ học của cáp thép 1 × 7

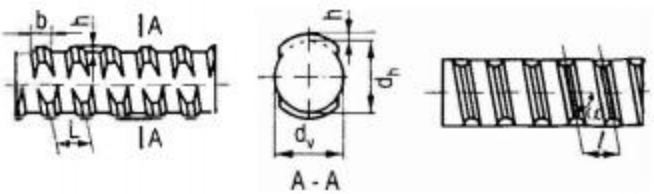
Loại cáp	Đ.kính danh nghĩa D cáp (m.m)	Cường độ danh nghĩa σ_b (MPa)	Lực cực đại của cả sợi cáp F_b (kN)	Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định F_p 0,2 (kN)	Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_o \geq$ 500m.m) (%)	Tính năng chùng của ứng lực	
						Phụ tải ban đầu tương đương với số % của lực danh nghĩa cực đại (%)	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ %
			Không nhỏ hơn ≤				Không lớn hơn
1× 7	12,70	1720	170	153	Với mọi quy cách		
		1860	184	166	3,5	60	1,0
		1960	193	174			
	15,20	1720	241	217			
		1860	260	234		70	2,5
		1960	274	247			
	15,70	1770	258	232			
		1860	279	251			
	17,80	1720	327	294		80	4,5
		1860	353	318			
1 × 7 (Kéo qua lỗ)	12,70	1860	208	187			
	15,20	1820	300	270			
	18,00	1720	384	346			

Lực giãn dài phi tỷ lệ $F_p0,2$ không được nhỏ hơn 90% lực cực đại danh nghĩa của cả cáp thép.

Môđun đàn hồi cáp thép $(1,95 \pm 0,1).10^5$ MPa. nhưng không dùng làm điều kiện khi giao nhận hàng.

3. Thép thanh tinh chế có ren

Thép thanh dùng làm thép dự ứng lực có ren thường là thép gai. Người ta dùng các thanh thép gai gân ngang để chế tạo các thanh thép chuyên dụng có ren dùng cho cốt thép dự ứng lực. Mặt cắt cấu tạo của nó được thể hiện như hình 05.



Hình 05: Thanh thép được tạo ren

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Mục đích việc tạo các đường ren nhằm nâng cao tính bám dính giữa cốt thép và bêtông. Trong trường hợp cần tạo thêm lực neo ở hai đầu, thay vì phải hàn các rông đen người ta chỉ vặn hai ốc ở hai đầu là xong. Nếu cần gia tăng số vị trí neo ở giữa thì người ta sẽ cho các ống ốc vào giữa.

Bảng 09. Các thông số của một số thép dự ứng lực có ren

Đường kính danh nghĩa		18mm	25mm	28mm	32mm
Đường kính	d_h	18 ± 0,3	25 ± 0,4	28 ± 0,5	32 ± 0,5
	d_v	18 + 0,2 - 0,6	25 + 0,4 - 0,8	28 + 0,4 - 0,8	32 + 0,4 - 0,8
Chiều cao ren	h	1,2 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,8 ± 0,4	2,0 ± 0,4
Chiều rộng ren	b	4 ± 0,3	6,0 ± 0,5	6,0 ± 0,5	7,0 ± 0,5
Bước ren	t	9 ± 0,3	12,0 ± 0,3	14,0 ± 0,3	16,0 ± 0,3
Cong chân ren	r	1,0	1,6	1,8	2,0
Góc dẫn	α	81°31'	81°31'	81°31'	81°31'
Diện tích mặt cắt mm^2		254,5	490,9	615,8	804,2
Trọng lượng kg/m		2,11	4,05	5,12	6,66

Sai số trọng lượng là ± 4%.

Bảng 10. Tính năng cơ học của một số thép dự ứng lực có ren

Loại thép	Giới hạn chảy (MPa)	Cường độ kháng kéo (MPa)	Độ giãn dài δ_s (%)	Uốn nguội 90°	Giá trị chùng sau 10 giờ
	Không nhỏ hơn ≤				Không lớn hơn ≥
JL 785	785	980	7	D = 7d	80%/$\sigma_{0,1}$, 1,5%
JL 835	835	1035	7	D = 7d	
RL 540	540	835	10	D = 5d	

D: Đường kính của đường cong uốn.

d: đường kính danh nghĩa của thép.

Thép RL540 khi d = 32mm thì D = 6d

Môđun đàn hồi (1,95 × 105 ~ 2,0 × 105) MPa.

§2. CÁC ĐẶC TÍNH CHỦ YẾU CỦA CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Đường cong ứng suất

Đường cong ứng suất là đường cong biến dạng phụ thuộc theo ứng suất của cốt thép dự ứng lực (đường cong ứng suất: Stress - strain curve).

Cốt thép dự ứng lực cường độ cao như thép sợi, cáp thép đã trình bày đều là những loại thép cứng. Chỉ có thép như loại cốt thép có ren như đã nói trên là loại thép mềm.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

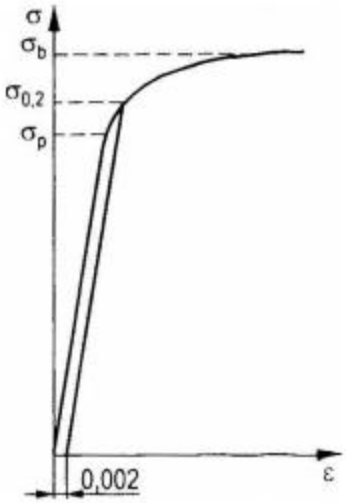
Sau đây ta sẽ tìm hiểu một số đặc tính chủ yếu của các sợi thép và cáp thép. Đường cong ứng suất của thép sợi và cáp thép được thể hiện như đồ thị bên cạnh (hình 06). Đồ thị thể hiện sự ứng biến phi tuyến tính quan hệ giữa σ và ε sau khi sợi thép bị kéo, vượt qua giới hạn tỉ lệ σ_p.

Ứng suất cực hạn σ_p được xác định tại thời điểm ứng biến dư 0,01%.

Cường độ giới hạn chảy (còn gọi là giới hạn chảy: yield strength) thực ra chưa có một tiêu chuẩn thống nhất.

Hiệp hội dự ứng lực Quốc tế chọn ứng lực tại thời điểm ứng lực dư 0,1% làm cường độ giới hạn chảy $\sigma_{0,1}$.

Trung Quốc và Nhật Bản chọn ứng lực tại thời điểm ứng lực dư 0,2% làm cường độ giới hạn chảy $\sigma_{0,2}$. Mỹ chọn ứng lực tại thời điểm sau khi gia tải giãn dài 1% làm cường độ giới hạn chảy σ_{tl} hay $\sigma_{1\%}$.



Hình 06. *Đường cong ứng biến của cốt thép dự ứng lực*

Bảng 11. Kết quả thử kéo giãn cáp ít chùng cường độ cao

Cáp thép	Số thanh thử	σ_p	$\sigma_{1\%}$	σ_b (N/mm^2)	ε_p (%)	$\varepsilon_{0,2}$ (%)	ε_b (%)
Cáp ϕ^s 15,2	21	0,80 σ_b	0,91σ_b	1944	0,82	1,12	5,7
Cáp ϕ^s 12,7	20	0,81σ_b	0,92 σ_b	1914	0,78	-	6,6

2. Sự chùng ứng lực

Thép bị kéo căng (tạo dự ứng lực) dưới điều kiện giữ nguyên không thay đổi độ dài sau một thời gian, ứng lực của cốt thép dự ứng lực bị giảm thấp xuống. Giá trị giảm thấp đó được gọi là tổn thất chùng của ứng lực.

Nguyên nhân của hiện tượng tổn thất chùng là do sự biến vị trong nội bộ kim loại khiến một số chỗ từ biến dạng đàn hồi chuyển sang biến dạng dẻo.

Theo FIB (Hiệp hội bêtông dự ứng lực quốc tế), để thử độ chùng của cốt thép dự ứng lực, ứng lực ban đầu thử cho mẫu thử nên lấy bằng 0,6 σ_b; 0,7 σ_b và 0,8 σ_b. Nhiệt độ môi trường là 20 ± 1°C. Khi đọc trên máy thử nghiệm độ chùng, lưu ý nên đọc tổn thất chùng (tỷ lệ tổn thất chùng) cho các thời điểm khác nhau. Thử nghiệm được kéo dài trong 1000 giờ hoặc trong một thời gian ngắn sau đó suy toán ra cho độ chùng 1000 giờ.

a) Quan hệ giữa độ chùng và thời gian

Thời gian đầu, sự chùng ứng lực phát triển rất nhanh.

Giờ thứ nhất: Độ chùng chiếm tỷ lệ từ 15% đến 35% độ chùng của cả 1000 giờ. Về sau hiện tượng chùng xảy ra chậm lại. Dựa trên các số liệu thử nghiệm đã có, ta tiến hành phân tích trở lại (regressionanalysis) đồng thời lập được quan hệ tuyến tính giữa tổn thất chùng và thời gian.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Tổn thất chùng sau một năm bằng 1,25 lần tổn thất chùng của 1000 giờ và tổn thất chùng sau 50 năm bằng 1,725 lần tổn thất chùng của 1000 giờ.

b) Quan hệ giữa tỷ lệ chùng và chủng loại thép

Tỷ suất chùng của thép sợi và cáp thép lớn hơn tỷ suất chùng của các thanh thép đã xử lý nhiệt và các thanh thép tinh chế có ren.

c) Quan hệ giữa tỷ suất chùng và ứng lực ban đầu

Ứng lực ban đầu lớn thì tổn thất chùng cũng lớn.

Khi:

$\sigma_i > 0,7\ \sigma_b$ Thì tổn thất tăng rõ rệt và sự biến dạng trở nên phi tuyến tính.

Khi $\sigma_i \leq 0,5\ \sigma_b$ Thì tổn thất chùng nhỏ, người ta bỏ qua và không tính.

d) Quan hệ giữa tổn thất chùng và nhiệt độ

Nhiệt độ tăng cao thì tổn thất chùng sẽ tăng cao.

Theo các thí nghiệm trong 1000 giờ đã tiến hành thì tổn thất chùng ở 40°C lớn gấp 1,5 lần tổn thất chùng ở 20°C.

e) Biện pháp giảm thiểu tổn thất chùng

Để giảm thiểu tổn thất chùng, người ta làm như sau:

Kéo căng từ 0 đến 1,05 σ_i (kéo vượt σ_i) và giữ yên trong 2 phút lực căng sẽ dần dần giảm xuống đến σ_i. So với kéo từ 0 đến σ_i thì tổn thất chùng giảm thiểu 10%.

Kéo từ 0 đến 1,03 δ_i, tỷ suất tổn thất chùng trong có tăng hơn nhưng ứng lực dư so với trường hợp kéo từ 0 đến σ_i vẫn lớn hơn. Nếu sử dụng loại cáp thép và thép sợi có độ chùng thấp (ít chùng) thì tổn thất chùng có thể giảm từ 70% đến 80%.

3. Sự ăn mòn ứng lực

Sự ăn mòn ứng lực (Stress corrosion) là hiện tượng ăn mòn xảy ra trong môi trường xâm thực khi cốt thép dự ứng lực đang ở trạng thái chịu kéo. Có hai trường hợp thể nghiệm về tác dụng ăn mòn ứng lực của môi trường:

Sự ăn mòn trong môi trường muối.

Sự ăn mòn trong môi trường vữa ximăng cát.

a) Thí nghiệm, sự ăn mòn trong môi trường muối

Trong dung dịch calcium Hydroxide (vôi tôi - $Ca(OH)_2$) có 35% Sodium chloride (muối ăn - NaCl), sợi thép sẽ bị ăn mòn ứng lực, tuy nhiên nếu ứng lực nhỏ hơn 65% (dưới mức 65%) cường độ chịu kéo cho phép của thép đồng thời chiều sâu các vết cắt vết lõm dưới 1,6mm thì nguy cơ xảy ra ăn mòn rất nhỏ.

b) Thí nghiệm trong môi trường vữa ximăng cát

Qua thí nghiệm người ta nhận thấy rằng sự ăn mòn phụ thuộc vào mật độ ion clo (Chlorine ion) có trong vữa. Nếu mật độ Chlorine ion dưới 0,1% (mật độ Chlorine ion có

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

trong vữa bọc quanh cốt thép dự ứng lực) thì sẽ không xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng lực. Nếu mật độ Chlorine ion trên 0,7% thì hiện tượng ăn mòn sẽ xảy ra mạnh.

Sự ăn mòn còn phụ thuộc vào độ chặt của vữa bám xung quanh cốt thép dự ứng lực. Độ chặt càng thấp thì sự ăn mòn càng tăng nhanh. Độ chặt thấp thì lỗ rỗng nhiều nên các Chlorine ion và ôxy dễ thâm nhập. Người ta cũng nghiệm thấy rằng: tỷ lệ N/X càng nhỏ thì nguy cơ ăn mòn cằng ít. Khi tỷ lệ N/X dưới 0,32 thì gần như không xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng lực.

§3. CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC CÓ LỚP SƠN PHỦ

1. Sợi thép và cáp thép có mạ kẽm

Sợi thép (Steel Wire) được phủ lớp mạ kẽm bằng phương pháp mạ nóng ta gọi là sợi thép mạ kẽm. Cáp thép mạ kẽm được cấu tạo từ những sợi thép mạ kẽm. Sợi thép mạ kẽm (galvanized steel wire) và cáp thép mạ kẽm (galvanized strand) có khả năng chống xâm thực cao - áp dụng cho những nơi có điều kiện môi trường tương đối khắc nghiệt.

a) Lớp mạ kẽm

Lớp mạ kẽm có chiều dày từ 27μm đến 50μm. Chất lượng lớp mạ được bảo đảm chất lượng nếu lớp phủ bọc, lớp mạ được phủ liên tục không có hiện tượng tróc lở cục bộ hoặc lớp phủ mạ bị sót lỗ chỗ trong quá trình mạ nóng.

b) Tính năng cơ học

Tính năng cơ học của thép mạ kẽm (sợi thép và cáp thép) được trình bày trong bảng tổng hợp sau đây.

Bảng 12. Tính năng cơ học sợi thép mạ kẽm

Đường kính mm	Cường độ kháng kéo (MPa)	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ			Tỷ lệ giãn dài %	Số lần uốn cong		Tính năng chùng		
		Không chùng (MPa)	Y/cầu chùng cấp I(MPa)	Y/cầu chùng cấp II (MPa)	L_o = 250mm%	Số lần/180°	Bán kính uốn cong mm	Tỷ lệ % của ứng lực ban đầu so với cường độ kháng kéo tiêu chuẩn %	Ứng lực 1000 giờ không lớn hơn...%	
	Không nhỏ hơn ≤								Chùng cấp I	Chùng cấp II
5,00	1570 1670 1770	1180 1250 1330	1250 1330 1410	1330 1410 1500	4,0	4	15			
7,00	1570 1670	- -	- -	1330 1410	4,0	5	20	70%	8	2,5

Môđun đàn hồi $(2,0 \pm 0,1)\ 10^5$ MPa.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 13. Quy cách tính năng cơ học cáp thép mạ kẽm

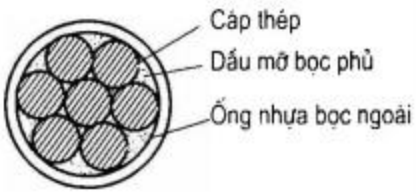
Đường kính mm	Diện tích mặt cắt mm^2	Trọng lượng kg/m	Cấp cường độ MPa	Phụ tải max F_b (kN)	Phụ tải giới hạn chảy $F_b0,2$ (kN)	Độ dãn dài δ %	Độ chùng	
							Tỷ lệ giữa phụ tải ban đầu so với phụ tải tiêu chuẩn %	Tổn thất chùng ứng lực sau 1000 giờ. %
12,5	93	0,73	1770 1860	164 173	146 154	≥ 3,5	70%	≤ 2,5
12,9	100	0,785	1770 1860	177 186	158 166	≥ 3,5	70%	≤ 2,5
15,2	139	1,091	1770 1860	246 259	220 230	≥ 3,5	70%	≤ 2,5
15,7	150	1,178	1770 1860	265 279	236 249	≥ 3,5	70%	≤ 2,5

Mođun đàn hồi $(1,95 \pm 0,17)10^5$ MPa.

2) Cáp thép dự ứng lực không dính kết

Cáp thép dự ứng lực không dính kết là loại cáp thép được sơn phủ bằng dầu mỡ bôi trơn để chống sét rỉ và chống ăn mòn. Phần ngoài cùng của chúng được bọc bằng ống nhựa dẻo.

Cáp thép dự ứng lực loại này chủ yếu dùng cho trường hợp dự ứng lực căng sau, cũng dùng cho các kết cấu lộ thiên hoặc các môi trường có tính ăn mòn cao ở dạng trần (lộ ra ngoài)



Hình 07: *Cáp thép dự ứng lực không dính kết*

a) Yêu cầu về vật liệu

Cáp thép thường dùng là loại cáp có 7 sợi (1 × 7) với các đường kính thông dụng:

9,5mm; 12,7mm; 15,2mm và 15,7mm.

Cáp thép phải phù hợp với tiêu chuẩn TCVN và phù hợp với yêu cầu thiết kế. Dầu mỡ bôi trơn bọc quanh cáp phải có tính ổn định hoá học tốt, không bị môi trường xâm thực, không thấm nước, không hút ẩm, bôi trơn tốt, chống xâm thực tốt, trở lực ma sát nhỏ và ổn định trong một phạm vi thay đổi nhiệt độ nhất định - không bị chảy khi nhiệt độ tăng và không bị hoá dòn khi nhiệt độ xuống thấp, nói chung phải có tính dẻo nhất định.

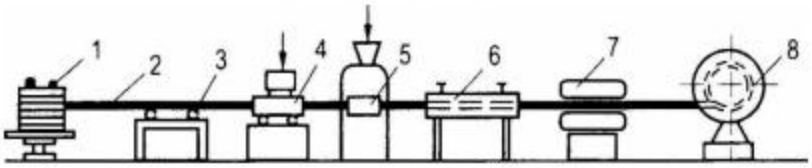
Vỏ nhựa bóc ngoài nên dùng nhựa dẻo polietylen mật độ cao (High density polyethylene resin - HDPER), thường người ta hay dùng nhựa màu đen.

b) Công nghệ sản xuất

Quá trình sơn phủ bằng dầu mỡ bôi trơn cộng với việc bọc một lớp vỏ chất dẻo ngoài cùng được thực hiện cùng một dây chuyền công nghệ duy nhất.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Quá trình được thể hiện như hình vẽ (hình: 08) tiếp theo



1- Tang cáp
2- Cáp thép
3- Giá lăn cáp đi
4- Thiết bị phủ dầu mỡ
5- Thiết bị ép nhựa tạo vỏ bọc
6- Làm nguội vỏ bọc
7- Kéo lõi cáp
8- Thu quấn cáp thành phẩm

Hình 08. *Dây chuyền công nghệ bọc phủ cáp thép dự ứng lực không kết dính*

c) Yêu cầu về chất lượng

Nhìn bằng mắt: Dầu mỡ phải no đầy, ống bọc phải sáng bóng, không có vết nứt và không có vết nhăn.

Yêu cầu về lượng dầu mỡ

Cáp ϕ 9,5 Lượng dầu mỡ bọc phủ > 32 g/m.

ϕ 12,7 lượng dầu mỡ bọc phủ > 43g/m.

ϕ 15,2 lượng dầu mỡ bọc phủ > 50g/m.

ϕ 15,7 lượng dầu mỡ bọc phủ > 53g/m.

Yêu cầu đối với lớp vỏ bọc bằng nhựa.

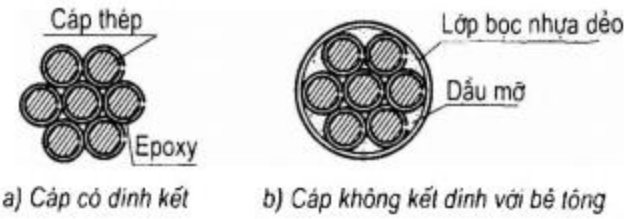
Thông thường chiều dầy lớp nhựa bọc > 0,8mm.

Tại môi trường xâm thực >1,2mm.

Thường thì người ta hay cắt một mét thành phẩm để kiểm tra các chỉ tiêu nói trên.

3. Cáp thép được sơn phủ êpoxy

Người ta dùng phương pháp phun tĩnh điện để tạo lớp bọc quanh sợi thép. Lớp bọc phải có tính bền trong môi trường xâm thực. Cáp thép có sơn phủ epoxy có đặc tính cường độ tương đồng, như bản thân cáp thép trước khi sơn phủ êpoxy và cũng tương đồng với cường độ dính kết của bêtông.



Hình 09: *Cáp thép bọc phủ êpoxy*

Tóm lại cáp thép sau khi sơn phủ êpôxy và cáp thép trước khi sơn phủ êpôxy không có gì thay đổi. Cáp thép êpoxy thích dụng cho cả căng trước lẫn căng sau, hay dùng cho các kết cấu hàng hải, bến cảng, các ụ neo và các kết cấu chịu kéo.

Cáp không có vỏ bọc là cáp dính kết với bêtông (căng trước) cáp có vỏ bọc là cáp không dính kết (chủ yếu căng sau).

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 14. Các thông số của cáp thép sơn phủ êpoxy

Loại cáp		Chiều dày lớp sơn mm	Đường kính ngoài mm	Trọng lượng sơn: g/m	Trọng lượng lớp bọc không kết dính g/m	Trọng lượng toàn bộ g/m
Có kết dính	ϕ^s 12,7	0,12 ~ 0,18	13,5	14,9	-	789
	ϕ^s 15,2	0,12 ~ 0,18	16,0	17,7	-	1119
Không kết dính	ϕ^s 12,7	0,12 ~ 0,18	15,8	14,9	98	887
	ϕ^s15,2	0,12 ~ 0,18	18,3	17,7	116	1235

Các yêu cầu cụ thể đối với cáp sơn phủ êpoxy (epoxy coating), chiều dày lớp sơn phủ phải đáp ứng các thông số của bảng 14 đã nêu. Người ta thường dùng phương pháp từ tính để đo chiều dày của lớp sơn.

Bề mặt sơn phải trơn bóng, không có chỗ lồi lõm và không xuất hiện các lỗ kim, không có khuyết rãnh, không có vệt cắt vệt nứt, không trầy xước và không tồn tại các bọt khí.

Để kiểm tra khả năng bám dính của êpôxy, người ta thường uốn mẫu thử một góc 90^0, nếu không có vết nứt hoặc tróc lở thì xem như đạt yêu cầu.

4. Cáp thép dính kết chậm

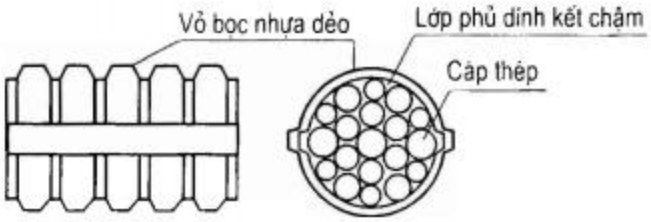
Cáp thép dính kết chậm là loại cáp thép được bọc phủ bằng một loại nhựa cao su, đặc biệt hoá rắn chậm. Khi dùng làm cáp thép dự ứng lực không dính kết có ưu điểm là trở lực khi kéo tạo ứng lực (trở lực ma sát) tương đối nhỏ. Người ta không cần phải chôn sẵn ống hoặc phải phụt vữa chèn đầy ống quanh cáp dự ứng lực. Do đó thi công dễ dàng. Sau một thời gian nhựa phủ cứng lại và dính kết với thép dự ứng lực và là lớp vỏ bọc chống xâm thực rất hữu hiệu. Ở Nhật, người ta áp dụng cáp thép dính kết chậm cho các loại dầm cầu rất phổ biến - nhất là các loại cáp ϕ21,8 và cáp ϕ28,6.

Thời gian hoá rắn của lớp phủ từ 3 tháng đến 6 tháng hoặc hơn.

Kết quả thí nghiệm cho thấy:

Hệ số ma sát khi kéo:

K = 0.0053; μ = 0,095 ~ 0,133



Hình 10: *Cáp thép $\phi^s_{28,6}$ dính kết chậm*

5. Cáp thép không rỉ

Cáp thép không rỉ thường dùng trong các kết cấu neo giữ tường thuỷ tinh hoặc làm các dây kéo giữ - treo ban công và lan can. Cáp thép không rỉ có các loại thường dùng: 1 × 7; 1 × 9; 1 × 37

Cáp 1 × 37 có d = 18 ~ 24mm

Cáp 1 × 19 có d = 6 ~ 16mm

Cáp 1 × 7 có d = 6 ~ 10mm.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Diện tích mặt cắt của cáp được tính theo công thức:

$$A_{cáp} = \frac{\pi d^2}{4}(0,778 \sim 0,775)$$

Cáp của Trung Quốc có 2 loại: 1330 MPa và 1100 MPa (không rỉ) lực kéo nhỏ nhất của cáp thép không rỉ được tính theo công thức.

$$F_b = \sigma_b \times A_{cáp} \times 0,86.$$

σ_b - cường độ kháng kéo của sợi thép tạo nên cáp.

Môđun đàn hồi của cáp thép không rỉ

$$(1,2 \pm 0,1)\ 10^5 MPa.$$

6. Cáp thép dự ứng lực bọc nhôm

Cáp thép bọc nhôm có nhiều loại: 7 sợi/19 sợi/37 sợi.

Đường kính cáp: 11,4... 28,0mm

Sau đây là tính năng kỹ thuật một số cáp bọc nhôm của Trung Quốc.

Bảng 15. Các thông số của cáp thép bọc nhôm

Đường kính ngoài m.m	Số sợi - Đường kính sợi thép - m.m	Diện tích mặt cắt danh nghĩa cáp mm^2	Lực kéo max .kN		Trọng lượng danh nghĩa	
			ASS	AS10	ASS kg/m	AS10 kg/m
11,40	7 / 3,80	79,39	108,61	89,31	0,572	0,528
12,48	7 / 4,16	95,14	130,15	101,04	0,686	0,673
13,0	19 / 2,60	100,88	144,36	121,66	0,730	0,674
14,25	19 / 2,85	121,21	173,45	146,18	0,877	0,810
15,75	19 / 3,15	148,07	206,56	178,57	1,072	0,989
17,50	19 / 3,50	182,80	255,01	208,94	1,323	1,221
18,75	19 / 3,75	209,85	287,07	236,08	1,519	1,402
20,00	19 / 4,00	238,76	326,62	260,01	1,728	1,595
22,40	37 / 3,20	297,57	415,11	358,87	2,167	2,000
25,20	37 / 3,60	376,62	515,22	430,48	2,742	2,531
26,60	37 / 3,80	419,62	574,07	472,07	3,056	2,820
28,0	37 / 4,00	464,96	636,07	493,79	3,386	3,125

Chiều dày tối thiểu của vỏ nhôm

5% bán kính của sợi thép ASS

và 10% bán kính của sợi thép ASIO

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§4. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG

1. Kiểm tra chất lượng sợi thép

- Khi tiến hành kiểm tra trực quan (nhìn bằng mắt) nên xem kỹ từng khoanh vòng của cuộn thép và trên bề mặt của sợi thép.

Không có vết ố dầu mỡ.

Không sét rỉ, không trầy xước, không có vết cắt.

Tuy nhiên, cũng có thể xuất hiện một vài chỗ sét rỉ không đáng kể và màu sắc thay đổi do ram thép... thì có thể qua. Nói chung, việc nghiệm thu chất lượng vật liệu nên theo hướng dẫn của đơn vị thiết kế.

Đối với thép mạ kẽm thì bề ngoài phải bóng đều, không nứt, nên kiểm tra đường kính của thép (sợi thép) với số lượng 10% số cuộn thép nhưng không dưới 6 cuộn.

- Để kiểm tra tính năng cơ học: Chọn ngẫu nhiên, 10% số cuộn thép để lấy mẫu kiểm tra theo các chỉ tiêu đã ghi trong bảng 0-3. Ngoài các yêu cầu đã ghi trong bảng 0-3, có khi thiết kế còn yêu cầu kiểm tra thêm tính mỏi (fatigue phenomenon) hoặc tính dễ uốn - dát mỏng (malleability).

2. Kiểm tra chất lượng cáp thép

- Kiểm tra bằng trực quan. Bước quấn bên phải đều, đầu cắt không bị toe ra, bề mặt sạch không dính dầu mỡ, không có các vết sét rỉ dài. Nói chung lưa thưa một vài chỗ sét rỉ hoặc màu thép biến đổi do ram là không tránh khỏi.

Cáp có sơn phủ, yêu cầu mặt sơn đều nhẵn, không trầy xước không có vết cắt vết nhăn.

Đối với cáp có phủ dầu mỡ nên kiểm tra thêm lượng dầu mỡ bọc phủ và chiều dày ống nhựa bọc ngoài.

Cần kiểm tra đầy đủ các chỉ số cơ học. Tối đa 60 tấn phải làm một mẫu thử kiểm tra tính năng cơ học như đã nói trên.

3. Kiểm tra chất lượng các thanh thép có ren

- Kiểm tra bằng trực quan: Thép không bị sét rỉ, không có dầu mỡ, không có vết bẩn và không có các vết nứt.

Những khiếm khuyết có thể bỏ qua nếu đó là những khiếm khuyết không ảnh hưởng đến tính năng cơ học của thép, không ảnh hưởng đến quá trình thực hiện kéo căng thép, không ảnh hưởng đến việc liên kết nối thép tạo dự ứng lực sau này.

- Cũng giống như các loại thép dự ứng lực khác, thép có ren cũng cần làm thử nghiệm, kiểm tra các tính năng cơ học của chúng. Trong vòng 60 tấn trở lại phải làm mẫu thử một lần - mỗi lần hai thanh. Nội dung thử nghiệm thực hiện theo yêu cầu của thiết kế.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§5. BẢO QUẢN - TỒN KHO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Cốt thép dự ứng lực có cường độ chịu lực cao nhưng tính dẻo lại rất kém nên nó rất nhạy cảm (bị ảnh hưởng) trong trạng thái không ứng lực. Nó dễ bị sét rỉ hơn các loại thép thông thường - nhất là khi vận chuyển - xếp kho bị ảnh hưởng của mưa; ẩm. Trong các môi trường dễ bị xâm thực... quá trình này càng dễ xảy ra và xảy ra nhanh... nếu không có biện pháp ngăn chặn đề phòng.

Thép sét rỉ bị lỗ chỗ trên bề mặt do sét rỉ khiến cho thép kém chất lượng, dòn và dễ gãy.

Thép dạng cuộn, mặt ngoài vòng thép chịu kéo nên dễ xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng suất và dễ tạo ra những vết nứt nếu ở trong điều kiện dễ bị xâm thực.

Như vậy, quá trình vận chuyển và tồn kho, yêu cầu phải tuân thủ theo một số điều kiện nghiêm ngặt để bảo toàn chất lượng thép trước khi mang ra sử dụng.

Sau đây là một số yêu cầu cần thiết:

Thép cuộn xuất xưởng cần phải được bao bọc phòng ẩm.

Khi vận chuyển về kho nên bốc rỡ (bằng cần trục) cẩn thận, không nên đổ trực tiếp xuống nền đất - làm tổn hoại đến mặt ngoài của sợi thép hoặc của cáp thép.

Xếp kho nên có gối kê, giá kê cách mặt nền để tránh ẩm ướt.

Kho phải được thông gió tốt.

Nếu tồn trữ lâu, cần có những biện pháp hữu hiệu cụ thể để phòng nguy cơ sét rỉ cho thép.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 2

NEO GIỮ CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Để tạo dự ứng lực cho cốt thép dự ứng lực, người ta cần ba dụng cụ thiết bị chủ yếu:

Dụng cụ neo giữ cố định đầu cốt thép căng sau.

Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép căng trước.

Dụng cụ liên kết nối cốt thép dự ứng lực.

Dụng cụ neo giữ cố định đầu cốt thép căng sau là dụng cụ cố định vĩnh cửu còn lưu lại trong cấu kiện sau khi tạo dự ứng lực (archorage device).

Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép căng trước là dụng cụ tạm thời chỉ sử dụng căng cốt thép trước khi đổ bêtông. Chúng được thu hồi sau khi đổ bêtông xong và tháo gỡ côppha (Clamping apparatus).

Dụng cụ kết nối là dụng cụ để nối tiếp cốt thép dự ứng lực, dùng cho cả căng trước và căng sau; chi tiết kết nối hay còn lưu lại trong kết cấu dự ứng lực (Connector).

Hình dáng, cách neo giữ, cách cặp giữ, cách liên kết nối thép có nhiều biến dạng khác nhau.

§1. YÊU CẦU VỀ TÍNH NĂNG

Các phương tiện dụng cụ dùng để neo giữ cố định (căng sau), các phương tiện dụng cụ để cặp giữ tạm phục vụ cho căng trước... cũng như các chi tiết linh kiện phục vụ kết nối cốt thép dự ứng lực đều phải bảo đảm an toàn cho cấu kiện, cho công trình và bảo đảm an toàn cho cả con người trong quá trình thao tác.

1. Tính năng neo tải trọng tĩnh

a) Neo giữ cố định tải trọng tĩnh bằng dụng cụ neo cố định

Người ta làm thí nghiệm về hệ số hiệu suất neo giữ cố định đối với neo cố định giữa cốt thép dự ứng lực và dụng cụ "neo giữ" η_a - đồng thời xác định tổng ứng biến (sự biến dạng kèm theo - strain) của toàn bộ chiều dài cốt thép dự ứng lực khi lực kéo đạt đến giới hạn max.

Hệ số hiệu suất η_a là tỷ số giữa lực kéo đứt thực tế và lực kéo đứt lý thuyết của cốt thép dự ứng lực trong trạng thái được neo giữ cố định.

$$\eta_a = \frac{F_{apu}}{\eta_p . F_{pm}} \qquad (1)$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Trong đó:

F_{apu} - lực kéo cực đại khi kéo cốt thép dự ứng lực được neo giữ bằng dụng cụ neo giữ cố định mà ta đo được.

F_{pm} - lực kéo giới hạn max (cực hạn) bình quân của cốt thép dự ứng lực (trị số bình quân thực đo các thanh thép dự ứng lực bị kéo đứt).

η_a - hệ số hiệu suất của phương tiện neo giữ cố định.

η_p - hệ số hiệu suất của cốt thép dự ứng lực. η_p được xác định như sau:

Tổ hợp thép dự ứng lực được phương tiện neo giữ cố định tạo dự ứng lực.

Từ 1 đến 5 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 1,0$.

Từ 6 đến 12 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,99$.

Từ 13 đến 19 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,98$.

≥ 20 cây thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,97$.

Quá trình thử nghiệm, kéo thép dự ứng lực được neo giữ bằng thiết bị phương tiện neo giữ cố định, kéo đến ứng lực cực đại F_{apu} mà thép dự ứng lực bị đứt và phương tiện neo giữ cố định đầu cốt thép không hề bị phá hoại thì coi như việc thử nghiệm đã kết thúc - Phương tiện neo giữ cố định làm việc tốt - đạt yêu cầu.

Với điều kiện cường độ chịu lực của cốt thép dự ứng lực bị kéo đứt xác định đạt cường độ yêu cầu thiết kế - việc thử nghiệm, neo giữ cố định tĩnh tải kết thúc, đạt yêu cầu (phương tiện neo giữ cố định không bị phá hoại)... Quá trình thử nghiệm tĩnh tải gọi là hoàn thành nếu thoả mãn các điều kiện sau:

$$\eta_p \geq 0,95$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2,0\%$$

ε là tổng ứng biến (biến dạng) của chiều dài thanh thép dự ứng lực dưới tác dụng của lực kéo cực đại, khi neo giữ cố định bằng phương tiện thiết bị thử nghiệm đã nói trên.

b) Neo giữ cố định tải trọng tĩnh bằng dụng cụ cặp giữ tạm thời

Xác định hệ số hiệu suất của dụng cụ cặp giữ tạm thời (căng trước) η_g:

$$\eta_g = \frac{F_{gpu}}{F_{pu}} \qquad (2)$$

Trong đó:

F_{gpu} - lực kéo cực hạn của cốt thép dự ứng lực bị đứt khi được neo giữ bằng dụng cụ cặp giữ.

Kết quả yêu cầu:

$$\eta_g \geq 0,92$$

Các chi tiết đã kết nối - nối dài thép dự ứng lực cho trường hợp căng trước, (còn lưu lại trong bêtông) việc kiểm tra thử nghiệm cũng giống như đối với các chi tiết cặp giữ tạm thời.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

2. Neo giữ cốt thép dự ứng lực của các chi tiết cấu kiện chịu tải trọng động

Các phương tiện dụng cụ neo giữ cố định, cặp giữ và nối kết ngoài yêu cầu như đối với tác động của tải trọng tĩnh nói trên - người ta còn phải thử nghiệm kiểm tra tính mỏi của cấu kiện - Tính mỏi phải thoả mãn với số lần tuần hoàn lên đến 2 triệu lần (Fatigue test). Giới hạn trên của ứng lực mỏi (fatigue stress) là 65% giá trị cường độ kháng kéo tiêu chuẩn của thanh thép hoặc cáp thép dự ứng lực (đối với cốt thép dự ứng lực có tạo ren thì giới hạn trên ứng lực mỏi có giá trị là 85% cường độ giới hạn chảy). Phạm vi dao động của ứng lực xấp.xỉ ≥ 80 MPa.

Đối với các kết cấu cấu kiện chịu tải trọng lớn, cần phải chọn các phương tiện có đủ khả năng đáp ứng hoặc có điều kiện gia cường nâng cao khả năng làm việc của nó.

Đối với các kết cấu kháng chấn (anti - seismic structure), các phương tiện neo giữ cố định, cặp giữ tạm thời và kết nối cốt thép dự ứng lực phải thoả mãn thử nghiệm tải trọng động chu kỳ với 50 lần tuần hoàn. Khi thử nghiệm tải trọng động cho tổ hợp (phương tiện, neo giữ - cặp giữ - kết nối và cốt thép đang ở trạng thái chịu tải thử nghiệm) thì giới hạn trên (upper limit) của ứng lực thử nghiệm là:

Với cáp thép và sợi thép thì giới hạn trên của ứng lực thử nghiệm là 0,8 f_{ptk}; còn với thanh thép có tạo ren khác đốt thì lấy 90% cường độ giới hạn chảy của thép. Giới hạn dưới là trị số 40% của các cường độ tương ứng đã nói trên.

f_{ptk} là cường độ kháng kéo tiêu chuẩn của cốt thép dự ứng lực.

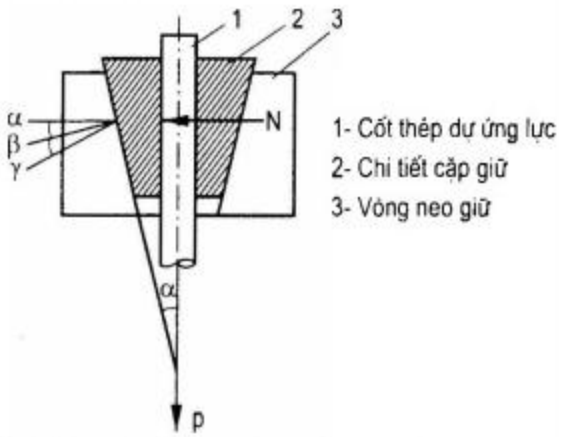
3. Yêu cầu về công nghệ

Các thiết bị neo giữ cố định, cặp giữ tạm, kết nối... phải thoả mãn cho các mức độ kéo khác nhau, có thể tạo lực kéo bổ sung hoặc thả chùng cốt thép. Thiết bị kéo căng chùm sợi có thể kéo căng riêng từng sợi. Thiết bị phải an toàn, phải có biện pháp phòng rỉ sét, dễ sử dụng, đa dạng.

§2. NEO GIỮ ĐẦU CÁP THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Phân tích tình trạng chịu lực của phần neo giữ

Theo như hình 11 khi thép dự ứng lực chịu một lực P (lực kéo lại sau khi căng - Retruction tension) cốt thép bị chi tiết cặp giữ 2 (hình 11) cắn chặt (không cho phép thép dự ứng lực trượt trong lỗ của chi tiết cặp giữ 2) nên quá trình cốt thép chịu kéo khiến chi tiết 2 cũng bị lôi theo và có hướng bị kéo vào lỗ của vòng neo giữ 3. Do được cấu tạo theo dạng nêm nên khi bị lôi sâu vào lỗ vòng neo 3 cốt thép dự ứng lực càng bị kẹp chặt hơn.



Hình 11: Sơ đồ chịu lực của bộ phận neo giữ

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Trong đó:

α - góc nghiêng của vòng neo 3;

β - góc ma sát giữa chi tiết cặp giữ 2 và lỗ hình côn;

γ - góc ma sát giữa chi tiết cặp giữ 2 và cốt thép dự ứng lực.

Tình trạng chịu lực của bộ phận cặp giữ được biểu thị như sau:

$$N tg \gamma \geq P$$

$$R \sin(\alpha + \beta) = P$$

$$R \cos(\alpha + \beta) = N$$

Tổng hợp lại:

$$N tg \gamma \geq N tg (\alpha + \beta)$$

$$tg \gamma \geq tg (\alpha + \beta) ; \gamma \geq \alpha + \beta) \qquad (3)$$

Với điều kiện trên: Lúc này dụng cụ neo giữ có khả năng cặp chặt cốt thép.

Khi $\alpha > \beta$:

Bộ phận cặp giữ ở trạng thái nới lỏng.

Để bảo đảm tính an toàn của công thức (3) nên tăng giá trị γ - tăng lực ma sát giữa bộ phận cặp giữ 2 và cốt thép dự ứng lực. Để thoả mãn yêu cầu này, lỗ của chi tiết 2 phải cấu tạo các vòng răng vát hình nêm đồng thời cốt thép dự ứng lực phải sạch không được dính bẩn bùn đất dầu mỡ xung quanh.

Song song với việc tăng giá trị γ, cũng cần giảm thiểu giá trị $(\alpha + \beta)$.

Tuy nhiên, khi α giảm quá nhỏ thì lực cắn bám của chi tiết 2 đối với cốt thép dự ứng lực sẽ ăn quá sâu làm giảm cường độ và tính dễ kéo (ductility) của cốt thép. Do vậy cũng nên khống chế $\alpha = 5{,}5^o \sim 7{,}5^o$ là vừa.

Để giảm β nên tăng độ cứng của chi tiết cặp giữ và vành lỗ hình côn của vòng neo giữ 3.

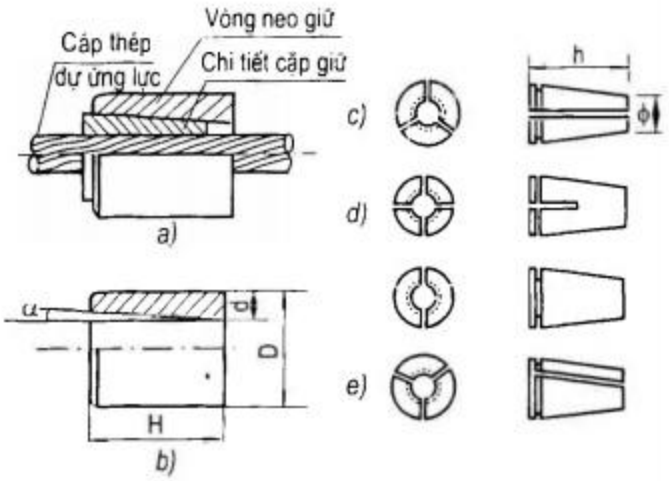
Cũng có lúc trên bề mặt tiếp xúc giữa mặt ngoài chi tiết cặp giữ 2 và mặt trong của vành lỗ hình côn chi tiết vòng neo giữ 3, người ta bôi một ít dầu mỡ để tạo điều kiện dễ làm sít chặt giữa chúng. Để bảo đảm dễ tháo lỏng bộ phận neo giữ... cần lưu ý nâng cao độ cứng của vòng neo giữ 3 và tráng crôm (chrome plating) cho bộ phận cặp giữ 2 (hình 11).

2. Cấu tạo neo giữ tại một đầu cốt thép (loại một lỗ)

Bộ phận neo giữ bao gồm vòng neo giữ và chi tiết cặp giữ hình 12 là cấu tạo của đầu neo giữ cốt thép dự ứng lực.

Chi tiết cặp giữ đầu cốt thép rất đa dạng: loại 2 mảnh và loại 3 mảnh. Trên lưng ngoài của chi tiết cặp giữ thường được xẻ rãnh để tạo độ đàn hồi cho chi tiết và nâng cao khả năng bám chặt khi neo giữ.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



Hình 12: Cấu tạo neo giữ đầu cốt thép
a) Sơ đồ cấu tạo; b) Vòng neo giữ;
c) Bộ phận cặp giữ gồm 3 mảnh;
d) Bộ phận cặp giữ gồm 2 mảnh;
e) Bộ phận cặp giữ có rãnh xéo.

Quá trình chịu kéo, hướng dọc của chi tiết cặp giữ rất dễ bị nứt. Để khắc phục nhược điểm này người ta phải hiệu chỉnh kích thước chi tiết cho phù hợp đồng thời phải cải tiến xử lý nhiệt cho chi tiết có hai trường hợp nứt: Nứt thẳng dọc và nứt xéo.

Theo cấu tạo hình 12, quá trình kéo căng sẽ khiến chi tiết cặp giữ tự động tiến sâu vào lỗ của vòng neo giữ và càng cặp chặt đầu cốt thép (không cần phải dùng kích để đẩy bộ phận cặp giữ vào).

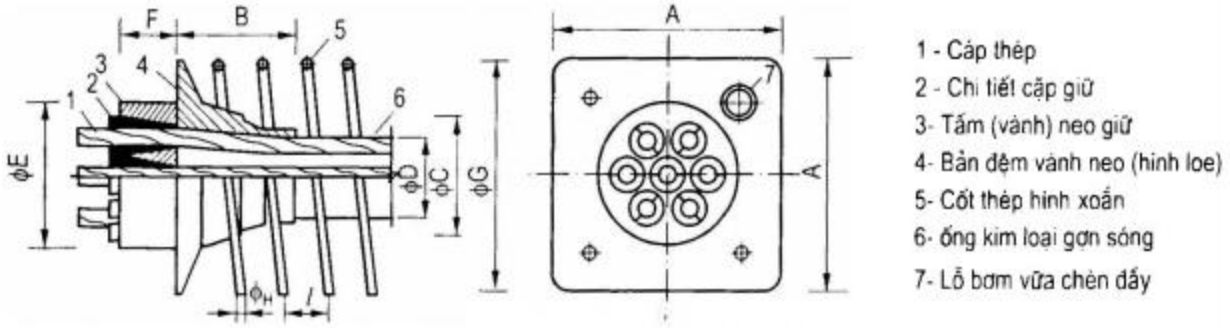
Bảng 16. Quy cách một số chi tiết neo giữ

Mã hiệu cụm neo giữ	Vòng neo giữ				Bộ phận cặp giữ		
	D	h	d	α	ϕ	h	Dạng cặp giữ
XM15-1	44	50	-	-	-		3 mảnh rãnh xéo
QM13-1	40	42	16		17	40	3 mảnh rãnh dọc
QM15-1	46	48	18	5°40'	20	45	3 mảnh rãnh dọc
OVM13-1	43	43	16	6°00'	17	38	2 mảnh, rãnh dọc
OVM15-1	46	48	18	6°00'	14	43	(Có rãnh đàn hồi)
HVMB-1	43	43	16	6°00'	17	38	2 mảnh, rãnh dọc
HVM15-1	46	48	18	6°00'	19	43	(không rãnh đàn hồi)

Thép vòng neo giữ nên dùng thép N°45.

Thép bộ phận cặp giữ nên dùng thép hợp kim 20Cr MnTi.

3. Cấu tạo chi tiết neo giữ có nhiều lỗ cặp giữ



Hình 13: Bộ phận neo giữ có nhiều lỗ cặp giữ

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Phương tiện neo giữ cáp thép nhiều lỗ chủ yếu dùng cho các trường hợp căng sau có dính kết (có bơm vữa chèn đầy). Hiện được sử dụng rất rộng rãi.

Hiện có các loại (của Trung Quốc) như:

QM, OVM, HVM, B và S, YM, YLM, TM.

Sau đây ta sẽ tìm hiểu một số loại nói trên.

a) QM: Chủ yếu dùng cho các loại cáp:

ϕ12,7; ϕ12,9; ϕ15,2; ϕ15,7.

Cường độ chịu lực của cáp:

1570 ~ 1860 MPa

Bảng 17. Các thông số của phương tiện neo giữ QMV15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo		Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
QMV15-3	130	100	45	85	50	160	10	40	4
QMV15-4	155	110	50	95	50	190	10	45	4,5
QMV15-5	170	135	55	105	50	210	12	45	4,5
QMV15-6,7	200	155	65	125	55	220	14	50	5
QMV15-8	210	160	70	135	60	260	14	50	5,5
QMV15-9	220	180	75	145	60	260	14	50	5,5
QMV15-12	260	200	85	165	65	310	16	50	6,5
QMV15-14	280	220	90	185	70	350	16	55	7
QMV15-19	320	280	95	205	75	400	16	55	8
QMV15-22	350	310	110	225	80	430	18	60	8
QMV15-27	380	340	115	245	85	460	20	60	9
QMV15-31	410	380	130	260	90	510	20	60	9
QMV15-37	450	400	140	290	105	550	20	60	10
QMV15-42	480	480	155	320	115	590	22	60	10
QMV15-55	550	520	170	345	140	660	25	70	10
QMV15-61	590	550	185	365	160	710	25	70	10

b) OVM: Chủ yếu dùng cho cáp

ϕ12,7 ~ ϕ15,7

Cường độ chịu lực của cáp ≈ 1860 MPa (cặp gồm 2 mảnh).

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 18. Các thông số của phương tiện neo giữ OVM15A

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo			Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B	ϕ_c		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
OVM15A-3	135	110	90	50	85	50	130	10	50	4
OVM15A-4	165	120	100	55	100	50	150	12	50	5
OVM15A-5	180	130	100	55	115	50	170	12	50	5
OVM15A-6,7	210	160	120	70	128	50	210	14	50	5
OVM15A-8	240	180	130	80	143	55	240	14	50	6
OVM15A-9	240	180	130	80	152	55	240	14	50	6
OVM15A-12	270	210	140	90	168	60	270	16	60	6
OVM15A-13	270	210	140	90	168	65	270	16	60	6
OVM15A-14	285	260	150	90	178	70	285	20	60	7
OVM15A-17	300	340	150	90	200	80	300	20	60	7
OVM15A-19	310	360	160	100	205	80	310	20	60	7
OVM15A-22	320	360	180	120	224	110	320	20	60	7
OVM15A-27	350	400	190	120	248	120	350	20	60	7
OVM15A-31	390	470	200	130	260	130	390	20	60	8
OVM15A-37	465	510	210	140	296	140	465	22	60	9
OVM15A-43	500	600	240	160	324	150	500	22	70	9
OVM15A-55	540	700	245	160	344	180	540	22	70	10

c) HVM có cường độ chịu kéo đến 1960 MPa.

Bảng 19. Các thông số của phương tiện neo giữ HVM15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo			Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B	ϕ_c		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
HVM15 - 3	135	100	80	50	90	50	130	10	40	4
HVM15 - 4	150	100	85	55	105	52	150	14	50	4
HVM15 - 5	170	100	93	60	117	52	170	14	50	4
HVM15 - 6,7	210	120	108	70	135	60	200	14	50	4
HVM15 - 8	230	140	120	80	150	60	230	16	60	5
HVM15 - 9	240	160	125	80	157	60	240	16	60	5
HVM15 - 12	270	210	138	90	175	70	270	20	60	6
HVM15 - 14	285	220	148	100	185	70	285	20	60	6
HVM15 - 17	300	240	160	100	210	85	300	20	60	6
HVM15 - 19	310	250	164	100	217	90	310	20	60	7
HVM15 - 22	340	260	180	120	235	100	340	20	60	7
HVM15 - 27	365	290	195	130	260	110	365	22	60	7
HVM15 - 31	400	330	205	130	275	120	400	22	60	8
HVM15 - 37	465	390	225	140	310	140	465	22	60	8
HVM15 - 44	500	450	248	160	340	150	500	22	60	9
HVM15 - 49	540	510	260	160	360	160	540	25	70	9
HVM15 - 55	540	510	260	160	360	170	540	25	70	9

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

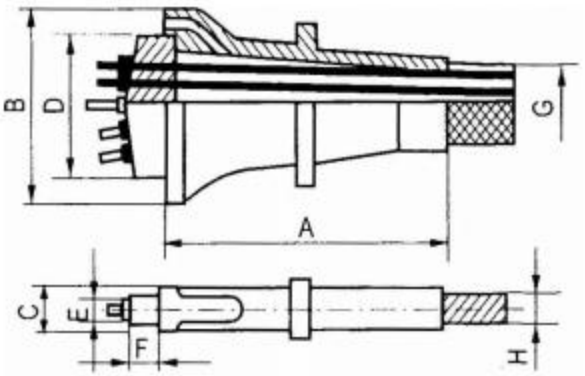
d) B và S có cường độ chịu kéo 1860 MPa.

Bảng 20. Các thông số của phương tiện neo giữ B × S - Z15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo		Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
B và SZ 15-3	130	100	50	90	45	130	10	50	4
B và SZ 15-4	160	120	55	105	45	150	12	50	4
B và SZ 15-5	180	130	60	115	50	170	12	55	4
B và SZ 15-6,7	200	170	70	125	55	200	16	50	5
B và SZ 15-8,9	240	180	80	145	60	240	16	45	6
B và SZ 15-12	270	210	90	170	65	270	16	50	6
B và SZ 15-15,19	320	305	95	220	70	400	18	50	7
B và SZ 15-25.37.31	360	350	130	270	80	510	20	60	8
B và SZ 15-37	440	450	140	290	90	570	22	60	9
B và SZ 15-48,55	520	530	160	350	100	700	25	70	9

4. Loại cặp giữ hình dẹt

Phương tiện cặp giữ hình dẹt như hình 14. Các đầu cốt thép được cặp giữ sẽ tẽ ra theo hình rẻ quạt. Nó được ứng dụng cho các kết cấu bêtông mỏng - người ta sẽ căng riêng rẽ từng nhánh của cáp thép dễ dàng- tiện cho việc tạo dự ứng lực các sàn lầu, các dầm có chiều cao h thấp, cũng dùng để tạo ứng lực cho thép dự ứng lực mặt sàn của cầu.



Hình 14: *Cấu tạo chi tiết cặp giữ hình dẹt*

Bảng 21. Các thông số kích thước phương tiện cặp giữ dẹt

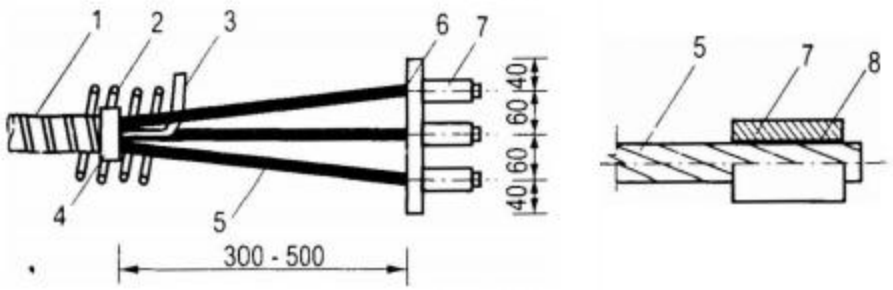
Mã hiệu bộ phận cặp giữ	Bản đệm mặt neo mm			Mặt neo dẹt mm			Ống gợn sóng dẹt mm	
	A	B	C	D	E	F	G	H
BM15 (13) - 2	150	160	80	80	48	50	50	19
BM15 (13) - 3	190	200	90	115	48	50	60	19
BM15 (13) - 4	235	240	90	150	48	50	70	19
BM15 (13) - 5	270	270	90	180	48	50	90	19

5. Neo giữ cố định đầu cốt thép dự ứng lực

Khi kéo căng cốt thép để tạo ứng lực cho cốt thép dự ứng lực, người ta chỉ kéo căng một đầu, sau khi đã neo giữ cố định đầu kia chắc chắn.

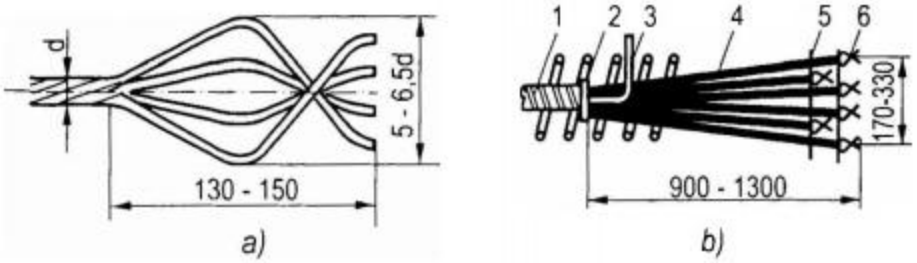
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Để neo giữ cố định một đầu người ta có nhiều cách: ép kẹp chặt, kẹp dạng mai hoa và dạng chữ U.



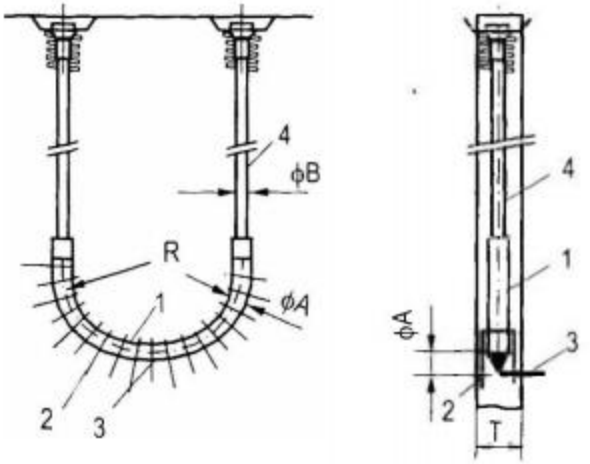
1- Ống gợn sóng kim loại
2- Vòng thép xoắn ốc
3 - Ống thải thoát khí
4- Vòng bó cáp
5- Cấp thép
6- Bản đệm
7- Chi tiết ép kẹp chặt
8- Ống lót

Hình 15: *Cố định bằng cách ép kẹp chặt*



1- Ống gợn sóng
2- vòng thép xoắn ốc
3- Ống thải thoát khí
4- Cáp thép
5- Cốt thép cấu tạo
6- Đầu cạp tạo mai hoa

Hình 16: *Cố định bằng phương pháp tạo mai hoa*



1- Bán kính trong ống gợn sóng ϕA
2- Cốt thép gia cường cho chữ U
3- ống bơm ép vữa
4- ống gợn sóng thẳng ϕB
(cũng có thể cho ϕA = ϕB)

Hình 17: *Cặp giữ dạng U*

Bảng 22. Thông số cặp U

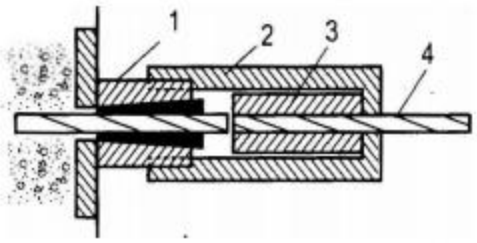
Bó cáp	ϕ_A	ϕ_B	R_{min}
15-3	42	36	600
15-4	65	55	600
15-7	75	60	700
15-12	90	80	1000
15-19	110	95	1300

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

6. Chi tiết kết nối cáp

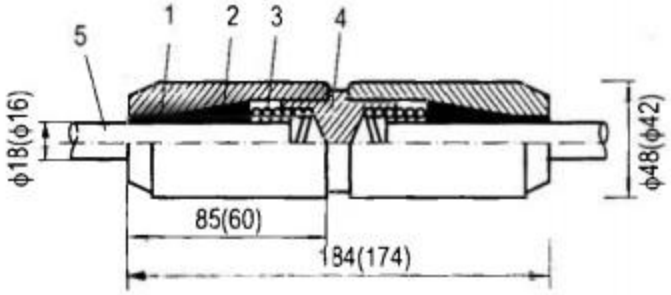
a) Chi tiết kết nối đơn cho từng cáp thép

Sau đây là cấu tạo một số chi tiết nối cáp đơn.



1- Hình ống có ren ở mặt ngoài
2- Hình ống có ren ở mặt trong
3- Dụng cụ ép kẹp chặt
4- Cáp thép

Hình 18: *Chi tiết nối cáp đơn*



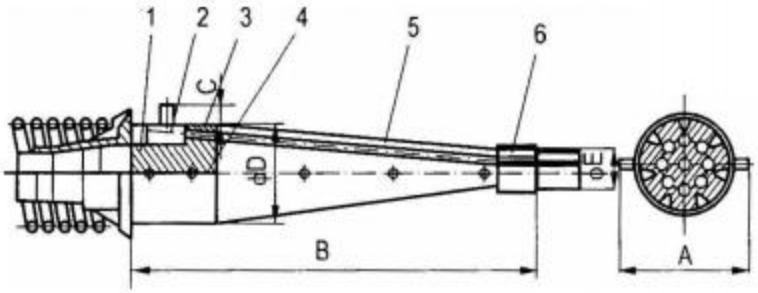
1- ống có răng bên trong
2- Phần kết nối có răng mặt ngoài
3- Lò xo
4- Chi tiết cặp giữ
5- Cáp thép

Các số trong ( ) là kích thước của chi tiết dùng cho cáp ϕ^s 12.7. Chi tiết lò xo 3 có tác dụng làm cho chi tiết kết nối được chặt:

Hình 19. *Chi tiết nối cáp ϕ^s 15.2 (ϕ^s 12.7)*

b) Chi tiết nối chùm cáp (nhiều cáp)

Hình dưới là chi tiết nối chùm cáp OVM15



1- Chi tiết kết nối
2- Dụng cụ ép kẹp chặt cáp
3- Cáp thép
4- Chi tiết cặp giữ
5- Vỏ bọc bảo vệ bằng thép trắng
6- Vòng bó cáp
Số sợi cáp của bó cáp có thể từ 3 - 19 sợi cáp

Hình 20: *Chi tiết nối chùm cáp nhiều sợi*

Bảng 23. Các kích thước chi tiết nối chùm cáp OVM15

Mã hiệu	Số sợi cáp	A	B	C	ϕD	ϕE
OVM15L - 3	3	209	678	25	169	59
OVM15L - 4	4	209	678	25	169	59
OVM15L - 5	5	221	730	25	181	59
OVM15L - 6	6	239	748	25	199	73
OVM15L - 7	7	239	748	25	199	73

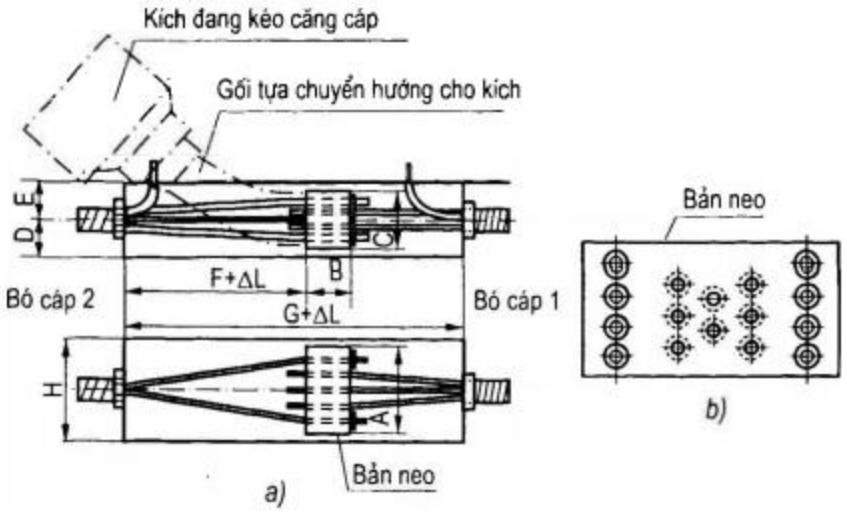
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Mã hiệu	Số sợi cáp	A	B	C	ϕD	ϕE
OVM15L - 9	9	261	801	25	221	83
OVM15L - 12	12	281	845	25	241	93
OVM15L - 19	19	323	985	25	283	103

7. Neo giữ thép dự ứng lực dạng vòng

Phương tiện neo giữ cốt thép dạng vòng sử dụng khi cốt thép dự ứng lực ở dạng vòng trong các kết cấu bêtông hình tròn mà ở hai đầu cáp dự ứng lực không có điều kiện (vị trí) để neo giữ.

Với cách neo giữ này, đầu cáp và cuối cáp dự ứng lực đều cùng neo trên một tấm thép (b)



a) Chiếu đứng và chiếu bằng bản neo giữ cáp dự ứng lực dạng vòng.

Các kích thước của bản neo.

ΔL: Độ giãn dài của bó cáp 2.

$E = \frac{C}{2}$ *+ lớp phủ bảo vệ của bêtông.*

b) Bản neo của bó cáp gồm 8 cáp (8 đầu đi và 8 đầu về).

Hình 21: *Neo cáp dự ứng lực dạng vòng*

Bảng 24. Các kích thước bản neo thép cáp dự ứng lực dạng vòng

Mã hiệu	A	B	C	D	F	H
OVMHM15 - 2	160	65	50	50	150	200
OVMHM15 - 4	160	80	90	65	800	200
OVMHM15 - 6	160	100	130	80	800	200
OVMHM15 - 8	210	120	160	100	800	250
OVMHM15 - 12	290	120	180	110	800	320
OVMHM15 - 14	320	125	180	110	1000	340

§3. NEO BÓ SỢI THÉP DỰ ỨNG LỰC

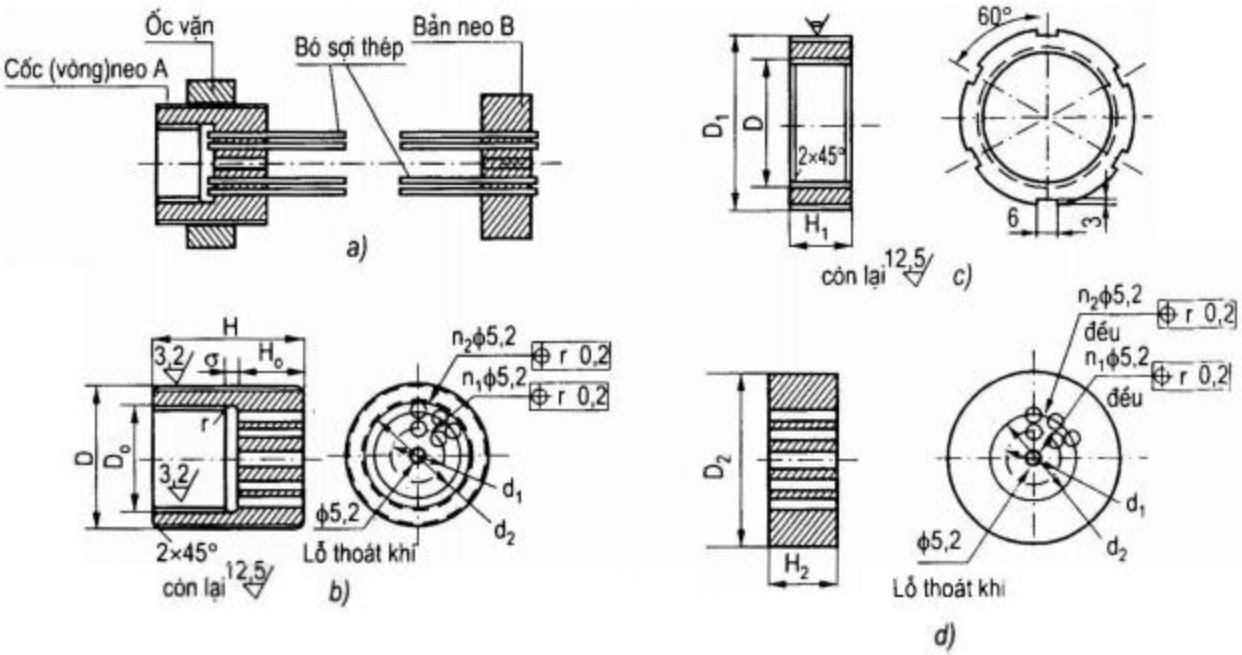
1. Neo tán dập đầu cốt thép

Thiết bị phương tiện neo tán dập đầu cốt thép rất thích hợp cho các bó sợi thép $\phi^P 5$, $\phi^P 7$. Hình dáng và quy cách có thể tùy điều kiện mà thiết kế cho thích hợp. Phương tiện sử dụng được phân hai dạng A và B.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Đầu A gồm có vòng neo và ốc vặn - dùng làm đầu kéo căng thép.

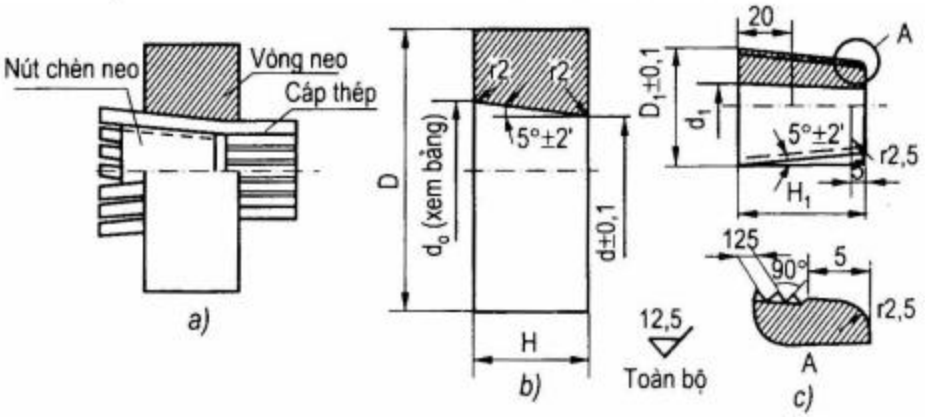
Đầu B là bản neo dùng để cố định đầu thép.



Hình 22: Phương tiện dụng cụ tản đầu bó thép dự ứng lực
a) Cấu tạo phương tiện; b) Vòng neo A; c) Ốc vặn; d) Bản neo B

2. Dụng cụ neo hình côn bằng thép

Dụng cụ neo giữ hình côn thường dùng để neo giữ các bó cáp (6 ~ 30) ϕ^p5 và (12 ~ 24) ϕ^p7. Cấu tạo dụng cụ neo giữ gồm vòng neo hình côn và nút chèn neo như hình dưới đây.



Hình 23: Dụng cụ neo giữ cáp dạng hình côn
a) Sau khi lắp cáp thép và đã chèn neo cáp;
b) Cấu tạo vòng neo.
c) Nút chèn neo.

Bảng 25. Kích thước các dụng cụ neo hình côn

Mã hiệu	Sợi thép		D	H	d	d_o	D_1	H_1	d_1	Đ.kính lỗ chừa
	Đ.kính	Số sợi								
GES-12	5	12	65	45	27	34,9	27	50	M8 × 1	-
GES-18	5	18	100	50	39	47,7	40	55	M16 × 15	50

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 25. (tiếp theo)

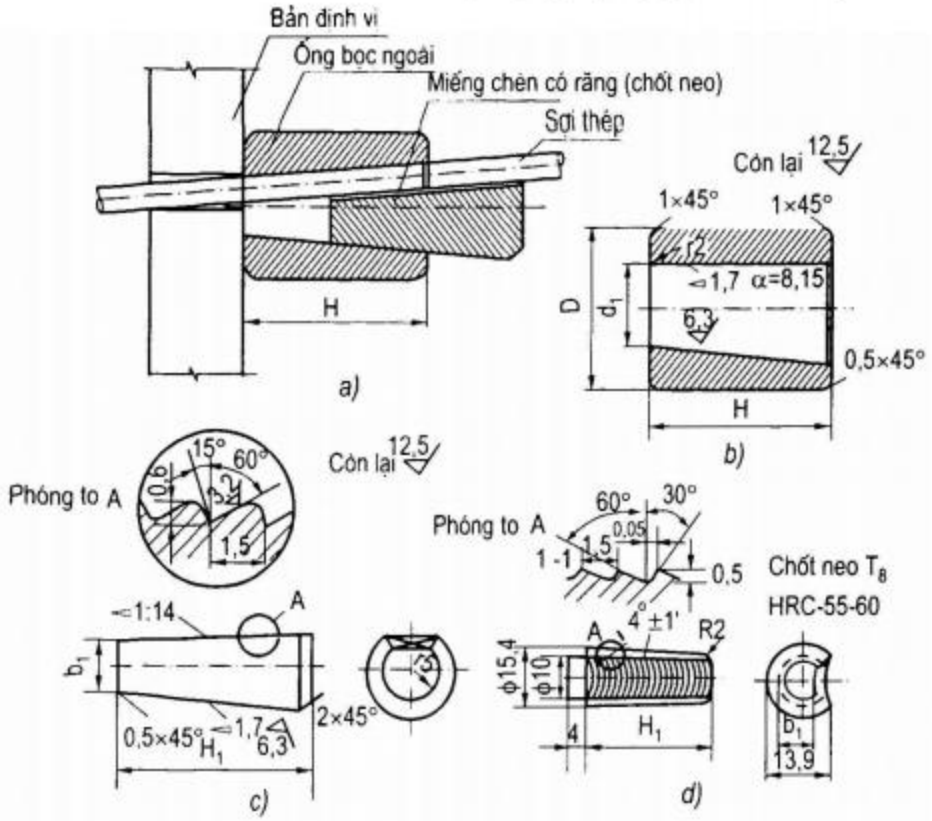
Mã hiệu	Sợi thép		D	H	d	d_o	D_1	H_1	d_1	Đ.kính lỗ chừa
	Đ.kính	Số sợi								
GES-24	5	24	110	55	49	58,6	51	60	M16 × 15	50
GES-28	5	28	117	53	55	64,0	57	58	-	-
GES-30	5	30	126	53	59	68,3	61	58	-	-
GE7-12	7	12	110	57	45	55,0	43	66	-	-
GE7-24	7	24	130	57	45	74,0	62	66	-	-

Thép vòng neo nên dùng thép 45, nút chèn neo dùng thép 45 hoặc thép các bon T7, T8.

3. Dụng cụ cặp giữ từng sợi thép đơn

a) Chốt nêm

Hình dưới mô tả chi tiết cấu tạo dụng cụ cặp giữ đầu thép



Hình 24:
Cặp giữ bằng chốt (nút chèn) hình côn
a) Sau khi lắp và đã nêm chốt;
b) Ống bọc;
c) Chốt nêm chặt sợi thép;
d) Chốt nêm có rãnh hình răng khử ứng lực

Bảng 26. Kích thước dụng cụ cặp giữ

Loại cốt thép dự ứng lực	Ống bọc ngoài				Chốt nêm	
	H	D	d_1	α	H_1	b_1
ϕ4-ϕ5 kéo nguội	28	22	10	8°13'	30	7
Thép sợi đã khử ứng lực ϕ^P5	30	25	13	4°	33	9,4

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Dụng cụ cặp giữ dùng cho thép sợi ϕ4 và ϕ5:

Thép dùng cho dụng cụ cặp giữ - nên dùng thép 45. Riêng chốt nêm có thể dùng thép có độ cứng 40 - 45.

- Dụng cụ cặp giữ dùng cho thép đã khử ứng lực nên dùng thép 45:

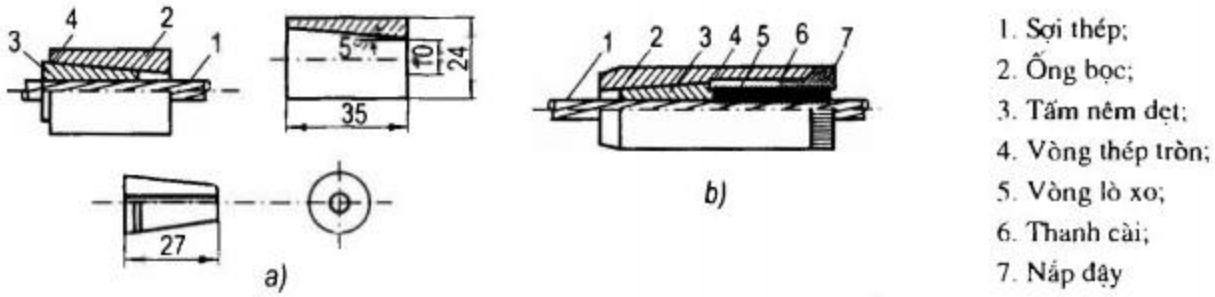
Ống bọc nên dùng HRC 25-28 chốt nêm nên dùng loại có răng, thép HRC55-58.

b) Tấm nêm

Ngoài loại chốt nêm, người ta còn dùng tấm nêm - miếng nêm dẹt.

Dụng cụ cặp giữ bằng tấm nêm dẹt dùng để cặp giữ các thép sợi 5mm đã khử ứng lực.

Hình 25 mô tả chi tiết cặp giữ bằng tâm nêm dẹt.



Hình 25: *Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép bằng tấm nêm dẹt*

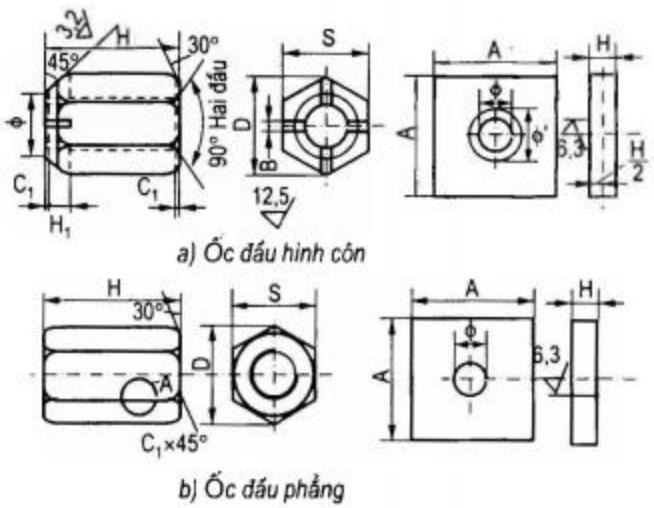
§4. NEO GIỮ CÁC THANH THÉP LỚN

1. Neo giữ thanh thép tinh chế có ren

Lợi dụng thanh thép đã tạo ren, người ta dùng con ốc để neo giữ một đầu - cố định chúng lại.

Chi tiết neo giữ bao gồm con ốc (ê - cu) và lông đen.

Hình dáng và kích thước như hình 26. Ốc có hai loại đầu ốc vát hình côn (a) đầu ôc phẳng (b)



Hình 26: *Ốc neo cố định một đầu*

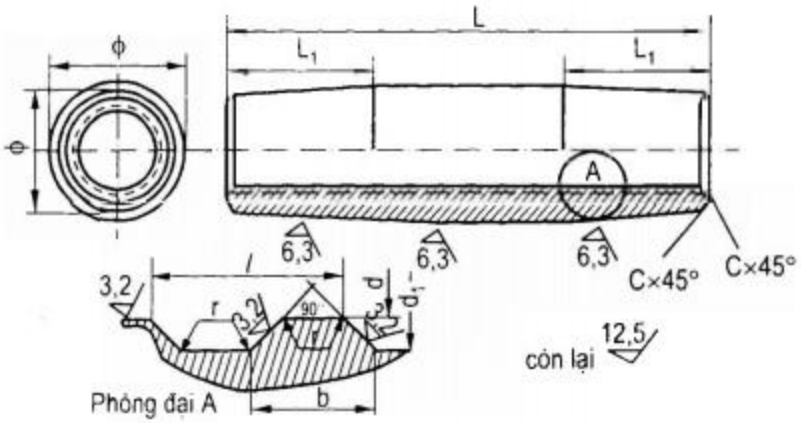
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 27. Các thông số ốc neo thép thanh có ren

Đường kính cốt thép	Ốc neo					Lông đen			
	Loại	D	S	H	H_1	A	H	ϕ	ϕ'
25	Côn	57,1	50	65	15	110	25	30	55
	Phẳng				-				
32	Côn	67	58	72	18	130	32	38	70
	Phẳng								

Người ta dùng ống dài có tạo ren bên trong để nối dài (kết nối) các thanh thép tinh chế có ren.

Kích thước chi tiết được trình bày trong bảng 28.



Hình 27: Chi tiết nối thanh thép có ren

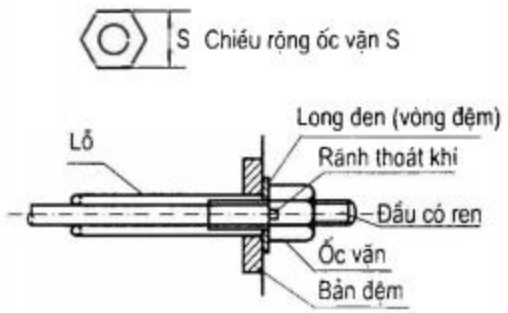
Bảng 28. Kích thước ống nối các thanh thép có ren

Đường kính d_o danh nghĩa mm	ϕ	ϕ	L	L_1	d	d_1	*l*	b	r	c
	mm									
25	50	38	132	45	25,5	29,7	12	8	1,5	1,6
32	60	46	160	60	32,5	37,5	16	9	2,0	2,0

2. Neo giữ thép cán nguội có ren ở đầu

Khi sản xuất chế tạo thép trơn bằng phương pháp cán nguội, người ta tạo ren cho một đầu của thanh thép ngay trước lúc xuất xưởng.

Đầu thanh thép có tạo ren có đường kính lớn hơn phần trơn không ren - đường kính đầu có ren nếu tính từ chân ren thì sẽ



Hình 28: Neo đầu thanh thép cán nguội có tạo ren

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

bằng hoặc nhỏ hơn đường kính thanh thép tại phần trơn với giá trị nhỏ không đáng kể.

Với đầu thanh có tạo ren, người ta dùng ốc để vặn chặt cố định một đầu trước khi kéo tạo dự ứng lực, kích thước và các thông số của đầu neo và ốc neo giữ được trình bày trong bảng dưới.

Bảng 29. Kích thước chi tiết đầu neo có ren

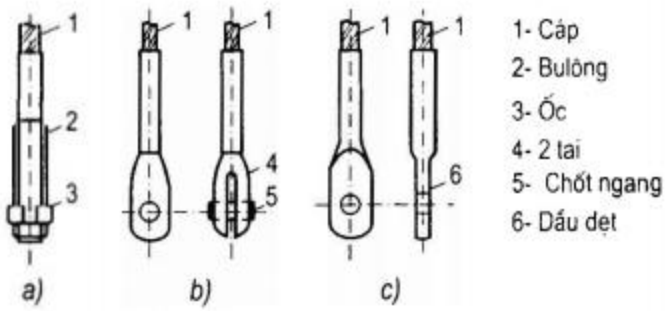
Đường kính thanh thép	Đầu có ren cán nguội	Con ốc S × H mm	Lồng đen		Bản đệm		S: Chiều rộng của ốc vặn; H: Chiều cao con ốc vặn D: Đường kính lồng đen d: Đường kính lỗ lồng đen t: Chiều dày lồng đen a, b: Các cạnh bản đệm t_1: Chiều dày bản đệm d_1: Đường kính lỗ bản đệm
			D × t mm	d	a.b.t_1	d_1	
25	M27 × 3	4 × 40	70 × 6	30	100×100×14	36	
32	M34 × 3	55 × 50	80 × 8	37	120×120×16	46	

§5. CẶP GIỮ ĐẦU KÉO

1. Kẹp chặt đầu cáp dự ứng lực

Hình 29 là một số cách cặp giữ đầu cáp trước khi kéo tạo dự ứng lực.

Trước khi kẹp chặt đầu cáp vào các dụng cụ như hình bên, cần lưu ý một số nguyên tắc sau:



Hình 29. Các dụng cụ kẹp chặt đầu cáp
a) Đầu kẹp chặt là bulông; b) Đầu kẹp chặt là hai tai; c) Đầu kẹp chặt là hình dẹt

- Làm sạch mặt trong của dụng cụ kẹp chặt, dụng cụ ở trạng thái ngay thẳng chính tâm đồng trục trước khi kẹp chặt.

- Làm đúng theo hướng dẫn của bản vẽ - kích thước và chiều dài kẹp chặt phải đúng và đủ.

- Máy kẹp chặt có thể kẹp ép hai ba lần mà cũng có thể ép một lần là xong.

- Khi ép kẹp chặt kết thúc nên kết thúc phần trên và phần dưới đoạn kẹp chặt cùng một lúc.

2. Dụng cụ đúc nguội - dập đầu thép

Dụng cụ đúc dập đầu thép dự ứng lực được thể hiện như hình 30.

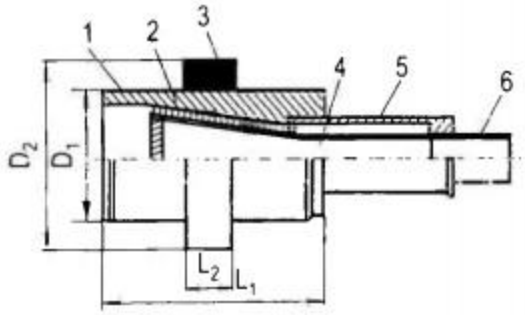
Trong dụng cụ có các chi tiết chủ yếu là:

Bản neo đầu thép để tán dập đầu thép...

Xung quanh thân đầu thép dự ứng lực - đoạn nằm trong phần hình ống và ống nối dài được chèn đầy mạt vụn thép trộn êpoxy.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bản nẹp giữ đầu thép, mạt thép trộn epoxy gắn kết đầu thép dự ứng lực với phần ống của dụng cụ cặp giữ (mà ta gọi là đúc nguội).



1- Bản neo đầu dập
2- Phần hình ống
3- Đai ốc vặn
4- Mạt vụn thép êpoxy
5- Ống nối dài
6- Thép ép nóng bằng đầu

Hình 30: *Dụng cụ đúc nguội dập đầu thép dự ứng lực*

Bảng 30. Các thông số dụng cụ đúc nguội dập đầu thép

	D_1mm	L_1mm	D_2mm	L_2mm	Đ.kính ngoài thép kéo mm	Lực kéo đứt kN
5-55	ϕ13,5	300	ϕ180	70	51	1803
5-85	ϕ 165	335	ϕ 215	90	61	2787
5-127	ϕ 185	355	ϕ 245	90	75	4164
5-187	ϕ 215	390	ϕ 280	110	87	6132
5-253	ϕ250	400	ϕ 320	135	101	8296
7-55	ϕ175	350	ϕ225	90	68	3535
7-85	ϕ205	410	ϕ275	110	83	5463
7-127	ϕ245	450	ϕ315	135	105	8162
7-187	ϕ285	520	ϕ386	135	121	12018
7-253	ϕ325	595	ϕ440	180	139	16260

Dụng cụ trên có khả năng kháng mỏi tốt, thường dùng để kéo xiên cho các khoảng lớn (khẩu độ lớn).

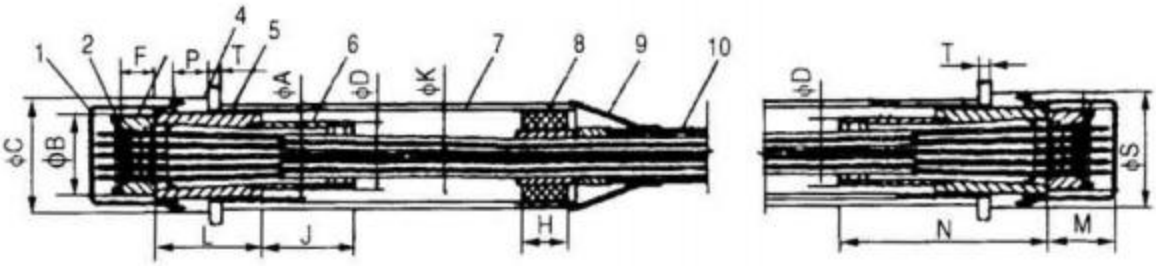
Ngoài dụng cụ đúc, nguội đầu đầu thép nói trên, người ta còn có dụng cụ cặp giữ "Đúc nóng dập đầu thép" có kích thước nhỏ hơn.

3. Dụng cụ cặp giữ kéo cáp thép

Hình 31 là cấu tạo dụng cụ cặp giữ đầu cáp thép.

Hình 31b: Cặp giữ cố định đầu cáp thép; hình 31a) Cặp giữ đầu cáp thép, tại phía đầu kéo

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



a) Neo giữ đầu kéo

b) Neo giữ đầu cố định

1- Nắp bảo vệ
2- Chi tiết nới lỏng
3- Miếng kẹp cặp giữ
4- Bản đệm
5- Ống tỳ chịu lực
6- Ống luồn dẫn cáp
7- Ống chôn sẵn
8- Chi tiết giảm chấn
9- Nắp chụp bảo vệ
10- Thân cáp

Hình 31: *Dụng cụ cặp giữ để kéo cáp thép*

Bảng 31. Thông số các dụng cụ cặp giữ cáp thép (mm)

Quy cách	ϕA	ϕB	ϕC	ϕD	F	FG	H	J	FK	L	M	N	P	ϕS	T
15-19	285	270	360	195	100	160	80	400	300	400	120	600	100	345	50
15-27	285	270	360	195	120	180	120	400	300	400	140	600	100	345	50
15-34	330	310	420	260	140	200	135	400	345	450	160	650	120	345	50
15-43	350	335	450	260	150	225	135	400	365	500	170	700	150	425	60

4. Neo giữ bằng thanh kéo

Loại thanh kéo thép dự ứng lực thường được dùng là loại thanh thép đã được xử lý nhiệt của công ty Macallog (của Anh) với cường độ chịu kéo:

$$f_{ptk} = 610 \text{ MPa}$$

Trung Quốc cũng có các loại:

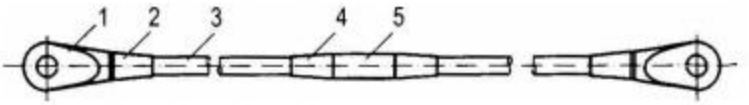
M36 (ϕ34); M42 (ϕ39)

M48 (ϕ44); M56 (ϕ52)

M64 (ϕ60); M76 (ϕ72)

M90 (ϕ85);

Trong đó M76 có lực kéo đạt trên 900kN.



1- Đầu tai dẹt
2- Ốc hình côn khóa chặt
3- Thanh kéo
4- Ốc hình côn khóa chặt
5- Ống hình bọc ngoài điều chỉnh được

Hình 32: *Thanh kéo cặp giữ dùng để lắp vào đầu thép dự ứng lực*

§6. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CÁC PHƯƠNG TIỆN CẶP GIỮ VÀ KẾT NỐI

Nội dung và yêu cầu.

Sau đây là một số lưu ý:

Chi tiết cặp giữ cốt thép dự ứng lực nhiều đầu: Mỗi lần nghiệm thu không nên quá 1000 cái một lần nghiệm thu.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Chi tiết cặp giữ cốt thép dự ứng lực một đầu: Mỗi lần nghiệm thu không nên quá 2000 cái cho một lần nghiệm thu.

Đối với chi tiết kết nối chỉ nên nghiệm thu mỗi lần dưới 500 cái. Nội dung kiểm tra có thể theo các chủ đề sau:

- Kiểm tra hình thức, mặt ngoài của chi tiết - Kiểm tra bằng mắt.
- Kiểm tra độ cứng và độ bền của phương tiện qua thử nghiệm.
- Thử nghiệm khả năng neo giữ tĩnh tải của phương tiện.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 3

CÁC THIẾT BỊ KÉO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Thiết bị kéo căng cốt thép dự ứng lực là kích dầu (kích thủy lực) được dẫn động bằng một máy bơm dầu cao áp - máy bơm dầu được dẫn động bằng động cơ điện. Thiết bị kéo căng đang được hoàn thiện dần theo hướng: Tăng khả năng kéo và gọn nhẹ hơn.

§1. KÍCH THỦY LỰC

Hình dáng kích thủy lực có nhiều loại:

Loại thanh kéo.

Loại xuyên tâm.

Loại cặp giữ hình côn.

Loại mố bệ

Theo công năng, có thể phân ra làm hai loại:

Kích đơn dụng.

Kích song dụng.

Theo khả năng lực kéo căng có thể chia ra ba loại:

Loại nhỏ: Loại kéo dưới 250 kN

Loại vừa: 250 kN ~ 1000 kN.

Loại lớn: Lực kéo trên 1000 kN.

1. Kích xuyên tâm

Kích xuyên tâm là kích có lỗ hình ống xuyên tâm giữa thân kích.

Kích xuyên tâm có những loại sau:

YC20D; YC60 và YC120

Bảng 32. Tính năng kỹ thuật kích dầu YC

Các chỉ số	Đơn vị	YC20D	YC60	YC120
Áp lực dầu	N/mm^2	40	40	50
Diện tích áp lực dầu của xilanh kéo	cm^2	51	162,6	250
Lực kéo danh nghĩa	kN	200	600	1200

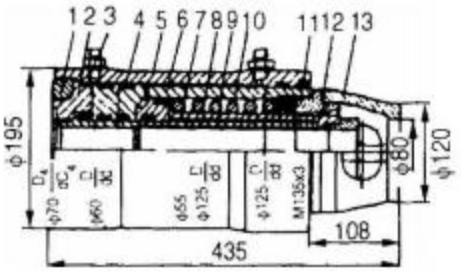
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 32 (tiếp theo)

Các chỉ số	Đơn vị	YC20D	YC60	YC120
Hành trình kéo	mm	200	150	300
Diện tích đáy piston nén	cm^2	–	84,2	113
Hành trình nén	m.m	–	50	40
Diện tích áp lực dầu hồi trình của xilanh kéo	cm^2	–	12,4	160
Hồi trình của piston nén		–	Lò xo	Lò xo
Đường kính lỗ xuyên tâm	mm	31	55	70
Kích thước không có chân tỳ	mm	ϕ116 × 360	ϕ196 × 425	ϕ250 × 910
Trọng lượng khi không có chân tỳ	kg	19	63	196
Bơm dầu kèm theo ,		ZB0,8 – 500	ZB4–500 ZB0,8 – 500	ZBS4-500 (3 ống dầu)

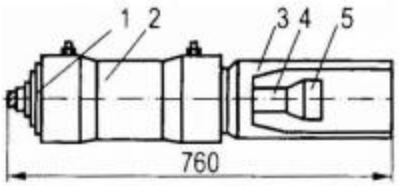
a) Kích dầu (kích thủy lực) YC60

Thành phần cấu tạo kích dầu YC60 gồm các bộ phận: Xilanh dầu kéo; xilanh dầu nén, piston ép nén, ống xuyên tâm, ống bao bảo vệ, đầu nắp bịt, ống nối kết, ống đầu tỳ, lò xo hồi trình (lò xo đẩy trả lại); các vòng chặn kín (joăng).



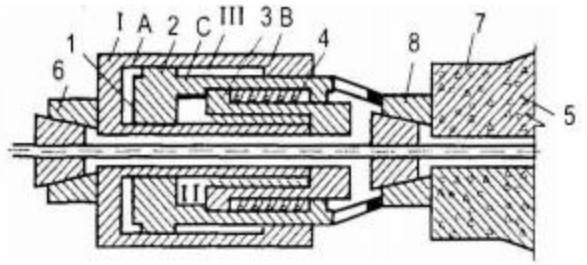
1- Ốc nắp bịt đầu
2 - Nắp bịt đầu
3- Gioăng chặn Polyurethane dạng O
4 - Gioăng chặn Polyurethane dạng Y
5 - Xi lanh đầu kéo
6 - Xi lanh đầu nén
7 - Pitton nén
8 - Ống xuyên tâm
9 - Ống bao bảo vệ
10 - Lò xo hồi trình (Lò xo đẩy trả trở lại)
11 - Ống nối kết
12- Vòng chắn bụi dạng J_A
13- Ống đầu tỳ.

Hình 33: *Cấu tạo kích dầu (kích thủy lực) YC60*



1- Con ốc thanh kéo
2 - Kích thủy lực
3- Chân tỳ
4- Thanh kéo
5- Đầu kéo

Hình 34: *YC60 có gắn chân tỳ*

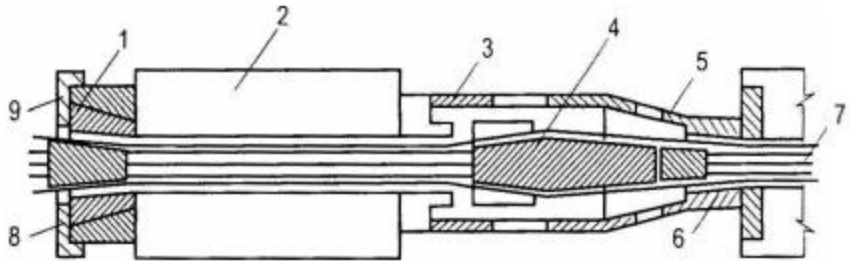


1- Xilanh kéo
2- Xilanh nén
3- Pittong nén
4- Lò xo đẩy trả lại
5- Bó cốt thép dự ứng lực
6- Phương tiện (dụng cụ) cặp giữ
7- Cấu kiện bê tông
8- Neo giữ

I - Buồng dầu kéo;
II- Buồng dầu nén;
III- Buồng dầu hồi trình (trả lại về chỗ cũ) khi kéo
A- Lỗ dầu xilanh kéo
B- Lỗ dầu xi lanh nén
C- Lỗ dầu

Hình 35: *Nguyên lý làm việc của kích dầu YC60*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

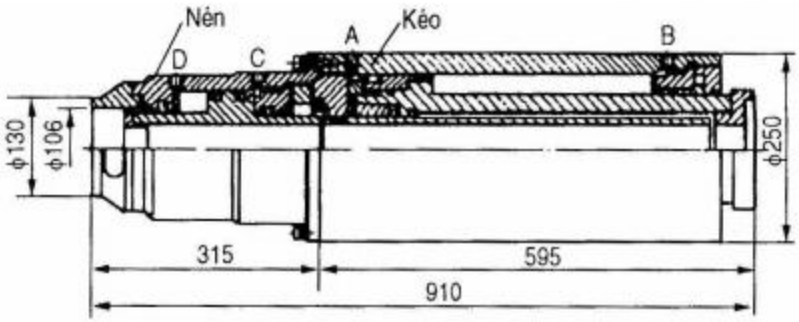


1- Dụng cụ cặp giữ
2- Kích YC 60
3- Đoạn ống nối
4- Dụng cụ nén đẩy bó nhánh
5- Đầu tỳ
6- Đầu neo giữ hình côn
7- Bó sợi thép
8- Vòng đệm

Hình 36: *Tình trạng nén đẩy các bó nhánh và neo giữ các bó sợi thép ở kích YC60*

b) Kích dầu YC120

Đặc điểm của kích YC120 là hai bộ phận độc lập nhau, được nối đồng trục với nhau cấu tạo đơn giản, chính xác, dễ thi công. Đoạn thép chừa lại ngoài bêtông hơi dài.



Hình 37: *Cấu tạo kích dầu YC120*

c) Kích dầu YC20D

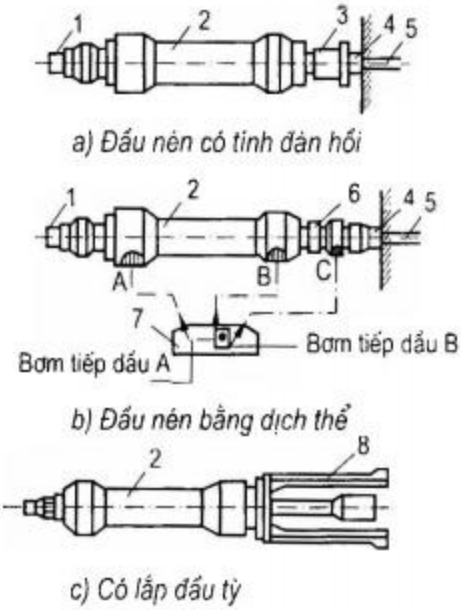
Kích YC20D là loại kích xuyên tâm đa năng

Thường dùng để kéo thép ϕ12,7 hoặc cáp thép 15,2, và các thép hoặc bó sợi thép có cường độ dưới 200kN.

Hình a: Loại kích YC20D có đầu nén đàn hồi.

Hình b: Loại kích YC20D có đầu nén dịch thể (thuỷ lực).

Hình c: Loại YC20D có lắp thêm đầu chân tỳ.



1- Kích YC 200
2- Dụng cụ cặp giữ vát hai mặt
3- Đầu nén đàn hồi
4- Chi tiết neo giữ cốt thép dự ứng lực
5- Thép dự ứng lực
6- Đầu nén bằng dịch thể thuỷ lực
7- Van khống chế
8- Chân tỳ

Hình 38: *Kích YC20D*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

2) Kích xuyên tâm có đường kính lớn

Kích xuyên tâm có đường kính lỗ xuyên tâm lớn bao gồm ba loại:

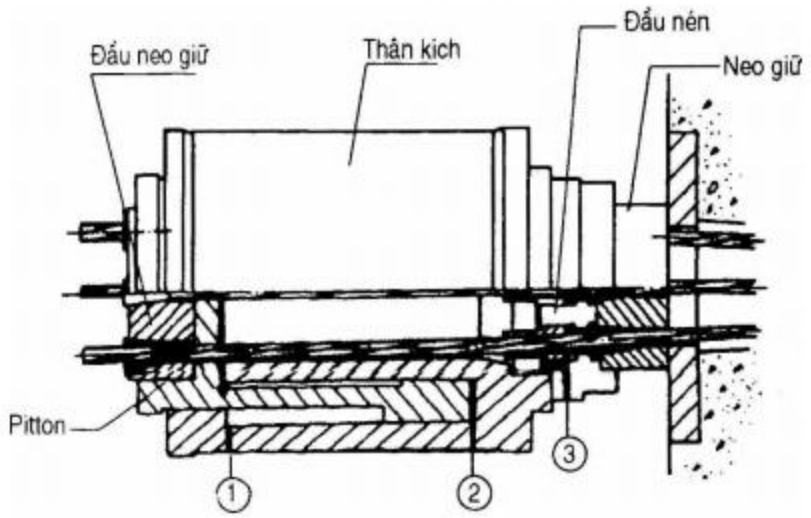
YCD - YCQ - YCW

Mỗi loại có nhiều quy cách khác nhau:

a) Kích YCD

Tính năng kỹ thuật kích YCD được thể hiện trong bảng 33

① Lỗ dầu trả về ② Lỗ bơm dầu kéo căng ③ Lỗ dầu đầu nén.



***Hình 39:** Kích YCD*

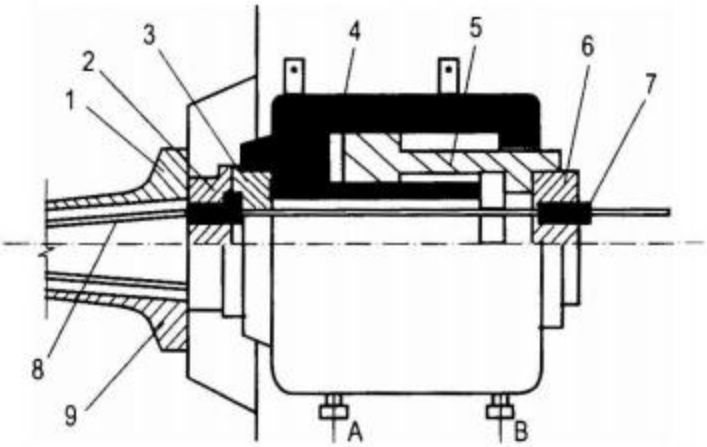
Bảng 33. Các tính năng kỹ thuật của kích YCD

Các thông số	Đơn vị	YCD120	YCD 200	YCD 350
- Áp lực dầu	N/mm^2	50	50	50
- Diện tích áp lực dầu lên xi lanh kéo	cm^2	290	490	766
- Lực kéo	kN	1450	2450	3830
- Bước kích	mm	180	180	250
- Đường lỗ xuyên tâm	mm	128	160	205
- Diện tích áp lực dầu lên xi lanh hồi chuyển	cm^2	177	263	-
- Áp lực dầu hồi chuyển	N/mm^2	20	20	20
- Dùng cho bó sợi cáp ϕ15	cây	4-7	8-12	19

b) Kích YCQ

Kích YCQ (hình 40), khác với YCD là dùng phương tiện nén ép đầu, kích YCQ dùng bản định vị. Tác dụng của bản định vị là hạn chế được chiều dài nhô ra ngoài của bản kẹp neo trong quá trình kéo căng; bó cáp dự ứng lực.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



1- Bản neo tạm
2- Tấm kẹp giữ tạm
3- Bản định vị
4- Xilanh kích
5- Pittông
6- Bản neo chuyên dùng
7- Tấm kẹp giữ chuyên dùng
8- Cáp thép
9- Tấm đệm hình loe
A- Lỗ bơm dầu vào khi kéo
B- Lỗ Bơm dầu vào khi co trở về

Hình 40: *Cấu tạo kích YCQ*

Bảng 34. Các tính năng kỹ thuật của kích YCQ

Các thông số	Đơn vị	YCQ 100	YCQ 200	YCQ 350	YCQ 500
Áp lực dầu	N/mm^2	63	63	63	63
Diện tích piston khi đi	cm^2	219	330	550	788
Lực kéo thiết kế	kN	1380	2080	3460	4960
Bước kéo	mm	150	150	150	200
Diện tích đáy piston khi về	cm^2	113	185	273	427
Áp lực dầu khi trả về	N/mm^2	< 30	< 30	< 30	< 30
Đường kính lỗ xuyên tâm	mm	90	130	140	175
Trọng lượng	kg	110	190	320	550

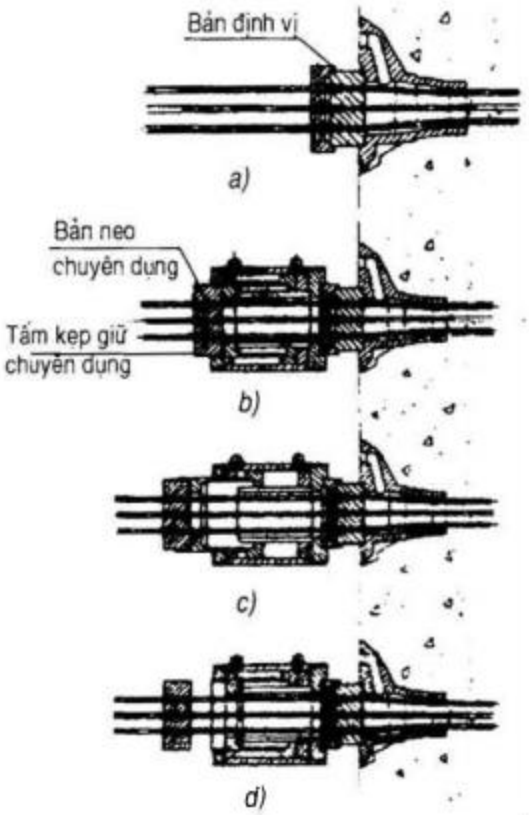
c) YCW

Kích YCW cải tiến từ kích YCQ, gọn nhẹ hơn

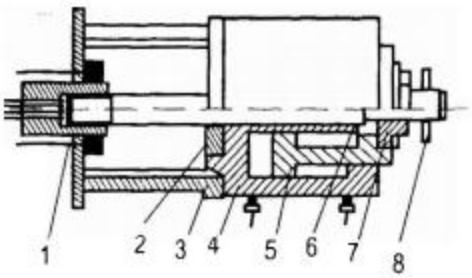
Bảng 35. Các tính năng kỹ thuật của kích YCWB

Các thông số	Đơn vị	YCW-100B	YCW-150B	YCW-250B	YCW-400B
- Lực kéo	kN	973	1492	2480	3956
- Áp lực dầu	MPa	51	50	54	52
- Diện tích pistong khi kéo	cm^2	191	298	459	761
- Diện tích piston khi trở về	cm^2	78	138	280	459
Áp lực dầu khi trở về	MPa	< 25	< 25	< 25	< 25
Đường kính lô xuyên tâm	mm	78	120	140	175
Bước kéo	mm	200	200	200	200
Trọng lượng máy	kg	65	108	164	270

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



Hình 41: *Trình tự thao tác kích YCW*



1- Chi tiết neo giữ
2- Vòng đỡ
3- Chân chống
4- Xi lanh dầu
5- Piston
6- Thanh kéo
7- Con ốc của thanh kéo
8 - Tay cầm thanh kéo

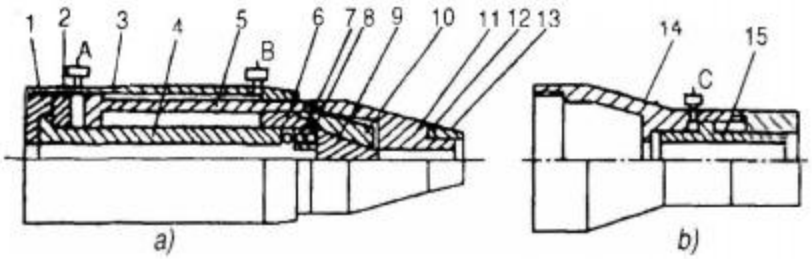
Hình 42: *Trạng thái làm việc của kích YCW có chân chống*

3. Kích có chi tiết cặp giữ đặt bên trong

Đây chính là một loại dạng kích kiểu xuyên tâm có đặt chi tiết cặp giữ chuyên dùng tại phía trước kích.

Ưu điểm loại kích này là tiết kiệm cốt thép dự ứng lực, sử dụng đơn giản, hiệu suất cao.

- Kích YDCQ



1. Bản ép; 2. Đầu bít; 3. Vỏ xi lanh; 4. Ống lỗ xuyên tâm; 5. Piston; 6. Chi tiết nối; 7. Lò xo trả về; 8. ống dẫn hướng; 9. Tấm kẹp giữ; 10. Vòng neo giữ; 11. Ống chống; 12. Vòng đệm; 13. Ốc vặn ống chống; 14. Xi lanh nén; 15. Piston nén; A.B.C: Các lỗ bơm dầu

a) Kích có chi tiết cặp giữ ở trước; b) Chi tiết ép dầu

Hình 43: *Cấu tạo kích YDC 240Q*

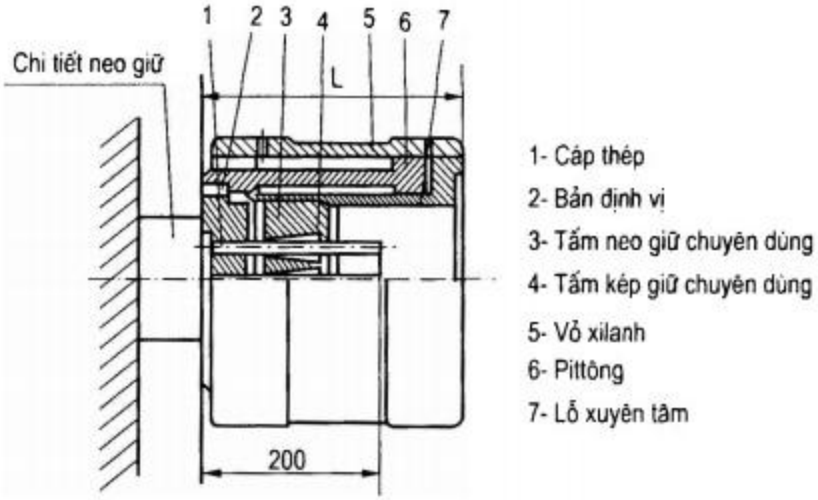
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

(Kích YDC 240Q: Lực kéo 240kN, áp lực nén 50MPa; Bước kích 200mm; Lỗ xuyên tâm 18mm, nặng 18,2kg).

- *Kích YDCN* (Cặp giữ đặt bên trong)

Bảng 36. Các tính năng kỹ thuật của kích YDCN

Các thông số	Đơn vị	YDC100N-100 (200)	YDC 1500N-100 (200)	YDC2500N-100 (200)
- Lực kéo	kN	997	1493	2462
- Áp lực dầu	MPa	55	54	50
- Diện tích Piston kéo	cm^2	181,2	276,5	492,4
- Diện tích Piston khi trở về	cm^2	91,9	115,5	292,5
- Bước kích	mm	100(200)	100(200)	100(200)
- Trọng lượng	kg	78 (98)	116 (146)	217 (363)



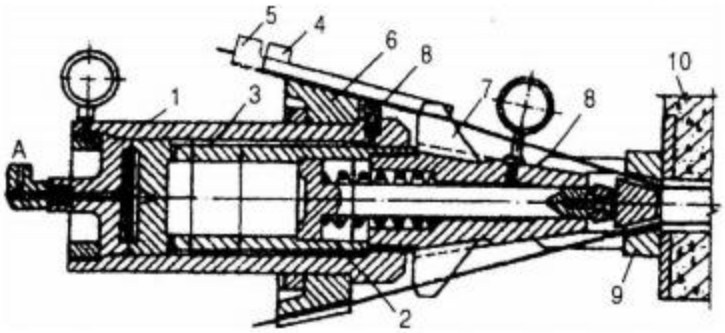
Hình 44: *Kích YDCN*

4. Kích dạng hình côn

Bảng 37. Các đặc tính kỹ thuật kích hình côn

Các thông số	Đơn vị	YZ85-300	YZ85-500	YZ150-300
Áp lực dầu	MPa	46	46	50
Lực kéo	kN	850	850	1500
Bước kéo	mm	300	500	300
Lực nén đầu	kN	390	390	769
Bước nén	mm	65	65	65
Trọng lượng	kg	180	205	198

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



1. Xi lanh kéo; 2. Xi lanh đầu nén (nén ép); 3. Xi lanh tháo nêm; 4. Miếng nêm (vị trí lúc kéo); 5. Miếng nêm vị trí lúc tháo ra; 6. Vòng kẹp giữ hình côn; 7. Miếng tháo nêm; 8. Dây thép; 9. Chi tiết neo giữ hình côn; 10. Cấu kiện; A-B: Các lỗ miệng dầu

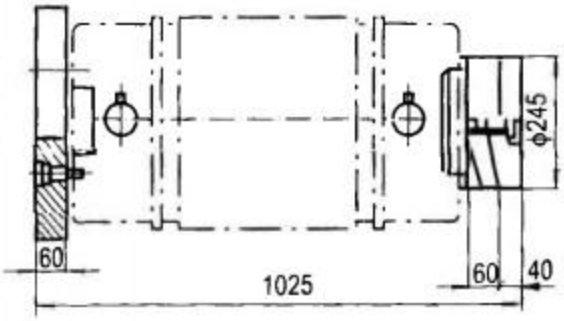
Hình 45: *Kích có chi tiết neo giữ dạng hình côn*

5. Kích dùng cho bệ tỳ

Kích dùng cho bệ tỳ là kích phục vụ tạo dự ứng lực cho các kết cấu căng trước

Bảng 38. Các tính năng kỹ thuật của kích bệ tỳ

Các thông số	Đ.vị	YDT-120	YDT 300	YDT 350
Áp lực dầu	MPa	50	50	50
Lực kéo	kN	1200	3000	3500
Bước kích	mm	300	500	700
Trọng lượng	kg	150	-	-



Hình 46: *Hình dáng của kích bệ tỳ*

6. Kích hai xilanh hở miệng

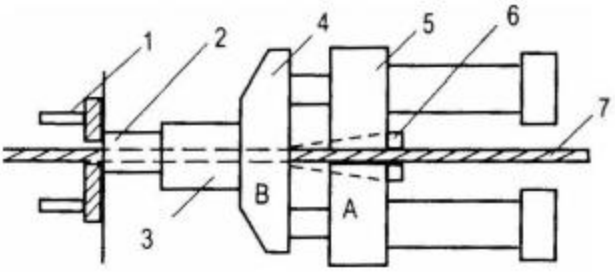
Kích 2 xilanh hở miệng có bề ngoài như hình 47. Các thông số chủ yếu của kích:

Lực kéo 180kN

Bước kích 150mm

Áp lực nén 40MPa

Trọng lượng 47kg



1- Chi tiết chôn sẵn
2- Chi tiết neo giữ
3- Chi tiết nén ép đỉnh (nén đầu)
4- Giá đỡ Pittông
5- Giá đỡ xilanh
6- Tấm kẹp giữ
7- Thép dự ứng lực
A, B - Các lỗ dầu

Hình 47: *Kích 2 xi lanh hở miệng*

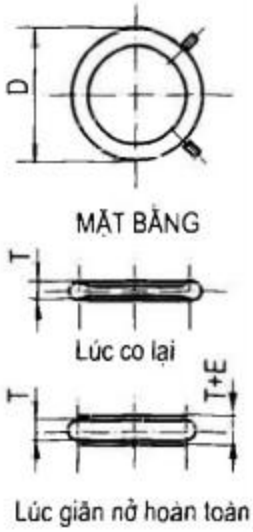
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

7. Kích dẹt

Kích dẹt có hình dáng như hình 48

Bảng 39. Các thông số kỹ thuật của kích dẹt

Đường kính D m.m	Tải trọng cực đại kN	Bước kích cực đại E.mm	Khe hở lắp đặt m.m
120	85	25	38
150	155	25	38
220	390	25	38
250	525	25	38
270	605	25	38
300	780	25	38
350	1080	25	38
420	1605	25	38
480	2170	25	38
600	3470	25	38
750	5400	25	45
870	7385	25	45
920	8975	25	45
1150	13655	25	50



Hình 48. *Cấu tạo bề ngoài của kích dẹt*

8. Những điểm cần chú ý và các sự cố thường gặp khi thao tác kích

a) Các điểm cần chú ý:

- Không được sử dụng vượt tải quy định.

- Giữ cho pistông sạch - nếu bị vấy bẩn cần làm sạch ngay, không dùng thì phải gói bọc lại, bịt các lỗ dầu.

- Quan sát kỹ trạng thái kích khi kéo hoặc kích nâng; ngay thẳng, nếu không ngay không thẳng đứng thì nên trả dầu về và hiệu chỉnh lại. Cho dầu vào nên bơm từ từ và khi cho dầu trả về cũng chầm chậm.

- Đối với kích có hai tác dụng (ép và kéo): Khi kéo nên trả toàn bộ dầu của xi lanh nén ép. Đối với khi nén ép thì xi lanh dầu kéo phải giữ tải để bảo đảm lực kéo được giữ nguyên và chờ đến khi neo giữ xong đầu nén ép thì mới trả dầu xi lanh kéo về.

b) Các sự cố thường gặp và cách xử lý

- Rò rỉ dầu:

Các gioăng không kín. Đấu nối ống dầu không kỹ: Cần thay gioăng và xem lại các đầu nối.

- Khi kích kéo thì piston không hoạt động hoặc vận hành khó khăn:

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Nguyên nhân: Van hỏng, dầu xi lanh kéo không trả về được. Xi lanh kéo bị chảy rò dầu; lượng dầu không đủ. Vòng chặn (seal washer, seal ring) bung ra quá chặt.

Khắc phục: Thao tác van đúng, trả dầu xilanh về, tìm nguyên nhân rò rỉ dầu xi lanh và xử lý tốt các chỗ rò rỉ. Cho đủ lượng dầu; kiểm tra lại kích cỡ và quy cách vòng chặn - thay vòng chặn khác.

- Piston không trả về được hoặc trả về rất khó khăn.

Nguyên nhân: Thao tác van không đúng. Xi lanh kéo không trả dầu về được. Xi lanh trả về bị rò rỉ dầu. Khi trả về không đủ lượng dầu.

Khắc phục: Thao tác van chính xác. Trả dầu của xi lanh kéo về; tìm nguyên nhân rò rỉ dầu và khắc phục, cho đủ dầu.

- Piston vận hành không ổn định:

Nguyên nhân: Trong dầu có lẫn không khí.

Xử lý: Vận hành không tải nhiều lần để thải không khí.

- Xi lanh hoặc piston bị các vết xước (vết cắt).

Nguyên nhân: Trên vòng chặn có cát hoặc sắt vụn; xi lanh biến dạng.

Khắc phục: Kiểm tra, loại trừ và phục hồi.

- Nứt mối hàn ống dầu nối với kích.

Nguyên nhân: Ống dầu bị bẻ qua bẻ lại nhiều lần hoặc dùng quá lâu.
Áp lực dầu quá lớn. Mối hàn kém.

Khắc phục: Tránh bẻ đi bẻ lại. Kiểm tra áp lực dầu
Hàn cẩn thận.

§2. BƠM DẦU

Bơm dầu là thiết bị dẫn động để kích hoạt động kéo nén. Bơm dầu được dẫn động bằng động cơ điện.

Áp lực ngạch định của bơm dầu nói chung phải bằng hoặc lớn hơn áp lực ngạch định của kích dầu (còn gọi là kích thủy lực - hydraulic jack - oil jack) sau đây ta sẽ làm quen với một số bơm dầu thông dụng và bơm dầu siêu cao áp.

1. Bơm dầu thông dụng

Dưới đây là các thông số và hình dáng bên ngoài của bơm dầu ZB4-500

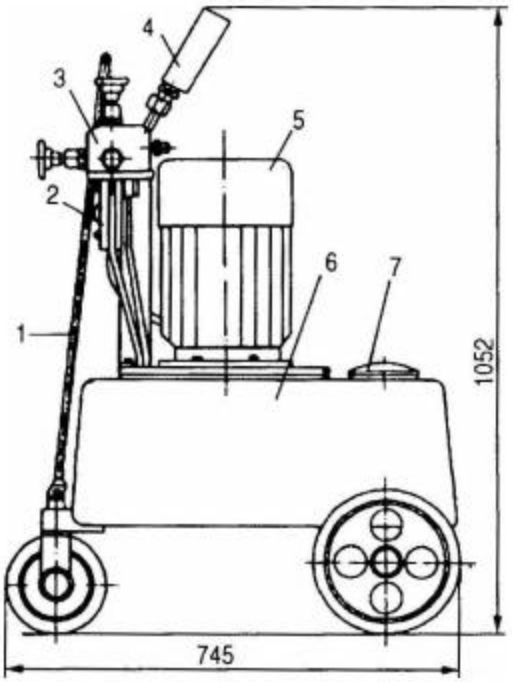
Bảng 41. Các thông số của bơm ZB4-500

Trụ đứng (Trunk piston)	Đường kính	mm	ϕ10
	Hành trình	mm	6,8
	Số trụ đứng	cái	2 × 3
Áp lực dầu ngạch định		MPa	50
Lưu lượng ngạch định		L/phút	2 × 2
Số miệng dầu ra		cái	2
Động cơ điện	Công suất	kW	3
Động cơ điện	Số vòng	t/phút	1420

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 41 (tiếp theo)

Loại dầu: Dầu máy 10 hoặc 20		
Dung tích thùng dầu	Lít	42
Kích thước bề ngoài: 745 × 494 × 1052		
Trọng lượng	kg	120



1- Tay kéo
2- Đóng mở bằng điện
3- Van điều khiển tổng hợp
4- Đồng hồ áp lực
5- Bơm động cơ điện
6- Xe chở thùng dầu
7- Miệng nắp thùng dầu

Hình 49: *Máy bơm dầu ZB4 - 500*

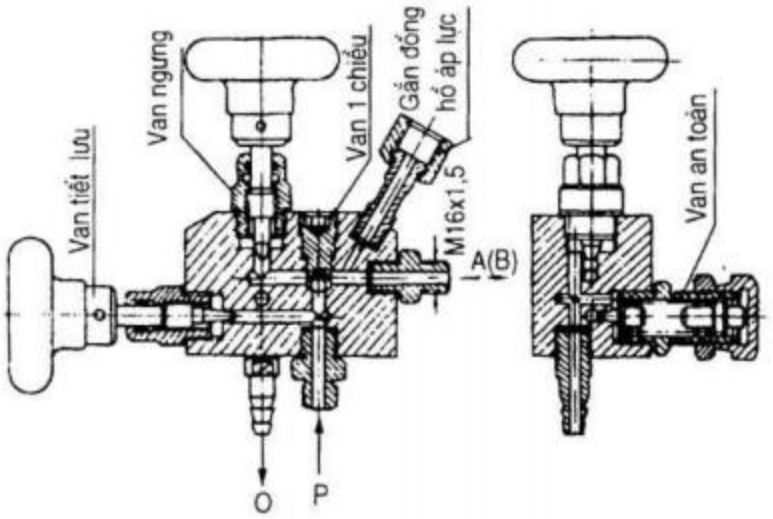
Máy bơm dầu ZB4-500 có áp lực dầu ≤ 50MPa.

Dưới đây là hệ thống van điều khiển bơm dầu ZB4-500 (hình 50)

Bảng 42. Thao tác van điều khiển bơm dầu ZB4-500

Van / Thao tác / Tình trạng	Van tiết lưu		Van ngưng		Ứng dụng
	Trái	Phải	Trái	Phải	
Chạy Không tải	Mở	Mở	Mở hay đóng	Mở hay đóng	Khởi động, thoát khí, chạy không tải
Nạp dầu đường trái (phải) Dẫn dầu về đường phải (trái)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Khi kích kéo và khi dịch áp trở về
Đường dầu trái phải cùng nạp vào, áp lực ≤ 40N/mm²	Đóng	Đóng	Đóng	Đóng	Kích ép neo giữ xi lanh kéo giữ tải
Xả tải trả về	Mở	Mở	Mở	Mở	Kích xả tải, lò xo trả về
Nạp dầu 1 đường trái (phải)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Đóng	Đóng	• Tán dập đầu và xả tải • Gia tải xả tải từng cái một
Nạp dầu 1 đường phải (trái)	Mở	Mở	Mở	Mở	

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



Hình 50: *Van điều khiển bơm dầu ZB4-500*

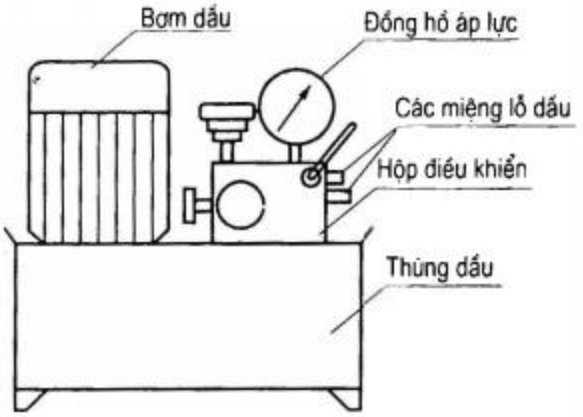
2. Các máy bơm dầu công suất nhỏ

ZB1-630 chủ yếu dùng cho kích loại nhỏ và các đầu ép tán đầu loại nhỏ.

ZB1-630 có các thông số chủ yếu sau:

Trụ đứng (Trunk piston):

Đường kính	8mm
Hành trình	5,57mm
Số cái	3 cái
Áp lực dầu	63 MPa
Lưu lượng dầu	1 lít/phút
Số miệng lỗ dầu	2 cái
Động cơ điện	
Công suất	1,1 kW
Số vòng quay	1400 v/phút
Loại dầu: Dầu máy 10 hoặc 20	
Dung tích thùng dầu	18 lít
Trọng lượng	35 kg



Hình 51: *Máy bơm dầu ZB1-630*

3. Máy bơm siêu cao áp có biên độ sử dụng lớn

a) Máy bơm dầu ZB10/320-4/800

Máy bơm siêu cao áp (superhigh pressur oil pump) ZB10/320-4/800 có lưu lượng cao, có biên độ sử dụng lớn... dùng cho các trường hợp có lực kéo trên 1000 kN và áp lực công tác trên 50 MPa. Sau đây là các thông số chủ yếu:

Áp lực dầu:	Cấp 1 : 32 MPa	Cấp 2 : 80 MPa
Lưu lượng	Cấp 1 : 10 lít/phút	Cấp 2 : 4 lít/phút.
Động cơ điện:	Công suất 7,5 kW	Số vòng quay 1450 vòng/phút

Dung tích thùng dầu 120 lít ; trọng lượng máy : 270 kg.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

b) Máy bơm ZB618

Máy bơm dầu ZB618 cũng chính là máy bơm dầu ZB6/1-800, dùng cho các loại kích kéo. Sau đây là các thông số của máy bơm dầu ZB618:

Trụ đứng (Trunk piston).

Đường kính	10mm
Hành trình	9,5/1,67 mm
Số cái	6 cái

Số vòng quay của bơm dầu	1420 vòng/phút.
Lượng thoát xả lý thuyết	6,3/1,1 mlít/vòng.
Áp lực dầu	80 MPa.
Lượng thoát xả ngạch định	6/1 lít/phút

Động cơ điện: Loại Y90 L2-4

Công suất:	1,5 kW
Số vòng quay	1420 vòng/phút

Số miệng lỗ dầu	2 cái
Loại dầu sử dụng:	Dầu máy số 10 hoặc số 20
Dung tích thùng dầu	20 lít.
Trọng lượng máy	70 kg

4. Các ống dẫn dầu

Các ống dẫn dầu nối máy bơm dầu và kích dầu. Các ống dẫn dầu bằng cao su được bọc sợi thép bện bên ngoài - bảo đảm lắp đặt dễ và khỏi bị phá hoại hư hỏng.

5. Những điểm chú ý khi sử dụng bơm dầu để dẫn động kích dầu

a) Những điểm cần chú ý

- Dầu dùng cho máy bơm phải là dầu máy số 10 hoặc số 20. Cũng có thể dùng loại dầu tương tự như dầu biến áp. Khi cho dầu vào máy nên qua lưới lọc. Dầu chứa trong (máy) thùng chỉ ở mức chứa 85% và khi thiếu sẽ cho thêm. Dầu cho thêm vào phải cùng loại với dầu hiện hữu. Nhiệt độ thích hợp của dầu là từ 10°C đến 40°C.

- Luôn luôn giữ sạch cho ống nối dầu (giữa máy bơm và kích), không dùng thì bịt kín lại để cho cát bụi không làm bẩn bên trong ống các lỗ miệng dầu của bơm dầu và của kích cũng phải được bịt kín trong trạng thái không làm việc.

- Không nên sử dụng bơm quá tải cho phép. Van an toàn nên sử dụng phù hợp với áp lực ngạch định, không nên tự ý điều chỉnh lại.

Nên nối tiếp đất cho vỏ máy bơm.

- Trước khi vận hành bơm. Nên mở thông các van điều tiết của các ống dẫn dầu rồi sau đó mới khởi động và chỉ cho đến khi nhận thấy chạy không tải bình thường thì sẽ khoá van,

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

đường dầu về, tiếp đó, xoay dần cần điều khiển van dầu dẫn vào kích và tăng dần phụ tải đồng thời theo dõi kỹ đồng hồ áp lực - Đồng hồ hoạt động bình thường không.

Khi máy bơm ngưng hoạt động, nên mở van đường dầu về (mở từ từ) và đợi cho kim đồng hồ trở về số không sau đó mới tháo đầu nối của ống dẫn dầu với kích. Không tháo ống dẫn dầu hoặc đồng hồ lúc máy bơm đang còn phụ tải.

- Máy bơm dùng cho kích hai tác dụng nên sử dụng hai ống dẫn đồng thời từ máy bơm dầu cho kích, (như loại ZB4-500).

- Ống dẫn dầu phải chịu được cao áp, chịu được áp lực dầu ngạch định tối đa. Ống dẫn phải dài ≥ 3m. Khi máy bơm dầu dẫn động đồng thời hai kích thì hai ống dẫn dầu phải giống nhau.

b) Các sự cố và cách xử lý

- Dầu không chảy, chảy không đủ, dầu bị chao động:

Có thể trong máy bơm có không khí, hở hoặc rò rỉ dầu, dầu cạn thấp, dầu quá loãng, quá sệt hoặc quá bẩn, lưới lọc bị tắc, trụ đứng bị kẹt, lò xo hút dầu không làm việc, van dẫn xả thoát dầu vặn không chặt.

Khắc phục: Xoay xoay các tay cầm để thoát xả khí, xem xét xử lý các chỗ rò rỉ, thay dầu khác hoặc thêm dầu cho đủ, làm sạch các lưới lọc, làm sạch trụ đứng hoặc thay các chi tiết bị hỏng, xem lại lò xo và các van dẫn xả dầu.

- Đồng hồ áp lực dầu không làm việc:

Có thể trong thùng dầu còn không khí, cần thoát sạch không khí. Dầu rò rỉ nên không đủ áp lực, cần phải kiểm tra và sửa chữa. Khi van an toàn bị hư hoặc không còn nhạy, van dẫn dầu hoặc kim van bị hư nên sửa hoặc thay mới. Van dẫn tháo xả dầu đóng chưa chặt. Trụ đứng và ống bao bị mòn nhiều, nên thay mới.

- Lúc duy trì áp lực kim đồng hồ áp lực hạ thấp dần:

Dầu bị chảy ra ngoài, cần xem và xử lý chỗ rò rỉ: Van một chiều bị hư hay van khoá dầu về bị hư.

- Khi bị chảy mất dầu:

Mối hàn hoặc đường ống bị nứt gãy nên sửa hoặc thay cái khác. Các ốc vặn chưa chặt, các vòng đệm bị chai cần sửa và thay mới. Cần xem xét sửa chữa các van cấp xả dầu và các chi tiết trụ đứng của bơm.

- Nghe tiếng kêu nhiều:

Đường dầu (cấp và xả) có chỗ bị tắc, một vài chi tiết bị lỏng, ống hút dầu bị không khí chui vào... Cần xem xét kỹ từng bộ phận để xử lý.

§3. CÁC THIẾT BỊ KÉO THÉP ĐƠN GIẢN

1. Máy kéo thanh thép có răng dẫn động bằng điện

Máy dùng để kéo các sợi thép dài trong các xưởng đúc bêtông tiền chế. Máy kéo DL1 chạy điện thuộc nhóm này có các thông số sau:

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Sợi thép được kéo $\phi 4 - \phi 5$

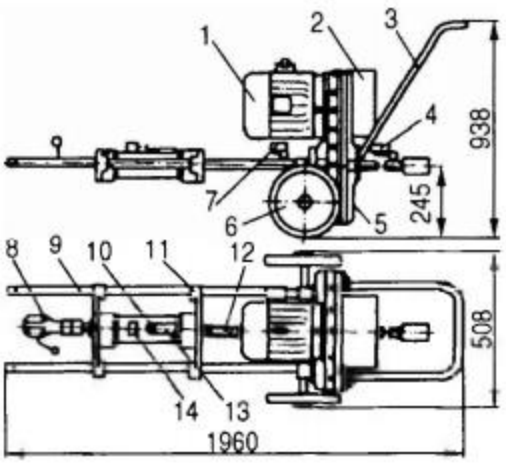
Lực kéo cực đại 10kN

Hành trình kéo max 780mm

Tốc độ kéo 2m/phút

Trọng lượng 143kg

Hình dưới là cấu tạo và kích thước của máy kéo DL1



1- Động cơ điện
2- Hộp nối điện
3- Tay cầm điều khiển
4- Đóng mở giới hạn trước
5- Hộp giảm tốc
6- Bánh xe cao su
7- Đóng mở giới hạn sau
8- Kìm cặp giữ sợi thép
9- Thanh chống
10- Lực kế lò xo
11- Giá trượt
12- Thanh ốc hình thang
13- Thước đo
14- Công tắc vi chỉnh

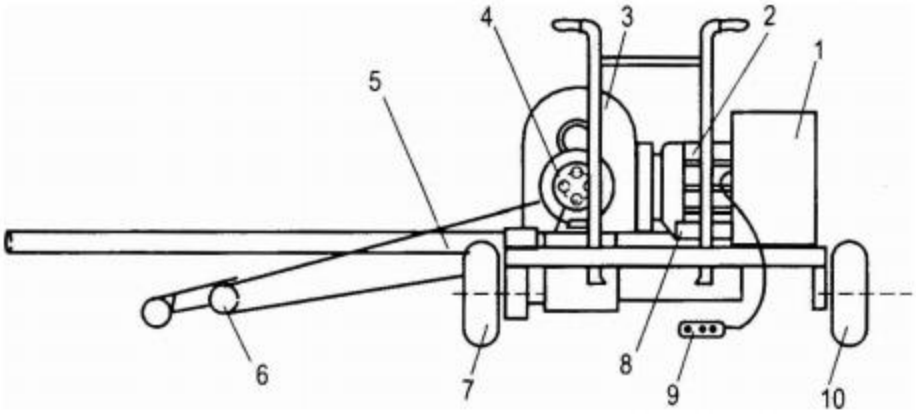
Hình 52: *Cấu tạo máy kéo thanh thép cơ răng (thanh ốc) dẫn động điện.*

2. Máy kéo dạng tời điện

Máy kéo dạng tời dẫn động bằng điện hiện thông dụng loại LYZ-1

Các thông số chủ yếu của máy là:

Sợi thép được kéo:	$\phi 4 - \phi 5$
Hành trình kéo	5m.
Lực kéo tối đa	10kN
Tốc độ kéo	2,5 m/phút
Động cơ điện	0,75kW
Trọng lượng (có hai loại)	109 kg và 113kg.



1- Hộp điện (nối dấu điện)
2- Động cơ điện
3- Hộp giảm tốc
4- Tang tời
5- Thanh chống
6- Kìm cặp giữ sợi thép
7- Bánh xe trước
8- Lực kế
9- Công tắc đóng mở
10- Bánh xe sau

Hình 53: *Máy kéo LYZ-1A (loại 113kg)*

§4. XEM XÉT ĐÁNH GIÁ VÀ LỰA CHỌN THIẾT BỊ KÉO

Các dụng cụ phương tiện phục vụ thi công cốt thép dự ứng lực phải giao cho các cán bộ chuyên ngành quản lý và sử dụng đồng thời phải tiến hành duy tu và kiểm tra định kỳ.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Cần phải xem xét xác định lực kéo, chủ yếu xác định đường cong quan hệ các số đọc của lực kéo và đồng hồ áp lực. Các dụng cụ thí nghiệm kiểm tra thiết bị kéo và lực kế có độ sai số chính xác nhỏ hơn ± 2%. Đối với đồng hồ áp lực (áp kế) phải có độ chính xác không dưới cấp 1,5 và lực tối đa phải bằng hoặc lớn hơn 1,3 lần lực kéo ngạch định.

Khi thử nghiệm kiểm tra, nên để piston ở trạng thái vị trí giống như lúc đang kéo thép.

Quá trình thực hiện kiểm tra có thời gian gián cách giữa hai đợt không quá 6 tháng.

Nên tiến hành kiểm định lại nếu xuất hiện một trong các hiện tượng sau:

- Kích vừa mới tháo sửa chữa duy tu;
- Kích cất giữ quá lâu bây giờ sử dụng lại.
- Đồng hồ áp lực bị va đập hoặc có hiện tượng không nhạy (thiếu chính xác).
- Thay mới đồng hồ áp lực.
- Khi kéo thép dự ứng lực, xảy ra sự cố đứt thép quá nhiều hoặc sai số độ giãn dài quá lớn.

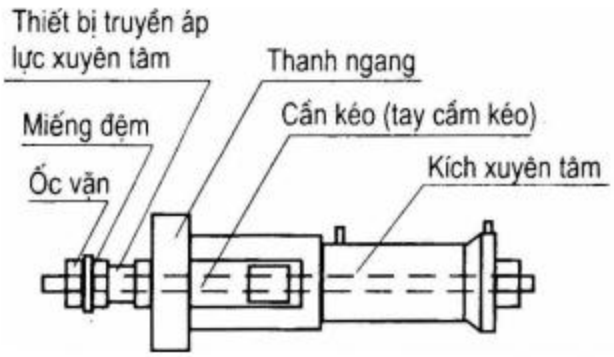
1. Kiểm định kích nén thuỷ lực

a) Dùng lực kế tiêu chuẩn để kiểm tra

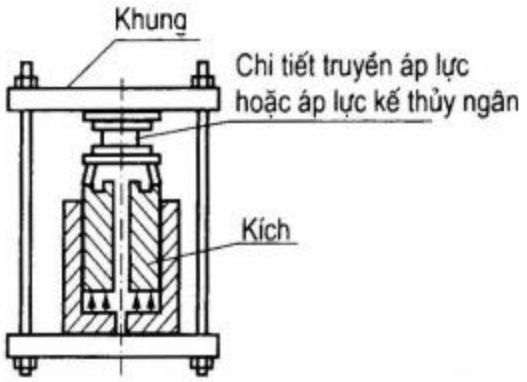
Cần phải kiểm tra sự phối hợp giữa kích thuỷ lực và đồng hồ áp lực với mục đích là giảm tối thiểu các sai sót và nâng cao tính chính xác của đồng hồ đo lực (áp kế).

Phương pháp dùng lực kế để kiểm tra kích là một phương pháp đơn giản nhưng có độ chính xác cao.

Lực kế thường dùng để kiểm tra gồm có: áp lực kế thuỷ ngân, thiết bị truyền áp lực hoặc vòng lò xo. Sự lắp đặt giống như hình 54.



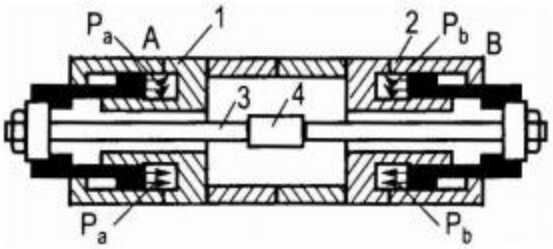
Hình 54: *Kiểm định kích theo thiết bị truyền áp lực kiểu xuyên tâm*



Hình 55: *Kiểm định kích bằng chi tiết truyền áp lực (hoặc áp lực kế thuỷ ngân)*

Ngoài hai cách đã trình bày như hình 54 và hình 55 người ta còn kiểm định theo phương pháp như hình 56. Hai kích đặt nằm được nối với nhau thông qua lực kế 4.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

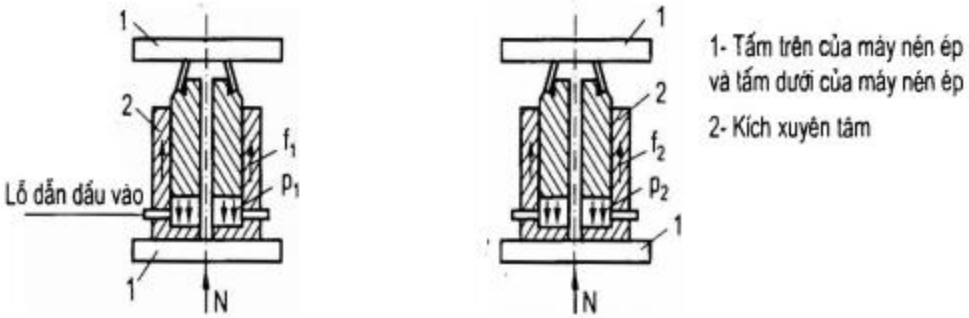


1. Kích A
2. Kích B.
3. Thanh kéo.
4. Lực kế.

Hình 56: *Kiểm định kéo đối đỉnh (đặt nằm)*

b) Kiểm định bằng máy nén ép của phòng thí nghiệm

Kiểm định kích xuyên tâm, kích hình côn, kích bệ tỳ.... người ta có thể thử nghiệm trên máy nén ép trong phòng thí nghiệm như đã thể hiện theo hình dưới đây (hình 57).



a) Máy thử nghiệm kích *b) Máy thử nghiệm đang nén ép kích*

Hình 57: *Kiểm định bằng máy nén ép kích xuyên tâm*

2. Kiểm định lực kế lò xo

Dùng tời điện hoặc máy kéo thanh có răng để kiểm tra lực kế lò xo.

3. Chọn thiết bị kéo và không gian kéo

a) Chọn thiết bị kéo

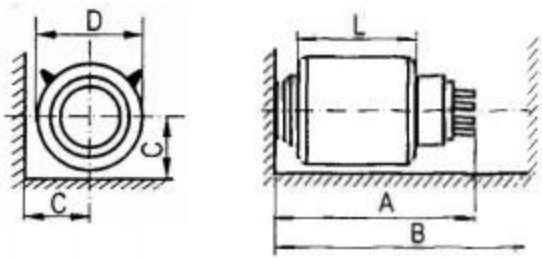
- Lực kéo dự ứng lực không được lớn hơn lực kéo ngạch định của kích.

- Độ giãn dài của một lần kéo không được lớn hơn hành trình cực đại của kích.

- Khi kéo không đủ thời gian thì có thể phân cấp kéo lại nhiều lần, tuy nhiên điều cần lưu ý là phương tiện dụng cụ neo - kẹp giữ phải phù hợp với phương pháp kéo lại nhiều lần.

b) Không gian cần thiết để kích kéo

Không gian cần thiết để kích kéo được thể hiện như hình 58



Hình 58: *Không gian kéo của kích*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 43. Không gian tối thiểu cho kích thao tác

Loại kích	Đường kính ngoài D của kích mm	Chiều dài kích L mm	Hành trình piston mm	Không gian nhỏ nhất		Chiều dài chừa của cáp thép mm
				B mm	C mm	
YDC 240Q	108	580	200	1000	70	200
YCW 100B	214	370	200	1200	150	570
YCW 150B	285	370	200	1250	190	570
YCW 250B	344	380	200	1270	220	590
YCW 350B	410	400	200	1320	255	620
YCW 400B	432	400	200	1320	265	620

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 4

TÍNH TOÁN THI CÔNG LẮP ĐẶT CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

§1. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ ĐƯỜNG CONG LẮP ĐẶT THÉP

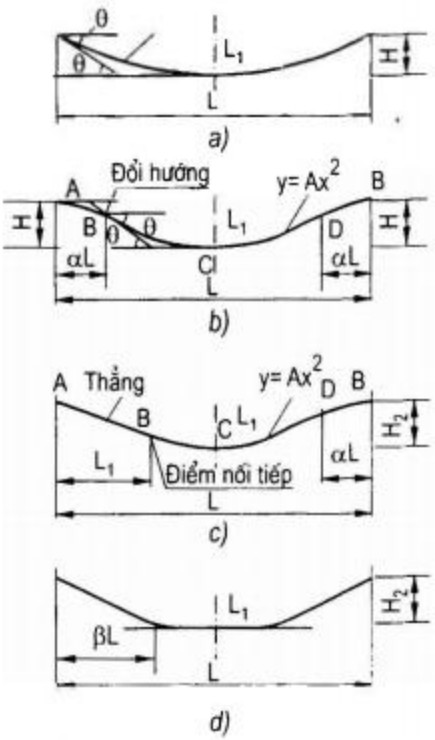
Trong các kết cấu và cấu kiện bêtông cốt thép dự ứng lực, cốt thép dự ứng lực thường được bố trí theo các dạng dưới đây.

a) Đường parabola.

b) Đường hyperbolic parabola.

c) Đường parabola nối với đường thẳng.

d) Hai đường gãy khúc



Hình 59: Hình dạng lắp đặt thép dự ứng lực

1. Dạng đường parabola (59a)

Dạng đường cong 59a bố trí tương ứng với dầm đơn giản

$$Q = \frac{4H}{L}\ ;\ L_T = \left(1 + \frac{8H^2}{3L^2}\right)L$$

$$Y = A.x^2\ ;\ A = \frac{4H}{L^2}$$

2. Dạng đường hyperbolic parabola (59b)

Dạng đường này thích hợp cho việc lắp đặt các thép dầm khung, nó phù hợp với dạng biểu đồ mô men uốn khi chịu tải.

Điểm B là điểm chuyển hướng uốn ngược lại.

Để tìm vị trí điểm B, ta phải xác định khoảng cách αL (từ B đến A).

$$\alpha L = (0,1 \sim 0,2)\ L$$

Ta có phương trình đường cong:

$$y = Ax^2$$

Trong đó:

$$A = \frac{2H}{(0,5-\alpha)L^2}\ \text{(cho đoạn giữa nhịp)}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

và

$$A = \frac{2H}{\alpha L^2} \qquad \text{(cho đoạn đầu mút)}$$

3. Đường parabola nối với đường thẳng (59c)

Trong hình này, điểm B là điểm nối tiếp giữa parabola và đường thẳng. Ta có công thức tính toán L_1.

$$L_1 = \frac{L_2}{2}\sqrt{1 - \frac{H_1}{H_2} + 2\alpha\frac{H_1}{H_2}} \text{ ; Khi } H_1 = H_2 \text{ thì } L_1 = 0,5\sqrt{2\alpha}$$

Trong công thức trên: $\alpha = 0,1 \sim 0,2$

4. Hai đường gãy khúc (59d)

Cốt thép dự ứng lực dạng hai đường gãy khúc thích dụng cho các dầm chịu tải trọng tập trung (thích hợp cho trường hợp 2 nhịp trở xuống).

$$\beta = (0,25 \sim 0,33)\ L$$

§2. TÍNH TOÁN CHIỀU DÀI CỐT THÉP

Chiều dài cốt thép để gia công lắp đặt phải thông qua tính toán cụ thể. Khi tính toán cần xem xét các yếu tố sau:

Chiều dài lỗ trong cấu kiện.

Chiều sâu (dày) của bệ tỳ - của phương tiện neo giữ.

Chiều dài của kích.

Phần thép chừa dài để tán dập đầu.

Phần thép nhô thừa không chịu ứng lực.

1. Chiều dài cắt của bó sợi thép dự ứng lực

a) Khi dùng phương tiện cặp giữ hình côn và kích hình côn để kéo thép

Chiều dài L của cốt thép theo hình 60

- Khi kéo cả hai đầu:

$$L = l + 2\,(l_1 + l_2 + 80)$$

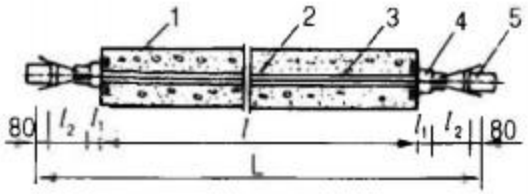
- Khi chỉ kéo một đầu:

$$L = l + 2\,(l_1 + 80) + l_2$$

Trong đó:

l - chiều dài lỗ trong cấu kiện;

l_1 - chiều dày vòng cặp giữ;



Hình 60: *Chiều dài cốt thép khi cặp giữ bằng phương tiện cặp giữ hình côn*

1. Cấu kiện bêtông; 2. Lỗ dài itrong cấu kiện; 3. Bó sợi thép; 4. Phương tiện cặp giữ hình côn; 5. Kích hình côn

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

l_2 - từ đầu dây phân nhánh của kích đến mút ngoài của mâm cặp giữ với kích YZ85 thì:

$$l_2 = 470 \text{ mm}$$

b) Khi dùng phương tiện cặp giữ tán dập đầu, kích xuyên tâm

Độ dài cốt thép L cần xem xét. Các kích thước: h, l, H, H_1 như hình 61 để tính toán cho chính xác.

$$L = l + 2(h + \delta) - K(H - H_1) - \Delta L - C$$

Trong đó:

l - chiều dài lỗ trong cấu kiện;

h - chiều dày cốc neo hoặc chiều dày tấm neo giữ;

δ - chiều dài thép chừa lại để tán dập đầu $\phi^P 5$ lấy δ = 10mm

K - hệ số:

Kéo một đầu thì K = 0,5.

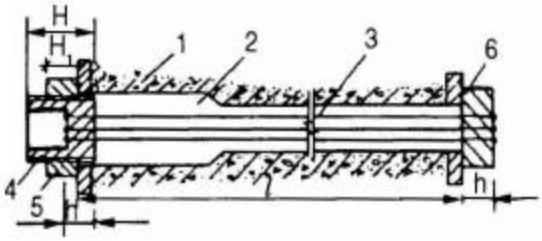
Kéo hai đầu thì K = 1,0

H - chiều cao cốc neo giữ;

H_1 - chiều cao (chiều dài) ốc vặn;

ΔL - trị số giãn dài của bó thép khi kéo;

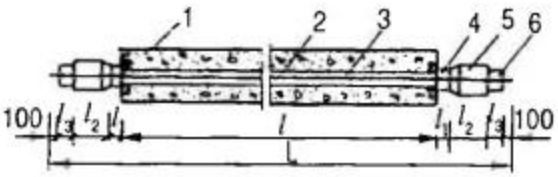
C - giá trị co nén đàn hồi của cấu kiện bêtông khi kéo.



Hình 61: *Sơ đồ tính toán chiều dài cắt thép khi neo giữ tán dập đầu*

1. Cấu kiện bê tông; 2. Lỗ trong cấu kiện 3. Bó sợi thép; 4. Cốc neo giữ; 5. Ốc vặn; 6. Tấm neo giữ

2. Chiều dài cắt của cáp thép dự ứng lực



Hình 62: *Sơ đồ tính chiều dài cắt cáp thép*

1. Cấu kiện bêtông; 2. Lỗ trong cấu kiện; 3. Cáp thép; 4. Neo tạm bằng tấm cặp giữ; 5. Kích xuyên tâm; 6. Neo bằng tấm kẹp giữ chuyên dụng.

Sơ đồ tính toán giống như hình 61.

Nếu kéo cả hai đầu:

$$L = l + 2(l_1 + l_2 + l_3 + 100)$$

Nếu kéo một đầu:

$$L = l + 2(l_1 + 100) + l_2 + l_3$$

Trong đó:

l - chiều dài lỗ trong cấu kiện;

l_1 - chiều dày tấm neo giữ tạm;

l_2 - chiều dài kích xuyên tâm;

l_3 - chiều dày tấm neo (kẹp) giữ chuyên dùng.

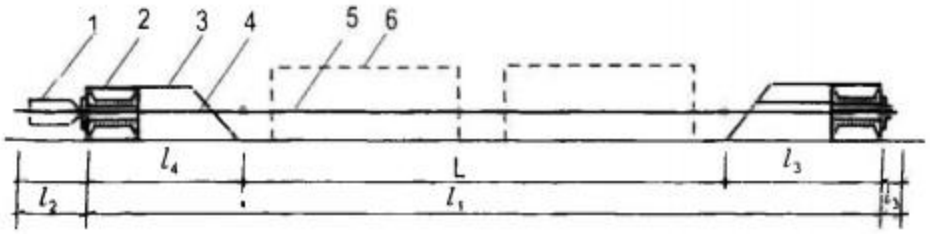
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

3. Tính toán chiều dài cắt thép khi dùng kích bệ tỳ

Thép căng dự ứng lực căng trước trên bệ tỳ có thể là thép thanh thép sợi hoặc cáp thép. Tùy theo vị trí lắp đặt kích kéo mà ta có thể kéo từng cây hoặc kéo chỉnh thể.

L cắt thép được tính theo công thức sau:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 - l_4 - l_5$$



1. Định vị trước khi kéo
2. Thành đỡ ngang.
3. Mố bệ tỳ
4. Thanh kéo công cụ (chuyên dùng).
5. Cốt thép dự ứng lực
6. Cấu kiện chờ đổ bêtông

Hình 63: *Sơ đồ tính toán chiều dài cắt thép khi kéo theo phương pháp bệ tỳ*

Trong công thức trên:

l_1 - chiều dài của bệ tỳ;

l_2 - chiều dài thiết bị lắp đặt để kéo thép;

l_3 - chiều dài cần thiết để định vị một đầu;

l_4 - chiều dài của thanh kéo chuyên dụng tại đầu kéo;

l_5 - chiều dài của thanh kéo chuyên dụng tại đầu neo giữ cố định.

§3. LỰC KÉO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Lực kéo lớn hay nhỏ có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả của cốt thép dự ứng lực. Lực kéo càng cao thì dự ứng lực càng lớn và tính kháng nứt của cấu kiện càng lớn. Tuy nhiên, khi cốt thép dự ứng lực ở trạng thái ứng lực quá cao thì cấu kiện cũng dễ tiếp cận với các tải trọng gây nứt và phá hoại, và thường bị phá hoại trước khi xuất hiện các dấu hiệu cảnh báo rõ rệt. Như vậy, cốt thép dự ứng lực trong trạng thái ứng lực quá lớn là một điều nguy hiểm.

Mặt khác lực căng cốt thép dự ứng lực quá lớn sẽ tạo độ vồng ngược cho phía đối diện và rất dễ gây ra nứt cho vùng chịu nén.

Ngược lại dự ứng lực trong giai đoạn kéo căng bị tổn thất quá lớn thì dự ứng lực làm việc trong cấu kiện có giá trị càng thấp và cấu kiện sẽ sớm xuất hiện vết nứt và sẽ không an toàn cho cấu kiện.

Do vậy, khi thiết kế không chỉ đơn thuần xác định lực kéo căng lớn hay nhỏ mà cần phải xem xét đến giá trị tổn thất ứng lực khi kéo để chọn một giá trị thích hợp.

Người thi công gặp trường hợp những tổn thất dự ứng lực không phù hợp với số liệu của thiết kế thì nên điều chỉnh lại lực kéo để tạo ra được một lực căng ứng suất trước phù hợp với thiết kế yêu cầu.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

1. Lực kéo cốt thép dự ứng lực

Lực kéo cốt thép dự ứng lực P_j được tính theo công thức sau:

$$P_j = \delta_{con}.\ A_p$$

Trong đó:

δ_{con} - ứng lực khống chế đối với cốt thép dự ứng lực;

A_p - diện tích mặt cắt cốt thép dự ứng lực.

Ứng lực khống chế (ứng suất kéo cho phép) của cốt thép dự úng lực không được phép vượt quá các trị số trong bảng 44.

Bảng 44. Trị số cho phép của δ_{con} của ứng lực kéo

Thứ tự	Loại cốt thép dự ứng lực	Phương pháp kéo	
		Kéo trước	Kéo sau
1	Đối với thép và cáp thép đã khử ứng lực dư	$0,75f_{ptK}$	$0,75f_{ptK}$
2	Cốt thép gân cán nguội	$0,70f_{ptK}$	
3	Cốt thép tinh cán có ren		$0,85f_{ptK}$

Nếu phù hợp với các điều kiện nêu sau thì trị số trong bảng 44 có thể tăng thêm $0,05\ f_{ptK}$ hoặc $0,05\ f_{pyK}$:

- Để nâng cao khả năng chống nứt trong quá trình thi công, người ta bố trí thêm cốt thép dự ứng lực trong vùng chịu nén của cấu kiện.

- Hạ thấp các tổn thất dự ứng lực do các nhân tố chênh lệch nhiệt độ gây ra, do chùng ứng lực và do ma sát gây ra khi kéo thép.

2. Trị số dự ứng lực hữu hiệu của cốt thép dự ứng lực

Trị số dự ứng lực hữu hiệu σ_{pe} được tính theo công thức.

$$\sigma_{pe} = \sigma_{con} - \sum_{i=1}^{n} \sigma_{li}$$

Trong đó: σ_{li} - Trị số tổn thất dự ứng lực thứ i.

Đối với thép các bon và cáp thép, giá trị dự ứng lực σ_{pe} không được lớn hơn $0,6f_{ptK}$ và không nhỏ hơn $0,4f_{ptK}$.

$$0,6f_{ptK} > \sigma_{pe} > 0,4\ f_{ptK}$$

Nếu thiết kế cho giá trị lực kéo dự ứng lực hữu hiệu thì cần phải tính được trị số tổn thất dự ứng lực, cộng hai cái lại ta sẽ có lực kéo cần thiết cho thép dự ứng lực.

§4. TỔN THẤT DỰ ỨNG LỰC

Thời gian phát sinh tổn thất dự ứng lực xảy ra trong hai trường hợp: Xảy ra trong nháy mắt và xảy ra trong thời gian dài.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Tổn thất trong nháy máy mắt bao gồm các tổn thất sau:

Tổn thất ma sát.

Tổn thất neo kẹp giữ.

Tổn thất co rút đàn hồi.

Tổn thất trong thời gian dài sau khi căng bao gồm:

Tổn thất chùng ứng lực.

Tổn thất do co ngót từ biến của bê tông.

Đối với bê tông dự ứng lực căng trước còn có: Tổn thất dưỡng hộ nhiệt nữa.

Đối với bêtông dự ứng lực căng sau còn có tổn thất ma sát tại lỗ neo giữ và tổn thất do chuyển hướng kéo.

Đối với các cấu kiện xếp chồng lên nhau còn có tổn thất ma sát xếp chồng. Như đã nói ở trên:

Tổn thất ma sát lỗ trong cấu kiện, tổn thất neo kẹp, tổn thất chùng ứng lực, tổn thất từ biến co ngót là những tổn thất được thiết kế đưa vào trong tính toán.

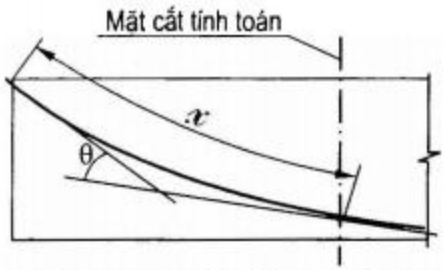
Tuy nhiên trong thi công ngoài những tổn thất nói trên, người thi công cần xem xét để điều chỉnh lực kéo cho phù hợp.

1. Tổn thất ma sát lỗ

a) Tính toán theo lý thuyết

Ma sát giữa thành lỗ và cốt thép tạo nên tổn thất dự ứng lực σ_{l2}. Tổn thất ma sát lỗ σ_{l2} được tính theo công thức:

$$\sigma_{l2} = \sigma_{con}\left(1 - \frac{1}{e^{Kx+\mu\theta}}\right)$$



Hình 64: *Sơ đồ tính toán tổn thất ma sát lỗ - trong kết cấu*

Trong đó:

K - Hệ số xem xét ảnh hưởng sự chênh lệch ma sát đối với mỗi mét lỗ (xem bảng 45);

Bảng 45. Hệ số K và μ

Tứ thự	Lỗ luồn thép	K	μ
1	Ống kim loại chôn sẵn có gân sóng	0,0030	0,30
2	Ống thép chôn sẵn	0,0010	0,30
3	Ống nhựa chôn sẵn	0,0020	0,18
4	Ống lỗ bêtông	0,0015	0,55
5	Cáp không kết dính	0,0040	0,08

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

x - chiều dài lỗ tính từ đầu kéo đến mặt cắt tính toán, lấy gần đúng với hình chiếu của trục dọc ống lỗ;

μ - hệ số ma sát giữa cốt thép và thành lỗ (xem bảng 45);

θ - góc kẹp giữa đường cong từ dầu kéo đến mặt cắt tính toán với tiếp tuyến tại mặt cắt (hình 64).

Khi $\mu\theta + Kx \leq 0,2$ thì σ_{l2} có thể tính theo công thức gần đúng sau:

$$\sigma_{l2} = \sigma_{con}(Kx + \mu\theta)$$

Đối với các lỗ ống có nhiều đoạn cong không giống nhau thì nên phân đoạn để tính toán.

b) Trắc nghiệm tại hiện trường

Đối với kết cấu BTCT dự ứng lực quan trọng, người ta thường thực hiện các trắc nghiệm tại hiện trường để kiểm tra sự tổn thất ma sát lỗ của cấu kiện. Hai phương pháp thường dùng là:

Phương pháp đồng hồ áp lực chính xác.

Phương pháp dụng cụ đo cảm ứng

- Phương pháp đồng hồ áp lực chính xác (Precision Pressupe gauge).

Ở hai đầu cốt thép dự ứng lực, người ta đặt mỗi đầu một cái kích. Tại đầu có kích được cố định, cho xi lanh tháo ra một ít sau đó khóa chặt van dầu về. Tiếp đến khởi động kích để kéo. Đương khi đồng hồ áp lực chỉ áp lực đạt đến lực kéo ngạch định (lực kéo thiết kế yêu cầu) tại đầu kích kéo... lúc này ta đọc chỉ số đồng hồ áp lực tại đầu kích cô định và ta lấy nó (số đọc đầu kích cố định) làm lực kéo của kích. Chênh lệch số đọc hai đầu chính là tổn thất của ma sát lỗ.

- Phương pháp dụng cụ đo cảm ứng (sensor, transducer):

Tại phần cuối của hai kích hai đầu, mỗi bên lắp một dụng cụ đo cảm ứng (còn gọi là dụng cụ truyền cảm, sensor, transducer).

Khi đó, dùng thiết bị biến trở để đọc giá trị ứng biến của dụng cụ đo cảm ứng ở hai đầu. Từ giá trị ứng biến ta tính quy đổi ra lực kéo - từ đó tìm ta tổn thất ma sát của lỗ.

Tổn thất ma sát đo được nếu như quá chênh lệch với giá trị tính toán sẽ dẫn đến lực kéo căng có sai số trên 5%. Vì vậy, cần phải điều chỉnh lực kéo để có giá trị dự ứng lực chuẩn xác như mong muốn.

Nếu có lực kéo tại đầu kéo là P_j và lực kéo tại đầu cố định là P_a... thì ta có thể dùng hai công thức sau để tính μ và tính P_m (P_m là lực kéo giữa nhịp).

$$\mu = \frac{-ln\left(\frac{P_a}{P_j}\right) - K_x}{\theta}$$

$$P_m = \sqrt{P_j.P_a}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

c) Phương pháp giảm thiểu tổn thất ma sát lỗ

Các phương pháp đó là:

Hoàn thiện và làm tốt lỗ chừa sẵn (kéo căng sau) chọn loại thép và cải thiện mặt ngoài của cốt thép. Dùng dầu mỡ bôi trơn. Kéo căng vượt (super stretching).

2. Tổn thất neo giữ

Khi kéo căng thép, người ta cố định một đầu, sự tổn thất dự ứng lực phát sinh do sự biến dạng của phương tiện cặp giữ đầu kéo và do sự co rút bên trong của cốt thép dự ứng lực gây ra... được gọi là tổn thất neo giữ. Căn cứ những khác biệt về hình dạng của cốt thép dự ứng lực mà người ta có những công thức tính toán khác nhau.

a) Tổn thất neo của cốt thép dự ứng lực thẳng σ_{l1}.

$$\sigma_{l_1} = \frac{a}{L} E_s$$

Trong đó:

a - giá trị co do biến dạng dụng cụ cặp giữ ở đầu kéo, và cốt thép dự ứng lực (xem bảng 46);

L - khoảng cách giữa đầu kéo và đầu cố định của cốt thép;

E_s - môđun đàn hồi của cốt thép dự ứng lực.

Bảng 46. Giá trị co rút do biến dạng cặp giữ đầu kéo và do cốt thép dự ứng lực tạo ra a (mm)

Thứ tự	Phương tiện dụng cụ cặp giữ		a, mm
1	Cặp giữ kiểu chống - tỳ	Khe hở của ốc vặn	1
		Khe hở của mỗi vòng đệm	1
2	Cặp giữ kiểu chốt hình côn		5
3	Cặp giữ kiểu kẹp chặt	Khi có nén ép ở đầu	5
		Khi không nén ép ở đầu	6-8

b) Tổn thất neo của cốt thép dự ứng lực theo đường cong σ_{l1}

Ứng với tổng giá trị biến dạng trong phạm vi chiều dài L_f có ảnh hưởng ma sát ngược giữa cốt thép dự ứng lực và thành lỗ, bằng với trị số biến dạng dụng cụ neo giữ và co rút trong cốt thép dự ứng lực, đồng thời giả định đường cong ma sát dưới 30° ($\theta \leq 30°$) và giả định tổn thất ma sát thuận nghịch tương đồng... ta có công thức tính sau đây:

$$a = \frac{\omega}{E_s}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Trong đó:

a - diện tích bề mặt ứng lực bị tổn thất do neo giữ (hình 65);

E_u - Môđun đàn hồi của cốt thép dự ứng lực.

- Ta gọi trường hợp hình 65 là trường hợp 1 - Trường hợp cốt thép dự ứng lực bị tổn thất do neo giữ bằng với diện tích ΔABC thì:

$$\omega = mL_f^2$$

Thay vào công thức:

$$a = \frac{\omega}{E_s}$$

Ta có:

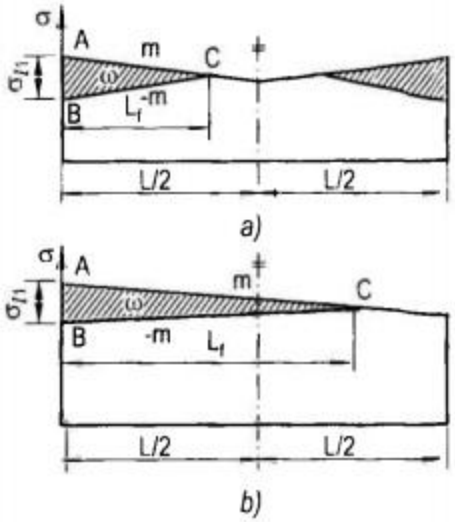
$$L_f = \sqrt{\frac{\omega}{m}} = \sqrt{\frac{a.E_s}{m}}$$

Trong đó:

m - độ dốc nghiêng của tổn thất ma sát đường lỗ.

$$m = \frac{\sigma_{con}.(K_x + \mu\theta)}{L}$$

$$\sigma_{l_1} = 2mL_f = 2m\sqrt{\frac{a.E_s}{m}} = 2\sqrt{maE_s}$$



Hình 65: *Giản đồ tính toán tổnthất neo giữ của cốt thép dự ứng lực 1 đường cong đơn nhất.*
a) $L_f \le L/2$; b) $L_f > L/2$

Tại hình 65 ta có thể thấy:

Chiều dài ảnh hưởng tổn thất neo $L_f \le L/2$ thì tổn thất neo giữa nhịp sẽ bằng không.

Khi mà $L_f > L/2$ thì tổn thất neo giữ giữa nhịp:

$$\sigma_{l_1} = 2m(L_f - L/2)$$

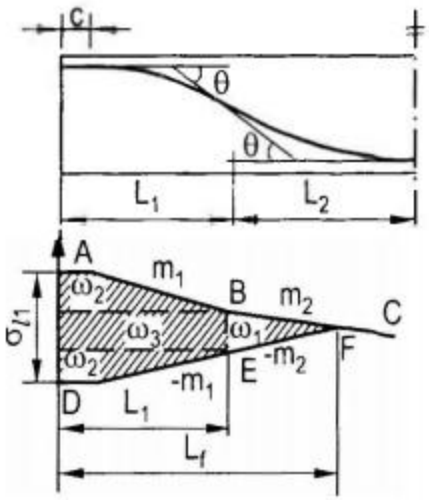
- Ta gọi trường hợp hình 66 là trường hợp 2. Đường cong cốt thép dự ứng lực là đường cong parabol hyperbolic. Tổn thất neo triệt tiêu tại điểm chuyển hướng.

$$\omega = \omega_1 + 2\omega_2 + \omega_3 = m_2(L_f - L_1)^2 + m_1(L_1^2 - L/2)$$

$$+\ 2m_2(L_f - L_1)L_1 = m_2(L_f^2 - L_1^2) + m_1(L_1^2 - C^2)$$

Thay vào công thức: $a = \frac{\omega}{E_s}$ qua quá trình chuyển đổi ta được:

$$L_f = \sqrt{\frac{aE_s - m_1(L_1^2 - C^2)}{m_2} + L_1^2}$$



Hình 66: *Sơ đồ tổn thất neo bị triệt tiêu ở ngoài điểm nối*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Trong đó:

$$m_1 = \frac{\sigma_A(KL_1 - K_c + \mu\theta)}{L_1 - c}$$

;

$$m_2 = \frac{\sigma_B(KL_2 + \mu\theta)}{L_2}$$

$$\sigma_{l_1} = 2m_1(L_1 - C) + 2m_2(L_f - L_1)$$

- Ta gọi trường hợp hình 67 là trường hợp 3. Đây là trường hợp cốt thép có đường dạng gãy khúc, trường hợp tổn thất neo ở ngoài đường gãy khúc đã bị triệt tiêu.

$$L_f = \sqrt{\frac{aE_s - m_1L_1^2 - 2\sigma_1L_1}{m} + L_1^2}$$

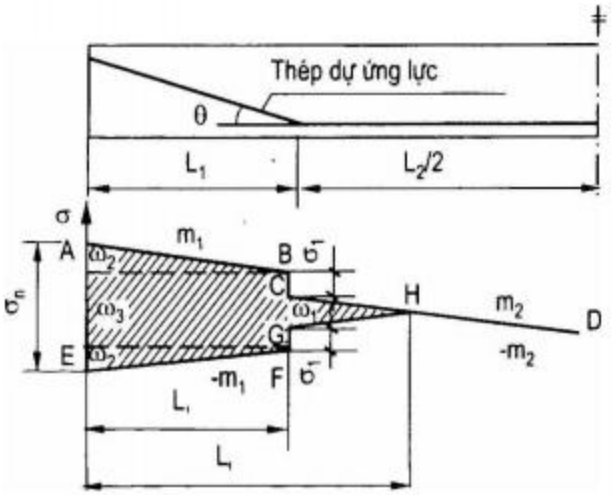
Trong đó:

$$m_1 = \sigma_{con}.K$$

$$\sigma_1 = \sigma_{con}(1 - KL_1)\mu\theta$$

$$m_2 = \sigma_{con}(1 - KL_1)(1 - \mu\theta).K$$

$$\sigma_{l_1} = 2m_1L_1 + 2\sigma_1 + 2m_2(L_f - L_1)$$



Hình 67: Sơ đồ tính toán tổn thất neo triệt tiêu ở ngoài điểm gãy

3. Tổn thất co nén đàn hồi

Khi tạo lực căng cốt thép trong bêtông, do bêtông chịu lực co nén đàn hồi mà dẫn đến tổn thất ứng lực và ứng lực tổn thất đó được gọi là tổn thất ứng lực co nén đàn hồi.

a) Tổn thất ứng lực co nén đàn hồi khi căng trước

Lực căng dự ứng lực của cốt thép khiến bê tông bị co nén lại. Tùy theo mức độ co ngắn của bê tông mà tổn thất dự ứng lực của cốt thép nhiều hay ít.

$$\sigma_{l_3} = E_s \times \frac{\sigma_{pc}}{E_c}$$

Trong đó:

E_s, E_c - môđun đàn hồi của cốt thép và của bêtông;

σ_{pc} - ứng suất của bêtông tại các vị trí cốt thép nằm ngang do dự ứng lực gây ra.

- Đối với cac cấu kiện dự ứng lực căng trước chịu nén chính tâm:

$$\sigma_{pc} = \frac{P_{vl}}{A}$$

Trong đó:

P_{vl} - lực kéo căng sau khi đã khấu trừ tổn thất dự ứng lực đợt đầu. Nói chung lấy:

$$P_{vl} = 0,9P_j$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

A - diện tích mặt cắt bê tông - gần bằng diện tích mặt cắt thô của bê tông.

- Đối với các cấu kiện nén lệch tâm (dầm, bản)

$$\sigma_{pc} = \frac{P_{vl}}{A} + \frac{P_{vl}.e^2}{I} - \frac{M_G.e}{I}$$

Trong đó:

M_G - moment uốn do trọng lượng bản thân gây ra;

e - khoảng cách từ trọng tâm cấu kiện đến điểm hợp lực của cốt thép dự ứng lực;

I - moment quán tính của mặt cắt thô của bê tông.

b) Tổn thất co nén đàn hồi do căng sau:

Khi mà toàn bộ cốt thép căng sau đều đồng thời được kéo căng cùng một lần thì sau khi hoàn thành công tác căng thép dự ứng lực sẽ không có tổn thất co nén đàn hồi.

Khi mà các thép dự ứng lực không kéo căng đồng thời, kéo căng lần lượt theo thứ tự... Những thép được kéo căng trước sẽ phát sinh tổn thất ứng lực bình quân σ_{f3} theo công thức tính toán sau đây:

$$\sigma_{f3} = 0,5E_s \times \frac{\sigma_{pc}}{E_c}$$

Trong đó:

σ_{pc} cũng giống như σ_{pc} của các công thức trên nhưng không bao gồm lực kéo tạo dự ứng lực đợt đầu.

4. Tổn thất chùng ứng lực của cốt thép dự ứng lực

Tổn thất chùng dự ứng lực σ_{f4} được tính theo công thức sau:

a) Thép sợi và cáp thép

- Độ chùng thông thường:

$$\sigma_{f4} = 0,4\psi\left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,5\right)\sigma_{con}$$

Trong đó:

$\psi = 1,0$: Kéo một lần

$= 0,9$ Kéo vượt (super stretching)

- Độ chùng thấp:

Khi $\sigma_{con} \leq 0,7\ f_{ptK}$ thì:

$$\sigma_{f4} = 0,125\left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,5\right)\sigma_{con}$$

Khi $0,7\ f_{ptK} < \sigma_{con} < 0,8\ f_{ptK}$ thì:

$$\sigma_{f4} = 0,20\left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,575\right)\sigma_{con}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

b) Thép thanh tinh chế có ren

Kéo một lần : 0,05 σ_{con}.

Kéo vượt (super stretching) : 0,035 σ_{con}

c) Thép gai cán nguội thép ít các bon.

Kéo một lần:

$$\sigma_{l4} = 0{,}08\ \sigma_{con}$$

5. Tổn thất từ biến do co ngót bê tông

Bê tông co ngót dẫn đến hiện tượng tổn thất dự ứng lực từ từ (từ biến), tổn thất ứng lực từ biến σ_{l5} của bê tông co ngót được tính theo công thức:

- Đối với trường hợp kéo trước:

$$\sigma_{l5} = \frac{45 + 280 \times \dfrac{\sigma_{pc}}{f'_{cu}}}{1 + 15\rho}$$

- Đối với trường hợp căng sau:

$$\sigma_{l5} = \frac{35 + 280 \times \dfrac{\sigma_{pc}}{f'_{cu}}}{1 + 15\rho}$$

Trong đó:

σ_{pc} - ứng suất pháp tuyến (normal stress) của bêtông tại các điểm hợp lực của vùng chịu kéo hoặc vùng chịu nén.

f'_{cu} - cường độ khối bê tông vào thời điểm tiến hành căng thép dự ứng lực;

ρ - tỉ lệ phối trí thép giữa các vùng có thép dự ứng lực và vùng không có cốt thép dự ứng lực (tại vùng chịu kéo và cả vùng chịu nén).

Cần lưu ý:

Trị số $\sigma_{pc} \not> 0{,}5\, f'_{cu}$

Khi thi công căng thép dự ứng lực, ảnh hưởng từ biến đối với tuổi của bê tông phụ thuộc vào cường độ tuổi của bê tông. Sau đây là một số kết quả kinh nghiệm.

Tổn thất từ biến của bê tông 3 ngày tuổi lớn hơn tổn thất từ biến của bê tông 7 ngày tuổi là 14%.

Tổn thất từ biến của bê tông 30 ngày tuổi so với tổn thất từ biến của bê tông 7 ngày tuổi giảm 28%.

Đối với cấu kiện trong môi trường ẩm ướt, giá trị σ_{l5} tính theo công thức trên có thể dưới 50%... Đối với môi trường khô thì giá trị tính toán σ_{l5} có thể tăng hơn 20 - 30%.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§5. TRỊ SỐ GIÃN DÀI KHI KÉO CĂNG THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Công thức tính toán

a) Đối với trường hợp kéo trước:

$$\Delta L = \frac{P_j L}{E_s A_p}$$

Trong đó:

P_j - lực kéo cốt thép dự ứng lực;

L - độ dài cốt thép dự ứng lực;

E_s - Môđun đàn hồi của cốt thép;

A_p - diện tích mặt cắt cốt thép dự ứng lực.

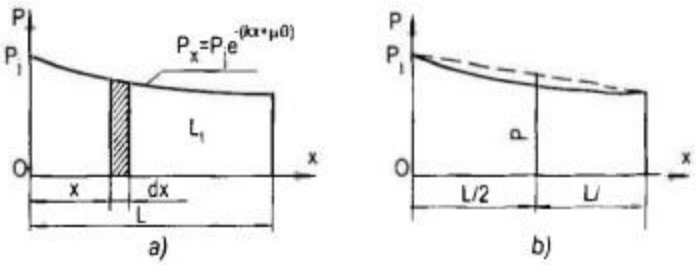
b) Trị số giãn dài khi căng sau:

Giá trị giãn dài căng sau ΔL có thể tính theo công thức sau:

- Công thức tính chính xác (hình 68a)

$$\Delta L = \int_0^L \frac{P_{j.c}^{-(Kx+\mu\theta)}}{A_p.E_s}$$

$$= \frac{P_j.L_T}{A_p.E_s}\left|\frac{1 - e^{(KL_T+\mu\theta)}}{KL_T + \mu\theta}\right|$$



Hình 68: *Giản đồ tính toán độ giãn dài của cốt thép đường cong*
a) Giản đồ tính chính xác; b) Giản đồ tính đơn giản

- Công thức tính đơn giản (hình 68b)

$$\Delta L = \frac{P.L_T}{A_p E_s}$$

Trong các công thức trên:

P - lực kéo thép dự ứng lực bình quân - lực kéo ở đầu kéo đã khấu trừ tổn thất ma sátlỗ.

P được tính như sau:

$$P = P_j\left(1 - \frac{KL_T + \mu\theta}{2}\right)$$

L_T - chiều dài thực tế của cốt thép dự ứng lực;

Các ký hiệu còn lại giống như các công thức trước.

2. Vận dụng công thức

- Đối với trường hợp có những đoạn cong hay nhiều đoạn thẳng tiếp nối với đoạnthép cong để hình thành thép dự ứng lực đường cong... khi tính toán, ta phân đoạn để tính toán sau đó tổ hợp lại.

$$\Delta L = \Sigma.\frac{(\sigma_{i1} + \sigma_{i2})L_i}{2E_s}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Trong đó:

L_i - chiều dài cốt thép đoạn thứ i;

σ_{i1}; σ_{i2} - lực kéo dự ứng lực của thanh thép i ở đoạn 1 và đoạn 2.

- Xác định trị số môđun đàn hồi của cốt thép dự ứng lực có ảnh hưởng rất lớn khi tính toán trị số giãn dài của cốt thép dự ứng lực. Vì vậy, đối với các kết cấu quan trọng nên xác định đúng mô đun đàn hồi của cốt thép trước khi tính toán độ giãn dài.

Kinh nghiệm cho thấy bó sợi thép và bó cáp thép so với sợi thép đơn và sợi cáp đơn có mô đun đàn hồi thấp hơn 2% ~ 3%. Do vậy, môđun đàn hồi có ảnh hưởng lớn đến độ giãn dài của thép.

- Các trị số K μ lấy theo số liệu mô phỏng của thiết kế.

§6. MỘT SỐ VÍ DỤ TÍNH TOÁN

1. Ví dụ 1:

a) Nội dung đề:

Dầm BTCT dài 18m, cốt thép được bố trí như hình 69.

Thép dự ứng lực gồm 2 bó $7\phi^s$ 15.2 - 2 bó cáp thép.

Đầu neo giữ cố định sử dụng dụng cụ cặp giữ OVM 15-7 để cặp giữa.

Thép dự ứng lực có cường độ tiêu chuẩn là:

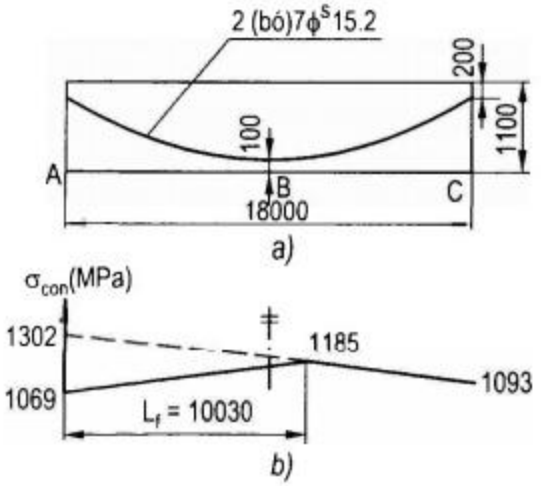
$$f_{ptK} = 1860\ N/mm^2$$

Lực kéo tạo dự ứng lực quy định:

$$\sigma_{con} = 0,7 \times 1860 = 1302 N/mm^2$$

Môđun đàn hồi của thép

$$E_s = 1,95 \times 10^5 N/mm^2$$



Hình 69: *Dầm BTCT dự ứng lực cỡ lớn một nhịp*
a) Bố trí thép dự ứng lực;
b) Ứng lực ở các giai đoạn neo cặp giữ để kéo căng cốt thép

Lỗ kéo thép dự ứng lực là ống thép có sóng chôn sẵn trong bê tông có ϕ65; K = 0,003 ; μ = 0,30.

Khi dùng dụng cụ cặp giữ để cố định cốt thép, trị số co rút cốt thép dự ứng lực a = 6mm.

Sử dụng công nghệ kéo căng một đầu - kiểm tra khả năng thích hợp của phương tiện và công nghệ đã nói trên.

b) Nội dung bài giải

- Tổn thất ma sát của lỗ σ_{l2}:

$$\theta = \frac{4(1100 - 100 - 200)}{18000} = 0,178 rad$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Từ điểm A đến điểm C:

$$\sigma_{l2} = 1302(0,003\times 18 + 0,3\times 0,178\times 2) = 209N/mm^2$$

- Tổn thất ma sát lỗ:

$$m = \frac{209}{1800} = 0,1163N/mm^2/cm$$

Thay vào công thức:

$$L_f = \sqrt{\frac{aE_s}{m}} \Rightarrow L_f = \sqrt{\frac{0,6\times 1,95\times 10^5}{0,1163}} = 1003cm$$

Tại đầu kéo:

$$\sigma_{l_1} = 2\times 0,1163\times 1003 = 233N/mm^2$$

- Ứng lực cốt thép dự ứng lực (hình 69b)

Tại đầu kéo:

$$\sigma_A = 1302 - 233 = 1069N/mm^2$$

Đầu neo cố định:

$$\sigma_i = 1302 - 209 = 1093N/mm^2$$

- Kết luận:

Chiều dài ảnh hưởng tổn thất neo giữ $L_f > L/2 = 9000mm$ $\sigma_A < \sigma_c$.

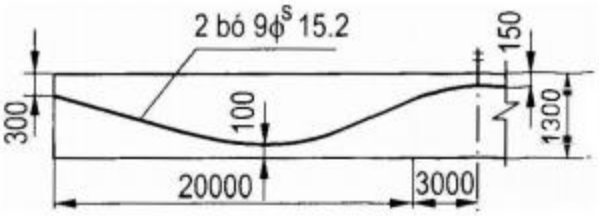
Công nghệ kéo căng thép đường cong một đầu là thích hợp.

2. Ví dụ 2

a) Nội dung đề:

Khung nhà công nghiệp hai nhịp kích thước dầm hai nhịp và bố trí cốt thép được thể hiện như hình 70.

Cốt thép dự ứng lực bao gồm hai bó $9\phi^s 15.2$ (2 bó cáp thép).



Hình 70: *Bố trí thép của dầm 2 nhịp*

Hình dạng sợi thép bao gồm:

Đường xiên ở hai biên + 2 đường parabol bụng dầm và đường parabol ngược ở gối giữa.

Khoảng cách ngang (phần thép nằm ngang tại chỗ gối giữa) αL.

$$\alpha L = 0,15\times 20000 = 3000mm$$

Cường độ thép sử dụng:

$$f_{pIK} = 1860\ N/m^2$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Lực kéo tính toán:

$$\sigma_{con} = 0,75 \times 1860 = 1395\ N/mm^2$$

Mođun đàn hồi của thép:

$$E_s = 1,95 \times 10^5 N/mm^2$$

Đường lỗ luồn thép dự ứng lực:

Ống thép có gợn sóng, $\phi 80$.

Các hệ số:

$$K = 0,003 \quad , \quad \mu = 0,3$$

Ở hai đầu thép dự ứng lực hệ tấm kẹp để cặp giữ co rút trong cốt thép tại đầu kéo khi kẹp giữ để kéo là $\alpha = 6mm$.

Để căng thép hai nhịp này người ta dùng phương pháp kéo hai đầu.

Hãy tìm:

Hãy tìm các cao điểm tọa độ của thép dự ứng lực đường cong.

Ứng lực cốt thép dự ứng lực khi cặp giữ và kéo căng giá trị giãn dài của thép sau khi kéo.

b) Nội dung bài giải

- Các cao điểm tọa độ của đường cong cốt thép dự ứng lực.

Theo công thức:

$$L_1 = \frac{1}{2}\sqrt{1 - \frac{H_1}{H_2} + 2\alpha\frac{H_1}{H_2}}$$

Ta tìm chiều dài hình chiếu L_1 của đoạn thẳng AB.

$$L_1 = \frac{2000}{2}\sqrt{1 - \frac{900}{1050} + 2 \times 0,15 \times \frac{900}{1050}} = 6325mm$$

Cao độ tại điểm chuyển uốn D:

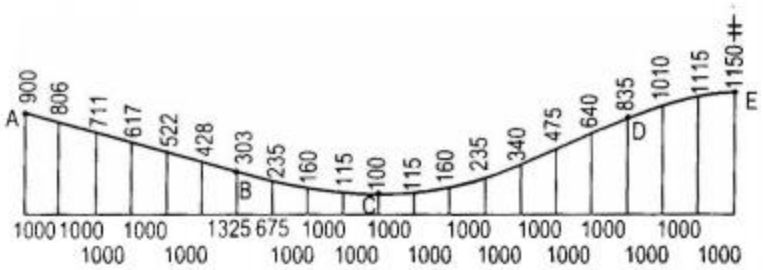
$$h = 100 + 1050\frac{0,5 - 0,15}{0,5} = 835mm$$

Ta xem (giả thiết) phương trình đường cong cốt thép tại giữa nhịp là:

$$y = A_1x^2$$

và tại gối là:

$$y = A_2x^2$$



Hình 71: *Cao điểm toạ độ đường cong của thép dự ứng lực*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Ta dùng các công thức tính

$$A_1 = \frac{2H}{(0,5-X)L^2} \quad \text{và} \quad A_2 = \frac{2H}{\alpha L^2}$$

Thay vào ta có:

$$A_1 = \frac{2 \times 1050}{(0,5-0,15).20000^2} = 1,5 \times 10^{-5}$$

$$A_2 = \frac{2 \times 1050}{0,15 \times 20000^2} = 3,5 \times 10^{-5}$$

Khi:

x = 50000mm , y = 1,5 × 10^{-5} × 5000^2 = 375 mm thì cao điểm toạ độ của điểm nói trên là: 375 + 100 = 475mm.

Hình 71 là đường cong cao độ của đường cong cốt thép

- Ứng lực của thép dự ứng lực tại đầu kéo.

Tính toán chiều dài thực tế của các đoạn thép dự ứng lực.

L_T của đoạn AB:

$$L_T = \sqrt{597^2 + 6325^2} = 6353\text{mm}$$

L_T của đoạn CD:

$$L_T = 7000\left(1 + \frac{8 \times 735^2}{3 \times 14000^2}\right) = 7051\text{mm}$$

Tính toán góc θ của các đoạn:

Góc θ của đoạn CD:

$$\theta = \frac{4 \times 735}{14000} = 0,21 \text{ rad}$$

Tính toán lực kéo tại các điểm cuối của các đoạn cốt thép dự ứng lực được trình bày trong bảng dưới (bảng 47).

Bảng 47. Các kết quả tính toán

Đoạn	L_T (m)	θ	$KL_T + \mu\theta$	$e^{-(KL_T+\mu\theta)}$	Ứng lực điểm cuối N/mm²	Độ giãn dài mm
AB	6,353	0	0,0190	0,981	1369	45,0
BC	3,682	0,110	0,0440	0,957	1310	25,3
CD	7,051	0,210	0,0840	0,919	1204	45,1
DE	0,210	0,210	0,0720	0,931	1121	17,9
					Tổng cộng	**133mm**

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Tính toán những biến đổi ứng lực tại các đoạn lúc neo.

$$m_1 = \frac{1395 - 1369}{632.5} = 0,042 \ \ N/mm^2/cm.$$

$$m_2 = \frac{1369 - 1310}{368.2} = 0,160 \ \ N/mm^2/cm.$$

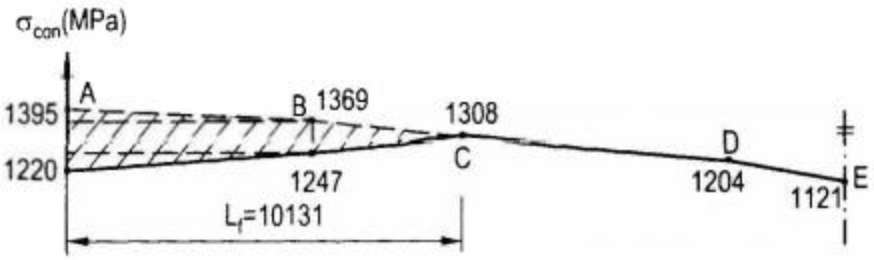
$$L_1 = \sqrt{\frac{0,6 \times 1,95 \times 10^5 - 0,042 \times 632.5^2}{0,160} + 632,5^2} = 1013,1cm$$

Tổn thất neo tại điểm A

$$\sigma_{l1} = 2 \times 0,042 \times 632,5 + 2 \times 0,16\ (1013,1 - 632,5) = 175\ N/mm^2$$

Cùng cách trên ta có tổn thất neo tại điểm B là:

$$\sigma_{l1} = 122\ N/mm^2$$



Hình 72: *Ứng lực theo độ dài cong của thép khi kéo căng thép*

Hình 72 biểu thị ứng lực của thép theo đường cong độ dài khi kéo căng thép.

- Trị số giãn dài khi kéo thép dự ứng lực theo đường cong kéo căng cốt thép dự ứng lực áp dụng theo phương thức kéo hai đầu.

Áp dụng công thức đơn giản:

$$\Delta L = \Sigma \frac{(\sigma_{i1} + \sigma_{i2})L_i}{2E_s}$$

Ta tính

$$\Delta L_{AB} = \frac{(1359 + 1369) \times 6353}{2 \times 1,95 \times 10^5} = 45mm$$

Với phương pháp tương tự, ta tính ra các độ giãn dài khác của cốt thép. Độ giãn dài tính toán đã được ghi trong bảng 47.

Tổng trị số độ giãn dài là:

$$(45,0 + 25,3 + 45,1 + 17,9) \times 2 = 266mm$$

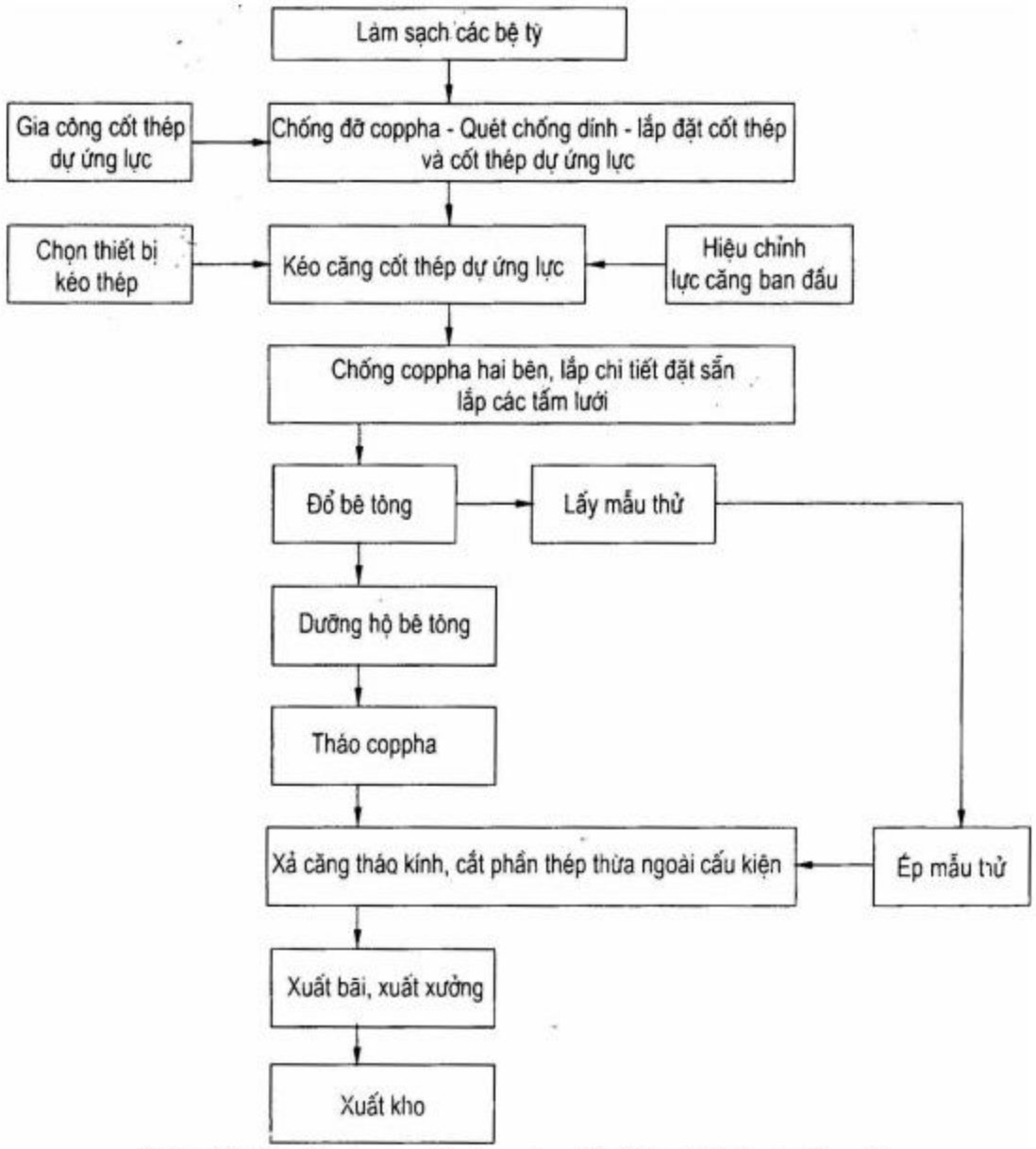
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 5

THI CÔNG TẠO DỰ ỨNG LỰC CĂNG TRƯỚC

Phương pháp tạo dự ứng lực căng trước được thực hiện nhờ các dụng cụ cặp giữ tạm thời được tỳ giữ trên các mô tỳ hoặc coppha thép. Tạo dự ứng lực cho cốt thép trước khi đổ bê tông được gọi là phương pháp tạo dự ứng lực căng trước. Đợi cho bê tông đạt đến một cường độ nhất định người ta mới tháo rời cắt bỏ phần cốt thép dự ứng lực bên ngoài cấu kiện. Phương pháp này thích hợp cho việc chế tạo các cấu kiện BTCT tiền chế.

Sơ đồ công nghệ có thể tóm tắt như sau:



Hình 73: *Sơ đồ công nghệ gia công lắp đặt cốt thép dự ứng lực*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§1. BỆ TỲ

Bệ tỳ là một trong những phương tiện thực hiện biện pháp căng trước cho cốt thép dự ứng lực. Bệ tỳ chịu lực tác dụng toàn bộ của lực kéo căng khi tạo dự ứng lực. Vì vậy bệ tỳ phải có đủ cường độ, độ cứng và độ ổn định khi căng.

Bệ tỳ có hai loại:

Kiểu mố.

Kiểu máng.

Tuỳ theo điều kiện thi công và sử dụng mà chọn một trong hai kiểu trên.

1. Bệ tỳ kiểu mố

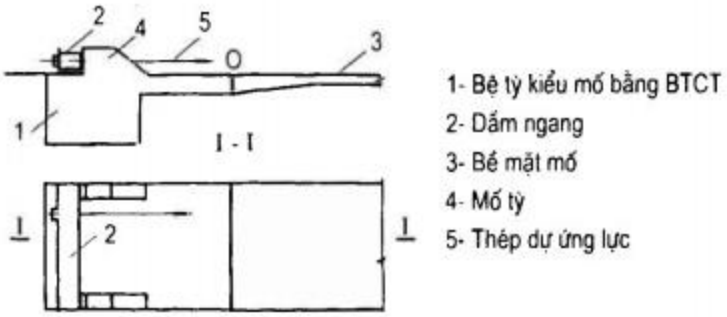
Bệ tỳ kiểu mố được cấu tạo bao gồm các phần:

Bệ tỳ - mố tỳ bằng BTCT.

Bề mặt mố bằng BTCT.

Dầm ngang.

Hiện thường dùng loại "mố và bề mặt mố" cùng chịu lực chung.



Hình 74: Bệ tỳ kiểu mố

Chiều dài bệ tỳ kiểu mố L: khoảng từ 100m đến 150m, được tính theo công thức:

$$L = l \times n + (n - 1) \times 0,5 + 2K$$

Trong đó:

l - chiều dài cấu kiện;

n - số cấu kiện được sản xuất trong một tuyến sản xuất;

0,5 - khoảng cách giữa hai đầu cấu kiện gần kề (m);

K - khoảng cách từ dầm ngang đến đầu cấu kiện thứ nhất. Nói chung K = 1,25 ~ 1,5 mét.

Chiều rộng của mố bệ tỳ phụ thuộc vào chiều rộng bố trí cốt thép của cấu kiện cần kéo phụ thuộc vào ảnh hưởng cản trở khi đổ bê tông. Nói chung không lớn hơn 2m (≤ 2m).

Tại mỗi đầu mố bệ tỳ cần chừa chỗ để thao tác căng kéo và làm lối đi lại. Ở hai bên cần có khoảng trống để vận chuyển và xếp cấu kiện.

a) Mố bệ tỳ

Mố bệ tỳ được đổ bê tông tại chỗ có phần nhô ra vừa phải để tăng chiều dài và giảm bớt trọng lượng đối trọng không cần thiết (hình 75).

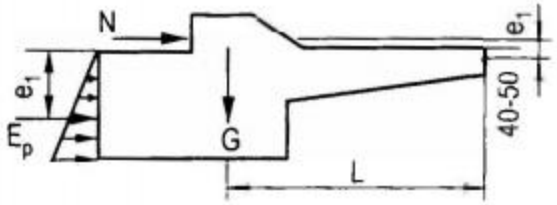
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Mố bệ tỳ có đủ cường độ, độ cứng và sự ổn định.

Kiểm tra ổn định bao gồm:

Chống lật và chống trượt.

- Tính toán kiểm tra chống lật theo sơ đồ hình 75.



Hình 75: *Sơ đồ tính toán ổn định của bệ tỳ kiểm mố*

$$K = \frac{M_1}{M} = \frac{GL + E_p e_2}{Ne_1} \geq 1,5$$

Trong đó:

K - hệ số an toàn chống lật, lấy $K \geq 1,5$;

M - Moment lật do lực kéo căng thép dự ứng lực gây ra;

N - lực căng kéo cốt thép dự ứng lực;

e_1 - cánh tay đòn tính từ điểm tập hợp lực kéo đến điểm lật;

M_1 - moment chống lật do trọng lượng của mố bệ tỳ và áp lực đất tạo ra;

G - trọng lượng bản thân của bệ tỳ;

L - cánh tay đòn tính từ trọng tâm của bệ tỳ đến điểm lật;

E_p - hợp lực áp lực đất bị động sau mố bệ tỳ - Nếu bệ tỳ chôn quá nông thì xem như không có (không tính);

e_2 - cánh tay đòn tính từ hợp lực E_p đến điểm lật.

Trường hợp mố có bản mố thì điểm lật được xác định tính toán tại đầu nút bản mố - chính xác hơn là dưới mặt bê tông đầu mút khoảng 4cm ~ 5cm.

- Kiểm tra chống trượt theo công thức sau:

$$K_c = \frac{N_1}{N} \geq 1,3$$

Trong đó:

K_c - hệ số an toàn chống trượt $K_c \geq 1,3$

N_1 - lực chống trượt.

Với mố độc lập thì N_1 bao gồm áp lực đất hai bên và lực ma sát ở đáy mố.

Với mố có bản mố ở phía trước mố thường người ta không tính toán kháng trượt (vì không trượt được).

Để tăng khả năng ổn định của bê tông mà không cần tăng trọng lượng của mố bệ tỳ thường nên dùng loại mố bệ tỳ có neo cọc.

Khi bố trí thép cho mố tỳ nên lưu ý mố tỳ là kết cấu chịu nén lệch tâm. Dầm ngang sắt hình (chi tiết 2, hình 74) có độ võng dưới 2mm và không có hiện tượng cong vênh (Warping). Khi chịu tải.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Tấm định vị các thép dự ứng lực phải được lắp đặt chính xác và độ võng không được lớn hơn 1mm (≤ 1mm).

b) Bê tông bề mặt mố

Bê tông bề mặt mố (chi tiết 3, hình 74) được đổ trên một lớp đá dăm đã được đầm chặt, bê tông có chiều dày: 6 ~ 10cm.

Khả năng chịu lực ngang của lớp bê tông được tính theo công thức sau:

$$P = \frac{\varphi A.f_c}{K_1.K_2}$$

Trong đó:

φ - hệ số uốn cong do chịu nén dọc tâm trục;

A - diện tích mặt cắt bê tông của bê tông bề mặt (của lớp bê tông);

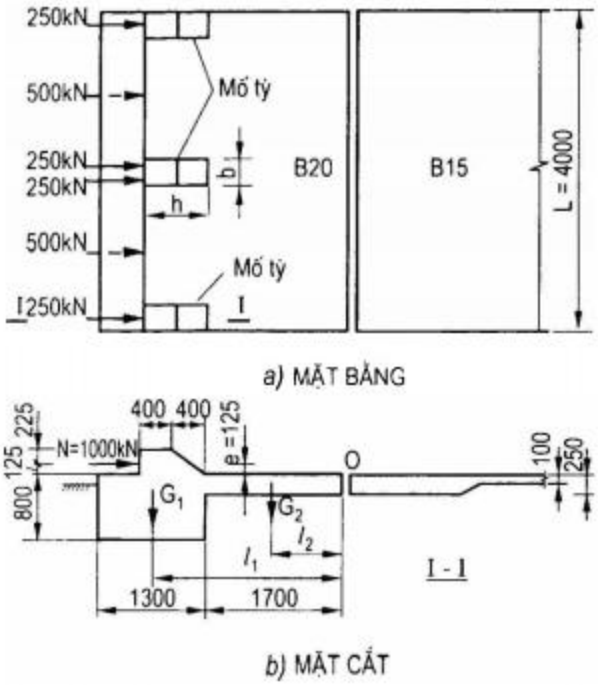
f_c - cường độ kháng nén theo tâm trục theo thiết kế;

K_1 - hệ số vượt tải ($K_1 \approx 1,5$).

Theo chiều dài bản mố thường thì dựa vào nhiệt độ và kinh nghiệm mà chừa khe co giãn. Nói chung khoảng 10m trở lại chừa một khe co giãn là vừa. Tuy nhiên nhiều lúc do yêu cầu chống trượt, người ta lại không chừa khe co giãn này.

c) Ví dụ tính toán

Thiết kế bệ tỳ kiểu mố có lực kéo 1000kN (hai dây chuyền sản xuất, mỗi dây có lực kéo 500kN). Kích thước và cấu tạo giống như hình 76. Bê tông mố là bê tông B20, thép HPB235, bê tông bề mặt dùng loại B15 dày 80mm (trong phạm vi 10m gần bản mố thì dầy 100mm). Khoảng cách 20m bố trí một khe co giãn. Đất nền là sét có pha cát, góc ma sát trong của đất là φ = 30°.



Hình 76: *Bệ tỳ kiểu mố*

* Kiểm tra chống lật tại điểm dưới điểm 0 4 cm:

Xét áp lực đất tại mặt sau mố bệ tỳ và trọng lượng của mố tỳ thì mômen chống lật là:

$$M_1 = G_1 l_1 + G_2 l_2$$

$$= 0,8 \times 1,3 \times 4,0 \times 25 \times \left(\frac{1,3}{2} + 1,7\right)$$

$$+ 0,25 \times 1,70 \times 4,0 \times 25 \times \frac{1,70}{2}$$

$$= 280,5\text{kNm}$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Moment lật là:

$$M = N.e = 1000 \times (0,125 + 0,04) = 165kN.m$$

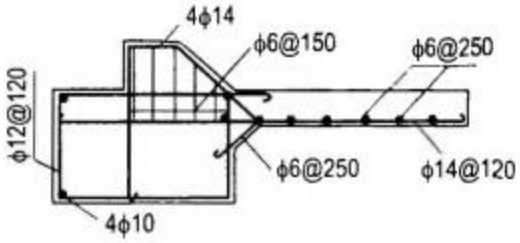
Hệ số an toàn chống lật là:

$$K = \frac{M}{M_1} = \frac{280,5}{165} = 1,70 > 1,5$$

Kết luận: Hệ số an toàn bảo đảm

** Kiểm tra khả năng chịu lực của bê tông bề mặt

$$P = \frac{1 \times 100 \times 4000 \times 7,5}{1,25 \times 1,5} = 1600 > 1000kN$$



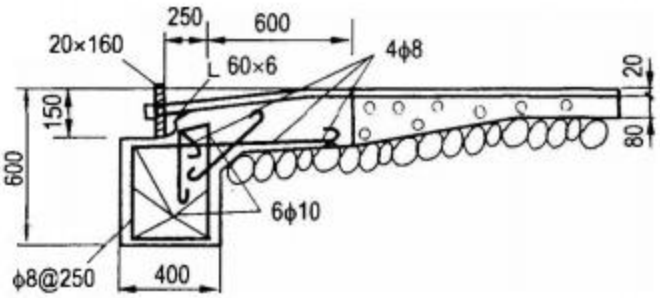
Hình 77: Bố trí cốt thép mố bệ tỳ

** Cấu tạo mố bệ tỳ, mố tỳ và bản mố:

Cấu tạo như hình 77 - Phần này bỏ qua không tính.

d) Mố dạng bản cắm

Mố bệ tỳ dạng bản cắm có hình dạng như hình 78. Nó là mố bệ tỳ có bản mố định vị vào dầm đáy. Tấm bản mố cắm vào trong dầm bản đáy - người ta cũng có thể dùng các chi tiết bulông để liên kết tấm bản mố vào dầm đáy.



Hình 78: Mố dạng bản cắm

Kết cấu mố bệ tỳ dạng bản, cắm này có lực kéo nhỏ (khoảng 100 ~ 150 kN/m). Loại này có chi phí giá thành thấp nên chỉ dùng cho các trường hợp kết cấu tấm dự ứng lực đơn giản.

e) Mố bệ tỳ kiểu cắm chịu lực

Thay vì làm các mố tỳ, người ta cắm các cột thép thay cho các mố tỳ. Các cột thép cắm vào các lỗ chừa sẵn trong dầm đáy để tạo mố tỳ (đỡ các dầm ngang sắt hình).

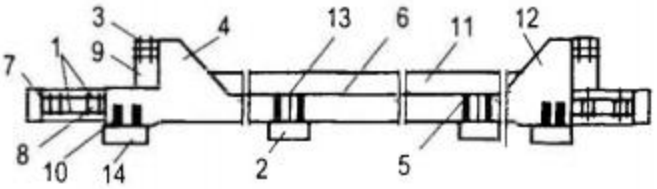
2. Bệ tỳ kiểu máng

Bệ tỳ kiểm máng bao gồm các bộ phận:

Mố trụ đầu kéo. Mố trụ đầu neo. Trụ truyền lực - Bề mặt bệ. Các miếng đệm trụ.

Dầm ngang

Bệ tỳ kiểu máng có hai tác dụng, vừa dùng để kéo căng cáp vừa dùng



Hình 79: Bệ tỳ kiểu máng

1. Máng ngang dưới; 2. Máng ngang trên; 3. Bản móng; 4. Mố trụ đầu kéo; 5. Vòng đai; 6. Trụ truyền lực trung gian; 7. Dầm ngang thép; 8 và 9. Tấm đệm; 10. Tấm liên kết; 11. Tường gạch; 12. Mố trụ đầu neo; 13. Rãnh chèn vữa XM cát; 14. Bản đáy bệ tỳ

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

để hấp nhiệt bảo dưỡng. Thường dùng để tạo ứng lực cho các cấu kiện dự ứng lực có sức chịu tải lớn.

a) Cấu tạo bệ tỳ kiểu máng

Bệ tỳ kiểu máng có cấu tạo như hình 79.

- Chiều dài tỳ nói chung ≤ 76m. Chiều rộng lòng máng phụ thuộc chiều rộng cấu kiện, tuy nhiên không dưới 1m (≥ 1m).

- Bệ tỳ kiểu máng ở ngang bằng với mặt đất để tiện cho việc gia công lắp đặt - thao tác và vận chuyển cũng như dễ dàng bảo dưỡng hấp nhiệt. Tuy nhiên cũng nên lưu ý thoát nước và nước ngầm.

Bề mặt ở các đầu trụ neo trụ kéo trụ truyền lực nên phẳng. Chỗ nối tiếp đầu phải chặt, mối liên kết giữa trụ và tấm đệm cũng phải chắc chắn

b) Tính toán bệ tỳ kiểu máng

Tính toán bệ tỳ kiểu máng chủ yếu tính toán cường độ chịu lực và tính ổn định của nó. Tính toán cường độ chịu lực của mố trụ hai đầu và trụ truyền lực là tính toán kết cấu chịu nén lệch tâm.

Moment chống lật do trọng lượng mố trụ, dầm ngang và các phụ kiện kéo căng hợp thành.

c) Bệ tỳ kiểu máng lắp ghép

Bệ tỳ kiểu lắp ghép là phương tiện tạo dự ứng lực có tính tạm thời, được sử dụng tại công trường trong giai đoạn ngắn.

- Bệ tỳ lắp ghép bằng thép gồm một khối cột chịu nén bằng thép, một dầm ngang dạng hộp bằng thép, dầm sắt I liên kết ngang, ray dẫn dầm ngang đầu kéo căng và hệ thống kéo căng... tạo thành. Trong trường hợp này hệ số nở của cáp dự ứng lực chịu kéo giống với hệ số nở của thép bệ tuyến nên khi dưỡng hộ không gây tổn thất dự ứng lực.

Bệ tỳ lắp ghép có ưu điểm là tháo lắp nhanh, bảo đảm chất lượng thi công, hiệu suất cao, lắp côppha dễ và đầm chặt bêtông cũng dễ dàng.

- Ngoài bệ tỳ lắp ghép bằng thép nối trên còn có bệ tỳ lắp ghép bằng bê tông.

Các khối bê tông cốt thép dùng làm bệ tỳ có thể là các cấu kiện thứ phẩm bị loại hoặc các cấu kiện chưa dùng tới.

§2. KÉO CĂNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

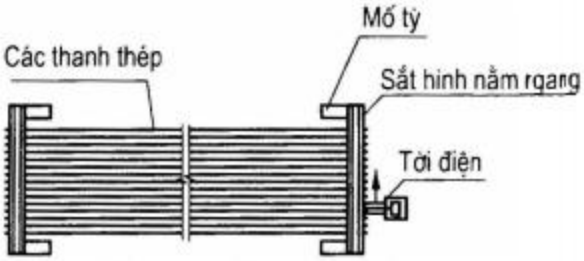
1. Kéo căng sợi thép dự ứng lực

a) Kéo thanh đơn

Thép thanh đơn kéo (cán) nguội có thể thực hiện kéo căng dự ứng lực như sơ đồ bên cạnh. Thanh đơn có thể được kéo bằng các thanh kéo có răng (dẫn động bằng điện) hoặc kéo bằng các tời điện với lực kéo khoảng 10 kN.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

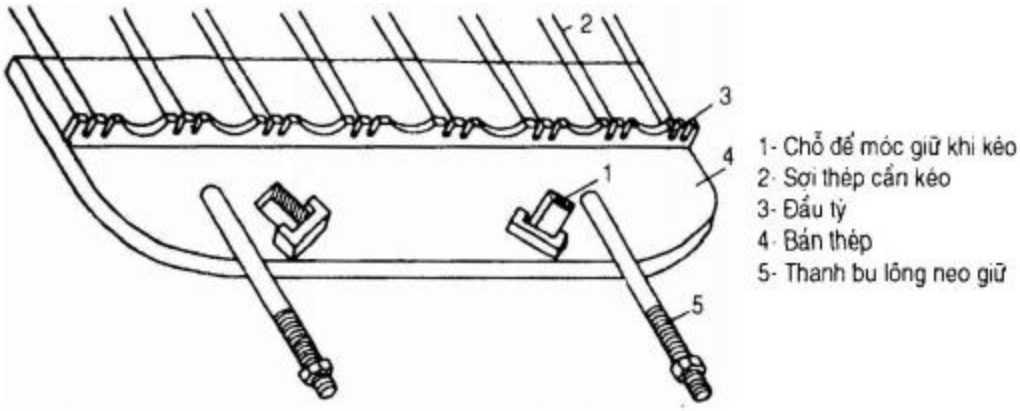
Đối với thép thanh có ngấn thì lực kéo có thể lên tới 20 kN ~ 30 kN (xem hình 80).



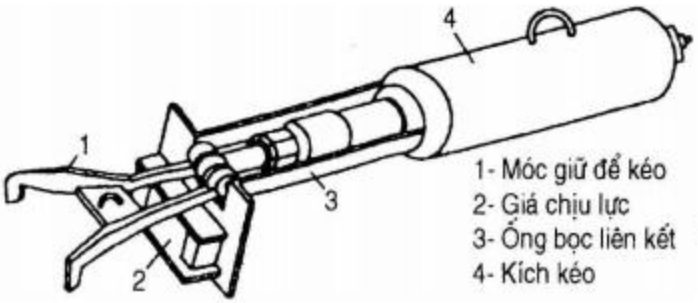
Hình 80: *Kéo căng các thanh thép đơn bằng tời điện*

b) Kéo đồng loạt một lần

Kê kéo căng thép dự ứng lực đồng loạt cùng một lần, người ta có hai bản thép để rải chia thép (như hình 81). Một bản thép dùng để nẹp giữ thép bằng cách tán đầu và kẹp chặt ở gối tỳ. Đầu thép còn lại (trên bản còn lại) được gắn với bản thép (như hình 81). Bản thép được kích (hình 82) kéo căng là bản thép di động (kích kéo căng cả bản thép và các sợi thép được kéo căng).



Hình 81: *Bản thép kẹp giữ có đầu tỳ*



Hình 82: *Kích kéo và móc neo giữ kích*

2. Kéo cáp thép dự ứng lực

a) Kéo một sợi

Kéo một sợi được neo chặt trên dầm sắt hình ngang dầm sắt hình ngang tỳ lên các mố tỳ (Hai dầm ngang, mỗi đầu một dầm ngang).

Để kéo các sợi cáp người ta thường dùng loại kích YC200 hoặc YD240Q. Sợi cáp được cố định riêng lẻ cho từng sợi. Để tiết kiệm, chiều dài cắt cáp nên sử dụng các thanh kéo chuyên dùng (thanh kéo công cụ) và ống bọc.

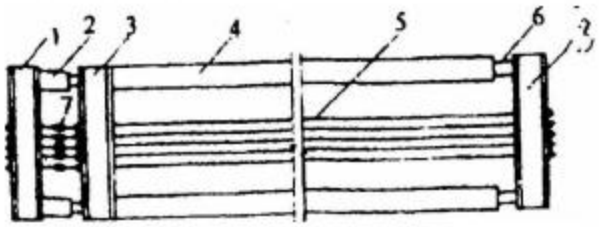
Đối với dầm hộp dự ứng lực nên kéo sợi cáp ở giữa trước, sau đó mới kéo dần ra hai phía (2 bên) đối xứng nhau.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

b) Kéo đồng loạt một lần

Người ta dùng ba dầm ngang sắt hình tỳ lên các mố và dùng kích kéo các cáp dự ứng lực cùng một lần.

Sơ đồ thực hiện như hình 83. Người ta dùng các thanh thép công cụ có răng (các thanh bu lông) và các chi tiết nối 7 để neo giữ vào dầm ngang di động 1. Kích làm việc, sẽ đẩy dầm ngang di động 1 ra ngoài và kéo căng các cáp thép.



Hình 83: *Kéo căng các cáp thép dự ứng lực bằng 3 dầm ngang*

1. Dầm ngang di động; 2. Kích; 3. Dầm ngang cố định; 4. Mố tỳ kiểu máng; 5. Cốt thép dự ứng lực; 6. Thiết bị xả căng; 7. Chi tiết nối

c) Trình tự kéo căng cáp thép

Lợi dụng khi các sợi cáp đang chùng, ta thực hiện trình tự kéo căng một lần như sau:

Đối với trường hợp kéo từng sợi:

Kéo từ 0 đến σ_{con} rồi neo kẹp chặt (khoá lại).

Đối với trường hợp kéo đồng loạt một lần:

Kéo từ 0 đến hiệu chỉnh ứng lực ban đầu, sau đó kéo đến σ_{con} và neo kẹp chặt (khoá lại).

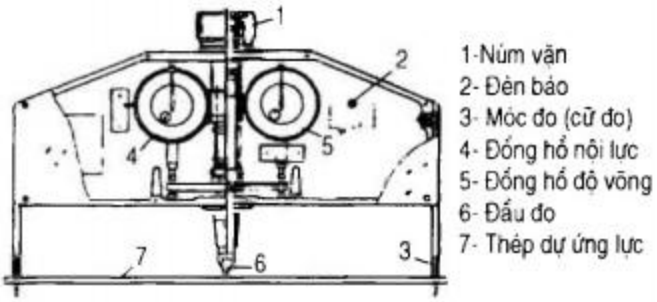
3. Kiểm tra hiệu chỉnh lại giá trị dự ứng lực

Người ta kiểm tra giá trị dự ứng lực của thép dự ứng lực chủ yếu kiểm tra độ giãn dài của nó. Nói chung sai số độ giãn dài phải nhỏ hơn 6%. Không nên đo kiểm tra độ giãn dài của thép khi kéo mà chỉ đo kiểm tra sau khi đã kẹp chặt khoá đầu thép kéo. Giá trị dự ứng lực có sai số không được sai số quá 5%.

Để đo nội lực của thép dự ứng lực đã kéo, người ta dùng dụng cụ 2CN-1 (như hình vẽ) để kiểm tra.

Vặn núm 1, thép dự ứng lực bị ấn võng xuống. Mỗi lần ấn võng 2mm ta xem đồng hồ nội lực. Cứ mỗi 0,01mm trên đồng hồ bách phân nội lực tương ứng với 10kN.

Người ta đo đi đo lại 4 lần. Lấy giá trị bình quân của ba lần sau.



Hình 84: *Thiết bị 2CN-1 đo nội lực thép dự ứng lực*

Việc kiểm tra nội lực chỉ thực hiện sau khi căng kéo 1 giờ.

Lúc này tổn thất neo đã kết thúc, tổn thất chùng cốt thép xảy ra tại một vài nơi. Trị số dự ứng lực quy định của thiết kế khi đo kiểm tra nên ghi rõ trên bản vẽ thiết kế. Trong trường hợp trên bản vẽ thiết kế không ghi rõ giá trị dự ứng lực khi kiểm tra thì có thể lấy theo bảng dưới đây.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 48. Giá trị thiết kế quy định khi đo kiểm tra dự ứng lực của sợi thép

Phương pháp kéo căng		Giá trị đo kiểm tra
Kéo căng sợi dài		0,94 σ_{con}
Kéo căng sợi ngắn	Dài 4m	0,91 σ_{con}
	Dài 6m	0,93 σ_{con}

4. Một số điểm cần chú ý khi kéo căng

- Khi kéo căng, thiết bị (dụng cụ) kéo căng và sợi thép phải nằm trên cùng một đường thẳng. Đồng thời trên bề mặt mố, theo một khoảng cách nhất định nên đặt một mẫu sắt tròn (hoặc một vật kê khác có độ dày tương đương) để tránh cho sợi thép dự ứng lực sệ xuống (vì trọng lượng bản thân) làm hỏng lớp chống dính (lớp cách ly) đồng thời làm dơ bẩn cốt thép dự ứng lực.

- Khi khoá, chèn chặt đầu thép dự ứng lực không nên dùng lực quá mạnh để tránh làm đứt gãy thép dự ứng lực. Khi vặn chặt ốc nên lưu ý số đọc trên đồng hồ áp lực bảo đảm lực kéo căng trước sau vẫn không thay đổi.

- Khi công việc kéo căng thép dự ứng lực đã hoàn tất, sai lệch vị trí so với thiết kế không được lớn hơn 5mm (✈ 5mm) và cũng không được lớn hơn 4% chiều dài cạnh ngắn nhất của mặt cắt cấu kiện).

- Trong quá trình thực hiện căng dự ứng lực nếu xảy ra hiện tượng đứt thép hoặc trượt thép thì nên thay đổi thanh thép khác.

- Ở hai đầu mố bệ kéo căng thép dự ứng lực nên có các phương tiện che chắn bảo vệ. Theo chiều dọc khoảng 4 đến 5m nên có phương tiện che chắn bảo vệ đồng thời cấm đi lại trong vùng đang kéo căng thép dự ứng lực.

§3. XẢ CĂNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Khi xả căng cho cốt thép dự ứng lực, cường độ của bêtông phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế đã đề ra. Nếu trường hợp bản vẽ thiết kế không yêu cầu thì việc xả căng cho cốt thép dự ứng lực chỉ được thực hiện khi cường độ bê tông đạt trên 75%.

1. Trình tự xả căng

Nếu khi thiết kế không có quy định hướng dẫn thì nên tiến hành theo các bước sau đây.

- Đối với các cấu kiện chịu nén dự ứng lực theo tâm trục thì tất cả các cốt thép dự ứng lực nên đồng thời xả căng một lần.

- Đối với các cấu kiện chịu nén lệch tâm, đầu tiên nên xả căng đồng thời cho cốt thép tại vùng có lực nén dự ứng lực nhỏ sau đó sẽ đồng thời xả căng cho cốt thép dự ứng lực tại vùng có lực nén dự ứng lực lớn.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Nếu không thoả mãn hai điều vừa nêu trên thì nên xả căng theo gián đoạn, đối xứng, giao chéo nhau... với mục đích tránh sự uốn cong của cấu kiện cũng như tránh làm nứt gãy cấu kiện hoặc đứt cốt thép dự ứng lực.

2. Phương pháp xả căng

Công tác xả căng cốt thép nên tiến hành chậm, tránh va đập, thường dùng các cách sau đây.

a) Dùng kích để xả căng

Người ta dùng kích để kéo căng thanh thép dự ứng lực rồi tháo lỏng các con ống neo giữ. Tháo ốc (xả căng) được tiến hành khi bêtông và cốt thép đã được cố kết thành một khối. Khoảng hở đủ để có thể tháo lỏng ốc nằm trên đầu thép phía ngoài cấu kiện. Để có thể tháo được ốc, người ta tăng thêm lực kéo căng khoảng 10% rồi mới tháo được ốc neo giữ. Nói chung việc tháo ốc neo giữ (xả căng) tương đối tốn công.

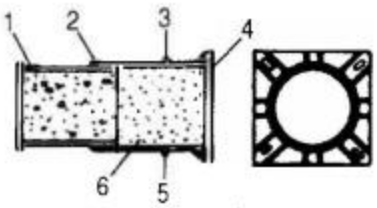
Dùng kích xả căng nên tiến hành từ từ cả hai đầu mố tỳ, ứng lực căng tăng thêm (để lỏng ốc và tháo dễ) nên đều như nhau: Để tránh trường hợp kích phải ở trạng thái làm việc thường xuyên nên dùng phương pháp nêm.

b) Xả căng bằng hộp cát

Hộp cát bao gồm hộp đựng cát và xi lanh cát. Bên trong hộp là cát thạch anh hoặc mạt sắt (bột sắt, các hạt vụn bằng sắt).

Lượng cát đựng trong hộp sắt chứa chiếm khoảng 1/3 ~ 2/5 chiều dài hộp cát.

Hộp cát đặt giữa mố tỳ và dầm ngang (trong hình 85 giữa 2 và 4).



1- Piston; 2- Hộp bằng thép
3- Lỗ cho cát vào; 4- Bản đáy của hộp thép; 5- Lỗ xả cát ra

***Hình 85:** Hộp cát*

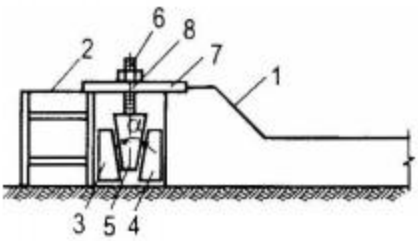
Khi kéo căng thép để tạo dự ứng lực, cát trong hộp sẽ bị nén chặt và chịu phản lực của dầm ngang.

Khi xả căng cho thép dự ứng lực người tháo lỗ xả cát để cát chảy ra từ từ và thép dự ứng lực được xả căng.

Cát cho vào hộp phải là cát khô, cấp phối thích hợp để tránh trường hợp tháo lỗ xả mà cát không chảy ra hoặc độ rỗng trong cát quá nhiều làm tổn thất dự ứng lực. Tốc độ xả căng nên chọn thích hợp để cấu kiện khỏi bị xoắn vặn. Xả căng theo phương pháp hộp cát nói chung rất đáng tin cậy - thường áp dụng cho các trường hợp lực căng lớn hơn một ngàn kN (> 1000 kN).

c) Xả căng theo phương pháp nêm

Người ta đặt nêm giữa mố tỳ và dầm ngang (hình 86). Để xả căng người ta vặn ốc



1- Mố tỳ
2- Dầm ngang
3,4- Khối thép
5- Nêm thép
6- Bu lông
7- Bản thép
8- Ốc

***Hình 86:** Xả căng bằng nêm*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

8 để bulông 6 trồi lên trên nang nêm lên cao, khiến hai khối thép 3 và 4 gần nhau lại, dầm ngang dịch chuyển về phía mố tỳ do đó thép dự ứng lực được xả căng.

Góc α của nêm nên chọn hợp lý α quá lớn thì khi tạo dự ứng lực, nêm dễ tụt lên. Ngược lại, α quá nhỏ thì khó xả căng thường thì:

$$tg\alpha \leq \mu$$

Trong đó:

μ là hệ số ma sát, lấy $\mu = 0,15 \sim 0,20$

Xả căng theo phương pháp nêm áp dụng cho các trường hợp lực căng dự ứng lực dưới hoặc bằng 300 kN (≤ 300 kN). Tuỳ theo điều kiện thiết kế mà cũng có thể áp dụng cho trường hợp lớn hơn.

d) Xả căng theo phương pháp cắt dự nhiệt

Người ta dùng lửa của hàn hơi (mỏ hàn gió đá) hun nóng các đầu thép ngoài cấu kiện (còn gọi là dự nhiệt - preheating), việc hun nóng đều tất cả các thanh thép dự ứng lực khiến nội lực trong các đầu thép giảm xuống, thép giãn dài và coi đường kính (tốp đường kính) lại lúc này dùng mỏ hàn hơi cắt đứt đầu thừa ngoài cấu kiện.

Quá trình thực hiện lưu ý không để lửa làm thương tổn cấu kiện.

e) Xả căng bằng cách dùng kìm cắt thép hoặc lửa hàn hơi

Đối với các cấu kiện dạng tấm căng trước, cốt thép dự ứng lực nhỏ người ta có thể xả căng bằng cách dùng kìm cắt thép hoặc ngọn lửa hàn hơi (hàn gió đá) để cắt thép xả căng.

Trong một bãi nên tiến hành từ giữa ra hai bên.

Đối với từng tấm cấu kiện nên xả căng từ ngoài vào trong để tránh cho cấu kiện khỏi bị xoắn và nứt ở hai đầu.

3. Những điểm cần chú ý khi xả căng

- Để kiểm tra xem khi xả căng, sự liên kết giữa cốt thép dự ứng lực và bê tông như thế nào (có liên kết chắc hay không)...Khi cắt thép nên đo kiểm tra tình trạng co thu của cốt thép trong bê tông sau khi cắt xả căng.

Đối với cốt thép kéo nguội:

Giá trị co thu: ≯ 0,6mm

Đối với cốt thép đã khử ứng lực:

Giá trị co thu: ≯ 1,2mm.

Trong trường hợp giá trị co thu quá lớn (có nghĩa là cốt thép bị tuột trong bê tông). thì cần phải xem xét kiểm tra và có biện pháp gia cường bổ sung.

- Trước khi xả căng nên tháo gỡ coppha mặt bên để bảo đảm cấu kiện được tự do co nén - tránh làm hư côppha hoặc xảy ra nứt bê tông. Đối với các cấu kiện BTCT dự ứng

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

lực có gân ngang, gân đứng thì nên vát hoặc làm tròn chỗ tiếp giáp với chiều dọc của cấu kiện tạo điều kiện bê tông cấu kiện khi được xả căng sẽ trượt theo mép côppha dễ dàng.

- Khi dùng lửa (hàn hơi - hàn gió đá) nên có biện pháp che chắn cách nhiệt cho phần bê tông ở hai đầu cấu kiện BTCT.

§4. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG

Kiểm tra chất lượng và nghiệm thu công tác tạo dự ứng lực cho cốt thép theo phương pháp căng trước phải thực hiện theo quy trình hướng dẫn của TCVN.

Chủ yếu kiểm tra giám sát và nghiệm thu theo các nội dung đối tượng sau:

Khi nhập đưa thép dự ứng lực về sàn bãi cần kiểm tra về chất lượng vật liệu (như đã nói ở phần đầu).

Số lần kiểm tra chủ yếu phụ thuộc vào số lần nhập đưa cốt thép dự ứng lực về sân bãi thao tác.

Quá trình kiểm tra có lập báo cáo và xác nhận - Cốt thép chỉ được sử dụng sau khi đã được xác nhận hợp chuẩn - đạt yêu cầu của thiết kế.

- Kiểm tra các dụng cụ sử dụng để neo, cặp giữ thép dự ứng lực.

- Kiểm tra cách lắp đặt cốt thép, số lượng, chủng loại và qui cách thép.

- Khi xả căng cần đối chiếu với tuổi cường độ của bê tông: kết quả mẫu thử bê tông, tình trạng cấu kiện cũng như điều kiện bảo dưỡng cấu kiện.

- Sai số cho phép giá trị ứng lực của thép sau khi kéo và neo giữ so với giá trị dự ứng lực của thiết kế quy định không nên sai số quá 5% ($\leq \pm$ 5%) số lượng kiểm tra không dưới 3 cây - với tỷ lệ kiểm tra khoảng 1%.

- Trước khi đổ bê tông nếu cốt thép dự ứng lực đứt tuột thì nên thay thế và căng lại.

- Khi xả căng, nên xả căng chầm chậm.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 6

THI CÔNG TẠO DỰ ỨNG LỰC CĂNG SAU

Thi công tạo dự ứng lực căng sau là chúng ta chế tạo các cấu kiện hoặc kết cấu bê tông trước và chờ cho bê tông đạt đến cường độ nhất định rồi người ta mới tiến hành kéo căng thép dự ứng lực... Với cách làm này người ta không cần đến các mố tỳ bệ tỳ và các dầm ngang,... do đó nó rất linh hoạt và hiện được ứng dụng rộng rãi tại các nhà máy sản xuất BTCT dự ứng lực tiền chế (đúc sẵn).

Bê tông cốt thép dự ứng lực có kết dính: Khi đổ bê tông cho kết cấu, người ta chừa lỗ để luồn thép dự ứng lực, sau khi luồn thép dự ứng lực và kéo căng - neo giữ xong người ta bơm đầy vữa vào trong ống lỗ thép dự ứng lực, làm đầy ống khiến cho thép dự ứng lực và bê tông kết cấu đổ trước đó dính kết liền thành một khối. Sau khi bơm đầy vữa trong đường ống của thép dự ứng lực người ta trám bít hai đầu lại.

Bê tông cốt thép dự ứng lực không kết dính: Sau khi kéo căng và neo giữ thép dự ứng lực người ta chỉ tiến hành trám bít hai đầu neo giữ của cốt thép dự ứng lực.

§1. CHỪA ĐƯỜNG LỖ CHO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Vị trí chừa đường lỗ

Đường lỗ chừa để luồn đặt cốt thép dự ứng lực có ba dạng: đường thẳng, đường cong và đường gấp khúc. Vị trí đường lỗ phải đặt đúng chỗ theo yêu cầu của thiết kế đã định.

a) Đường kính và gián cách giữa chúng

Đường kính đường lỗ chờ được xác định dựa theo các yếu tố sau:

Số cây (thanh, đường) cốt thép dự ứng lực.

Hình dạng đường cong của thép dự ứng lực.

Chiều dài của thép dự ứng lực.

Khả năng mức độ luồn thép khó hay dễ...

Đường kính lỗ (đường lỗ) nói chung phải lớn hơn cốt thép dự ứng lực và chi tiết liên kết cốt thép dự ứng lực từ 10mm đến 15mm. Diện tích mặt cắt lỗ phải gấp 3 đến 4 lần diện tích mặt cắt cốt thép dự ứng lực.

Khoảng cách giữa các đường lỗ cốt thép dự ứng lực và lớp bảo vệ nên theo các quy định sau:

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Đối với các cấu kiện tiền chế đúc sẵn, khoảng các mép ngoài của đường lỗ theo hình chiếu bằng tối thiểu phải ≥ 50mm. Từ mép đường lỗ đến mép ngoài cấu kiện phải ≥ 30mm và phải lớn hơn một nửa đường kính của lỗ cốt thép dự ứng lực.

Đối với dầm khung - dầm kiểu dàn (framed girder). Đường lỗ chừa theo chiều đứng, khoảng cách mép ngoài của hai đường lỗ phải lớn hơn đường kính của lỗ; khoảng cách chiếu bằng giữa hai mép ngoài của lỗ không được nhỏ hơn 1,5 lần đường kính ngoài của đường lỗ cốt thép dự ứng lực.

Chiều dày lớp bảo vệ tối thiểu tính từ mép đường lỗ đến đáy dầm phải trên 50mm, đối với mặt bên của dầm phải trên 30mm và đối với đáy tấm bê tông phải trên 30mm.

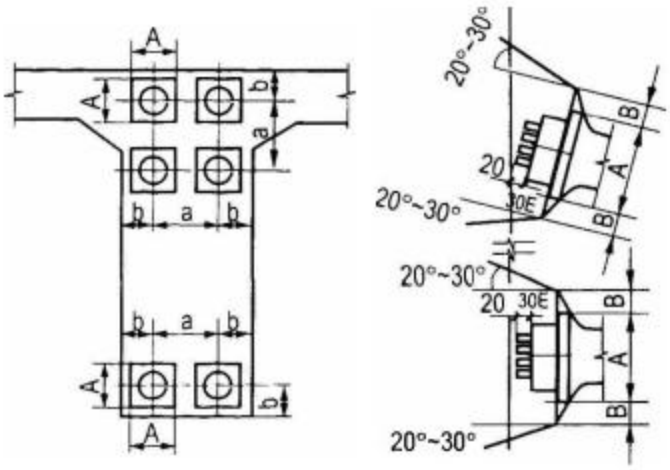
b) Sắp xếp vị trí đầu mút của bó cáp thép

Khi dùng các tấm kẹp giữ để kẹp giữ bó cáp thép... người ta có thể tính toán theo hình 87. Khoảng cách trung tâm giữa các chi tiết kẹp giữ gần nhau (khoảng cách a) như sau:

$$a \geq D + 20mm$$

Khoảng cách từ mép cấu kiện đến trung tâm bản đệm được tính theo công thức:

$$b \geq \frac{D}{2} + C$$



a) Vị trí cặp giữ b) Kích thước các hốc lõm

Hình 87: *Bố trí tấm kẹp giữ nhiều lỗ ở đầu mút*
B. Phần lõm mở rộng thêm ngoài phạm vi của kích; A: Chiều rộng tấm bản đệm; E: Chiều dày bản neo

Trong đó:

D - đường kính của cốt thép xoắn - Nếu D nhỏ hơn chiều rộng bản đệm (A) thì lấy bằng chiều rộng bản đệm.

C - chiều dày lớp bảo vệ (C ≥ 30mm).

c) Tại đầu neo của bó sợi thép

Để kẹp giữ bó sợi thép theo cách tán dập đầu thép thì phải chừa đầu đường lỗ rộng ra (chi tiết 4 trong hình 88). Đường kính đầu đường lỗ mở rộng (chi tiết 4 hình 88) phải lớn hơn đường kính ngoài của cốc neo (chi tiết 6 hình 88) 6mm.

Khoảng cách giữa các đường lỗ (s) cần căn cứ vào đường kính của con ốc (D_1) và đường kính của bản neo (D_2).

Nếu kéo căng một đầu, có thể dùng công thức:

$$S \geq \frac{1}{2}(D_1 + D_2) + 5mm$$

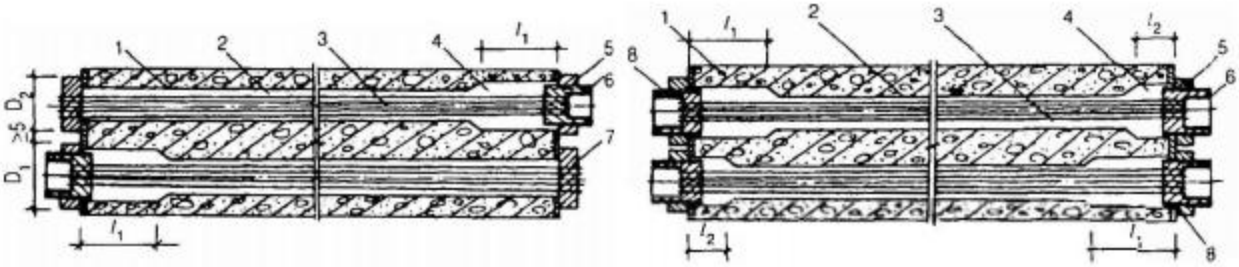
Nếu kéo căng từ hai đầu thì tính theo công thức:

$$S \geq D_1 + 5mm$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Chiều dài phần mở rộng l chủ yếu phụ thuộc vào chiều dài cốt thép dư ra Δl và chiều dài cần để thao tác (khoảng 300mm đến 450mm).

Để tính chiều dài l_1 và l_2 ta dùng các công thức sau:



a) Khi kéo căng ở một đầu

b) Khi thực hiện kéo căng từ 2 đầu

Hình 88: *Mở rộng đầu đường lỗ khi kéo căng bó sợi thép*

1. Cấu kiện; 2. Đường lỗ; 3. Bó sợi thép; 4. Phần mở rộng đầu đường lỗ; 5. Ốc vặn; 6. Cốc neo; 7. Bản neo; 8. Đầu kéo chính

Chiều dài phần mở rộng đầu đường lỗ khi kéo một đầu (l_1):

$$l_1 \geq \Delta l + 0,5H + (300 \div 450mm)$$

Chiều dài phần mở rộng đầu đường lỗ khi kéo cả hai đầu (l_2):

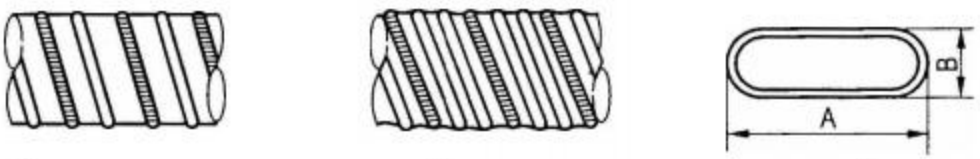
$$l_2 \geq 0,5\ (\Delta l + H)$$

Trong đó: H là chiều dài của cốc neo:

2. Chôn sẵn ống xoắn bằng kim loại

Ống xoắn bằng kim loại hay còn gọn là ống gợn sóng xoắn bao gồm các loại: ống xoắn sóng đơn, ống xoắn sóng đôi và ống dẹt (có mạ kẽm và không mạ kẽm).

Chiều cao của loại sóng đơn khoảng 2,5mm: chiều cao của loại sóng đôi khoảng 3,5mm. Chiều dài mỗi ống chế tạo khoảng 4m đến 6m. Nếu chiều dài chôn sẵn lớn, cần phải có ống nối để nối chúng lại. Khi lắp đặt ống chôn sẵn nên cố định chắc chắn để chúng không bị xê dịch chuyển vị trí trong quá trình đổ bê tông.



a) *Ống xoắn tròn sóng đơn* b) *Ống xoắn đơn sóng đôi* c) *Ống dẹt*

Hình 89: *Ống xoắn kim loại chôn sẵn*

3. Chôn sẵn ống nhựa gợn sóng

Ống ngựa gợn sóng tròn có kích thước đường kính trong D_1 và đường kính ngoài D_2 như sau:

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

D_1	50	70	85	100	130	140	160mm
D_2	61	81	99	114	145	155	175mm

Ống nhựa dẹt có kích thước: chiều ngang bên trong A, chiều đứng bên trong B và chiều dày ống d như sau:

$$\frac{A}{B}(d) \qquad \frac{46}{20}(2) \qquad \frac{60}{20}(2) \qquad \frac{72}{23}(2,5) \qquad \frac{90}{23}(2,5)$$

4. Rút ống chôn sẵn

Những ống chôn sẵn tạo đường lỗ thẳng cho cốt thép dự ứng lực, đôi khi người ta tiến hành rút ống chôn sẵn ra khỏi bê tông.

Cách làm: chỉ tiến hành đối với các ống thẳng: Khi bê tông bắt đầu ngưng kết thì tiến hành xoay xoay ống chôn sẵn và sau vài giờ lại xoay xoay ống chôn sẵn với mục đích không cho ống chôn sẵn dính kết với bê tông. Khi bê tông đã đạt được 50% cường độ thì rút hẳn ra.

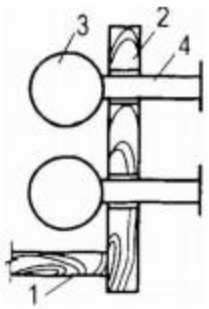
Đối với trường hợp cốt thép dự ứng lực có dính kết thì việc rút ống chôn sẵn tạo điều kiện bám dính giữa vữa và bê tông đồng thời vữa bơm chèn dễ làm đầy đường lỗ của cốt thép dự ứng lực.

5. Lỗ bơm chèn vữa, lỗ thoát khí và ống rỉ nước

Tại hai đầu đường lỗ của cốt thép dự ứng lực nên bố trí lỗ bơm chèn vữa và lỗ thoát khí.

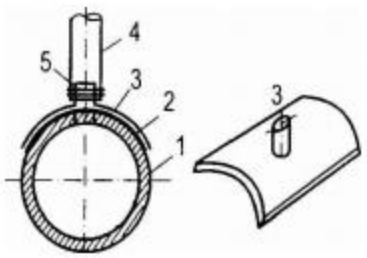
Lỗ bơm chèn vữa có thể bố trí trên bản neo hoặc tạo lỗ thông từ đường lỗ cốt thép dự ứng lực dẫn ra ngoài cấu kiện. Khoảng cách từ bơm vữa đến đường lỗ cốt thép dự ứng lực nên dưới 12m và ống để bơm vữa vào nên có đường kính trong trên 20mm.

Đối với đường lỗ cốt thép dự ứng lực theo đường cong, tại các đỉnh sóng của ống gợn sóng nên bố trí các ống rỉ váng nước (váng nước trong bê tông phòi ra).



1- Cốp pha đáy
2- Cốp pha thành
3- Đã rút ống chôn sẵn
4- Gỗ tròn ϕ 20 đặt sẵn

Hình 90: *Dùng thanh gỗ tròn để chừa lỗ bơm vữa*



1- Ống gợn sóng; 2- Miếng đệm bọt biển;
3- Tấm đệm nhựa dạng cong; 4- ống nhựa có đường kính 20/16; 5- Dây thép buộc chặt

Hình 91: *Chừa lỗ bơm vữa trên ống xoắn gợn sóng*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Ống rỉ váng (nổi váng, trồi váng bê tông lên) phải trồi cao hơn mặt trên của dầm bê tông ít nhất là 0,5m (≥ 0,5m). Ống trồi váng bê tông này cũng có thể kiêm dụng làm lỗ bơm chèn vữa.

Để tạo lỗ bơm chèn vữa trên thân dầm bê tông người ta thường dùng các đoạn gỗ tròn. Các thanh gỗ tròn (các nút gỗ tròn) này cần phải tỳ chặt vào (ống thép ống nhựa, ống gợn sóng) và bảo đảm không bị long rời khi đổ bê tông và đầm bê tông (xem hình 90).

Đối với các kết cấu bê tông đổ tại chỗ (sàn dầm đổ tại chỗ, dự ứng lực căng sau...) thì người ta phải tạo lỗ cho ống gợn sóng (ống luồn căng cốt thép dự ứng lực sau này) và dùng các miếng đệm bọt biển 2 và các ống nhựa A và các tấm đệm nhựa 3 để tạo lỗ bơm vữa (xem hình 91). Để bảo đảm lỗ của ống bọc cốt thép dự ứng lực (chi tiết 1 - hình 91) sẽ bảo đảm thông trùng với ống nhựa (chi tiết 4 hình 91) người ta chỉ đục lỗ ống bọc trước khi bơm chèn vữa (trước khi đổ bê tông vẫn chưa đục xuyên ống bọc). Ống nhựa chi tiết 4 (hình 91) có đường kính ngoài 20mm và đường kính trong là ϕ16. Người ta dùng cây thép tròn ϕ16 để chọc thủng lỗ ống bọc gợn sóng 1 (hình 91).

6. Yêu cầu chất lượng về việc chừa đường lỗ để luồn cốt thép dự ứng lực

- Quy cách đường lỗ, số lượng và vị trí đường lỗ phải thực hiện đúng theo yêu cầu của thiết kế.

- Chi tiết tạo đường lỗ (để luồn cốt thép dự ứng lực) phải được ghim gắn chặt và không bị dịch chuyển trong quá trình đổ bê tông.

- Đường lỗ phải suôn đều (không có nếp gãy). Miếng đệm tỳ neo giữ phải đặt thẳng góc với trục đường lỗ.

- Đường lỗ nếu là ống chôn sẵn thì phải kín, các chỗ nối phải khít chặt bảo đảm không xì chảy vữa chèn ra ngoài.

- Tại các sóng cao của ống gợn sóng nên đặt các ống vỉ váng (trồi váng) các ống này phải thông với ống chôn sẵn.

Các lỗ thoát khí phải thông - không bị tắc nghẹt.

- Cần khống chế cao độ đường cong của đường lỗ luồn cáp.

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: < 300m → sai số cao độ: ≤ ± 5mm

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: 300mm đến 1500mm → sai số cao độ: ≤ ± 10mm

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: > 1500mm → sai số cao độ: ≤ ± 15mm

§2. GIA CÔNG CHẾ TẠO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Cắt và tết bện cáp thép dự ứng lực

Cần lưu ý về an toàn lao động khi tháo gỡ các cuộn cáp thép. Do tính đàn hồi cao nên khi tháo gỡ không cẩn thận rất dễ làm cáp bung mạnh ra.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Cắt cáp thép nên dùng đĩa cắt bằng đá, không được dùng mỏ hàn điện hồ quang. Đĩa cắt bằng đá (emery wheel, grinding wheel) cắt nhanh và không làm toe đầu cáp thép.

Sửa xếp các cáp thép cho ngay ngắn, thẳng duỗi ra. Các cáp thép cùng có trạng thái căng chùng giống nhau... sau đó mới bó chúng lại. Vị trí bó lại cách nhau khoảng 2m ÷ 3m.

2. Lắp đặt các chi tiết tạo phần neo cố định đầu cáp thép

a) Lắp đặt dụng cụ ép chèn

Dụng cụ tạo đầu neo giữ cho cáp dự ứng lực được sử dụng là YJ45. Dụng cụ (phương tiện thiết bị) bao gồm:

Kích thuỷ lực

Khung giá thiết bị

Khung ép chèn.

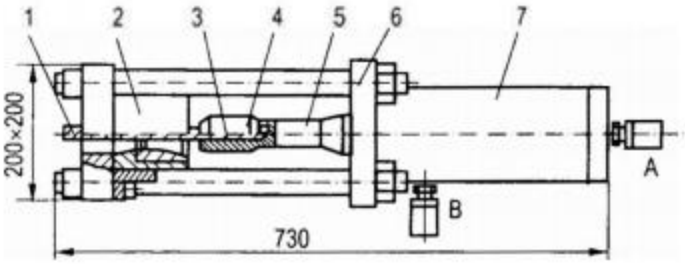
Áp lực dầu: 63MPa.

Diện tích mặt cắt xi lanh: 7000mm^2

Lực đẩy đầu cáp thép: 440 kN

Hành trình đẩy 160mm

Kích thước dụng cụ: 730 × 200 × 200mm



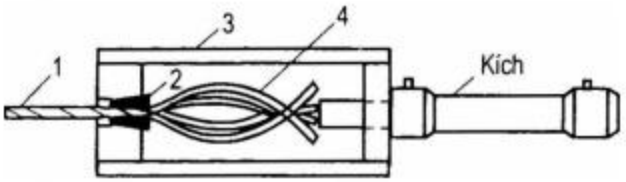
1. Cáp thép; 2, Khuôn ép chèn; 3. Vòng xoay ốc bằng thép cứng; 4. Ống bọc ép chèn; 5. Cần piston; 6. Khung giá thiết bị; 7. Kích

A: Lỗ dẫn dầu vào; B: Lỗ dẫn dầu về

Hình 92: *Dụng cụ ép chèn YJ45*

b) Dụng cụ ép lồng quả trám

Người ta dùng dụng cụ như hình 93 để ép đầu cáp tạo thành hình lồng quả trám.



1- Cáp thép dự ứng lực; 2- Dụng cụ kẹp chặt

3- Khung giá thiết bị; 4- Lồng quả trám

Hình 93: *Nguyên lý làm việc của dụng cụ tạo lồng quả trám*

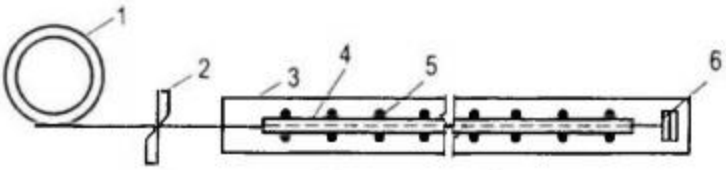
Lực đẩy lớn nhất khi đẩy đầu cáp tạo hình lồng quả trám có thể đạt đến 350kN, hành trình đẩy là 70mm.

3. Cắt thép - bó bện cốt thép

a) Cắt cốt thép

Cốt thép đã được khử dư ứng lực sau khi tháo từ cuộn thép ra sẽ ở dạng thẳng, có thể cắt trực tiếp để sử dụng.

Nếu phát hiện thép có tỷ vết hoặc hư hại... thì nên cắt bỏ các phần hư hại đó. Để bảo đảm sợi



1- Cuộn cốt thép; 2- Máy cắt; 3- Tấm ván để gắn giữ ống thép;

4- Ống thép; 5- Đinh đóng để cặp giữ ống vào tấm ván;

6- Miếng sắt góc chặn đầu.

Hình 94: *Dụng cụ chặn cắt cốt thép*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

5. Yêu cầu về chất lượng

- Khi cắt thép để tán đầu, các sợi thép cùng bó thép có chiều dài sai lệnh nhau không quá 1/5000 và không được lớn hơn 5mm. Đối với các bó thép có chiều dài dưới 10m thì sai số giữa chúng phải nhỏ hơn 2mm (≤ 2mm).

- Kích thước đầu tán không được nhỏ hơn quy định - đầu tán phải tròn cân đối. Xung quanh đầu tán nếu xuất hiện vài vết nứt dọc ngắn, và nhỏ thì xem như chấp nhận được. Tuy nhiên không cho phép có những vết nứt dọc dài, các vết nứt nghiêng hoặc nứt ngang.

- Cường độ đầu tán không được nhỏ hơn 98% cường độ tiêu chuẩn của cốt thép.

- Khi gia công chế tạo các chi tiết kẹp giữ ép đầu thép, các số đọc của đồng hồ áp lực phải phù hợp với tài liệu hướng dẫn thao tác. Sau khi kẹp giữ, đầu ngoài của cốt thép dự ứng lực nên nhô lòi ra ngoài ống bọc kẹp giữ khoảng 1mm đến 5mm.

- Khi tạo hình lồng quả trám cho đầu cáp thép dự ứng lực, bề mặt cáp thép nên sạch không bị dính dầu mỡ kích thước đầu hình quả trám (hay còn gọi là quả lê..) - Kích thước dài và tròn... phải phù hợp với kích thước yêu cầu của thiết kế.

§3. LUỒN CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Luồn cốt thép dự ứng lực - hay luồn bó cốt thép dự ứng lực - yêu cầu giải quyết hai vấn đề chủ yếu. Chọn thời điểm luồn bó thép và phương pháp luồn bó thép... như thế nào.

1. Chọn thời điểm luồn bó thép dự ứng lực

Căn cứ vào quan hệ trước sau giữa việc luồn bó thép và đổ bê tông mà có thể phân ra hai trường hợp:

Luồn (bó thép) trước và luồn (bó thép) sau.

- Phương pháp luồn trước:

Việc luồn bó thép, cáp thép được thực hiện trước khi đổ bê tông: Với cách này việc luồn bó thép đơn giản dễ dàng tuy nhiên phải tốn thêm một công đoạn thi công trước khi đổ bê tông, mặt khác do trọng lượng bó thép đè lên sóng ống bọc - làm dịch chuyển sóng ống bọc và kết quả sẽ làm tăng tổn thất ma sát của bó thép... Trong trường hợp này khó bảo vệ đầu bó thép do vậy đầu bó thép dễ bị rỉ sét...

- Phương pháp luồn sau:

Việc luồn bó thép được tiến hành sau khi đổ bê tông nên không tốn công đoạn thi công trước khi đổ bê tông. Sau khi đổ bê tông người ta dùng thiết bị thông lỗ hoặc nước cao áp để làm sạch lỗ trước khi luồn; luồn bó thép sau khi đổ bêtông tốn nhiều sức hơn tuy nhiên dễ dàng cho việc bảo vệ đầu bó thép tránh bị rẻ sét...

2. Phương pháp luồn bó thép

Căn cứ vào số lượng luồn thép một lần mà ta phân ra hai trường hợp: luồn cả bó và luồn từng cây.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Đối với bó sợi thép thì người ta thường luồn cả bó.

Đối với cáp thép thì người ta có thể luồn cả bó hay luồn từng sợi riêng lẻ. Việc luồn cả bó có thể thực hiện bằng tay (nhân công) hoặc bằng máy (tời kéo và máy luồn bó thép).

a) Luồn bằng tay (thủ công)

Nhờ cần trục nâng bó thép lên, công nhân đứng trên giàn giáo từ từ đưa bó thép xuyên lỗ vào trong. Để dễ luồn, phần đầu bó thép nên băng bó kín bằng băng keo.

Với các bó thép có nhiều chỗ cong gãy... nên dùng đầu dẫn đặc chế. Một số công nhân dẫn hướng ở phần đầu bó thép... một số công nhân còn lại sẽ đẩy ở phần đuôi bó thép. Quá trình thực hiện nên dùng bộ đàm hai chiều (Talkback) để chỉ huy điều hành. Đối với các bó thép có chiều dài dưới 60m, việc luồn bằng tay nói chung có thể thực hiện dễ dàng. Đối với các bó thép có chiều dài từ 60m đến 80m cũng có thể luồn bằng thủ công nhưng phải có các giải pháp trợ lực (Đối với ống bọc đường lỗ của cốt thép dự ứng lực:

Cứ 3m nên tạo một khoảng hở rộng để trợ lực).

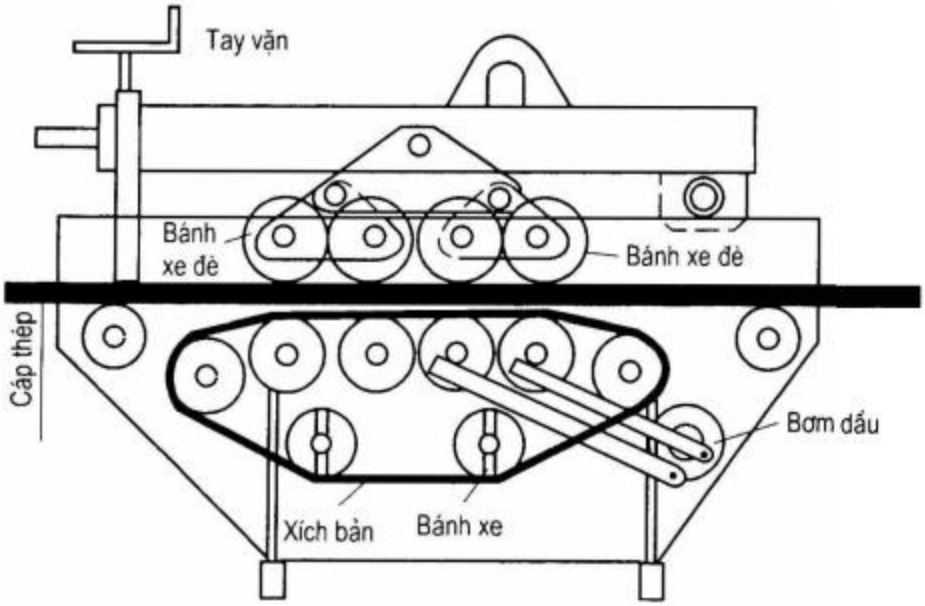
b) Dùng tời kéo (cable hoist)

Đối với các bó thép dài trên 80m, người ta thường dùng tời cáp để kéo khi luồn bó thép. Giữa sợi cáp tời và cáp thép dự ứng lực được liên kết bằng đầu nối chuyên dụng, mỗi lần có thể kéo 2 - 3 sợi cáp thép dự ứng lực, tốc độ thực hiện tương đối nhanh.

Nên dùng loại tời cáp tốc độ chậm (khoảng 10m/phút) có công suất động cơ từ 1,5 đến 2 kW.

c) Dùng máy luồn chuyên dụng

Người ta dùng thiết bị luồn cáp khi luồn bó cáp thép cho các cấu kiện lớn. Máy luồn có hai loại: Loại dẫn động bằng bơm dầu (Như hình 98), một loại khác được dẫn động bằng điện.



Hình 98: *Cấu tạo thiết bị luồn bó thép*

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§4. KÉO CĂNG VÀ NEO GIỮ CỐ ĐỊNH ĐẦU CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Công tác chuẩn bị

a) Lắp ghép các khối cấu kiện

Trường hợp cấu kiện được đúc thành nhiều mảnh (đối với trường hợp căng sau), trước khi tiến hành kéo căng cốt thép dự ứng lực, ta phải tiến hành lắp ghép tổ hợp chúng lại. Việc lắp ghép tổ hợp các mảnh cấu kiện phải phù hợp với các yêu cầu sau:

- Cường độ bê tông phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế đã nêu trong bản vẽ và phải đạt trên 75%.

- Các khối phải thẳng trục, không lệch trục quá 3mm.

- Để lắp khớp lỗ chừa giữa hai khối kề nhau người ta dùng ống thép mỏng (đường kính ngoài vừa và hơi nhỏ hơn đường kính, đường lỗ luồn thép dự ứng lực) dài khoảng 10cm đến cắm nối hai đường lỗ với nhau. Ống thép mỏng có tác dụng nối đường lỗ thẳng đồng tâm và tránh cho trường hợp vữa chèn mối nối chui vào trong đường lỗ của cốt thép dự ứng lực.

- Vữa hạt đá nhỏ để chèn mối nối phải đạt yêu cầu của thiết kế.

- Các miếng hàn nối các khối lắp ghép: tại vị trí chịu kéo nên, hàn nối trước khi căng thép dự ứng lực, còn tại vị trí chịu nén thì chỉ nên hàn sau khi kéo căng cốt thép dự ứng lực.

b) Kiểm tra cường độ của bê tông

Trước khi tiến hành kéo căng thép cần phải kiểm tra các kết quả thử nghiệm bê tông của cấu kiện - chỉ khi các kết quả thử nghiệm bê tông đạt yêu cầu, ta mới tiến hành kéo căng cốt thép dự ứng lực.

Cường độ bê tông cấu kiện trước lúc tiến hành kéo căng phải có cường độ đạt theo yêu cầu của thiết kế và phải đạt trên 75%. Cường độ bê tông chèn mối nối phải trên 50% cường độ của cấu kiện và phải bằng hoặc cao hơn 15 N/mm^2.

Nếu cấu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực căng sau có nhu cầu vận chuyển sau khi tạo dự ứng lực thì khi căng tạo dự ứng lực nên tăng gia thêm một phần dự ứng lực khiến cho dự ứng lực nén tương đối thấp của khối dầm đủ khả năng chịu được tải trọng của bản thân. Tuy vậy, cần lưu ý bê tông của cấu kiện phải có cường độ thực tế lớn hơn 50% cường độ bê tông của thiết kế đã yêu cầu.

c) Làm sạch đầu cấu kiện

Cần phải làm sạch các mối hàn, xỉ hàn các bọt hàn, làm sạch các vết dơ bẩn lên bê tông và trên các chi tiết chờ.

d) Sàn thao tác

Khi căng thép ở vị trí cao, cần làm sàn thao tác chắc chắn ổn định, trên sàn thao tác ngoài công nhân thao tác còn có các phương tiện thiết bị... dàn phải có lan can... Quá trình thao tác, cấm không cho người qua lại (người đứng xem).

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

e) Lắp đặt thiết bị neo giữ và kéo căng thép

Phương tiện thiết bị thao tác phải qua kiểm tra và thử nghiệm.

- Đối với loại 2 tấm kẹp giữ bó cáp thép, khi lắp phương tiện neo giữ cần chú ý giữ cho đúng ở giữa, các tấm kẹp đều được gắn chặt và dư ra ngoài đều nhau. Vị trí lỗ neo giữ công cụ trên kích và vị trí lỗ neo, công tác đấu cấu kiện phải trùng khớp bảo đảm, đường cốt thép dự ứng lực thẳng với lỗ xuyên tâm trên kích.

- Đối với chi tiết kẹp giữ hình côn, chung quanh các vòng neo nên áp sát vào thành lỗ và khi lắp dụng cụ hình côn nên lắp chính xác, các sợi cốt thép nên phân đều xung quanh vòng neo.

- Đối với trường hợp tán đầu: Nối liên kết thanh kéo và ống bọc cần phải chuẩn bị thật tốt, ngoài ra cũng cần kiểm tra chân chống tỳ của kích có thích hợp hay không.

- Khi lắp các thiết bị kéo căng cốt thép dự ứng lực: Với các cốt thép thẳng thì phải làm sao để đường tác dụng của lực kéo trùng với đường tâm trục của đường lỗ chờ; với cốt thép cong thì đường tác dụng của lực kéo phải trùng với đường tiếp tuyến ở đầu cuối của trục tâm đường lỗ chờ.

2. Phương thức căng cốt thép dự ứng lực

Căn cứ vào đặc điểm của kết cấu bê tông dự ứng lực và tuỳ theo hình dạng của cốt thép dự ứng lực cũng như chiều dài của cốt thép... và cũng tuỳ theo phương pháp thi công thực hiện... mà phương pháp kéo căng cốt thép dự ứng lực cũng có nhiều cách khác nhau.

Nói chung, có 6 phương thức kéo căng thép sau đây.

Phương thức kéo một đầu.

Phương thức kéo hai đầu.

Phương thức kéo từng đợt.

Phương thức kéo từng đoạn.

Phương thức kéo theo giai đoạn.

Phương thức kéo bù.

a) Phương thức kéo một đầu

Để kéo căng thép, người ta chỉ lắp đặt thiết bị tại một đầu cốt thép phương thức này áp dụng cho cốt thép dài khoảng 30m trở xuống ($\leq$ 30m) ở dạng đường thẳng và cũng áp dụng cho cốt thép đường cong mà độ dài ảnh hưởng tổn thất do neo $L_1 \geq 0,5L$ (L là chiều dài của cốt thép dự ứng lực).

Trong một số trường hợp việc kéo một đầu được thực hiện theo yêu cầu của thiết kế.

b) Phương thức kéo hai đầu

Người ta áp dụng phương thức kéo hai đầu khi chiều dài cốt thép dài trên 30m (> 30m) ở dạng thẳng và những cốt thép dạng đường cong có chiều dài ảnh hưởng tổn thất

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Khi dùng thép có độ chùng thông thường, người ta thực hiện kéo vượt lực (overstretching) cho các trường hợp sau:

• Neo tán đầu - neo giữ có thể xả tải:

$$O \rightarrow 1{,}05\ P_j \xrightarrow{\text{Giữ tải trọng 2 phút}} P_j \text{ - neo giữ cố định.}$$

• Neo giữ bằng dụng cụ kẹp giữ - bộ phận neo giữ không thể xả tải:

$$O \rightarrow 1{,}03\ P_j \text{ - neo giữ cố định}$$

Trong các trường hợp vừa nêu trên về trình tự thao tác căng cốt thép dự ứng lực, người ta đều gia tải theo từng cấp.

Đối với bó cốt thép dự ứng lực theo đường cong, người ta lấy từ 0,2 P_j đến 0,25 P_j làm khởi điểm để đo độ giãn dài.

Người ta phân ra ba cấp gia tải.

$$0{,}2\ P_j\ ;\quad 0{,}6\ P_j \text{ và } 1{,}0\ P_j$$

Hoặc phân ra bốn cấp gia tải:

$$0{,}25\ P_j\ ;\quad 0{,}5\ P_j \text{ và } 0{,}75\ P_j \text{ và } 1{,}0\ P_j$$

Mỗi lần gia tải, người ta lại đo độ giãn dài của cốt thép dự ứng lực.

Khi cốt thép quá dài mà bước kích thao tác không thoả mãn lực kéo thì ta nên phân cấp để kéo và phân cấp để neo giữ. Áp lực dầu bắt đầu của cấp thứ hai bằng áp lực dầu kết thúc của cấp thứ nhất.

Khi kéo cốt thép đạt đến áp lực dầu quy định... ta giữ tải và lại đo kiểm tra lại trị số giãn dài, nếu phù hợp... ta lại tiến hành neo giữ.

5. Hiệu chỉnh trị số giãn dài

Khi kéo căng thép, nhờ có việc hiệu chỉnh trị số giãn dài (độ giãn dài) mà người ta có thể biết được cụ thể lực kéo có đủ hay không, tổn thất do ma sát đường lỗ lớn hay nhỏ đồng thời cũng phát hiện được những sự thay đổi khác thường của cốt thép dự ứng lực.

Để tính trị số giãn dài (độ giãn dài) ta ứng dụng công thức tính toán ở trong phần trước ("Trị số giãn dài khi kéo căng thép dự ứng lực").

Đo trị số giãn dài khi kéo cốt thép dự ứng lực nên tiến hành sau khi tạo ứng lực ban đầu. Độ giãn dài thực tế được tính như sau:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 - A - B - C$$

Trong đó:

ΔL_1 - trị số giãn dài thực tế đo được từ lực kéo ban đầu đến lực kéo lớn nhất;

ΔL_2 - trị số giãn dài nội suy của lực kéo thấp hơn lực kéo ban đầu;

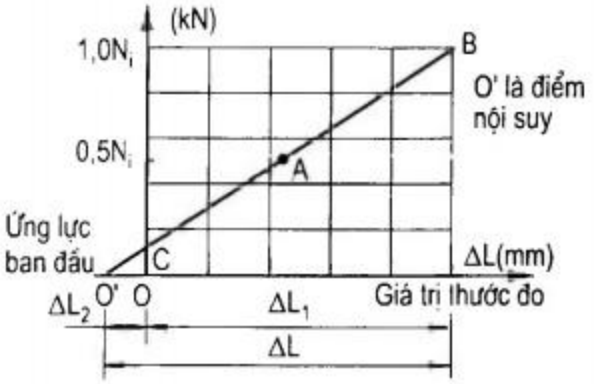
A - giá trị co trong cốt thép dự ứng lực phát sinh do các chi tiết nêm neo giữ trong quá trình kéo căng thép gây ra. Giá trị này bao gồm cả các giá trị co trở lại của các chi tiết neo giữ công cụ, neo giữ công tác, neo giữ kéo bù...

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

B - trị số giãn dài của phần cốt thép nằm trong thân kích;

C - trị số co đàn hồi của bê tông khi thực hiện căng sau.

Giá trị ΔL_2 - Trị số giãn dài nội duy dưới ứng lực ban đầu (điểm C) có thể căn cứ theo tỷ lệ thuận giữa lực kéo và độ giãn dài thực đo đã được thể hiện trên đồ thị để tìm ra. Có thể tính bằng phép tính hoặc bằng đồ thị (O'O).



Hình 101: *Đồ thị trị số giãn dài thực tế khi kéo của thép dự ứng lực*

Theo số đo thực tế ta vẽ được C, A và B. Kéo thẳng BAC ta sẽ tìm ra điểm O'. Từ đó ta có ΔL_2 (tức chính là O'O).

Ngoài ra khi neo giữ cốt thép cũng nên kiểm tra trị số co trong của cốt thép dự ứng lực tại đầu kéo để tránh trường hợp tổn thất dự ứng lực do các chi tiết neo giữ (đầu neo giữ) gây ra có thể vượt quá trị số cho phép của thiết kế. Nếu trị số co trong của cốt thép dự ứng lực đo được lớn hơn trị số quy định của thiết kế thì cần phải thay đổi và cải thiện công nghệ thao tác như: thay đổi bản chặn giới hạn vị trí hoặc chọn cách kéo vượt lực (oversretching).

6. Yêu cầu về an toàn lao động

- Khi thao tác kéo cốt thép dự ứng lực cần phải đặc biệt chú ý đến công tác an toàn lao động. Bản thân cốt thép dự ứng lực có một nội lực (lực căng) rất lớn - Rủi ro nếu thép dự ứng lực bị đứt hoặc các chi tiết neo giữ đầu cốt thép và đầu cốt thép trong kích bị tuột ra... thì năng lượng do nội lực (lực căng) của cốt thép dự ứng lực tạo ra được giải phóng và tạo thành một tai nạn cho mọi người xung quanh. Do vậy, dù trong trường hợp nào, mọi người không nên đứng ở hai đầu của cấu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực. Đồng thời phía sau kích cũng nên lắp đặt thiết bị phòng hộ.

- Nhân viên thao tác kích và đo độ giãn dài nên đứng ở mặt bên của kích và nhất nhất phải tuân thủ quy trình thao tác. Trong khi bơm dầu bắt đầu vận hành, người điều khiển không được tự tiện, rời bỏ vị trí. Nếu rời vị trí thì phải mở hết các van dầu và phải ngắt điện.

- Khi kích kéo căng thép theo cách kẹp giữ (neo giữ) hình côn, đầu tiên cho kích giãn đầu ra và cho dầu đẩy vào trong xi lanh cho đến khi đồng hồ áp lực bắt đầu khởi động... thì bắt đầu kiểm tra từng cây thép về mức độ chặt lỏng thế nào, sau đó hiệu chỉnh lại... cuối cùng mới đóng nêm để làm chặt chúng.

- Cần phải chuẩn bị chu đáo và kiểm tra cẩn thận ba đối tượng chính là: Đường lỗ luồn thép dự ứng lực, vòng neo giữ và kích kéo căng thép nhằm đảm bảo việc tiến hành kéo thép thuận lợi và giảm tổn thất do ma sát lỗ gây ra.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Với trường hợp neo giữ đầu bằng phương pháp tán đầu, trong quá trình kéo căng phải thường kiểm tra và vặn chặt các ốc vặn, bảo đảm an toàn cho quá trình thi công. Khi neo giữ đầu cốt thép nếu bó cốt thép có hiện tượng lệch, dài ngắn không đều thì nên tăng thêm ốc vặn, hoặc dùng các thiết bị nối liên kết để giải quyết.

- Nếu neo giữ bằng các tấm kẹp, nên giữ chúng trong trạng thái sạch và trơn nhẵn.

Dụng cụ kẹp còn mới và sử dụng lần đầu, trước khi dùng, nên bôi lên mặt sau (lưng) của tấm kẹp một lớp mỡ bôi trơn. Trong thời gian sau, cứ 5- 10 lần lại tháo các tấm kẹp ra, lại bôi một lớp bôi trơn vào trong lỗ hình côn nhọn để đề phòng trường hợp các tấm kẹp có thể bị kẹt khi tháo nêm ra.

- Trường hợp bó cáp thép có nhiều nhánh đầu nếu miếng kẹp bị trơn tuột... thì nên thay các miếng kẹp và dùng kích loại nhỏ tiến hành kéo từng nhánh cáp riêng biệt.

7. Yêu cầu và chất lượng khi kéo căng cốt thép dự ứng lực

Trong tờ hướng dẫn kéo cốt thép dự ứng lực, nên ghi rõ: Tên cấu kiện, lực kéo, độ giãn dài khi kéo, mã hiệu kích và đồng hồ áp lực, đọc số đồng hồ áp lực của các cáp kéo. Đồng thời phải trình bày rõ trình tự thực hiện và phương pháp thực hiện...

- Trình tự thực hiện hợp lý đảm bảo cấu kiện và kết cấu chịu lực đều.

- Công nghệ và phương pháp thực hiện tốt bảo đảm các nhánh thành phần của bó cốt thép chịu lực đều.

- Trị số độ giãn dài thực do và độ giãn dài tính toán có trị số chênh lệch phải dưới 6% ($\leq \pm 6\%$).

- Khi căng thép dự ứng lực, số lượng thép bị dứt hoặc bị tuột không được vượt quá 3% và không được vượt quá một cây cho mỗi bó. Đối với bản tấm liên tục nhiều nhịp hai hướng tuy cùng một mặt cắt giống nhau nhưng nên tính riêng cho từng nhịp.

- Trị số co trong của cốt thép dự ứng lực tại đầu kéo khi neo giữ cố định cần phù hợp với yêu cầu thiết kế, nếu thiết kế không có yêu cầu thì phải phù hợp với bảng 46.

- Khi neo giữ (cặp giữ) cốt thép dự ứng lực, khe hở kẹp giữ phải đều, phần nhô ra ngoài phải đều như nhau (khoảng từ 2mm đến 3mm).

§5. Chèn vữa cho đường lỗ luồn thép dự ứng lực

Sau khi căng thép dự ứng lực xong, người ta dùng bơm để bơm vữa chèn đầy đường lỗ nhằm bảo vệ giữ cho cốt thép khỏi bị sét rỉ đồng thời gia tăng sự kết dính hữu hiệu giữa cốt thép và bê tông của cấu kiện. Mặt khác còn có tác dụng khống chế khoảng cách xuất hiện các vết nứt cũng như chiều rộng của vết nứt khi quá tải. Ngoài ra nó còn có tác dụng làm giảm nhẹ tình hình chịu tải của chi tiết neo giữ đầu dầm.

Cần phải lưu ý chất lượng vữa chèn trong đường lỗ.

Công tác bơm chèn đầy vữa phải tiến hành ngay sau khi công việc kéo căng thép hoàn thành và đã được nghiệm thu hoàn công.

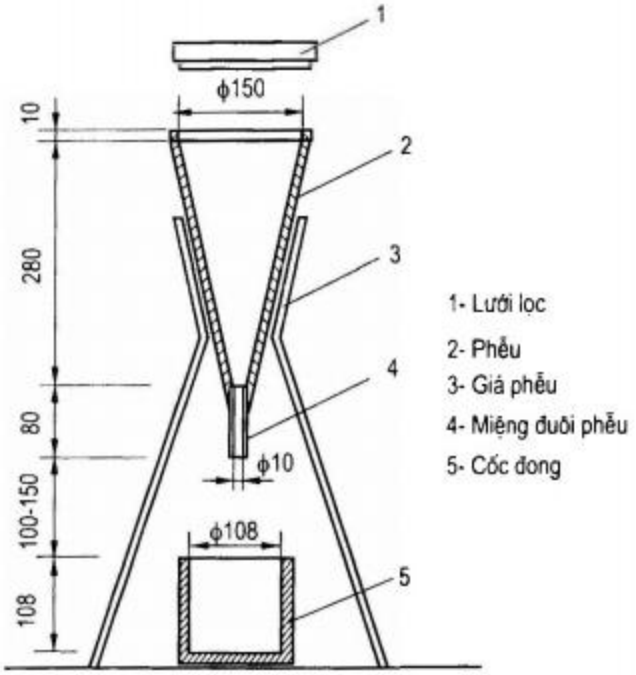
Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

1. Vữa chèn

- Xi măng của cấp phối vữa chèn phải dùng xi măng poóc lăng thường có cấp cường độ từ 32,5 trở lên.

- Tỷ lệ N/X không được lớn hơn 0,45, sau 3 giờ hiện tượng trồi nước phân tầng xẩy ra có tỷ lệ < 2%, cá biệt cũng ≯ 3% (bleeding, water gain).

- Vữa chèn phải có đủ độ lưu động. Người ta thường dùng thiết bị chảy nhỏ giọt hoặc thiết bị phễu nhọn (hình 104) để kiểm tra thử nghiệm. Vữa ép chèn được thử nghiệm bằng thiết bị phễu nhọn (hình 102) nếu nằm trong giới hạn15s đến 19s thì xem như đạt yêu cầu.



Hình 102: Dụng cụ thử độ lưu động của vữa

- Để cải thiện tính năng của vữa ép chèn, có thể dùng phụ gia đông kết chậm giảm nước - Nhất thiết không được dùng các phụ gia có tính xâm thực (những phụ gia có chứa Chloride).

- Cường độ kháng nén của vữa chèn phải trên 30 N/mm^2. Cần phải làm mẫu thí nghiệm (70,7 × 70,7 × 70,7) trước đó.

- Vữa chèn phải trộn bằng máy, trộn đều. Trước khi đưa vào máy bơm ép nên qua lưới lọc (mắt lưới < 5mm). Vữa trong thùng chứa cũng được khuấy liên tục, tránh cho vữa khỏi bị tách nước phân tầng.

2. Các thiết bị sử dụng để bơm chèn vữa

Thiết bị bao gồm:

Máy trộn vữa

Bơm đẩy vữa.

Thùng chứa trữ vữa.

Lưới lọc, sàng lọc.

Ống dẫn đẩy bằng cao su vải

Đầu vòi phụt

Bơm đẩy vữa dẫn động bằng điện bao gồm: Bơm trụ piston (plunger pump) bơm nén ép (squeeze pump) và bơm xoắn (propeller pump). Bơm trụ piston bao gồm 2 loại: có màng ngăn (diaphragm pump) và loại không có màng ngăn. Bơm xoắn có lực đẩy nén tương đối ổn định. Dưới đây là tính năng kỹ thuật một số loại bơm dùng để bơm phụt chèn cho các đường lỗ thép dự ứng lực.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 50. Các loại bơm phụt ép vữa chạy điện

Loại bơm Các tính năng	Đơn vị tính	Bơm trụ piston có màng ngăn UB3	Bơm trụ piston không có màng ngăn		Bơm nén ép		Bơm xcần UBL 3
			C263	C251	UBJ 1,8	UBJ 3	
Năng suất	m^3/h	3	3	1	1,8	3	3
Sức đẩy: cao	m	40	30	20	30	30	90
ngang	m	150	150	100	100	120	400
Lực đẩy, max	MPa	1,5	1,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Công suất động cơ	kW	4,0	2,2	1,3	2,2/2,8	2,4/4,0	3,0
Đường kính trong của ống đẩy	mm	51	50	38	38	50	50
Kích thước mm	mm	1033 × 747×940	1240× 445×760	1240 × 445×760	1270 × 896×990	1570× 814×832	1413× 240×408
Trọng lượng máy	kg	250	180	180	300	400	200

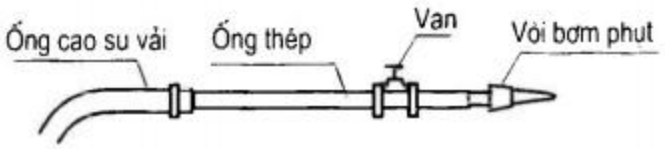
Khi sử dụng máy bơm vữa cần lưu ý một số điểm sau:

- Trước khi sử dụng nên kiểm tra van bi (van cầu) xem có bị hư hại và xem có xi măng bám dính không (xi măng đã khô cứng).

- Dùng nước sạch để bơm khởi động để kiểm tra bơm và đường ống có bị rò rỉ không.

- Khởi động máy bơm sau đó mới cho vữa xi măng vào.

- Phải thường xuyên khuấy đều vữa trong thùng chứa để tránh vữa bị trám lắng.



Hình 103: *Đầu vòi bơm phụt vữa*

- Sau khi bơm phụt chèn xong phải dùng nước sạch để bơm súc sạch máy bơm và đường ống.

- Vòi phụt nên có van để giữ an toàn và tiết kiệm vữa xi măng. Ống cao su vải hoặc ống nhựa vải dẫn đẩy vữa phải bảo đảm chịu áp lực tốt - Nói chung phải có 5 lớp đến 7 lớp vải.

3. Công nghệ bơm phụt vữa

- Trước khi tiến hành phụt vữa chèn, nên kiểm tra kỹ đường lỗ luồn thép dự ứng lực và đầu đường lỗ, lỗ phụt vữa vào, lỗ trồi nước váng (bleeding, water gain), lỗ thoát khí... xem tất cả có thông không? Nếu tất cả đều thông thoáng thì vữa bơm phụt sẽ được chèn đầy dễ dàng. Để bảo đảm thông thoáng nên dùng nước để bơm rửa đối với đường ống chôn sẵn... nên dùng khí nén để thổi sạch.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Các khe hở của các dụng cụ neo giữ kẹp giữ đầu cáp cũng như khe hở một số chỗ khác có nguy cơ phòi vữa... cũng cần trám kín trước khi tiến hành bơm phụt. Vật liệu trám kín là vữa xi măng mác cao hoặc các loại keo chịu lực... Vật liệu trám kín phải có cường độ chịu lực trên 10MPa.

- Thứ tự thực hiện: Đường lỗ tầng (lớp) dưới trước, đường lỗ tầng trên sau.

- Việc phụt ép vữa nên tiến hành đều đều chậm và không nên ngắt dừng nửa chừng và nên từ từ thoát hết khí trong đường lỗ, khi hai đầu đường lỗ đã phòi vữa đặc và tiến hành đóng nút chặt lỗ thoát khí rồi tiếp tục gia tăng áp lực bơm phụt lên 0,5 đến 0,7 N/mm^2 và giữ yên trong hai phút, sau đó đóng nút (nhét kín) lỗ bơm phụt vữa.

- Trường hợp đường lỗ cốt thép dự ứng lực tương đối lớn mà vữa xi măng lại không có phụ gia nở hoặc phụ gia giảm nước thì có thể bơm phụt vữa một trong các cách sau đây.

• Bơm phụt vữa làm hai lần, khoảng cách thời gian giữa hai đợt bơm phụt là 30 đến 45 phút.

• Tại vị trí cao nhất của đường lỗ người ta liên tục cho vữa vào (để tránh tạo các khoảng rỗng bọt khí giữa những lần cho vữa vào, đồng thời phần vữa cho vào đầu tiên vẫn còn độ lưu động - có thể bị dồn đi đến phía đầu kia...), cách làm này gọi là phương pháp cấp vữa trọng lực.

- Trường hợp đang bơm phụt thì bị tắc, nên thay đổi chuyển sang lỗ phụt vữa và tìm cách đẩy phần vữa bị tắc trước đó ra ngoài nhằm tránh hiện tượng khoảng trống bọt khí giữa hai lần phụt.

- Khi nhiệt độ ngoài trời dưới 5^oC nên dùng thêm phụ gia kháng đông trong vữa. Nước trộn vữa nên dùng nước ấm.

4. Ép phụt vữa kết hợp với hút chân không

Người ta dùng máy hút chân không một đầu và ép phụt vữa vào đầu còn lại.

Nhờ tạo chân không mà vữa phụt chèn không bị bọt khí, vữa chèn chặt đồng thời rút ngắn thời gian ép phụt vữa chèn.

5. Yêu cầu về chất lượng

- Vữa ép phụt có thành phần cấp phối đã thông qua thử nghiệm kiểm tra.

- Mẫu vữa ép thử có kích thước 70,7 × 70,7 × 70,7mm. Cường độ ép thử phải trên 30 MPa (sau 28 ngày).

- Sau khi hoàn thành việc ép phụt vữa, nên kiểm tra độ đầy trên chỗ cao của đường lỗ và có biện pháp chèn đầy bổ sung.

- Với những trường hợp có nghi ngờ có thể khoan đục kiểm tra hoặc có biện pháp gia cố bổ sung (nhưng không làm hại đến khả năng chịu lực của kết cấu).

- Dùng vữa xi măng cát chèn đầy và làm phẳng lỗ trào váng vữa, lỗ bơm vữa, lỗ thoát khí.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Giữa chỗ trám bịt chi tiết neo giữ và bê tông viền xung quanh phải liền khối (không xuất hiện vết nứt).

§6. THI CÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC KHÔNG DÍNH KẾT

1. Lắp đặt cốt thép dự ứng lực không dính kết

a) Lớp bảo vệ của cốt thép

Để xác định chiều dày lớp bảo vệ, cần xét đến yêu cầu phòng cháy, phù hợp với hai bảng 51 và bảng 52 được trình bày dưới đây.

Bảng 51. Chiều dày tối thiểu của lớp bảo vệ cốt thép dạng tấm mm

Dạng tấm	Mức độ chịu lửa (giờ)			
	1	1,5	2	3
Gối tự do	25	30	40	55
Liên tục	20	20	25	30

Bảng 52. Chiều dày tối thiểu của lớp bảo vệ cốt thép dầm (mm)

Dạng dầm	Chiều rộng dầm mm	Mức độ chịu lửa (giờ)			
		1,0	1,5	2,0	3,0
Dầm gối tự do	200	45	50	65	Có giải pháp riêng
	≥ 300	40	45	50	65
Dầm liên tục	200	40	40	45	50
	≥ 300	40	40	40	45

Đối với trường hợp lớp bảo vệ không đáp ứng phù hợp với hai bảng trên thì nên dùng sơn chống cháy.

b) Trình tự lắp đặt cốt thép

Lắp đặt rải cốt thép dự ứng lực không dính kết cũng đơn giản như cốt thép không dự ứng lực.

Đối với tấm chịu theo hai hướng, cốt thép cũng bố trí theo hai hướng theo dạng đường cong lơ lửng và đan nhau, cho nên thao tác lắp đặt chúng cũng tương đối khó khăn. Vì vậy việc đầu tiên ta phải xác định thứ tự lắp đặt chúng. Trước khi luồn thép dự ứng lực, phải xác định được các vị trí nối chồng (các vị trí giao nhau của hai hướng). Tại vị trí giao nhau thì thép nào nằm dưới sẽ luồn qua trước chỗ giao điểm đó và thép nào tại giao điểm mà nằm trên thì luồn qua sau.

c) Neo giữ và định vị cốt thép

Quá trình thi công lắp đặt cốt thép dự ứng lực, người thực hiện phải nghiêm túc chấp hành đúng theo yêu cầu thiết kế về hình dạng đường cong cốt thép cũng như neo giữ có định vị trí thật chắc chắn.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

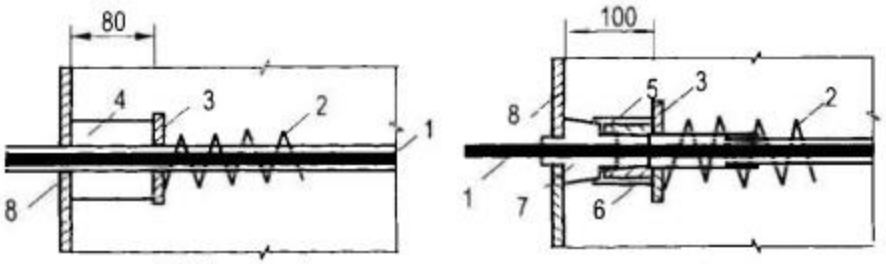
Để bảo đảm vị trí lơ lửng của cốt thép theo thiết kế người ta dùng cốt thép để giằng hoặc làm các con ngựa (giá đỡ) bằng cốt thép để hiệu chỉnh đúng vị trí. Theo chiều chiếu bằng cốt thép phải thẳng. Khoảng cách đặt các con ngựa đỡ là 1m đến 2m.

Đối với tấm bản liên tục có thép hai hướng, để giữ đúng cao độ cốt thép tại các vị trí và các giao điểm ta cũng dùng các con ngựa bằng thép để đỡ cốt thép rồi buộc chắc chúng vào con ngựa (giá đỡ).

Tại hai đầu (tại vị trí gối) cốt thép không dính kết có thể buộc trực tiếp lên cốt thép phần trên đỉnh của dầm hoặc tường. Tại các khoảng giữa, cốt thép không dính kết có thể buộc trực tiếp lên cốt thép của đáy bản tấm (của sàn).

d) Cố định chặt đầu kéo

Theo vị trí cốt thép không dính kết ở đầu dầm mà thiết kế đã cho, ta tiến hành khoan lỗ côppha mặt đứng ở đầu dầm.



a) Hốc côppha *b) Hốc nhựa*

1- Cốt thép không dính
2- Cốt thép xoắn
3- Bản thép chịu nén
4- Hốc côppha
5- Vòng neo (khoen neo)
6- Ống nhựa bọc giữ vòng neo
7- Hốc bằng nhựa
8- Côppha

Hình 104: *Tạo hốc lõm cho đầu kéo thép không dính kết*

Tấm bản thép 3 được cố định (bằng đinh) vào côppha hoặc hàn chặt vào cốt thép.

Đường tiếp tuyến với đoạn cuối (đầu cuối) của cốt thép dọc (thép theo đường cong hay đường gãy khúc) phải thẳng góc với bản thép chịu lực (chi tiết 3 hình 104).

Điểm khởi đầu của đoạn cong đến điểm neo giữ để kéo có một đoạn thẳng phải trên 300mm.

Khi tạo hốc lõm cho đầu kéo căng, có thể dùng coppha hoặc dùng các vành nhựa hoặc dùng gỗ...

Sau khi lắp đặt xong cốt thép không dính kết, cần phải tiến hành nghiệm thu. Nếu việc lắp đặt cốt thép dự ứng lực không dính kết được nghiệm thu thì mới được tiến hành đổ bê tông.

2. Kéo căng cốt thép dự ứng lực không dính kết

Trước khi kéo căng cốt thép dự ứng lực, cần phải làm sạch bề mặt bản đệm neo và phải kiểm tra chất lượng bê tông ở mặt sau bản đệm neo. Nếu ở mặt sau bản đệm neo có các chỗ hổng trống thì phải xử lý trước khi tiến hành kéo căng thép.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Đối với sàn lầu nhà cao tầng: Trước hết kéo cốt thép sàn sau đó mới kéo cốt thép dầm. Thép dự ứng lực không dính của cốt thép dầm nên tiến hành kéo đối xứng đồng thời.

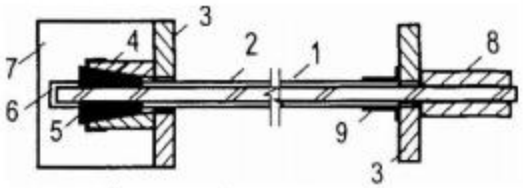
Đối với cốt thép sàn, dùng kích kéo từng thanh sau đó dùng chi tiết kẹp để neo giữ cho từng thanh.

Khi chiều dài cốt thép dự ứng lực không dính vượt quá 35m thì nên tiến hành kéo hai đầu và khi cốt thép dài trên 70m thì nên tiến hành kéo từng đoạn. Gặp khi có ma sát lớn thì có thể chùng một lần sau đó kéo tiếp. Khi kéo thép chuyển hướng hoặc đi nghiêng thì nên dùng thiết bị kéo chuyển góc để kéo.

Khi kéo căng cốt thép dự ứng lực không dính kết, phải hiệu chỉnh độ giãn dài của chúng giống như cốt thép dự ứng lực có dính kết. Trường hợp kéo cốt thép dự ứng lực không dính quá dài, lực cản của giai đoạn kéo lúc đầu rất lớn. Độ (trị số) giãn dài của lực kéo dưới lực kéo ban đầu thường rất nhỏ, dùng phương pháp thí nghiệm để hiệu chỉnh chúng.

3. Chống sét rỉ và chống xâm thực cho các chỗ neo giữ cố định

Nên trám phủ kín chống sự xâm nhập của nước và không khí cốt thép dự ứng lực không dính sau khi neo giữ, có chiều dài lộ ra ngoài phải ≥ 30mm. Phần dư được cắt bằng lưỡi cắt đá mài (không dùng hàn điện). Chi tiết bản đệm và các tấm kẹp giữ phải được sơn chống rỉ. Đầu ngoài cùng phải được chụp kín bằng nắp nhựa.



1- Ống bọc bảo vệ; 2- Cáp thép dự ứng lực
3- Bản thép chịu nén; 4- Vòng neo;
5- Miếng kẹp; 6- Chụp nhựa;
7- Bê tông trám kín đầu;
8- Neo giữ bằng ép chèn;
9- Ống bọc nhựa hoặc băng dính

Hình 105: *Cấu tạo trám kín toàn bộ cốt thép dự ứng lực không dính*

Ở phần lõm ở đầu căng và neo... sau khi xử lý sạch bề mặt tấm đệm neo... ta dùng bê tông xi măng nở ở mức độ thấp hoặc dùng vữa xi măng chống thấm không co ngót để trám kín lại. Lớp bảo vệ của bê tông đối với các chi tiết neo giữ nhỏ nhất là 25mm (đối với dầm) và 20mm đối với bản sàn (dạng tấm).

4. Yêu cầu về chất lượng thi công

- Ống bọc cốt thép dự ứng lực không kết dính phải là ống nguyên vẹn, tại đầu mút nên dùng ống nhựa hoặc băng dính để làm kín lại.

- Khi lắp đặt cốt thép nên lắp đúng vị trí, đúng dạng đường cong theo thiết kế (cao độ các điểm trên đường cong).

- Lắp đặt cố định chắc chắn và không bị xê dịch trong quá trình đổ bê tông.

- Bản đệm chôn sẵn ở hai đầu phải thẳng góc với cốt thép.

- Khi lắp đặt bó cốt thép dự ứng lực không dính phải có biện pháp nhằm đảm bảo chắc chắn bê tông sẽ ôm chặt bó cốt thép.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§7. NGHIỆM THU CHẤT LƯỢNG

Việc nghiệm thu chất lượng cốt thép dự ứng lực căng sau phải tuyệt đối tuân thủ các điều khoản mà TCVN đã ban hành cũng như phải theo hướng dẫn của Tiêu chuẩn Ngành (của Bộ GTVT).

1. Nghiệm thu chất lượng cốt thép dự ứng lực căng sau có kết dính

a) Các nội dung chính:

- Phải kiểm tra kỹ vật liệu (cốt thép) trước khi đưa vào sử dụng.

- Kiểm tra tính năng và hiệu quả các phương tiện sử dụng để kéo căng thép: Dụng cụ kẹp giữ, chi tiết nối liên kết, chi tiết neo giữ...

- Xi măng dùng cho vữa phụt chèn là xi măng pooclăng thường, phù hợp với yêu cầu của thiết kế.

- Lắp đặt thép dự ứng lực: Cần làm đúng theo yêu cầu của thiết kế về chủng loại, thứ tự, số lượng, vị trí...

- Quá trình lắp không nên dùng hàn điện - dễ làm tổn thất dự ứng lực.

- Chỉ khi cường độ bê tông đạt đến cường độ yêu cầu của thiết kế mới tiến hành kéo căng cốt thép dự ứng lực.

- Lực kéo, thứ tự kéo, công nghệ thực hiện phải tuân theo chỉ dẫn của thiết kế. Độ giãn dài thực tế đo được và độ giãn dài của thiết kế chỉ sai lệch dưới ± 6%.

- Không để xẩy ra hiện tượng tuột và đứt cốt thép khi kéo, nếu có thì số lượng đứt tuột không quá 3% của tổng số cốt thép trên cùng mặt cắt. Trong mỗi bó không được vượt quá 1 cây.

- Sau khi căng thép dự ứng lực, nên tiến hành nghiệm thu và bơm chèn đầy vữa ngay. Yêu cầu vữa bơm phải đầy chặt toàn bộ đường lỗ.

- Cần phải có thiết kế phù hợp để che kín phủ bọc bảo vệ cho vị trí neo giữ cố định các đầu cốt thép. Nói chung, lớp bảo vệ phải có chiều dày phủ trên 50mm. Chiều dày lớp bảo vệ phần lối ra ngoài phải trên 20mm (tại môi trường xâm thực thì trên 50mm).

b) Các yêu cầu chung khác

- Kích thước ống xoắn kim loại dùng làm ống chôn sẵn cho đường lỗ cốt thép dự ứng lực phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế.

- Cần kiểm tra (ngoại quan - quan sát bên ngoài bằng mắt) cốt thép, các phương tiện cặp giữ neo kẹp, các ống xoắn kim loại trước khi đưa vào sử dụng chúng.

- Cần lưu ý đến chất lượng chế tạo các chi tiết kẹp giữ hai đầu cốt thép dự ứng lực.

- Bảo đảm chất lượng đường lỗ chờ luồn thép: quy cách, số lượng, vị trí, và hình dáng... (Đối với loại có kết dính)... phải đúng theo yêu cầu của thiết kế.

- Cần khống chế cao độ của các điểm (theo hướng dọc) của bó thép dự ứng lực.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

- Trước khi luồn thép, phải xử lý phòng rỉ sét cho cốt thép.

- Trị số co trong khi kéo căng thép theo giai đoạn phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế (xem bảng 11.51).

- Phần nhô sau khi căng và neo giữ cố định nhô ra ngoài sẽ được cắt bằng máy (đĩa cắt - không cắt bằng mỏ hàn). Chiều dài nhô còn lại phải lớn hơn 1,5 lần đường kính cốt thép và phải lớn hơn 30mm.

- Tỷ lệ nước xi măng (N/X) của vữa xi măng bơm phụt chèn đường lỗ không được lớn hơn 0,45 ($\leq$ 0,45). Tỷ lệ tách nước nổi váng (bleeding, water gain) sau 3 giờ không quá 2% và sau 24 giờ không quá 3%.

- Cường độ kháng nén của vữa p hải trên 30N/mm^2.

2. Nghiệm thu chất lượng cốt thép căng sau không dính kết

a) Các nội dung chính

- Kiểm tra nghiệm thu cốt thép - các phương tiện kẹp - neo giữ - nối tiếp v.v... giống như đối với cốt thép dự ứng lực có dính kết.

- Sơn bọc cốt thép phải làm đúng theo yêu cầu của thiết kế và theo quy định của TCXD mà nhà nước đã ban hành.

b) Các yêu cầu chung khác

- Cần kiểm tra ngoại quan cốt thép trước khi đưa vào sử dụng: Bề mặt lớp bọc bảo vệ phải trơn láng, không có vết nứt và không có vết nhăn gãy.

- Các phương tiện dụng cụ sử dụng để kéo căng và kẹp giữ cốt thép như: Các phương tiện kẹp giữ, neo cố định, các chi tiết nối liên kết... phải bảo đảm sạch, không sét rỉ, không bị trầy xước, không bị nứt và bị hư hỏng hoặc méo mó.

- Cần kiểm tra chất lượng chế tạo của các dụng cụ: ép chèn, kẹp giữ... (giống như đối với trường hợp căng sau có kết dính).

- Lắp đặt cốt thép dự ứng lực không kết dính ngoài các yêu cầu chất lượng đã nêu trên, còn phải đảm bảo yêu cầu về hình dạng đường cong của cốt thép theo yêu cầu đã nói ở cuối mục §1 của Phần 6 (trang...)

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 7

THI CÔNG KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC TẠI CHỖ

§1. TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC TẠI CHỖ

Thi công kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực tại chỗ (tại công trình) chủ yếu thực hiện cho hai trường hợp:

Hệ kết cấu khung bê tông cốt thép dự ứng lực bộ phận. Kết cấu bản sàn dự ứng lực không kết dính.

1. Kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực bộ phận

Kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực bộ phận là sự kết hợp giữa cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực. Dưới tác dụng của tải trọng, tại các mép chịu kéo cho phép xuất hiện ứng lực kéo và vết nứt nhất định. Kết cấu bê tông cốt thép dạng này vừa mang chức năng của loại kết cấu dự ứng lực vừa đảm nhiệm chức năng của kết cấu bê tông cốt thép thông thường. Kết cấu có tác dụng khống chế vết nứt và khống chế độ võng (rift and deflection). Trước khi bị phá hoại, kết cấu có tính dẻo cao (ductility) và có khả năng hấp thu năng lượng tốt (energy absorbing capacity)... do vậy hiện nay phương pháp này đang được ứng dụng ngày càng rộng rãi.

Kết cấu khung dự ứng lực bộ phận là kết cấu có một bộ phận được thực hiện cốt thép dự ứng lực. Cột của kết cấu nói chung không tạo dự ứng lực. Riêng đối với cột biên trên cùng (tầng mái) vì tránh phải bố trí cốt thép quá nhiều, người ta cũng tiến hành lắp đặt cốt thép dự ứng lực.

Kết cấu khung bê tông cốt thép dự ứng lực có khẩu độ lớn, ít cột.

Công nghệ gia công lắp đặt nói chung đơn giản nên người ta thường dùng để làm các nhà công nghiệp nhiều tầng có khẩu độ lớn, các nhà kho và các công trình kiến trúc công cộng....

Hệ dầm chính và dầm phụ của loại kết cấu nói trên có ba dạng chính:

Dầm chính (ngang) khẩu độ lớn - Dầm phụ (dọc) khẩu độ nhỏ.

Dầm chính hướng dọc và dầm phụ hướng ngang.

Dầm chính bố trí hai hướng, dầm phụ theo hướng đan ca rô.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

a) Dạng kết cấu dầm chính hướng ngang khẩu độ lớn và dầm phụ dọc khẩu độ nhỏ

Ở dạng này người ta thường chỉ tiến hành lắp đặt cốt thép dự ứng lực cho dầm chính. Tuy nhiên đối với các dầm phụ có khẩu độ tương đối lớn và các cột biên tầng mái có độ lệch tâm lớn... có lúc cũng được lắp đặt cốt thép dự ứng lực. Dạng kết cấu này có chiều cao dầm chính tương đối lớn nhưng người ta có thể bố trí cho các đường ống điều không thông gió xuyên qua bụng dầm chính - đi ngang dưới các dầm phụ.

b) Dạng kết cấu dầm chính hướng dọc - dầm phụ hướng ngang

Ở dạng này dầm phụ có khẩu độ lớn nên cần phải lắp đặt cốt thép dự ứng lực. Dầm chính nói chung không lắp đặt cốt thép dự ứng lực và chỉ lắp đặt cốt thép dự ứng lực cho những dầm chính có khẩu độ lớn.

Kết cấu dạng này, dầm phụ hướng ngang bố trí dày, chiều cao dầm phu thấp. Kết cấu chịu các tải trọng ngang, cần lưu ý cải thiện trạng thái chịu lực của các cột biên tầng mái (mật độ bố trí cốt thép cột biên quá nhiều).

c) Dầm chính bố trí theo hai hướng, dầm phụ theo hướng đan ca rô (ô vuông)

Dầm chính được lắp đặt các cốt thép dự ứng lực, các dầm phụ chỉ lắp đặt cốt thép dự ứng lực trong trường hợp khẩu độ lớn - còn thường thì không lắp đặt cốt thép dự ứng lực. Các dầm phụ bố trí theo hình đan vuông trong ô của 4 dầm chính.

Ở dạng này kích thước cột theo hai hướng nói chung tương đương nhau hoặc chênh lệch không đáng kể.

Kết cấu khung bê tông cốt thép dự ứng lực nói trên được áp dụng cho dầm chính và dầm phụ có khẩu độ từ 12m đến 35m. Trong đó theo kinh nghiệm khẩu độ kinh tế nhất là:

Đối với dầm 1 nhịp: 15m ~ 20m.

Đối với dầm liên tục: 12m ~ 24m.

Tỷ lệ theo kinh nghiệm giữa khẩu độ dầm (chiều dài dầm) và chiều cao dầm là

16 ~ 20: Với các tải trọng thông thường.

12 ~ 15: Với các tải trọng nặng.

Dầm chính có cốt thép dự ứng lực nên cấu tạo theo dạng cốt thép dự ứng lực có kết dính. Riêng dầm phụ có thể thực hiện theo dạng không kết dính. Đối với kết cấu có mật độ cốt thép dự ứng lực thấp, nên ứng dụng dạng không kết dính cộng với việc gia cường thêm các cốt thép thông thường.

2. Kết cấu bản sàn dự ứng lực không kết dính

Kết cấu bản sàn dự ứng lực không kết dính bao gồm các dạng sau: Bản sàn một hướng, bản sàn hai hướng không có mũ cột ở dưới, bản sàn hai hướng có mũ cột ở dưới, bản sàn hai hướng có dầm đỡ, bản sàn có gân dày, bản sàn có dầm dẹt. Nếu gọi chiều dài khẩu độ là l và chiều cao mặt cắt bản sàn h thì ta có bảng tổng kết tỷ lệ l/h theo kinh nghiệm như sau.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Bảng 53. Khẩu độ sàn thích hợp và tỷ lệ giữa khẩu độ sàn với chiều dày bản sàn (*l*/h) của bản sàn dự ứng lực không kết dính

	Khẩu độ nhịp sàn *l*m	Tỷ lệ *l*/h kinh nghiệm
Bản sàn đơn hướng	7m ~ 10m	40 ~ 45
Bản hai hướng không mũ cột	7m ~ 10m	40 ~ 45
Bản hai hướng có mũ cột	9m ~ 12m	45 ~ 50
Bản hai hướng có dầm đỡ	10m ~ 12m	45 ~ 50
Bản hai hướng có gân dày	10m ~ 15m	30 ~ 35
Dầm dẹt	9m ~ 15m	20 ~ 25

Thi công cốt thép dự ứng lực không dính kết nói chung đơn giản tuy nhiên lượng thép dùng hơi nhiều và bất lợi khi trùng tu cải tạo hoặc khoét tạo lỗ. Vài năm trở lại đây, người ta cũng ứng dụng bản sàn - dầm dẹt dự ứng lực có dính kết...

§2. BỐ TRÍ VÀ CẤU TẠO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Bố trí lắp đặt

a) nguyên tắc bố trí lắp đặt

- Hình dáng và vị trí cốt thép dự ứng lực phải nhất trí với hình dạng của biểu đồ moment.

- Giảm thiểu tối đa tổn thất ma sát đường lỗ để nâng cao tối đa trị số dự ứng lực hữu hiệu của cốt thép dự ứng lực.

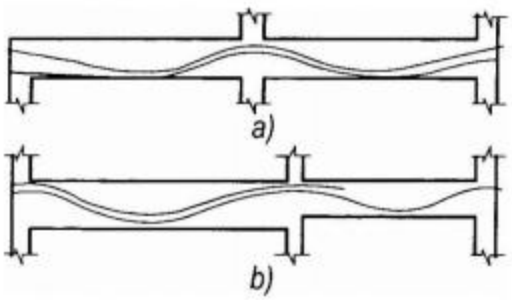
- Chiều dài cốt thép nên liên tục giữa các nhịp - giảm bớt neo đầu cục bộ.

b) Bố trí thép cho dầm của khung

Cốt thép của dầm khung được bố trí như hình vẽ dưới đây

- Đối với dầm khung hai nhịp, mômen tại mặt cắt gối giữa lớn và tại gối biên nhỏ, cột biên của tầng mái lại chịu nén lệch tâm vì vậy khi bố trí thép lưu ý bố trí đủ để cột biên mái chịu được mômen do lệch tâm gây ra.

- Đối với dầm khung hai nhịp không bằng nhau, do dầm ngắn có moment nhỏ nên có thể bớt thép hoặc giảm chiều cao dầm, hoặc nâng cao vị trí cốt thép dự ứng lực.



Hình 106: *Bố trí cốt thép dự ứng lực của dầm hai nhịp*
a) Hai nhịp có khẩu độ bằng nhau;
b) Hai nhịp có khẩu độ khác nhau.

- Khẩu độ (bước nhịp) và chiều dài cốt thép dự ứng lực của dầm nhiều nhịp phải bảo đảm trị số dự ứng lực hữu hiệu lớn hơn hoặc bằng 0,45 f_{PtK}. Để thoả mãn yêu cầu này thì

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

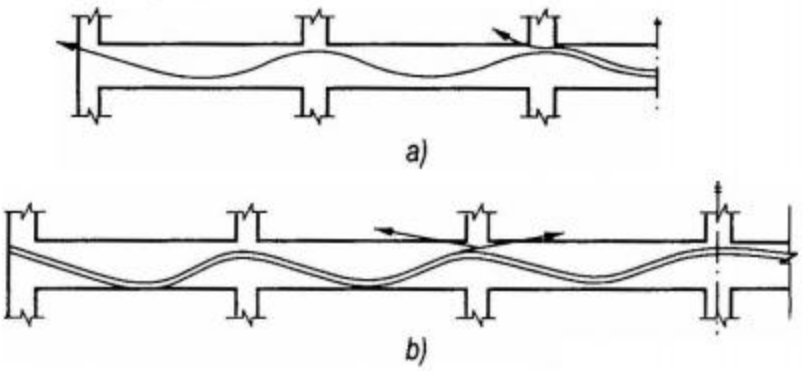
bước nhịp cốt thép dự ứng lực kéo hai đầu có kết dính thích hợp là từ 3 nhịp đến 5 nhịp - chiều dài tương ứng từ 45m đến 75m (Do tổn thất dự ứng lực của nhịp giữa lớn nên có thể bố trí thêm cốt thép dự ứng lực không kết dính).

Đối với cốt thép dự ứng lực không kết dính nhiều nhịp thì số nhịp thích hợp là từ 4 đến 6 nhịp - chiều dài từ 60m đến 90m.

Trong hình 107a là dầm liên tục 5 nhịp, cốt thép dự ứng lực là cốt thép có kết dính. Tại nhịp giữa có bổ sung cốt thép dự ứng lực không kết dính.

Riêng hình 107b là dầm liên tục có 6 nhịp gồm hai bó thép có kết dính. Bó thép được chia làm hai phần để tháp nối: Một đoạn 2 nhịp và đoạn còn lại 4 nhịp. Hai bó được tháp nối ở hai vị trí gối khác nhau ở gối hết nhịp 2 và ở gối hết nhịp 4). Người ta cũng có thể tháp nối tại vị trí gối giữa (cốt thép dự ứng lực được chia đều thành hai đoạn).

- Trong trường hợp cốt thép tại các mút dầm quá dày và chật, có thể chuyển theo hướng đứng tại chân cột.



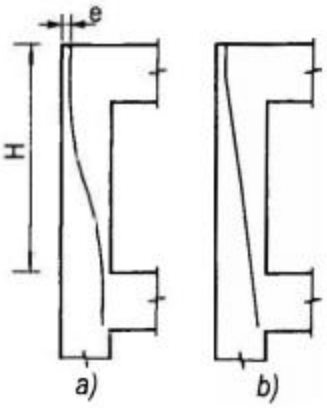
Hình 107: *Bố trí lắp đặt cốt thép dự ứng lực cho dầm nhiều nhịp a) Cốt thép dự ứng lực 5 nhịp có kết dính - Bổ sung cốt thép dự ứng lực tại nhịp giữa không kết dính; b) Cốt thép dự ứng lực 6 nhịp gồm hai bó. Được tháp nối ở cuối nhịp 2 và cuối nhịp 4.*

c) Cốt thép dự ứng lực cho cột khung

Hình dạng bố trí cốt thép dự ứng lực của cột biến tầng mái nên gần giống với dạng biểu đồ mô men do tải trọng tạo ra.

Trị số lệch tâm e giữa mặt cắt đầu cột và mặt cắt chân cột nên lấy giá trị lớn. Hình 108 thể hiện hai trường hợp bố trí cốt thép dự ứng lực cho cột biên.

Hình 108a gần tương đồng với biểu đồ đường cong của mômen (gồm hai đoạn cong). Hình 108b cũng gần phù hợp với biểu đồ đường cong của moment, tổn thất ma sát nhỏ hơn.



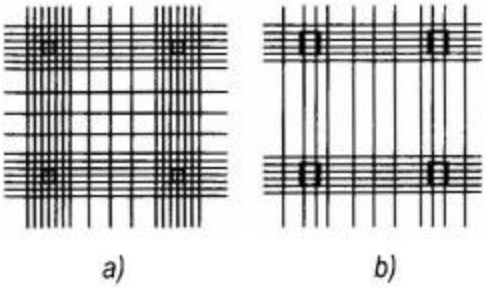
Hình 108: *Cốt thép dự ứng lực của cột biên mái*
a) Thép có hai đoạn cong;
b) Thép đi theo đường xiên

d) Bố trí thép dự ứng lực cho tấm sàn

- Tấm sàn đơn hướng nhiều nhịp

Cốt thép dự ứng lực của sàn nhiều nhịp nên chọn có dạng sóng hướng dọc nhiều nhịp: Dạng đường cong của cốt thép dự ứng lực tấm sàn nhiều nhịp có quan hệ mật thiết (phụ thuộc) vào dạng tải trọng (tải trọng cố định và hoạt tải) có trên sàn.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org



Hình 109: *Bố trí cốt thép dự ứng lực cho bản sàn nhiều nhịp theo hai hướng*
a) Các dải thép đi trên đầu cột cùng thép trong ô sàn; b) Các dải thép theo một hướng - Rải thép đều cho hướng còn lại.

- Tấm sàn hai hướng nhiều nhịp có trụ đỡ

• Trường hợp cốt thép bố trí theo dải và thép trong ô được gối lên đầu cột như hình 109a: Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, cốt thép đi qua cột và cốt thép dự ứng lực gần quanh chân cột có khả năng kháng uốn hơn nhiều so với các cốt thép dự ứng lực xa chân cột hơn. Khi tỷ lệ giữa cạnh dài và cạnh ngắn dưới 1,33 (≤ 1,33) thì nên bố trí cốt thép trong các dải đi qua trên đầu cột với tỷ lệ khoảng 65% đến 75% số còn lại bố trí trong ô sàn (giữa các dải nói trên). Lắp đặt thép cho trường hợp này, luồn và định vị chúng có những khó khăn nhất định.

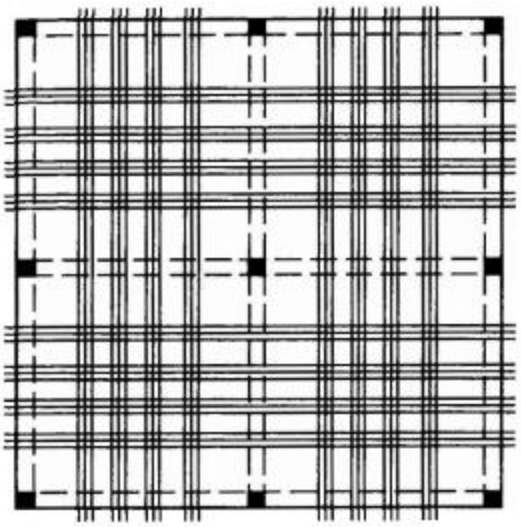
• Trường hợp bố trí tập trung cho một hướng (hình 109b) và rải đều cho hướng còn lại.

Khả năng kháng uốn của tấm bê tông cốt thép dự ứng lực theo hai hướng, phụ thuộc vào tổng lượng thép dự ứng lực của mỗi hướng còn ảnh hưởng của cách phối trí cốt thép là không đáng kể. Do vậy có thể tập trung cốt thép dự ứng lực không dính kết chỉ theo một hướng trên đầu cột với chiều rộng dải từ 1m đến 1,25m, còn hướng còn lại thì phân bố đều cốt thép. Lưu ý ít nhất phải có 2 cây đi qua đầu thân cột (hình 109b).

Trường hợp này thi công dễ và cũng được ứng dụng nhiều.

- Tấm sàn hai hướng nhiều nhịp có dầm đỡ

Moment của tấm hai hướng nhiều nhịp gối trên dầm đỡ có moment lớn ở giữa nhịp vì vậy người ta tập trung bố trí thép theo dải ở giữa nhịp như hình vẽ (hình 110).



Hình 110: *Bố trí thép dự ứng lực hai hướng cho tấm nhiều nhịp gối lên dầm đỡ*

Mỗi dải gồm 3 sợi cáp thép dự ứng lực.

- Tấm sàn gối lên tường có hình dạng đặc biệt:

Tấm sàn nhiều nhịp gối lên tường nhiều nhịp người ta có thể bố trí thép theo đường cong. Với cách này có thể tăng chiều dài của thép và giảm mối nối neo trung gian. Mỗi dải gồm 2 cây như hình vẽ (hình 111).

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

PHẦN 8

TẠO DỰ ỨNG LỰC BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN NHIỆT

§1. TRỊ SỐ GIÃN DÀI

Khi kéo thép dự ứng lực bằng phương pháp điện nhiệt, người ta chủ yếu khống chế trị số giãn dài.

Trị số giãn dài được tính theo công thức:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{con} + 30}{E_s} \times L$$

Trong đó:

σ_{con} - ứng lực cần khống chế khi kéo thép dự ứng lực với trường hợp căng trước thì theo quy định của bảng 44. Với trường hợp căng sau, để tăng khả năng chống nứt, nên tăng cao giá trị của σ_{con}, nhưng bảo đảm rằng sau khi kéo thép dự ứng lực bằng phương pháp điện nhiệt, giá trị của σ_{con} không được lớn hơn giá trị của quy định của căng sau trong bảng 44.

E_s - môđun đàn hồi của cốt thép dự ứng lực (N/mm^2) được xác định bằng thử nghiệm. Trong trường hợp không có kết quả thử nghiệm thì lấy theo kết quả dưới đây.

Cốt thép A_I, thép kéo nguội A_I thì lấy $2,1 \times 10^5$.

Cốt thép A_{II}, A_{III}, A_{IV} và thép các bon xử lý nhiệt, thép tuốt nguội có các bon, thép ít các bon... thì lấy 1,8 × 105.

L tổng chiều dài cốt thép trước khi tiến hành kéo điện nhiệt.

30 là tổn thất dự ứng lực do biến dạng dẻo của cốt thép dưới tác dụng ảnh hưởng của nhiệt độ và ứng lực (N/mm^2);

Δl - độ giãn dài yêu cầu khi kéo bằng điện nhiệt (mm).

Trong trường hợp sự kéo căng cốt thép dự ứng lực từ phương pháp kéo bằng các dụng cụ cơ khí chuyển sang phương pháp điện nhiệt... thì khi xác định giá trị giãn dài điện nhiệt còn phải xem xét đến quá trình sản xuất chế tạo cấu kiện - giá trị giãn dài phụ gia do tổn thất dự ứng lực gây ra như: biến dạng do công cụ gây ra, ảnh hưởng co nén đàn hồi của bê tông và khe mối nối lắp ghép...

Trị số giãn dài được tính theo công thức:

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

$$\Delta l = \frac{\sigma_{con}}{E_s} \times L + \Sigma \Delta l_i$$

Trong đó:

$$\Sigma \Delta l_i = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5$$

$\Sigma \Delta l_i$ - độ giãn dài phụ gia do biến dạng công cụ gây ra lấy theo bảng 46;

- Δl_1 - Độ giãn dài phụ gia biến dạng do thép không thẳng và do tính dẻo nhiệt gây ra;
- Δl_2 - Độ giãn dài phụ gia do co nén đàn hồi của bê tông gây ra:

$$\Delta l_2 = 0{,}00015\ L$$

hoặc

$$\Delta l_2 = \frac{30}{E_s} L$$

Δl_3 - Độ giãn dài phụ gia do co nén đàn hồi của bê tông gây ra;

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_{pc}}{E_c} . L$$

Trong đó:

σ_{pc} - ứng suất nén trước của bê tông tại vị trí hợp lực của cốt thép dự ứng lực.

Đối với trường hợp căng trước:

$$\sigma_{pc} = \frac{N_{po}}{A_o} \pm \frac{N_{po} . e_{po}}{I_o}$$

Đối với trường hợp căng sau:

$$\sigma_{pc} = \frac{N_p}{A_n} \pm \frac{N_p . e_{pn}}{I_n}$$

N_{po} và N_p - Hợp lực của cốt thép dự ứng lực (N)

$$N_{op} (N_p) = \sigma_{con} . A_p$$

A_p - Diện tích mặt cắt của cốt thép dự ứng lực (mm^2)

A_o và A_n - Diện tích mặt cắt quy đổi và diện tích mặt cắt thực (net area) - sau khi đã trừ diện tích cốt thép dự ứng lực chiếm chỗ (mm^2).

I_o và I_n - Moment quá tính của diện tích mặt cắt quy đổi A_o và của diện tích mặt cắt thực A nói trên ($m.m^4$).

e_{po} và e_{pn} - Khoảng cách từ tâm của A_o đến điểm hợp lực của cốt thép dự ứng lực và khoảng cách từ tâm A_n đến điểm hợp lực của cốt thép dự ứng lực;

y_o, y_n - Khoảng cách từ tâm của A_o và tâm của A_n đến vị trí của sợi phíp (fiber) tính toán;

E_c Môđun đàn hồi của bê tông (N/mm^2);

Δl_4 - Độ giãn dài phụ gia do các khe hở mối nối lắp đặt gây ra $\Delta l_4 = 0{,}05\Sigma b$ (b là chiều rộng khe hở đứng của các khối lắp ghép - mm);

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

Δl_5 - Độ giãn dài phụ gia do biến dạng của mố bệ hoặc côppha gây ra - xác định theo thực tế.

§2. ỨNG LỰC KHỐNG CHẾ

Để bảo đảm khống chế chính xác ứng lực cần thiết, trước khi tiến hành gia công hàng loạt, nên dùng kích thanh kéo hoặc máy cảm biến lực nén (pressure transducer) để hiệu chỉnh ứng lực thực tế cho cốt thép dự ứng lực của ba cấu kiện để xem xét đánh giá.

Nếu sau khi hiệu chỉnh mà vượt quá 10% hoặc nhỏ hơn dưới 5% thì nên điều chỉnh tổng giá trị giãn dài cho đến khi phù hợp yêu cầu mới thôi.

Trị số ứng lực hiệu chỉnh phải gần với công thức tính toán sau:

$$\sigma_{pf} = \sigma_{con} - \sigma_{s4}$$

Trong đó:

σ_{pf} - trị số dự ứng lực được xác lập cho cốt thép dự ứng lực khi tiến hành hiệu chỉnh;

σ_{s4} - Tổn thất chùng của cốt thép dự ứng lực.

$$\sigma_{s4} = 5\%\sigma_{con}$$

σ_{con} - ứng lực cần khống chế khi kéo thép dự ứng lực.

§3. TÍNH TOÁN NHIỆT ĐỘ ĐIỆN NHIỆT CHO CỐT THÉP

Nhiệt độ T cần thiết để trị số giãn dài của cốt thép điện nhiệt đạt đến yêu cầu thiết kế được tính toán theo công thức sau:

$$T = \frac{\Delta l}{\alpha L}$$

$$T' = T + T_o : \begin{cases} \leq 250^oC & \text{với thép nhóm } A_{II} \\ \leq 300^oC & \text{với thép nhóm } A_{III} \\ \leq 400^oC & \text{với thép nhóm } A_{IV} \end{cases}$$

Trong đó:

Δl - trị số giãn dài của cốt thép theo tính toán của thiết kế (mm);

α - hệ số nở của sợi thép: $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$

L - tổng chiều dài của cốt thép (mm);

T' - nhiệt độ của cốt thép sau khi kéo bằng điện nhiệt (C^o);

T_o - nhiệt độ của cốt thép trước khi kéo bằng điện nhiệt (C^o).

Ví dụ:

Vì kèo có cốt thép dự ứng lực theo đường gãy khúc dài 18m, thanh hạ vì kèo có mặt cắt 160 × 220mm^2, cường độ bê tông C30. Chiều dài lỗ chừa luồn thép dự ứng lực là

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

17,8m. Thép dự ứng lực là loại thép kéo nguội 20Mn, 2 thanh $\phi 28$, cốt thép dự ứng lực dài 17,4m. Thép dự ứng lực được kéo căng bằng điện nhiệt. Một đầu thép được gắp chặt với một thanh có ốc vặn, đầu còn lại được giữ chặt bằng dụng cụ kẹp chặt.

Hãy tính trị số giãn dài theo phương pháp điện nhiệt và nhiệt độ của cốt thép khi điện nhiệt.

Bài làm:

* Trị số giãn dài của cốt thép theo phương pháp điện nhiệt, tính theo công thức:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{con}}{E_p}.L + \Sigma \Delta l_i$$

Δl gồm hai giá trị:

Trị số giãn dài cơ bản

và trị số giãn dài phụ gia $\Sigma \Delta L_i$

$\Sigma \Delta L_i$ bao gồm:

$$\Delta l_1 = 1 + 1 = 2mm$$

$$\Delta l_2 = \frac{30 \times 17400}{2 \times 10^5} = 2,6mm$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_{pc}}{E_c}.L$$

$$A_p = 2 \times 615,8 = 1231,6\ mm^2$$

$$A_{pn} = 160 \times 220 - 2\frac{\pi 48^2}{4} = 31581mm^2$$

$$\sigma_{con} = 0,85 f_{pyK} = 0,85 \times 430 = 365,5\ N/mm^2$$

Do vậy:

$$\sigma_{pc} = \frac{\sigma_{con}.A_p}{A_{pn}} = \frac{365,5 \times 1231,6}{31581} = 14,25 N/mm^2$$

Cuối cùng ta có:

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_{pc}}{E_c}.L = \frac{14,25 \times 17,800}{3 \times 10^4} = 8,46mm$$

Vậy:

$$\Delta l_i = 2 + 2,6 + 8,46 = 13,06mm$$

Tổng trị số giãn dài là:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{con}}{E_p} L + \Delta l_i = \frac{365,5 \times 17400}{2 \times 10^5} + 13,06 = 44,86mm$$

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

* Tính toán ứng lực hiệu chỉnh và lực kéo sau khi hiệu chỉnh:

Tổn thất chùng ứng lực của cốt thép:

$$\sigma_{s4} = 5\%\ \sigma_{con}$$

$$= 0,05 \times 365,5 = 18,28 N/mm^2$$

$$\sigma_{pf} = (\sigma_{con} - \sigma_{s4})A_p = (365,5 - 18,28) \times 615,8 = 213818N$$

(Lực kéo căng cho mỗi thanh thép dự ứng lực)

Dùng thiết bị kéo giãn YL60 để hiệu chỉnh. Máy có diện tích đáy piston: $A_s = 16260mm^2$. Từ đó ta tìm ra áp lực dầu cần thiết khi đọc trên đồng hồ áp lực là:

$$P = \frac{\sigma_{pt}}{A_s} = \frac{213818}{16260} = 13,15\ N/mm^2$$

* Nhiệt độ của cốt thép khi điện nhiệt:

Giả thiết: $T_o = 20^oC$ $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$

$$T = \frac{\Delta l}{\alpha L_d} = \frac{44,86}{1,2 \times 10^{-5} \times 17400} = 214,8^oC$$

$$T' = T + T_o = 214,8 + 20 = 234,8^oC < 300^oC$$

Thép A_{III}:

$T' < 300^oC$ - Thỏa mãn yêu cầu.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Kiến trúc thi công tủ sách (XB lần 4)* (của NXB: Zhongguojianzhugongye chubenshe).
2. Dương Tông Phóng. *Thi công bê tông cốt thép dự ứng lực hiện đại.* Nhà xuất bản Xây dựng công nghiệp TQ).
3. Dương Tòng Phóng. *Tính toán tổn thất neo của cốt thép dự ứng lực đường cong (Bài viết trên tạp chí "Kiến trúc kết cấu" năm 1988.*
4. Dương Tòng Phóng. *Trình tự kéo căng cốt thép dự ứng lực của khung bê tông cốt thép đổ tại chỗ nhiều tầng - Trên tạp chí "Kỹ thuật thi công" - 1991.*
5. *Thi công kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực* (của BENC. GERWICK. JR - Mỹ).
6. Giang Chính Vinh - Chu Quốc Lương. *Sổ tay tính toán thi công tóm tắt bản tiếng Hoa Jiānmíng - shigong - jìsuàn - shǒucè.* Nhà xuất bản "Trung Quốc Kiến Trúc Công nghiệp" - 1996.

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Phần 1. Vật liệu làm cốt thép dự ứng lực	
§1. Cốt thép dùng cho bêtông cốt thép dự ứng lực	6
§2. Các đặc tính chủ yếu của cốt thép dự ứng lực	13
§3. Cốt thép dự ứng lực có lớp sơn phủ	16
§4. Kiểm tra chất lượng	21
§5. Bảo quản - tồn kho cốt thép dự ứng lực	22
Phần 2. Neo giữ cốt thép dự ứng lực	23
§1. Yêu cầu về tính năng	23
§2. Neo giữ đầu cáp thép dự ứng lực	25
§3. Neo bó sợi thép dự ứng lực	33
§4. Neo giữ các thanh thép lớn	36
§5. Cặp giữ đầu kéo	38
§6. Kiểm tra chất lượng các phương tiện cặp giữ và kết nối	40
Phần 3. Các thiết bị kéo cốt thép dự ứng lực	
§1. Kích thủy lực	42
§2. Bơm dầu	51
§3. Các thiết bị kéo thép đơn giản	55
§4. Xem xét đánh giá và lựa chọn thiết bị kéo	56
Phần 4. Tính toán thi công lắp đặt cốt thép dự ứng lực	
§1. Tính toán các thông số đường cong lắp đặt thép	60
§2. Tính toán chiều dài cốt thép	61
§3. Lực kéo cốt thép dự ứng lực	63
§4. Tổn thất dự ứng lực	64
§6. Một số ví dụ tính toán	73
Phần 5. Thi công tạo dự ứng lực căng trước	
§1. Bệ tỳ	79
§2. Kéo căng cốt thép dự ứng lực	83

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org

§3. Xả căng cốt thép dự ứng lực 86
§4. Kiểm tra chất lượng 89

Phần 6. Thi công tạo dự ứng lực căng sau

§1. Chừa đường lỗ cho cốt thép dự ứng lực 90
§2. Gia công chế tạo cốt thép dự ứng lực 94
§3. Luồn cốt thép dự ứng lực 98
§4. Kéo căng và neo giữ cố định đầu cốt thép dự ứng lực 100
§6. Thi công cốt thép dự ứng lực không dính kết 110
§7. Nghiệm thu chất lượng 113

Phần 7. Thi công kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực tại chỗ

§1. Tổng quan về kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực tại chỗ 115
§2. Bố trí và cấu tạo cốt thép dự ứng lực 117

Phần 8. Tạo dự ứng lực bằng phương pháp điện nhiệt

§1. Trị số giãn dài 126
§2. Ứng lực khống chế 128
§3. Tính toán nhiệt độ điện nhiệt cho cốt thép 128

Trung tâm đào tạo xây dựng VIETCONS
http://www.vietcons.org