

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 cầu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực, cốt thép dự ứng lực thường được bố trí theo các dạng dưới đây.

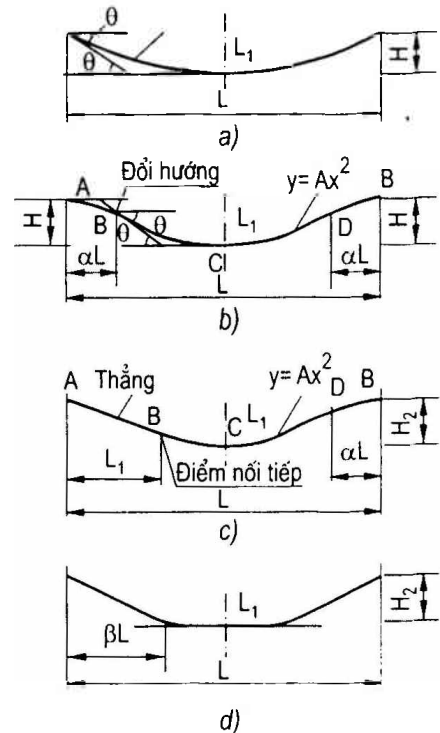
- Đường parabola.
- Đường hyperbolic parabola.
- Đường parabola nối với đường thẳng.
- Hai đường gãy khúc

1. Dạng đường parabola (59a)

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

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

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



Hình 59: Hình dạng lắp đặt thép dự ứng lực

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:

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

và

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

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

Trong hình này, điểm B là điểm nối tiếp giữa parabol 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 tỷ - của phương tiện neo giữ.

Chiều dài của kích.

Phần thép thừa 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:

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

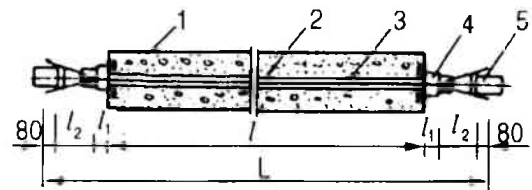
- Khi chỉ kéo một đầu:

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

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 bê tông; 2. Lỗ dài trong cấu kiện;

3. Bó sợi thép; 4. Phương tiện cặp giữ hình côn;

5. Kích hình côn

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 cốt neo hoặc chiều dày tấm neo giữ;

δ - chiều dài thép chừa lại để tán dập đầu

ϕ^5 lấy $\delta = 10\text{mm}$

K - hệ số:

Kéo một đầu thì $K = 0,5$.

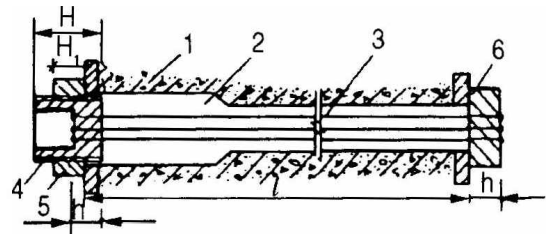
Kéo hai đầu thì $K = 1,0$

H - chiều cao cốt 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 bê tông khi kéo.



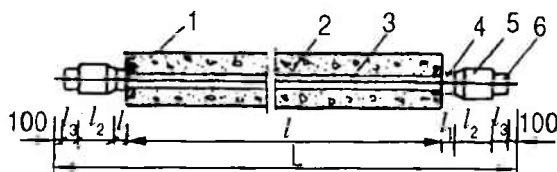
Hình 61: Sơ đồ tính toán chiều dài cắt thép khi neo giữ tán dập đầu

1. Cấu kiện bê tông; 2. Lỗ trong cấu kiện

3. Bó sợi thép; 4. Cốt 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 bê tông; 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;

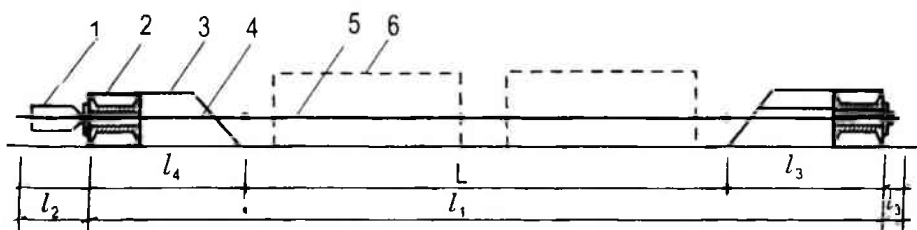
l_3 - chiều dày tấm neo (kẹp) giữ chuyên dùng.

3. Tính toán chiều dài cốt 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 cốt 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. Mổ bệ tỳ
4. Thanh kéo công cụ (chuyên dùng).
5. Cốt thép dự ứng lực
6. Cấu kiện chờ đỡ bê tông

Hình 63: Sơ đồ tính toán chiều dài cốt 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 võng 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.

1. Lực kéo cốt thép dự ứng lực

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

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

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 ứng 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.

Tổn thất trong nháy máy mất 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 hồ nhiệt nữa.

Đối với bê tông 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

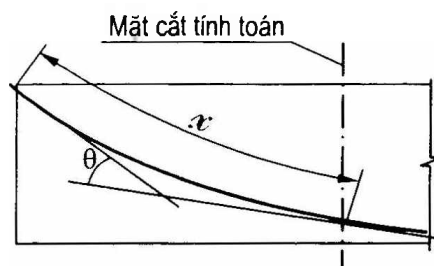
a) Tính toán theo lý thuyết

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:

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

Trong đó:

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



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

Bảng 45. Hệ số K và μ

Tứ tự	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 bê tông	0,0015	0,55
5	Cáp không kết dính	0,0040	0,08

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 đầu 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 Pressupegauge).

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 cố 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 ra 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).

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

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} .

$$\sigma_{l1} = \frac{a}{L} E_s$$

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 - mô đun 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_1 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° ($\theta \leq 30^\circ$) và giả định tổn thất ma sát thuận nghịch tương đồng... ta có công thức tính sau đây:

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

Trong đó:

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

E_s - 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:

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

Trong đó:

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

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

$$\sigma_l = 2mL_f = 2m\sqrt{\frac{a \cdot E_s}{m}} = 2\sqrt{maE_s}$$

Tại hình 65 ta có thể thấy:

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

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

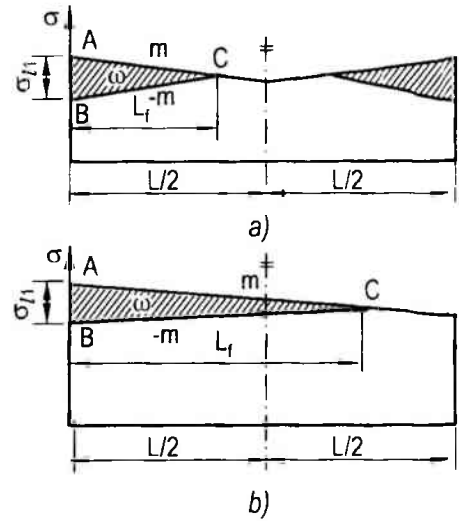
$$\sigma_l = 2m(L_f - L/2)$$

- 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.

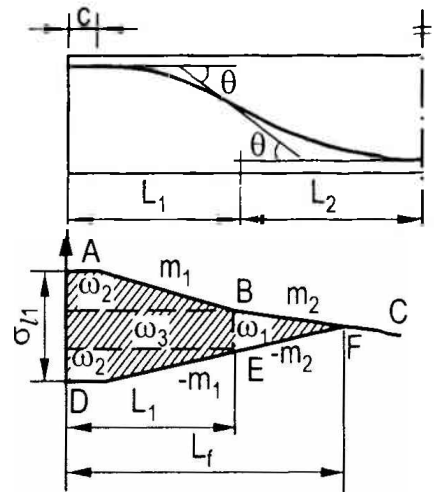
$$\begin{aligned} \omega &= \omega_1 + 2\omega_2 + \omega_3 = m_2(L_f - L_1)^2 + m_1(L_1^2 - L/2) \\ &+ 2m_2(L_f - L_1)L_1 = m_2(L_f^2 - L_1^2) + m_1(L_1^2 - C^2) \end{aligned}$$

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

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



Hình 65: Sơ đồ tính toán tổn thất neo giữ của cốt thép dự ứng lực 1 đường cong đơn nhất.
a) $L_f \leq L/2$; b) $L_f > L/2$



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

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.

$$L_f = \sqrt{\frac{aE_s - m_1 L_1^2 - 2\sigma_1 L_1}{m} + L_1^2}$$

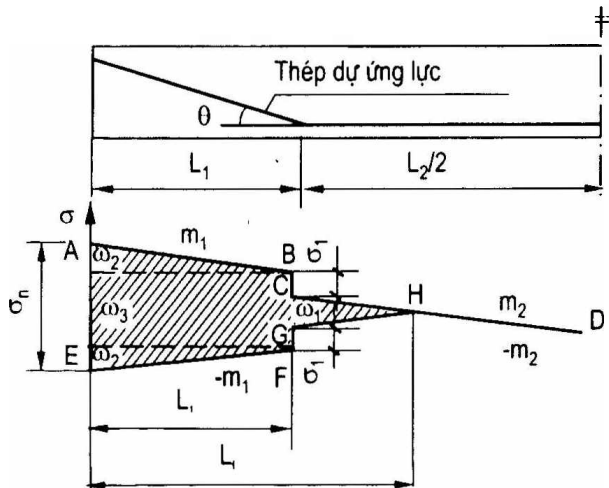
Trong đó:

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

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

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

$$\sigma_{l_1} = 2m_1 L_1 + 2\sigma_1 + 2m_2 (L_f - L_1)$$



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 bê tông, do bê tông 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 ngấn 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 - mô đun đàn hồi của cốt thép và của bê tông;

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

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

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

Trong đó:

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

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

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)

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

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_{l3} theo công thức tính toán sau đây:

$$\sigma_{l3} = 0,5E_s \times \frac{\sigma_{pc}}{E_c}$$

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_{l4} được tính theo công thức sau:

a) *Thép sợi và cáp thép*

- Độ chùng thông thường:

$$\sigma_{l4} = 0,4\psi \left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,5 \right) \sigma_{con}$$

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:

$$\sigma_{l4} = 0,125 \left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,5 \right) \sigma_{con}$$

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

$$\sigma_{l4} = 0,20 \left(\frac{\sigma_{con}}{f_{ptK}} - 0,575 \right) \sigma_{con}$$

b) Thép thanh tinh chế có ren

Kéo một lần : $0,05 \sigma_{con}$

Kéo vượt (super stretching) : $0,035 \sigma_{con}$

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:

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

- Đối với trường hợp căng sau:

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

Trong đó:

σ_{pc} - ứng suất pháp tuyến (normal stress) của bê tông 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:

$$\text{Trị số } \sigma_{pc} \nlessgtr 0,5 f'_{cu}$$

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%.

§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;

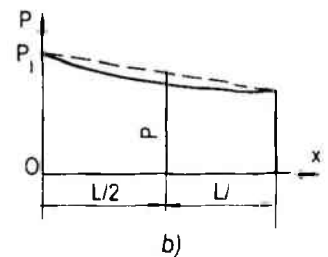
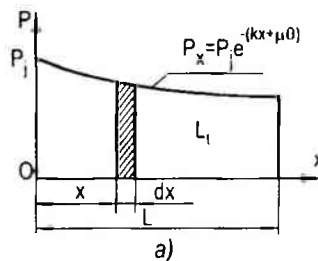
A_p - diện tích mặt cắt cốt thép dự ứng lực.

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)

$$\begin{aligned} \Delta L &= \int_0^L \frac{P_j e^{-(Kx+\mu\theta)}}{A_p \cdot E_s} dx \\ &= \frac{P_j \cdot L_T}{A_p \cdot E_s} \left[\frac{1 - e^{-(KL_T + \mu\theta)}}{KL_T + \mu\theta} \right] \end{aligned}$$



- Công thức tính đơn giản (hình 68b)

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

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

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 sát lổ.

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 đoạn thép cong để hình thành thép dự ứng lực đường cong... khi tính toán, ta phân đoạn để tính toán sau đó tổ hợp lại.

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

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 mô đun 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, mô đun 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:

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

Lực kéo tạo dự ứng lực quy định:

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

Mô đun đàn hồi của thép

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

Lỗ kéo thép dự ứng lực là ống thép có sóng chôn sẵn trong bê tông có $\phi 65$; $K = 0,003$; $\mu = 0,30$.

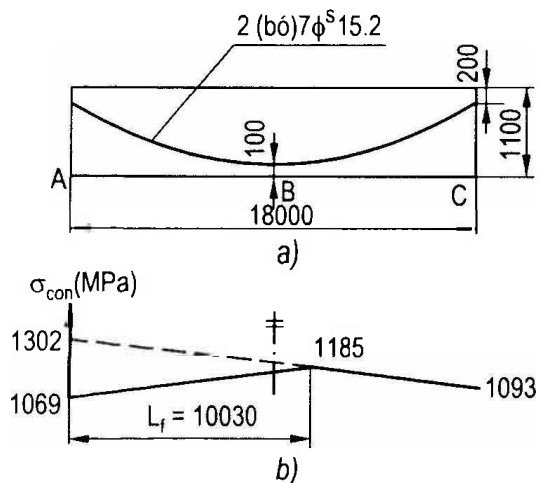
Khi dùng dụng cụ cặp giữ để cố định cốt thép, trị số co rút cốt thép dự ứng lực $a = 6\text{mm}$.

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} :

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



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

Từ điểm A đến điểm C:

$$\sigma_{I2} = 1302(0,003 \times 18 + 0,3 \times 0,178 \times 2) = 209 \text{ N/mm}^2$$

- Tổn thất ma sát lỗ:

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

Thay vào công thức:

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

Tại đầu kéo:

$$\sigma_{I1} = 2 \times 0,1163 \times 1003 = 233 \text{ N/mm}^2$$

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

Tại đầu kéo:

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

Đầu neo cố định:

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

- Kết luận:

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

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 cấp thép).

Hình dạng sợi thép bao gồm:

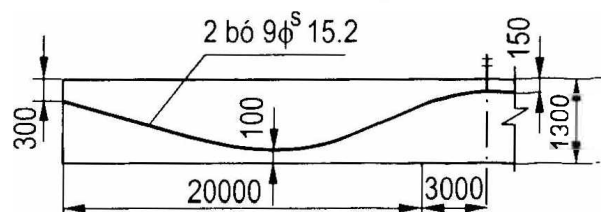
Đường xiên ở hai biên + 2 đường parabol bụng dầm và đường parabol ngược ở gối giữa.

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

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

Cường độ thép sử dụng:

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



Hình 70: Bố trí thép của dầm 2 nhịp

Lực kéo tính toán:

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

Modun đàn hồi của thép:

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

Đường lỗ luôn 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 tám kẹp để cặp giữ co rút trong cốt thép tại đầu kéo khi kẹp giữ để kéo là $\alpha = 6\text{mm}$.

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.

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

Cao độ tại điểm chuyển uốn D:

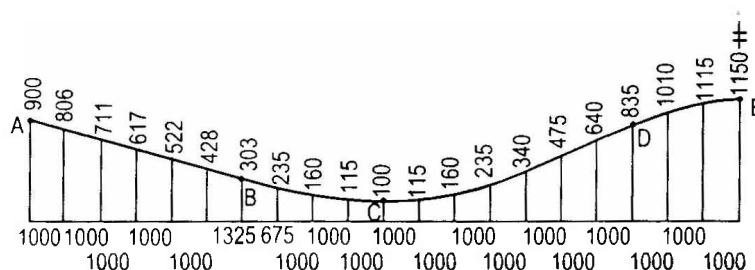
$$h = 100 + 1050 \frac{0,5 - 0,15}{0,5} = 835\text{mm}$$

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

$$y = A_1 x^2$$

và tại gối là:

$$y = A_2 x^2$$



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

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:

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

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

Khi:

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

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/mm^2	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

Tính toán những biến đổi ứng lực tại các đoạn lức neo.

$$m_1 = \frac{1395 - 1369}{632.5} = 0,042 \text{ N/mm}^2/\text{cm}.$$

$$m_2 = \frac{1369 - 1310}{368.2} = 0,160 \text{ N/mm}^2/\text{cm}.$$

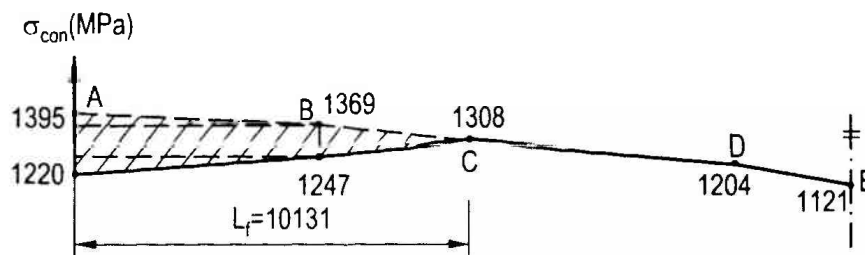
$$L_1 = \sqrt{\frac{0,6 \times 1,95 \times 10^5 - 0,042 \times 632.5^2}{0,160}} + 632,5^2 = 1013,1 \text{ cm}$$

Tổn thất neo tại điểm A

$$\sigma_{l1} = 2 \times 0,042 \times 632,5 + 2 \times 0,16 (1013,1 - 632,5) = 175 \text{ N/mm}^2$$

Cùng cách trên ta có tổn thất neo tại điểm B là:

$$\sigma_{l1} = 122 \text{ N/mm}^2$$



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:

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

Ta tính

$$\Delta L_{AB} = \frac{(1359 + 1369) \times 6353}{2 \times 1,95 \times 10^5} = 45 \text{ mm}$$

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:

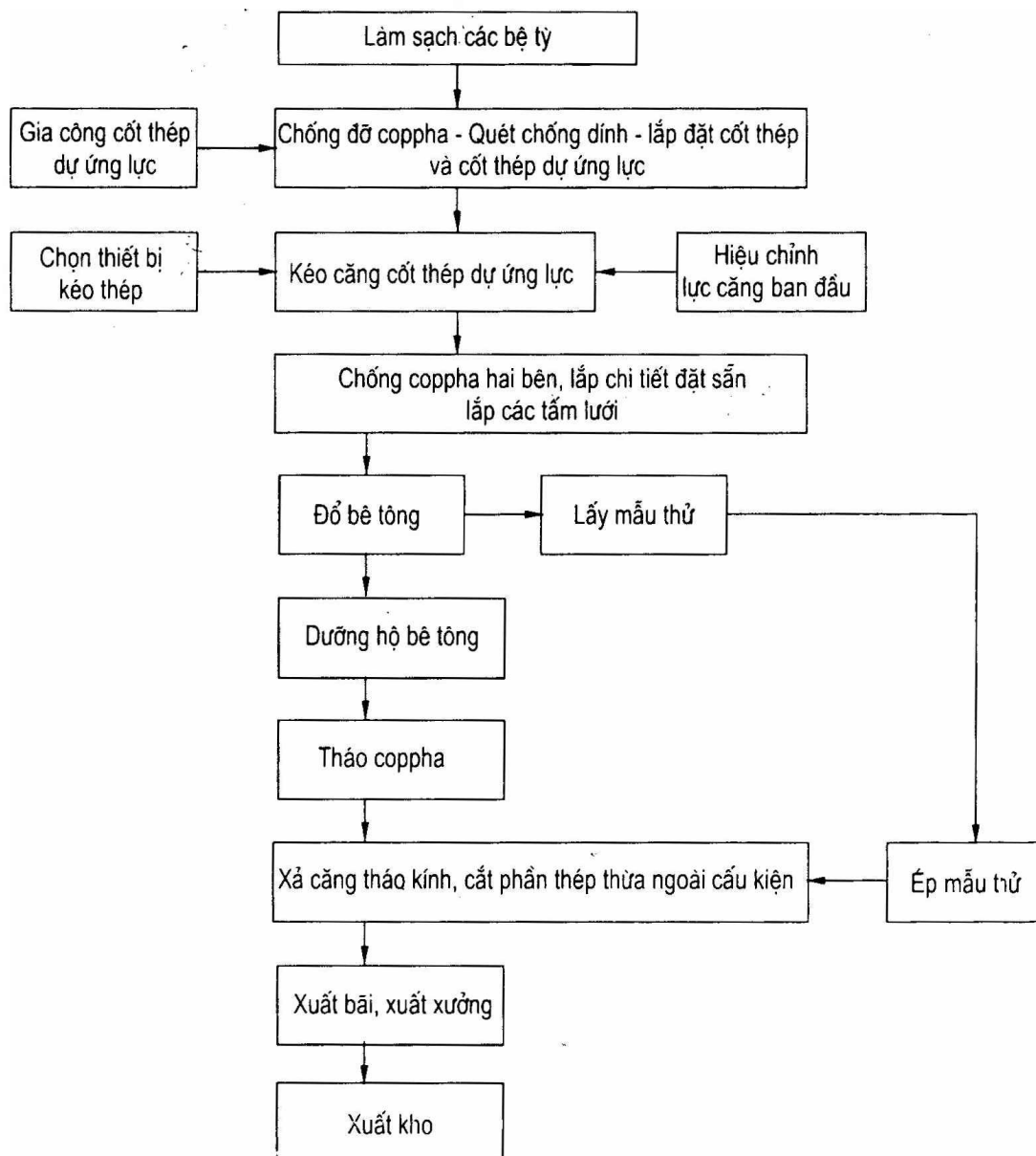
$$(45,0 + 25,3 + 45,1 + 17,9) \times 2 = 266 \text{ mm}$$

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 cốppha 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 tiên 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

§1. BỆ TỶ

Bệ tỷ là một trong những phương tiện thực hiện biện pháp căng trước cho cốt thép dự ứng lực. Bệ tỷ chịu lực tác dụng toàn bộ của lực kéo căng khi tạo dự ứng lực. Vì vậy bệ tỷ phải có đủ cường độ, độ cứng và độ ổn định khi căng.

Bệ tỷ 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 tỷ kiểu mố

Bệ tỷ kiểu mố được cấu tạo bao gồm các phần:

Bệ tỷ - mố tỷ bằng BTCT.

Bề mặt mố bằng BTCT.

Dầm ngang.

Hiện thường dùng loại "mố và bề mặt mố" cùng chịu lực chung.

Chiều dài bệ tỷ 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 cầu kiện;

n - số cầu kiện được sản xuất trong một tuyến sản xuất;

0,5 - khoảng cách giữa hai đầu cầu kiện gần kề (m);

K - khoảng cách từ dầm ngang đến đầu cầu kiện thứ nhất. Nói chung

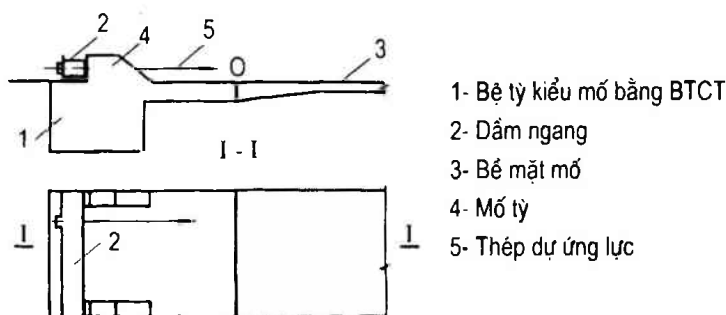
$$K = 1,25 \sim 1,5 \text{ mét.}$$

Chiều rộng của mố bệ tỷ phụ thuộc vào chiều rộng bố trí cốt thép của cầu kiện cần kéo phụ thuộc vào ảnh hưởng cản trở khi đổ bê tông. Nói chung không lớn hơn 2m ($\leq 2\text{m}$).

Tại mỗi đầu mố bệ tỷ 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 cầu kiện.

a) Mố bệ tỷ

Mố bệ tỷ 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).



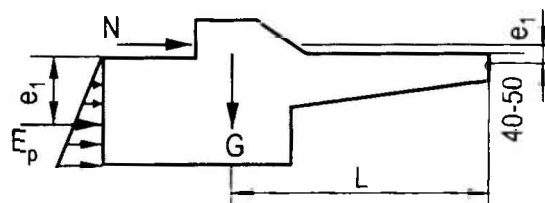
Hình 74: Bệ tỷ kiểu mố

Mố bê tông 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 đỡ móng

$$K = \frac{M_1}{M} = \frac{GL + E_p e_2}{N e_1} \geq 1,5$$

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 bê tông và áp lực đất tạo ra;

G - trọng lượng bản thân của bệ đỡ;

L - cánh tay đòn tính từ trọng tâm của bệ đỡ đến điểm lật;

E_p - hợp lực áp lực đất bị động sau mố bê tông - Nếu bệ đỡ 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 bê tông thường nên dùng loại mố bê tông có neo cọc.

Khi bố trí thép cho mố bê tông nên lưu ý mố bê tông 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.

Tấm định vị các thép dự ứng lực phải được lắp đặt chính xác và độ võng không được lớn hơn 1mm ($\leq 1\text{mm}$).

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:

$$P = \frac{\varphi A \cdot f_c}{K_1 \cdot K_2}$$

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.

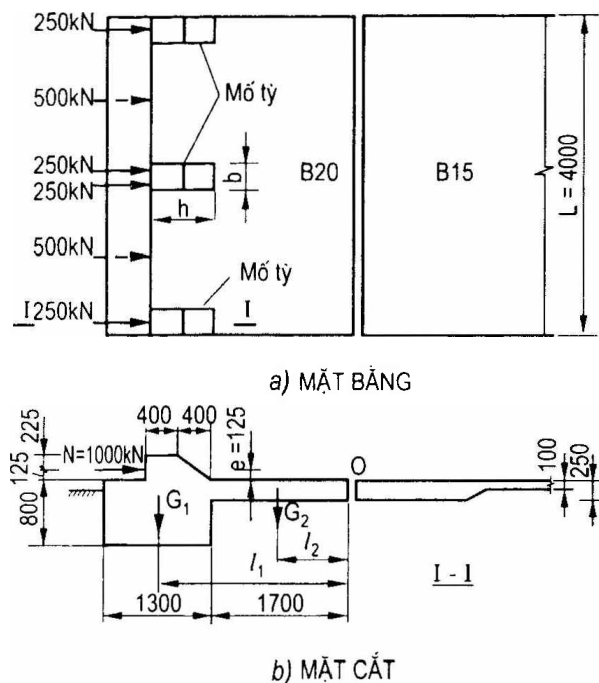
c) Ví dụ tính toán

Thiết kế bệ tỳ kiểu mố có lực kéo 1000kN (hai dây chuyển 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 dày 100mm). Khoảng cách 20m bố trí một khe co giãn. Đất nền là sét có pha cát, góc ma sát trong của đất là $\varphi = 30^\circ$.

* Kiểm tra chống lật tại điểm dưới điểm O 4 cm:

Xét áp lực đất tại mặt sau mố bệ tỳ và trọng lượng của mố tỳ thì mômen chống lật là:

$$\begin{aligned} M_1 &= G_1 l_1 + G_2 l_2 \\ &= 0,8 \times 1,3 \times 4,0 \times 25 \times \left(\frac{1,3}{2} + 1,7 \right) \\ &\quad + 0,25 \times 1,70 \times 4,0 \times 25 \times \frac{1,70}{2} \\ &= 280,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$



Hình 76: Bệ tỳ kiểu mố

Moment lật là:

$$M = N.e = 1000 \times (0,125 + 0,04) = 165 \text{ kN.m}$$

Hệ số an toàn chống lật là:

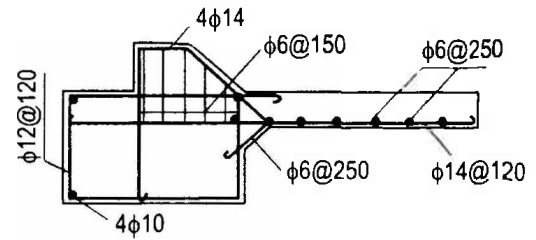
$$K = \frac{M}{M_l} = \frac{280,5}{165} = 1,70 > 1,5$$

Kết luận: Hệ số an toàn bảo đảm

**** Kiểm tra khả năng chịu lực của bê tông bề mặt**

$$P = \frac{1 \times 100 \times 4000 \times 7,5}{1,25 \times 1,5} = 1600 > 1000 \text{ kN}$$

Hình 77: Bố trí cốt thép móng bê tông

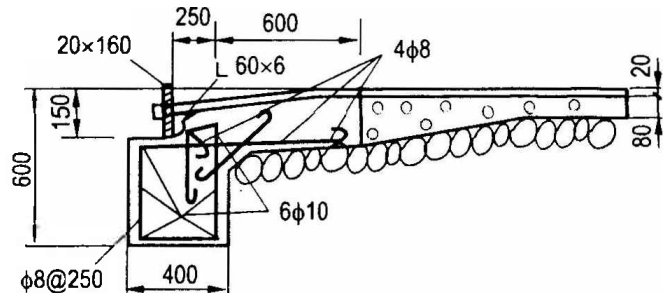


**** Cấu tạo móng bê tông, móng tỳ và bản móng:**

Cấu tạo như hình 77 - Phần này bỏ qua không tính.

d) Móng dạng bản cắm

Móng bê tông dạng bản cắm có hình dạng như hình 78. Nó là móng bê tông có bản móng định vị vào dầm đáy. Tấm bản móng cắm vào trong dầm bản đáy - người ta cũng có thể dùng các chi tiết bulông để liên kết tấm bản móng vào dầm đáy.



Hình 78: Móng dạng bản cắm

Kết cấu móng bê tông 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) Móng bê tông kiểu cắm chịu lực

Thay vì làm các móng tỳ, người ta cắm các cột thép thay cho các móng tỳ. Các cột thép cắm vào các lỗ chừa sẵn trong dầm đáy để tạo móng tỳ (dỡ các dầm ngang sắt hình).

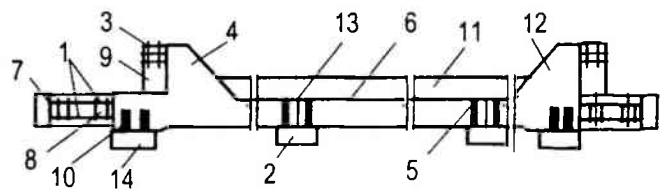
2. Bê tông kiểu máng

Bê tông kiểu máng bao gồm các bộ phận:

Mố trụ đầu kéo. Mố trụ đầu neo. Trụ truyền lực - Bề mặt bê. Các miếng đệm trụ.

Dầm ngang

Bê tông kiểu máng có hai tác dụng, vừa dùng để kéo căng cáp vừa dùng



Hình 79: Bê tông 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 bê tông

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 nối chung $\leq 76\text{m}$. Chiều rộng lòng máng phụ thuộc chiều rộng cấu kiện, tuy nhiên không dưới 1m ($\geq 1\text{m}$).

- Bệ tỳ kiểu máng ở ngang bằng với mặt đất để tiện cho việc gia công lắp đặt - tháo 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 mỗi trụ hai đầu và trụ truyền lực là tính toán kết cấu chịu nén lệch tâm.

Moment chống lật do trọng lượng móng 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 tỳ 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 ráp dễ dàng và đầm chặt bê tông cũng dễ dàng.

- Ngoài bệ tỳ lắp ghép bằng thép nói 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

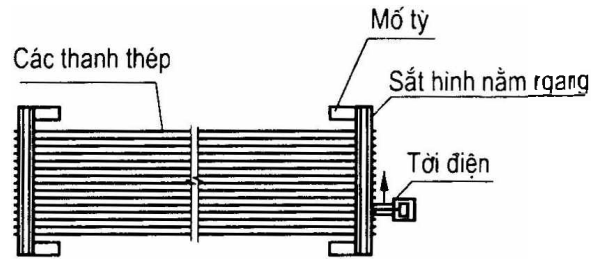
a) Kéo thanh đơn

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 .

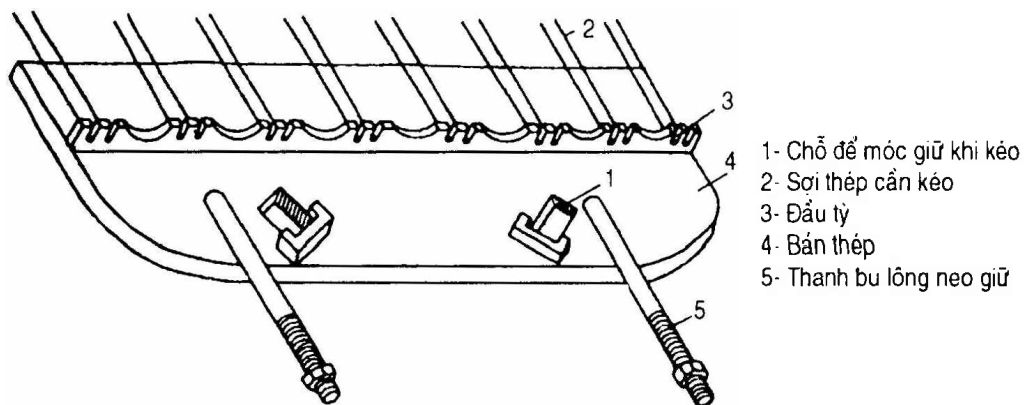
Đối với thép thanh có ngắn thì lực kéo có thể lên tới 20 kN ~ 30 kN (xem hình 80).

b) Kéo đồng loạt một lần

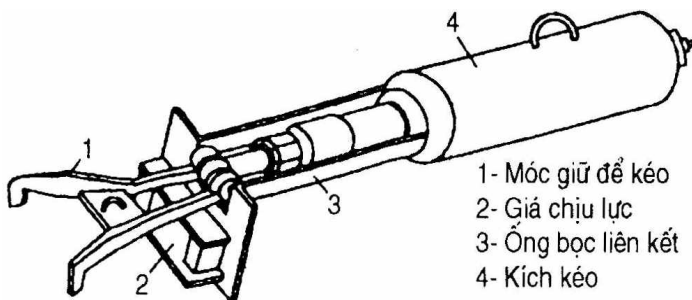
Kê kéo căng thép dự ứng lực đồng loạt cùng một lần, người ta có hai bản thép để rải chia thép (như hình 81). Một bản thép dùng để nẹp giữ thép bằng cách tán đầu và kẹp chặt ở gối tỳ. Đầu thép còn lại (trên bản còn lại) được gắn với bản thép (như hình 81). Bản thép được kích (hình 82) kéo căng là bản thép di động (kích kéo căng cả bản thép và các sợi thép được kéo căng).



Hình 80: Kéo căng các thanh thép đơn bằng tời điện



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).

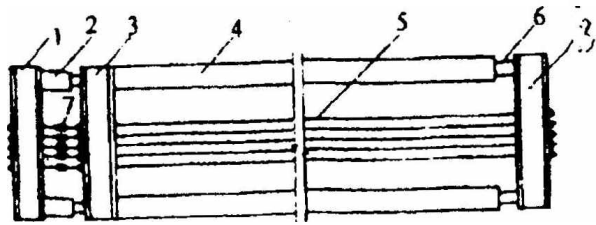
Để kéo các sợi cáp người ta thường dùng loại kích YC200 hoặc YD240Q. Sợi cáp được cố định riêng lẻ cho từng sợi. Để tiết kiệm, chiều dài cắt cáp nên sử dụng các hành kéo chuyên dùng (thanh kéo công cụ) và ống bọc.

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.

b) Kéo đồng loạt một lần

Người ta dùng ba dầm ngang sắt hình trụ 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 (khóa 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 (khóa lại).

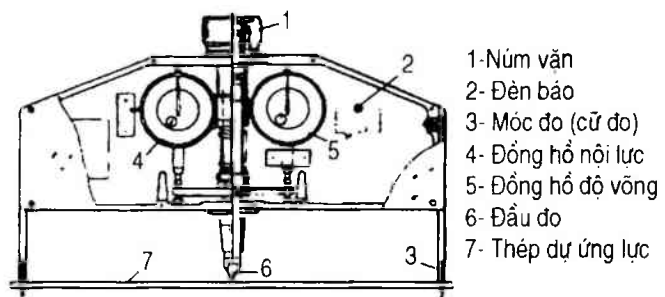
3. Kiểm tra hiệu chỉnh lại giá trị dự ứng lực

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 khóa 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.

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		$0,94 \sigma_{con}$
Kéo căng sợi ngắn	Dài 4m	$0,91 \sigma_{con}$
	Dài 6m	$0,93 \sigma_{con}$

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 sẽ xuống (vì trọng lượng bản thân) làm hỏng lớp chống dính (lớp cách ly) đồng thời làm dơ bản cốt thép dự ứng lực.

- Khi khoá, chèn chặt đầu thép dự ứng lực không nên dùng lực quá mạnh để rách làm đứt gãy thép dự ứng lực. Khi vận chuyển 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 ($\nless 5\text{mm}$) 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 bộ 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 bê tông 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.

- 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 bê tông 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 mối 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 nệm.

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 mật sắt (bột sắt, các hạt vụn bằng sắt).

Lượng cát đựng trong hộp sắt chứa chiếm khoảng $1/3 \sim 2/5$ chiều dài hộp cát.

Hộp cát đặt giữa mối tỳ và dầm ngang (trong hình 85 giữa 2 và 4).

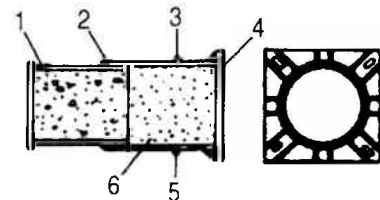
Khi kéo căng thép để tạo dự ứng lực, cát trong hộp sẽ bị nén chặt và chịu phản lực của dầm ngang.

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).

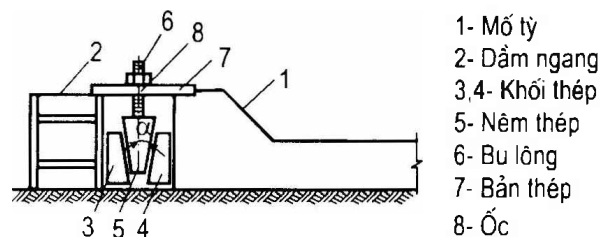
c) Xả căng theo phương pháp nệm

Người ta đặt nệm giữa mối tỳ và dầm ngang (hình 86). Để xả căng người ta vặn ốc



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



Hình 86: Xả căng bằng nệm

8 để bulông 6 trôi lên trên nang nê 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 nê nên chọn hợp lý α quá lớn thì khi tạo dự ứng lực, nê dễ tụt lên. Ngược lại, α quá nhỏ thì khó xả căng thường thì:

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \mu$$

Trong đó:

μ là hệ số ma sát, lấy $\mu = 0,15 \sim 0,20$

Xả căng theo phương pháp nê áp dụng cho các trường hợp lực căng dự ứng lực dưới hoặc bằng 300 kN (≤ 300 kN). Tùy theo điều kiện thiết kế mà cũng có thể áp dụng cho trường hợp lớn hơn.

d) Xả căng theo phương pháp cắt đứt 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 (tốt 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: $\nless 0,6\text{mm}$

Đối với cốt thép đã khử ứng lực:

Giá trị co thu: $\nless 1,2\text{mm}$.

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 cốppha mặt bên để bảo đảm cấu kiện được tự do co nê - tránh làm hư cốppha hoặc xảy ra nứt bê tông. Đối với các cấu kiện BTCT dự ứng

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 cốppha 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 dựng 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 sân 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 chậm chậm.

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 tiên 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 luôn thép dự ứng lực, sau khi luôn 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. CHÙA ĐƯỜNG LỖ CHO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Vị trí chùa đường lỗ

Đường lỗ chùa để luôn 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 luôn 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:

Đối với các cấu kiện tiền chế đúc sẵn, khoảng cách mép ngoài của đường lỗ theo hình chiếu bằng tối thiểu phải $\geq 50\text{mm}$. Từ mép đường lỗ đến mép ngoài cấu kiện phải $\geq 30\text{mm}$ 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 chiều 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:

$$a \geq D + 20\text{mm}$$

Khoảng cách từ mép cấu kiện đến trung tâm bản đệm được tính theo công thức:

$$b \geq \frac{D}{2} + C$$

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 ($C \geq 30\text{mm}$).

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 cọc neo (chi tiết 6 hình 88) 6mm.

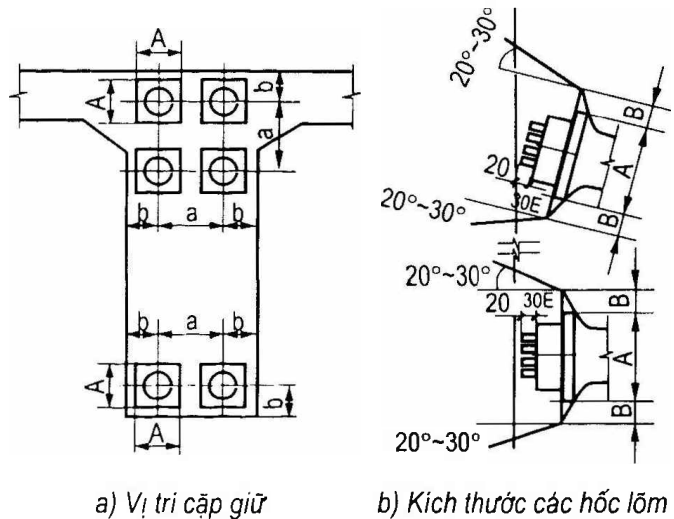
Khoảng cách giữa các đường lỗ (s) cần căn cứ vào đường kính của con ốc (D_1) và đường kính của bản neo (D_2).

Nếu kéo căng một đầu, có thể dùng công thức:

$$S \geq \frac{1}{2}(D_1 + D_2) + 5\text{mm}$$

Nếu kéo căng từ hai đầu thì tính theo công thức:

$$S \geq D_1 + 5\text{mm}$$

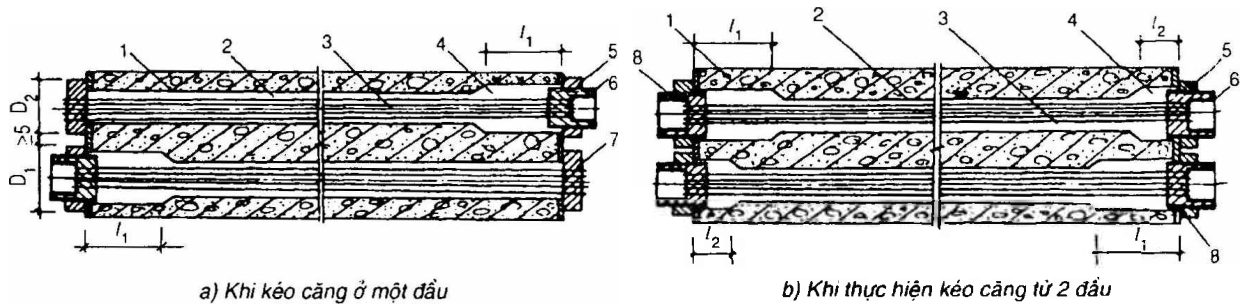


Hình 87: Bố trí tấm kẹp giữ nhiều lỗ ở đầu mút

B. Phần lỗ mở rộng thêm ngoài phạm vi của kích; A: Chiều rộng tấm bản đệm; E: Chiều dày bản neo

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:



Hình 88: Mở rộng đầu đường lỗ khi kéo căng bó sợi thép

1. Cầu kiện; 2. Đường lỗ; 3. Bó sợi thép; 4. Phần mở rộng đầu đường lỗ;
5. Ốc vịn; 6. Cốt neo; 7. Bản neo; 8. Đầu kéo chính

Chiều dài phần mở rộng đầu đường lỗ khi kéo một đầu (l_1):

$$l_1 \geq \Delta l + 0,5H + (300 \div 450\text{mm})$$

Chiều dài phần mở rộng đầu đường lỗ khi kéo cả hai đầu (l_2):

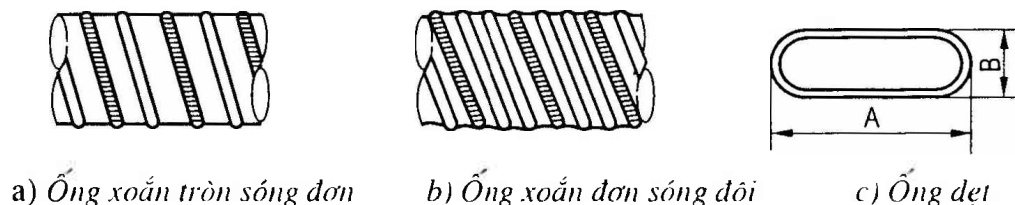
$$l_2 \geq 0,5 (\Delta l + H)$$

Trong đó: H là chiều dài của cốt neo:

2. Chôn sẵn ống xoắn bằng kim loại

Ống xoắn bằng kim loại hay còn gọi 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 xô dịch chuyển vị trí trong quá trình đổ bê tông.



Hình 89: Ống xoắn kim loại chôn sẵn

3. Chôn sẵn ống nhựa gợn sóng

Ống nhựa gợn sóng tròn có kích thước đường kính trong D_1 và đường kính ngoài D_2 như sau:

D ₁	50	70	85	100	130	140	160mm
D ₂	61	81	99	114	145	155	175mm

Ống nhựa dệt có kích thước: chiều ngang bên trong A, chiều đứng bên trong B và chiều dày ống d như sau:

$$\frac{A}{B} (d) \quad \frac{46}{20} (2) \quad \frac{60}{20} (2) \quad \frac{72}{23} (2,5) \quad \frac{90}{23} (2,5)$$

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.

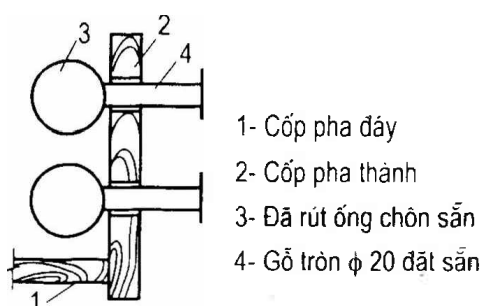
Đối với trường hợp cốt thép dự ứng lực có dính kết thì việc rút ống chôn sẵn tạo điều kiện bám dính giữa vữa và bê tông đồng thời vữa bơm chèn dễ làm đầy đường lỗ của cốt thép dự ứng lực.

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 văng nước (văng nước trong bê tông phòi ra).



Hình 90: Dùng thanh gỗ tròn để chứa lỗ bơm vữa



Hình 91: Chứa lỗ bơm vữa trên ống xoắn gợn sóng

- Ống rỉ văng (nổi văng, trôi văng bê tông lên) phải trôi cao hơn mặt trên của dầm bê tông ít nhất là 0,5m ($\geq 0,5$ m). Ống trôi văng 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 dầm 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 luôn 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 $\phi 16$. Người ta dùng cây thép tròn $\phi 16$ để chọc thủng lỗ ống bọc gợn sóng 1 (hình 91).

6. Yêu cầu chất lượng về việc chừa đường lỗ để luôn 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 luôn 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 rỉ văng (trôi văng) 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 luôn cấp.

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: $< 300\text{mm} \rightarrow$ sai số cao độ: $\leq \pm 5\text{mm}$

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: 300mm đến $1500\text{mm} \rightarrow$ sai số cao độ: $\leq \pm 10\text{mm}$

Chiều cao mặt cắt cấu kiện: $> 1500\text{mm} \rightarrow$ sai số cao độ: $\leq \pm 15\text{mm}$

§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 cần thận rất dễ làm cáp bung mạnh ra.

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 $2m \div 3m$.

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 thủy 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: $730 \times 200 \times 200mm$

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.

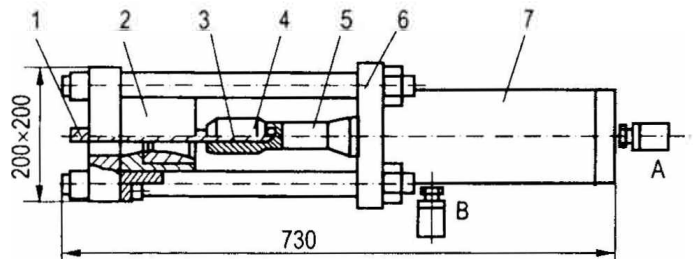
Lực đẩy lớn nhất khi đẩy đầu cáp tạo hình lồng quả trám có thể đạt đến 350kN, hành trình đẩy là 70mm.

3. Cắt thép - bó bên 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 tỳ vết hoặc hư hại... thì nên cắt bỏ các phần hư hại đó. Để bảo đảm sợi

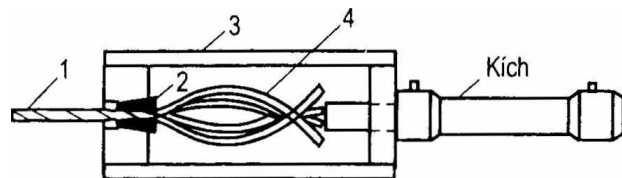


1. Cáp thép; 2. Khuôn ép chèn; 3. Vòng xoay ốc bằng thép cứng; 4. Ống bọc ép chèn; 5. Cần piston;

6. Khung giá thiết bị; 7. Kích

A: Lỗ dẫn dầu vào; B: Lỗ dẫn dầu về

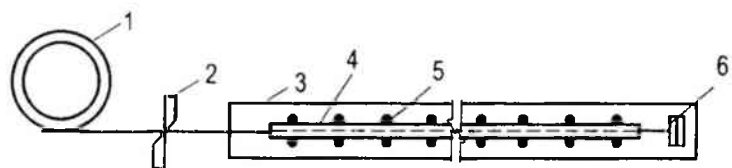
Hình 92: Dụng cụ ép chèn YJ45



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



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

5. Yêu cầu về chất lượng

- Khi cắt thép để tán đầu, các sợi thép cùng bó thép có chiều dài sai lệch 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 ($\leq 2\text{mm}$).

- 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 đo 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 bê tông tốn nhiều sức hơn tuy nhiên dễ dàng cho việc bảo vệ đầu bó thép tránh bị rỉ 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.

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).

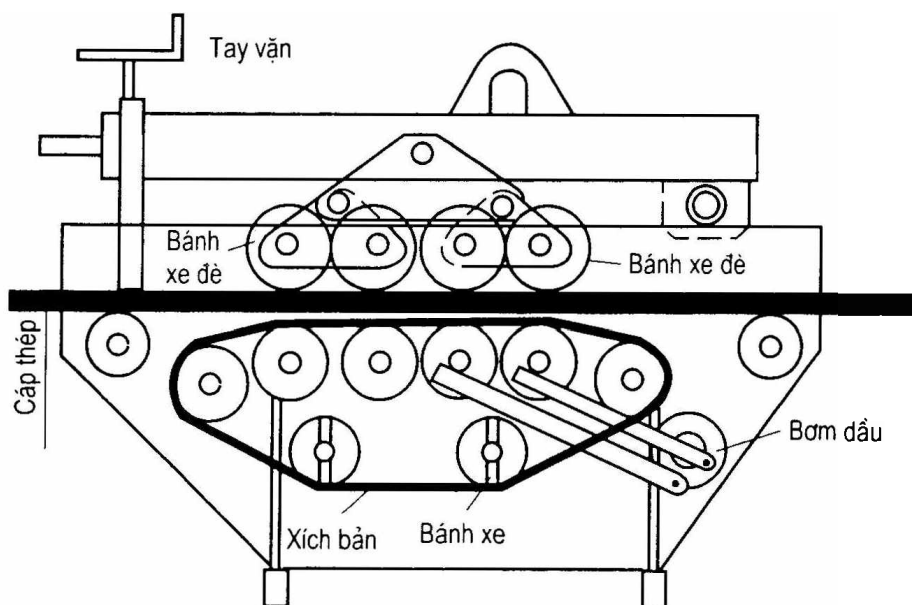
b) Dùng tời kéo (cable hoist)

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

§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 luôn 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 hiến cho dự ứng lực nén tương đối thấp của khối đảm 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 lén 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... dầm phải có lan can... Quá trình thao tác, cấm không cho người qua lại (người đứng xem).

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 tùy theo hình dạng của cốt thép dự ứng lực cũng như chiều dài của cốt thép... và cũng tùy 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 $L_i \geq 0,5L$ (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

- 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:

$$O \rightarrow 1,05 P_j \xrightarrow{\text{Giữ tải trong 2 phút}} P_j - \text{neo giữ cố định.}$$

- 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.

$$0,2 P_j ; \quad 0,6 P_j \quad \text{và} \quad 1,0 P_j$$

Hoặc phân ra bốn cấp gia tải:

$$0,25 P_j ; \quad 0,5 P_j \quad \text{và} \quad 0,75 P_j \quad \text{và} \quad 1,0 P_j$$

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 đầu bắt đầu của cấp thứ hai bằng áp lực đầu kết thúc của cấp thứ nhất.

Khi kéo cốt thép đạt đến áp lực đầu 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 do 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...

B - trị số giãn dài của phần cốt thép nằm trong thân kích;

C - trị số co dãn 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).

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).

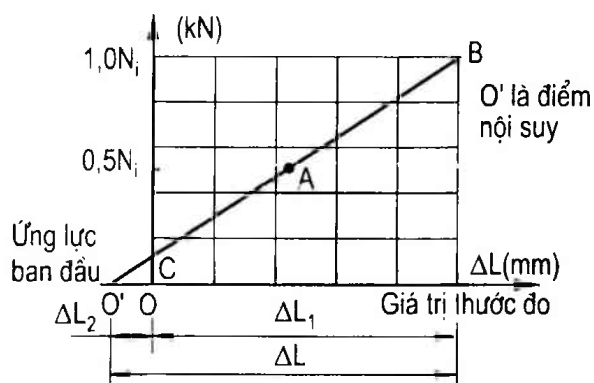
6. Yêu cầu về an toàn lao động

- 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 đầy 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 luôn 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.



Hình 101: Đồ thị trị số giãn dài thực tế khi kéo của thép dự ứng lực

- 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 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 đo 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 đứt 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 (cáp 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.

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.

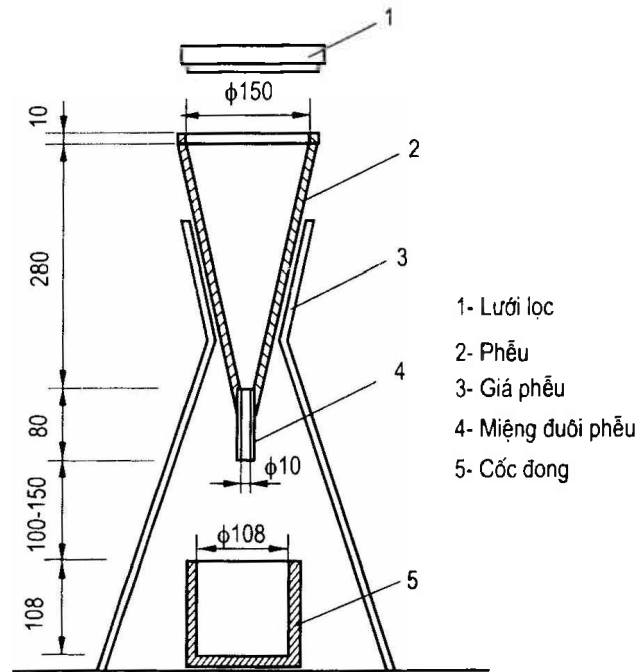
- Tỷ lệ N/X không được lớn hơn 0,45, sau 3 giờ hiện tượng trôi nước phân tầng xảy ra có tỷ lệ $< 2\%$, cá biệt cũng $\leq 3\%$ (bleeding, water gain).

- 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 hạn 15s đến 19s thì xem như đạt yêu cầu.

- 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 ($70,7 \times 70,7 \times 70,7$) trước đó.

- Vữa chèn phải trộn bằng máy, trộn đều. Trước khi đưa vào máy bơm ép nên qua lưới lọc (mắt lưới $< 5\text{mm}$). Vữa trong thùng chứa cũng được khuấy liên tục, tránh cho vữa khỏi bị tách nước phân tầng.



Hình 102: Dụng cụ thử độ lưu động của vữa

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.

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 xoắn UBL 3
			C263	C251	UBJ 1,8	UBJ 3	
Năng suất	m ³ /h	3	3	1	1,8	3	3
Sức đẩy: cao ngang	m	40	30	20	30	30	90
	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).

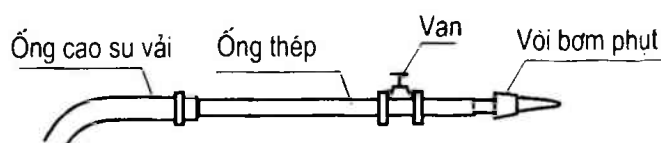
- Dùng nước sạch để bơm khởi động để kiểm tra bơm và đường ống có bị rò rỉ không.

- 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.

- 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.



Hình 103: Đầu vòi bơm phụt vữa

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 trôi nước văng (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.

- 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/mm² 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°C 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 văng vữa, lỗ bơm vữa, lỗ thoát khí.

- Giữa chỗ trám bịt chi tiết neo giữ và bê tông viên 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	
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 uốn 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 luôn qua trước chỗ giao điểm đó và thép nào tại giao điểm mà nằm trên thì luôn 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.

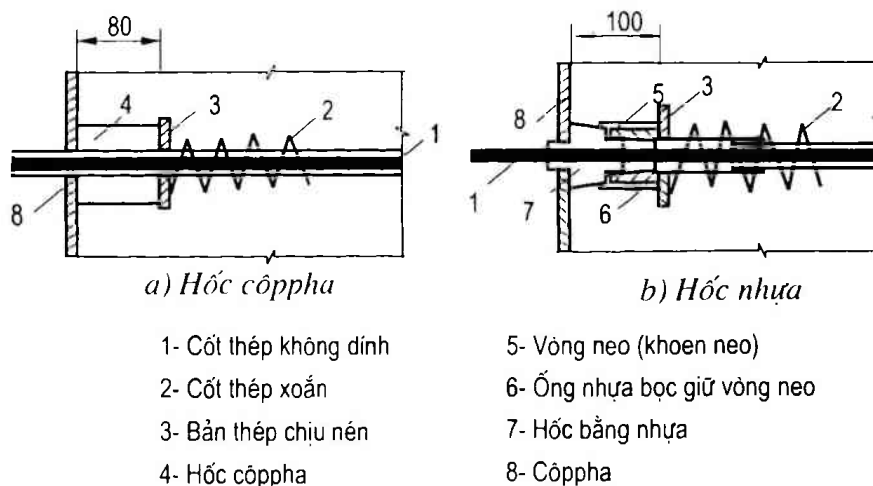
Để bảo đảm vị trí lơ lửng của cốt thép theo thiết kế người ta dùng cốt thép để giằng hoặc làm các con ngựa (giá đỡ) bằng cốt thép để hiệu chỉnh đúng vị trí. Theo chiều chiều bằng cốt thép phải thẳng. Khoảng cách đặt các con ngựa đỡ là 1m đến 2m.

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 cốppha mặt đứng ở đầu dầm.



Hình 104: Tạo hốc lõm cho đầu kéo thép không dính kết

Tấm bản thép 3 được cố định (bằng đinh) vào cốppha 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 cốppha 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.

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 chỉ 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 $\geq 30\text{mm}$. Phần dư được cắt bằng lưỡi cắt đá mài (không dùng hàn điện). Chỉ tiết bản đệm và các tấm kẹp giữ phải được sơn chống rỉ. Đầu ngoài cùng phải được chụp kín bằng nắp nhựa.

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

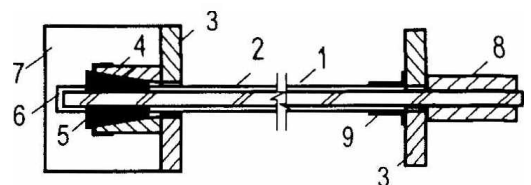
- Ống bọc cốt thép dự ứng lực không kết dính phải là ống nguyên vẹn, tại đầu mút nên dùng ống nhựa hoặc băng dính để làm kín lại.

- 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 xô 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.



- 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

§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 phết chèn là xi măng poocăng 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 $\pm 6\%$.
- Không để xảy 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 lồi 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 kẹp 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 chôn luôn 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.

- 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 văng (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...)

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.

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 phụ 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.

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.

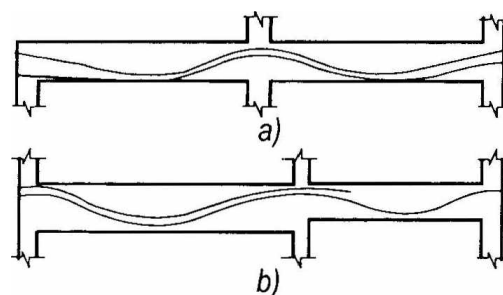
b) Bố trí thép cho dầm của khung

Cốt thép của dầm khung được bố trí như hình vẽ dưới đây

- Đối với dầm khung hai nhịp, môment tại mặt cắt gối giữa lớn và tại gối biên nhỏ, cốt biên của tầng mái lại chịu nén lệch tâm vì vậy khi bố trí thép lưu ý bố trí đủ để cốt biên mái chịu được môment 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.

- 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 $0,45 f_{pk}$. Để thỏa mãn yêu cầu này thì



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.

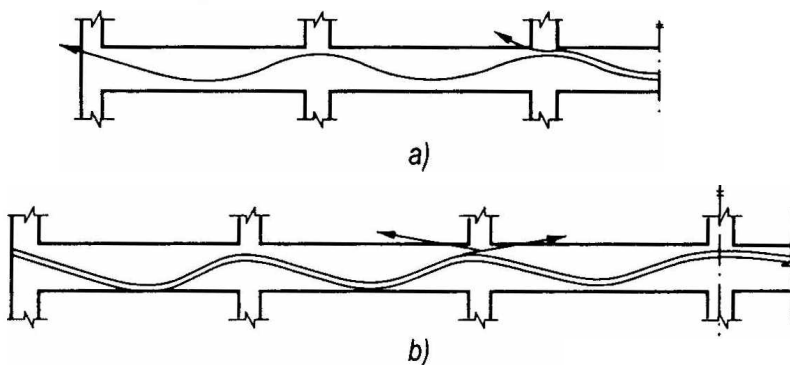
bước nhịp cốt thép dự ứng lực kéo hai đầu có kết dính thích hợp là từ 3 nhịp đến 5 nhịp - chiều dài tương ứng từ 45m đến 75m (Do tổn thất dự ứng lực của nhịp giữa lớn nên có thể bố trí thêm cốt thép dự ứng lực không kết dính).

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 tháo nối: Một đoạn 2 nhịp và đoạn còn lại 4 nhịp. Hai bó được tháo nối ở hai vị trí gối khác nhau ở gối hết nhịp 2 và ở gối hết nhịp 4). Người ta cũng có thể tháo nối tại vị trí gối giữa (cốt thép dự ứng lực được chia đều thành hai đoạn).

- Trong trường hợp cốt thép tại các nút 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 tháo 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 biên tầng mái nên gần giống với dạng biểu đồ mô men do tải trọng tạo ra.

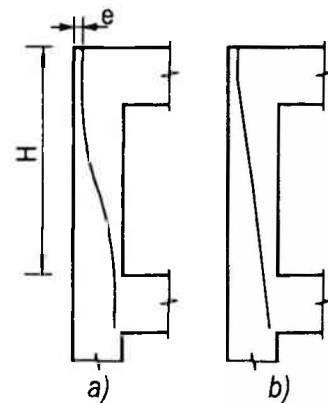
Trị số lệch tâm e giữa mặt cắt đầu cột và mặt cắt chân cột nên lấy giá trị lớn. Hình 108 thể hiện hai trường hợp bố trí cốt thép dự ứng lực cho cột biên.

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.

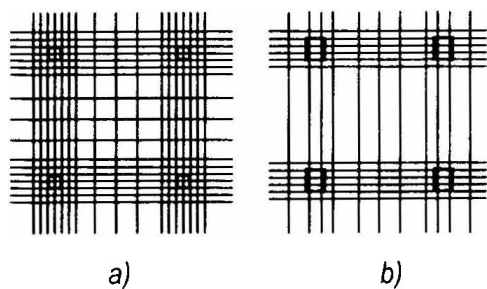
d) Bố trí thép dự ứng lực cho tấm sàn

- 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.



Hình 108: Cốt thép dự ứng lực của cột biên mái
a) Thép có hai đoạn cong;
b) Thép đi theo đường xiên



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 gồi 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 ($\leq 1,33$) 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, luôn 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.

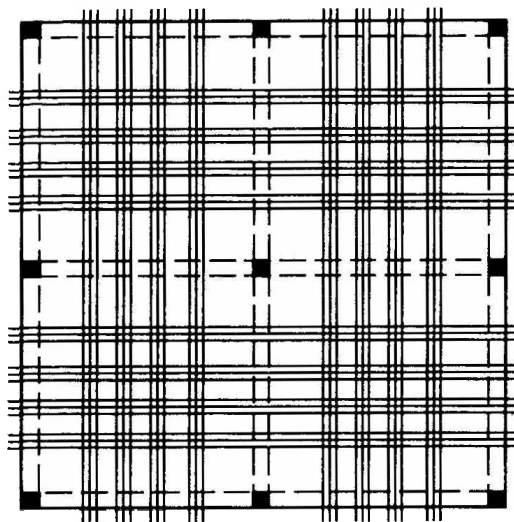
- Tấm sàn hai hướng nhiều nhịp có dầm đỡ

Moment của tấm hai hướng nhiều nhịp gồi 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).

Mỗi dải gồm 3 sợi cáp thép dự ứng lực.

- Tấm sàn gồi lên tường có hình dạng đặc biệt:

Tấm sàn nhiều nhịp gồi 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).



Hình 110: Bố trí thép dự ứng lực hai hướng cho tấm nhiều nhịp gồi lên dầm đỡ

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:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{\text{con}} + 30}{E_s} \times L$$

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 $1,8 \times 10^5$.

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:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{con}}{E_s} \times L + \Sigma \Delta l_i$$

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:

$$\sigma_{pc} = \frac{N_{po}}{A_o} \pm \frac{N_{po} \cdot e_{po}}{I_o}$$

Đối với trường hợp căng sau:

$$\sigma_{pc} = \frac{N_p}{A_n} \pm \frac{N_p \cdot e_{pn}}{I_n}$$

N_{po} và N_p - Hợp lực của cốt thép dự ứng lực (N)

$$N_{op} (N_p) = \sigma_{con} \cdot A_p$$

A_p - Diện tích mặt cắt của cốt thép dự ứng lực (mm²)

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 (mm²).

I_o và I_n - Moment quán tính của diện tích mặt cắt quy đổi A_o và của diện tích mặt cắt thực A nói trên (m.m⁴).

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/mm²);

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);

Δl_5 - Độ giãn dài phụ gia do biến dạng của mố bệ hoặc cốppha gây ra - xác định theo thực tế.

§2. ỨNG LỰC KHÔNG CHẾ

Để bảo đảm không 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:

$$T = \frac{\Delta l}{\alpha L}$$

$$T' = T + T_0 : \begin{cases} \leq 250^\circ \text{C} & \text{với thép nhóm A}_{II} \\ \leq 300^\circ \text{C} & \text{với thép nhóm A}_{III} \\ \leq 400^\circ \text{C} & \text{với thép nhóm A}_{IV} \end{cases}$$

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 ($^\circ\text{C}$);

T_0 - nhiệt độ của cốt thép trước khi kéo bằng điện nhiệt ($^\circ\text{C}$).

Ví dụ:

Vì kèo có cốt thép dự ứng lực theo đường gãy khúc dài 18m, thanh hạ vì kèo có mặt cắt $160 \times 220\text{mm}^2$, cường độ bê tông C30. Chiều dài lỗ chừa luôn thép dự ứng lực là

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 gấp 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:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{\text{con}}}{E_p} \cdot L + \Sigma \Delta l_i$$

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:

$$\Delta l_1 = 1 + 1 = 2\text{mm}$$

$$\Delta l_2 = \frac{30 \times 17400}{2 \times 10^5} = 2,6\text{mm}$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_{\text{pc}}}{E_c} \cdot L$$

$$A_p = 2 \times 615,8 = 1231,6 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{pn}} = 160 \times 220 - 2 \frac{\pi 48^2}{4} = 31581 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{con}} = 0,85 f_{\text{pyK}} = 0,85 \times 430 = 365,5 \text{ N / mm}^2$$

Do vậy:

$$\sigma_{\text{pc}} = \frac{\sigma_{\text{con}} \cdot A_p}{A_{\text{pn}}} = \frac{365,5 \times 1231,6}{31581} = 14,25 \text{ N / mm}^2$$

Cuối cùng ta có:

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_{\text{pc}}}{E_c} \cdot L = \frac{14,25 \times 17,800}{3 \times 10^4} = 8,46\text{mm}$$

Vậy:

$$\Delta l_i = 2 + 2,6 + 8,46 = 13,06\text{mm}$$

Tổng trị số giãn dài là:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{\text{con}}}{E_p} L + \Delta l_i = \frac{365,5 \times 17400}{2 \times 10^5} + 13,06 = 44,86\text{mm}$$

* Tính toán ứng lực hiệu chỉnh và lực kéo sau khi hiệu chỉnh:

Tổn thất chùng ứng lực của cốt thép:

$$\begin{aligned}\sigma_{s4} &= 5\% \sigma_{con} \\ &= 0,05 \times 365,5 = 18,28 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_{pf} = (\sigma_{con} - \sigma_{s4}) A_p = (365,5 - 18,28) \times 615,8 = 213818 \text{ N}$$

(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: $A_s = 16260 \text{ mm}^2$. Từ đó ta tìm ra áp lực dầu cần thiết khi đọc trên đồng hồ áp lực là:

$$P = \frac{\sigma_{pf}}{A_s} = \frac{213818}{16260} = 13,15 \text{ N/mm}^2$$

* Nhiệt độ của cốt thép khi điện nhiệt:

Giả thiết: $T_0 = 20^\circ\text{C}$ $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$

$$T = \frac{\Delta l}{\alpha L_d} = \frac{44,86}{1,2 \times 10^{-5} \times 17400} = 214,8^\circ\text{C}$$

$$T' = T + T_0 = 214,8 + 20 = 234,8^\circ\text{C} < 300^\circ\text{C}$$

Thép A_{III}:

$T' < 300^\circ\text{C}$ - Thỏa mãn yêu cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Kiến trúc thi công tử 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 Tông 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 Tông 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 Jiǎnmíng - shigong - jìsuàn - shǒucè*. Nhà xuất bản "Trung Quốc Kiến Trúc Công nghiệp" - 1996.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
Phần 1. Vật liệu làm cốt thép dự ứng lực	
§1. Cốt thép dùng cho bê tông 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. Cáp giữ đầu kéo	38
§6. Kiểm tra chất lượng các phương tiện cáp 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

§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