

ϕ_c - hệ số sức kháng khi nén;
 f_y - cường độ chảy của tấm nối ở cánh nén;
 A_g - diện tích nguyên của tấm nối.

b) Kiểm tra bulông liên kết

Mỗi nối cánh dầm phải được thiết kế theo mỗi nối ma sát. Để kiểm tra trượt của mỗi nối phải lấy ứng suất thiết kế ở tổ hợp tải trọng sử dụng II (F_s) nhân với giá trị nhỏ hơn giữa diện tích nguyên của bản cánh ở hai phía của mỗi nối, trong đó F_s tính như sau:

$$F_s = \frac{f_s}{R_h} \quad (3-159)$$

Trong đó:

f_s - ứng suất uốn lớn nhất do tổ hợp tải trọng sử dụng II ở điểm giữa chiều dày của bản cánh có mặt cắt nhỏ hơn ở hai bên của mỗi nối.

R_h - hệ số lai, với mặt cắt lai có f_s không vượt quá cường độ chảy của bụng dầm $R_h = 1,0$

Điều kiện không trượt của mỗi nối là:

$$A_s f_s \leq \phi R_n \quad (3-160)$$

Trong đó:

A_g - diện tích nguyên nhỏ hơn của bản cánh;

R_n - sức kháng trượt danh định;

ϕ - hệ số sức kháng.

3.17. ỨNG SUẤT DO NHIỆT ĐỘ TRONG CẦU LIÊN HỢP

Biên độ của nhiệt độ phụ thuộc vào nhiệt độ cao nhất (T_{max}) và nhiệt độ thấp nhất (T_{min}). Bảng 3-19 cho nhiệt độ cao nhất và thấp nhất khi mặt cầu là bê tông trên dầm thép hoặc hộp thép và mặt cầu thép trên dầm thép hoặc hộp thép theo hai vùng của Việt Nam là vùng Bắc vĩ độ $16^\circ B$ (đèo Hải Vân) và Nam vĩ độ $16^\circ B$.

Bảng 3-19. Nhiệt độ cao nhất và thấp nhất

Vùng khí hậu	Mặt cầu bê tông trên dầm hoặc hộp thép	Mặt cầu thép trên dầm hoặc hộp thép
Bắc vĩ độ $16^\circ B$	$+1^\circ C$ đến $+55^\circ C$	$-3^\circ C$ đến $+63^\circ C$
Nam vĩ độ $16^\circ B$	$+6^\circ C$ đến $+55^\circ C$	$+2^\circ C$ đến $+63^\circ C$

+ Nhiệt độ T_{\max} , T_{\min} trong Bảng 3-19 được xác định dựa trên nhiệt độ không khí trong bóng râm từ $+0^{\circ}\text{C}$ đến $+45^{\circ}\text{C}$ cho phía Bắc vĩ tuyến 16°N và từ $+5^{\circ}\text{C}$ đến $+45^{\circ}\text{C}$ phía Nam vĩ tuyến 16°N . Khi xác định được nhiệt độ tại vị trí công trình có thể sử dụng chúng để xác định giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của nhiệt độ không khí trong bóng râm với chu kỳ lặp là 100 năm cho vị trí công trình và có thể điều chỉnh nhiệt độ của cầu trong Bảng 3-19.

+ Đối với các địa điểm ở phía Bắc vĩ độ 16°B và ở cao độ hơn mực nước biển trên 700m nhiệt độ thấp nhất trong Bảng 3-19 phải trừ đi 5°C .

- Khi tính nội lực, ứng suất do nhiệt độ cần thiết sử dụng:

+ Biên độ nhiệt bằng $\frac{T_{\max} - T_{\min}}{2}$.

+ Đặc trưng hình học của mặt cắt nguyên của mặt cắt liên hợp ngắn hạn.

+ Hệ số tải trọng là giá trị nhỏ hơn của hai giá trị γ_{TU} .

- Xác định chuyển vị Δ để thiết kế khe co giãn và gối cầu phải dùng chênh lệch nhiệt độ $T_{\max} - T_{\min}$ và hệ số tải trọng lấy theo giá trị lớn hơn của γ_{TU} :

$$\Delta = \alpha L (T_{\max} - T_{\min}) \quad (3-161)$$

trong đó:

α - hệ số giãn nở vì nhiệt;

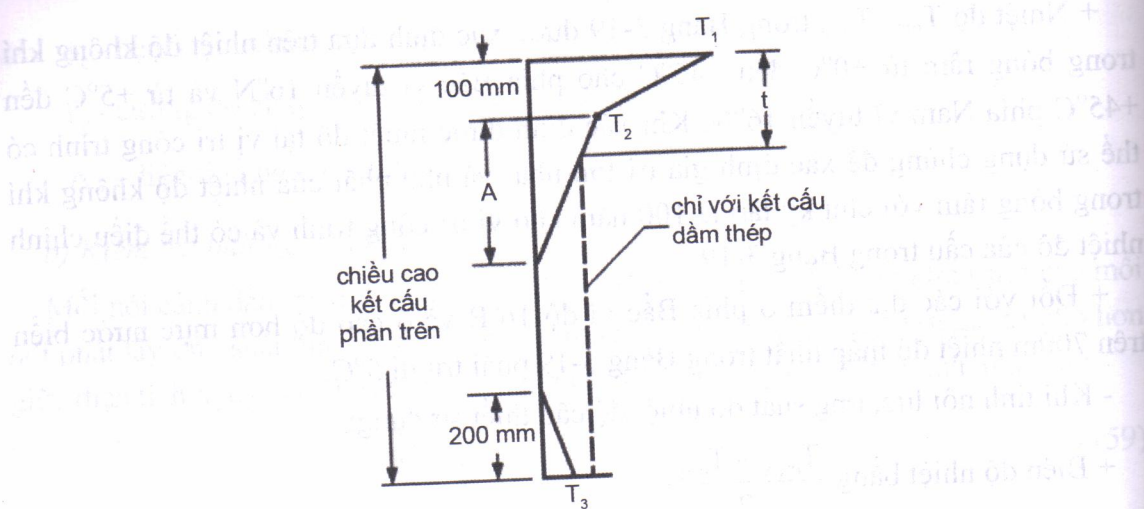
L - chiều dài giãn nở.

- Khi xét ảnh hưởng của nhiệt độ cần phân biệt:

+ Nhiệt độ biến đổi đều (TU) khi trên chiều cao của kết cấu không có chênh lệch nhiệt độ. Nhiệt độ này dùng để tính chuyển vị theo công thức (3-161) và tính ứng suất trong các cầu mà chuyển vị theo chiều dọc bị hạn chế, ví dụ cầu liên tục có hai gối cố định, trong trường hợp này cách tính giống như đã học ở cơ học kết cấu.

+ Chênh lệch nhiệt độ (TG) khi trên chiều cao của kết cấu ở cùng vị trí có chênh lệch về nhiệt độ ví dụ cầu dầm liên hợp khi nhiệt độ môi trường tăng lên thì do thép hấp thụ nhiệt mạnh hơn bê tông nên nhiệt độ dầm thép cao hơn nhiệt độ của bản bê tông. Khi tính chênh lệch nhiệt độ cần xét cả hai trường hợp: Chênh lệch dương (mặt trên có nhiệt độ cao hơn) và chênh lệch âm (mặt trên có nhiệt độ thấp hơn). Chênh lệch nhiệt độ còn được gọi là gradient nhiệt chính vì vậy mới có kí hiệu TG.

- Trong tiêu chuẩn thiết kế cho biểu đồ chênh lệch nhiệt độ như với các giá trị nhiệt độ T_1 , T_2 , T_3 cho trong. Kích thước A trong lấy là 300mm, còn t là chiều dày bản bê tông mặt cầu kể cả vút (nếu có).



Hình 3.16. Gradient nhiệt theo phương thẳng đứng trong kết cấu nhịp thép và bê tông

Bảng 3-20. Gradient nhiệt cơ sở

Thông số	Gradient nhiệt dương (°C)	Gradient nhiệt âm (°C)
T ₁	+23	-7
T ₂	+6	-1
T ₃	+3	0

- Chênh lệch nhiệt độ gây ra lực dọc và mômen uốn ở mặt cắt xét, để tính ứng suất do chênh lệch nhiệt độ cần tính các nội lực này. Khi tính nội lực ta vẫn chấp nhận hai giả thiết: Biến dạng nhỏ và mặt cắt phẳng.

3.17.1. Tính lực dọc do chênh lệch nhiệt độ

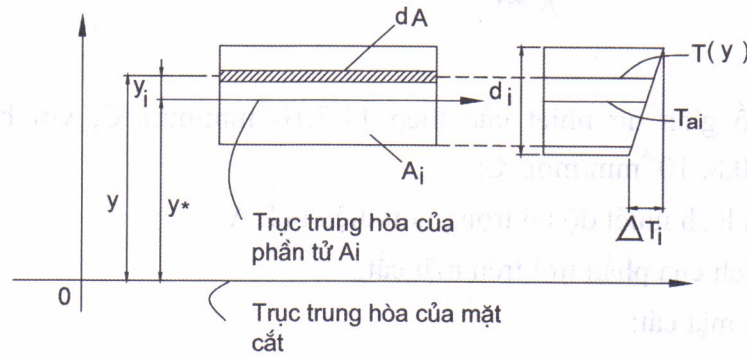
Xét một mặt cắt có diện tích tính đối là A, dưới tác dụng của lực dọc có biến dạng dài tương đối là ε và nội lực khi đó là $E\varepsilon A$.

Trên một mặt cắt xét phân tố dA của phần tử A_i. Chênh lệch nhiệt độ tại dA là T(y), còn chênh lệch nhiệt độ ở trọng tâm phần tử A_i là T_{ai}. Biến dạng tương đối của phần tử dA là $\varepsilon = \alpha T(y)$ và lực dọc ở phần tử dA là $dN = E\alpha T(y)dA$ và lực dọc trên toàn mặt cắt $N = \int_{(A)} E\alpha T(y)dA = E\alpha \int_{(A)} T(y)dA$.

Từ đó ta có: $E\varepsilon A = E\alpha \int_{(A)} T(y)dA$

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{A} \int_{(A)} T(y)dA \quad (1)$$

Trên Hình 3.17 chênh lệch nhiệt độ $T(y)$ là:



Hình 3.17. Để tính lực dọc và mômen uốn của mặt cắt do chênh lệch nhiệt độ

$$T(y) = T_{ai} + \frac{\Delta T_i}{d_i} y_i \quad (2)$$

Trong đó:

T_{ai} - chênh lệch nhiệt độ ở trọng tâm phần tử A_i ;

ΔT_i - chênh lệch của chênh lệch nhiệt độ ở mép trên và mép dưới phần tử A_i ;

d_i - chiều cao của phần tử A_i ;

y_i - khoảng cách từ phần tử dA đến trục trung hòa của phần tử A_i .

Diện tích mặt cắt A chia thành một số hữu hạn phần tử A_i khi đó thay (2) vào (1) và thay $y_i = y - y_i^*$ ta có:

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{A} \sum \int_{(A_i)} \left[T_{ai} + \frac{\Delta T_i}{d_i} (y - y_i^*) \right] dA_i$$

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{A} \sum \left[\int_{(A_i)} T_{ai} dA_i + \int_{(A_i)} \frac{\Delta T_i}{d_i} y dA_i - \int_{(A_i)} \frac{\Delta T_i}{d_i} y_i^* dA_i \right]$$

Trên diện tích phần tử dA thì T_{ai} , $\frac{\Delta T_i}{d_i}$ và y_i^* là hằng số nên:

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{A} \sum \left[T_{ai} \int_{(A_i)} dA_i + \frac{\Delta T_i}{d_i} \left(\int_{(A_i)} y dA_i - y_i^* \int_{(A_i)} dA_i \right) \right]$$

Vì $\int_{(A_i)} dA_i = A_i$, $\int_{(A_i)} y dA_i$ là mômen tĩnh của diện tích A_i đối với trục trung hòa của mặt cắt, $y_i^* A_i$ cũng là mômen tĩnh của diện tích A_i đối với trục trung hòa của mặt cắt nên:

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{A} \sum T_{ai} A_i \quad (3-162)$$

Trong đó:

α - hệ số giãn nở nhiệt của thép $11,7 \cdot 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$, với bê tông thường
 $\alpha = 10,8 \cdot 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$;

T_{ai} - chênh lệch nhiệt độ tại trọng tâm diện tích A_i ;

A_i - diện tích của phần tử i trên mặt cắt.

Lực dọc của mặt cắt:

$$N = E\varepsilon = \frac{E\alpha}{A} \sum T_{ai} A_i \quad (3-163)$$

E - Môđun đàn hồi, vì khi tính nhiệt độ dùng diện tích liên hợp ngắn hạn, đó là diện tích mà bê tông đã đổi sang thép nên trong công thức (3-163) E là môđun đàn hồi của thép.

Vì T_{ai} có thể có dấu dương hoặc âm (xem Bảng 3-19) nên lực dọc tính theo công thức (3-162) cũng có dấu dương hoặc âm, mặt cắt chịu kéo hoặc nén.

3.17.2. Tính mômen uốn do chênh lệch nhiệt độ

Trong sức bền vật liệu đã có công thức tính độ cong của dầm chịu uốn:

$$\Psi = \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

Trong đó: ρ - bán kính cong. Ở đây mômen uốn của lực trên diện tích dA đối với trục trung hòa của mặt cắt là $dM = E\alpha T(y)dA_i y$ nên có:

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum \int_{(A_i)} y T(y) dA_i \quad (3)$$

Thay $T(y)$ ở (2) và $y_i = y - y_i^*$ vào (3) ta có:

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum \int_{(A_i)} y [T_{ai} + \frac{\Delta T_i}{d_i} (y - y_i^*)] dA_i$$

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum [T_{ai} \int_{(A_i)} y dA_i + \frac{\Delta T_i}{d_i} (\int_{(A_i)} y^2 dA_i - \int_{(A_i)} y y_i^* dA_i)]$$

Trong đó:

$\int_{(A_i)} y dA_i$ - mômen tĩnh của diện tích A_i đối với trục trung hòa của mặt cắt, kí hiệu Q_{Ai} .

3-162)

$\int_{(A_i)} y^2 dA_i$ - mômen quán tính của diện tích A_i đối với trục trung hòa của mặt cắt, kí hiệu I_i :

hường

$$\int_{(A_i)} y y_i^* dA_i = y_i^* \int_{(A_i)} y^* dA_i = y_i^* Q_{Ai}$$

Nên:

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum [T_{ai} Q_{Ai} + \frac{\Delta T_i}{d_i} (I_i - y_i^* Q_{Ai})] \quad (4)$$

3-163)

Thay $Q_{Ai} = y_i^* A_i$ vào (4)

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum [T_{ai} y_i^* A_i + \frac{\Delta T_i}{d_i} (I_i - y_i^{*2} A_i)] \quad (5)$$

đó là

môđun

công

Áp dụng công thức chuyển trục của mômen quán tính $I_i = I_i^* + y_i^{*2} A_i$ và thay I_i vào (5)

$$\Psi = \frac{\alpha}{I} \sum (T_{ai} y_i^* A_i + \frac{\Delta T_i}{d_i} I_i^*) \quad (6)$$

Vì $\Psi = \frac{M}{EI}$ nên cuối cùng có:

$$M = E\alpha \sum (T_{ai} y_i^* A_i + \frac{\Delta T_i}{d_i} I_i^*) \quad (3-164)$$

ối với

Trong đó:

E - môđun đàn hồi, lấy $E = E_i$;

T_{ai} - chênh lệch nhiệt độ tại trọng tâm diện tích A_i ;

y_i^* - khoảng cách từ trọng tâm diện tích A_i đến trục trung hòa của mặt cắt;

A_i - diện tích phần tử thứ i ;

d_i - chiều cao của phần tử thứ i ;

I_i^* - mômen quán tính của diện tích phần tử thứ i đối với trục trung hòa của phần tử đó;

ΔT_i - chênh lệch của chênh lệch nhiệt độ giữa mép trên và mép dưới của phần tử thứ i .

Trong cầu dầm liên hợp giản đơn có thể xem như lực dọc và mômen do chênh lệch nhiệt độ không thay đổi theo chiều dài dầm.

Khi đã có lực dọc và mômen uốn dễ dàng tính được ứng suất trên mọi điểm.

3.17.3. Tính ứng suất do chênh lệch nhiệt độ

- Ứng suất do lực dọc: Ứng suất do lực dọc được xem là phân bố đều trên mặt cắt liên hợp ngắn hạn, từ đó có:

+ Ứng suất trên mặt cắt dầm thép:

$$f_t = \frac{N}{A_{td}}$$

+ Ứng suất bản bê tông:

$$f_{bt} = \frac{1}{n} \frac{N}{A_{td}}$$

Với: A_{td} - diện tích tính đổi của mặt cắt liên hợp ngắn hạn;

N - lực dọc do chênh lệch nhiệt độ, tính theo công thức (3-163).

- Ứng suất do mômen uốn: Tính theo các công thức (3-24), trong đó M_{nh} được thay bằng mômen uốn do chênh lệch nhiệt độ tính theo công thức (3-164) và vì mômen có thể âm hoặc dương nên lấy dấu âm hoặc dương cho phù hợp.

3.17.4. Tính mômen uốn và lực cắt do chênh lệch nhiệt độ trong dầm liên hợp liên tục

Trong cầu liên hợp liên tục do chênh lệch nhiệt độ mà ở các nhịp có phát sinh mômen uốn trong cả hai trường hợp chênh lệch nhiệt dương và chênh lệch nhiệt âm. Các mômen này làm phát sinh nội lực trong hệ siêu tĩnh, đó chính là hiệu ứng thứ cấp của chênh lệch nhiệt độ.

Giả sử có dầm liên tục ba nhịp như trên hình 3-18a, các nhịp có chiều cao không thay đổi.

Chọn hệ cơ bản như trên hình 3-18b, khi đó ảnh hưởng thừa là các mômen gối M_i (ở đây là M_1 và M_2). Từ công thức (3-164) tính được mômen uốn do chênh lệch nhiệt độ và vẽ được biểu đồ mômen do chênh lệch nhiệt độ trên hệ cơ bản như trên hình 3-18c. Giả sử ta đang xét cho chênh lệch nhiệt âm là trường hợp nhiệt độ ở bản bê tông thấp hơn dầm thép khi đó mômen do chênh lệch nhiệt độ là dương.

Phương trình chính tắc của phương pháp lực của dầm liên tục ba nhịp do nguyên nhân nhiệt độ (t) có dạng như sau:

$$\delta_{11}M_1 + \delta_{12}M_2 + \Delta_{1t} = 0$$

$$\delta_{21}M_1 + \delta_{22}M_2 + \Delta_{2t} = 0$$

Trong đó:

δ_{ik} - chuyển vị theo phương M_i do $M_k = 1$ sinh ra, tính như trong cơ học kết cấu, ở đây các biểu đồ \overline{M}_1 và \overline{M}_2 đều là đường thẳng nên việc tính δ_{ik} là rất dễ dàng;

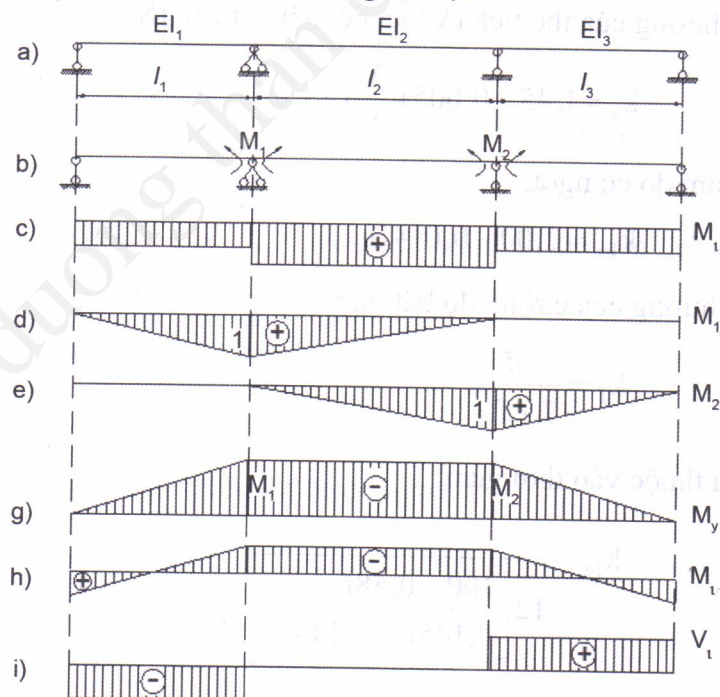
Δ_{it} - chuyển vị theo phương M_i do chênh lệch nhiệt độ sinh ra, tính bằng cách “nhân” biểu đồ \overline{M}_i với M_t .

Thay δ_{ik} và Δ_{it} vào hệ phương trình chính tắc của phương pháp lực và giải ra ta có các ẩn lực thừa là các mômen gối M_1 và M_2 , từ đó vẽ được biểu đồ mômen gối (M_g) như trên g.

Biểu đồ mômen tổng cộng (M_{tc}) của biểu đồ M_t và biểu đồ M_g chính là biểu đồ mômen do chênh lệch nhiệt độ (Hình 3-18h).

Từ biểu đồ mômen tổng cộng vẽ được biểu đồ lực cắt V_t như trên hình 3-18i, nếu chiều dài nhịp 1 khác nhịp 3 hoặc/và EI nhịp 1 khác nhịp 3 thì biểu đồ V_t không có dạng phản xứng như hình vẽ và khi đó trong nhịp 2 cũng có lực cắt và tất nhiên trên nhịp 2 thì M_{tc} ở đầu và cuối nhịp khác nhau.

Trong trường hợp chênh nhiệt dương cách tính cũng hoàn toàn như trên nhưng các biểu đồ M_t , M_g , M_{tc} và V_t sẽ có dấu ngược lại.



Hình 3.18. Dầm liên tục ba nhịp chênh nhiệt âm

Ở trên đã nghiên cứu cách tính mômen gối bằng phương trình chính tắc của phương pháp lực, cũng có thể tính bằng cách viết phương trình ba mômen cho các gối trung gian, bạn đọc có thể tùy chọn phương pháp tính.

3.18. TÍNH NỘI LỰC DO CO NGÓT TRONG DÀM LIÊN HỢP

Dầm liên hợp có bản bê tông và dầm thép liên kết thành một kết cấu liên khối nhờ các neo liên hợp. Bê tông co ngót theo thời gian, thép không co ngót, neo liên hợp cản trở biến dạng của bê tông làm phát sinh nội lực và ứng suất trong cả bản bê tông và dầm thép. Co ngót là tải trọng lâu dài vì vậy khi tính toán cần phải xét tác động của từ biến bằng cách sử dụng các đặc trưng của mặt cắt liên hợp dài hạn x_{td} , A_{td} , I_{td} ...

Co ngót của bê tông được đặc trưng bằng biến dạng tương đối (ϵ_{sh}), trong tiêu chuẩn thiết kế cho công thức tính ϵ_{sh} :

$$\epsilon_{sh} = k_s k_{hs} k_f k_{tg} (0,48 \times 10^{-3}) \quad (3-165)$$

Nếu bê tông để khô trước 5 ngày kể từ khi bê tông đông cứng ϵ_{sh} tính theo công thức trên phải tăng thêm 20%.

Trong đó:

k_s - hệ số ảnh hưởng của thể tích (V) và bề mặt kết cấu (S)

$$k_s = 1,45 - 0,0051\left(\frac{V}{S}\right) \geq 1,0 \quad (3-166)$$

k_{hs} - hệ số độ ẩm do co ngót:

$$k_{hs} = 2,00 - 0,014H \quad (3-167)$$

k_f - hệ số ảnh hưởng của cường độ bê tông:

$$k_f = \frac{35}{7 + f_{ci}} \quad (3-168)$$

k_{tg} - hệ số phụ thuộc vào thời gian:

$$k_{tg} = \frac{t}{12 \left[\frac{100 - 0,58f'_{ci}}{0,145f'_{ci} + 20} \right] + t} \quad (3-169)$$

$\frac{V}{S}$ - tỷ số giữa thể tích và bề mặt xung quanh của kết cấu.

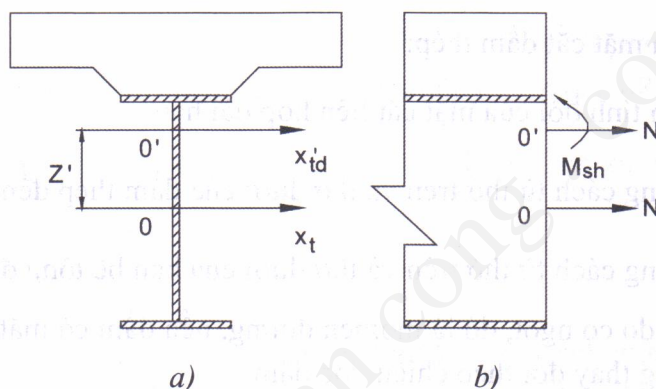
H - độ ẩm tương đối (%) nếu không có số liệu tin cậy có thể lấy theo số liệu thống kê do Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Bộ Tài nguyên & Môi trường công bố;

t - tuổi của bê tông (ngày) tính từ cuối giai đoạn bảo dưỡng đến thời điểm tính toán;

f_{ci}' - cường độ nén của bê tông ở thời điểm cuối giai đoạn bảo dưỡng.

3.18.1. Tính nội lực do co ngót bê tông trong dầm liên hợp giản đơn

Biến dạng tương đối của bê tông do co ngót là ϵ_{sh} , do dầm thép không co ngót nên chênh lệch biến dạng giữa dầm thép và bản bê tông là ϵ_{sh} . Khi co ngót bê tông làm cho dầm thép bị nén lại, để cân bằng ta đặt lại trọng tâm O của mặt cắt dầm thép một lực kéo $N = E_t \epsilon_{sh} A_t$.



Hình 3.19. Sơ đồ tính nội lực do co ngót trong dầm liên hợp giản đơn

Chuyển lực N về trọng tâm (O') của mặt cắt liên hợp phải thêm vào một ngẫu lực có mômen là $M_{sh} = NZ' = E_t \epsilon_{sh} A_t Z'$ vì $A_t Z'$ chính là mômen tĩnh của dầm thép đối với trục trung hòa của mặt cắt liên hợp dài hạn (Q_t') nên:

$$M_{sh} = E_t \epsilon_{sh} Q_t' \quad (3-170)$$

- Lực dọc: $N_{sh} = E_t \epsilon_{sh} A_t$.

- Ứng suất ở mép trên bản bê tông do co ngót:

$$f_{bsh}^t = \frac{1}{n} \left(\frac{E_t \epsilon_{sh} A_t}{A_{td}} - \frac{E_t \epsilon_{sh} Q_t}{I_{td}} \right) = E_h \epsilon_{sh} \left(\frac{A_t}{A_{td}} - \frac{Q_t}{I_{td}} y_b^t \right)$$

- Ứng suất ở mép dưới bản bê tông do co ngót:

$$f_{bsh}^d = E_h \epsilon_{sh} \left(\frac{A_t}{A_{td}} \pm \frac{Q_t}{I_{td}} y_b^d \right)$$

- Ứng suất ở thớ trên dầm thép do co ngót:

$$f_{tsh}^d = -\varepsilon_{sh} E_t + \frac{E_t \varepsilon_{sh} A_t}{A_{td}} \pm \frac{E_t \varepsilon_{sh} Q_t}{I_{td}} y_t^d = E_t \varepsilon_{sh} \left(\frac{A_t}{A_{td}} \pm \frac{Q_t}{I_{td}} y_t^d - 1 \right)$$

- Ứng suất ở thớ dưới dầm thép do co ngót:

$$f_{tsh} = E_t \varepsilon_{sh} \left(\frac{A_t}{A_{td}} + \frac{Q_t}{I_{td}} y_t^d - 1 \right)$$

Trong đó:

E_t - mô đun đàn hồi của thép;

ε_{sh} - biến dạng tương đối do co ngót;

Q_t - mômen tĩnh của tiết diện dầm thép đối với trục trung hòa x_{td}' ;

A_t - diện tích mặt cắt dầm thép;

A_{td}' - diện tích tính đối của mặt cắt liên hợp dài hạn;

y_t^d, y_b^d - khoảng cách từ thớ trên và thớ dưới của dầm thép đến trục x_{td}' ;

y_t^t, y_b^t - khoảng cách từ thớ trên và thớ dưới của bản bê tông đến trục x_{td}' ;

M_{sh} - mômen do co ngót, đó là mômen dương, nếu dầm có mặt cắt không đối thì M_{sh} không thay đổi theo chiều dọc dầm;

Khi đã có M_{sh} dễ dàng tính được ứng suất ở mọi điểm trên mặt cắt dầm.

Chú ý là theo điều 10.1.1.1.4 thì các công thức tính ứng suất trong bản bê tông phải tính theo đặc trưng hình học của mặt cắt ngắn hạn nên $A_{td}', I_{td}', Q_t', y_b^t, \dots$ thay bằng $A_{td}, I_{td}, Q_t, y_b^t, \dots$

3.18.2. Tính nội lực do co ngót trong dầm liên tục

Tương tự như chênh lệch nhiệt độ trong cầu liên hợp liên tục co ngót còn sinh ra hiệu ứng thứ cấp trong dầm liên hợp liên tục, cách tính toán cũng tương tự như khi tính với thay đổi nhiệt độ, thay cho M_t bây giờ là M_{sh} tính theo công thức (3-170).

3.19. CẦU DẦM HỘP BẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP

3.19.1. Khái niệm chung

3.19.1.1. Bề rộng có hiệu của bản cánh

- Với mặt cắt hộp đơn hoặc nhiều hộp bề rộng có hiệu của bản cánh lấy như sau: