

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TẢI TRỌNG THỨ CẤP ĐẾN GIÁ TRỊ NỘI LỰC CỦA KẾT CẤU CẦU CONG BẰNG BÊ TÔNG CỐT THÉP

STUDY ON THE EFFECT OF THE SECONDARY LOAD TO THE INTRINSIC VALUE OF THE CURVED BRIDGE STRUCTURE WITH REINFORCED CONCRETE

Hoàng Phương Hoa

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; hphoa@dut.udn.vn

Tóm tắt - Kết cấu cầu cong hiện nay đang được sử dụng rộng rãi, đặc biệt trong các thành phố trên thế giới. Ở Việt Nam, với tốc độ phát triển nhanh chóng của các thành phố lớn, kết cấu cầu cong đang được ứng dụng nhiều trong các nút giao thông khác mức như ở: Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng... Bài báo giới thiệu nghiên cứu ảnh hưởng của co ngót và từ biến đến giá trị nội lực của kết cấu cầu cong bằng bê tông cốt thép. Kết quả nghiên cứu tính toán bằng phần mềm Midas/ Civil áp dụng cho liên cong cầu dẫn Thuận Phước, kết cấu vòng xuyên nút giao thông Ngã Ba Huế, thành phố Đà Nẵng sẽ giúp các nhà thiết kế và thi công công trình có thêm một tài liệu tham khảo khi thiết kế và thi công kết cấu công trình cong bằng bê tông cốt thép.

Từ khóa - co ngót; từ biến; tải trọng thứ cấp; kết cấu cầu cong; nút giao thông.

Abstract - Currently the arch bridge structure is widely used, especially in cities around the world. With the rapid growth of large cities in Vietnam, curved bridge structure is being applied to many intersections in Hanoi, Hochiminh city and Danang city... This paper presents the study of effects of shrinkage and creep up to the value of its internal structure by arch bridges with reinforced concrete. Research results calculated by Midas/ Civil software applied to Thuan Phuoc curved bridge, structural intersection bracelets Nga Ba Hue, Danang will help designers and construction companies have an additional reference to the design and construction of structure in reinforced concrete curved.

Key words - shrinkage; creep; secondary load; curved bridge structure; intersection.

1. Đặt vấn đề

Kết cấu cầu cong bằng bê tông cốt thép hiện nay đang được áp dụng một cách có hiệu quả trong các nút giao thông khác mức, đáp ứng khả năng thông xe, giảm thiểu tai nạn trong điều kiện chật hẹp của các thành phố không có đủ diện tích cần thiết để thiết kế tổ chức giao thông với các nút dạng đồng mức. Trên thế giới nhiều nước đã áp dụng kết cấu cầu cong cho các nút giao thông khác mức, đặc biệt tại các thành phố lớn.

Tại Việt Nam, đã có nhiều nút giao thông khác mức được áp dụng tại các thành phố như: Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh. Hình 1 giới thiệu nút giao thông khác mức Ngã Ba Huế, TP. Đà Nẵng đang được thi công để giải quyết nạn kẹt xe và tai nạn giao thông đã xảy ra trong nhiều năm tại địa điểm này. Tuy nhiên, đối với kết cấu cầu cong, ảnh hưởng của hiện tượng co ngót và từ biến trong bê tông đến giá trị nội lực của kết cấu tương đối lớn. Nội dung chủ yếu của bài báo này là giới thiệu một số tiêu chuẩn tính toán ảnh hưởng của co ngót và từ biến đến trị số ứng suất và biến dạng công trình, áp dụng tính toán cho một số công trình đã và đang thi công tại địa phương.



Hình 1. Phối cảnh nút giao thông khác mức Ngã Ba Huế TP. Đà Nẵng

2. Co ngót và từ biến trong bê tông

2.1. Co ngót của bê tông

Co ngót là hiện tượng giảm thể tích khi nhiệt độ không đổi do nước bốc hơi sau khi bê tông khô cứng. Sự thay đổi thể tích theo thời gian này phụ thuộc vào lượng nước của bê tông tươi, loại xi măng, cốt liệu được dùng và điều kiện môi trường tại thời điểm đúc, quá trình bảo dưỡng, lượng cốt thép và tỉ lệ thể tích/ diện tích bề mặt của bê tông. Co ngót có 2 loại: co ngót dẻo và co ngót khô, co ngót dẻo xuất hiện trước, co ngót khô xuất hiện sau khi bê tông hoàn toàn ninh kết và các phản ứng hóa học đã hoàn thành.

2.2. Từ biến của bê tông

Từ biến là hiện tượng tăng biến dạng theo thời gian khi tải trọng không đổi. Hiện tượng từ biến trong bê tông ảnh hưởng đến tương tác giữa các bộ phận kết cấu. Từ biến trong bê tông liên quan đến biến dạng theo thời gian trong các vùng của kết cấu chịu ứng suất nén thường xuyên [1, 2, 3 và 4]. Từ biến phụ thuộc độ lớn và độ lâu dài của ứng suất nén, cường độ chịu nén và tuổi của bê tông khi chịu tác dụng lực lâu dài [5, 6, 7, 8 và 9].

Khi kết cấu chịu tải trọng, ở thời điểm chất tải trọng kết cấu sẽ phát sinh biến dạng tức thời theo chiều của ứng suất $\varepsilon_0 = \sigma_0 / E_0$. Khi tải trọng tiếp tục được duy trì thì biến dạng sẽ tăng thêm và ε_0 được gọi là biến dạng từ biến.

Nếu gia tải đến một thời điểm $t = t_1$, dỡ tải ra khỏi kết cấu thì biến dạng đàn hồi sẽ phục hồi ngay và biến dạng từ biến có một phần phục hồi theo thời gian ε_r (biến dạng đàn hồi sau) và một phần biến dạng không có khả năng phục hồi ε_f . Như vậy biến dạng của từ biến $\varepsilon_c = \varepsilon_r + \varepsilon_f$.

Từ biến và co ngót quan hệ chặt chẽ với nhau, theo quy luật chung: bê tông chịu co ngót tốt thì chịu từ biến cũng tốt vì cả hai hiện tượng này đều liên quan đến hiện tượng thủy hóa vữa xi măng và các yếu tố ảnh hưởng khác.

Nói chung hiện tượng từ biến và co ngót ảnh hưởng đến biến dạng của kết cấu, sự phân bố nội lực, sự phân bố ứng suất trên tiết diện có thể quy nạp như sau:

- Khi chịu uốn, từ biến trong vùng chịu nén sẽ làm tăng độ võng của kết cấu, đối với trụ sẽ làm tăng độ lệch tâm, làm giảm năng lực chịu tải trong kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) ứng suất trước, từ biến và co ngót sẽ gây ra mất mát ứng suất trước.

- Đối với kết cấu siêu tĩnh thì từ biến sẽ làm cho nội lực phân bố lại, do đó sẽ gây ra nội lực thứ cấp.

3. Tính toán co ngót, từ biến theo tiêu chuẩn thiết kế

Trong bài báo này, tác giả xin giới thiệu phương pháp tính toán co ngót, từ biến của bê tông theo các tiêu chuẩn:

3.1. Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN272-05

3.1.1. Tính toán từ biến

Hệ số từ biến [1, 2 và 3] có thể xác định như sau:

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

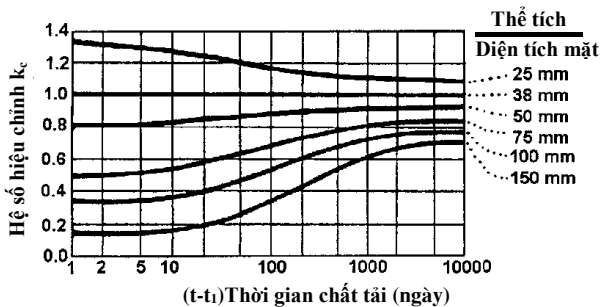
Trong đó: H là độ ẩm tương đối (%); k_c là hệ số ảnh hưởng của tỷ lệ khối lượng/ bề mặt của các thành phần (Hình 2) hoặc tính theo công thức:

$$k_c = \left[\frac{\frac{t}{26e^{0,0142\left(\frac{A}{P}\right)} + t}}{\frac{t}{45+t}} \right] * \left[\frac{1,8 + 1,77e^{-0,0213\left(\frac{A}{P}\right)}}{2,587} \right] \quad (2)$$

Với: k_f là hệ số ảnh hưởng cường độ bê tông:

$$k_f = \frac{62}{42 + f_c};$$

t là tuổi của bê tông; t_i là tuổi của bê tông khi chất tải; f_c là cường độ nén mẫu bê tông 28 ngày. Diện tích bề mặt được dùng để xác định tỷ lệ thể tích/ diện tích là diện tích phơi ra trong không khí.



Hình 2. Hệ số k_c phụ thuộc vào tỷ lệ thể tích trên bề mặt

3.1.2. Tính toán co ngót

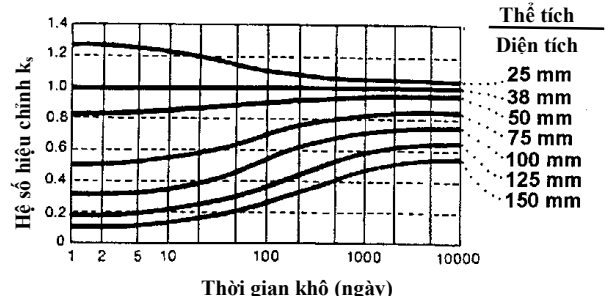
Với bê tông bảo dưỡng ẩm không có cốt liệu co ngót, biến dạng co ngót ε_{sh} được tính bằng:

$$\varepsilon_{sh} = -k_s \cdot k_h \left(\frac{t}{35-t}\right) \cdot 0,51 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Trong đó: t là thời gian khô; k_s là hệ số kích thước lấy theo Hình 3 hoặc theo công thức:

$$k_s = \left[\frac{\frac{t}{26e^{0,0142\left(\frac{A}{P}\right)}}}{\frac{t}{45+t}} \right] \left[\frac{1064 - 3,7\left(\frac{A}{P}\right)}{923} \right] \quad (4)$$

Và k_h là hệ số độ ẩm lấy theo Bảng 1.



Hình 3. Hệ số k_s về tỷ lệ thể tích trên bề mặt

Bảng 1. Hệ số k_h đối với độ ẩm tương đối

	Độ ẩm tương đối trung bình xung quanh (%)						
	40	50	60	70	80	90	100
k_h	1,43	1,29	1,14	1,00	0,86	0,43	0,00

Nếu bê tông bảo dưỡng ẩm bị phơi ra trước khi kết thúc 5 ngày bảo dưỡng. Co ngót sẽ được xác định bằng phương trình trên cần tăng 20%.

Với bê tông bảo dưỡng hơi nước không có cốt liệu co ngót ta có biểu thức:

$$\varepsilon_{sh} = -k_s \cdot k_h \left(\frac{t}{35,0-t}\right) 0,56 \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

3.2. Tiêu chuẩn thiết kế theo ACI 209 [4, 5, 6, 7, 8 và 10]

3.2.1. Tính toán từ biến

ACI 209 (1998) đưa ra mối quan hệ của hệ số từ biến $\varphi(t, \tau)$ thông qua biểu thức:

$$\varphi(t, \tau) = \frac{(t-\tau)^{0,6}}{10 + (t-\tau)^{0,6}} \cdot \varphi^*(\tau) \quad (6)$$

Trong đó: t là tuổi bê tông tại thời điểm xét được tính bằng ngày; τ là tuổi bê tông tại thời điểm đặt tải; $\varphi^*(\tau)$ là hệ số từ biến cuối cùng đối với bê tông đặt tải đầu tiên vào tuổi τ và được xác định bằng:

$$\varphi^*(\tau) = 2,35 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot \gamma_4 \cdot \gamma_5 \cdot \gamma_6 \quad (7)$$

Với $\gamma_1 \div \gamma_6$ là các hệ số dùng để điều chỉnh phụ thuộc các yếu tố sau:

γ_1 phụ thuộc vào tuổi bê tông tại thời điểm đặt tải đầu tiên τ . Bê tông bảo dưỡng ẩm $\gamma_1 = 1,25 \tau^{-0,118}$ khi $\tau > 7$ ngày. Bê tông bảo dưỡng nóng $\gamma_1 = 1,13 \tau^{-0,094}$ khi $\tau > 3$ ngày.

γ_2 phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của môi trường $\lambda(\%)$. $\gamma_2 = 1,27 - 0,0067\lambda$ khi $\lambda > 40\%$.

γ_3 phụ thuộc vào giá trị $h_0 = 4V/S$, (V : thể tích, S : diện tích bề mặt). Khi $h_0 \leq 150\text{mm}$, γ_3 nhận các giá trị cho ở Bảng 2:

Bảng 2. Giá trị γ_3 tính toán từ thể tích và diện tích bề mặt

$h_0(\text{mm})$	50	75	100	125	150
γ_3	1,30	1,17	1,11	1,04	1,00

Khi $150 < h_0 \leq 380\text{mm}$, γ_3 được tính theo công thức:

$$\gamma_3 = 1,14 - 0,00092h_0 \text{ khi } t - \tau \leq 365 \text{ ngày.}$$

$$\gamma_3 = 1,10 - 0,00067h_0 \text{ khi } t - \tau > 365 \text{ ngày.}$$

Khi $h_0 > 380\text{mm}$, $\gamma_3 = [1 + 1,13e^{-0,0213V/S}]$.

γ_4 phụ thuộc vào độ sụt của bê tông tươi $s(\text{mm})$,
 $\gamma_4 = 0,82 + 0,00264s$.

γ_5 phụ thuộc tỷ số giữa trọng cốt liệu nhỏ trên tổng trọng lượng cốt liệu $\psi(\%)$, $\gamma_5 = 0,88 + 0,0024\psi$.

γ_6 phụ thuộc vào trọng lượng không khí $a(\%)$,
 $\gamma_6 = 0,46 + 0,09a < 1,0$.

3.2.2. Tính toán co ngót

Biến dạng co ngót tại thời điểm t được tính như sau:

+ Đối với bê tông bảo dưỡng ẩm:

$$\varepsilon_{sh} = \frac{t}{35+t} \cdot \varepsilon_{sh}^* \quad (8)$$

+ Đối với bê tông bảo dưỡng hơi nước nóng:

$$\varepsilon_{sh} = \frac{t}{55+t} \cdot \varepsilon_{sh}^* \quad (9)$$

Trong đó: ε_{sh}^* là hệ số biến dạng co ngót cuối cùng được xác định bằng:

$$\varepsilon_{sh}^* = 780 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot \gamma_4 \cdot \gamma_5 \cdot \gamma_6 \cdot \gamma_7 \cdot \gamma_8 \quad (10)$$

Với $\gamma_2 \div \gamma_8$ là các hệ số phụ thuộc vào các đặc trưng tương tự như từ biến và được xác định như sau:

+ $\gamma_2 = 1,40 - 0,01\lambda$ khi $40\% \leq \lambda < 80\%$.

+ $\gamma_2 = 3,00 - 0,03\lambda$ khi $80\% \leq \lambda \leq 100\%$.

+ γ_3 phụ thuộc vào giá trị $h_0 = 4V/S$, (V : thể tích, S : diện tích bề mặt).

Khi $50 \leq h_0 \leq 150\text{mm}$, γ_3 nhận các giá trị ở Bảng 3:

Bảng 3. Tính toán γ_3 từ thể tích và diện tích bề mặt

$h_0(\text{mm})$	50	75	100	125	150
γ_3	1,35	1,25	1,17	1,08	1,00

Khi $150 < h_0 \leq 380\text{mm}$, γ_3 được tính theo công thức:

$$\gamma_3 = 1,23 - 0,0015h_0 \text{ khi } t - \tau \leq 365 \text{ ngày.}$$

$$\gamma_3 = 1,17 - 0,0011h_0 \text{ khi } t - \tau > 365 \text{ ngày.}$$

Khi $h_0 > 380\text{mm}$, $\gamma_3 = 1,20e^{-0,00472V/S}$.

+ γ_4 phụ thuộc vào độ sụt của bê tông tươi $s(\text{mm})$,
 $\gamma_4 = 0,89 + 0,00161s$.

+ γ_5 được tính như sau:

$$\gamma_5 = 0,30 + 0,014\psi \text{ khi } \psi \leq 50\%.$$

$$\gamma_5 = 0,90 + 0,002\psi \text{ khi } \psi > 50\%.$$

+ γ_6 phụ thuộc vào trọng lượng không khí $a(\%)$,
 $\gamma_6 = 0,095 + 0,008a$.

+ γ_7 phụ thuộc vào hàm lượng xi măng $c(\text{kg}/\text{m}^3)$,
 $\gamma_7 = 0,75 + 0,00061c$.

+ γ_8 phụ thuộc vào thời điểm bảo dưỡng ẩm ban đầu $T_c(\text{ngày})$ theo Bảng 4:

Bảng 4. Giá trị γ_8 theo thời gian bảo dưỡng bê tông

$T_c(\text{ngày})$	1	3	7	14	28	90
γ_8	1,20	1,10	1,00	0,93	0,86	0,75

Đối với bê tông bảo dưỡng bằng hơi nước nóng từ 1 đến 3 ngày thì $\gamma_8 = 1,00$.

3.3. Tiêu chuẩn thiết kế theo CEB-FIP-90 [9]

Tổng biến dạng tại thời điểm t , $\varepsilon_c(t)$ của các cấu kiện bê tông chịu lực không đúng tâm tại thời điểm t_0 với ứng suất không đổi $\sigma_c(t_0)$ có thể được mô tả như sau:

$$\varepsilon_c(t) = \varepsilon_{ci}(t_0) + \varepsilon_{cc}(t) + \varepsilon_{ct}(t) + \varepsilon_{cs}(t) \quad (11)$$

Trong đó: $\varepsilon_{ci}(t_0)$ là biến dạng ban đầu khi chất tải; $\varepsilon_{cc}(t)$ là biến dạng do từ biến tại thời điểm $t > t_0$; $\varepsilon_{cs}(t)$ là biến dạng do co ngót và $\varepsilon_{ct}(t)$ là biến dạng do nhiệt độ.

3.3.1. Từ biến của bê tông

Hệ số từ biến được xác định theo công thức:

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t - t_0) \quad (12)$$

Trong đó: φ_0 là hệ số từ biến quy ước được xác định theo công thức (13); β_c là hệ số độ phát triển của từ biến xem công thức (17); t là tuổi của bê tông (ngày) tại thời điểm đang xét và t_0 là tuổi của bê tông (ngày) khi chất tải được điều chỉnh theo công thức (19):

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta(f_{cm}) \beta(t_0) \quad (13)$$

Với:

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{RH_0}}{0,46 \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{3}}} \quad (14)$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{5,3}{\left(\frac{f_{cm}}{f_{cmo}} \right)^{0,5}} \quad (15)$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + \left(\frac{t_0}{t_1} \right)^{0,2}} \quad (16)$$

Trong đó: $h = 2A_c/u$; f_{cm} là cường độ chịu nén của bê tông 28 ngày tuổi (MPa); $f_{cmo} = 10$ MPa; RH độ ẩm của môi trường (%); $RH_0 = 100\%$; h kích thước cấu kiện (mm); A_c diện tích cắt ngang cấu kiện, u là chu vi của cấu kiện tiếp xúc với môi trường; $h_0 = 100$ mm và $t_1 = 1$ ngày.

Từ biến phát triển theo thời gian tính theo công thức:

$$\beta_c(t - t_0) = \left[\frac{(t - t_0)/t_1}{\beta_H + (t - t_0)/t_1} \right]^{0,3} \quad (17)$$

Với:

$$\beta_H = 150 \left\{ 1 + \left(1,2 \frac{RH}{RH_0} \right)^{18} \right\} \frac{h}{h_0} + 250 \leq 1500 \quad (18)$$

Trong đó: $t_1 = 1$ ngày; $RH_0 = 100\%$; $h_0 = 100\text{mm}$.

Ảnh hưởng của loại xi măng đến hệ số từ biến của bê tông có thể tính toán theo sự biến đổi của tuổi chất tải t_0 như sau:

$$t_0 = t_{0,T} \left[\frac{9}{2 + (t_{0,T} / t_{1,T})^{1,2}} + 1 \right]^\alpha \geq 0,5 \text{ ngày} \quad (19)$$

Trong đó: t_0, t là tuổi chất tải của bê tông có thể điều chỉnh theo công thức (20); $t_{1,T} = 1$ ngày; α là năng lượng phụ thuộc loại xi măng: $\alpha = -1$ cho xi măng đông cứng

chậm, $\alpha = 0$ đối với xi măng thường và đông cứng nhanh, $\alpha = 1$ cho xi măng cường độ cao và đông cứng nhanh.

$$t_T = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \exp \left[13,65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i) / T_0} \right] \quad (20)$$

Trong đó: t_T là nhiệt độ điều chỉnh tuổi của bê tông khi thay t vào công thức (19); Δt_i là số ngày ở nhiệt độ T ; $T(\Delta t_i)$ nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) trong giai đoạn Δt_i và $T_0 = 1^{\circ}\text{C}$.

3.3.2. Co ngót của bê tông

Tổng biến dạng co ngót bê tông tính theo công thức:

$$\varepsilon_{cs}(t, t_s) = \varepsilon_{cso} \beta_s(t - t_s) \quad (21)$$

Trong đó: ε_{cso} là hệ số độ co ngót của bê tông lấy theo công thức (22); β_s là hệ số mô tả sự phát triển co ngót theo thời gian tính theo công thức (25); t tuổi của bê tông (ngày) và t_s tuổi bê tông tại thời điểm bắt đầu co ngót (ngày).

Hệ số độ co ngót của bê tông tính theo công thức:

$$\varepsilon_{cso} = \varepsilon_s(f_{cm}) \beta_{RH} \quad (22)$$

Với:

$$\varepsilon_s(f_{cm}) = [160 + 10\beta_{sc}(9 - f_{cm} / f_{cmo})] \times 10^{-6} \quad (23)$$

Trong đó: f_{cm} cường độ chịu nén của bê tông vào 28 ngày tuổi (MPa); $f_{cmo} = 10$ MPa; β_{sc} hệ số phụ thuộc loại xi măng: $\beta_{sc} = 4$ cho xi măng đông cứng chậm, $\beta_{sc} = 5$ cho xi măng thường và đông cứng nhanh, $\beta_{sc} = 8$ cho xi măng cường độ cao và đông cứng nhanh; $\beta_{RH} = -1,55\beta_{sRH}$ trong khoảng $40\% \leq RH < 99\%$, $\beta_{RH} = +0,25$ khi $RH \geq 99\%$.

Ở đây:

$$\beta_{sRH} = 1 - (RH / RH_0)^3 \quad (24)$$

Với: RH độ ẩm của môi trường (%); $RH_0 = 100\%$.

Sự phát triển của co ngót theo thời gian được tính theo công thức:

$$\beta_s(t - t_s) = \left[\frac{(t - t_s) / t_1}{350(h / h_0)^2 + (t - t_s) / t_1} \right]^{0.5} \quad (25)$$

Trong đó: h đã được xác định ở trên; $t_1 = 1$ ngày và $h_0 = 100$ mm.

4. Kết quả tính toán

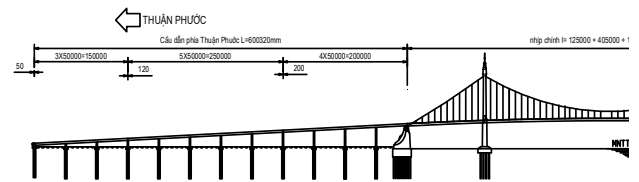
4.1. Tính toán ảnh hưởng co ngót, từ biến liên cong cầu dẫn cầu Thuận Phước TP. Đà Nẵng [11, 12]

4.1.1. Giới thiệu liên cong cầu Thuận Phước

Cầu Thuận Phước thành phố Đà Nẵng (Hình 4) được thiết kế theo sơ đồ nhịp: $(12 \times 50) + (125 + 405 + 125) + (12 \times 50)$ m. Tải trọng thiết kế: Đoàn xe tải trọng H10; Bộ hành 300KG/m². Mặt cắt ngang cầu $B = 18$ m gồm 2 hộp riêng biệt. Phần nhịp chính là kết cấu cầu treo dây văng. Phần nhịp dẫn là kết cấu dầm hộp bê tông cốt thép (BTCT) dự ứng lực (DUL) có chiều cao không thay đổi $h = 2,435$ m. Các nhịp dẫn được chia thành các liên như sau:

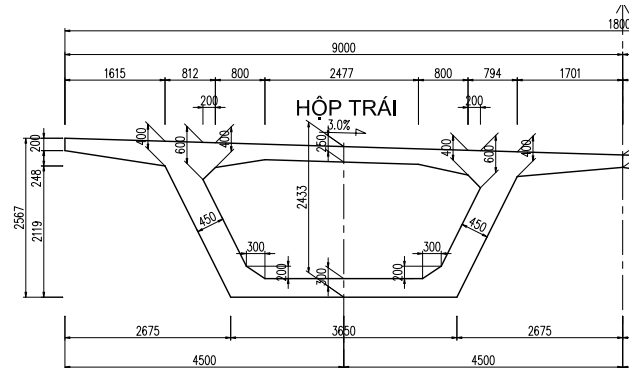
Bờ phía Thuận Phước chia thành 3 liên: $3 \times 50 + 5 \times 50 + 4 \times 50$ m. Trong đó đặc biệt có liên 02 (5×50) m nằm trên đường cong năm bán kính $R = 250$ m;

Bờ phía Sơn Trà cầu thẳng chia thành 03 liên: $4 \times 50 + 4 \times 50 + 4 \times 50$ m.



Hình 4. 1/2 chính diện cầu Thuận Phước Đà Nẵng

Mặt cắt ngang cầu dạng hộp. Hộp trái của cầu dẫn (có bán kính cong lớn hơn) giới thiệu trong Hình 5.

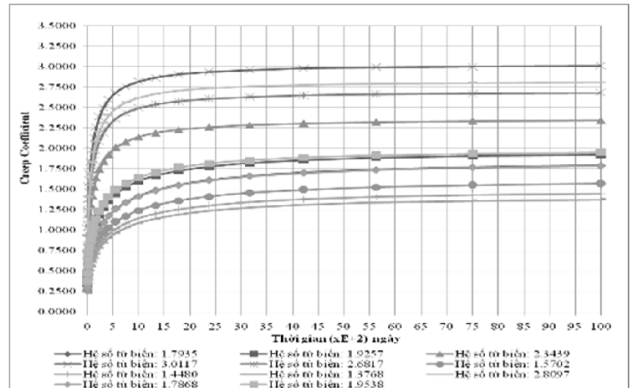


Hình 5. Mặt cắt ngang hộp trái nhịp dẫn cầu Thuận Phước

4.1.2. Đồ thị các hàm đặc trưng từ biến và co ngót

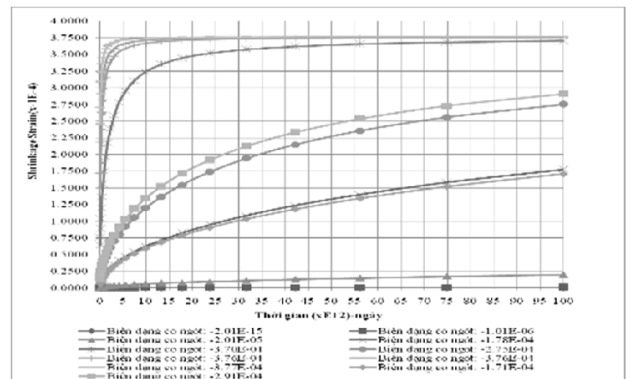
Thay đổi đặc trưng hình học của tiết diện $h = 2A_c/u$ trong phần mềm Midas/Civil 7.01 theo tiêu chuẩn CEB-FIP-90 để khảo sát ảnh hưởng của sự thay đổi hệ số từ biến và biến dạng co ngót.

Hình 6 giới thiệu đồ thị hàm đặc trưng hệ số từ biến.



Hình 6. Đồ thị hàm đặc trưng hệ số từ biến

Đồ thị hàm đặc trưng hệ số co ngót được giới thiệu trong Hình 7.

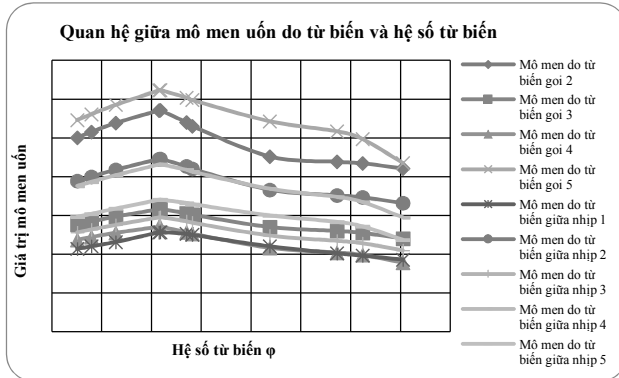


Hình 7. Đồ thị hàm đặc trưng hệ số co ngót

4.1.3. Kết quả tính toán mối quan hệ giữa các đại lượng

Quan hệ giữa mô men uốn và hệ số từ biến

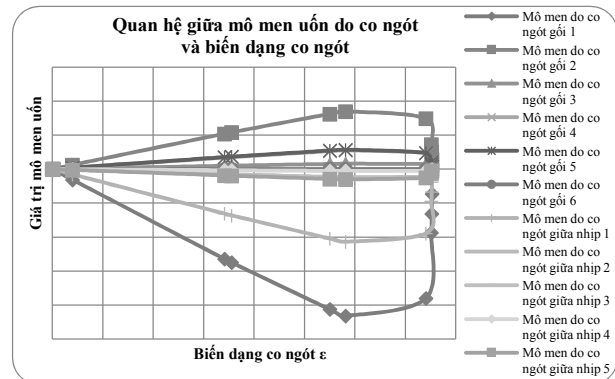
Khi thay đổi hệ số từ biến, ứng với mỗi hệ số từ biến sẽ cho kết quả mô men uốn do từ biến khác nhau tại một số tiết diện trên kết cấu, xem Hình 8.



Hình 8. Quan hệ mô men uốn do từ biến và hệ số từ biến

Quan hệ giữa mô men uốn và biến dạng co ngót

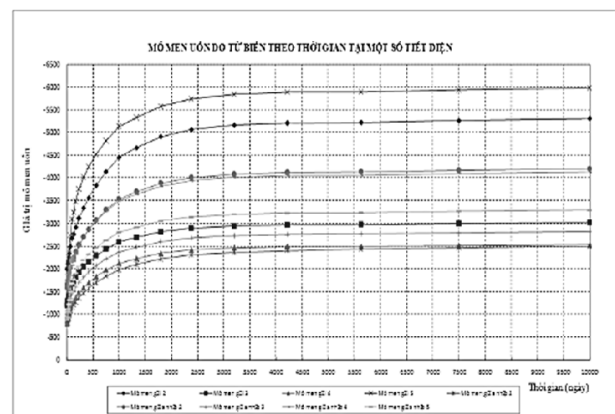
Khi thay đổi biến dạng co ngót, ứng với mỗi biến dạng co ngót sẽ cho kết quả mô men uốn do co ngót khác nhau tại một số tiết diện trên kết cấu (Hình 9).



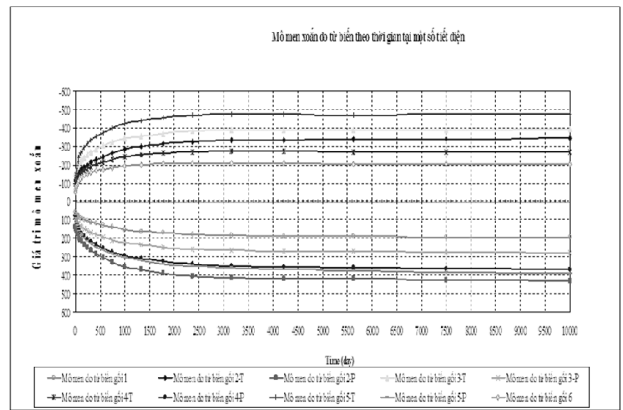
Hình 9. Quan hệ mô men uốn do co ngót và hệ số co ngót

4.1.4. Khảo sát sự thay đổi giá trị mô men do từ biến

Nội lực do ảnh hưởng của co ngót nhỏ hơn nội lực do từ biến. Ở đây chỉ xét ảnh hưởng của từ biến đến nội lực thứ cấp. Thời gian khảo sát sự thay đổi giá trị mô men thứ cấp do từ biến kể từ khi thi công xong phân đoạn 5. Các Hình 10 và 11 giới thiệu sự thay đổi giá trị mô men do ảnh hưởng của từ biến:



Hình 10. Mô men uốn do từ biến theo thời gian

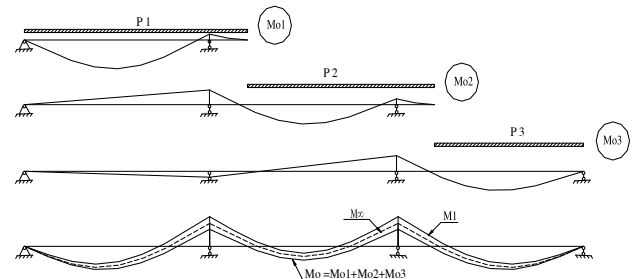


Hình 11. Mô men xoắn do từ biến theo thời gian

4.2. Sự phân bố lại mô men do ảnh hưởng của từ biến kết cấu cầu cong liên tục thi công phân đoạn trên đà giáo cố định

4.2.1. Cơ chế của sự phân bố lại nội lực

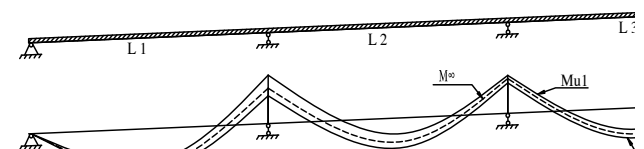
Từ biến có mức độ ảnh hưởng lớn đến sự phân bố lại nội lực do tính tải đặc biệt trong những trường hợp mà quá trình thi công kết cấu nhịp đầm hay khung liên tục bê tông cốt thép trải qua nhiều giai đoạn với nhiều lần thay đổi sơ đồ tĩnh học của kết cấu nhịp đang được hình thành dần dần. Hình 12 giới thiệu sự phân bố mô men cầu cong liên tục thi công đúc phân đoạn trên đà giáo cố định.



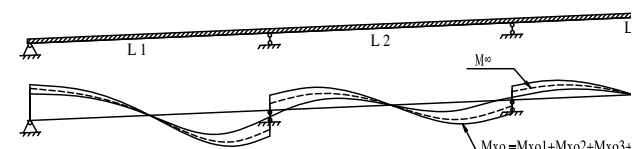
Hình 12. Phân bố mô men cầu cong liên tục thi công đúc phân đoạn trên đà giáo cố định

4.2.2. Kết quả tính toán sự phân bố lại mô men uốn và mô men xoắn do ảnh hưởng của từ biến cầu Thuận Phước

Trong các Hình 13 và 14 thể hiện kết quả tính toán sự phân bố lại mô men uốn và mô men xoắn của liên cong cầu Thuận Phước:



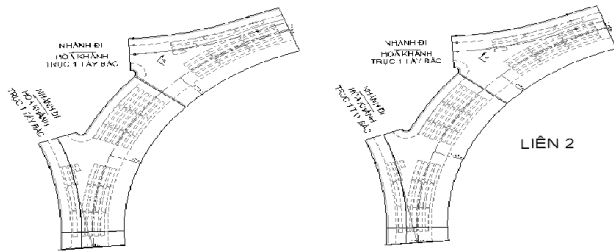
Hình 13. 1/2 nhịp phân bố lại mô men uốn liên cong cầu Thuận Phước, Đà Nẵng



Hình 14. 1/2 nhịp phân bố lại mô men xoắn liên cong cầu Thuận Phước, Đà Nẵng

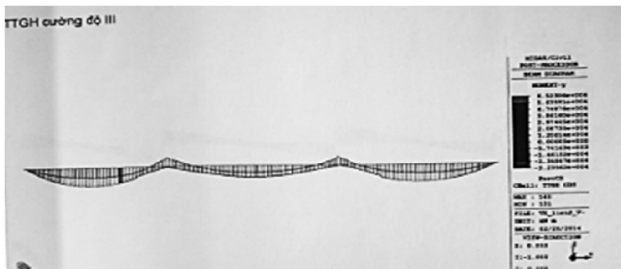
4.2.3. Kết quả tính toán sự phân bố lại nội lực do các tổ hợp tải trọng có xét ảnh hưởng của tải trọng thứ cấp

Bố trí chung một phân đoạn kết cấu vòng xuyên nhịp cầu nút giao thông Ngã Ba Huế được thể hiện trong Hình 15. Vòng xuyên được cấu tạo bởi nhiều phân đoạn dầm liên tục 3 nhịp nối với nhau thông qua các khe biến dạng, xem phối cảnh nút trong Hình 1.



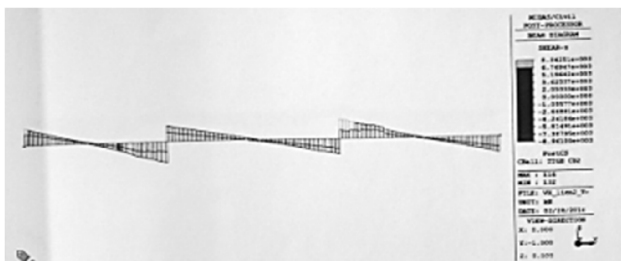
Hình 15. Bố trí chung một phân đoạn kết cấu nhịp liên tục vòng xuyên nút Ngã Ba Huế

Hình 16 giới thiệu kết quả phân bố mô men do tải trọng có xét đến ảnh hưởng của co ngót và từ biến gây ra đối với kết cấu vòng xuyên nút giao thông Ngã Ba Huế (đang thi công) TP. Đà Nẵng.



Hình 16. Giá trị mô men dầm kết cấu vòng xuyên tính theo TTGH cường độ 3

Lực cắt của dầm khi xét ảnh hưởng của tải trọng thứ cấp được thể hiện trong Hình 17.



Hình 17. Giá trị lực cắt dầm kết cấu vòng xuyên có xét đến ảnh hưởng của tải trọng thứ cấp

5. Kết luận

Trong phạm vi nghiên cứu ảnh hưởng của co ngót và từ biến khi tính toán kết cấu cầu cong, tác giả rút ra một số kết luận như sau:

Khi thay đổi giá trị đặc trưng hình học h ta thấy hệ số co ngót và biến dạng từ biến tăng, các hệ số từ biến thay đổi và quy luật tăng tương đối đều từ $\varphi = (1,3768 \div 3,0117)$; biến dạng co ngót thay đổi từ $\varepsilon = (-2,01.10^{-15} \div -3,77.10^{-4})$

nhưng tăng không đều, gần như không thay đổi ở các giá trị cuối.

Nội lực do ảnh hưởng của từ biến tăng khi tăng hệ số từ biến, ứng với hệ số từ biến $\varphi = 1,7935$ thì nội lực đạt giá trị lớn nhất, sau đó giá trị nội lực giảm khi hệ số từ biến vẫn tăng.

Nội lực do ảnh hưởng của co ngót tăng khi biến dạng co ngót tăng dần, ứng với biến dạng co ngót $\varepsilon = -2,91.10^{-4}$ thì nội lực đạt giá trị lớn nhất, sau đó giá trị nội lực giảm khi hệ số từ biến vẫn tăng, ứng với biến dạng do co ngót $e = -2,01.10^{-15}$ thì kết cấu không xuất hiện nội lực do ảnh hưởng của co ngót.

Biểu đồ nội lực do ảnh hưởng của từ biến theo thời gian tại các tiết diện của kết cấu có hình dạng tương tự đường cong biểu diễn hệ số từ biến theo thời gian. Nghĩa là tại một thời điểm nào đó với một giá trị của hệ số từ biến trên đường cong, chương trình tính toán nội lực tương ứng với giá trị của hệ số từ biến theo thời gian đó.

Từ đó ta thấy kết quả tính toán trên phù hợp với quan điểm tính toán của lý thuyết di truyền: quy luật tăng trưởng từ biến giống nhau khi tuổi gia tải khác nhau.

Giá trị nội lực do ảnh hưởng của từ biến thay đổi tăng rất nhanh trong thời gian đầu (khoảng 1500 ngày ~ 4 năm) từ khi thi công xong phân đoạn cuối cùng.

Giá trị nội lực lớn nhất do ảnh hưởng của từ biến tại các tiết diện trên kết cấu tương ứng với giá trị của hệ số từ biến ở thời điểm 30 năm (khoảng 10000 ngày), sau thời gian này không còn ảnh hưởng của từ biến đến kết cấu nữa.

Nội lực do ảnh hưởng của từ biến lớn hơn nhiều so với nội lực do ảnh hưởng của co ngót.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn thiết kế cầu cống 22TCN 18-79, Bộ Giao thông Vận tải, 1979.
- [2] Quy trình thiết kế cầu theo trạng thái giới hạn 22TCN 272-01 AASHTO, 2001.
- [3] Quy trình thiết kế cầu theo trạng thái giới hạn 22TCN 272-05 AASHTO-LRFD, 2005.
- [4] American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO LRFD Bridge Design specifications, Customary U.S. Units, 2012.
- [5] ACI 209.1R-05 "Report on Factors Affecting Shrinkage and Creep of Hardened Concrete".
- [6] ACI 209.2R-08 "Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete", - List of Errata, Al-Manaseer (Attachment A), Wendner&Bazant (Attachment B).
- [7] ACI 209.3R-XX. "Analysis of Creep and Shrinkage Effects in Concrete Structures", Mario Chiorino.
- [8] ACI 209.4R-XX "Test Methods for Creep and Shrinkage", Hani Nassif.
- [9] CEB-FIP Model Code Comité EURO - International du Béton, Design Code, 1990.
- [10] ACI 209.2R-08, "Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete", Reported by ACI Committee 209.
- [11] Đoàn Như Hoạt, "Ảnh hưởng co ngót, từ biến của bê tông trong tính toán kết cấu liên cong cầu dẫn Thuận Phước Thành phố Đà Nẵng", Luận văn Cao học, Đại học Đà Nẵng, 2013.
- [12] Ngô Đăng Quang, "Mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu với Midas/Civil, Tập 1 và 2", Nhà xuất bản Xây dựng, 2012.