

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ NƯỚC/ XI MĂNG ĐẾN BIẾN DẠNG CO NGÓT CỦA BÊ TÔNG TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU GIA LAI

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF WATER/CEMENT RATIO ON SHRINKAGE OF CONCRETE UNDER GIA LAI'S WEATHER CONDITION

Nguyễn Bá Thạch¹, Trương Hoài Chính²

¹Sở Xây dựng Tỉnh Gia Lai; bathach72@gmail.com

²Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; thchinh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Đến thời điểm hiện tại chưa có công trình nghiên cứu biến dạng co ngót của bê tông trên công trình thực tế của khu vực Tây nguyên, cụ thể là Gia Lai. Biến dạng co ngót của bê tông chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau trong đó có tỷ lệ Nước/ Xi măng (tỷ lệ N/X), để hiểu rõ ảnh hưởng của yếu tố này, nhóm nghiên cứu đã dùng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để đo đạc trên mẫu thử và cung cấp bộ số liệu về co ngót tự do của bê tông. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm đo đạc biến dạng co ngót của bê tông trong điều kiện khí hậu Gia Lai. Các mẫu thí nghiệm co ngót được chế tạo theo 03 nhóm mẫu (Bê tông thường) có cấp độ bền B25, với các tỷ lệ Nước/ Xi măng (N/X) lần lượt là: 0,40; 0,45; 0,50. Các kết quả thí nghiệm thu được cho phép xác định sự phát triển của biến dạng co ngót theo thời gian và ảnh hưởng của tỷ lệ Nước/ Xi măng (N/X) đến độ lớn của thành phần biến dạng dài hạn này của bê tông.

Từ khóa - bê tông; mác bê tông; biến dạng co ngót; tỷ lệ N/X; Khí hậu Gia Lai.

1. Đặt vấn đề

Biến dạng co ngót của bê tông là quá trình thay đổi thể tích của bê tông dưới tác động của khí hậu môi trường. Biến dạng co ngót liên quan trực tiếp đến quá trình mất nước của bê tông và bao gồm biến dạng co mềm và biến dạng co cứng. Biến dạng co mềm xảy ra khi bê tông chưa có cường độ, hoặc cường độ còn rất nhỏ và thường diễn ra trong khoảng 8-10 giờ đầu đông rắn của bê tông [1, 7]. Biến dạng co cứng xảy ra tiếp nối với biến dạng co mềm, khi bê tông đã có cường độ và diễn ra trong một quá trình lâu dài. Trong giai đoạn này, biến dạng co ngót là tổng của biến dạng co ngót tự sinh (Autogenous shrinkage) và biến dạng co ngót khô (Drying shrinkage). Biến dạng co ngót của bê tông được xem là nguyên nhân cơ bản gây ra vết nứt trên kết cấu bê tông (Bê tông cốt thép). Biến dạng co ngót của bê tông trên công trình diễn ra trong một quá trình lâu dài và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau. Theo một số tác giả [1, 7, 8] những yếu tố chính ảnh hưởng đến biến dạng co ngót gồm tỷ lệ Nước/ Xi măng, chủng loại xi măng, thành phần cốt liệu chế tạo bê tông, kích thước kết cấu nhất là tỷ lệ diện tích/thể tích của kết cấu, điều kiện khí hậu môi trường nơi công trình xây dựng...

Hiện nay, ở khu vực Gia Lai, tình trạng nứt do biến dạng co ngót xảy ra khá phổ biến trên các công trình xây dựng, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sự làm việc của kết cấu công trình. Do vậy, nghiên cứu về biến dạng co ngót của bê tông do ảnh hưởng của yếu tố tỷ lệ N/X để có cơ sở hạn chế thành phần biến dạng này, qua đó hạn chế tình trạng nứt kết cấu bê tông trên công trình trong điều kiện khí hậu nóng ẩm trên địa bàn Tỉnh Gia Lai là một vấn đề thực tiễn cần thiết được đặt ra hiện nay.

Abstract - At present, there is no study on shrinkage of concrete on the actual building of the Central Highlands, namely Gia Lai province. The shrinkage of concrete is influenced by various factors including water / cement ratio (N / X ratio), to understand the effect of this factor, the team used the method experimental measurements on the specimen and provide data on the free shrinkage of concrete. The paper presents the results of empirical study on the measurement of shrinkage of concrete under Gia Lai climate condition. The shrinkage test specimens are prepared in three groups (Normal concrete) with B25 class, with water / cement ratio (W/C) of 0.40; 0.45; 0.50, respectively. The results from the experiments allow us to determine the development of shrinkage according to time and the effect of water / cement ratio (W/C) on the long-term strain of concrete.

Key words - concrete; Concrete grade; shrinkage; W/C Ratio; Gia Lai Climate.

2. Mô tả thực nghiệm đo co ngót bê tông

Nghiên cứu thực nghiệm biến dạng co ngót tự do của bê tông được thực hiện trên 03 nhóm mẫu ứng với 03 tỷ lệ Nước/ Xi măng (N/X) được ký hiệu trong Bảng 1.

Bảng 1. Ký hiệu các loại tổ mẫu tương ứng với tỷ lệ N/X

Các loại tổ mẫu	Ký hiệu tổ mẫu	Tỷ lệ Nước/ Xi măng
Bê tông thường	M1	0,40
Bê tông thường	M2	0,45
Bê tông thường	M3	0,50

Cấp phối vật liệu chế tạo các nhóm mẫu này được trình bày trong Bảng 2. Xi măng sử dụng xi măng Nghi Sơn PCB40. Cát vàng (Sông Đăk Bla – Tp. Kon Tum) và đá dăm 1x2 (Mỏ đá Công ty cổ phần Thăng Long – Tp. Pleiku – Tỉnh Gia Lai). Các vật liệu chế tạo bê tông đều được thí nghiệm kiểm tra chất lượng trước khi tiến hành đổ bê tông tuân theo chỉ dẫn trong tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật” [3].

Bảng 2. Thành phần cấp phối vật liệu cho 1m³ bê tông

Tổ mẫu	Xi măng PCB40	Cát vàng	Đá dăm 1x2	Nước	Tỷ lệ N/X	Cường độ chịu nén ở R ₂₈ ngày tuổi
	(kg)	(kg)	(kg)	(lít)		(MPa)
M1	415	726	1160	166	0,40	32,0
M2	415	690	1140	187	0,45	29,5
M3	415	675	1100	208	0,50	26,5

Mẫu thí nghiệm đo biến dạng co ngót tự do của bê tông dạng hình lăng trụ có kích thước 100x100x400mm được chế tạo theo chỉ dẫn trong tiêu chuẩn TCVN 3117:1993 “Bê tông

nặng – Phương pháp xác định độ co” [4]. Mỗi nhóm mẫu, chế tạo 03 mẫu thí nghiệm. Sau 01 ngày tuổi, các mẫu bê tông được tháo ván khuôn và đưa vào bảo dưỡng trong tủ khí hậu. Tủ khí hậu được khống chế nhiệt độ 25°C và độ ẩm tương đối 75%, phù hợp với khí hậu đặc trưng của khu vực Gia Lai. Bên cạnh các mẫu thí nghiệm co ngót, các mẫu thí nghiệm lập phương 150x150x150mm xác định cường độ bê tông cũng được chế tạo cho từng nhóm mẫu và thí nghiệm nén xác định cường độ R_{28} ngày tuổi (Xem Bảng 2).

Biến dạng co ngót được đo bằng dụng cụ đo Comparator có hệ số khuếch đại $K=1000$, chiều dài chuẩn đo $L_0=300$ mm.

Biến dạng tự do của mẫu được đo bằng dụng cụ đo Comparator do hãng MATEST (Italia) chế tạo. Để tạo chuẩn đo biến dạng, các chốt bằng thép không gỉ được đặt cố định vào khuôn tạo mẫu bê tông trước khi tiến hành đổ sao cho khoảng cách giữa các chốt bằng 300mm (Là chiều dài chuẩn đo). Các chốt này được đặt ở hai mặt đối diện của mẫu thí nghiệm, cho phép đo được 02 kết quả đo ứng với mỗi mẫu thí nghiệm.

Giá trị biến dạng co ngót tự do của bê tông được xác định theo công thức sau:

$$\varepsilon_i = \frac{C_i - C_0}{K.L_0} \quad (1)$$

Trong đó:

- ε_i là biến dạng co ngót tự do của bê tông ở i ngày tuổi;
- C_0 là số đọc ban đầu trên Comparator ở ngày đo đầu tiên (1 ngày kể từ khi đổ bê tông);
- C_i là số đọc trên Comparator ở ngày thứ i ;
- K là hệ số khuếch đại của dụng cụ đo, $K=1000$;
- L_0 là chiều dài chuẩn đo, $L_0=300$ mm.

Đối với mỗi mẫu thí nghiệm, tiến hành đo biến dạng co ngót ở hai mặt đối diện của mẫu. Giá trị biến dạng co ngót của mẫu sẽ được lấy trung bình cộng của 02 kết quả đo này.

Đồng thời với quá trình co ngót của bê tông là quá trình mất nước trong bê tông (do phản ứng thủy hóa của xi măng và do nước bay hơi ra môi trường bên ngoài). Theo một số nghiên cứu [7,9] độ giảm khối lượng tỷ lệ với độ lớn của biến dạng co ngót. Độ giảm khối lượng của mẫu được xác định thông qua việc cân xác định khối lượng của mẫu thí nghiệm ở các thời gian khác nhau và được xác định theo công thức sau:

$$\Delta m_i = \frac{m_i - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó:

- Δm_i là độ giảm khối lượng của mẫu bê tông ở i ngày tuổi (%);
- m_0 và m_i lần lượt là khối lượng ban đầu của mẫu bê tông và khối lượng ở i ngày tuổi.

Quy trình thí nghiệm đo đặc biến dạng biến dạng co ngót được thực hiện theo chỉ dẫn trong [4].

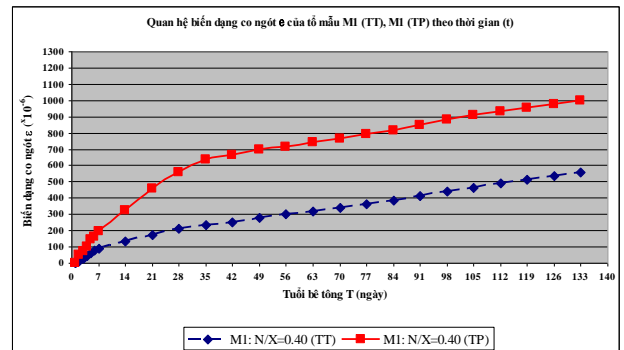
3. Phân tích kết quả thực nghiệm

3.1. Ảnh hưởng tỷ lệ $N/X=0,40; 0,45; 0,50$ của mẫu bê tông thường đến biến dạng co ngót với các điều kiện

trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng thí nghiệm (TP)

3.1.1. Kết quả biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng thí nghiệm (TP) với tỷ lệ $N/X=0,40$

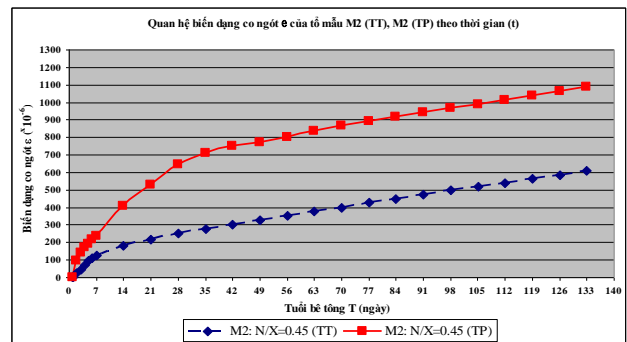
Trên cơ sở các số liệu đo đạc trong các điều kiện thí nghiệm xây dựng được biểu đồ quan hệ giữa biến dạng co ngót theo thời gian với tỷ lệ $N/X=0,40$. Biểu diễn trên Hình 1.



Hình 1. Biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) tỷ lệ $N/X=0,40$

3.1.2. Kết quả biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) tỷ lệ $N/X=0,45$

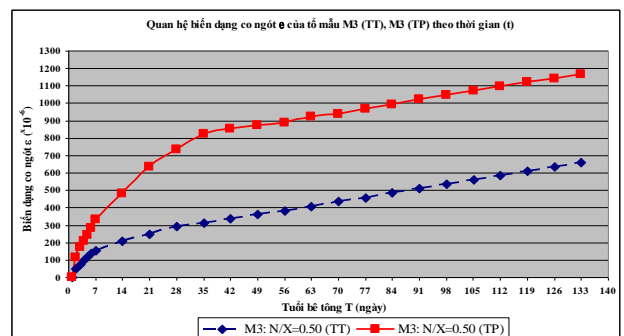
Tương tự với tỷ lệ $N/X=0,45$, biểu diễn trên Hình 2



Hình 2. Biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) tỷ lệ $N/X=0,45$

3.1.3. Kết quả biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) tỷ lệ $N/X=0,50$

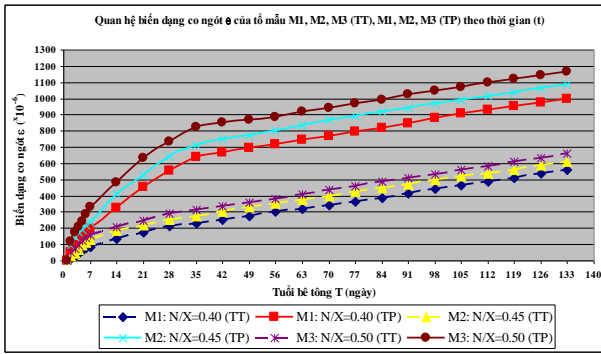
Tương tự với tỷ lệ $N/X=0,50$, biểu diễn trên Hình 3



Hình 3. Biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) tỷ lệ $N/X=0,50$

3.2. So sánh kết quả biến dạng co ngót giữa các mẫu bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) với tỷ lệ $N/X=0,40; 0,45; 0,50$.

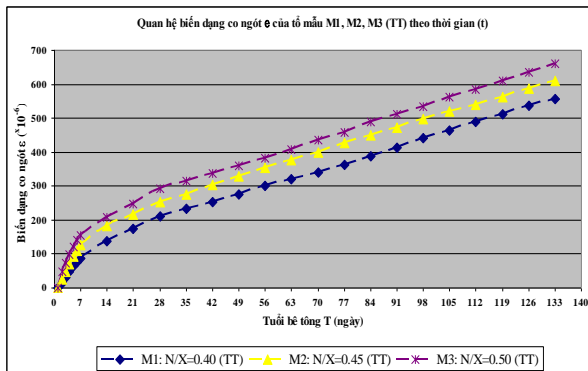
Biểu diễn trên Hình 4



Hình 4. So sánh kết quả biến dạng co ngót giữa các mẫu bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) và trong phòng (TP) với tỷ lệ N/X=0,40; 0,45; 0,50

3.3. Tương quan giữa tỉ lệ mất nước với biến dạng co ngót của bê tông thường trong tủ chuẩn (TT)

Kết quả đo đặc biến dạng co ngót mẫu bê tông thường theo thời gian với các tỷ lệ N/X thể hiện trong Bảng 3.



Hình 5. Biến dạng co ngót của các mẫu bê tông trong (TT)

Bảng 3. Kết quả biến dạng co ngót giữa các mẫu bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) với tỷ lệ N/X=0,40; 0,45; 0,50

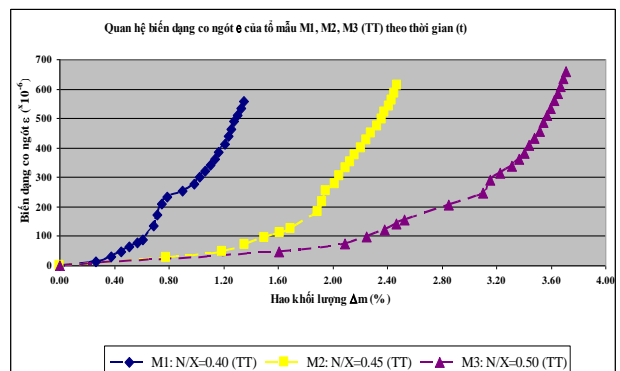
Ngày tuổi	Tỷ lệ Nước/ Xi măng		
	0,40	0,45	0,50
Các tổ mẫu			
	M1	M2	M3
Biến dạng $\epsilon \times 10^{-6}$ ($\mu\text{m}/\text{m}$)			
1	0	0	0
2	13	27	48
3	30	47	74
4	47	70	98
5	63	93	121
6	77	110	141
7	87	127	154
14	137	183	208
21	173	217	248
28	211	253	291
35	232	277	314
42	253	303	338
49	277	330	361
56	300	353	381
63	320	377	408
70	340	400	434
77	363	427	458
84	387	450	488

91	413	473	511
98	440	497	534
105	463	520	561
112	490	540	586
119	512	562	610
126	536	587	636
133	558	611	660

Kết quả đo đặc hao khối lượng mẫu bê tông thường theo thời gian với các tỷ lệ N/X thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả hao khối lượng của các mẫu bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) với tỷ lệ N/X=0,40; 0,45; 0,50

Ngày tuổi	Tỷ lệ Nước/ Xi măng		
	0,40	0,45	0,50
Các tổ mẫu			
	M1	M2	M3
Hao khối lượng Δm (%)			
1	0	0	0
2	0,27	0,78	1,61
3	0,38	1,19	2,09
4	0,45	1,35	2,25
5	0,51	1,50	2,38
6	0,57	1,61	2,47
7	0,61	1,69	2,52
14	0,69	1,89	2,85
21	0,72	1,93	3,10
28	0,75	1,95	3,15
35	0,79	2,01	3,22
42	0,90	2,05	3,31
49	0,99	2,09	3,37
56	1,03	2,13	3,41
63	1,07	2,16	3,44
70	1,11	2,21	3,48
77	1,14	2,25	3,52
84	1,17	2,28	3,55
91	1,21	2,33	3,57
98	1,24	2,36	3,60
105	1,26	2,38	3,62
112	1,28	2,41	3,65
119	1,30	2,43	3,67
126	1,33	2,45	3,69
133	1,35	2,47	3,71



Hình 6. Hao co ngót của các mẫu bê tông thường trong tủ chuẩn (TT) với tỷ lệ N/X=0,40; 0,45; 0,50

Các số liệu thực nghiệm về biến dạng co ngót của bê tông thường với sự thay đổi tỷ lệ N/X, với các điều kiện thí nghiệm (trong tủ chuẩn và trong phòng thí nghiệm) được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp kết quả biến dạng co ngót của các mẫu bê tông thường trong phòng (TP) và trong tủ chuẩn (TT) với các tỷ lệ N/X=0,40; 0,45; 0,50 (thời điểm 133 ngày tuổi)

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đo đạc biến dạng co ngót của bê tông									
Ngày tuổi	Tỷ lệ Nước/ Xi măng			Tỷ lệ Nước/ Xi măng			Tỷ lệ Nước/ Xi măng		
	0,40			0,45			0,50		
	Các tổ mẫu			Các tổ mẫu			Các tổ mẫu		
	M1 (TT)	M1 (TP)	Chênh lệch	M2 (TT)	M2 (TP)	Chênh lệch	M3 (TT)	M3 (TP)	Chênh lệch
	$\epsilon \times 10^{-6} (\mu\text{m}/\text{m})$		(%)	$\epsilon \times 10^{-6} (\mu\text{m}/\text{m})$		(%)	$\epsilon \times 10^{-6} (\mu\text{m}/\text{m})$		(%)
133	558	997	78,67	611	1089	78,23	660	1168	76,97

4. Kết luận

- Biến dạng co ngót trong bê tông phụ thuộc rất lớn vào điều kiện môi trường. Cụ thể chênh lệch giữa biến dạng co ngót trong tủ chuẩn nhỏ hơn biến dạng co ngót trong phòng.

- Biến dạng co ngót trong bê tông tăng lên khi tỷ lệ Nước/ Xi măng (N/X) tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ACI 209R-92, Prediction of Creep, Shrinkage, and temperature Effects in Concrete Structures, Reported by ACI Committee 209, 1992.
- [2] TCVN 5574:2012, "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế".
- [3] TCVN 7570:2006 "Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật".
- [4] TCVN 3117:1993 "Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ co".
- [5] TCVN 3105:1993 "Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu".
- [6] TCVN 3118-1993 "Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu nén".
- [7] Neville A. M., Properties of Concrete- Fourth Edition, Prentice Hall, 1995.
- [8] Nguyễn Tiến Địch, Công tác bê tông trong điều kiện khí hậu Việt Nam, Nhà Xuất bản Xây dựng, 2010.
- [9] Nguyễn Ngọc Bình, Nguyễn Trung Hiếu, Phân tích - Đánh giá một số mô hình toán học dự báo biến dạng co ngót của bê tông trong các tiêu chuẩn hiện hành, Tạp chí Kết cấu và Công nghệ Xây dựng – Số 10, 2012.

(BBT nhận bài: 09/10/2018, hoàn tất thủ tục phản biện: 15/11/2018)