



EFFECT OF MIXING RATIO ON SHRINKAGE OF CONCRETE USING FINE SAND MIXED WITH CRUSHED SAND IN BRIDGE CONSTRUCTION

Nguyen Duc Dung*, Nguyen Duy Tien, Thai Khac Chien

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 21/01/2022

Revised: 17/03/2022

Accepted: 25/03/2022

Published online: 15/04/2022

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.3.5>

* *Corresponding author*

Email: nguyenducdung@utc.edu.vn; Tel: +84983418480

Abstract. To overcome the shortage of large-grained natural sand in traffic projects in the Mekong Delta region, mixed sand made by mixing fine sand with crushed sand is being used as an alternative. Crushed sand and fine sand have properties that are different from natural sands such as grain shape, rough surface texture and high friction, which affect the physical properties of the mixed sand, in particular, increase pore structure, increased surface area, and increased water absorption, these factors directly affect the shrinkage of concrete. In this paper, the author presents the shrinkage deformation of concrete using mixed sand. The ratio of crushed sand/fine sand is selected respectively as 50/50; 60/40; 70/30. The three methods of curing concrete are, as standard, sealed and curing free, respectively. Experimental results show that concrete using mixed sand has a higher shrinkage value than concrete using natural sand, and the ratio of crushed sand/fine sand increases, the shrinkage increases.

Keywords: Shrinkage, fine sand, crushed sand.



ẢNH HƯỞNG CỦA TỈ LỆ PHỐI TRỘN ĐẾN CO NGÓT CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG CÁT MỊN PHỐI TRỘN CÁT NGHIỀN TRONG XÂY DỰNG CẦU

Nguyễn Đức Dũng*, Nguyễn Duy Tiến, Thái Khắc Chiến

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 21/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 17/03/2022

Ngày chấp nhận đăng: 25/03/2022

Ngày xuất bản Online: 15/04/2022

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.3.5>

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenducdung@utc.edu.vn; Tel: +84983418480

Tóm tắt. Để khắc phục tình trạng thiếu cát tự nhiên hạt lớn trong các dự án giao thông ở khu vực bằng sông Cửu Long, cát hỗn hợp được chế tạo bằng cách phối trộn cát mịn với cát nghiền đang được sử dụng như một giải pháp thay thế. Cát nghiền và cát mịn có đặc tính khác với cát tự nhiên ví dụ hình dạng hạt, kết cấu bề mặt góc cạnh thô nhám và tính ma sát cao làm ảnh hưởng đến các tính chất vật lý của cát hỗn hợp cụ thể là làm tăng cấu trúc lỗ rỗng, tăng diện tích bề mặt, và tăng độ hấp thụ nước, các yếu tố này ảnh hưởng trực tiếp đến biến dạng co ngót của bê tông. Trong bài báo này tác giả trình bày các kết quả nghiên cứu biến dạng co ngót của bê tông có sử dụng cát hỗn hợp. Tỷ lệ cát nghiền/cát mịn được lựa chọn lần lượt là 50/50; 60/40; 70/30. Ba chế độ bảo dưỡng lần lượt là, theo tiêu chuẩn, bọc kín và không bảo dưỡng. Kết quả thí nghiệm cho thấy bê tông sử dụng cát hỗn hợp có giá trị co ngót khác cao hơn so với bê tông sử dụng cát tự nhiên và tỷ lệ cát nghiền/cát mịn tăng thì co ngót của bê tông tăng.

Từ khóa: Co ngót, cát mịn, cát nghiền.

© 2022 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhiều nơi trên thế giới việc thay thế cát vàng bằng cát nghiền (CN) là một vấn đề bắt buộc do sự khan hiếm V.Umamaheshwaran [1], cát nghiền (hay còn gọi là cát xay, cát nhân tạo, cát sản xuất) với đặc tính kỹ thuật tốt như đồng nhất về hình dáng kích thước, không bị lẫn các tạp chất, độ nhám bề mặt cao giúp tăng độ kết dính của bê tông, ngoài ra, có thể xây dựng các nhà máy sản xuất cát nhân tạo ở khắp nơi, giảm giá thành vận chuyển . . . nên nó

được ưu tiên lựa chọn để dần thay thế cát sông. Khu vực đồng bằng sông Cửu Long khan hiếm cát vàng nhưng lại có nguồn cát mịn (CM) dồi dào, các dự án giao thông đã sử dụng cát hỗn hợp bằng cách phối trộn cát mịn với cát nghiền như là một giải pháp để thay thế cát vàng. Các nghiên cứu tính chất vật liệu cát mịn, cát nghiền ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long và thành phần bê tông có sử dụng cát mịn trộn cát nghiền đã được tác giả trình bày trong tài liệu [2], kết quả nghiên cứu các đặc trưng cơ học của bê tông sử dụng cát hỗn hợp trình bày trong tài liệu [3, 4], tổng quan về vấn đề co ngót của bê tông sử dụng cát mịn trộn cát nghiền trình bày trong tài liệu [5].

Cát hỗn hợp phối trộn cát nghiền với cát mịn có đặc tính vật liệu khác với tự nhiên do cát nghiền có hình dạng hạt và kết cấu bề mặt góc cạnh thô nhám, tính ma sát cao làm ảnh hưởng đến các tính chất vật lý của cát hỗn hợp cụ thể là làm tăng cấu trúc lỗ rỗng, tăng diện tích bề mặt, và tăng độ hấp thụ nước . . . các yếu tố này có tác động trực tiếp đến đặc trưng biến dạng co ngót của bê tông.

Co ngót là một đặc tính cố hữu của bê tông. Sự co ngót trong bê tông có thể được định nghĩa là sự thay đổi thể tích do sự mất độ ẩm ở các giai đoạn khác nhau do các nguyên nhân khác nhau trong đó có cốt liệu nhỏ. Biến dạng co ngót gây ra biến dạng cho kết cấu, ở tuổi sớm ứng suất – biến dạng có thể dẫn đến hình thành vết nứt, làm giảm tính thẩm mỹ cũng như sự toàn vẹn của cấu trúc kết cấu, theo thời gian co ngót khô dẫn đến mất mát dự ứng lực, gia tăng độ võng cho kết cấu, làm thay đổi ứng suất đối với các kết cấu siêu tĩnh. Nghiên cứu biến dạng co ngót của bê tông sử dụng cát mịn trộn cát nghiền là rất cần thiết.

Theo Hudson 1995 [6] thì hình dạng hạt và kết cấu bề mặt sẽ ảnh hưởng đến thể tích lỗ rỗng do đó ảnh hưởng tới các tính chất bê tông trong đó có co ngót. Hình dạng hạt của cốt liệu nhỏ đóng một vai trò quan trọng trong việc hình thành thể tích lỗ rỗng. Tác giả McKeagney 1985 [7] cho rằng khi xử lý trường hợp các hạt có góc cạnh có thể tích lỗ rỗng lớn, khả thi nhất là dùng các hạt mịn để lấp đầy các lỗ rỗng và ngăn cản sự mất nước. Theo Zhang 2013 [8] có thể thấy rằng tính chất co ngót khô không chỉ liên quan đến sự mất khối lượng của nước mao dẫn, mà còn có thể bị ảnh hưởng bởi các đặc tính vật lý của cốt liệu mịn. Nghiên cứu cũng cho thấy các loại cát nghiền có độ hấp thụ nước càng cao thì biến dạng co ngót càng lớn. Biến dạng co ngót bê tông sử dụng cát nghiền trộn cát sông, theo kết quả nghiên cứu của P.M. Shanmugavadivu 2018 [9] cho thấy co ngót khô của bê tông cát nghiền cao trong giai đoạn đầu và sẽ giảm vào giai đoạn cuối, co ngót khô của bê tông cát hỗn hợp chứa 70% cát nghiền + 30% cát sông cho giá trị nhỏ nhất.

2. CÔNG TÁC THÍ NGHIỆM

Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng cát mịn mỏ Tân Châu phối trộn với cát nghiền mỏ Châu Pha, Tân Thành, Bà Rịa Vũng Tàu, đá gốc là đá Andesite. Kết quả phân tích thành phần hạt của cát hỗn hợp cho thấy tỉ lệ phối trộn CN/CM là 50/50, 60/40, 70/30 cho cấp phối phù hợp theo tiêu chuẩn ASTM C33/C33M [10] và AASHTO-M6 [11]. Trong đó cấp phối hỗn hợp chứa 40% cát mịn + 60% cát nghiền cho cấp phối hạt gần với đường cong cấp phối tối ưu theo lý thuyết Fuller nhất đã được nhóm tác giả trình bày trong tài liệu tham khảo số [2]. Tính toán thành phần bê tông C40 theo ACI 211.R4-08 [12] và ACI 318-19 [13]. Thành phần bê tông và chế độ bảo dưỡng của các tổ mẫu thí nghiệm trình bày trong Bảng 1. Mẫu bê tông đối chứng sử dụng cát vàng sông Hồng.

Thí nghiệm thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM C157/157M [14], mẫu thí nghiệm là mẫu lăng trụ có kích thước 75mm x 75mm x 285mm. Mẫu được tháo ra khỏi khuôn sau $23 \pm 1/2$ h

kể từ khi đổ bê tông. Sau khi tháo khuôn ngâm mẫu vào trong nước ở nhiệt độ $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ thời gian tối thiểu 30 phút cho mẫu thử 75mm x 75mm x 285mm, vớt mẫu ra lau khô và đo giá trị đầu tiên. Ngâm mẫu trong nước ở nhiệt độ $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ cho đến khi mẫu đã đạt được độ tuổi 28 ngày, bao gồm cả thời gian trong khuôn. Vớt mẫu ra lau khô và đọc giá trị thứ hai. Mẫu được đưa đến buồng khí hậu duy trì độ ẩm $50 \pm 4\%$ và nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Số liệu đo tiếp theo sau khi bảo dưỡng tại 4, 7, 14 và 28 ngày, và sau 8, 16, 32, và giá trị cuối cùng nhóm tác giả đo được đến thời điểm hiện tại là 360 ngày tuổi.

Các tổ mẫu TM1, TM2, TM3, TM10 được bảo dưỡng ban đầu theo đúng tiêu chuẩn ASTM C157, sau khi đổ bê tông 1 ngày tiến hành tháo khuôn, ngâm mẫu trong nước 28 ngày sau đó vớt ra đưa vào đưa vào buồng khí hậu. Các tổ mẫu TM4, TM5, TM6, TM11 sau khi tháo khuôn dùng ni lông bọc kín nhiều lớp và đưa vào buồng khí hậu. Các tổ mẫu TM7, TM8, TM9, TM12 sau khi tháo khuôn, để nguyên đưa ngay vào buồng khí hậu để nghiên cứu.

Bảng 1. Thành phần bê tông của các tổ mẫu thí nghiệm.

Tổ mẫu	Xi măng (kg)	Đá (kg)	Cát mịn (kg)	Cát nghiền kg	Bột đá (kg)	Nước (lít)	Tỉ lệ CN/CM	Điều kiện bảo dưỡng
TM1	460	1048	402,1	402,1	8,2	163	50/50	Tiêu chuẩn
TM2	460	1048	323,5	475,2	9,8	163	60/40	Tiêu chuẩn
TM3	460	1048	244	558,4	11,6	163	70/30	Tiêu chuẩn
TM4	460	1048	402,1	402,1	8,2	163	50/50	Bọc kín
TM5	460	1048	323,5	475,2	9,8	163	60/40	Bọc kín
TM6	460	1048	244	558,4	11,6	163	70/30	Bọc kín
TM7	460	1048	402,1	402,1	8,2	163	50/50	không BD
TM8	460	1048	323,5	475,2	9,8	163	60/40	không BD
TM9	460	1048	244	558,4	11,6	163	70/30	không BD
TM10	460	1048	805	Cát vàng sông Hồng		163		Tiêu chuẩn
TM11	460	1048	805	Cát vàng sông Hồng		163		Bọc kín
TM12	460	1048	805	Cát vàng sông Hồng		163		không BD

Buồng khí hậu có nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm $50 \pm 4\%$ được đặt tại Phòng thí nghiệm bộ môn Vật liệu xây dựng trường Đại học Giao thông vận tải. Nhiệt độ và độ ẩm tiêu chuẩn được khống chế bằng rơ le nhiệt và rơ le ẩm. Rơ le ẩm được sử dụng với bộ điều khiển ẩm model FOX-1H cho phép khống chế độ ẩm trong khoảng 20% đến 99%, cảm biến HS-220, độ hiển thị chính xác: $\pm 1\% \text{ rdg} \pm 1 \text{ digit}$. Rơ le nhiệt sử dụng bộ điều khiển nhiệt độ FOX-E1004, có sẵn cảm biến diode, khoảng đo từ 40°C đến 90°C . Rơ le nhiệt và rơ le ẩm cho phép căn chỉnh đúng độ ẩm và nhiệt độ xác định thông qua bộ điều khiển tự động đối với thiết bị tạo ẩm và gia nhiệt (hoặc điều khiển máy hút ẩm, điều hòa). Thông qua việc đóng cắt công tắc

được thực hiện bằng nam châm điện mắc nối tiếp với bộ rơ le nhiệt, rơ le ẩm, chúng đảm bảo thường xuyên ở chế độ nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm $50 \pm 4\%$.



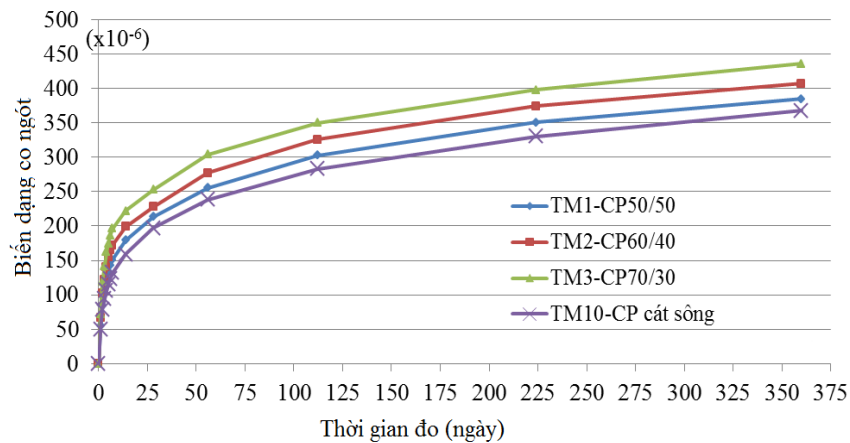
Hình 1. Buồng khí hậu lắp đặt tại Trường ĐH Giao thông Vận tải.



Hình 2. Công tác chế tạo mẫu thí nghiệm.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Kết quả thí nghiệm biến dạng co ngót của các tổ mẫu TM1, TM2, TM3, TM10 trình bày trong Hình 3; các tổ mẫu TM4, TM5, TM6, TM11 trình bày trong Hình 4 và các tổ mẫu TM7, TM8, TM9, TM12 trình bày trong Hình 5.

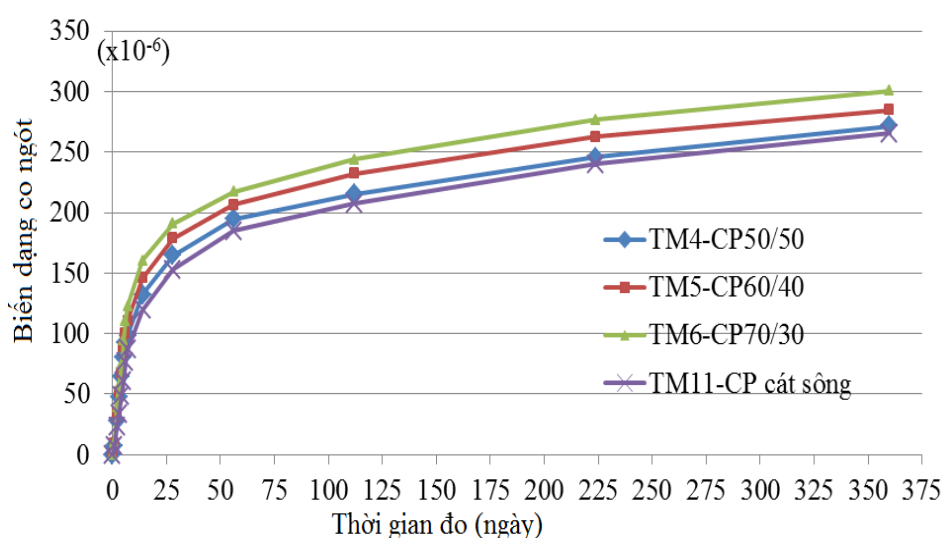


Hình 3. Biểu đồ biến dạng co ngót theo thời gian của TM1, TM2, TM3 và TM10.

Kết quả đo biến dạng co ngót trên hình 3 cho thấy, trong 7 ngày đầu biến dạng co ngót tăng nhanh, đồ thị có dạng dốc đứng, sau 7 ngày biến dạng co ngót tăng chậm dần. Sự chênh lệch co ngót giữa các tổ mẫu xuất hiện đáng kể ở ngày thứ 7 và tăng đến ngày 114 sau đó mức chênh co ngót của các tổ mẫu ổn định, sau 114 ngày, mức tăng co ngót của các tổ mẫu khá đều nhau.

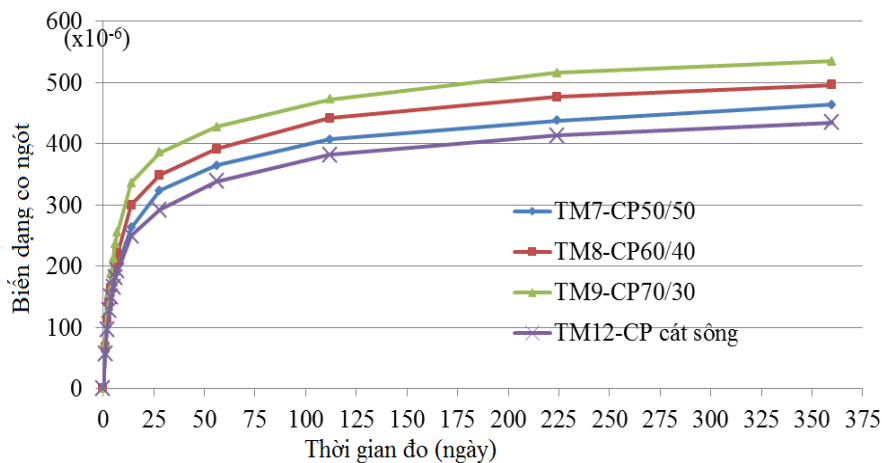
Tại thời điểm 360 ngày, biến dạng co ngót của tổ mẫu TM3 có giá trị lớn nhất là $435,89 \times 10^{-6}$, sau đó đến tổ mẫu TM2 có giá trị $406,94 \times 10^{-6}$, tổ mẫu TM1 có giá trị là nhỏ nhất là $384,37 \times 10^{-6}$. Điều này cho thấy biến dạng co ngót của các tổ mẫu bị ảnh hưởng bởi tỉ lệ phối trộn cát nghiền và cát mịn, khi hàm lượng cát nghiền trong cát hỗn hợp càng tăng lên thì biến dạng co ngót cũng tăng theo. Xu hướng tăng biến dạng co ngót trong các tổ mẫu có hàm lượng cát nghiền cao hơn được giải thích là do đặc tính vật lý của cát nghiền, như cấu trúc lỗ rỗng và giá trị độ rỗng lớn hơn do các hạt có hình dạng góc cạnh nên khó trộn đều, lỗ rỗng bề mặt lớn nên độ hấp thụ nước của cát nghiền cũng lớn hơn so với cát mịn.

Cả 3 tổ mẫu sử dụng cát hỗn hợp đều có biến dạng co ngót lớn hơn so với tổ mẫu đối chứng sử dụng cát sông, TM10 có giá trị co ngót là $367,25 \times 10^{-6}$. Điều này được giải thích bởi cát sông có hình dạng tròn, sử dụng cấp phối hạt tốt nên độ đặc của các tự nhiên lớn hơn, độ rỗng nhỏ hơn so với cát hỗn hợp. Theo Gaynor và Meininger 1983 [15] cho rằng cát nghiền hầu hết là có độ góc cạnh và có thể tích lỗ rỗng cũng như nhu cầu nước cao hơn so với cát tự nhiên tròn cạnh. Michael 2010 [16] báo cáo rằng độ rỗng theo ASTM C1252 [17] của cát tự nhiên thấp nhất (45%), cát nhân tạo có độ rỗng cao hơn (loại cao nhất gần 50%). Nếu sử dụng phương pháp hình ảnh thì các hạt cát tự nhiên có thể tích lỗ rỗng thấp nhất 44,1% cát nghiền có độ rỗng cao hơn và loại cao nhất lên đến 55,7%. Do vậy, cát nghiền và cát hỗn hợp có thể tích lỗ rỗng cao hơn so với cát tự nhiên, hơn nữa cát nghiền và cát mịn có độ hấp thụ nước lớn hơn so với cát sông nên khi để trong môi trường độ ẩm không khí thấp, do chênh lệch gradient độ ẩm và do sự thủy hóa muôn nên nước từ trong cốt liệu sẽ khuếch tán ra ngoài môi trường làm tăng co ngót của bê tông. Như vậy, hàm lượng cát nghiền trong cát hỗn hợp càng cao thì độ rỗng của cát càng lớn càng làm tăng biến dạng co ngót của bê tông. Ngược lại, khi tăng hàm lượng cát mịn làm tăng độ chặt, giảm độ rỗng trong cát hỗn hợp và biến dạng co ngót cũng giảm.



Hình 4. Biểu đồ biến dạng co ngót theo thời gian của TM4, TM5, TM6 và TM11

Tác giả đã tiến hành đo độ hút nước của các loại cát dùng trong thí nghiệm. Độ hút nước của cát dùng chế tạo các tổ mẫu TM1, TM2, TM3 và TM10 lần lượt là 1,43%, 1,58%, 1,605% và 1,228%. Điều này chứng tỏ cát nghiền có độ hút nước lớn hơn cát mịn và cát mịn có độ hút nước lớn hơn cát sông. Độ hút nước lớn của cát nghiền được giải thích do tính chất vật lý của cát nghiền và do công nghệ sản xuất tạo ra các hạt cát nghiền có bề mặt nhám hơn so với cát sông, trên hạt bề mặt cát nghiền tồn tại nhiều lỗ nhỏ li ti và các lỗ mao dẫn nên thấm nước nhiều hơn, do lượng nước hấp thụ nhiều vào bên trong các lỗ rỗng lớn, lượng nước này theo thời gian sẽ thấm dần ra ngoài và thủy hóa xi măng (thủy hóa muộn) hoặc khuếch tán ra môi trường nên tiếp tục gây biến dạng co ngót bê tông giai đoạn sau. Bảng 3.1 trong tiêu chuẩn ACI 224R [18] cho thấy cốt liệu có độ hút nước lớn thì co ngót của bê tông sẽ lớn hơn. Tiêu chuẩn này còn cho rằng độ hút nước của cốt liệu phản ánh độ rỗng và nó ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi hay khả năng chịu nén. Mô đun đàn hồi thấp thường liên quan với độ hút nước cao. Các cốt liệu có mô đun đàn hồi thấp đều có co ngót khô lớn.



Hình 5. Biểu đồ biến dạng co ngót theo thời gian của TM7, TM8, TM9 và TM12.

Hình 4 mô tả co ngót của các tổ mẫu được bọc kín xung quanh bằng màng mỏng Polyethylene (PE) trong suốt. Tuy nhiên do hai đầu các mẫu có chốt đồng nên lớp màng mỏng không đảm bảo mức độ kín khít tuyệt đối nên vẫn cho phép một phần độ ẩm mất đi. Kết quả co ngót của các tổ mẫu này cho biết thông tin co ngót của các mẫu nếu được bảo dưỡng theo cách bọc kín bằng màng mỏng trong thực tế. Phần lớn mức biến dạng co ngót là co ngót nội sinh và một phần là co ngót khô. Kết quả cho thấy biến dạng co ngót tăng nhanh trong 7 ngày đầu tiên, và chậm dần trong những ngày sau tương tự như trong hình 3. Các mẫu có hàm lượng cát nghiền lớn vẫn có co ngót cao hơn so với các mẫu có hàm lượng cát nghiền/thấp. Ngoài ra co ngót của mẫu đối chứng gần xấp xỉ so với co ngót của mẫu TM4 có hàm lượng cát nghiền/cát mịn là 50/50. Cụ thể tại thời điểm 360 ngày biến dạng co ngót của tổ mẫu TM6 có giá trị lớn nhất là $300,62 \times 10^{-6}$, sau đó đến tổ mẫu TM5 có giá trị là $284,46 \times 10^{-6}$, tổ mẫu TM4 có giá trị nhỏ nhất là $271,54 \times 10^{-6}$ xấp xỉ so với TM11 là $265,49 \times 10^{-6}$. Trong 28 ngày đầu tiên biến dạng co ngót chiếm của các tổ mẫu TM4, TM5, TM6, TM11 lần lượt là 60,63%; 62,82%; 63,49%; 57,50% biến dạng ở thời điểm 360 ngày.

Tại thời điểm 360 ngày, giá trị biến dạng co ngót của các tổ mẫu bọc ni lông TM4, TM5, TM6 bằng $68,97 \div 70,65\%$ so với các tổ mẫu được bảo dưỡng theo điều kiện tiêu chuẩn TM1,

TM2, TM3 và bằng 56,22 ÷ 58,50% biến dạng co ngót của tổ mẫu không được bảo dưỡng TM7, TM8, TM9.

Kết quả đo biến dạng co ngót các mẫu không bảo dưỡng trên Hình 5 cho thấy, quy luật phát triển co ngót của các tổ mẫu cũng tương tự như trên hình 3 tuy nhiên giá trị co ngót phát triển lớn hơn do co ngót trong thời gian đầu là tổng của co ngót nội sinh và co ngót khô. Tại thời điểm 360 ngày, biến dạng co ngót của tổ mẫu TM9 có giá trị lớn nhất là $534,71 \times 10^{-6}$, sau đó đến TM8 có giá trị là $496,56 \times 10^{-6}$, tổ mẫu TM7 có giá trị nhỏ nhất là $464,21 \times 10^{-6}$. Biến dạng co ngót của bê tông sử dụng cát sông TM12 là $434,92 \times 10^{-6}$ thấp hơn 6,3%; 14,2%; 22,9% biến dạng của bê tông cát hỗn hợp có hàm lượng cát nghiền/cát mịn là 50/50; 60/40; 70/30. Trong 28 ngày đầu giá trị biến dạng co ngót bằng 69,73 đến 72,24% biến dạng co ngót tại thời điểm 360 ngày.

So với các tổ mẫu được bảo dưỡng theo tiêu chuẩn TM1, TM2, TM3 thì tại thời điểm 28 ngày biến dạng co ngót của các tổ mẫu không bảo dưỡng có giá trị cao hơn 151,77 đến 152,93% và từ 120,77 đến 122,67% tại thời điểm 360 ngày. Như vậy, các tổ mẫu không được bảo dưỡng theo điều kiện tiêu chuẩn có tốc độ biến dạng co ngót khá lớn ở giai đoạn đầu, sau đó tốc độ biến dạng giảm dần ở giai đoạn sau.

4. KẾT LUẬN

Giá trị biến dạng co ngót đo được tại thời điểm 360 ngày dao động từ $384,37 \times 10^{-6}$ đến $435,89 \times 10^{-6}$ đối với các tổ mẫu được bảo dưỡng theo điều kiện tiêu chuẩn, $271,54 \times 10^{-6}$ đến $300,62 \times 10^{-6}$ đối với các tổ mẫu bọc PE, $464,21 \times 10^{-6}$ đến $534,71 \times 10^{-6}$ đối với các tổ mẫu không bảo dưỡng.

Biến dạng co ngót của bê tông sử dụng cát hỗn hợp phụ thuộc vào tỉ lệ phối trộn giữa cát mịn với cát nghiền, hàm lượng cát nghiền trong cát hỗn hợp càng lớn thì biến dạng co ngót của bê tông càng cao.

Trong cả 3 trường hợp bảo dưỡng tiêu chuẩn, bọc ni lông và không bảo dưỡng, biến dạng co ngót của bê tông sử dụng cát hỗn hợp lớn hơn biến dạng co ngót của bê tông sử dụng cát sông.

Trong các tổ mẫu thí nghiệm thì tổ mẫu TM2 cát hỗn hợp có tỉ lệ phối trộn CN/CM là 60/40 có giá trị biến dạng co ngót trung bình, các tính chất cơ học tốt [2] và sử dụng được nhiều cát mịn có giá thành thấp nên đáp ứng được cả chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông Vận tải (ĐH GTVT) trong đề tài mã số T2021-CT-008.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. V. Umamaheswaran et al., Use of M Sand in High Strength and High-Performance Concrete, Indian Journal of Science and Technology, 8 (2015) 1-8. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i28/84018>
- [2]. Nguyễn Đức Dũng và các cộng sự, Nghiên cứu tính toán thành phần hạt mịn cho bê tông có sử dụng cát mịn phối trộn đá xay trong xây dựng cầu, Tạp chí Cầu Đường Việt Nam tải, 1-2 (2020) 66-72.

- [3]. Nguyễn Đức Dũng và các cộng sự, Nghiên cứu đặc trưng cơ học của bê tông cát mịn trộn cát nghiền trong xây dựng cầu, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 72 (2021) 668 - 700. <https://doi.org/10.47869/tcsj.72.6.2>
- [4]. Nguyễn Đức Dũng và các cộng sự, Nghiên cứu ảnh hưởng của cát nghiền từ các loại đá gốc khác nhau đến đặc trưng cường độ của bê tông sử dụng cát mịn trộn cát nghiền trong xây dựng cầu, Tạp chí Cầu Đường Việt Nam, 8 (2021) 12-18.
- [5]. Nguyễn Đức Dũng và các cộng sự, Tổng quan nghiên cứu cơ ngót của bê tông sử dụng cát nghiền và cát mịn phối trộn đá xay (đá mi) ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Giao thông vận tải, 11 (2019) 84-88.
- [6]. B.P. Hudson, Effect of Manufactured Aggregate and Sand Shape on Concrete Production and Placement, Svedala Barmac Technical Publication, Svedala New Zealand Ltd., Matamata, New Zealand, 1995. <https://connect.ncdot.gov/projects/research/RNAProjDocs/1998-06FinalReport.pdf>
- [7]. R.B. McKeagney, Stone Sand, Are Specifications Appropriate, Pit and Quarry, 1985, pp. 57-60.
- [8]. W. Zhang, M. Zakaria, Y. Hama, Influence of aggregate materials characteristics on the drying shrinkage, Construction and Building Materials, 49 (2013) 500-510.
- [9]. P.M. Shanmugavadivu et al, Durability Properties of Concrete Using Manufactured Sand as Fine Aggregate, International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS), 2018.
- [10]. ASTM C33/C33M, Standard specifications for Concrete Aggregates, American Society for Testing and Materials, 2016.
- [11]. AASHTO-M6, Standard Specification for Fine Aggregate for Hydraulic Cement Concrete, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017.
- [12]. ACI 211.R4-08, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete, American Concrete Institute, 2008.
- [13]. ACI 318-19, Building Code Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute, 2019.
- [14]. ASTM C157/157M, Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete, American Society for Testing and Materials, 2014.
- [15]. R.D. Gaynor, R.C. Meininger, Evaluating Concrete Sands, Concrete International, 1983, pp.53-60.
- [16]. L. Michael, U. Dilek, Effects of Manufactured Sands and Blended Aggregates on the Durability of Concrete Bridge Decks and Pavements, Highway Research Project HWY-98-6, Final Report, 2008.
- [17]. ASTM C1252-17, Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading), American Society for Testing and Materials, 2017.
- [18]. ACI 224R-01, Control of Cracking in Concrete Structures, American Concrete Institute, 2008.