

THE EFFECT OF MIXING RATIO OF PET WASTE PLASTIC FROM BOTTLES ON BASIC PROPERTIES OF CONCRETES

Nguyen Dang Khoa*, Nguyen Vo My Quynh, Phan Thi Kim Anh

Van Lang University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 07/5/2022 Revised: 30/5/2022 Published: 31/5/2022	The non-biodegradation of plastics waste pollutes the environmental, which brings to the reuse of plastic waste as a potential material to partly replace sand, one of the fine aggregate for the preparation of construction concrete. Polyethylene terephthalate (PET) is widely used. In this study, PET plastic waste was used at 3%, 6%, 9%, 12% (w/w) relatively to sand in the prepared concrete grade M350. After that, the obtained concrete was evaluated the effect of mixing ratio of PET waste plastic on the basic properties including slump, compressive strength and water absorption of concrete after 14 and 28-day curing. As results, the slump values of the plastic-mixed mortar decreased sharply when the amount of PET plastic increased from 3 to 12% as 35 to 92%, compared to the control sample. Similar results were obtained when measuring the water absorption. Compressive strengths after 14-day curing were decreased as 27.6 and 20.5 Mpa as the replacing ratio of sand was 3% and 12%, respectively. It was noted that the 28-day compressive strength value of the plastic-contained concretes were decreased as 19.6 Mpa when plastic waste was mixed at 12% relative to sand. It may due to the compatible difficulties of mixed material as plastic waste instead of conventional sand causing the reduction in compressive strength and enhancement of water absorption after 28-day curing.
KEYWORDS PET plastic waste Concrete Compressive strength Plastic aggregate Mechanical properties	

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TỶ LỆ PHỐI TRỘN NHỰA THẢI PET TỪ VỎ CHAI LÊN ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU BÊ TÔNG XÂY DỰNG

Nguyễn Đăng Khoa*, Nguyễn Võ Mỹ Quỳnh, Phan Thị Kim Anh

Trường Đại học Văn Lang

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 07/5/2022 Ngày hoàn thiện: 30/5/2022 Ngày đăng: 31/5/2022	Đặc tính không phân hủy sinh học của chất thải nhựa gây ô nhiễm môi trường, nên việc tái sử dụng chất thải nhựa như một nguyên liệu tiềm năng để thay thế một phần cát, một trong những cốt liệu mịn để tổng hợp bê tông. Polyethylene terephthalate (PET) được sử dụng rộng rãi. Trong nghiên cứu này, chất thải nhựa PET được sử dụng ở mức 3%, 6%, 9%, 12% tương ứng với cát trong bê tông mác M350. Sau đó, bê tông thu được được đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn nhựa thải PET gồm độ sụt, cường độ nén và độ hút nước sau 14 và 28 ngày đóng rắn. Độ sụt của hỗn hợp bê tông giảm mạnh từ 35 – 92% so với mẫu đối chứng khi lượng nhựa PET tăng từ 3 đến 12%. Kết quả tương tự khi thực nghiệm độ hút nước. Cường độ nén 14 ngày giảm xuống 27,6 và 20,5 Mpa do tỷ lệ cát thay thế lần lượt là 3% và 12%. Đáng chú ý, giá trị cường độ nén 28 ngày của bê tông chứa nhựa giảm xuống 19,6 Mpa khi chất thải nhựa được trộn 12% so với cát. Điều này có thể do sự tương thích kém của vật liệu trong hỗn hợp do chất thải nhựa thay vì cát thông thường gây ra việc giảm cường độ nén và tăng cường khả năng hấp thụ nước sau khi đóng rắn 28 ngày.
TỪ KHÓA Chất thải nhựa PET Bê tông Cường độ nén Cốt liệu Tính chất cơ học	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5955>

* Corresponding author. Email: khoa.nd@vlu.edu.vn

1. Giới thiệu

Hiện nay, đất nước với sự phát triển của quá trình đô thị hóa và sự gia tăng dân số tạo ra áp lực lớn tới môi trường, lượng chất thải nhựa đang phát sinh ngày càng nhiều. Một loại nhựa với những ưu điểm nổi bật về tính chất hóa lý như độ bền cao, khối lượng nhẹ, chống thấm khí tốt, giá thành thấp và có tính thẩm mỹ như nhựa polyethylene terephthalate (PET) ngày càng được sử dụng rộng rãi. Vấn đề xử lý nhựa PET thải chưa được quan tâm nhiều, trong khi mức độ tiêu thụ loại nhựa này đã và đang tăng rất nhanh [1]. Ngành xây dựng – với khả năng tiêu thụ cao dường như trở thành ngành thích hợp nhất để tái sử dụng chất thải PET. Bê tông là loại vật liệu được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng. Bê tông được sản xuất từ các loại cốt liệu lớn (đá), cốt liệu bé (cát), chất kết dính (xi măng), nước và có thể có sử dụng thêm phụ gia [2]. Để sản xuất bê tông thì việc khai thác liên tục một lượng lớn các loại nguyên liệu thiên nhiên gây tác động nghiêm trọng đến môi trường. Việc tìm kiếm nguồn nguyên liệu thay thế cho các nguồn nguyên liệu tự nhiên là rất cần thiết, nhằm duy trì và tiết kiệm các nguồn tài nguyên thiên nhiên không thể tái tạo. Do vậy, nhóm nghiên cứu đề xuất đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ phối trộn nhựa thải PET từ vỏ chai lên đặc tính cơ bản của vật liệu bê tông xây dựng”.

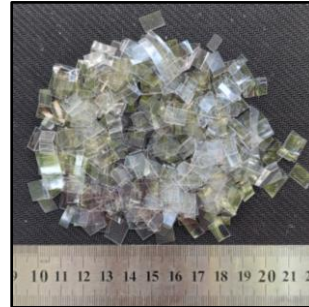
Nhiều nghiên cứu trên thế giới sử dụng chất thải nhựa PET thay thế cốt liệu trong sản xuất bê tông [3]. Trong các nghiên cứu trước đây, nhựa đã được sử dụng trong ngành bê tông ở hai hình thức. Nhóm các nhà nghiên cứu đầu tiên đã thay thế chất kết dính tự nhiên bằng cốt liệu nhựa [4]-[6], trong khi nhóm thứ hai sử dụng nhựa sợi trong bê tông cốt sợi [7]-[9]. Bê tông từ chất thải nhựa thường được sản xuất bằng cách thay thế cốt liệu thô hoặc cốt liệu mịn với nhiều loại nhựa có cùng trọng lượng hoặc khối lượng; phương pháp này được gọi là thay thế khối lượng trực tiếp [10]. Nghiên cứu của Saikia và cộng sự đã đánh giá ảnh hưởng của kích thước và hình dạng của cốt liệu PET đến các đặc tính tươi, cứng và khả năng chống mài mòn của bê tông. Nghiên cứu thay thế cát và đá với tỷ lệ lần lượt 5%, 10% và 15% theo thể tích của ba loại cốt liệu PET có hình dạng và kích thước khác nhau, thời gian đóng rắn là 7, 28 và 91 ngày. Kết quả chỉ ra rằng, độ sụt tăng nhẹ khi kết hợp với cốt liệu PET dạng viên. Sự gia tăng cường độ nén trong thời gian đầu của thời gian bảo dưỡng (0 đến 28 ngày) cao hơn đáng kể so với cho các giai đoạn bảo dưỡng sau, trong thời gian 28 ngày thì cường độ nén gần với số liệu 91 ngày trong hầu hết các trường hợp, vì bê tông gần như đạt đến cường độ trong 28 ngày. Sự phát triển cường độ nén của bê tông chứa cốt liệu PET tương tự như bê tông thông thường, mặc dù sự kết hợp này làm giảm đáng kể cường độ nén của bê tông [4]. Một nghiên cứu khác của Shubbar và cộng sự đã thay thế cát bằng nhựa PET với tỷ lệ lần lượt là 1%, 2%, 4% và 8% theo thể tích. Kết quả độ sụt ban đầu là 115 mm, khi thay thế PET vào bê tông thì độ sụt giảm 14%, 22,6%, 37,4% và 61,7% so với mẫu đối chứng. Kết quả của cường độ nén đã cho thấy cường độ nén tăng nhẹ với tỷ lệ nhựa thải PET trong bê tông tăng lên từ 0% đến 1% tương ứng là 3,7% và 1,6% sau 7 và 28 ngày đóng rắn [5]. Nghiên cứu của K. Ramadevi và cộng sự đã thay thế cát bằng nhựa thải PET với tỷ lệ 1%, 2%, 4% và 6%. Kết quả cho rằng việc bổ sung 1 – 2% sợi PET là nguyên nhân tăng cả cường độ nén và cường độ uốn của bê tông, trong khi trên 4%, cường độ nén và cường độ uốn giảm, việc kiểm tra được thực hiện sau 7 và 28 ngày đóng rắn [6]. Việt Nam có rất ít công trình sử dụng nhựa thải PET để thay thế cốt liệu trong hỗn hợp vật liệu bê tông xây dựng. Nghiên cứu sử dụng nhựa thải PET thay thế cát trong sản xuất bê tông mác 35 và 40 MPa được thực hiện bởi Hồ Viết Thắng và Phạm Cẩm Nam cho kết quả bê tông thành phẩm có tỷ lệ thay thế nhựa đến 9% khối lượng trong cấp phối bê tông vẫn đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật trong xây dựng sau 3, 7 và 28 ngày đóng rắn [11].

Nhựa PET là loại nhựa an toàn và có độ bền kéo (khoảng 55 – 80 MPa) cao hơn các loại nhựa còn lại. Thêm vào đó, độ dẫn nhiệt của nhựa PET được ước tính khoảng 4 % so với cát, có nghĩa là sự phối trộn nhựa PET trong bê tông có thể làm giảm độ dẫn nhiệt [12]. Chính vì vậy, PET là loại nhựa được chọn lựa làm thử nghiệm và có triển vọng tái sử dụng trong các vật liệu bê tông xây dựng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thu gom nhựa từ vỏ chai và tiền sơ chế

Nghiên cứu sử dụng vỏ chai nhựa PET từ các loại chai nước giải khát, nước suối đang sử dụng trên thị trường. Bằng hình thức chủ động thu gom, số lượng chai nhựa sử dụng khoảng 1500 – 2000 chai nhựa PET. Chai nhựa sau khi được thu gom sẽ được tiến hành tiền sơ chế bằng cách tách riêng vỏ, nhãn dán và nắp chai nhựa PET. Vỏ chai nhựa sẽ được rửa sạch, phơi khô và cắt nhỏ (khoảng 3 – 6 mm) (Hình 1). Tiếp đó, nhựa PET sẽ được trộn và chà sát với cát, nhằm mục đích tạo độ bám của nhựa, hỗ trợ cho việc kết dính với hỗn hợp xi măng cho giai đoạn sau.



Hình 1. Chai nhựa PET và nhựa PET sau cắt nhỏ

2.2. Tổng hợp bê tông

Quy trình tổng hợp bê tông gồm 5 giai đoạn:

Chuẩn bị và kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu: Các vật liệu để sản xuất bê tông phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo các tiêu chuẩn hiện hành được thống kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Yêu cầu kỹ thuật lựa chọn vật liệu

STT	Vật liệu	Yêu cầu kỹ thuật
1	Xi măng Poóc lăng hỗn hợp	TCVN 6260:1997 Xi măng Poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật
2	Cốt liệu nhỏ (Cát)	TCVN 1770:1986 Cát xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật
3	Cốt liệu lớn (Đá dăm)	TCVN 1771:1986 Đá dăm, sỏi dăm, sỏi dùng trong xây dựng
4	Nước	TCVN 4506:1987 Nước cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật

Lựa chọn cấp phối bê tông: Cấp phối bê tông là tỷ lệ thành phần các vật liệu liên kết trong 1 m³ bê tông. Cấp phối bê tông mẫu cơ sở được sử dụng dựa theo quyết định số 1329/QĐ – BXD [13].

Nhào trộn hỗn hợp: Bê tông được trộn thủ công, sản trộn phải đủ cứng, sạch và không hút nước. Trước khi trộn cần tưới ẩm sản trộn để chống hút nước từ hỗn hợp bê tông. Thứ tự trộn như sau: Cát và xi măng được phối trộn theo tỷ lệ ở bảng 2 trong thời gian khoảng 5 phút ở nhiệt độ phòng; sau đó cho đá và trộn đều thành hỗn hợp khô; cuối cùng cho nước và trộn đều cho đến khi hỗn hợp đồng màu. Bê tông sẽ được kiểm tra độ sụt trước khi đổ mẫu để đo lường sự đồng nhất của hỗn hợp bê tông trong giới hạn 6 ÷ 8 cm [13]. Trên cơ sở cấp phối mẫu cơ sở, nhựa PET lần lượt thay thế hỗn hợp từ 3% đến 12%. Bảng cấp phối cho bê tông mác M350 cho m³ bê tông mẫu cơ sở và mẫu có nhựa PET được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Cấp phối bê tông mác M350 cho m³ bê tông mẫu cơ sở và mẫu có nhựa PET

Tỷ lệ nhựa PET (%)	Nhựa PET (kg)	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (L)
0	0	450	470,4	1308,8	200
3	14,1	450	456,3	1308,8	200
6	28,2	450	442,2	1308,8	200
9	42,3	450	428,1	1308,8	200
12	56,4	450	414,0	1308,8	200

Đổ mẫu và đầm nén: Mẫu bê tông được đúc ngay sau khi nhào trộn. Khuôn đúc mẫu sử dụng phải đáp ứng TCVN 3015:1993 [14]. Khuôn nhựa đúc mẫu bê tông có kích thước 150 × 150 ×

150 mm³. Trước khi đúc mẫu, phải làm sạch ván khuôn, sơn một lớp dầu mỏng để dễ dàng tháo ván khuôn. Trong quá trình đổ bê tông mẫu, mẫu thử được đầm nén, đồng thời dùng búa cao su gõ nhẹ vào thành ván khuôn để thoát hết không khí cuốn vào trong quá trình trộn.

Bảo dưỡng mẫu: Mẫu thí nghiệm được phủ bề mặt bằng khăn ẩm và dưỡng hộ trong khuôn trong vòng 1 ngày. Ngay sau khi tháo khuôn, mẫu bê tông được dưỡng hộ theo TCVN 3015:1993 [14] và tiến hành đo cường độ nén sau 14 và 28 ngày dưỡng hộ.

2.3. Xác định độ sụt

Độ sụt bê tông hay độ lưu động của bê tông dùng để đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng. Độ sụt là một trong những đặc tính quyết định khả năng thi công của hỗn hợp bê tông và được đánh giá theo TCVN 3106 : 1993 [15]. Cách xác định độ sụt được tóm tắt như sau: Côn được đặt cố định trên nền cứng, phẳng, không thấm nước (Hình 2). Tiếp theo, hỗn hợp bê tông được đổ từ phễu vào côn làm 3 lớp, dùng thanh thép tròn chọc đều trên bề mặt hỗn hợp từ xung quanh vào giữa. Sau đó nhấc phễu ra, lấy tay gạt phẳng miệng côn. Từ từ nhấc côn thẳng đứng trong khoảng 5 – 10 giây. Đặt côn sang bên cạnh khối hỗn hợp vừa tạo hình và đo chênh lệch chiều cao giữa miệng côn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp chính xác tới 0,5 cm. Thời gian thử tính từ lúc bắt đầu đổ hỗn hợp bê tông vào côn cho tới thời điểm nhấc côn khỏi khối hỗn hợp phải được tiến hành không ngắt quãng và không chế không quá 150 giây. Kết quả số liệu đo được làm tròn tới 0,5 cm chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông. Mẫu bê tông xác định độ sụt được thực hiện 1 lần tại phòng thí nghiệm khoa Môi trường, trường Đại học Văn Lang.



Hình 2. Bộ côn đo độ sụt N1

2.4. Xác định cường độ nén

Cường độ nén được xác định theo TCVN 3118 : 1993 [16]. Cường độ nén từng viên mẫu bê tông R (N/mm² hay MPa) được tính theo công thức:

$$R = \alpha \frac{P}{F} \quad (1)$$

Trong đó:

- P là tải trọng phá hoại mẫu, tính bằng N.
- F là diện tích chịu lực nén của viên mẫu, tính bằng mm².
- α là hệ số tính đổi kết quả thử nén của viên mẫu bê tông.

Mẫu bê tông được xác định cường độ nén tại QUATEST 3 (Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 3). Cường độ nén của bê tông được xác định từ các giá trị cường độ nén của 3 viên trong tổ mẫu bê tông.

2.5. Xác định độ hút nước

Độ hút nước được xác định theo TCVN 3113: 1993 [17]. Độ hút nước của từng viên mẫu được tính bằng % theo công thức: $H = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \quad (2)$

Trong đó:

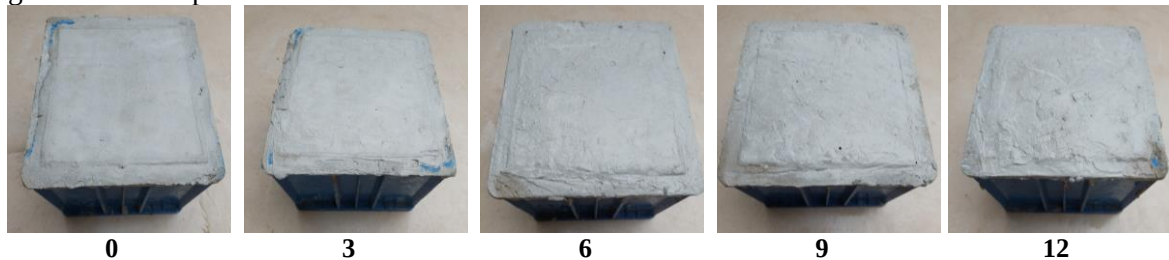
- m_1 là khối lượng viên mẫu ở trạng thái bão hoà nước (g);
- m_0 là khối lượng viên mẫu ở trạng thái sấy khô tới khối lượng không đổi (g).

Độ hút nước của bê tông là trung bình số học của ba viên trong tổ mẫu bê tông. Mẫu bê tông xác định độ hút nước thực hiện tại phòng thí nghiệm khoa Môi trường, trường Đại học Văn Lang.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Cảm quan bên ngoài

Hình 3 mô tả bê tông thành phẩm sau đóng rắn 1 ngày. Có thể thấy mẫu bê tông có tỷ lệ phối trộn nhựa PET thay thế cát 0 và 3% có bề mặt vừa với khuôn mẫu. Trong khi đó, với tỷ lệ nhựa PET cao hơn từ 6 đến 12% thì bề mặt bê tông sau đóng rắn có xu hướng phồng lên. Điều này có thể giải thích là do nhựa có khối lượng nhẹ hơn và kích thước lớn hơn so với cát. Do đó, khi thay thế, nhựa sẽ nổi lên làm cho bề mặt trên của bê tông phồng lên, khó tráng, dẫn đến bê tông không vừa so với khuôn mẫu. Tuy nhiên, kích thước của bê tông thành phẩm vẫn đạt yêu cầu khi đánh giá các chỉ tiêu phân tích.



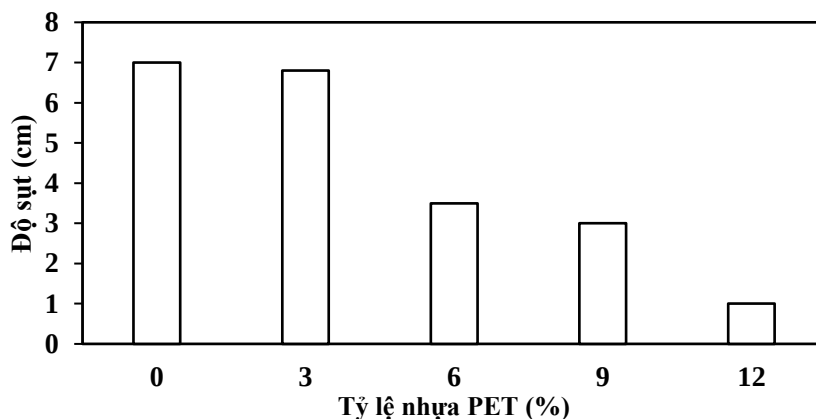
Hình 3. Bê tông trong khuôn mẫu với tỷ lệ thay thế nhựa PET từ 0 đến 12%

3.2. Độ sụt

Độ sụt bê tông dùng để đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng. Tỷ lệ nước trên xi măng của bê tông đối chứng được sử dụng trong nghiên cứu này là 0,44. Có thể thấy ở bảng 3 tỷ lệ nước trên xi măng không đổi, khi lượng PET tăng lên, độ sụt giảm dần.

Bảng 3. Độ sụt của mẫu bê tông cốt liệu nhựa với tỷ lệ thay thế khác nhau

Nhựa PET (%)	Độ sụt (cm)
0	7
3	6,5
6	3,5
9	3
12	1



Hình 4. Độ sụt của mẫu bê tông cốt liệu nhựa

Kết quả từ hình 4 có thể thấy độ sụt của mẫu bê tông có sử dụng nhựa PET thay thế cát giảm mạnh khi tỷ lệ chất thải nhựa PET tăng lên. Mức độ giảm lần lượt là 35%, 63%, 75%, 92% so với mẫu đối chứng. Qua đó cho thấy, tỷ lệ thay thế chất thải nhựa PET có ảnh hưởng đến độ sụt. Điều này có thể giải thích là do nhựa PET có diện tích bề mặt riêng cao hơn so với cát tự nhiên do hình dạng trong quá trình cắt nhựa được thực hiện thủ công, dẫn tới sự không đồng nhất. Do đó, sẽ có nhiều ma sát hơn giữa các hạt dẫn đến khả năng hoạt động của hỗn hợp kém hơn.

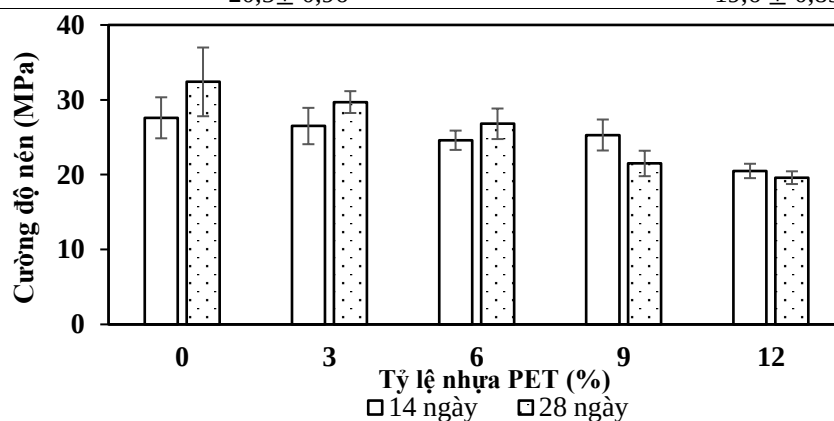
Nghiên cứu của Dawood và cộng sự về ảnh hưởng của việc sử dụng chất thải PET thay thế một phần cát tự nhiên được khảo sát để nghiên cứu các tính chất cơ lý của bê tông, cho thấy độ sụt của bê tông giảm khi tỷ lệ chất thải nhựa PET trong hỗn hợp bê tông tăng lên. Độ sụt của các mẫu thử với 5% và 20% thay thế PET giảm 12,5% và 62% đối với hỗn hợp đối chứng [18]. Tương tự trong bài nghiên cứu của Ismail và cộng sự về sử dụng nhựa phế thải trong hỗn hợp bê tông để thay thế cốt liệu cũng cho kết quả độ sụt giảm khi tăng tỷ lệ chất thải nhựa trong hỗn hợp bê tông có mức độ sụt giảm. Hiện tượng giảm này được giải thích là do một số hạt có góc cạnh và một số hạt khác có hình dạng không đồng nhất dẫn đến tính lưu động kém hơn [19].

3.3. Cường độ nén

Cường độ chịu nén là một đặc trưng cơ bản của bê tông và phản ánh khả năng chịu lực. Cường độ nén trung bình đo được của các mẫu bê tông cốt liệu nhựa sau 14 ngày và 28 ngày bảo dưỡng được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Cường độ nén của mẫu bê tông cốt liệu nhựa với tỷ lệ thay thế khác nhau

Nhựa PET (%)	Cường độ nén trung bình 14 ngày (MPa)	Cường độ nén trung bình 28 ngày (MPa)
0	27,6 ± 2,74	32,4 ± 4,59
3	26,5 ± 2,43	29,7 ± 1,46
6	24,6 ± 1,29	26,8 ± 2,04
9	25,3 ± 2,07	21,5 ± 1,70
12	20,5 ± 0,96	19,6 ± 0,85



Hình 5. Cường độ nén của mẫu bê tông cốt liệu nhựa

Bảng 4 cho thấy cường độ nén có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ thay thế nhựa PET sau 14 ngày và 28 ngày bảo dưỡng. Cường độ nén của mẫu bê tông đối chứng sau 14 ngày bảo dưỡng được ghi nhận là 27,6 MPa, khi thay thế cát bằng chất thải nhựa với tỷ lệ lần lượt 3%, 6% thì cường độ nén giảm tương ứng là 26,5 MPa (giảm 4,2% so với mẫu đối chứng), 24,6 MPa (giảm 7,7% so với mẫu 3%). Tuy nhiên, khi thay thế với tỷ lệ 9% thì cường độ nén tăng lên 2,8% (25,3 MPa) so với tỷ lệ 6%. Mặt khác, khi thay thế với tỷ lệ 12%, cường độ nén giảm xuống còn 20,5 MPa (giảm 23,4% so với mẫu 9%). Cường độ nén sau 28 ngày bảo dưỡng của mẫu bê tông là 32,4 MPa, tương ứng với mác bê tông M350. Đối với mẫu bê tông cốt liệu nhựa, cường độ nén giảm khi tỷ lệ thay thế cát và chất thải nhựa tăng. Cụ thể, khi thay thế với tỷ lệ 3%, cường độ nén

giảm xuống 29,7 MPa (tương ứng mức bê tông M300) và 26,8 MPa (tương ứng mức bê tông M250) khi thay thế 6%, với tỷ lệ 9% và 12% thì cường độ nén là 21,5 MPa và 19,6 MPa (tương ứng mức bê tông M200).

Khi tăng tỷ lệ chất thải nhựa, kết quả hình 5 cho thấy xu hướng giá trị cường độ nén của hỗn hợp bê tông cốt liệu nhựa giảm ở mỗi độ tuổi bảo dưỡng. Xu hướng này có thể là do sự giảm độ bền kết dính giữa bề mặt cốt liệu nhựa và hồ vữa làm giảm cường độ chịu nén của bê tông cốt liệu [19]. Dạng mịn và các mặt của cốt liệu chất thải nhựa có thể là nguyên nhân có thể dẫn đến kết dính yếu với hồ xi măng. Chất thải nhựa có thể dễ dàng gấp lại thành bất kỳ hình dạng nào, có thể một ít chất thải nhựa dẫn đến sự hình thành dạng ống và việc phân phối vữa trong hỗn hợp bê tông tương đối kém. Các khoảng trống hình thành do các đặc tính bám dính thấp hơn giữa vữa và cốt liệu giúp phá vỡ các mép bê tông nhanh hơn trong quá trình chịu tải nén. Ngoài ra, nhựa được xem là một vật liệu kỵ nước, vì vậy đặc tính này có thể hạn chế nước cần thiết cho quá trình thủy hóa xi măng xâm nhập qua cấu trúc của mẫu bê tông trong thời gian đóng rắn [19].

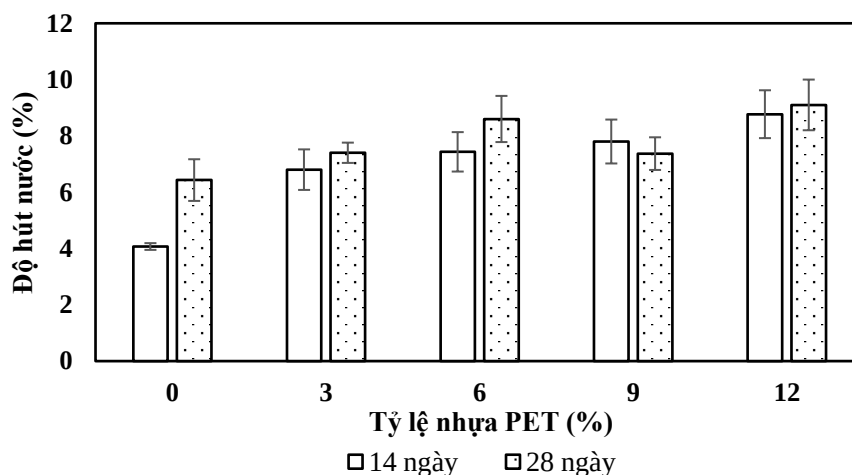
Giá trị cường độ nén của mẫu bê tông có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ thay thế giữa cốt liệu mịn và chất thải nhựa phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây [19]-[21].

3.4. Độ hút nước

Độ hút nước lớn nhất của bê tông xi măng, cốt liệu đặc chắc thường xuyên ở trạng thái bão hòa nước có thể đạt đến 4 – 8% theo khối lượng (10 – 20% theo thể tích) [11]. Khả năng hấp thụ nước trong 14 ngày và 28 ngày của các mẫu bê tông chứa chất thải nhựa PET ở các tỷ lệ thay thế khác nhau được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Độ hút nước của mẫu bê tông cốt liệu nhựa với tỷ lệ thay thế khác nhau

Nhựa PET (%)	Độ hút nước trung bình 14 ngày (%)	Độ hút nước trung bình 28 ngày (%)
0	4,07 ± 0,12	6,43 ± 0,74
3	6,80 ± 0,72	7,40 ± 0,36
6	7,43 ± 0,70	8,60 ± 0,82
9	7,80 ± 0,78	7,37 ± 0,58
12	8,77 ± 0,85	9,10 ± 0,90



Hình 6. Độ hút nước của mẫu bê tông cốt liệu nhựa

Độ hút nước tăng khi tăng tỷ lệ nhựa lần lượt là 0%, 3%, 6%, 9% và 12% tương ứng độ hút nước 14 ngày là 4,07%, 6,80%, 7,43%, 7,80% và 8,77%, độ hút nước 28 ngày lần lượt là 6,43%, 7,40%, 8,60%, 7,37% và 9,10%. Đối với mẫu 28 ngày vẫn có xu hướng tăng nhưng khi thay thế với tỷ lệ 12% độ hút nước giảm. Kết quả từ hình 6 cho thấy, độ hút nước của bê tông thành phẩm phụ thuộc vào tỷ lệ thay thế nhựa PET. Việc tăng tỷ lệ thay thế cát bằng chất thải nhựa PET làm

tăng khả năng hút nước. Điều này là do nhựa và cốt liệu tự nhiên kém tương thích với nhau trong nền bê tông và do đó bê tông trở nên xốp [22]-[24].

Saikia và cộng sự đã báo cáo khả năng hấp thụ nước tăng của các mẫu bê tông với các tỷ lệ thay thế khác nhau. Khả năng hấp thụ nước trong 28 ngày của mẫu bê tông chứa cốt liệu PET tăng khi tỷ lệ thay thế tăng. Ngoài ra, cốt liệu dạng mảnh thô của PET làm tăng khả năng hấp thụ nước lớn hơn so với các cốt liệu PET dạng mịn và dạng viên [4].

4. Kết luận

Với mục tiêu nghiên cứu là tổng hợp vật liệu bê tông từ chất thải nhựa PET và đánh giá tỷ lệ phối trộn lên đặc tính cơ bản (độ bền nén, độ hút nước, độ sụt) của vật liệu bê tông xây dựng. Nghiên cứu đã đạt được những kết quả như sau:

- Bê tông cốt liệu nhựa với các tỷ lệ thay thế khác nhau (0%, 3%, 6%, 9%, 12%) được tổng hợp thành công.
- Tỷ lệ phối trộn nhựa ảnh hưởng đến các đặc tính cơ bản của bê tông như sau:
- + Độ sụt của mẫu bê tông có sử dụng nhựa PET thay thế cát giảm mạnh khi tỷ lệ chất thải nhựa PET tăng lên. Mẫu bê tông với lượng nhựa 3% có độ sụt 6,5 cm đạt yêu cầu về độ sụt trong giới hạn ($6 \div 8$ cm).
- + Cường độ nén có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ thay thế nhựa PET sau 14 ngày và 28 ngày bảo dưỡng. Khi thay thế nhựa PET với tỷ lệ lần lượt là 3%, 6%, 9%, 12%, các mẫu bê tông không đạt yêu cầu về mác bê tông thiết kế (M350).
- + Độ hút nước có xu hướng tăng khi tăng tỷ lệ thay thế nhựa PET sau 14 ngày và 28 ngày bảo dưỡng. Độ hút nước của mẫu bê tông có sử dụng nhựa thay thế cát nằm trong khoảng cho phép (4 – 8 %) đối với mẫu bê tông khi thay thế nhựa PET với tỷ lệ từ 3 đến 9%.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc đối với thầy TS. Nguyễn Đăng Khoa đã trực tiếp tận tình hướng dẫn cũng như cung cấp tài liệu thông tin khoa học cần thiết cho bài báo nghiên cứu. Xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo trường Đại học Văn Lang, khoa Môi Trường đã tạo điều kiện cho nhóm hoàn thành tốt bài nghiên cứu khoa học của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] V. P. Ta, *Plastic industry report*, (in Vietnamese) FPT Securities, August 2019.
- [2] P. Ngo, “7 Types of Recycled Plastic. Applications to Reduce Plastic Waste,” (in Vietnamese) *Everything is good*, 2021. [Online]. Available: <https://baobieig.com/7-loai-nhua-tai-che/>. [Accessed September 6, 2021].
- [3] C. Jacob-Vaillancourt and L. Sorelli, “Characterization of concrete composites with recycled plastic aggregates from postconsumer material streams,” *Construction and Building Material*, vol. 182, pp. 561–572, 2018.
- [4] N. Saikia and J. Brito, “Waste Polyethylene Terephthalate as an Aggregate in Concrete,” *Materials Research*, vol. 16, no. 2, pp. 341–350, 2013.
- [5] S. D. Shubbar and A. S. Al-Shadeedi, “Utilization of waste plastic bottles as fine aggregate in concrete,” *Kufa journal of Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 132–146, 2017.
- [6] K. Ramadevi and R. Manju, “Experimental investigation on the properties of concrete with plastic PET (bottle) fibres as fine aggregates,” *International Journal of emerging technology and advanced engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 42–46, 2012.
- [7] M. S. Meddah and M. Bencheikh, “Properties of concrete reinforced with different kinds of industrial waste fibre materials,” *Construction and Building Material*, vol. 23, pp. 3196–3205, 2009.
- [8] F. Fraternali, S. Spadea, and V. P. Berardi, “Effects of recycled PET fibres on the mechanical properties and seawater curing of Portland cement-based concretes,” *Construction and Building Material*, vol. 61, pp. 293–302, 2014.

-
- [9] S. B. Kim, N. H. Yi, H. Y. Kim, J.-H. J. Kim, and Y.-C. Song, "Material and structural performance evaluation of recycled PET fiber reinforced concrete," *Cement and Concrete Composites*, vol. 32, pp. 232–240, 2010.
- [10] L. Gu and T. Ozbakkaloglu, "Use of recycled plastics in concrete: a critical review," *Waste Management*, vol. 51, pp. 19–42, 2016.
- [11] V. T. Ho and C. N. Pham, "Utilization of pet waste plastic in manufacturing of concretes with compressive strength of 35 and 40 MPa," (in Vietnamese), *Journal of Science and Technology – Da Nang university*, vol. 19, pp. 46–49, 2021.
- [12] C. Jacob-Vaillancourt and L. Sorelli, "Characterization of concrete composites with recycled plastic aggregates from postconsumer material streams," *Construction and Building Material*, vol. 182, pp. 561–572, 2018.
- [13] Decision No. 1329/QĐ - BXD Deciding on the publication of norms for using materials in construction (in Vietnamese).
- [14] TCVN 3015:1993 Heavyweight concrete compound and heavyweight concrete - Sampling, making and curing of test specimens (in Vietnamese).
- [15] TCVN 3106:1993 Fresh heavyweight concrete - Method for slump test (in Vietnamese).
- [16] TCVN 3118:1993 Heavyweight concrete - Method for determination of compressive strength (in Vietnamese).
- [17] TCVN 3113:1993 Heavyweight concrete - Method for determination of water absorption (in Vietnamese).
- [18] A. O. Dawood, A. K. Hayder, and R. S. Falih, "Physical and mechanical properties of concrete containing PET wastes as a partial replacement for fine aggregates," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 14, p. e00482, 2021.
- [19] Z. Z. Ismail and E. A. Al-Hashmi, "Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement," *Waste management*, vol. 28, no. 11, pp. 2041–2047, 2008.
- [20] O. Y. Marzouk, R. Dheilily, and M. Queneudec, "Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites," *Waste Management*, vol. 27, pp. 310–318, 2007.
- [21] R. Saxena, S. Siddique, T. Gupta, R. K. Sharma, and S. Chaudhary, "Impact resistance and energy absorption capacity of concrete containing plastic waste," *Construction and Building Material*, vol. 176, pp. 415–421, 2018.
- [22] S. Akçaözog̃lu, C. D. Atis, and K. Akçaözog̃lu, "An investigation on the use of shredded waste PET bottles as aggregate in lightweight concrete," *Waste Management*, vol. 30, no. 2, pp. 285–290, 2010.
- [23] C. Albano, N. Camacho, M. Hernandez, A. Matheus, and A. Gutierrez, "Influence of content and particle size of waste pet bottles on concrete behavior at different w/c ratios," *Waste Management*, vol. 29, no. 10, pp. 2707–2716, 2009.
- [24] K. G. Babu and D. S. Babu, "Behaviour of lightweight expanded polystyrene concrete containing silica fume," *Cement and Concrete Research*, vol. 33, pp. 755–762, 2003.