Journal of Science and Transport Technology

University of Transport Technology

Effect of the reclaimed asphalt pavement on the technical parameters of roller compacted concrete

Huong Giang Thi Nguyen*, Phuc Lam Dao, Quang Huy Le
University of Transport and Technology, 54 Trieu Khuc, Ha Noi 100000, Viet Nam

Article info
Type of article:
Original research paper

***Corresponding author:**
E-mail address:
giangnth@utt.edu.vn

Received: 07/5/2022
Accepted: 06/7/2022
Published:17/7/2022

Abstract*:* The Socio-economic development leads to a rapid increase in the number of vehicles, particularly heavy trucks, causing damage to the pavement structure, especially the asphalt concrete surface. The reclaimed asphalt pavement become the non-biodegradable waste materials. Therefore, using recycled materials as aggregates in concrete manufacturing has been receiving a great deal of Road and Bridge construction industry attention. Many researchers around the world have researched and applied recycled aggregates to make roller compacted concrete for road construction. It is noteworthy that the reclaimed asphalt pavement is fundamentally different from the natural aggregate of roller compacted concrete, an old asphalt binder wrapped around recycled aggregates. Therefore, the article presents an experiment to determine the technical parameters of roller compacted concrete using recycled aggregate, compared with the original roller compacted concrete. Finally, the team evaluate the effect of recycled aggregate on the technical parameters of roller compacted concrete (RCC) with two proportions of recycled aggregate (40% and 80%), replacing natural aggregate in the concrete.

Keywords: roller compacted cement concrete (RCC), reclaimed asphalt pavement (RAP), the percent of reclaimed asphalt pavement.

Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trường Đại học Công nghệ GTVT

Ảnh hưởng của cốt liệu cào bóc từ bê tông nhựa cũ đến các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông xi măng đầm lăn

Nguyễn Thị Hương Giang*, Đào Phúc Lâm, Lê Quang Huy
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, 54 Triều Khúc, Hà Nội 100000, Việt Nam

Thông tin bài viết

***Tác giả liên hệ:**
Địa chỉ E-mail:
giangnth@utt.edu.vn

Ngày nộp bài:07/5/2022
Ngày chấp nhận:06/7/2022
Ngày đăng bài:17/7/2022

Tóm tắt: Sự phát triển của kinh tế xã hội, sự gia tăng nhanh các phương tiện giao thông, đặc biệt là các xe tải nặng làm cho chất lượng mặt đường giảm sút, gây ra những hư hỏng cho kết cấu mặt đường, đặc biệt là mặt đường bê tông nhựa. Các mặt đường bê tông nhựa hư hỏng được cào bóc trở thành vật liệu phế thải không phân huỷ. Vì vậy, việc tận dụng và tái sử dụng các nguồn vật liệu phế thải làm cốt liệu chế tạo bê tông là vấn đề được quan tâm và chú trọng trong xây dựng công trình. Hiện nay, nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu và ứng dụng cốt liệu tái chế để chế tạo bê tông đầm lăn ứng trong xây dựng đường ô tô. Tuy nhiên, cốt liệu cào bóc từ bê tông nhựa cũ có đặc điểm cơ bản khác với cốt liệu tự nhiên, đó là màng nhựa cũ bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu tái chế. Do vậy, bài báo trình bày thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế, so sánh với bê tông đầm lăn đối chứng. Từ đó, đánh giá ảnh hưởng của cốt liệu tái chế đến các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông đầm lăn (BTĐL) với hai tỉ lệ cốt liệu tái chế (40% và 80%) thay thế cốt liệu tự nhiên trong hỗn hợp bê tông.

Từ khóa: bê tông đầm lăn, cốt liệu cào bóc từ bê tông nhựa cũ, tỉ lệ cốt liệu tái chế.

1. Đặt vấn đề

Kết cấu hạ tầng nói chung và kết cấu hạ tầng giao thông nói riêng có vai trò quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Kết cấu hạ tầng giao thông vận tải đồng bộ, hiện đại đáp ứng nhu cầu vận tải hàng hoá, hành khách,… sẽ tạo tiền đề cho nền kinh tế tăng trưởng nhanh, ổn định và bền vững. Do đó, việc phát triển mặt đường bền vững được nhiều nước trên thế giới quan tâm. Cả hai loại mặt đường là mặt đường bê tông nhựa và mặt đường bê tông xi măng đều được áp dụng rộng rãi trong xây dựng đường ô tô. Tuy nhiên, do sự phát triển của kinh tế xã hội, sự gia tăng nhanh các phương tiện giao thông, đặc biệt là các xe tải nặng làm cho chất lượng mặt đường giảm sút, gây ra những hư hỏng cho kết cấu mặt đường, đặc biệt là mặt đường bê tông nhựa. Các mặt đường bê tông nhựa hư hỏng được cào bóc trở thành vật liệu phế thải không phân huỷ. Vì vậy, để hạn chế ô nhiễm môi trường, tận dụng vật liệu phế thải, nhiều nước trên thế giới đã áp dụng công nghệ tái sử dụng mặt đường bê tông nhựa. Các công nghệ này cho phép mặt đường được sửa chữa và gia cố bằng vật liệu bê tông nhựa cũ, làm giảm chi phí vận chuyển, giảm thời gian thi công so với biện pháp thông thường, tác động tốt đến môi trường, hạn chế lượng khí thải từ các trạm trộn ra môi trường trong quá trình xây mới những con đường. Do vậy, nhu cầu tái sử dụng vật liệu này ngày càng tăng cao đặc biệt ở các nước có nền công nghiệp phát triển trên thế giới.

Mặt đường bê tông nhựa tái chế đã được đề cập từ năm 1915, đến nay, nhiều công nghệ tái chế mặt đường được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước

trên thế giới. Gần đây, một số nước như Pháp , Ý, Brazil, Ấn Độ [1,2,3,4]...đã áp dụng công nghệ tái chế nguội sử dụng cốt liệu cào bóc từ bê tông nhựa cũ thay thế một phần cốt liệu tự nhiên để chế tạo bê tông đầm lăn làm lớp móng, mặt đường cấp thấp, vỉa hè, bãi đỗ xe (hình 1)... rất hiệu quả, vừa tiết kiệm được cốt liệu tự nhiên, giảm chi phí do khai thác và vận chuyển cốt liệu mới từ nơi khác đến, bảo vệ môi trường, giảm khí thải từ các trạm trộn, vừa đi theo xu hướng phát triển mặt đường bền vững trên thế giới.

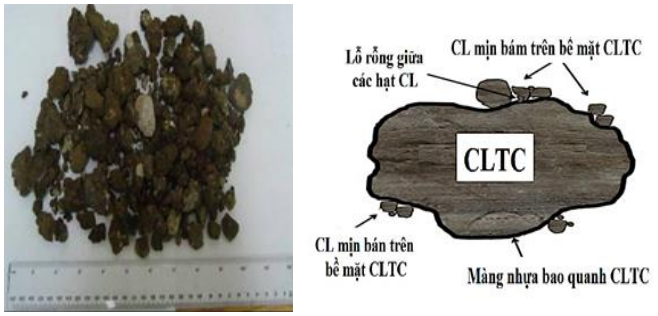
Hình 1. Mặt đường BTĐL sử dụng CLTC được xây dựng tại Pháp [1]

Ở Việt Nam, trong khoảng vài năm trở lại đây, Bộ Giao thông vận tải bắt đầu quan tâm đến các công nghệ tái chế mặt đường, điển hình là các công nghệ: công nghệ tái sinh nguội tại chỗ bằng bitum bọt và xi măng, công nghệ tái sinh nguội bằng tại chỗ bằng nhũ tương nhựa đường cải tiến, công nghệ tái chế nóng mặt đường, công nghệ tái chế ấm mặt đường,công nghệ tái chế nguội bê tông đầm lăn [5]… Tuy nhiên, việc áp dụng các công nghệ tái chế mặt đường bê tông nhựa cũ chưa rộng rãi nên không thể tái chế hết lượng bê tông nhựa cũ ngày càng lớn.

Như vậy, việc sử dụng cốt liệu tái chế thay thế một phần cốt liệu tự nhiên trong chế tạo hỗn hợp bê tông đầm lăn mang lại nhiều thuận lợi cho việc quản lý chất thải, sử dụng năng lượng và tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường, giảm giá thành xây dựng. Tuy nhiên, sự hiện diện đồng thời của hai loại chất kết dính: chất kết dính thủy lực (xi măng) và chất kết dính nhựa đường cũ của cốt liệu tái chế làm cho hỗn hợp bê tông đầm lăn trở thành vật liệu tổng hợp. Do đó, nghiên cứu này sử dụng hai tỉ lệ cốt liệu tái chế là 40% và 80% để thay thế cốt liệu tự nhiên trong chế tạo hỗn hợp bê tông , từ đó so sánh với bê tông đầm lăn đối chứng (0% cốt liệu tái chế) để đánh giá ảnh hưởng của cốt liệu tái chế tới các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản (cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ, mô đun đàn hồi, độ co ngót, độ hút nước) của BTĐL.

2. Cốt liệu tái chế

Bê tông nhựa cũ được cào bóc bằng máy, sau đó sẽ được làm sạch và sàng phân loại. Cốt liệu tái chế thu được gồm các cốt liệu chất lượng cao được bao phủ bởi nhựa đường. Cốt liệu tái chế (hình 2) có nguồn gốc khác nhau nên các đặc tính kỹ thuật có thể khác nhau do sự khác nhau về quy trình xay nghiền, nguồn gốc của đá, loại và hàm lượng nhựa dính bám,… Cốt liệu cào bóc sau khi nghiền sàng được di chuyển tới trạm trộn, sau đó được bảo quản lưu trữ hoặc sử dụng ngay.



Hình 2. Cốt liệu tái chế [6]

Các thông số kỹ thuật của cốt liệu tái chế sử dụng làm cốt liệu trong xây dựng đường ô tô gồm: thành phần hạt, độ ẩm, tính thấm, khả năng chịu tải, độ biến dạng,…

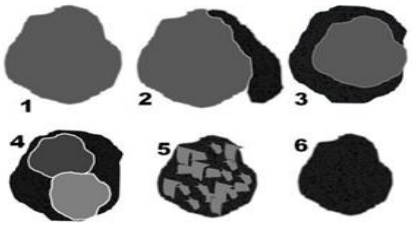
Theo các tài liệu đã nghiên cứu [3,4,6], cốt liệu tái chế có nhiều ưu điểm:

- Cốt liệu tái chế có chứa 3,5 – 5% bitum, 96% đá, cát và bột khoáng. Do đó, sử dụng cốt liệu tái chế sẽ giảm chi phí nguyên vật liệu trong xây dựng công trình, giảm tình trạng khai thác mỏ đá ảnh hưởng đến môi trường sinh thái, giảm khai thác dầu mỏ ảnh hưởng đến địa chất, đồng thời giảm thiểu khí thải do các quá trình khai thác và sử dụng tài nguyên khi xây mới các con đường.

- Ngoài ra, ưu điểm vượt trội của cốt liệu tái chế là đáp ứng được chất lượng của nhiều cấp đường khác nhau, phù hợp với từng loại công trình, có thể ứng dụng rộng rãi cho tất cả các lớp trong kết cấu áo đường.

Tuy nhiên, khi sử dụng cốt liệu tái chế thay thế một phần cốt liệu tự nhiên trong chế tạo hỗn hợp bê tông đầm lăn, một đặc điểm cần lưu ý đó là màng nhựa cũ bao bọc xung quanh các hạt cốt

liệu. Các dạng bao bọc nhựa của cốt liệu tái chế được thể hiện trong hình 3.



1. Cốt liệu tái chế không bị bao bọc nhựa
2. Một phần cốt liệu tái chế bị bao bọc nhựa
3. Cốt liệu tái chế bị bao bọc nhựa hoàn toàn
4. Cốt liệu lớn tái chế bị bao bọc nhựa hoàn toàn
5. Nhựa bao bọc hỗn hợp gồm cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ
6. Nhựa bao bọc hoàn toàn tạo thành một khối

Hình 3. Các dạng bọc nhựa xung quanh cốt liệu tái chế [7]

3. Nghiên cứu thực nghiệm

Để phân tích ảnh hưởng của cốt liệu tái chế đến các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông đầm lăn, nhóm tác giả sử dụng hai loại cốt liệu tái chế thu gom từ hai nguồn khác nhau, với hai tỷ lệ cốt liệu tái chế là 40% và 80%, dùng hai loại xi măng là PC40 và PCB30 với các tỷ lệ 10%, 13% và 15% trong hỗn hợp bê tông. Sau đó, tiến hành thí nghiệm xác định cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ, mô đun đàn hồi, độ co ngót và độ hút nước của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế.

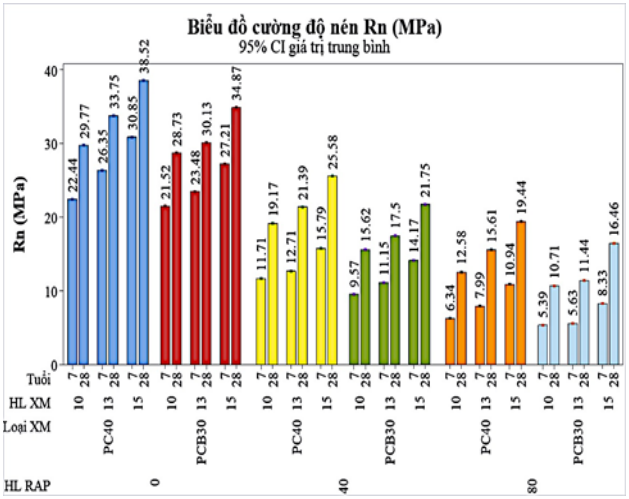
3.1. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén

Để nghiên cứu quy luật phát triển cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế, thí nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM C39 [8]. Mẫu thí nghiệm hình trụ có kích thước 150x300 mm. Với mỗi loại bê tông đầm lăn, thí nghiệm được tiến hành trên 3 mẫu thử ở 7 ngày và 28 ngày tuổi được thể hiện trong hình 4.

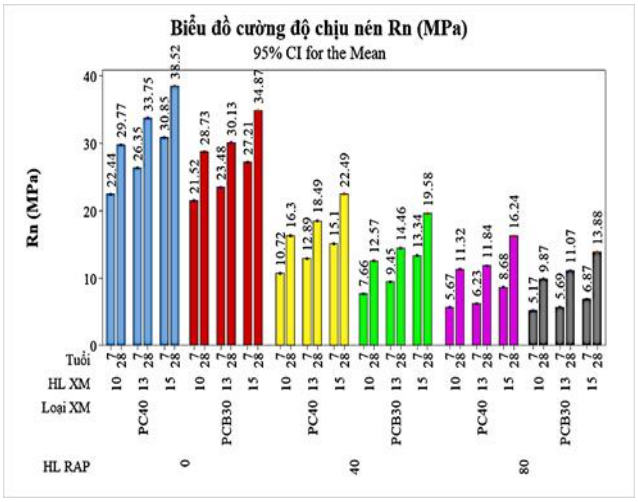
a. Gia công mẫu b. Thí nghiệm nén mẫu

Hình 4. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén

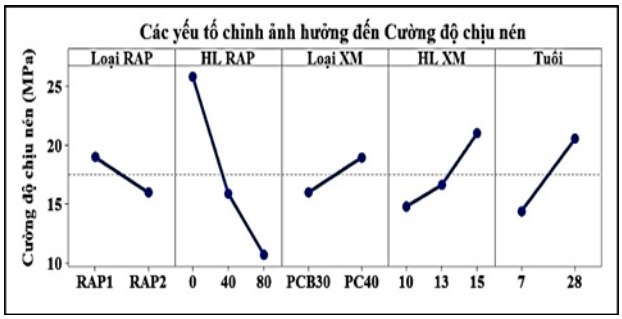
Kết quả cường độ chịu nén của các mẫu bê tông đầm lăn được thể hiện trong hình 5 và hình 6.



Hình 5. Biểu đồ cường độ chịu nén của BTĐL-CLTC1

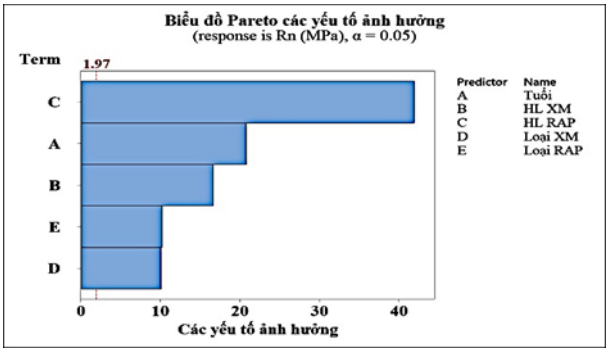


Hình 6. Biểu đồ cường độ chịu nén của BTĐL-CLTC2



Hình 7. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến cường độ chịu nén của BTĐL – CLTC

Theo hình 7, các yếu tố chính ảnh hưởng đến cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế là: loại cốt liệu tái chế, hàm lượng cốt liệu tái chế thay thế cốt liệu tự nhiên, loại xi măng, hàm lượng chất kết dính và thời gian.

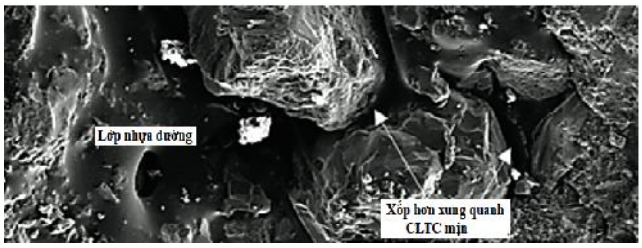


Hình 8. Biểu đồ Pareto các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu nén

Mặt khác, biểu đồ Pareto (hình 8) cho thấy yếu tố chính ảnh hưởng nhiều nhất đến cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế là tỉ lệ cốt liệu tái chế. Sau đó đến yếu tố thời gian, hàm lượng xi măng, loại cốt liệu tái chế và loại xi măng.

Theo kết quả thí nghiệm, khi sử dụng tỉ lệ cốt liệu tái chế 40%, cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn giảm khoảng 30% - 35% so với bê tông đầm lăn đối chứng ở 28 ngày tuổi. Khi sử dụng tỉ lệ cốt liệu tái chế 80%, cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn giảm khoảng 40% - 45% so với bê tông đầm lăn đối chứng ở 28 ngày tuổi. Như vậy, so với bê tông đầm lăn đối chứng, cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế giảm rõ rệt khi sử dụng tỉ lệ 40% cốt liệu tái chế và tiếp tục giảm mạnh khi tăng tỉ lệ cốt liệu tái chế từ 40% lên 80%. Đây là một điểm cần lưu ý khi sử dụng tỉ lệ cốt liệu tái chế cao (> 40%) thay thế cốt liệu tự nhiên trong chế tạo hỗn hợp bê tông đầm lăn nói riêng và bê tông xi măng nói chung.

Như vậy, do màng nhựa cũ bao bọc xung quanh cốt liệu tái chế nên trong hỗn hợp bê tông đầm lăn xuất hiện hai vùng chuyển tiếp (ITZ) : ITZ giữa cốt liệu tự nhiên và vữa xi măng, ITZ giữa cốt liệu tái chế và vữa xi măng được thể hiện trong hình 9. Màng nhựa cũ ngăn không cho nước tiếp xúc với vữa xi măng, xi măng thuỷ hoá không hoàn toàn hoặc làm chậm quá trình phát triển hydrat hoá khi bảo dưỡng. Do đó, vùng chuyển tiếp giữa cốt liệu tái chế và vữa xi măng xốp hơn và có độ rỗng cao hơn, là khu vực đầu tiên xảy ra sự phá hoại trong bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế. Vì vậy, đây chính là nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm cường độ của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế. Đồng thời, tỉ lệ cốt liệu tái chế càng cao thì sự suy giảm cường độ của bê tông đầm lăn càng nhiều [4].



Hình 9. Hình ảnh phân tích liên kết giữa nhựa đường với vữa xi măng của BTĐL-CLTC [4]

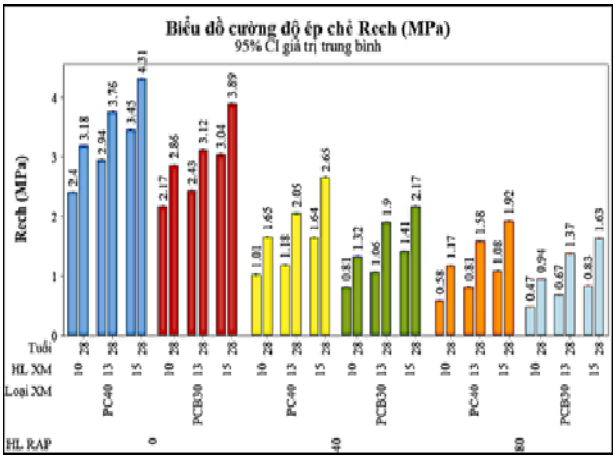
3.2. Thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ

Cường độ ép chẻ là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng trong xây dựng đường ô tô. Cường độ ép chẻ của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế được thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C496 [9]. Với mỗi loại bê tông đầm lăn, thí nghiệm được tiến hành trên 3 mẫu thử ở 7 ngày và 28 ngày được thể hiện trong hình 10.

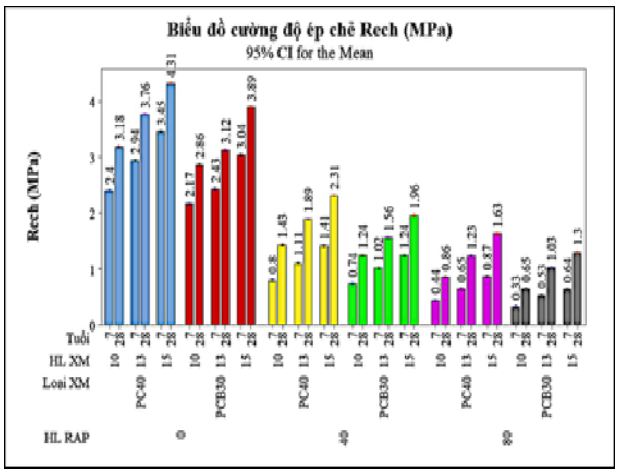
a. Thí nghiệm ép chẻ b. Mẫu bị phá hoại

Hình 10. Thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ

Kết quả thí nghiệm cường độ ép chẻ của các mẫu bê tông đầm lăn đối chứng và bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế được trình bày trong hình 11 và hình 12.

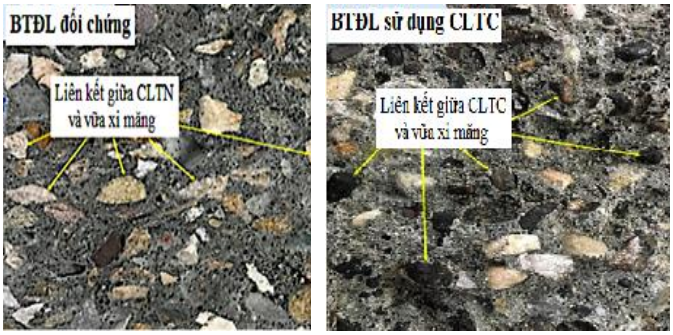


Hình 11. Biểu đồ cường độ ép chẻ của BTĐL-CLTC1



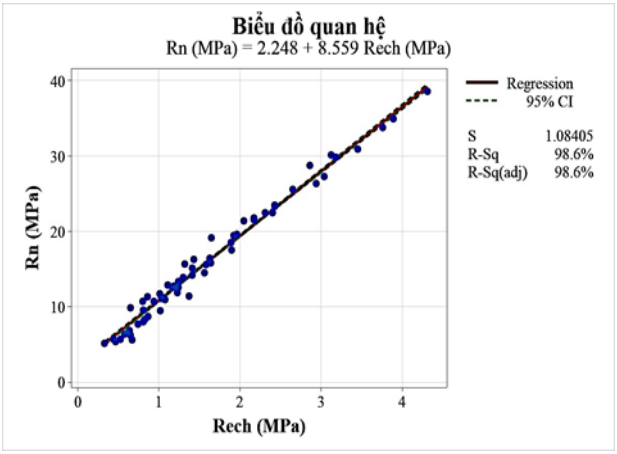
Hình 12. Biểu đồ cường độ ép chẻ của BTĐL-CLTC2

Khi thí nghiệm ép chẻ, quan sát bề mặt bị phá huỷ của mẫu bê tông đầm lăn đối chứng và bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế thấy được sự khác nhau về liên kết của cốt liệu tự nhiên với vữa xi măng và liên kết của cốt liệu tái chế với vữa xi măng. Hình 13 cho thấy liên kết của cốt liệu tự nhiên với vữa xi măng rất tốt nên khi mẫu bê tông đối chứng bị phá hoại, các hạt cốt liệu lớn (đá dăm) bị vỡ theo. Với mẫu bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế, do bên ngoài cốt liệu có màng nhựa cũ bao bọc nên liên kết giữa cốt liệu tái chế và vữa xi măng không đồng nhất. Khi mẫu bị phá hoại, nhiều hạt cốt liệu tái chế còn nguyên, không bị vỡ ra như cốt liệu tự nhiên được thể hiện ở hình 13. Do đó, cường độ ép chẻ của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có giá trị nhỏ hơn so với bê tông đầm lăn đối chứng từ 35% đến 60% tuỳ thuộc vào tỉ lệ cốt liệu tái chế (40% hay 80%) và hàm lượng chất kết dính (10%, 13% hay 15%) sử dụng trong hỗn hợp bê tông đầm lăn.



Hình 13. Liên kết giữa CLTN và CLTC với vữa xi măng trong bê tông đầm lăn [4]

Mặt khác, thông qua các kết quả thí nghiệm, tìm được phương trình quan hệ giữa cường độ ép chẻ và cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế.



Hình 14. Biểu đồ quan hệ giữa cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ của BTĐL-CLTC

Từ hình 14, phương trình quan hệ giữa cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế là phương trình bậc nhất được thể hiện như sau:

$$Rn\ (MPa) = 2.248 + 8.559.Rech\ (MPa) \quad (1)$$

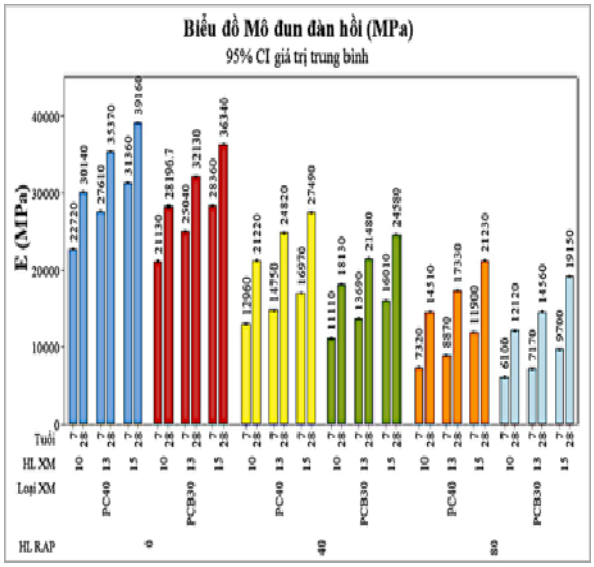
Cường độ ép chẻ là một chỉ tiêu quan trọng trong thiết kế và kiểm toán kết cấu áo đường cứng. Cường độ ép chẻ phụ thuộc vào cường độ chịu nén và độ chặt của hỗn hợp, cường độ chịu nén giảm thì cường độ ép chẻ cũng giảm theo. Do đó, cường độ ép chẻ lớn sẽ làm giảm nứt trong bê tông, giảm lượng cốt thép vùng chịu kéo của cấu kiện. Tuy nhiên, theo kết quả thí nghiệm, cường độ ép chẻ của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế nhỏ hơn của bê tông đầm lăn đối chứng. Bê tông đầm lăn sử dụng 40% cốt liệu tái chế có cường độ ép chẻ giảm khoảng 35% - 45%, bê tông đầm lăn sử dụng 80% cốt liệu tái chế có cường độ ép chẻ giảm khoảng 50% - 60% so với bê tông đầm lăn đối chứng. Đây là cơ sở để lựa chọn tỉ lệ cốt liệu tái chế khi chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng nói chung và hỗn hợp bê tông đầm lăn nói riêng.

3.3. Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi

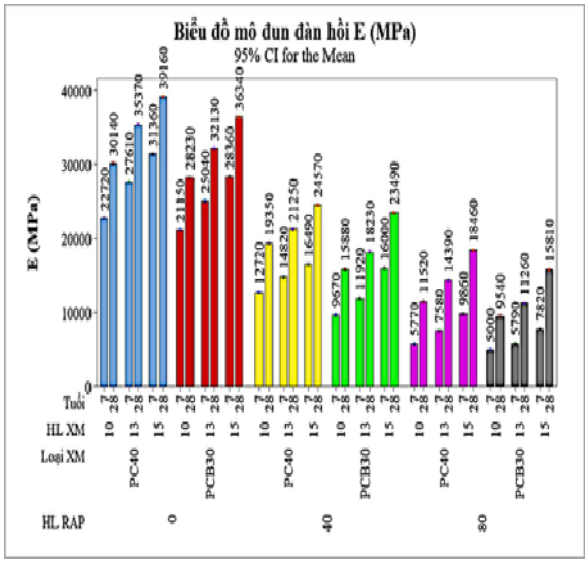
Mô đun đàn hồi là chỉ tiêu quan trọng đặc trưng cho khả năng biến dạng của bê tông dưới tác dụng của tải trọng. Mô đun đàn hồi của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế được thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C469 [10]. Với mỗi loại BTĐL, thí nghiệm được tiến hành trên 3 mẫu thử ở 7 ngày, 28 ngày được thể hiện trong hình 15.

Hình 15. Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi

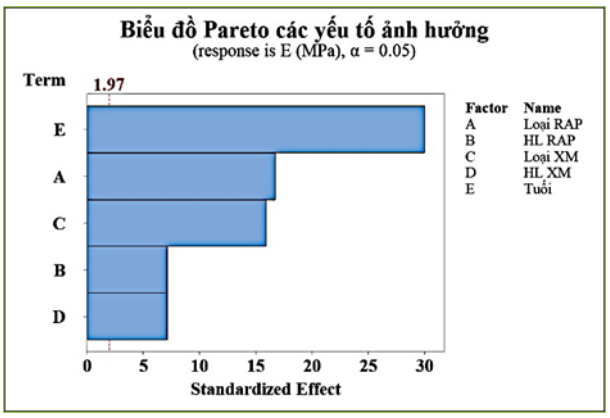
Kết quả thí nghiệm cường độ ép chẻ của các mẫu bê tông đầm lăn đối chứng và bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế được trình bày trong hình 16 và hình 17.



Hình 16. Biểu đồ mô đun đàn hồi của BTĐL-CLTC1



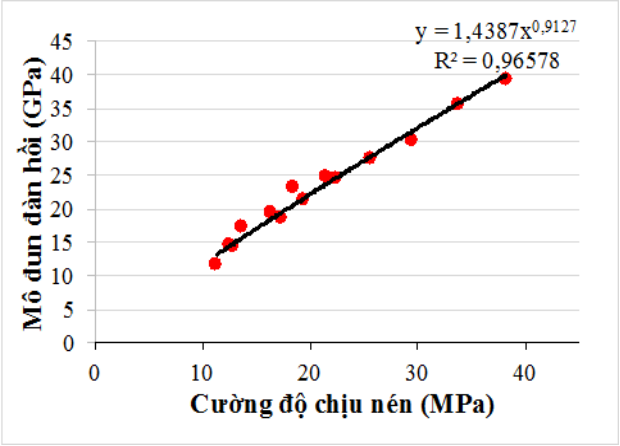
Hình 17. Biểu đồ mô đun đàn hồi của BTĐL-CLTC2



Hình 18. Biểu đồ Pareto các yếu tố ảnh hưởng

Biểu đồ Pareto ở hình 18 cho thấy đường thẳng đứng đều cắt qua tất cả các hang, thể hiện 5 biến: tuổi, loại cốt liệu tái chế, loại xi măng, hàm lượng cốt liệu tái chế, hàm lượng xi măng đều ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi và tích các biến đều có ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi có ý nghĩa thống kê.

Từ kết quả thí nghiệm, quan hệ giữa mô đun đàn hồi và cường độ chịu nén của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế như quan hệ luỹ thừa. Cường độ chịu nén của bê tông thay đổi làm cho mô đun đàn hồi thay đổi theo.



Hình 19. Quan hệ giữa cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi của BTĐL-CLTC

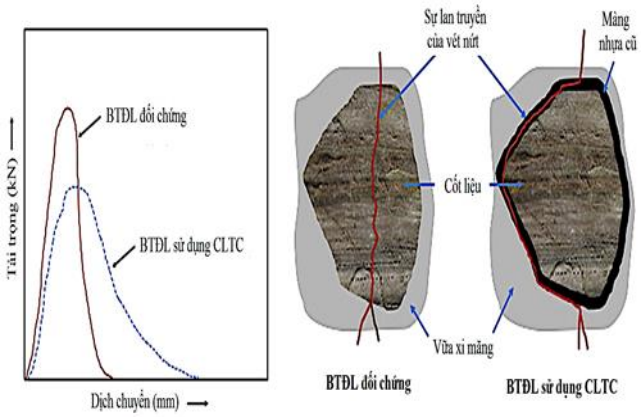
Từ đồ thị hình 19, công thức thực nghiệm liên hệ giữa hai đại lượng cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi theo phương pháp bình phương tối thiểu với hệ số R^2 = 0,917 như sau:

$$E_{bt} = 1.4387.(Rn)^{0.9127} \quad (2)$$

Theo kết quả thí nghiệm, mô đun đàn hồi của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có giá trị nhỏ hơn so với bê tông đầm lăn đối chứng. Với bê tông đầm lăn sử dụng 40% cốt liệu tái chế, giá trị

mô đun đàn hồi ở 28 ngày giảm khoảng 30%, với bê tông đầm lăn sử dụng 80% cốt liệu tái chế, giá trị mô đun đàn hồi ở 28 ngày giảm khoảng 45% - 55% so với bê tông đầm lăn đối chứng.

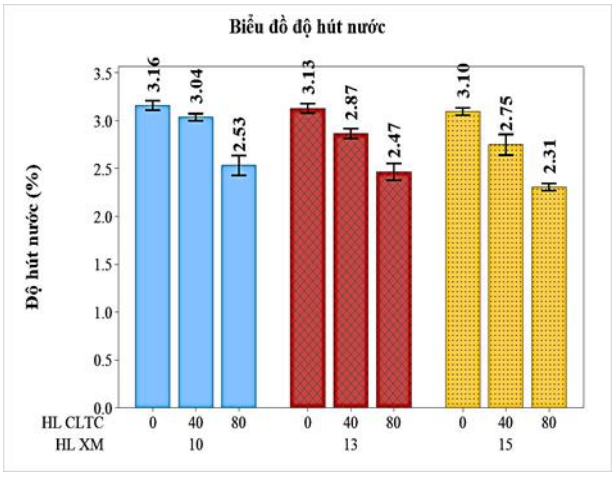
Mặt khác, độ dẻo của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế tăng lên do sự xuất hiện màng nhựa bao bọc xung quanh. Theo hình 20, màng nhựa này không cho phép lan truyền vết nứt trong bê tông đầm lăn. Vết nứt sẽ xảy ra xung quanh cốt liệu hơn là xuyên qua nó. Như vậy, sự lan truyền vết nứt trong bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có thể tốt hơn so với BTĐL đối chứng. Mô đun đàn hồi giảm sẽ có hiệu quả trong việc kiểm soát độ mở rộng vết nứt do đó bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có thể đem lại hiệu quả bền vững trong xây dựng đường ô tô.



Hình 20. Sự lan truyền vết nứt của CLTN và CLTC trong bê tông đầm lăn [2]

3.4. Thí nghiệm xác định độ hút nước

Thí nghiệm độ hút nước theo tiêu chuẩn TCVN 3113 : 1993 [11]. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong hình 21.



Hình 21. Độ hút nước của bê tông đầm lăn

Kết quả thí nghiệm cho thấy độ hút nước của mẫu bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có giá trị nhỏ hơn so với bê tông đầm lăn đối chứng, đặc biệt càng giảm khi tỉ lệ cốt liệu tái chế tăng lên. Điều này có thể giải thích do màng nhựa cũ bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu đã ngăn cản sự thấm nước vào các lỗ rỗng của các hạt cốt liệu. Do vậy, khả năng hút nước của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế giảm đi.

3.5. Thí nghiệm xác định độ co ngót

Thí nghiệm xác định độ co ngót của mẫu BTĐL sử dụng cốt liệu tái chế theo chiều dài và thời gian. Bảo dưỡng mẫu trong nước ở 25 ± 2°C trong 28 ngày. Sau khi kết thúc giai đoạn bảo dưỡng, các phép đo chiều dài thời gian bảo dưỡng được thực hiện đều đặn. Mẫu bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế được chế tạo với kích thước 100x100x400 mm. Sự thay đổi chiều dài của các mẫu ở cuối 1, 7, 14, 28, 56 ngày được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3117 : 1993 [12]. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong hình 22.

Độ co ngót của mẫu được tính theo công thức sau

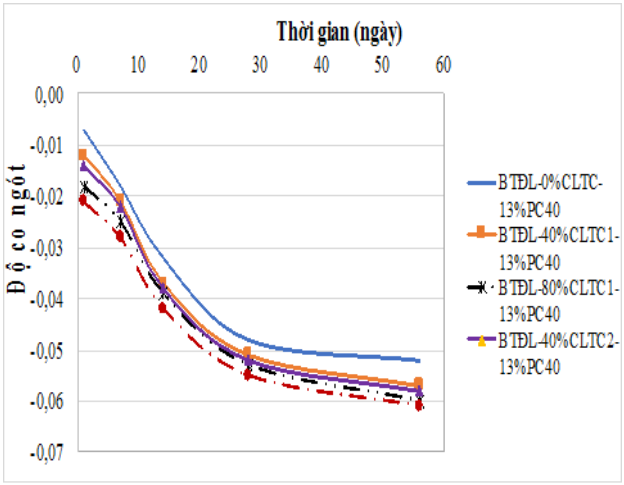
$$\varepsilon_1(t) = \frac{\Delta l_1(t)}{l_1} \qquad (3)$$

Trong đó:

$\varepsilon_1(t)$: sự thay đổi độ dài;

$\Delta l_1(t)$: biến dạng co của mẫu, mm;

l_1: khoảng cách đo biến dạng, mm.



Hình 22. Độ co ngót của bê tông đầm lăn

Từ kết quả thí nghiệm, ở nhiệt độ tiêu chuẩn 25±2°C, độ co ngót của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế lớn hơn so với bê tông đầm lăn đối

chứng. Điều này có thể giải thích bởi màng nhựa cũ bao bọc xung quanh cốt liệu tái chế, khi tác dụng với vữa xi măng sẽ xuất hiện những lỗ rỗng trong hỗn hợp bê tông, do đó, độ co ngót của bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế sẽ lớn hơn so với bê tông đầm lăn đối chứng.

Mặt khác, khi tỉ lệ cốt liệu tái chế thay đổi thì độ co ngót thay đổi theo, cụ thể là, bê tông đầm lăn sử dụng 80% cốt liệu tái chế có độ co ngót lớn hơn độ co ngót của bê tông đầm lăn sử dụng 40% cốt liệu tái chế. Đồng thời, có thể nhận thấy xu hướng chung của co ngót phát triển mạnh trong khoảng 28 ngày đầu và sau đó xu hướng giảm dần theo thời gian.

4. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Việc thay thế một phần cốt liệu tự nhiên bằng cốt liệu tái chế có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông đầm lăn. Mức độ suy giảm cường độ tuỳ thuộc vào tỉ lệ cốt liệu tái chế thay thế. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi sử dụng hàm lượng 40% cốt liệu tái chế, đặc tính cơ học của bê tông đầm lăn sẽ bị ảnh hưởng, nhưng khi sử dụng hàm lượng cốt liệu tái chế cao (80%), đặc tính cơ học của bê tông đầm lăn bị giảm đi rất nhiều. Như vậy, tỉ lệ cốt liệu tái chế càng cao thì cường độ của bê tông đầm lăn càng giảm. Do đó, việc sử dụng tỉ lệ cốt liệu tái chế cao (> 40%) trong chế tạo hỗn hợp bê tông đầm lăn cần hết sức lưu ý, phải cân nhắc đề phù hợp với mục đích sử dụng trong xây dựng đường ô tô.

- Do ảnh hưởng của màng nhựa trong cốt liệu tái chế, độ hút nước và độ co ngót cũng bị giảm đi so với bê tông đầm lăn đối chứng.

- Như vậy, với những kết quả thí nghiệm trong phòng đạt được, hỗn hợp bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu tái chế có một số hiệu quả nhất định. Do đó, áp dụng công nghệ tái chế nguội tại trạm trộn bê tông đầm lăn sử dụng cốt liệu cào bóc từ bê tông nhựa cũ trong xây dựng đường ô tô là cần thiết, có ý nghĩa khoa học thực tiễn, đem lại hiệu quả kỹ thuật và kinh tế, tận dụng được nguồn vật liệu phế thải, giảm ô nhiễm môi trường, tiết kiệm nguồn vật liệu tự nhiên đang cạn kiệt

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cám ơn sự hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ giao thông vận tải trong đề tài mã số DT183011.

Tài liệu tham khảo

[1].Nguyen M.L, Balay J.M, Benedetto H.Di, Sauzéat C, Bilodeau K, Olard F, Héritier B, Dumont H & Bonneau D (2017), Evaluation of pavement materials containing RAP aggregates and hydraulic binder for heavy traffic pavement, Road Materials and Pavement Design

[2]. Salma Jaawani, Annalisa Franco, Giuseppina De Luca, Orsola Coppola and Antonio Bonati (2021), Limitations on the Use of Recycled Asphalt Pavement in Structural Concrete , Construction Technologies Institute of the Italian National Research Council, ITC-CNR, San Giuliano Milanese, 20098 Milan, Italy

[3]. Hedelvan Emerson Fardin and Adriana Goulart dos Santos (2020), Roller Compacted Concrete with Recycled Concrete Aggregate for Paving Bases, Civil Engineering Department, Santa Catarina State University, Joinville, Santa Catarina 89219-710, Brazil

[4]. Solomon Debbarma, Ransinchung R.N GN (2020), Morphological Characteristics of Roller – Compacted concrete Mixes Containing Reclaimed Asphalt Pavement Aggregates, Indian Concrete Journal 94(9):63-73

[5]. Đào Văn Đông (2019), Nghiên cứu sử dụng vật liệu bê tông nhựa tái chế (RAP) làm cốt liệu cho bê tông xi măng đầm lăn trong xây dựng móng đường ô tô phù hợp với điều kiện Việt Nam, Đề tài cấp Bộ GTVT

[6]. Hoyos L.R, Puppala A.J, and Ordonez C.A (2011), Characterization of Cement-Fiber-Treated Reclaimed Asphalt Pavement Aggregates: Preliminary Investigation, Journal of Materials in Civil Engineering

[7]. Ziyad Majeed Abed, Abeer Abdulqader Salih (2017), Effect of Using Lightweight Aggregate on Properties of Roller-Compacted Concrete, Technical Paper, Title No. 114-M45

[8]. ASTM C39, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

[9].ASTM C496, Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

[10]. ASTM C469, Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression

[11]. Bộ Xây dựng (1993), TCVN 3113:1993: Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ hút nước.

[12]. Bộ Xây dựng (1993), TCVN 3117:1993: Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ co.