

# Một số ứng dụng lốp xe phế thải trong công trình giao thông và thủy lợi giảm ô nhiễm môi trường và tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên

Lê Châu Tuấn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Hạ tầng - Đô thị, Trường ĐHXD Miền Tây

**TỪ KHOA**

Lốp xe phế thải  
Tái chế  
Gia cố sạt lở  
Ứng dụng cao su phế thải

**TÓM TẮT**

Việc ứng dụng sản phẩm cao su phế thải từ lốp xe ô tô vào công trình giao thông và thủy lợi đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều nơi trên thế giới mang lại những hiệu quả tích cực. Tuy nhiên, các ứng dụng này chưa được phổ biến ở nước ta do thiếu nguồn tài liệu, kinh nghiệm sử dụng. Bài báo này giới thiệu tổng quan về một số nghiên cứu ứng dụng sản phẩm cao su phế thải từ lốp xe ô tô vào công trình giao thông và thủy lợi có thể giảm thiểu các vấn đề ô nhiễm môi trường và tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên.

**KEYWORDS**

Waste tires  
Recycling  
Landslide reinforcement  
Waste rubber application

**ABSTRACT**

The application of waste rubber products from car tires to traffic and irrigation works has been studied and used in many parts of the world, bringing positive effects. However, these applications have not been popularized in our country due to the lack of resources and experience in using them. This article introduces an overview of a number of studies on the application of waste rubber products from car tires to traffic and irrigation works in order to reduce environmental pollution problems and save natural resources.

**1. Giới thiệu**

Hàng năm trên thế giới thải ra khoảng hơn 1,6 tỉ vỏ xe đã qua sử dụng các loại, nhưng chỉ một phần nhỏ của con số đó được tái sử dụng trong xây dựng công nghiệp và cơ sở hạ tầng. Theo số liệu của Cục Đăng kiểm Việt Nam đến năm 9/2022, tổng số xe ô tô đang lưu hành tại Việt Nam là 4,937 triệu chiếc, chưa kể hơn 60 triệu xe gắn máy đang lưu hành nên lượng vỏ xe thải các loại cũng đáng kể. Phần lớn các lốp xe cũ đều được tái sử dụng dưới nhiều hình thức, nhưng chủ yếu là những sản phẩm thủ công như cao su trải cỏ nhân tạo, dây cao su, đế dép, hay các vật dụng khác... Giao thông phát triển, lốp ô tô cũ nhiều, nghề này càng phát triển. Tuy nhiên cái giá phải trả cũng rất cao, số người làm nghề này mắc các bệnh về đường hô hấp, viêm phổi, ung thư da ngày càng nhiều.

Các vỏ xe khá nặng, khó phân hủy trước tác nhân hóa học, sinh học, vật lý và không nén gấp thể tích của chúng được. Một vỏ xe tải muốn phân hủy tự nhiên trên mặt đất phải mất hơn 200 năm, nếu chôn trong đất hoặc ngâm dưới nước, thời gian tự phân hủy còn cao hơn nhiều lần và có thể dẫn đến ô nhiễm đất và nước ngầm (Hình 2). Hoặc một lốp xe tải nếu muốn tiêu hủy phải được đốt bỏ ở nền nhiệt độ trên 350 độ C (Hình 1). Việc đốt bỏ hàng ngàn tấn vỏ xe tải sẽ gây hệ quả ô nhiễm nặng nề cho môi trường không khí, nước, đất và cả sinh vật trong khu vực.

Những nghiên cứu gần đây cho thấy, lốp xe sau khi hết hạn sử dụng sẽ giải phóng hóa chất độc hại ra môi trường tự nhiên, bao gồm kim loại nặng - cực kỳ độc hại đối với con người. Vì vậy cần có những giải pháp để hạn chế tác động tiêu cực của lốp xe phế thải đến sức khỏe con người và môi trường. Bài báo này là trình bày tổng quan về một số

ứng dụng tiềm năng của lốp xe phế thải trong xây dựng đường xá và thủy lợi góp phần giảm ô nhiễm môi trường và tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên.



**Hình 1.** Công nhân dập nát lốp xe cũ để đốt bỏ ở TP. Long Xuyên, An Giang [1].



**Hình 2.** Hàng ngàn lốp xe cũ đống tụ được một số hộ dân tập kết về nằm tràn lan cả trên bờ lẫn dưới nước, mùi cao su nồng nặc ở Đầm Nại - Ninh Thuận [2]

**2. Ứng dụng lốp xe phế thải vào công trình giao thông và thủy lợi**

**2.1. Chế tạo phụ gia cao su dùng trong bê tông nhựa (nhựa đường cao su)**

Do tái chế từ lốp xe phế thải, việc sử dụng bột cao su này trong công nghệ nhựa đường cao su hóa có ý nghĩa quan trọng về mặt bảo vệ môi trường, khá phổ biến ở nhiều nước trên thế giới [3], [4], [5], [6].

Ở nước ta, công nghệ nhựa đường cao su hóa bằng cao su tái chế đã được đưa vào áp dụng lần đầu tiên vào tháng 4 năm 2015 trên mặt cầu Thanh Trì (Hà Nội) dài 300 m [7].

\*Liên hệ tác giả: lechautuan@mtu.edu.vn

Nhận ngày 01/03/2023, sửa xong ngày 28/05/2023, chấp nhận đăng 11/06/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2023.524>



Hình 3. Nhựa đường cao su thi công thử nghiệm ở cầu Thanh Trì [7].

Nhựa đường cao su là vật liệu bao gồm nhựa thông thường trộn với vụn cao su thường là lớp xe phế thải được nghiền mịn. Nhựa đường cao su an toàn hơn so với cao su truyền thống bởi khả năng giảm trơn trượt, giảm giạt, đồng thời cải thiện tầm nhìn vào ban đêm và giảm độ ồn trên 5 decibel. Tính linh hoạt của cao su tái chế giúp làm chậm quá trình xuống cấp, oxy hóa của nhựa đường, giảm nứt. Nhựa đường cao su được dùng để xử lý bề mặt, sử dụng trong xây dựng mới hoặc cải tạo vỉa hè [8].

Tính năng vượt trội của công nghệ nhựa đường cao su nằm ở những đặc điểm [3], [4], [5], [6]:

- Nhựa đường có thành phần từ cao su sẽ giúp cho mặt đường có độ đàn hồi cao hơn, chống biến dạng mặt đường, nứt vỡ do nhiệt lượng và các hoạt động vận tải gây ra;
- Chi phí áp dụng đối với việc xây dựng và sửa chữa tương đối thấp;
- Mức độ ô nhiễm tiếng ồn thấp hơn;
- Độ bền và tuổi thọ của mặt đường lớn hơn nhiều;
- Gia tăng khả năng tiếp xúc giữa mặt đường và lốp các xe lưu thông, qua đó gia tăng sự an toàn khi vận hành phương tiện trên loại mặt đường này.

Việt Nam là một quốc gia có khí hậu tương đối khắc nghiệt, khiến cho ảnh hưởng của thời tiết lên các công trình giao thông lớn, cùng với các hoạt động kinh doanh vận tải trên các tuyến đường phức tạp, gây ra áp lực lớn đối với các tuyến đường trọng yếu, đòi hỏi mức độ sửa chữa và cải tiến lớn. Phụ gia từ cao su lốp xe cũ trong công nghệ này có thể được sử dụng để vá bù và sửa chữa những chỗ bị nứt và gãy lớn trên mặt đường cũ và tạo chức năng kết nối các mảng đứt gãy.

2.2. Dùng lốp xe phế thải làm đường bê tông cơ khí (Mechanical Concrete Road)



Hình 4. Dùng lốp xe phế thải làm đường bê tông cơ khí [9].



Hình 5. Dùng lốp xe phế thải làm đường bê tông cơ khí [10].



Hình 6. So sánh vật liệu cần thiết cho đường thông thường và Mechanical Concrete Road [11].

Mechanical Concrete Road là một công nghệ giảm giữ cốt liệu hình trụ. Nó đã được Hiệp hội kỹ sư dân dụng Hoa Kỳ, ASCE, chọn là ý tưởng Kỹ thuật xanh khả thi nhất năm 2016 trong cuộc thi đổi mới thách thức lớn về cơ sở hạ tầng.

Mechanical Concrete Road sử dụng xi lanh để giới hạn nền đường bằng đá. Xi lanh được làm từ lốp ô tô đã qua sử dụng bằng cách loại bỏ cả hai thành bên của nó. Các xi lanh có nguồn gốc từ lốp xe là một sản phẩm mạnh mẽ, kinh tế và thân thiện với môi trường, tạo ra một ô hần như không thể phá hủy khi được lấp đầy bằng đá vôi hoặc các vật liệu tổng hợp xây dựng đường bộ khác đã được phê duyệt. Đó là một cách để liên kết các khối đá nghiền lại với nhau thành một đơn vị xây dựng di động chịu tải có thể hỗ trợ tải trọng nén và chống lại áp suất ngang được tạo ra khi đá dăm được đặt dưới tải trọng.

Mechanical Concrete Road có nguồn gốc từ lốp xe về cơ bản loại bỏ hầu như tất cả các vấn đề và sự cố bảo trì đường bộ bao gồm: nứt mối nối ngang, hư hỏng do áp suất, nứt ngang, lỗ nhỏ, xói mòn vai [11].

Mechanical Concrete Road là một phương pháp hiệu quả, chắc chắn, tiết kiệm để mở rộng tính hữu dụng và cải thiện khả năng chịu tải của vật liệu độn. Hơn nữa, với yêu cầu lao động phổ thông và chi phí ban đầu và bảo trì ít hơn cùng với độ bền tối đa so với đường truyền thống [11].

2.3. Làm tường hộ lan trên đường tại các khúc cua nguy hiểm và đường cứu hộ, cứu nạn

Hộ lan này được xây dựng bằng cách đóng trụ thép chôn sâu xuống dưới nền 1,4 m, sau đó lấy những lớp cao su cũ có đường kính từ 60 – 110 cm dán với nhau, bên trong đổ đầy cát trước khi gắn cố định vào trụ, sau đó sơn phản quang lên bánh xe. Thường áp dụng tại những nơi đoạn đường có đường cong nguy hiểm, nơi đường có chiều cao đắp lớn và đường cứu hộ xe.

Lốp ô tô cũ có tác dụng như hộ lan xoay mà nước ngoài hay sử dụng để đảm bảo an toàn giao thông. Khi phương tiện giao thông gặp sự cố, bức tường hộ lan cao su này sẽ có tác dụng đàn hồi và đỡ bên ngoài lề taluy, ngăn xe lao xuống vực. Cùng đó, lốp xe mềm, giúp giảm thiểu hư hại phương tiện khi va chạm. Được áp dụng tại nhiều cung đường đen, đèo dốc trên các tuyến Quốc lộ của nước ta như Đèo Lò Xo thuộc đường Hồ Chí Minh, Quốc lộ 12A đi cửa khẩu Cha Lo (Quảng Bình), Quốc lộ 6 đoạn Hòa Bình - Mộc Châu, Đèo Chiềng Đông (Yên Châu, Sơn La), Quốc lộ 1A thuộc tỉnh Bình Thuận...



**Hình 7.** Sơn phản quang hoàn thiện tường phòng hộ khung thép xếp lớp xe cũ chống va đập trên QL1A thuộc tỉnh Bình Thuận.



**Hình 8.** Tường hộ lan của hố cứu hộ cứu nạn làm bằng lớp xe phế thải trên Đèo Lò Xo thuộc đường Hồ Chí Minh (Quảng Nam) [12].

**2.4. Tạo nguồn vật liệu mới từ lớp xe phế thải và cốt liệu khác**

Các nhà nghiên cứu đã chỉ ra cách pha trộn giữa lớp xe cũ và đá vụn xây dựng có thể được sử dụng như một vật liệu làm đường bền vững, trong một giải pháp không chất thải để thúc đẩy tái chế và hỗ trợ nền kinh tế tuần hoàn. Việc xây dựng, cài tạo và phá dỡ chiếm khoảng một nửa lượng chất thải được sản xuất hàng năm trên toàn thế giới. Vật liệu mới, được phát triển bởi các nhà nghiên cứu tại Đại học RMIT ở Melbourne (Úc), là vật liệu đầu tiên kết hợp đá dăm tái chế và cao su trong một hỗn hợp được tối ưu hóa chính xác để đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn kỹ thuật đường bộ. Được thiết kế để sử dụng cho các lớp nền, hỗn hợp tái chế linh hoạt hơn các vật liệu tiêu chuẩn. Trường Đại học RMIT đã chỉ ra rằng hỗn hợp cao su đồ nát của họ hoạt động tốt khi được kiểm tra về khả năng chịu ứng suất, axit và nước, cũng như độ bền, biến dạng và các đặc tính động lực học. Độ co ngót thấp và tính linh hoạt tốt làm giảm nguy cơ nứt [11].



**Hình 9.** Pha trộn lớp xe phế thải với đá vụn làm lớp móng nền

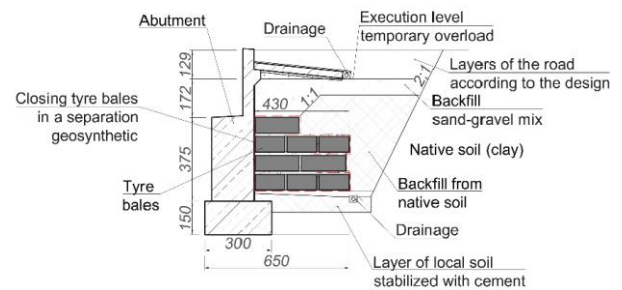


**Hình 10.** Pha trộn lớp xe phế thải với cốt liệu khác để đắp đất thành tường chắn [13].

Cốt liệu có nguồn gốc từ lớp xe (TDA) là vật liệu đắp nền tốt để sử dụng khi thiết kế tường chắn vì nó nhẹ hơn đất, thoát nước tốt, có khả năng chống ma sát cao và đặc tính giảm rung thuận lợi giúp giảm áp lực đáng kể lên tường [14]. Vì các kiện có trọng lượng nhẹ hơn so với vật liệu lấp thông thường nên chúng sẽ tạo ra ít độ lún của lớp đất bên dưới hơn và giảm áp lực ngang lên các kết cấu như tường chắn hoặc móng cầu.

**2.5. Làm vật liệu đắp móng cầu**

Kiện lớp đầu tiên được biết đến trong việc lấp đất móng của một cây cầu liên tục ba nhịp, nằm ở Sielnica ở phía đông nam của Ba Lan. Do trạng thái ứng suất phức tạp do neo các nhịp ở cả hai móng gây ra, các kiện lớp đặt trong đất đắp được sử dụng để giải bớt tải trọng móng trực tiếp và giảm đáng kể áp lực đất lên tường sau. Các kiện lớp xe bao gồm các lớp xen kẽ được bao bọc trong một loại vải địa kỹ thuật tổng hợp, ngăn cách lớp đắp thông thường với các kiện lớp. Để tránh các kiện lớp bị nén quá mức do tải trọng thẳng đứng, tấm chuyển tiếp được sử dụng dưới kết cấu mặt đường. Ngoài ra, để giảm thiểu biến dạng (lún) của đất đắp cài tiến, trước khi các tấm chuyển tiếp được đúc, gia tải tạm thời của các kiện lớp trong 7 ngày đã được áp dụng dưới dạng các tấm đường đúc sẵn với tổng trọng lượng 40 tấn. Thí nghiệm cho thấy rằng áp suất (cả chủ động và tĩnh) lên thành sau móng thấp hơn đáng kể trong trường hợp lấp bằng lớp thải khi so sánh với lấp bằng cát trung bình thông thường và một năm sau khi thông xe cầu, quan trắc mặt đường dẫn và móng cầu không có biến dạng [14].



**Hình 11.** Mô phỏng vật liệu đắp móng cầu bằng kiện lớp xe [14].



**Hình 12.** Đắp móng cầu Sielnica, Ba Lan: a) lớp kiện lớp đầu tiên được đặt phía sau tường sau; b) gia tải kiện lớp [14].

**2.6. Móng trên nền đất yếu**

Do các đặc tính có lợi của chúng, các kiện lớp được sử dụng làm nền đường trên nền đất yếu. Các kiện lớp nhẹ hơn đáng kể và cần ít lực nén hơn, cũng như rẻ hơn rất nhiều so với các vật liệu nhẹ thông thường hoặc đặc biệt, có thể được sử dụng cho nền đường nhẹ [14].

Kỹ thuật sử dụng kiện lớp xe phế thải làm nền đường trên nền đất yếu được sử dụng đầu tiên ở Hoa Kỳ, sau đó một số nước như Scotland, Phần Lan cũng áp dụng vào công trình và cho hiệu quả tích cực. Trong các dự án này, vật liệu nền trên con đường hiện tại đã được đào. Đó là đất sét mịn, thường ổn định nếu được giữ khô, nhưng rất nhạy cảm với độ ẩm. Vải địa kỹ thuật tổng hợp phân tách được đặt

xuống, một lớp kiện lớp dày khoảng 0,75 m được đặt trên vải dưới dạng lớp nền và sỏi được sử dụng để lấp đầy các khoảng trống (Hình 13a). Mặt đường cuối cùng gồm 0,45 m cấp phối đầm chặt, bao phủ các kiện (Hình 13b). Sau nhiều năm khai thác, những lợi ích sau của việc sử dụng các kiện lớp xe làm chất độn nhẹ trên đất mềm: tăng cường đường, cách nhiệt, thoát nước tốt hơn, chi phí thấp hơn so với chất độn thông thường, ít nhân công lắp đặt hơn vì các kiện đã được nén chặt và ít lún xuống theo thời gian [14].



**Hình 13.** Nền đường đóng kiện lớp ở Hạt Chautauqua, Hoa Kỳ: a) đặt lớp sỏi lên các kiện lớp; b) con đường đã hoàn thành [14].

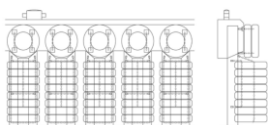
### 2.7. Đệm chống va tàu thuyền vào trụ cầu và cảng biển

Đệm chống va tàu vào trụ cầu có dạng trụ giả được đặt phía trước trụ cầu thông thuyền. Trụ thường làm bằng bê tông cốt thép hoặc trụ ống thép nhồi bê tông. Phía ngoài gắn vỏ xe phế thải bảo vệ chống va tàu thuyền. Khi tàu thuyền lưu thông trên sông nếu bị sự cố va vào trụ cầu giả thì những bánh xe này giúp giảm lực tác động của tàu đồng thời giúp tàu thuyền ít bị hư hỏng khi va chạm.

Đệm chống va tàu vào cảng biển dạng khí nén hay tên gọi khác đệm chống va cập tàu bằng cao su có bọc lớp xe phế thải và xích bảo vệ thân đệm là thiết bị chuyên dụng dùng cho tàu thuyền mỗi khi tiếp xúc với nhau chống va chạm hoặc dùng cho Dock tàu, ụ nổi khi tàu tiếp cận. Giúp cho tàu cập bến an toàn, giảm va chạm vào cầu cảng gây sức mẻ bê tông, móp boong tàu (Hình 17,19).



**Hình 17.** Lớp xe được sử dụng làm chắn bùn neo đậu trên cầu cảng Lowestoft [13].



**Hình 18.** Hình vẽ mô phỏng biện pháp bảo vệ chống va chạm tàu thuyền vào trụ cầu bằng lớp xe phế thải [13].



**Hình 19.** Ứng dụng lớp xe phế thải trong bến cảng và tàu thuyền [15].

### 2.8. Gia cố chống sạt lở bờ sông và mái kênh:

Nhiều nước trên thế giới đã sử dụng vỏ xe phế thải cho các công trình chống sạt lở bờ sông, bờ biển, dốc núi như Mỹ, Anh, Đức, Scotland, Úc, New Zealand, Malaysia... [13],[14].

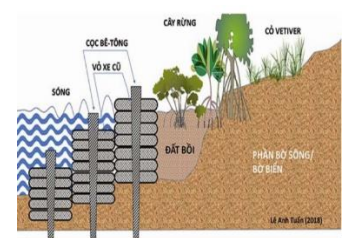
Ở An Giang, ngành thủy lợi cũng đã dùng cao su để làm đập nước (đập Tha La). Thuận lợi lớn nhất là có thể tận dụng vỏ xe phế thải như một vật liệu xây dựng bền chắc, rẻ tiền, hiệu quả, giảm chi phí xử lý chất thải. Việc thi công, lắp ráp cũng khá nhanh và gần như rất ít chi phí bảo dưỡng, quản lý. Bất lợi là sau nhiều năm, một số vỏ xe bị rách có thể tan lẩn trong nước, góp một phần ô nhiễm. Tuy nhiên, giải pháp này có thể giải quyết nếu người quản lý qua nhiều năm kiểm tra vỏ xe nào quá rách nát có thể thay thế.

Hiệu quả chống sạt lở ở các đê kè làm bằng vỏ xe phế thải khá rõ ràng, các vỏ xe khi liên kết lại đã triệt tiêu phần lớn năng lượng của sóng đứng ở ven bờ và tạo nên lực ma sát đến dòng chảy sông ngòi. Nhờ đó, các hạt lơ lửng và chất trầm tích trong nước bị giữ lại, lâu ngày tạo nên sự bồi tụ tại chỗ. Tùy thuộc vào đặc điểm vị trí, địa hình, sóng và dòng chảy, việc sử dụng vỏ xe phế thải đã giúp tiết kiệm khoảng một phần ba đến một phần hai chi phí nếu so sánh với việc xây dựng đê bê tông trước đó [13].

Biện pháp dùng vỏ xe đã qua sử dụng để làm đê kè chắn sóng, chống sạt lở bảo vệ bờ sông, bờ biển có thể kết hợp việc trồng cây rừng bản địa (đước, bần, dừa nước và cỏ, sậy). Có thể xem xét áp dụng cho vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long như một thử nghiệm chống sạt lở bằng giải pháp mềm là chủ yếu và có một phần cứng hỗ trợ (cọc trụ bê tông). Việc này cũng đã được áp dụng ở một số quốc gia trên thế giới (Hình 16).



**Hình 15.** Gia cố chống sạt lở mái ta luy bờ kênh [13].



**Hình 16.** Mô phỏng biện pháp gia cố chống sạt lở bờ kênh.

## 3. Kết luận

Việc tận dụng các lớp xe phế thải vào công trình giao thông và thủy lợi góp phần lớn bảo vệ môi trường, an toàn cho trụ cầu, bến cảng, chống sạt lở, đặc biệt là nạn chôn lấp hoặc đốt các phế phẩm làm nhiên liệu cho các nhà máy, đồng thời góp phần tiết kiệm được tài nguyên thiên nhiên và nguồn kinh phí lớn. Tuy nhiên, để các vỏ xe thể phải được tận dụng rộng rãi vào công trình giao thông và thủy lợi, thiết nghĩ các nhà hoạch định chính sách cần sớm đưa ra các hướng dẫn và tiêu chí lồng ghép các giải pháp tận dụng lớp xe phế thải vào trong quá trình thiết kế và thi công như một điều kiện bắt buộc.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. <https://nhandan.com.vn/tin-tuc-xa-hoi/chay-lon-tai-kho-phe-lieu-lop-xe-o-an-giang-366244/> (truy cập ngày 30/07/2019).
- [2]. <https://www.baogiaothong.vn/hai-hung-hang-ngan-lop-xe-cu-chat-dong-o-bo-bien-de-nuoi-hau-d476712.html> (truy cập ngày 26/08/2020).
- [3]. Davide Lo Presti, 2013, “*Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review*”, Construction and Building Materials 49, 863–881.
- [4]. Leopold Mbereyaho, Lewis Manzi, Prince Kamanzi, and Bertin Nizeyimana, 2021, “*Use and Influence of Tire Rubber Waste Powder in Bitumen Product*”, Journal of Engineering, Project, and Production Management, 11(2), 82–88.
- [5]. Atul A. Pasalkar, Yogesh M. Bajaj, Amol A. Wagh, Jitendra D. Dalvi, 2015, “*Comprehensive Literature Review on use of Waste Tyres Rubber in Flexible Road Pavement*”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181, Vol. 4 Issue 02.
- [6]. Samreen Bano and Dr. Syed Aqeel Ahmad, 2018, “*Application of Waste Tyre in Highway Pavement: A Literature Review*”, Journal of Civil Engineering and Environmental Technology p-ISSN: 2349-8404; e-ISSN: 2349-879X; Volume 5, Issue 8; pp. 556-562.
- [7]. <http://www.tapchigiaothong.vn/thi-diem-cong-nghe-moi-be-tong-nhua-duong-cao-su-d2122.html> (truy cập ngày 15/04/2015).
- [8]. <https://baoxaydung.com.vn/ap-dung-cong-nghe-be-tong-nhua-duong-cao-su-hoa-tai-viet-nam-190114.html> (truy cập ngày 23/08/2016).
- [9]. <http://www.mechanicalconcrete.com/uses/gallery/>.
- [10]. Abhijeet Chakrey, Priya Pawar, 2015, “*Advantages of Mechanical Concrete Road Over Conventional Road*”, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-5 Issue-1 June 2015.
- [11]. Abhijeet Chakrey, Suraj Tandale, 2020, “*Comparison of Conventional and Mechanical Concrete Road*”, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET) 2319-8753, p-ISSN: 2320-6710, Volume-9 Issue-5.
- [12]. <http://m.baokontum.com.vn/an-toan-giao-thong/trien-khai-cac-giai-phap-bao-dam-an-toan-giao-thong-tren-deo-lo-xo-10950.html>, (truy cập ngày 29/03/2019).
- [13]. Mr JD Simm and several advisory board members, 2005, “*Sustainable Re-use of Tyres in Port, Coastal and River Engineering*”, ISBN 1-8443-2391-9, HR Wallingford, UK.
- [14]. A. Duda, T. Siwowski, 2021, “*Waste tyre bales in road engineering: an overview of applications*”, Warsaw University Of Technology, ISSN 1230-2945, Vol. LXVII ISSUE 3 2021, s. 213–230.
- [15]. <http://thietbithuanphat.com/dem-chong-va-dap-tau/>.