

# NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG XỈ ĐÁY NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THUỘC NHÀ MÁY ALUMIN NHÂN CƠ ĐẮC NÔNG LÀM ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG

Vũ Bá Thao, Phạm Văn Minh, Phan Việt Dũng  
Viện Thủy công

**Tóm tắt:** Nhu cầu cứng hóa mặt đường giao thông nông thôn (GTNT) tỉnh Đắk Nông rất lớn do mặt đường đất chiếm khoảng 28% so với toàn bộ các loại đường giao thông. Tận dụng xỉ đáy nhà máy nhiệt điện địa phương thay thế vật liệu truyền thống trong xây dựng đường GTNT, đảm bảo độ bền, giảm giá thành, giảm tác hại môi trường và phát triển mạng lưới đường GTNT là nhu cầu cấp thiết tại tỉnh Đắk Nông; đồng thời cũng là xu hướng phát triển kinh tế tuần hoàn hiện nay. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu và công trình thí điểm sử dụng xỉ đáy Nhà máy Nhiệt điện thuộc Nhà máy Alumin Nhân Cơ Đắk Nông làm đường bê tông xi măng. Kết quả thí nghiệm cường độ nén, kéo và mô đun đàn hồi của mẫu đúc và mẫu khoan bê tông mặt đường sau thi công cho thấy bê tông sử dụng xỉ đáy đảm bảo yêu cầu kỹ thuật làm kết cấu đường GTNT.

**Từ khóa:** Đường giao thông nông thôn, xỉ đáy, bê tông xi măng, kinh tế tuần hoàn.

**Summary:** Dak Nong province is urgently in an increased demand for hardening of rural soil roadbed construction (RSRC) which accounts for about 28% of the total types of roads in the province. A possible solution to the hardening of RSRC is to take advantage of the bottom slag from local coal-based thermal power plants to replace the traditional construction materials of rural roads. This solution may ensure durability, reduce costs and environmental harm, and promote the development of rural road network in Dak Nong province. Reused bottom slag nowadays also is a trend of circular economy. This article presents significant results and pilot projects using the bottom slag of the thermal power plant of Nhan Co Dak Nong alumina plant to construct cement concrete roads. The results of compression, tensile strength and elastic modulus tests of castings and drilling samples of pavement structure layers after construction ensured the technical requirements for the construction of rural roads.

**Keywords:** Rural road, bottom slag, bottom slag concrete, circular economy.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống đường giao thông nông thôn (GTNT) đóng vai trò rất quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội, trong công nghiệp hóa sản xuất, thu hoạch, chế biến, tiêu thụ sản phẩm và cơ giới hóa sản xuất nông nghiệp [1], [2]. Tại Đắk Nông, toàn tỉnh có 5326 km đường trong đó: tỉnh lộ 226 km; huyện lộ 650 km; đường đô thị 297 km; đường chuyên dùng 58 km; đường

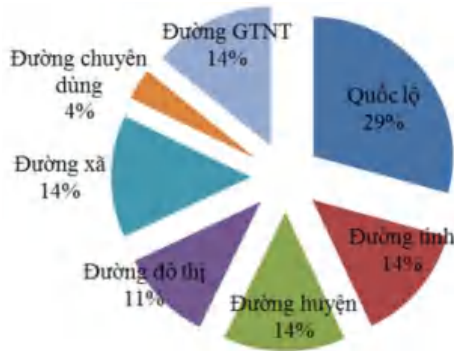
GTNT 3153 km (Hình 1 và Hình 2). Trong đó, mặt đường chưa được cứng hóa chiếm tỷ lệ khá lớn, khoảng 28%. Hệ thống đường giao thông trên địa bàn tỉnh Đắk Nông chủ yếu cấu tạo qua vỏ phong hóa của đá bazan, là loại đất được xếp vào loại đất có tính chất Địa chất công trình đặc biệt do hàm lượng hạt sét, bụi cao, tính dẻo lớn, khối lượng thể tích khô nhỏ, có từ tính, khó đầm chặt, đặc biệt có độ tan rã cao khi gặp nước [3]. Vào mùa mưa, dưới tác động của lượng mưa tập trung lớn đất bị bão hòa nước làm suy giảm khả năng chịu tải, tăng khả năng biến dạng của nền, dẫn tới phá

Ngày nhận bài: 07/11/2019

Ngày thông qua phản biện: 02/12/2019

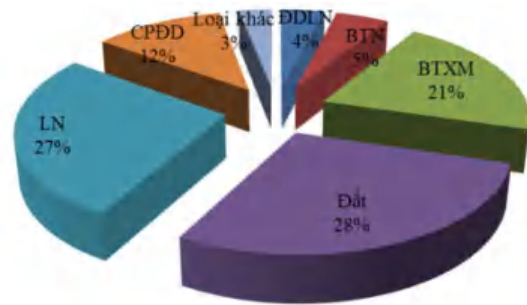
Ngày duyệt đăng: 18/12/2019

hại kết cấu mặt và nền đường, ngoài ra gây xói mòn đường nghiêm trọng, đặc biệt đối với đường đất chưa được cứng hóa. Vì vậy, nhu



Hình 1: Biểu đồ tỷ lệ các loại đường bộ tỉnh Đắk Nông

cầu cứng hóa mặt đường GTNT tỉnh Đắk Nông cũng như khu vực Tây Nguyên là rất cần thiết.



Hình 2: Biểu đồ tỷ lệ các loại kết cấu mặt đường tỉnh Đắk Nông

Trên địa bàn tỉnh Đắk Nông có nhà máy nhiệt điện thuộc nhà máy nhôm Nhân Cơ hoạt động với công suất 30 MW sử dụng nguyên liệu đốt là than cám và than cục. Để nhà máy nhôm Nhân Cơ hoạt động với công suất là 650.000 tấn nhôm/năm cần lượng than cám là 280.000 tấn và 96.000 tấn than cục, do vậy lượng tro bay và xỉ đáy lò phát thải hàng năm khoảng 120,240 tấn. Hiện nay, lượng xỉ đáy lò thải ra từ nhà máy một phần đang được sử dụng làm gạch không nung, tro bay được thu gom tại các bãi đổ thải, v.v... lượng tiêu thụ ít lượng dư thừa lớn, nếu không có giải pháp tận dụng các nguồn xỉ đáy này, trong tương lai cần mở rộng bãi đổ thải và kèm theo đó là nguồn kinh phí lớn để bảo vệ môi trường. Do đó, nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ sử dụng xỉ đáy trong xây dựng có ý nghĩa lớn, sẽ hạn chế sử dụng nguồn nguyên vật liệu xây dựng tự nhiên, giảm thiểu tác động môi trường, thu hẹp kho bãi chứa chất thải, giảm chi phí xây dựng, thúc đẩy xây dựng cơ bản để phát triển kinh tế trong vùng. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu và ứng dụng tro bay thay thế một phần xỉ măng và xỉ đáy thay thế vật liệu truyền thống cát, đá, xỉ măng để xây dựng kết cấu đường GTNT trên địa bàn tỉnh Đắk Nông.

## 2. VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đánh giá khả năng sử dụng xỉ đáy làm cốt liệu cho bê tông



Hình 3: Khảo sát thành phần hạt xỉ đáy tại công ty Cổ phần công nghiệp Đắk Nông

Xỉ đáy lò phát thải của nhà máy được thu gom và tập kết tại các bãi thải, kết quả điều tra khảo sát thực tế tại hiện trường cho thấy đường kính cỡ hạt (D) của xỉ đáy phân bố từ  $D > 20$  mm đến  $D < 0.14$  mm, một số hình ảnh phân loại các nhóm hạt xỉ đáy tại công ty Cổ phần công nghiệp Đắk Nông, Hình 3. Như vậy, theo tiêu chuẩn TCVN 7570: 2006, dựa vào đường kính hạt  $D = 5$ mm có thể phân xỉ đáy lò ra thành hai nhóm, nhóm xỉ hạt thô ( $D > 5$  mm) và nhóm xỉ hạt mịn ( $D < 5$  mm). Trong nghiên cứu này, xỉ hạt thô sẽ được thí nghiệm để đánh giá khả năng thay thế cốt liệu đá dăm, xỉ hạt mịn được thí nghiệm để đánh giá khả năng thay cát,

dùng làm cốt liệu trong bê tông.

Đánh giá khả năng sử dụng xỉ đáy làm cốt liệu cho bê tông được thực hiện tại phòng Nghiên cứu vật liệu - Viện Thủy công, các chỉ tiêu thí nghiệm được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN

7572: 2006 và đánh giá theo yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 7570: 2006. Kết quả thí nghiệm xỉ hạt nhỏ, được thể hiện trong Bảng 3, thành phần hạt xem Bảng 4.

**Bảng 3: Một số chỉ tiêu của xỉ hạt nhỏ**

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,55	-	TCVN7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	1310	-	TCVN7572-6:2006
3	Mô đun độ lớn	-	2,7	≥ 2	TCVN7572-2:2006
4	Hàm lượng bùn, bụi, sét	%	1,6	≤ 3	TCVN7572-8:2006
5	Hàm lượng hạt lớn hơn 5	%	0,0	-	TCVN7572-2:2006
6	Thành phần hạt		-		TCVN7572-2:2006

**Bảng 4: Thành phần hạt của xỉ hạt nhỏ**

TT	Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót trên từng sàng		Lượng sót tích lũy %	Yêu cầu, TCVN 7570: 2006, %
		g	%		
1	5	0	0	0	-
2	2,5	154	15,4	15,4	0 ÷ 20
3	1,25	229	22,9	38,3	15 ÷ 45
4	0,63	196	19,6	57,9	35 ÷ 70
5	0,315	163	16,3	74,2	65 ÷ 90
6	0,14	143	14,3	88,5	90 ÷ 100
7	Đáy	115	11,5	100	-
8	Khối lượng mẫu thử	1000	100	(Khối lượng mẫu thử cho cốt liệu nhỏ)	

Kết quả phân tích thành hạt và mô đun độ lớn cho thấy, phần xỉ mịn tương đương với cát hạt thô, hầu hết các chỉ tiêu đều đảm bảo làm cốt liệu để chế tạo bê tông, ngoại trừ lượng lọt sàng 0,14 lớn hơn yêu cầu kỹ thuật. Như vậy,

nếu loại bỏ một phần nhóm hạt có đường kính < 0,14 mm thì xỉ mịn có thể thay thế cho cát làm cốt liệu nhỏ trong bê tông.

Kết quả thí nghiệm xỉ hạt thô được thể hiện trong Bảng 5, thành phần hạt xem Bảng 6.

**Bảng 5: Kết quả thí nghiệm xỉ hạt thô**

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,55	-	TCVN7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	13,6	-	TCVN7572-6:2006
3	Hàm lượng bùn, bụi bản	%	0,4	2	TCVN7572-8:2006

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu	Phương pháp thử
4	Cường độ nén đập	%	36,3	-	TCVN7572-11:2006
5	Hệ số hóa mềm	-	0,78	-	TCVN7572-11:2006
6	Thành phần hạt				TCVN7572-2:2006

Kết quả thí nghiệm cho thấy, thành phần hạt và hàm lượng bụi bùn sét của xi đáy lò hạt thô đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật làm cốt liệu thô cho bê tông. Cường độ nén đập 36,3% quy về

mác đá dăm là 30 MPa, theo TCVN 7570: 2006 yêu cầu phải > 1,5 lần cường độ bê tông chế tạo, vì vậy chỉ phù hợp để chế tạo bê tông có cường độ nén tuổi 28 ngày dưới 20 MPa.

**Bảng 6: Thành phần hạt của xỉ hạt thô**

TT	Kích thước lỗ sàng	Lượng sót trên từng sàng		Lượng sót tích lũy, %	Yêu cầu, TCVN 7570: 2006, %
	mm	g	%		
1	40	0,0	0,0	0,0	0,0
2	20	112	1,1	1,1	0 ÷ 10
3	10	3680	36,8	37,9	40 ÷ 70
4	5	5994	59,94	97,9	90 ÷ 100
5	Đáy	214	2,14	100,0	-
6	Khối lượng mẫu	10000,0	100	Khối lượng mẫu thử cho cốt liệu $D_{max} = 20$ mm	

## 2.2. Thiết kế cấp phối bê tông

Dựa trên kết quả phân tích vật liệu đầu vào ở phần trên tiến hành thiết kế các cấp phối bê tông mác 200 cho các đoạn đường thử nghiệm, với các thành phần vật liệu khác nhau. Các cấp phối lần lượt được thiết kế như sau: Cấp phối 1 - xỉ hạt mịn thay cát: Đá dăm 1x2 + xỉ hạt

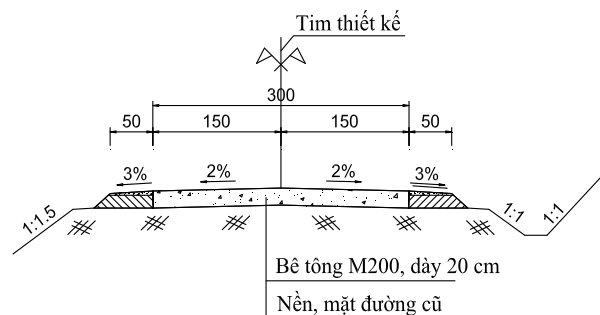
mịn + xỉ măng; Cấp phối 2 - xỉ hạt thô thay một phần đá dăm, xỉ hạt mịn thay cát: Đá dăm 1x2 + xỉ hạt thô + xỉ hạt mịn + xỉ măng; Cấp phối 3 - bê tông truyền thống, đoạn đối chứng: Đá dăm 1x2 + cát vàng + xỉ măng, kết quả thiết kế cấp phối bê tông được thể hiện như Bảng 7.

**Bảng 7: Thiết kế cấp phối bê tông**

TT	Cấp phối	Xi măng kg	Tro bay	Nước kg	Cốt liệu mịn kg		Cốt liệu thô kg		Cường độ nén MPa		Độ sụt cm
					Hạt mịn	Hạt trung	Hạt thô	Đá 1x2	7 ngày	28 ngày	
1	CP1	353		231	690			1030	15.9	22.4	6
2	CP2	414		257	335	566		679	17.4	23.7	4
3	CP3	379		213	(cát vàng) 726			1050	16.6	23.5	5

### 3. MÔ HÌNH THỬ NGHIỆM ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI ĐÁY

#### 3.1. Giới thiệu mô hình thử nghiệm



Hình 4: Mặt cắt ngang đường thử nghiệm

Đường thử nghiệm bê tông xi đáy là tuyến đường vào nhà máy xử lý rác tại xã Đạo Nghĩa, huyện Đắk R'Lấp có tổng chiều dài 240 m. Đường là đất tự nhiên, phương tiện qua lại hàng ngày chủ yếu là xe chở rác vào nhà máy, ngoài ra vào mùa thu hoạch còn các phương tiện khác như máy cày, xe tải trọng lớn v.v... chở nông sản. Đường được thiết kế với tổng chiều dài 240 m, rộng 3 m, hai bên lề

rộng 0.5 m, kết cấu mặt đường là bê tông M200, chiều dày 20 cm [3] với 03 cấp phối khác nhau: CP1: Đá dăm 1x2 + xi hạt mịn + xi măng; CP2: Đá dăm 1x2 + xi hạt thô + xi hạt mịn + xi măng; CP3: Đá dăm 1x2 + cát vàng + xi măng. Mặt cắt ngang đường thử nghiệm, Hình 4.

#### 3.2. Trình tự thi công

Trình tự thi công đường bê tông xi đáy được thực hiện các bước như sau: 1) Tạo phẳng mặt đường đất tự nhiên bằng máy ủi; 2) Lu lèn nền bằng máy lu đạt độ chặt,  $K > 0,9$  đảm bảo  $E^3 > 50$  MPa,  $CBR^3 > 6\%$ ; 3) Phủ ni lông bề mặt nền đường; 4) Lắp dựng ván khuôn; 5) Đổ bê tông mặt đường; 6) Đầm, san gạt và tạo phẳng bề mặt; 7) Cắt khe co giãn, đổ đầy khe bằng nhựa mattic; 8) Bảo dưỡng bê tông, đảm bảo bê tông không bị nứt; 9) Kiểm tra và nghiệm thu. Một số hình ảnh thi công mô hình thử nghiệm, Hình 5.



Hình 5: Một số hình ảnh thi công mô hình thử nghiệm. a) Lu phẳng bề mặt nền đường; b) Trải nilon, lắp ván khuôn; c) Đầm, san gạt và tạo phẳng bề mặt

#### 3.3. Đánh giá chất lượng thi công đường

##### 3.3.1. Chất lượng lu nền nền đường

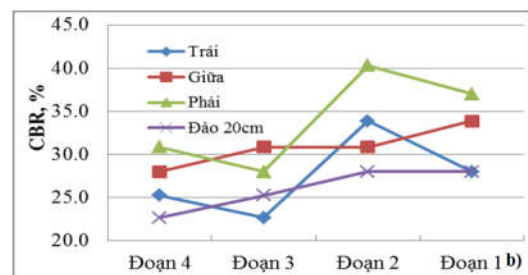
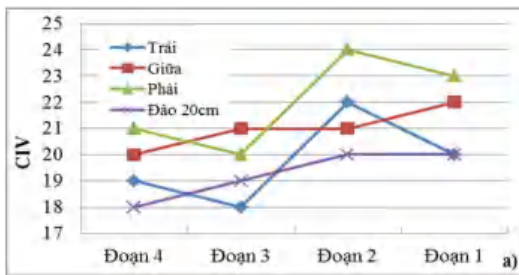
Kiểm tra chất lượng lu nền nền đường bằng phương pháp thí nghiệm Clegg Impact Soil Tester (gọi tắt là CIV) được áp dụng rộng rãi trên thế giới với chi phí thấp và thời gian thí nghiệm nhanh chóng [4, 5]. Kết quả thí

nghiệm CIV được quy đổi ra sức chịu tải California (CBR) theo công thức (1) của Clegg (1980) [4]. Hình ảnh thí nghiệm CIV tại hiện trường, Hình 6 và kết quả thí nghiệm CIV và giá trị CBR quy đổi được thể hiện trong Hình 7.

$$CBR = 0,07(CIV)^{2,0} \quad (1)$$



Hình 6: Kiểm tra chất lượng nền đường.  
a) Đào hố kích thước 30x30x20 cm; b) Thí nghiệm CIV



Hình 7: Kiểm tra chất lượng nền đường.  
a) Kết quả thí nghiệm CIV; b) Kết quả CBR quy đổi

Kết quả quy đổi từ CIV sang CBR cho thấy chất lượng nền đường đảm bảo yêu cầu kỹ thuật  $CBR_{tt} = 26\% > [CBR] = 6\%$ . Chất lượng nền đường bên phải tốt hơn bên trái, phần giữa nền đường không thay đổi nhiều theo toàn tuyến. Chỉ số CBR ở độ sâu 20 cm có giá trị nhỏ hơn và biến đổi tương đồng so với giá trị CBR của phần giữa nền đường.

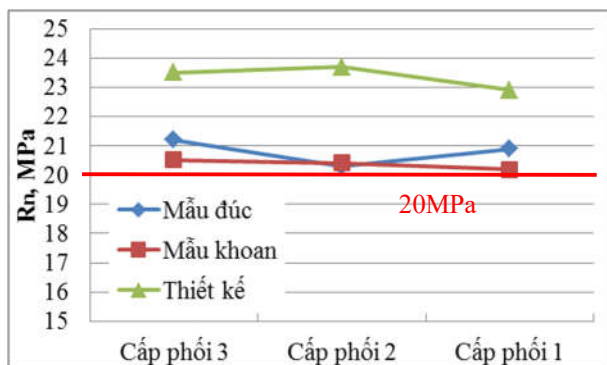
### 3.3.2. Chất lượng thi công bê tông

Đánh giá chất lượng thi công đường bằng bê

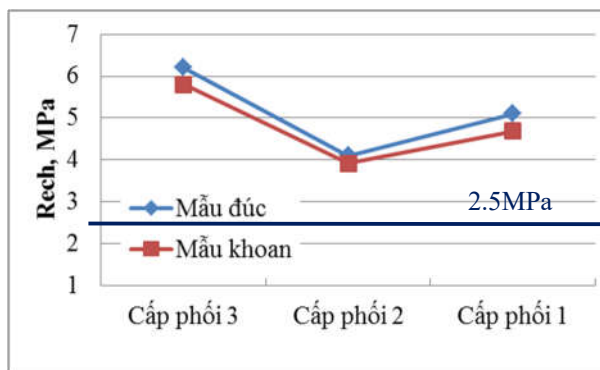
tông xi đáy nhóm nghiên cứu đã tiến hành đúc mẫu trụ và mẫu lập phương đồng thời với quá trình thi công tại hiện trường (Hình 8a) và khoan lấy lõi sau khi thi công xong sau 28 ngày tuổi (Hình 8b). Các mẫu được thí nghiệm tại phòng Nghiên cứu vật liệu - Viện Thủy công để thí nghiệm xác định cường độ kháng nén, kéo và mô đun đàn hồi của bê tông xi đáy [6], [7], [8], [9]. Kết quả thí nghiệm được thể hiện như Hình 9, Hình 10, Hình 11. Một số hình ảnh thí nghiệm Hình 12.



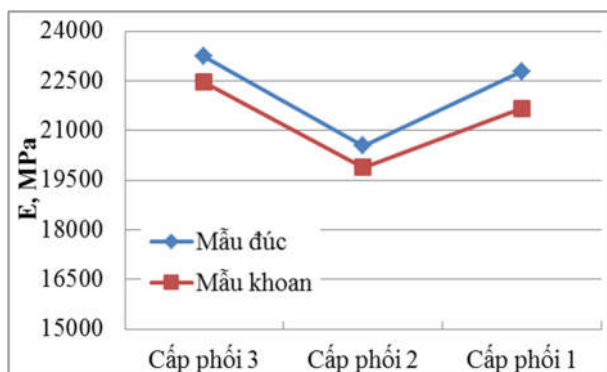
Hình 8: Lấy mẫu hiện trường.  
a) mẫu đúc trong khi thi công; b) mẫu khoan sau thi công 28 ngày.



Hình 9: Cường độ chịu nén của mẫu đúc và mẫu khoan



Hình 10: Cường độ chịu kéo của mẫu đúc và mẫu khoan



Hình 11: Mô đun đàn hồi



Hình 12: Thí nghiệm nén mẫu

Kết quả thí nghiệm cường độ nén, kéo và mô đun đàn hồi của các cấp phối bê tông xi đáy khác nhau áp dụng cho các đoạn 1 và 2 so với cấp phối bê tông truyền thống thấy rằng cấp phối của đoạn 1 và đoạn 2 đạt yêu cầu M200. CP1 và CP2 thỏa mãn điều kiện làm mặt đường bê tông cấp B theo Quyết định số

1444/QĐ-UBND tỉnh Đắk Nông [10] hoặc làm lớp móng dưới mặt đường bê tông nhựa theo tiêu chuẩn Áo đường cứng đường ô tô [11]. Sau khi thi công xong mô hình thử nghiệm đường GTNT sử dụng bê tông xi đáy các Sở, Ban ngành địa phương đã xuống kiểm tra đánh giá mô hình đường. Hình 13.



Hình 13: Kiểm tra đánh giá hiện trường.

- a) Đoàn kiểm tra đánh giá sau khi thi công xong;
- b) Đoàn kiểm tra đánh giá sau khi thi công xong 5 tháng.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm và công trình thí điểm sử dụng xi đáy Nhà máy Nhiệt điện thuộc Nhà máy Alumin Nhân Cơ Đắk Nông làm đường bê tông xi măng, một số kết luận như sau:

- Xi đáy từ Nhà máy Nhiệt điện thuộc Nhà máy Alumin Nhân Cơ Đắk Nông cần được sàng phân loại thành phân hạt trước khi có thể dùng để thay thế vật liệu truyền thống như cát, đá trong vữa và bê tông. Cần phải loại bỏ nhóm hạt có đường kính < 0,14 mm để xi mịn có thể thay thế cho cát làm cốt liệu nhỏ trong bê tông.
- Xi hạt mịn có thể thay thế được cát dùng trong vữa và bê tông. Đối với mác bê tông nhỏ hơn hoặc bằng M200, xi hạt mịn thay thế được 100% cát, xi hạt thô có thể thay thế tối đa 30% đá 1x2. Tuy vậy vì xi đáy có tính hút nước cao hơn cốt liệu truyền thống, lượng xi măng và nước dùng cho bê tông tro đáy nhiều hơn bê tông truyền thống. Xi hạt thô chỉ đảm bảo

cường độ để làm cốt liệu thay thế đá 1x2 đối với mác bê tông không lớn hơn M200.

- Kết quả thí nghiệm trong phòng và hiện trường kiểm tra cường độ kháng nén, kháng kéo và mô đun đàn hồi của các cấp phối bê tông xi đáy cấp phối CP1 (Đá dăm 1x2 + Xi hạt mịn + xi măng) và CP2 (Đá 1x2, xi hạt thô, xi hạt mịn, xi măng) cho thấy, bê tông xi đáy thỏa mãn điều kiện làm mặt đường bê tông cấp B theo Quyết định số 1444/QĐ-UBND tỉnh Đắk Nông hoặc làm lớp móng dưới mặt đường bê tông nhựa theo tiêu chuẩn Áo đường cứng đường ô tô.

#### LỜI CẢM ƠN

Bài báo là kết quả nghiên cứu của Đề tài cấp Tỉnh “Nghiên cứu đề xuất ứng dụng các giải pháp khoa học công nghệ trong việc tái sử dụng tro xi nhà máy Công ty nhôm Đắk Nông phục vụ xây dựng công trình hạ tầng nông thôn trên địa bàn tỉnh Đắk Nông”, do Sở Khoa học và Công nghệ Đắk Nông giao Viện Thủy công chủ trì thực hiện.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giao thông Vận tải (2015), Báo cáo Tổng kết 5 năm (2010-2015) xây dựng GTNT gắn với mục tiêu xây dựng nông thôn mới và phương hướng nhiệm vụ mục tiêu giai đoạn 2016 -2020, 7/2015.
- [2] Bộ Giao thông vận tải (2011), Quyết định số 315/QĐ - BGTVT ngày 23/02/2011 về hướng dẫn lựa chọn quy mô kỹ thuật đường GTNT.
- [3] Sở Giao thông vận tải tỉnh Đắk Nông (2019), Báo cáo thống kê định kỳ hệ thống quốc lộ và đường giao thông địa phương trên địa bàn tỉnh.
- [4] Clegg impact soil tester 4,5kg Standard Hammer, operators manual, 2003.
- [5] Nguyễn Huy Vượng, Vũ Bá Thao, Đinh Văn Thức (2018). Tương quan giữa chỉ số cbr và civ trong xác định sức chịu tải nền đường trên đất bazan khu vực tây nguyên. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 42-2018, pp 1-7.
- [6] TCVN 3118-1993: Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén của bê tông.
- [7] TCVN 3119-1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn.
- [8] ASTM C469 - Phương pháp xác định mô đun đàn hồi và hệ số poisson.
- [9] TCXDVN 239- 2006 – Bê tông nặng - Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.
- [10] UBND tỉnh Đắk Nông (2013), Quyết định số 1444/QĐ-UBND tỉnh Đắk Nông về ban hành thiết kế mẫu, thiết kế điển hình, định mức đối với các công trình GTNT có quy mô nhỏ, kỹ thuật thi công đơn giản, có giá trị công trình £ 3 tỷ.
- [11] 22TCN223-95 (1995), Áo đường cứng đường ô tô - Tiêu chuẩn thiết kế.