

# Nghiên cứu thực nghiệm xác định một số chỉ tiêu cường độ của cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng kết hợp phụ gia Descobon500

## An experimental investigation to identify some key indicators for cement-stabilized natural aggregates using Descobon500 additive

Nguyễn Văn Long<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Quốc Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nhóm nghiên cứu Xây dựng và môi trường trong phát triển bền vững (CESD), Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình giao thông tỉnh Bình Định

\*Email liên hệ: vanlong.nguyen@ut.edu.vn

### Tóm tắt:

Việc sử dụng cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng kết hợp phụ gia Descobon500 (DB500) làm các lớp móng đường sẽ góp phần giải quyết bài toán về khan hiếm nguồn vật liệu hiện nay. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xác định các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng kết hợp phụ gia DB500. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của cấp phối thiên nhiên gia cố 8% xi măng có sử dụng phụ gia DB500 cao hơn mẫu không sử dụng DB500 (mẫu đối chứng) ở 14 ngày tuổi lần lượt là 24,85% và 20,40%, ở 28 ngày tuổi lần lượt là 18,17% và 17,64%. Ngoài ra, khi sử dụng phụ gia DB500, cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng cũng phát triển nhanh hơn mẫu đối chứng. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả kiến nghị sử dụng cấp phối thiên nhiên gia cố 8% xi măng kết hợp phụ gia DB500 với hàm lượng 3,78 lít/m<sup>3</sup> hỗn hợp để làm lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng cho đường cấp II trở lên.

**Từ khóa:** Cấp phối thiên nhiên; Chỉ số CBR; Cường độ chịu nén; Cường độ chịu ép chẻ; Phụ gia DB500.

### Abstract:

The current problem of scarcity of construction materials will be solved by using Descobon500 (DB500) additive and cement-stabilized natural aggregate as the bases and subbases for road pavement. This paper presents the results of an experimental study conducted to determine the strength characteristics of the cement-stabilized natural aggregates using DB500 additive. Experimental results showed that the compressive and splitting tensile strengths of the 8% cement-stabilized natural aggregates using DB500 additive are higher than those without DB500 (control sample) in 14 days, with respective values of 24,85% and 20,40%, and in 28 days, with respective values of 18,17% and 17,64%. In addition, when using the DB500 additive, the compressive and splitting tensile strengths of the cement-stabilized natural aggregates also developed faster than those of the control sample. Based on the research results, the authors recommend using the 8% cement-stabilized natural aggregates and 3,78 liters/m<sup>3</sup> of DB500 additive as a layer for road foundations for asphalt and concrete surfaces for class II roads and higher.

**Keywords:** Natural aggregate; CBR index; Compressive Strength; Splitting tensile strength; DB500 additive.

## 1. Giới thiệu

Nhận được sự quan tâm từ Chính phủ, mạng lưới hạ tầng giao thông đường bộ Việt Nam đang từng bước được hoàn thiện nhằm đáp ứng nhu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Trong những năm gần đây, hệ thống đường cao tốc, đường quốc lộ và đường địa phương từng bước được đầu tư xây dựng mới, nâng cấp và sửa chữa. Phần lớn trong số đó sử dụng lớp móng bằng vật liệu cấp phối đá dăm. Tuy nhiên, nguồn cấp phối đá dăm đang ngày càng cạn kiệt dẫn đến sự thiếu hụt vật liệu đảm bảo chất lượng làm các lớp móng đường tại nhiều dự án đang triển khai. Trong khi đó, tại một số địa phương ở Việt Nam, nguồn vật liệu cấp phối thiên nhiên (CPTN) có trữ lượng rất lớn, nhưng chất lượng không đảm bảo do cường độ thấp, kém ổn định nhiệt và nước nên chủ yếu được sử dụng để đắp nền đường. Để giải quyết vấn đề thiếu hụt nguồn vật liệu sử dụng cho các dự án đầu tư xây dựng công trình đường bộ và hạn chế các vấn đề tiêu cực về môi trường do khai thác đá dăm gây ra, đồng thời tận dụng được nguồn vật liệu địa phương sẵn có, cần nghiên cứu cải thiện vật liệu tại chỗ bằng các chất kết dính vô cơ để thay thế cấp phối đá dăm làm các lớp móng đường. CPTN gia cố xi măng là loại vật liệu làm móng, mặt đường rất phổ biến nhờ tận dụng vật liệu tại chỗ nên giá thành thấp, tính ổn định nhiệt và nước cao. Có nhiều nghiên cứu về vấn đề này đã được thực hiện ở trong và ngoài nước, tất cả đều cho kết quả tương đối khả quan [1]-[9].

Trên cơ sở đánh giá ảnh hưởng của xi măng và tro bay đến các chỉ tiêu cường độ của đất, nghiên cứu [3] kiến nghị sử dụng đất tại chỗ gia cố 8% xi măng kết hợp 2% tro bay để làm móng đường ở tỉnh Long An. Nguyễn Thanh Giang [4] đã kiến nghị sử dụng đất gia cố 8-10% xi măng để làm lớp móng dưới của đường ô tô trên địa bàn tỉnh Bình Phước. Phạm Hoàng Nhân [5] cho rằng sử dụng đất gia cố 8% với kết hợp phụ gia SA44/LS40 với hàm lượng 1 lít/30 m<sup>3</sup> đất để làm đường ô tô trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

Ngoài ra, cũng có thể xem xét phương án gia cố CPTN bằng xi măng kết hợp phụ gia để làm các lớp móng đường. Trong nghiên cứu của Nguyễn Văn

Long và Diệp Thanh Tùng [6], trên cơ sở nghiên cứu ảnh hưởng của xi măng và phụ gia Mapefluid N100 SP đến các chỉ tiêu cường độ của CPTN, nhóm tác giả kiến nghị sử dụng vật liệu CPTN gia cố 7% xi măng và phụ gia Mapefluid N100 SP với hàm lượng 0.8 lít/100 kg xi măng để làm các lớp móng kết cấu áo đường.

Một giải pháp đã được sử dụng tại một số dự án ở Việt Nam và bước đầu cho kết quả khả quan đó là gia cố đất tại chỗ bằng xi măng kết hợp phụ gia DB500. Đây là một loại phụ gia polymer do công ty Cổ phần Thế giới thông minh cung cấp, có tác dụng làm ổn định đất, không độc hại đối với môi trường. Phụ gia này được chế tạo bằng phương thức polymer hóa các hợp chất có tính liên kết hóa sinh cao nhờ đó tạo ra sản phẩm có tính thẩm thấu và liên kết các vật chất trong đất một cách bền vững. DB500 phù hợp với tất cả các loại đất, đặc biệt là đất cát, đất pha cát, đất sỏi đồi.

Bài báo này trình bày kết quả thực nghiệm xác định một số chỉ tiêu cường độ của CPTN gia cố xi măng kết hợp phụ gia DB500. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả kiến nghị hàm lượng xi măng và phụ gia DB500 hợp lý để gia cố CPTN làm các lớp móng đường.

## 2. Nghiên cứu thực nghiệm

### 2.1. Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu CPTN được lấy tại 04 vị trí khác nhau trên địa bàn tỉnh Bình Định:

- Mẫu 01: Tại mỏ đất đèo Bình Đê, huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định;
- Mẫu 02: Tại mỏ đất Núi Đất Đèo Nhông, huyện Phù Mỹ, tỉnh Bình Định;
- Mẫu 03: Tại mỏ đất Giồng Điều, huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định;
- Mẫu 04: Tại mỏ đất Long Mỹ, huyện Tuy Phước, tỉnh Bình Định.

Kết quả thí nghiệm xác định thành phần hạt của 04 mẫu vật liệu theo TCVN 7572-2:2006 [10] được thể hiện trong bảng 1.

**Bảng 1.** Kết quả thí nghiệm xác định thành phần hạt của các mẫu CPTN.

Cỡ sàng, mm	Hàm lượng lọt sàng, %				Yêu cầu theo TCVN 8858-2011		
	Mẫu 01	Mẫu 02	Mẫu 03	Mẫu 04	Cấp phối loại A	Cấp phối loại B	Cấp phối loại C
37,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100	
25,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	75-95	100
19,00	100,00	100,00	97,78	90,65	-	-	-
9,50	95,59	94,09	95,33	68,49	30-65	40-75	50-85
4,75	77,88	73,41	75,59	50,61	25-55	30-60	35-65
2,00	64,23	61,23	56,28	37,79	15-40	20-45	25-50
0,425	39,36	40,92	39,15	23,59	8-20	15-30	15-30
0,075	22,44	22,03	21,55	12,11	2-8	5-15	5-15

Các kết quả thí nghiệm ở bảng 1 cho thấy, chỉ có mẫu 4 được lấy tại mỏ đất Long Mỹ, huyện Tuy Phước, tỉnh Bình Định đạt yêu cầu về thành phần hạt của cấp phối loại C theo TCVN 8858-2011 [11]. Vì vậy, các thí nghiệm tiếp theo được thực hiện đối với mẫu vật liệu này.

Kết quả thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của CPTN được thể hiện trong bảng 2. Các kết quả thí nghiệm cho thấy, vật liệu CPTN dùng trong nghiên cứu này đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 8858-2011 [11] để gia cố xi măng làm móng đường.

**Bảng 2.** Các chỉ tiêu kỹ thuật của CPTN.

Nº	Chỉ tiêu	Kết quả	Yêu cầu theo TCVN 8858-2011
1	Độ ẩm đầm nén tối ưu, %	12,24	-
2	Giới hạn chảy, %	31	≤ 35
3	Chỉ số dẻo, %	10,69	≤ 12
4	CBR, %	42	≥ 30
5	Độ hao mòn Los Angeles, %	33,83	≤ 35 đối với móng trên ≤ 45 đối với móng dưới

Trong nghiên cứu này sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp Phúc Sơn PCB40, thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 6260-2020 [12].

Phụ gia DB500 do công ty Cổ phần Thế giới thông minh cung cấp. Nước để trộn CPTN gia cố xi măng thỏa mãn các yêu cầu được quy định trong TCVN 4506:1987 [13].

## 2.2. Lựa chọn hàm lượng xi măng gia cố cấp phối thiên nhiên kết hợp phụ gia DB500

Để có cơ sở lựa chọn hàm lượng xi măng thiết kế, nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế của các mẫu CPTN gia cố 3%, 5%, 8%, 9% và 10% xi măng theo khối lượng hỗn hợp. Quy trình chế tạo và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm được thực hiện theo các quy định của TCVN 12790:2020 [14] và TCVN 8862-2011 [15]. Mẫu thí nghiệm hình trụ có đường kính 152 mm, cao 117 mm. Số lượng mẫu thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 3.

**Bảng 3.** Kích thước và số lượng mẫu thí nghiệm.

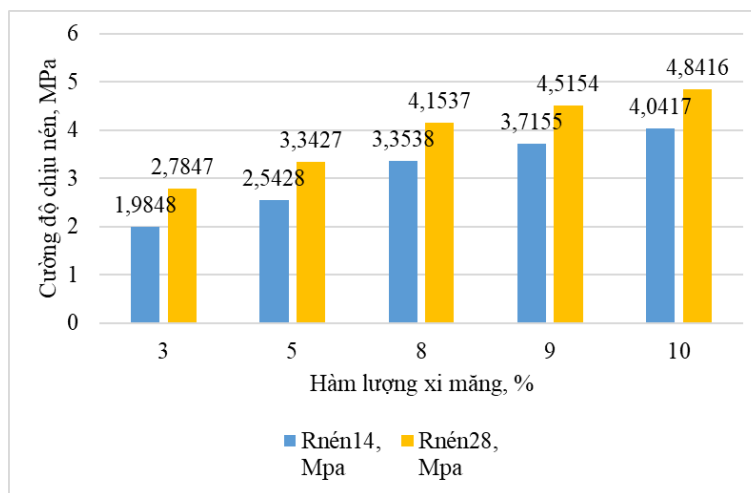
Chỉ tiêu	Hàm lượng xi măng gia cố, %				
	3	5	8	9	10
$R_{nén14}$	3	3	3	3	3
$R_{nén28}$	3	3	3	3	3
$R_{kc14}$	3	3	3	3	3
$R_{kc28}$	3	3	3	3	3

Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén ( $R_{nén}$ ) và cường độ chịu ép chế ( $R_{kc}$ ) được tiến hành sau khi mẫu được bảo dưỡng đủ ngày theo quy định. Thí

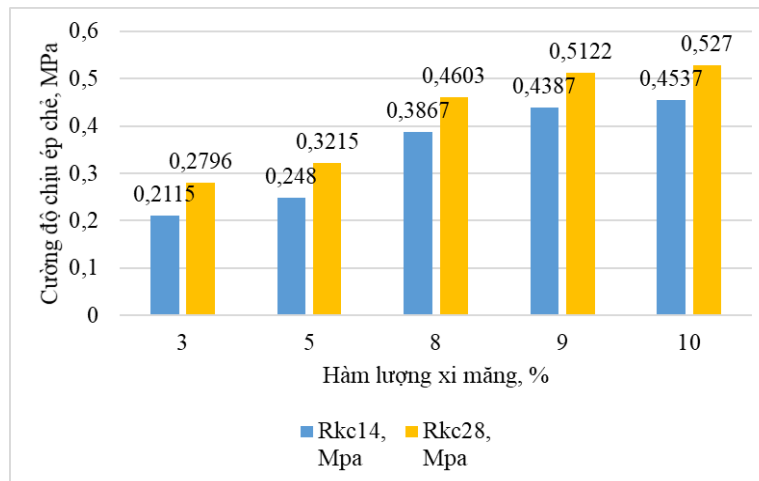
thực hiện thí nghiệm xác định cường độ chịu nén được thực hiện theo TCVN 12790:2020 [14], cường độ chịu ép chế tuân thủ TCVN 8862-2011 [15]. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong bảng 4, trên hình 1 và hình 2.

**Bảng 4.** Kết quả thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ của CPTN gia cố xi măng.

% XM	$R_{nén14}$ , MPa	$R_{nén28}$ , MPa	$R_{kc14}$ , MPa	$R_{kc28}$ , MPa
3	1,9848	2,7847	0,2115	0,2796
5	2,5428	3,3427	0,2480	0,3215
8	3,3538	4,1537	0,3867	0,4603
9	3,7155	4,5154	0,4387	0,5122
10	4,0417	4,8416	0,4537	0,527



**Hình 1.** Cường độ chịu nén của CPTN gia cố xi măng.



**Hình 2.** Cường độ chịu ép chế của CPTN gia cố xi măng.

Hình 1 và hình 2 cho thấy, cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chế của mẫu ở 14 và 28 ngày tuổi tăng khi hàm lượng xi măng tăng từ 3% đến 10%. Từ các kết quả thí nghiệm ở bảng 4, nhóm tác giả phân tích khả năng sử dụng loại vật liệu này để làm các lớp móng đường theo TCVN 8858-2011 [11].

Bảng 5 cho thấy, mẫu CPTN gia cố từ 3% xi măng trở lên đạt yêu cầu làm lớp móng dưới kết cấu áo đường trong mọi trường hợp, mẫu cấp phối gia cố từ 8% xi măng trở lên đạt yêu cầu làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống, mẫu CPTN gia cố 10% xi măng đạt yêu cầu để làm lớp móng trên cho đường từ cấp II trở lên.

**Bảng 5.** Đánh giá khả năng sử dụng CPTN gia cố xi măng làm móng đường.

Mẫu vật liệu	$R_{nén14}$ , MPa	$R_{kc14}$ , MPa	Đánh giá khả năng sử dụng theo TCVN 8858-2011	
			Móng dưới	Móng trên
CPTN gia cố 3% xi măng	1,9848	0,2115	Đạt trong mọi trường hợp	Không đạt
CPTN gia cố 5% xi măng	2,5428	0,2480	Đạt trong mọi trường hợp	Không đạt
CPTN gia cố 8% xi măng	3,3538	0,3867	Đạt trong mọi trường hợp	Đạt đối với đường cấp III trở xuống
CPTN gia cố 9% xi măng	3,7155	0,4387	Đạt trong mọi trường hợp	Đạt đối với đường cấp III trở xuống
CPTN gia cố 10% xi măng	4,0417	0,4537	Đạt trong mọi trường hợp	Đạt đối với đường cấp II trở lên

Trên cơ sở phân tích hiệu quả kinh tế - kỹ thuật, các tác giả chọn hàm lượng xi măng 8% theo khối lượng hỗn hợp để nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia DB500 đến cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của CPTN gia cố xi măng.

### 2.3. Đánh giá ảnh hưởng của phụ gia DB500 đến cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng

Với hàm lượng xi măng đã được lựa chọn như ở trên, nhóm tiến hành thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng

của phụ gia DB500 đến cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của CPTN gia cố xi măng. Theo khuyến cáo của nhà sản xuất, hàm lượng phụ gia DB500 được sử dụng là 3,78 lít/m<sup>3</sup> CPTN.

Quy trình chế tạo, bảo dưỡng mẫu và thí nghiệm được thực hiện theo TCVN 12790:2020 [14] và TCVN 8862-2011 [15]. Các kết quả thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 6.

**Bảng 6.** Kết quả thí nghiệm CPTN gia cố xi măng kết hợp phụ gia DB500.

Ngày tuổi	Cường độ chịu nén, MPa		Cường độ chịu ép chẻ, MPa	
	8% XM	8%XM + DB500	8% XM	8%XM + DB500
14	3,3538	4,1872	0,3867	0,4656
28	4,1537	4,9083	0,4603	0,5415

Các kết quả thí nghiệm ở bảng 6 cho thấy:

- CPTN gia cố 8% xi măng kết hợp phụ gia DB500 với hàm lượng 3,78 lít/m<sup>3</sup> hỗn hợp đạt yêu cầu để làm lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng cho đường cấp II trở lên theo TCVN 8858-2011 [11];

- Cường độ chịu nén của mẫu CPTN gia cố 8% xi măng có sử dụng phụ gia DB500 ở 14 và 28 ngày

tuổi cao hơn mẫu đối chứng lần lượt là 24,85% và 18,17%. Cường độ chịu nén của mẫu CPTN gia cố 8% xi măng có sử dụng phụ gia DB500 và mẫu đối chứng ở 28 ngày tuổi cao hơn mẫu ở 14 ngày tuổi lần lượt là 17,22% và 23,85%. Điều này cho thấy, cường độ chịu nén của mẫu có sử dụng DB500 phát triển nhanh hơn so với mẫu đối chứng;

- Cường độ chịu ép chẻ của mẫu CPTN gia cố 8% xi măng có sử dụng phụ gia DB500 ở 14 và 28

ngày tuổi cao hơn mẫu đối chứng lần lượt là 20,40% và 17,64%. Cường độ chịu ép chẻ của mẫu CPTN gia cố 8% xi măng có sử dụng phụ gia DB500 và mẫu đối chứng ở 28 ngày tuổi cao hơn mẫu ở 14 ngày tuổi lần lượt là 16,30% và 19,03%. Điều này cho thấy, cường độ ép chẻ của mẫu có sử dụng DB500 phát triển nhanh hơn so với mẫu đối chứng;

Như vậy, các kết quả thí nghiệm cho thấy việc sử dụng DB500 đã giúp cải thiện đáng kể cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của CPTN gia cố xi măng. Điều này được giải thích do khi trộn hợp phụ gia DB500 với nước vào hỗn hợp CPTN, DB500 thẩm thấu vào trong các hạt vật liệu làm ổn định chúng, đồng thời bao phủ bên ngoài giúp các hạt này liên kết với nhau, qua đó, tạo ra một kết cấu liên khối, bền và vững chắc. Ngoài ra, việc sử dụng phụ gia DB500 còn có thể rút ngắn thời gian thi công do cường độ hỗn hợp gia cố phát triển nhanh hơn.

### 3. Kết luận

Với các điều kiện về vật liệu và thí nghiệm được trình bày trong bài báo, nhóm tác giả rút ra một số kết luận từ CPTN gia cố xi măng kết hợp phụ gia DB500 làm móng đường, có thể góp phần giải quyết bài toán khan hiếm nguồn vật liệu hiện nay:

- Việc sử dụng phụ gia DB500 giúp cải thiện đáng kể cường độ chịu nén và cường độ chịu ép chẻ của hỗn hợp CPTN gia cố xi măng ở cả 14 và 28 ngày tuổi. Các chỉ tiêu cường độ này của mẫu vật liệu có sử dụng DB500 cũng phát triển nhanh hơn so với mẫu đối chứng;

- Có thể sử dụng CPTN gia cố 8% xi măng kết hợp phụ gia DB500 với hàm lượng 3,78 lít/m<sup>3</sup> hỗn hợp để làm lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng cho đường cấp II trở lên.

### Tài liệu tham khảo

[1] N. V. Long, F. V. Matvienko, H. K. Tan; “Experimental Research Detailed Indicators of Cement-stabilized Soil Combined Evocrete ST Additive”. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2023; 1 (57):84-92. DOI:10.36622/VSTU.2023.57.1.007.

[2] В. П. Подольский, В. Л. Нгуен, Д. Ш. Нгуен; “О возможности расширения ресурсной базы дорожного строительства за счет стабилизации и укрепления грунтов”. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014; 1 (33): 102-111.

[3] V. V. Chương; “Nghiên cứu sử dụng đất gia cố xi măng và tro bay trong xây dựng đường giao thông nông thôn tại huyện Đức Hòa, tỉnh Long An”. Luận văn thạc sĩ; trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, Việt Nam; 2016.

[4] N. T. Giang; “Nghiên cứu sử dụng đất sỏi gia cố xi măng trong xây dựng đường ô tô tại tỉnh Bình Phước”. Luận văn thạc sĩ; trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, Việt Nam; 2016.

[5] P. H. Nhân; “Nghiên cứu sử dụng phụ gia SA44/LS40 gia cố đất trong xây dựng đường giao thông trên địa bàn tỉnh Bến Tre”. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật; trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, Việt Nam; 2016.

[6] N. V. Long, D. T. Tùng; “Nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng và phụ gia mapefluid N100 SP để làm móng đường”. Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông vận tải. 2019; 32:79-83.

[7] Т. Т. Абрамова, А. И. Босов, К. Э. Валиева; “Использование стабилизаторов для улучшения свойств связных грунтов”. Геотехника. 2012; 3:4-28.

[8] Т. Т. Абрамова, А. И. Босов, К. Э. Валиева; “Стабилизаторы грунтов в отечественном дорожном и аэродромном строительстве”. Дороги и мосты. 2013; 2 (30):60-85.

[9] Р. Г. Кочеткова; “Особенности улучшения свойств глинистых грунтов стабилизаторами”. Наука и техника в дорожной отрасли. 2006; 3:23-27.

[10] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt”; TCVN 7572-1:2006; Hà Nội, Việt Nam; 2006.

[11] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu”; TCVN 8858:2011; Hà Nội, Việt Nam; 2011.

[12] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Xi măng poóc lăng hỗn hợp”; TCVN 6260:2020; Hà Nội, Việt Nam; 2020.

- [13] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”; TCVN 4506:2012; Hà Nội, Việt Nam; 2012.
- [14] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông - Đầm nén Proctor”; TCVN 12790:2020; Hà Nội, Việt Nam; 2020.
- [15] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Quy trình thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính”; TCVN 8862:2011; Hà Nội, Việt Nam; 2011.