

SỬ DỤNG PHỤ GIA RRP GIA CỐ ĐẤT NỀN ĐƯỜNG

Ngô Hà Sơn*

Trường Đại học Lương Thế Vinh, Số 9 Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, tỉnh Ninh Bình, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ngohason@ltvu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 19/05/2026
Ngày hoàn thiện: 26/05/2026
Ngày chấp nhận: 04/06/2026
Ngày đăng: 11/06/2026

TỪ KHÓA

Phụ gia RRP,
Gia cố đất,
Vùng đồng bằng,
Đất sét.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày sử dụng phụ gia RRP gia cố đất nền đường vùng đồng bằng ven biển, nơi đất sét phân bố rộng khắp, đáp ứng nhu cầu xây dựng đường phục vụ phát triển kinh tế địa phương và an ninh, quốc phòng.

Nội dung chính, gồm: cơ sở khoa học sử dụng phụ gia RRP gia cố đất nền đường; đặc tính cơ học chủ yếu của đất được gia cố bằng phụ gia RRP; công nghệ thi công đất gia cố phụ gia RRP; khảo sát trên mô hình số tám BTXM mặt đường, trên lớp móng là đất gia cố phụ gia RRP, nhằm tìm mối quan hệ giữa chiều dày lớp móng với chiều dày tám BTXM mặt đường.

Kết quả khẳng định tính khả thi khi sử dụng phụ gia RRP gia cố đất nền đường, đặc biệt ứng dụng cho vùng đồng bằng ven biển, và chiều dày hiệu quả của lớp móng gia cố RRP là $27 \div 40$ cm khi tải trọng trục tiêu chuẩn 10 tấn.

THE USAGE OF RRP ADDITIVE TO REINFORCE ROADBED

Ha Son Ngo*

Luong The Vinh University, 9 Cau Dong Street, Nam Dinh Ward, Ninh Binh Province, Viet Nam

*Corresponding Author: ngohason@ltvu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: May 19, 2026
Revised: May 26, 2026
Accepted: Jun 04, 2026
Published: Jun 11, 2026

KEYWORDS

RRP additives,
Soil reinforcement,
Delta,
Clay.

ABSTRACT

The paper presented the use of RRP additives to reinforce roadbed in coastal plain, where clay is widely distributed, meeting the demand of road construction for local economic development and security and defense.

Main contents included: Scientific basis for using RRP additives to reinforce roadbed soil; The main mechanical properties of soil which were reinforced by RRP additives; Land construction technology which reinforced RRP additives; Survey on the model of concrete pavement plate surface on the foundation layer to measure the reinforcement of RRP additive to find the relationship between the thickness of the foundation layer and the thickness of the pavement plate.

The results confirmed the feasibility of using RRP additives to reinforce the roadbed, especially applied to the coastal plain and the effective thickness of the foundation reinforcement RRP was $27 \div 40$ cm when the standard axle load was 10 tons.

1. Đặt vấn đề

Trước nhu cầu xây dựng phát triển cơ sở hạ tầng Quốc gia, đặc biệt là tuyến đường Bắc - Nam ven biển, phục vụ phát triển kinh tế vùng và cơ động lực lượng vũ trang đảm bảo an ninh, quốc phòng.

Dọc theo ven biển là 3 vùng đồng bằng: đồng bằng Bắc bộ; đồng bằng ven biển miền Trung; đồng bằng Nam bộ chạy dài suốt từ Cửa Bạch Đằng vào đến tận Mũi Cà Mau gần 3.000 km bờ biển. Thổ nhưỡng các vùng đồng bằng chủ yếu là đất ven sông, đất phù sa ven biển và đất cát. Trong đó đất sét chiếm phần lớn, và không thích hợp làm nền cho đường cấp cao, nếu không có giải pháp kỹ thuật gia cố nền đất phù hợp.

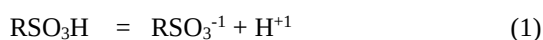
Theo Tiêu chuẩn ngành 22TCN 246:1998. Quy trình thi công và nghiệm thu lớp cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô, yêu cầu đối với cường độ nén ở 28 ngày tuổi tối thiểu là 30 daN/cm², đủ yêu cầu kỹ thuật làm lớp móng trên cho mặt đường cấp cao, bao gồm mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng (BTXM).

Hiện nay, xu hướng sử dụng phụ gia để gia cố đất nền đường đang phát triển mạnh, bởi tính hiệu quả về kinh tế, tận dụng được đất nền tại chỗ, và rút ngắn thời gian thi công. Một trong những phụ gia điển hình là phụ gia RRP (Reynold Roadpacker) sản phẩm của hãng M.TSCHACHE, Cộng hòa liên bang Đức. Sản phẩm đã được chuyển giao công nghệ cho nhiều nước ở châu Phi, châu Mỹ, châu Âu, châu Á với hàng trăm dự án đường bộ, sân bay, sân bãi, v.v... Phụ gia RRP rất thích hợp cho gia cố nền đất mà trong đất có thành phần sét [3].

2. Đất gia cố phụ gia RRP

Phụ gia RRP ở dạng dung dịch có màu nâu nhạt, hòa tan trong nước, tỉ trọng so với nước là 1,05. Dung dịch RRP chứa khoảng 20 ÷ 25% axit sunfonic. Khi dung dịch RRP thẩm thấu vào đất, sẽ xảy ra quá trình phân tách, trao đổi ion giữa axit sunfonic và các thành phần hóa học trong đất. Quá trình này được biểu diễn bằng các phương trình hóa học sau [3]:

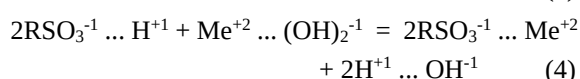
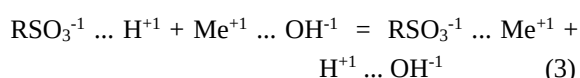
Khi hòa tan vào nước, phân tử axit sunfonic phân li thành các ion:



sau đó:



Quá trình trao đổi ion với đất như sau:



Quá trình trung hòa:



Trong các công thức (1)...(5): R – nguyên tố hóa học có trong dung dịch RRP; Me – các nguyên tố có trong khoáng vật, như: K⁺¹, Na⁺¹, Ca⁺², Mg⁺², v.v...

Dung dịch RRP khi thẩm thấu vào trong đất làm thay đổi tính chất hóa lý của đất, nhờ sự thay đổi liên kết ion của

các phân tử đất, làm hóa rắn các thành phần sét trong đất, ngăn chặn sự trương nở của thành phần sét. Dưới tác động của lực đầm nén, các hạt khoáng vật nằm sát lại với nhau và ổn định trật tự, dưới lực hút ion phân tử làm biến đổi tính chất cơ lý của đất từ thể rời rạc sang thể rắn, và làm tăng độ đặc chắc cũng như độ thẩm thấu nước của đất. Nhờ vậy mà tính trương nở của các thành phần sét trong đất giảm. Đất được gia cố bằng phụ gia RRP trở thành vật liệu toàn khối, có liên kết chặt, có cường độ và độ ổn định nước cao, không gây ảnh hưởng đến môi trường.

Trường hợp trong đất thiếu các thành phần khoáng, ta có thể bổ sung thành phần khoáng mà vôi bột là vật liệu thông dụng nhất, với tỉ lệ 4 ÷ 5% tính theo trọng lượng của đất.

3. Đặc tính cơ học của đất được gia cố bằng phụ gia RRP

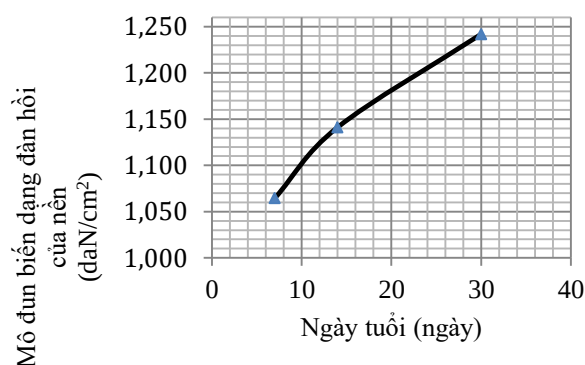
3.1. Mô đun biến dạng đàn hồi

Kết quả thí nghiệm xác định mô đun đàn biến dạng hồi của nền đất tự nhiên sau khi cấy xói sâu 30 cm, lu lên độ chặt K = 0,96 để làm móng đường tại hiện trường, xem Bảng 1 và Hình 1. [4]

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm xác định mô đun biến dạng đàn hồi của nền đất tự nhiên được gia cố bằng phụ gia RRP

TT	Ngày tuổi	Độ chặt K (%)	Mô đun đàn hồi của nền (daN/cm ²)
1	Khi thi công	95,96	597,98
2	7	98,50	1.064,80
3	14	98,10	1.141,33
4	30	98,20	1.241,90

Hình 1. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa mô đun biến dạng đàn hồi với ngày tuổi của móng đường, khi gia cố bằng phụ gia RRP tại hiện trường trong các phương pháp thiết kế hiện đại.



3.2. Tính kháng nén

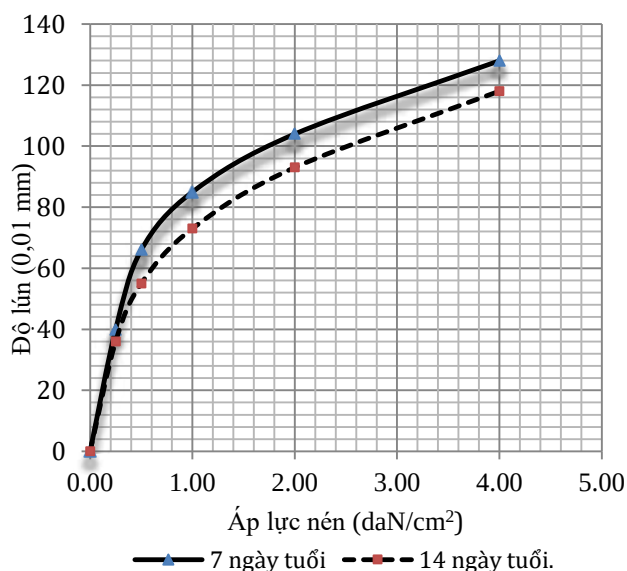
Kết quả thí nghiệm trong phòng xem Bảng 2 và Hình 2.

SỬ DỤNG PHỤ GIA RRP GIA CỐ ĐẤT NỀN ĐƯỜNG

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm mẫu xác định áp lực nén với độ lún theo ngày tuổi

TT	Áp lực nén (daN/cm ²)	Độ lún (0,01 mm)	
		7 ngày tuổi	14 ngày tuổi
1	0,00	0	0
2	0,25	40	36
3	0,50	66	55
4	1,00	85	73
5	2,00	104	93
6	4,00	128	118

Hình 2. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa áp lực nén với độ lún theo ngày tuổi của mẫu thí nghiệm.



- Kết quả thí nghiệm cho thấy khi áp lực nén đạt 4 daN/cm² mẫu bị phá hủy;

- Đường cong quan hệ giữa áp lực nén với độ lún cho 7 ngày tuổi và 14 ngày tuổi khá giống nhau. Có thể lấy điểm khi áp lực nén đạt 0,5 daN/cm² để phân tách đường cong quan hệ thành 2 đoạn. Đoạn trước áp lực nén < 0,5 daN/cm², gần với đường tuyến tính có góc dốc lớn, tương ứng với giai đoạn làm việc đàn hồi tuyến tính của vật liệu. Đoạn sau áp lực nén > 0,5 daN/cm², gần với đường tuyến tính có góc dốc nhỏ, tương ứng với giai đoạn biến dạng đàn hồi của vật liệu.

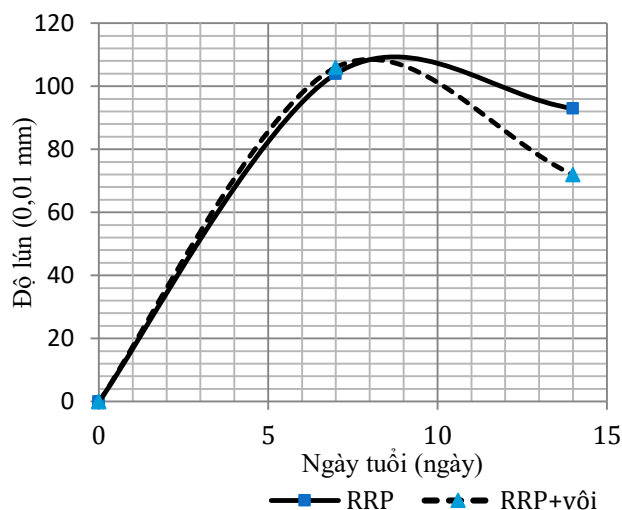
3.3. Sự phát triển cường độ nén theo thời gian

Kết quả thí nghiệm nén mẫu có phụ gia RRP, và mẫu có phụ gia RRP bổ sung 4% vôi bột tính theo trọng lượng đất nền theo ngày tuổi xem Bảng 3 và Hình 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm nén mẫu có phụ gia RRP và mẫu có phụ gia RRP + vôi bột theo ngày tuổi.

Áp lực nén (daN/cm ²)	Độ lún của mẫu có phụ gia RRP, (0,01 mm)		Độ lún với mẫu có phụ gia RRP + vôi bột, (0,01 mm)	
	7 ngày tuổi	14 ngày tuổi	7 ngày tuổi	14 ngày tuổi
0,00	0	0	0	0
0,25	40	36	30	26
0,50	66	55	48	40
1,00	85	73	75	54
2,00	104	93	106	72
4,00	128	118	151	91

Hình 3. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa độ lún với áp lực nén mẫu có phụ gia RRP và mẫu có phụ gia RRP + vôi bột theo ngày tuổi, khi áp lực nén là 2 daN/cm².



Nhận xét:

Trước 7 ngày, sự phát triển cường độ và tính chất cơ học của 2 loại mẫu có gia cố thêm vôi, và không có vôi là gần giống nhau. Sau 8 ngày có sự khác biệt, cường độ chịu nén của mẫu có vôi tốt hơn, và cường độ chịu nén phát triển nhanh hơn theo thời gian. Tiếc rằng, không có kết quả thí nghiệm mẫu nhiều tuổi hơn, ví dụ: 21, 28 ngày tuổi.

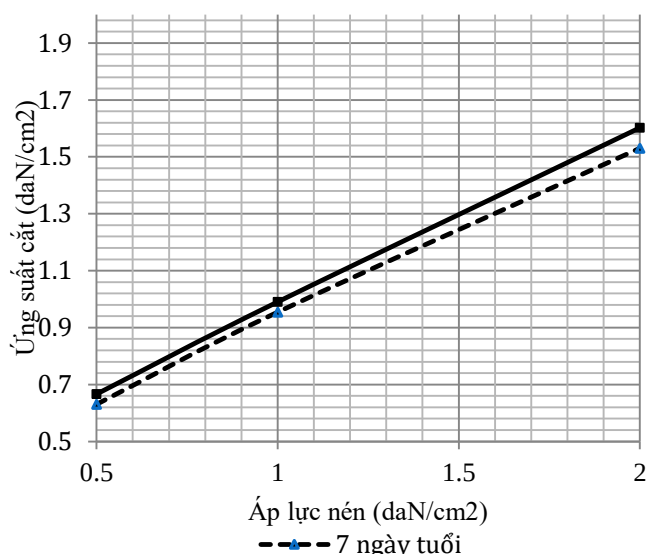
3.4. Tính kháng cắt theo ngày tuổi

Kết quả thí nghiệm xác định khả năng kháng cắt mẫu có phụ gia RRP được bổ sung 4% vôi bột xem Bảng 4 và Hình 4.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm xác định khả năng kháng cắt mẫu có phụ gia RRP được bổ sung 4% vôi bột.

Ngày tuổi của mẫu	Áp lực nén P (daN/cm ²)		
	0,5	1,0	2,0
7	0,630	0,954	1,530
14	0,666	0,990	1,602

Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa ứng suất cắt với áp lực nén mẫu có phụ gia RRP + vôi bột theo ngày tuổi.



4. Thi công đất gia cố phụ gia RRP

Thi công đất gia cố phụ gia RRP tương đối đơn giản, có thể sử dụng các phương tiện phổ thông có sẵn trong nước để thi công. Tuy nhiên, thiết bị làm tơi đất là quan trọng và quyết định đến chất lượng đất gia cố.

Đất trước khi phối trộn RRP phải được thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý, gồm: chất đất (thành phần sét mịn >15% là tốt, rất thích hợp để gia cố bằng RRP); trọng lượng thể tích của đất; thành phần hạt < 0,06mm; thành phần các chất hữu cơ, sạn sỏi, đá hạt > 0,06 mm; độ pH; độ ẩm tối ưu; mô đun biến dạng đàn hồi; lượng RRP tham khảo trong Bảng 5 [3];

Bảng 5. Lượng RRP xác định dựa trên thành phần hạt của đất qua sàng 0,06 mm.

Thành phần qua sàng 0,06 mm theo %	15÷20	20÷25	25÷30	30÷35	35÷40	40÷45
Lượng RRP (g/m³ đất)	31÷33	33÷34	34÷36	36÷37	37÷39	39÷40

Sử dụng máy phay để làm tơi đất, độ sâu lớn nhất mỗi lớp phay và phối trộn dung dịch RRP là 40 cm; xe bồn chở nước có dung tích > 5 m³, có bơm tự hành cung cấp dung dịch RRP cho máy phay. Nước sử dụng là nước sạch không bị ô nhiễm chất thải công nghiệp; dung dịch RRP được phối trộn theo định lượng và hoà với nước sạch theo tỷ lệ 1/150 ÷ 1/300 lít, tùy thuộc vào thời tiết và độ ẩm của đất tại hiện trường để tăng hoặc giảm lượng nước cho phù hợp; đất sau khi phối trộn phải được ủ liên kết tối thiểu 12 giờ; lu lèn đúng thời điểm đất đã phối trộn đạt độ ẩm tối ưu. Nên sử dụng máy lu tĩnh trên 10 tấn. Độ dày một lớp gia cố tối thiểu 25 cm; ngay sau khi kết thúc lu lèn đạt các chỉ tiêu kỹ thuật có thể thi công ngay lớp mặt trên.

5. Ứng dụng phụ gia RRP gia cố nền móng đường mặt

đường BTXM

Tác giả chọn đất phù sa ven biển thuộc tỉnh Thái Bình đại diện cho đất ở các vùng Đồng bằng [1]. Khi đó, thành phần hạt của đất qua sàng 0,06 mm bằng 0%, nên phụ gia RRP được xác định theo tỉ lệ 30 g/m³ đất, và được bổ sung 4% vôi bột theo trọng lượng đất, làm lớp móng cho mặt đường BTXM để khảo sát tìm mối quan hệ giữa chiều dày của lớp đất gia cố bằng phụ gia RRP với chiều dày của lớp BTXM phía trên, nhằm đánh giá hiệu quả khi ứng dụng phụ gia RRP gia cố đất.

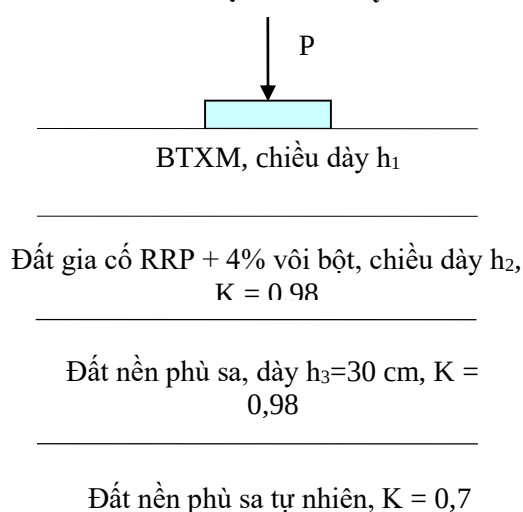
Mô hình tính: mặt đường BTXM đổ tại chỗ, trên nền đào; lớp móng là đất được gia cố bằng phụ gia RRP với chiều dày thay đổi, hệ số đầm chặt K = 0,98; lớp đất tự nhiên dưới lớp đất gia cố RRP có chiều dày là 30 cm được đầm chặt K = 0,98.

5.1. Số liệu đầu vào

Tải trọng tiêu chuẩn là 10.000 daN; tải trọng bánh xe tiêu chuẩn là 5.000 daN; hệ số xung kích 1,2; hệ số chiết giảm cường độ n = 0,5; hệ số an toàn k = 2; mô đun biến dạng đàn hồi của BTXM là 2,9.10+5 daN/cm²; mô đun biến dạng đàn hồi của đất gia cố phụ gia RRP có bổ sung 4% vôi bột là 9.200 daN/cm²; mô đun biến dạng đàn hồi của đất đầm chặt K = 0,95 là 1.000 daN/cm²; mô đun biến dạng đàn hồi của đất tự nhiên với K = 0,70 là 500 daN/cm²; áp suất hơi trong bánh xe bằng 7 daN/cm².

5.2. Sơ đồ tính

Hình 5. Sơ đồ xác định chiều dày tấm BTXM



5.3. Công thức tính

$$h_1 = \sqrt{\frac{\alpha P}{[\sigma]}} \quad (6)$$

trong đó:

h_1 – chiều dày tấm BTXM (cm);

P – tải trọng bánh xe tính toán (daN/cm²);

$[\sigma]$ – cường độ chịu uốn cho phép của BTXM (daN/cm²);

α – hệ số có trị số thay đổi theo vị trí tải trọng và tỉ số

$$\frac{E}{E_{ch}}; \frac{h_1}{R} \text{ (Tra bảng).}$$

E – mô đun đàn hồi của BTXM (daN/cm²);

E_{ch}^m – mô đun đàn hồi chung trên mặt lớp móng

(daN/cm²) được qui đổi theo độ cứng;

R – bán kính qui đổi từ diện tích vệt bánh xe tính toán (cm).

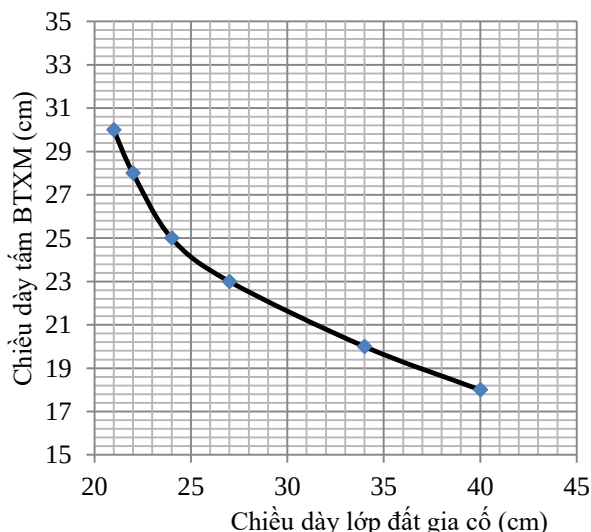
5.4. Kết quả tính

Kết quả tính được thể hiện trong Bảng 6 và Hình 6.

Bảng 6. Kết quả tính chiều dày tấm BTXM khi thay đổi chiều dày móng là lớp đất gia cố phụ gia RRP + vôi bột.

Chiều dày đất gia cố (cm)	40	34	27	24	22	21
Chiều dày tấm BTXM (cm)	18	20	23	25	28	30

Hình 6. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ chiều dày lớp đất gia cố với chiều dày của tấm BTXM.



5.5. Nhận xét

Đường cong thể hiện quan hệ giữa chiều dày lớp đất gia cố với chiều dày của tấm BTXM có dạng đường cong logarit và tương đối thoải. Khi chiều dày lớp đất gia cố thay đổi từ 27 ÷ 40 cm thì quan hệ giữa chiều dày tấm BTXM với chiều dày lớp đất gia cố gần tuyến tính với góc dốc nhỏ, nó phản ánh miền hiệu quả của đất được gia cố. Khi chiều dày lớp đất gia cố nhỏ hơn 27 cm, thì chiều dày yêu cầu của tấm BTXM tăng nhanh, chứng tỏ hiệu quả gia cố đất không cao.

6. Kết luận

- Việc ứng dụng phụ gia RRP trong gia cố đất nền đường là rất khả thi với ưu điểm nổi bật là tận dụng được vật liệu địa phương, thời gian thi công nhanh, thích hợp với nền đất sét tương đối phổ biến ở các vùng đồng bằng ven biển.

- Các đặc tính cơ học của đất gia cố phụ gia RRP, kể cả trong các trường hợp có hoặc không có bổ sung vôi bột đều đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật làm nền hoặc móng đường cấp cao.

- Công nghệ thi công đất gia cố phụ gia RRP đơn giản, phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam.

- Kết quả khảo sát trên mô hình số khi sử dụng đất gia cố RRP làm móng mặt đường BTXM chịu tải trọng trục tiêu chuẩn 10 tấn, cho thấy chiều dày lớp móng 27 ÷ 40 cm mang lại hiệu quả cao. Khi đó, chiều dày của lớp BTXM là 18 ÷ 23 cm.

6. Tài liệu tham khảo

- [1] Đỗ Văn Cường. (2014). *Nghiên cứu ứng dụng phụ gia RRP gia cố nền mặt đường bê tông đầm lăn ở Thái Bình*. Hà Nội.
- [2] Thiệu Đức Long. (2007). *Nghiên cứu sử dụng phụ gia RRP gia cố nền đường*. Hà Nội.
- [3] Công ty Cổ phần Đức Thuận. (2005). *Giới thiệu và hướng dẫn sử dụng xây dựng đường bộ với RRP-S235*. Hà Nội.
- [4] Phân viện Kỹ thuật Công binh. (2004). *Báo cáo tổng kết thi công công trình nghiên cứu ứng dụng chất gia cố nền móng RRP-S*. Trung tâm Khoa học kỹ thuật và Công nghệ Quân sự. Hà Nội.