

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHỤ GIA POLYMER (DB500) VÀ XI MĂNG ĐỂ TẠO ĐẤT LÀM MÓNG TRONG CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG NÔNG THÔN

Võ Ngọc Hà¹, Võ Phán², Võ Nguyễn Phong Tường

TÓM TẮT

Thời gian gần đây ở đồng bằng sông Cửu Long, vấn đề thiếu nguồn vật liệu có cấp phối tốt để xây dựng đường ngày càng trở nên nghiêm trọng trong ngành giao thông nói chung và xây dựng đường nông thôn nói riêng. Trong bài báo này đã trình bày các kết quả nghiên cứu gia cường đất bằng xi măng và phụ gia polyme DB500 tại địa phương dùng làm cấp phối để làm móng đường; kết quả cho thấy hàm lượng xi măng thích hợp là 6% + 10% cho từng loại đất. Việc sử dụng đất sét pha kết hợp xi măng và phụ gia polyme DB500 cho kết quả tốt hơn các loại đất khác. Đề xuất một số dạng kết cấu để xây dựng đường nông thôn dựa trên các kết quả nghiên cứu đã đạt được và lựa chọn chiều dày gia cố hợp lý theo yêu cầu của từng cấp đường.

Từ khóa: Đường nông thôn, đất gia cường, phụ gia polyme.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Hiện nay, để đáp ứng xu thế phát triển của nền kinh tế nước nhà, mạng lưới giao thông đang được xây dựng, nâng cấp và hoàn thiện. Trong đó, giao thông đường bộ đang nhận được sự quan tâm nên nhiều tuyến đường quốc lộ, tỉnh lộ được đầu tư xây dựng mới, cải tạo, nâng cấp với quy mô và ứng dụng nhiều công nghệ hiện đại.

Lớp cấp phối đá dăm cũng thường được thiết kế khá dày theo truyền thống [9] và quy trình thi công thường phải chia nhiều lớp [6] tốn khá nhiều thời gian. Trong tương lai không xa, các nguồn vật liệu trên sẽ dần dần cạn kiệt, đặc biệt ở đồng bằng sông Cửu Long. Nhu cầu đặt ra là cần tìm loại vật liệu mới hoặc điều chỉnh phương pháp thiết kế mặt đường để phù hợp với tình hình thực tế và trong tương lai, khi các dự án lớn được triển khai trong khu vực đường nông thôn, nơi sẽ cần một khối lượng rất lớn đất đắp và đá dăm các loại nếu thiết kế và xây dựng theo kết cấu truyền thống.

Vật liệu làm lớp móng chịu lực của đường cấp cao nói chung và đường nông thôn nói riêng còn rất thiếu. Với những đặc điểm nêu trên, ta thấy cần phải nghiên cứu một giải pháp nhằm tận dụng nguồn vật liệu có sẵn tại địa phương và nâng cao khả năng chịu lực và ổn định trong điều kiện bất lợi nhất thì mới đảm bảo yêu cầu về kinh tế và kỹ thuật xây dựng đường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết và phân tích, tổng hợp kết quả của một số các nghiên cứu trước đây của nhiều tác giả về gia cường đất bằng xi măng [1],[3],[4],[5] về sự hình thành cường độ khi cải tạo đất với phụ gia polyme DB500 và xi măng.

Các thí nghiệm theo [7],[8],[10]: nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến cường độ của hỗn hợp đất trộn xi măng kết hợp phụ gia polyme DB500 thông qua thí nghiệm nén một trục nở hông q_u , thí nghiệm cường độ chịu nén R_{ctm} , thí nghiệm cường độ ép chẻ $R_{ep\ chẻ}$, thí nghiệm mô đun đàn hồi vật liệu E_{vt} . Hàm lượng xi măng sử dụng trong nghiên cứu là 3% - 5% - 8% - 10%. Hàm lượng phụ gia polyme DB500 là 3,78 lit/1 m³ đất gia cố. Hàm lượng nước khi trộn tùy thuộc vào độ ẩm tối ưu của từng loại đất.

Tính toán và mô phỏng: phân tích bài toán bằng phương pháp giải tích để tìm ra chiều cao cải tạo nhỏ nhất cho từng cấp đường ứng với từng dạng kết cấu đề xuất. Sau đó, sử dụng phần mềm phần tử hữu hạn Plaxis để tính toán sức chịu tải cực hạn của từng dạng kết cấu đề xuất.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Tiến hành thí nghiệm đầm chặt Proctor, cường độ chịu nén R_{ctm} , cường độ kháng nén $R_{ep\ chẻ}$, mô đun đàn hồi vật liệu E_{vt} , cường độ nén đơn q_u cho 3 loại đất khác nhau.

3.1. Kết quả thí nghiệm đầm chặt đất

Thí nghiệm trên các loại đất sét, sét pha và cát pha sét, kết quả được trình bày ở bảng 1.

¹ Trường Đại học Tiền Giang

² Đại học Bách khoa TP. HCM

Bảng 1: Kết quả đảm chất tiêu chuẩn cho 3 loại đất

Loại đất	Giá trị	Tỷ lệ gia cố				
		3%	5%	8%	10%	(XM*) + DB500
Đất sét	W_{opt} (%)	18,41	17,43	18,74	19,31	18,50
	γ_{dmax} (kN/m ³)	17,23	17,35	17,39	17,32	17,40
Đất sét pha cát	W_{opt} (%)	12,99	12,35	10,70	7,39	13,02
	γ_{dmax} (kN/m ³)	19,66	19,81	19,73	19,65	20,03
Đất cát pha sét	W_{opt} (%)	14,64	14,87	10,74	11,80	14,51
	γ_{dmax} (kN/m ³)	16,86	16,92	16,95	17,12	16,89

(XM*): hàm lượng xi măng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha sét

3.2. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén R_{cn}

Từ bảng 2 và hình 1 nhận thấy:

Cường độ kháng nén tăng khi tăng hàm lượng xi măng nhưng mức độ tăng chậm hoặc giảm khi hàm lượng xi măng từ 8% lên 10%.

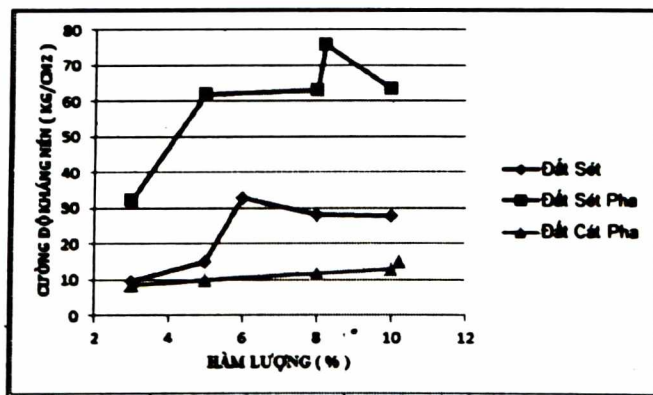
Khi kết hợp xi măng và DB500 cải tạo đất thì cường độ kháng nén tăng lên 17% ÷ 28% tùy từng loại đất.

Để đạt được hiệu quả kinh tế cao, ta chọn hàm lượng xi măng là 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha.

Bảng 2: Cường độ kháng nén ở 28 ngày của 3 loại đất gia cố

	Cường độ kháng nén R_n ở 28 ngày (daN/cm ²)				
	3% xi măng	5% xi măng	8% xi măng	10% xi măng	(XM*) + DB500
Đất sét	9,4	15,2	28,1	27,6	33,0
Đất sét pha cát	32,2	61,8	63,2	63,5	75,6
Đất cát pha sét	8,4	9,8	11,7	13,0	15,0

(XM*): hàm lượng xi măng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha sét



Hình 1: Quan hệ giữa cường độ kháng nén và hàm lượng xi măng (kết hợp DB500)

3.3. Kết quả thí nghiệm cường độ ép chế $R_{ep, chế}$

Tổng hợp kết quả thí nghiệm ở bảng 3 và biểu đồ ở hình 2 nhận thấy:

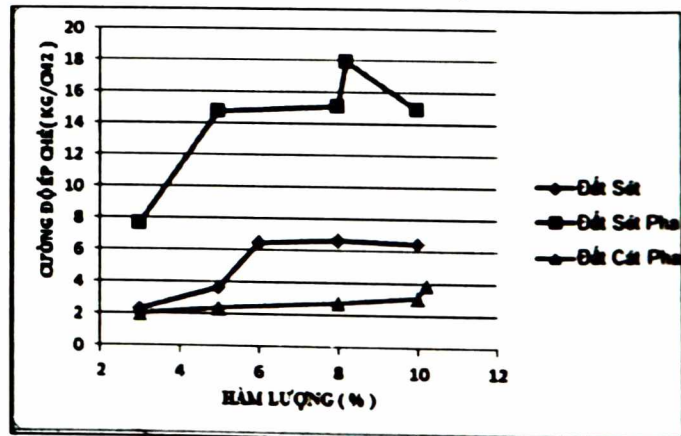
Khi hàm lượng xi măng tăng thì cường độ kháng nén tăng.

Cường độ kháng nén đạt giá trị lớn nhất khi kết hợp DB500 với hàm lượng xi măng ở khoảng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha. Do đó, ta chọn hàm lượng này để kết hợp với xi măng cải tạo đất.

Bảng 3: Cường độ ép chế ở 28 ngày của 3 loại đất gia cố

	Cường độ ép chế $R_{ep, chế}$ ở 28 ngày (daN/cm ²)				
	3% xi măng	5% xi măng	8% xi măng	10% xi măng	(XM*) + DB500
Đất sét	2,3	3,7	6,7	6,5	6,5
Đất sét pha cát	7,7	14,8	15,1	14,9	17,9
Đất cát pha sét	2,0	2,4	2,8	3,1	3,9

(XM*): hàm lượng xi măng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha sét



Hình 2: Quan hệ giữa cường độ ép chế và hàm lượng xi măng (kết hợp DB500)

3.4. Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi vật liệu E_{v1}

Tổng hợp kết quả thí nghiệm ở bảng 4 và biểu đồ ở hình 3 nhận thấy :

Bảng 4: Mô đun đàn hồi vật liệu ở 28 ngày của 3 loại đất gia cố

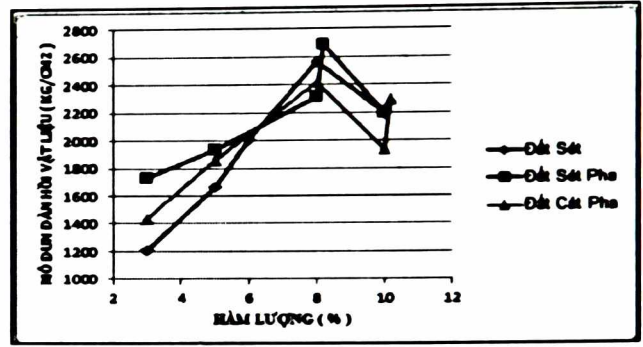
	Mô đun đàn hồi vật liệu E_{v1} ở 28 ngày (daN/cm ²)				
	3% xi măng	5% xi măng	8% xi măng	10% xi măng	(XM*) + DB500
Đất sét	1206	1663,1	2564,4	2193,9	2010,2
Đất sét pha cát	1727	1936,3	2313,3	2193,9	2686,5
Đất cát pha sét	1439,2	1859,9	2415,1	1936,3	2295,7

(XM*): hàm lượng xi măng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha sét

Khi tăng hàm lượng xi măng thì mô đun đàn hồi vật liệu tăng khi tăng hàm lượng xi măng đến 8% và sau đó mô đun đàn hồi giảm.

Dựa vào biểu đồ, chọn hàm lượng xi măng thích hợp cho từng loại đất như sau: 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha, 10% cho đất cát pha.

Khi kết hợp DB500 và xi măng vào cải tạo đất thì mô đun đàn hồi vật liệu của 3 loại đất tăng 16% ÷ 20% tùy từng loại đất.



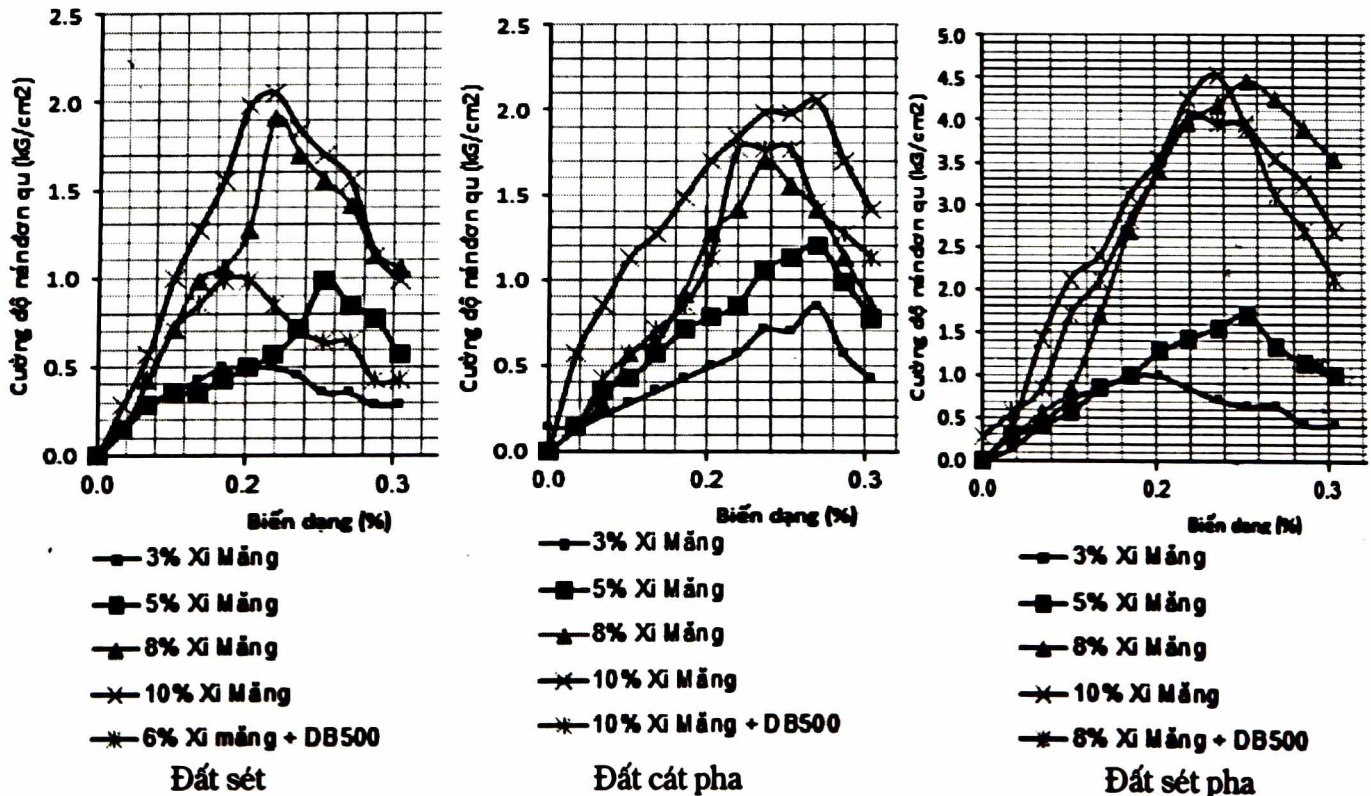
Hình 3: Quan hệ giữa mô đun đàn hồi và hàm lượng xi măng (kết hợp DB500)

3.5. Kết quả thí nghiệm nén 1 trục nở hông (bảng 5 và hình 3)

Bảng 5: Cường độ nén một trục nở hông ở 28 ngày của 3 loại đất gia cố

	Cường độ ép chèn $R_{ep, chèn}$ ở 28 ngày (daN/cm ²)				
	3% xi măng	5% xi măng	8% xi măng	10% xi măng	(XM*) + DB500
Đất sét	0,496	0,991	1,912	2,053	1,698
Đất sét pha cát	0,992	1,698	4,458	4,530	4,035
Đất cát pha sét	0,849	1,203	1,699	2,052	1,770

(XM*) hàm lượng xi măng 6% cho đất sét, 8% cho đất sét pha và 10% cho đất cát pha sét

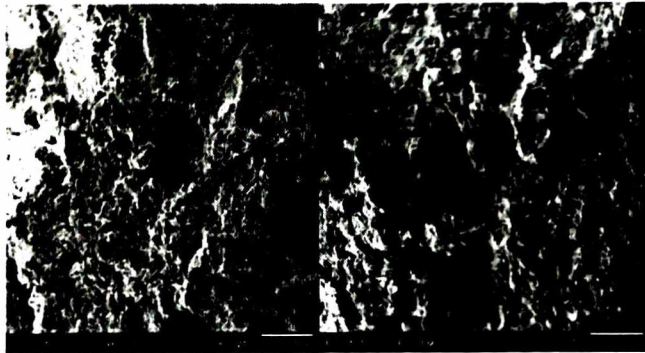


Hình 4: Quan hệ giữa cường độ nén đơn q_u và hàm lượng xi măng (DB500) của 3 loại đất

3.6. Kết quả thí nghiệm chụp hiển vi điện tử SEM



Hình 5: Hình chụp SEM mẫu đất tự nhiên



Hình 6: Hình chụp SEM mẫu đất gia cố xi măng và DB500

Kết quả thí nghiệm cho thấy: hình 5 là mẫu đất sét pha tự nhiên, hình chụp cho thấy giữa các hạt không hình thành liên kết (hình 6), đó là các mạng

lưới tổ ong màu trắng của phụ gia polyme DB500 và các liên kết tinh thể hình kim của xi măng. Đó là kết quả của quá trình thủy hóa của xi măng và phản ứng của phụ gia với đất để hình thành liên kết và cường độ giữa các hạt đất với nhau.

4. MỘT SỐ KẾT CẤU ĐỀ XUẤT SỬ DỤNG LÀM ĐƯỜNG NÔNG THÔN

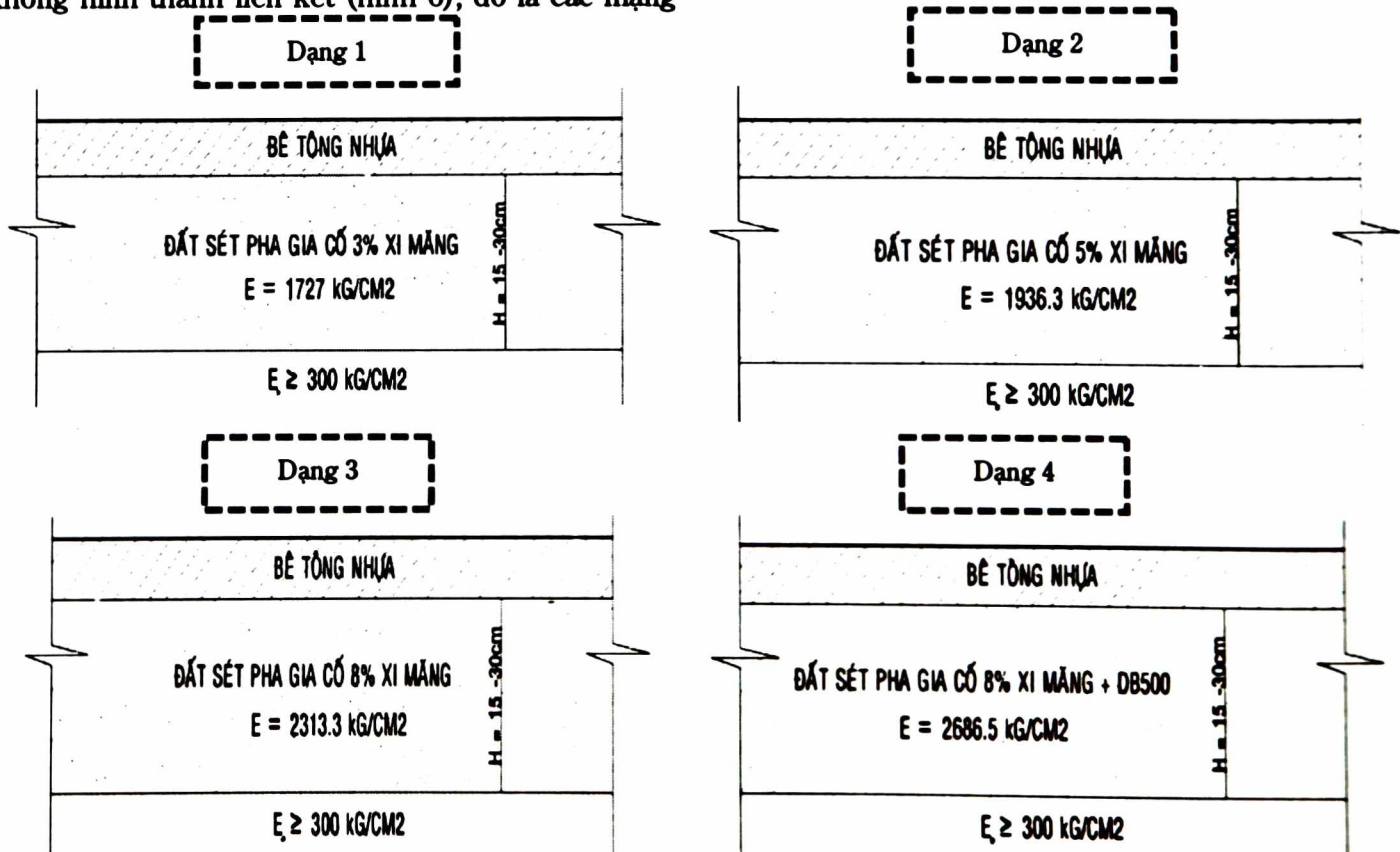
Kết quả thí nghiệm đạt được ở trên cho phép ta tính toán đề xuất kết cấu móng mặt đường bằng đất gia cường với phụ gia polyme DB500 và xi măng áp dụng để xây dựng đường nông thôn ở nước ta.

Từ đặc điểm của loại kết cấu móng đường [6], [9], và qua nghiên cứu có đề xuất như sau: giảm ứng suất truyền xuống nền đường, tăng độ bền cho lớp bê tông nhựa, tăng cường độ theo thời gian, không dùng đá dăm làm móng mặt đường để khắc phục tình trạng khan hiếm vật liệu.

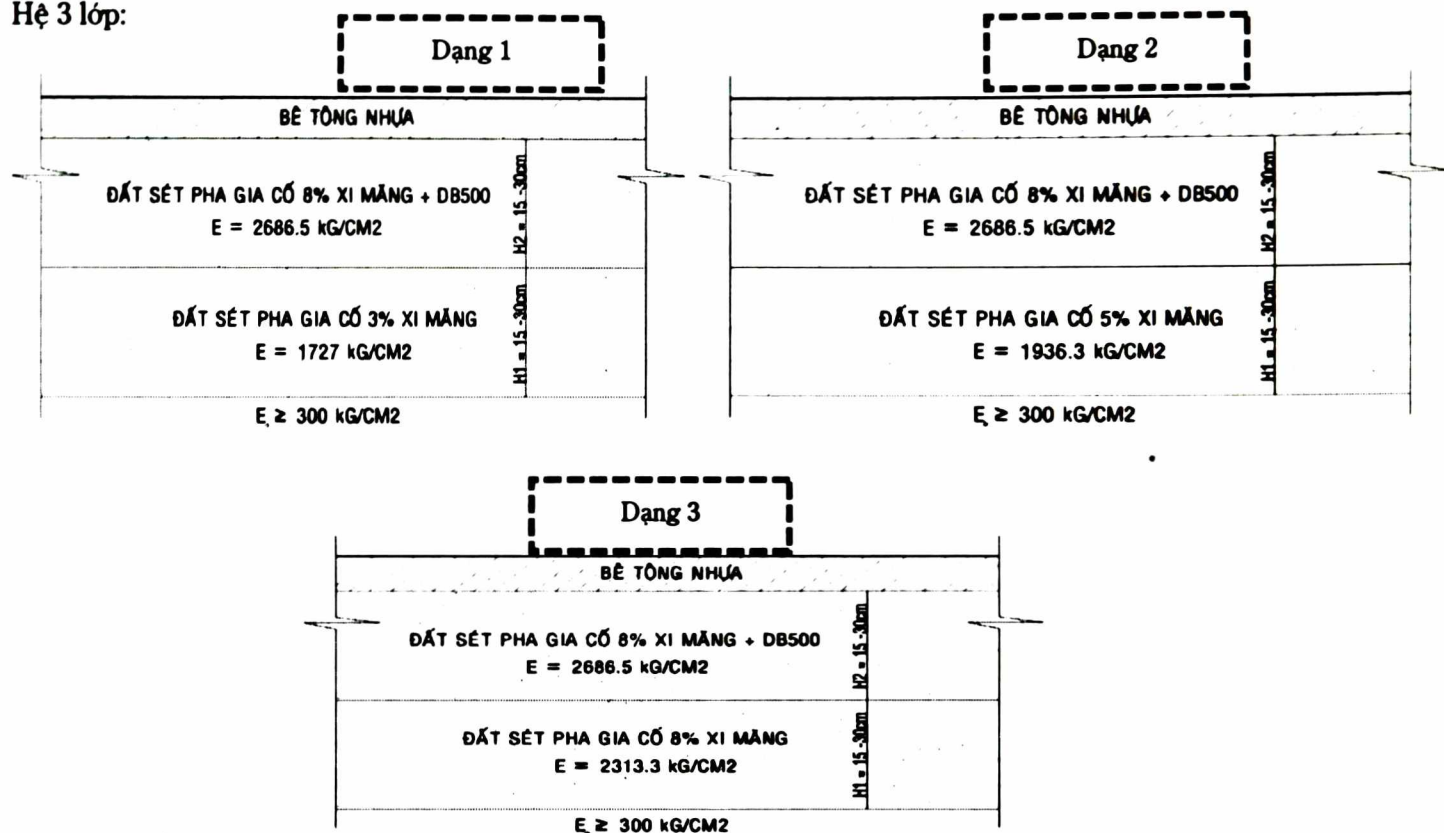
4.1. Dạng kết cấu

Để có thể phù hợp với tải trọng của các cấp đường tác giả đề xuất hệ kết cấu 2 lớp và kết cấu 3 lớp như sau:

- Hệ 2 lớp:



Hệ 3 lớp:



4.2. Chiều dày lớp đất gia cường tối thiểu của hệ kết cấu

Bảng 6: Chiều dày lớp đất gia cường tối thiểu ứng với hệ 2 lớp (cm)

Cấp đường	3% xi măng	5% xi măng	8% xi măng	8% xi măng + DB500
Cấp IV (B1)	28	16	21	18
Cấp V (A2)	Không đạt	28	24	19
Cấp IV (A2)	Không đạt	Không đạt	29	25

Bảng 7: Chiều dày lớp đất gia cường tối thiểu ứng với hệ 3 lớp (cm)

Cấp đường	Dạng kết cấu 1	Dạng kết cấu 2	Dạng kết cấu 3	Ghi chú
Cấp IV (A2)	23	21	17	H ₂ = 15
Cấp III (A2)	Không đạt	Không đạt	29	H ₂ = 15
Cấp IV (A2)	19	15	Đạt	H ₂ = 20
Cấp III (A2)	Không đạt	28	25	H ₂ = 20
Cấp IV (A2)	Đạt	Đạt	Đạt	H ₂ = 25
Cấp III (A2)	25	21	20	H ₂ = 25
Cấp III (A2)	16	Đạt	Đạt	H ₂ = 30
Cấp III (A1)	Không đạt	28	25	H ₂ = 30

Bảng việc tính toán quy đổi hệ kết cấu nhiều lớp thành hệ một lớp để tìm ra mô đun đàn hồi chung, từ đó xác định chiều cao lớp gia cường tối thiểu trong cấu tạo mặt đường.

Kết quả tính toán cho thấy, kết cấu đề xuất hệ 2 lớp có thể dùng để làm mặt đường đường ô tô cấp IV - V của kết cấu mặt đường A2 và đường ô tô cấp IV của kết cấu mặt đường B1, với chiều dày đất gia cường tối thiểu H = 18 ÷ 28 cm tùy theo dạng kết cấu.

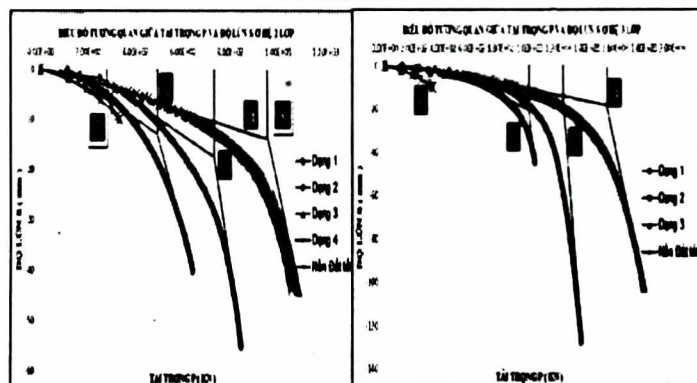
Kết quả tính toán cho thấy, kết cấu đề xuất hệ 3 lớp có thể dùng để làm mặt đường đường ô tô cấp V - III với chiều dày lớp đất gia cường tối thiểu là 15 ÷ 28 tùy theo yêu cầu mô đun yêu cầu chung của nền đường.

4.3. Sức chịu tải của hệ kết cấu

Sử dụng Plaxis 8.5 để mô hình bài toán, bài toán được trình bày sử dụng lớp đất có chiều cao cải tạo là H = 30 cm ở từng lớp, lớp bê tông nhựa dày 6 cm. Tải trọng tác dụng dưới vết bánh xe cho phép theo là 100 kN nhưng để kiểm tra sức chịu tải của tổng thể của nền và mặt đường trong nghiên cứu, tác giả cho tải trọng tác dụng thay đổi đến giá trị khi đạt đến giá trị gây phá hoại để đánh giá sức chịu tải của nền được gia cố với nền không gia cố.

Bảng 7: Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của lớp đất

Tên kết cấu	$\gamma(kN/m^2)$	$\gamma_k(kN/m^2)$	φ (độ)	C (kN/m ³)	E (kN/m ²)
Đất nền tốt	19,00	19,00	20	16	30000
Đất sét pha + 3% xi măng	19,66	19,66	0	50	172700
Đất sét pha + 5% xi măng	19,81	19,81	0	85	193600
Đất sét pha + 8% xi măng	19,73	19,73	0	223	231300
Đất sét pha + 8% xi măng + DB 500	20,03	20,03	0	202	268650
Lớp bê tông nhựa	-	25	-	-	420000



(a)

(b)

Hình 7: Mối tương quan giữa tải trọng và độ lún khi nền bị phá hoại của hệ 2 lớp (a) và hệ 3 lớp (b)

Căn cứ vào biểu đồ tương quan giữa tải trọng và độ lún khi nền bị phá hoại ở trường hợp hệ 2 lớp thì khi gia cố đất với các hàm lượng xi măng và phụ gia khác nhau thì sức chịu tải của nền sẽ tăng lên nhiều so với của nền không gia cố, khoảng 1,75 lần cho dạng 1, khoảng 2,57 lần cho dạng 2, khoảng 3,46 lần cho dạng 3 và khoảng 3,41 lần cho dạng 4.

Căn cứ vào biểu đồ tương quan giữa tải trọng và độ lún khi nền bị phá hoại ở trường hợp hệ 3 lớp thì khi gia cố đất với các hàm lượng xi măng và phụ gia khác nhau thì sức chịu tải của nền sẽ tăng lên nhiều so với của nền không gia cố, khoảng 3,57 lần cho dạng 1, khoảng 4,43 lần cho dạng 2, khoảng 5,61 lần cho dạng 3.

5. KẾT LUẬN

- Xác định được tỷ lệ xi măng hợp lý khi cải tạo đất sét với phụ gia polyme DB500 là: 3,78 lít DB500 + 6% xi măng, tính cho 1 m³ đất gia cố.

- Xác định được tỷ lệ xi măng hợp lý khi cải tạo đất sét pha cát với phụ gia polyme DB500 là: 3,78 lít DB500 + 8% xi măng, tính cho 1 m³ đất gia cố.

- Xác định được tỷ lệ xi măng hợp lý khi cải tạo đất cát với phụ gia polyme DB500 là: 3,78 lít DB500 + 10% xi măng, tính cho 1 m³ đất gia cố.

- Cường độ nén nở hông của 3 loại đất trộn xi măng kết hợp với phụ gia polyme DB 500 với tỷ lệ được chọn có cường độ gần đạt bằng cường độ mẫu gia cường với hàm lượng đất gia cường với khoảng 10% xi măng.

- Đề xuất kết cấu móng mặt đường dùng cho đường nông thôn khi sử dụng đất sét pha gia cố phụ gia polyme DB500 và xi măng. Đồng thời, tính toán một bảng tra để lựa chọn bề dày lớp gia cố kết cấu đường dùng để xây dựng đường nông thôn.

- Sức chịu tải dựa vào biểu đồ tương quan tải trọng và độ lún theo kết quả phân tích được bằng mô phỏng trên phần mềm Plaxis của nền kết cấu dạng 2 tầng lớn nhất 3,46 lần so với đất nền chưa gia cố và đối với kết cấu 3 lớp thì khả năng chịu tải của nền tầng 5,41 lần so với đất nền chưa gia cố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Minh Tâm, Hui-Joon Kim, Du-Hwoe Jung, 2005. Experimental study on strength of cement satbilized clay. Proc. of the 9th conference on Science and Technology, Ho Chi Minh, Viet Nam, pp. 593-599.
2. Nguyễn Mạnh Thủy, Ngô Tấn Phong, 2007. Một số kết quả nghiên cứu gia cố đất yếu khu vực quận 9 TP.HCM bằng vôi, xi măng. Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM.
3. Đậu Văn Ngọ, 2009. Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ xi măng đất. *Tạp chí Phát triển Khoa học & Kỹ thuật*. Tập 12, số 05.
4. Kaki và Yang, 1991. Cementitious stabilization of soil in the presece of suffate. A dissertation submitted to graduate faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of philisophy in the department of civil & environmental engineering.

5. Endo, 1976. Ảnh hưởng của tuổi xi măng từ 2 – 2000 ngày đối với đất sét biến gia cố bởi xi măng Portland.
6. 22TCN 304 – 03. Quy trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu các lớp kết cấu áo đường bằng cấp phối thiên nhiên, Việt Nam.
7. AASHTO T180 – 90. Moisture density relations of soil, U.S, July 17, 2011.
8. Tiêu chuẩn 22TCN 73-84. Phương pháp xác định cường độ ép chẻ, Việt Nam.
9. Tiêu chuẩn 22TCN 211 – 06. Tiêu chuẩn thiết kế đường, Việt Nam, năm 2006.
10. ASTM D2166. Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil.

RESEARCHED AND APPLIED POLYMER ADDITIVE (DB500) AND CEMENT FOR SOIL IMPROVEMENT OF FOUNDATION IN RURAL ROAD WORKS

Vo Ngoc Ha, Vo Phan, Vo Nguyen Phong Tuong

Summary

Recently in the Mekong delta, the problem of lack of good gravel material for road construction is becoming more serious in general construction traffic and construction of rural roads in particular. In this research, the authors studied soil reinforced with cement and polymer additives DB500 locally used as roadbed aggregate, the results show that the appropriate cement content of 6% 10% for cement each soil type. The use of clay combined cement and polymer additives DB500 gives better results than other soils. Several proposed structures for the construction of rural roads based on the results of the study and choosing appropriate thickness reinforcement as required by each level of the road.

Key words: *Rural roads, soil reinforcement, polymer additives.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Minh

Ngày nhận bài: 26/02/2014

Ngày thông qua phản biện: 26/3/2014

Ngày duyệt đăng: 02/4/2014