

GIẢI PHÁP CẢI TẠO VẬT LIỆU NẠO VẾT TỪ HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI ĐỂ LÀM NỀN ĐƯỜNG GIAO THÔNG NÔNG THÔN VÀ SAN LẤP MẶT BẰNG TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH BẾN TRE

Phùng Vĩnh An, Tô Quang Trung, Phan Việt Dũng

Viện Thủy công

Lê Văn Tuấn

Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt: Bến Tre là một tỉnh có hệ thống kênh, rạch tương đối chằng chịt. Do vận tốc dòng chảy ở đây rất nhỏ, nên hiện tượng bồi lắng diễn ra rất nhanh chóng. Vì thế, khối lượng nạo vét hàng năm rất lớn, làm ảnh hưởng đến diện tích sản xuất, môi trường và xã hội tại địa phương. Trong khi đó, toàn khu vực Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng, vấn đề thiếu cát tự nhiên đã trở thành một vấn đề nóng trước mắt và lâu dài. Do vậy, vấn đề là làm thế nào cải tạo vật liệu nạo vét để thay thế cho một phần cát tự nhiên có ý nghĩa quan trọng, nhằm làm giảm bớt các tác động đến môi trường tự nhiên và xã hội. Để giải quyết vấn đề đó, trong nghiên cứu này đã sử dụng hỗn hợp vật liệu gồm cát, vôi, xi măng phổ biến trên địa bàn với các hàm lượng khác nhau nhằm cải tạo vật liệu nạo vét khai thác từ hệ thống công trình thủy lợi phục vụ làm nền đường giao thông nông thôn và san lấp mặt bằng trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

Từ khóa: Vật liệu nạo vét; hỗn hợp cải tạo vật liệu nạo vét; vùng mặn; vùng lợ.

Summary: Ben Tre is a province with a relatively dense system of canals and ditches. Because the flow velocity here is very small, the phenomenon of sedimentation occurs very quickly. Therefore, the annual dredging volume is very large, affecting the production area, environment and local society. Meanwhile, the whole Mekong Delta region in general and Ben Tre province in particular, the problem of natural sand shortage has become a hot issue in the short and long term. Therefore, the problem of how to improve dredged materials to replace part of natural sand is very important, in order to reduce the impacts on the natural environment and society. To solve that problem, in this study, a mixture of materials including sand, lime, cement with different contents was used to improve dredged materials exploited from the irrigation system to make rural roadbeds and level the ground in Ben Tre province.

Keywords: Dredged materials; dredged material reclamation mixture; Saline area; Brackish water area.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bến Tre là một tỉnh nằm giữa 4 nhánh sông Cửu Long nên có hệ thống kênh, rạch dày đặc, bao gồm cả kênh tự nhiên và kênh đào. Nếu phân theo đặc tính ảnh hưởng thì tỉnh Bến Tre được phân thành 3 vùng, bao gồm vùng mặn, vùng ngọt và vùng lợ. Chính vì vậy, để phát triển sản xuất, ngăn hạn mặn và ngập lụt, tỉnh cũng đã xây dựng được một hệ thống kênh và các cống

điều tiết khá đồng bộ. Do tính chất tự nhiên của khu vực, nên dòng chảy trong kênh thường rất chậm. Do đó hiện tượng bồi lắng thường diễn ra rất nhanh chóng, có những con kênh chỉ vận hành được khoảng 2÷3 năm là đã bồi lắng lớn, làm ảnh hưởng đến dòng chảy. Do vậy, phần lớn các con kênh ở đây cần tiến hành nạo vét thường xuyên. Theo kết quả điều tra đánh giá [1] trữ lượng vật liệu nạo vét (VLNV) từ hệ

Ngày nhận bài: 09/10/2024

Ngày thông qua phản biện: 20/11/2024

Ngày duyệt đăng: 29/11/2024

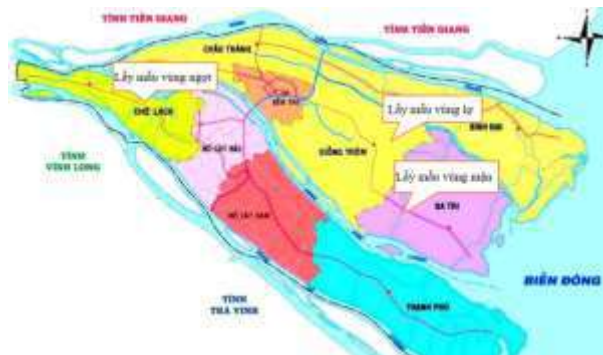
thống công trình thủy lợi, bao gồm kênh mương, cống, trạm bơm là khoảng $1,095 \times 10^6$ m³ mỗi năm. Ước tính trữ lượng VLNV từ các con sông lớn, kênh lớn có thể đạt đến mức gấp nhiều lần con số trên. Cho đến hiện nay, việc xử lý VLNV từ hệ thống công trình Thủy lợi nêu trên cũng gặp nhiều khó khăn, vì nếu đưa khối lượng VLNV này tập kết trên đường thì cản trở giao thông. Ngược lại, nếu bỏ lên đất của người dân, thì người dân phản đối. Trong tương lai, khi thực hiện nạo vét từ các con sông, kênh lớn thì vấn đề tập kết VLNV với khối lượng lớn lên đến hàng triệu mét khối đất bùn cũng sẽ gặp rất nhiều khó khăn, nếu không chuẩn bị trước giải pháp xử lý. Trong khi đó, hiện nay ở ĐB sông Cửu long vật liệu cát tự nhiên dùng trong công trình xây dựng cũng đã trở thành một vấn đề nóng. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng VLNV thay thế một phần cho cát xây dựng là có ý nghĩa vô cùng thiết thực hiện nay.

Để thực hiện nghiên cứu này, ở bước đầu tiên đã thực hiện phối trộn VLNV với các chất độn, chất làm tăng pH, chất kết dính có sẵn trong khu vực nghiên cứu (Tro bay, tro xỉ, vôi, xi măng, cát, v.v...). Từ đó đã rút ra được mấy nhận xét rất quan trọng làm định hướng cho các nghiên cứu xác định hỗn hợp vật liệu gia cố phù hợp như trình bày dưới đây. Các nhận xét bao gồm [2] [3] [4] [5]: (1) VLNV ở tỉnh Bến Tre có hàm lượng hạt mịn rất lớn ($> 80\%$), hàm lượng hữu cơ cao, có một số vùng còn bị nhiễm mặn. Vì thế, nếu không giảm bớt được hàm lượng hạt mịn thì dù có sử dụng hàm lượng chất kết dính lớn ($> 20\%$) cũng không cải thiện được nhiều cường độ VLNV, trừ khi phải sử dụng một hàm lượng rất lớn chất kết dính; (2) Khi sử dụng lượng lớn chất kết dính như tro xỉ, tro bay, xi măng, v.v... thì cường độ VLNV có tăng lên, nhưng vật liệu tạo ra ứt và dính, rất khó để thi công; (3) Khi chất kết dính như xi măng, tro bay sử dụng với hàm lượng lớn ($> 20\%$) thì VLNV tạo ra có hiện tượng vón cục, xi măng không thủy hóa hết. Do vậy, để đáp ứng nhu cầu cải tạo VLNV làm nền đường GTNT và san lấp mặt bằng, trước hết VLNV cần phải giảm bớt hàm lượng hạt mịn, qua đó giảm bớt hàm lượng nước ngâm trong thành phần VLNV và tăng cường

khả năng linh hoạt khi thi công (tạo độ xốp), bằng cách bổ sung hàm lượng hạt thô. Trong điều kiện của tỉnh Bến Tre, phù hợp nhất là sử dụng mọi loại cát có sẵn trên địa bàn. Kết quả thí nghiệm sơ bộ ban đầu cho thấy, với hàm lượng cát $< 5\%$ thì khả năng cải tạo cường độ khi trộn với chất kết dính là không có kết quả tốt. Ngoài ra, do độ pH của môi trường VLNV thấp, do đó cần cải thiện môi trường thủy hóa đạt pH > 12 , bằng cách sử dụng vôi trước khi trộn xi măng. Kết quả thí nghiệm cho thấy, vôi với hàm lượng $> 4\%$ sau 24 giờ trộn VLNV có thể thay đổi pH đạt mức yêu cầu. Để nhằm làm rõ hơn các đặc tính của VLNV sau khi xử lý với hỗn hợp bao gồm: chất độn là cát 10%, chất thay đổi môi trường thủy hóa là vôi với các hàm lượng 4%, 6%, 8% và chất kết dính là xi măng với các hàm lượng 5%, 10%, 15% như các nội dung nghiên cứu trình bày dưới đây.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vị trí lấy mẫu thí nghiệm



Hình 1: Vị trí lấy mẫu VLNV thí nghiệm

Tỉnh Bến Tre có 4 con nhánh sông chảy ra biển Đông là sông Tiền Giang, sông Ba Lai, sông Hàm Luông, sông Cổ Chiên. Dọc theo chiều dòng chảy độ mặn của nước tăng lên và do đó có thể chia thành 3 vùng: ngọt, lợ, mặn. Tính trung bình dọc theo chiều dài dòng sông từ cửa biển vào 15 km là vùng nước nhiễm mặn, 15 km tiếp theo là vùng nước lợ, 15 km tiếp theo là vùng nước ngọt. Ranh giới giữa các vùng thay đổi theo mùa, mùa mưa ranh giới bị đẩy dần ra phía biển, mùa khô ranh giới bị lấn sâu vào đất liền. Bên cạnh đó, nhờ sự phát triển của các công trình thủy lợi như các cống điều tiết và hệ thống

đê bao bờ bao khép kín để ngăn mặn giữ ngọt đã phát huy hiệu quả nên khu vực phía trong đê bao dần được ngọt hóa và phía ngoài đê bao vẫn bị nhiễm mặn, lợ.

Do vậy, để nghiên cứu đặc tính của VLNV và tiến hành thí nghiệm đánh giá đặc tính cường độ VLNV sau khi xử lý bằng hỗn hợp vật liệu đã xác định trên, đã tiến hành lấy mẫu tại 3 địa điểm có tính chất điển hình, đại diện được cho các vùng [1], cụ thể: (1) Mẫu vùng ngọt, tại kênh thủy lợi xã Long Thới, huyện Chợ Lách; (2) Mẫu vùng lợ, tại kênh thủy lợi xã Bình Thành, huyện Giồng Trôm; (3) Mẫu vùng mặn, kênh phía sông của cống Mương Đào, xã An Hiệp, huyện Ba Tri. Ngoài ra có một số mẫu vùng lợ lấy tại xã Mỹ Hưng, huyện Thạnh Phú



Hình 2: Mẫu thí nghiệm lấy tại khu vực ngọt hóa



- Lấy mẫu không nguyên dạng: Sử dụng dao, xẻng... để lấy mẫu, đựng vào các túi nilong kín các mẫu lấy được được bảo vệ thêm bằng 2 lớp

nilong ngoài và thùng xốp để bảo quản và vận chuyển, đảm bảo túi đựng mẫu không bị rách, thùng.



Hình 3: Công tác lấy mẫu không nguyên trạng VLNV tại vùng mặn, vùng lợ

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Chế tạo mẫu

Để nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp cải tạo VLNV đến cường độ của VLNV sau khi xử lý,

tiến hành phối trộn VLNV được lấy ở 3 vùng (mặn, lợ, ngọt) thành các tổ hợp mẫu. Số mẫu thí nghiệm gồm 3 loại VLNV x 10% cát x 3 hàm lượng x 3 hàm lượng vôi x 3 hàm lượng xi măng, tổng số là 27 mẫu cho một loại VLNV.

Để thuận tiện cho thí nghiệm, các mẫu thí nghiệm được ký hiệu là S1, S2, S3 lần lượt là đất các vùng ngọt, lợ, mặn. Tiếp theo là hàm lượng xi măng, rồi đến vôi và cuối cùng là cát. Ví dụ: kí hiệu S1-3C-4L-10S thì có nghĩa là đây là mẫu thí nghiệm đất vùng ngọt – gia cố xi măng 3% - 4% vôi và 10% cát.

2.3.2. Phương pháp thí nghiệm

Các bước tiến hành thí nghiệm được tiến hành như sau:

- Bước 1: Trước khi tiến hành thí nghiệm, xác định lại độ ẩm của mẫu vật liệu nạo vét.
- Bước 2: Căn cứ vào khối lượng thể tích tự nhiên của đất nạo vét xác định khối lượng xi măng, cát, vôi, nước theo cấp phối thiết kế.
- Bước 3: Trộn đất đều nạo vét với cát, sau đó tiến hành trộn hỗn hợp mới tạo thành với vôi

rồi cuối cùng mới trộn với xi măng, thời gian trộn xi măng từ 3-5 phút. Trong quá trình trộn, có thao tác dùng máy và vét toàn bộ hỗn hợp xi măng-đất dính trên thành và đáy cối trộn vào giữa cối.

- Bước 4: Kết thúc bước 3, đưa hỗn hợp sau khi trộn vào khuôn theo từng lớp, tiến hành chế tạo mẫu theo phương pháp động (vỗ, đập), trong quá trình tạo mẫu, dùng que thép chọc vào mẫu và lặp lại. Quá trình tạo mẫu kết thúc khi không còn bọt khí thoát lên bề mặt
- Bước 5: Kết thúc quá trình tạo mẫu, mẫu được bọc trong túi nilon, gắn nhãn mẫu, đưa đi bảo dưỡng ở điều kiện chuẩn.
- Bước 6: Đến ngày thí nghiệm (28 ngày), tiến hành gia công mẫu đảm bảo mẫu được phẳng 2 đầu, tiến hành thí nghiệm xác định cường độ kháng nén, modun đàn hồi.

Bảng 1: Các tiêu chuẩn thí nghiệm mẫu VLNV sau khi cải tạo

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Tiêu chuẩn áp dụng
1	Thí nghiệm độ ẩm	TCVN 4195 - 2012
2	Trộn và tạo mẫu	TCVN 9403 : 2012 (tham chiếu ASTM D1632)
3	Dưỡng hộ mẫu	ASTM D1632
4	Thí nghiệm cường độ kháng nén	ASTM D 1633
5	Thí nghiệm mô đun đàn hồi	22 TCN 211:2006 – PL C
6	Thí nghiệm cường độ kéo khi uốn	TCVN 8862:2011

2.4. Các chỉ tiêu cơ lý của VLNV và các vật liệu sử dụng trong hỗn hợp cải tạo

Kết quả thí nghiệm xác định các chỉ tiêu vật lý,

thành phần hóa học của mẫu VLNV điển hình tại 3 vùng (mặn, lợ, ngọt) được trình bày dưới bảng 2.

Bảng 2: Tính chất cơ lý của vật liệu nạo vét trên địa bàn tỉnh Bến Tre

TT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Vùng ngọt	Vùng lợ	Vùng mặn
1	Thành phần hạt					
	Cuội, dăm (mm)	60÷40	%			
		40÷20	%			
	Hạt sỏi sạn (mm)	20÷10	%			
		10÷5	%			
		5÷2	%		0.1	0.1
	Hạt cát (mm) To	2÷0,5	%	0.1	0.4	0.5
	Vừa	0,5÷0,25	%	0.5	1.1	0.8
	Nhỏ	0,25÷0,1	%	1.9	10.6	1.8
	<<	0,1÷0,05	%	30.8	46.0	30.9
	Hạt bụi (mm) To	0,05÷0,01	%	18.9	13.6	18.2
	Nhỏ	0,01÷0,005	%	10.7	8.1	9.7
	Hạt sét (mm)	< 0,005	%	37.1	20.3	38.1

TT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Vùng ngọt	Vùng lợ	Vùng mặn
2	Độ ẩm tự nhiên	W	%	73.0	49.4	74.50
3	Khối lượng thể tích	γ_w	g/cm ³	1.62	1.69	1.54
4	Khối lượng thể tích khô	γ_c	g/cm ³	0.94	1.13	0.88
5	Khối lượng riêng	Δ	g/cm ³	2.63	2.64	2.61
6	Độ bão hòa	G	%	106.2	97.4	98.9
7	Độ lỗ rỗng	n	%	64.3	56.72	66.21
8	Hệ số rỗng	ε_0		1.805	1.338	1.966
9	Giới hạn chảy	W _L	%	67.4	42.2	70.6
10	Giới hạn dẻo	W _p	%	42.1	26.0	40.9
11	Chỉ số dẻo	I _p	%	25.3	16.2	29.7
12	Độ sệt	I _s		1.26	1.43	1.16
13	Góc ma sát trong	φ	độ	2°18'	3°46'	2°00'
14	Lực dính	C	kG/cm ²	0.022	0.025	0.021
15	Hệ số nén lún	0.25	cm ² /kG	0.741	0.292	0.595
		0.5	cm ² /kG	0.532	0.241	0.482
		1.0	cm ² /kG	0.294	0.168	0.331
		2.0	cm ² /kG	0.170	0.109	0.201
		4.0	cm ² /kG	0.108	0.056	0.093
16	Hệ số thấm	K	cm/s	5.3E-05	3.47E-05	5.27E-05
17	Hàm lượng hữu cơ	CHC	%	4.7	4.2	10.5
18	Độ pH				5.7	5.33

Bảng 3: Bảng chỉ tiêu thành phần khoáng học trong đất vật liệu nạo vét

TT	Thông số	Đơn vị (mol)	Vùng ngọt	Vùng lợ	Vùng mặn
1	Al ₂ O ₃	%	14.097	12.142	15.416
2	SiO ₂	%	0.002	0.011	0.002
3	SO ₃	%	0.002	0.011	0.002
4	K ₂ O	%	0.07	2.642	0.063
5	CaO	%	14.097	12.142	15.416
6	TiO ₂	%	0.015	0.018	0.002
7	Cr ₂ O ₃	%	14.097	12.142	15.416
8	MnO	%	0.07	0.213	0.063
9	Fe ₂ O ₃	%	6.699	12.142	0.063
10	CuO	%	14.097	12.142	0.063
11	ZnO	%	0.004	0.018	0.002
12	Rb ₂ O	%	0.002	0.011	0.017
13	SrO	%	0.025	0.018	0.002
14	ZrO ₂	%	0.004	0.057	0.002
15	RuO ₂	%	0.002	0.011	0.003
16	V ₂ O ₅	%	0.024	0.018	0.002

Kết quả thí nghiệm loại xi măng PCB 40 Hà Tiên phổ biến trên địa bàn cho các chỉ tiêu như sau:

Bảng 4: Chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB40 Hà Tiên

TT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả		Yêu cầu kỹ thuật TCVN 6260:2022	Phương pháp thử (TCVN)
			Mẫu 1	Mẫu 2		
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3.09	3.10		
2	Độ nghiền mịn				-	4030:2003
	Lượng sót sàng 0,09 mm	%	3.6	3.7	-	
	Lượng sót sàng 0,045 mm	%	14.08	14.02	-	
	Bề mặt riêng Blaine	Cm ² /g	3840	3840	-	
3	Lượng nước tiêu chuẩn	%	27.3	27.6	-	6017:2015
4	Độ ổn định thể tích	mm	3.0	3.0	≤ 10	6017:2015
5	Thời gian đông kết					
	- Bắt đầu	Phút	115	117	≥ 45 phút	6017:2015
	- Kết thúc	Phút	182	187	≤ 420 phút	
6	Cường độ chịu nén	N/mm ²				6016:2011
	- 3 ngày		24	25	≥ 18	
	- 28 ngày		44	44.5	≥ 40	

Vôi sử dụng là loại vôi bột có sẵn trên địa bàn, phân tích chỉ tiêu cơ lý như bảng sau:

Bảng 5: Chỉ tiêu cơ lí của vôi

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Mẫu 1	Mẫu 2	TCVN 2231:2016	PP thử (TCVN)
1	Khối lượng thể tích	g/cm ³	2.12	2.21	-	
2	Độ nghiền mịn					2231:2016
	Lượng sót sàng 0,09 mm	%	1.65	1.61	-	
3	Độ ẩm	%	1.05	1.23	≤ 5	2231:2016
4	Lượng nước thủy hóa	%	0.96	0.87	-	2231:2016
5	Hàm lượng CO ₂		0.8	0.9	≤ 6	2231:2016
6	Lượng mất khi nung	%	1.76	1.7	≤ 7	2231:2016

Cát trong tỉnh chủ yếu được nhập từ Campuchia với 3 loại thông dụng, gồm: cát đen chủ yếu để san lấp, cát vàng hạt thô dùng để xây và cát vàng hạt mịn dùng để trát. Kết quả thí nghiệm

chỉ tiêu cơ lý xem Bảng 6. Do cát san lấp chứa nhiều tạp chất và hàm lượng hữu cơ khác nhau, do đó không chọn để thí nghiệm trong nghiên cứu này.

Bảng 6: Chỉ tiêu cơ lý của cát dùng trong thí nghiệm

TT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Cát san nền	Cát xây
1	Thành phần hạt				
	Cuội, dăm (mm)	60÷40	%		
		40÷20	%		
	Hạt sỏi sạn (mm)	20÷10	%		
		10÷5	%	0.1	
		5÷2	%	0.6	0.2
	Hạt cát (mm) To	(2÷0,5)	%	5.1	2.6
	Vừa	0,5÷0,25	%	21	50.9
	Nhỏ	0,25÷0,1	%	46	37.7

TT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Cát san nền	Cát xây
	<<	0,1÷0,05	%	12.2	3.1
	Hạt bụi (mm) To	0,05÷0,01	%	10.5	4.6
	Nhỏ	0,01÷0,005	%	3.2	0.9
	Hạt sét (mm)	<0,005	%	1.3	0.0
2	Độ ẩm tự nhiên	W	%		
3	Khối lượng thể tích	γ_w	g/cm ³		
4	Khối lượng thể tích khô	γ_c	g/cm ³		
5	Khối lượng riêng	Δ	g/cm ³	2.64	2.65
6	Hệ số rỗng lớn nhất	emax		1.336	1.154
7	Hệ số rỗng nhỏ nhất	emin		0.682	0.656
8	Góc nghỉ khi khô			29°15'	28° 13'
9	Góc nghỉ khi ướt			25° 28'	24° 36'

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CẢI TẠO VLNV VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm các mẫu xử lý bằng hỗn hợp cát, vôi, xi măng

Kết quả thí nghiệm trộn vật liệu nạo vét của 3

vùng ngọt – lợ - mặn với các tỷ lệ hàm lượng vôi-xi măng và cố định hàm lượng 10% cát. Thời điểm thí nghiệm là 28 ngày tuổi, sau khi ngâm bão hòa 3 ngày. Kết quả thí nghiệm như sau:

Bảng 7: Kết quả thí nghiệm VLNV vùng ngọt với hỗn hợp gia cố ở 28 ngày tuổi

Số hiệu mẫu	Xi măng (%)	Vôi (%)	γ (g/cm ³)	q_u (kG/cm ²)	E (kG/cm ²)
So1.C5.L4.S10	5	4	1.57	0.14	11.48
So1.C5.L6.S10	5	6	1.58	0.18	11.41
So1.C5.L8.S10	5	8	1.55	0.18	15.54
So1.C10.L4.S10	10	4	1.59	0.37	51.53
So1.C10.L6.S10	10	6	1.61	0.32	52.29
So1.C10.L8.S10	10	8	1.64	0.53	90.02
So1.C15.L4.S10	15	4	1.60	1.25	148.60
So1.C15.L6.S10	15	6	1.70	1.48	187.05
So1.C15.L8.S10	15	8	1.61	1.61	290.60

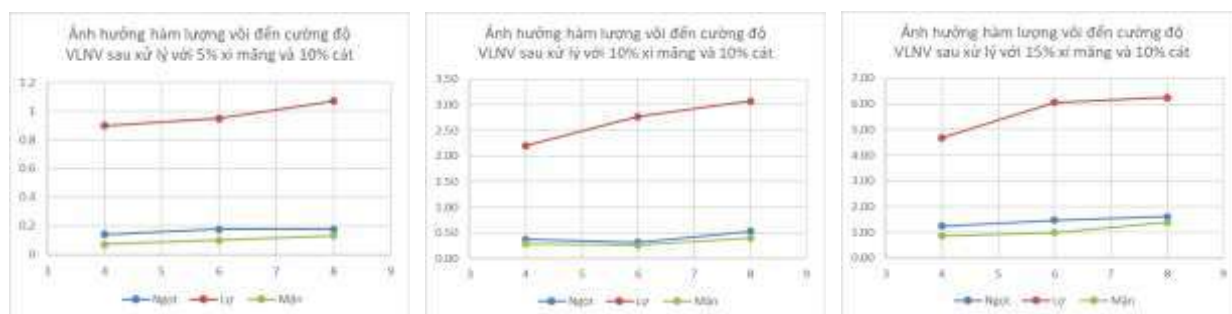
Bảng 8: Kết quả thí nghiệm VLNV vùng lợ với hỗn hợp gia cố ở 28 ngày tuổi

Số hiệu mẫu	Xi măng (%)	Vôi (%)	γ (g/cm ³)	q_u (kG/cm ²)	E (kG/cm ²)
So2.C5.L4.S10	5	4	1.77	0.9	113.25
So2.C5.L6.S10	5	6	1.79	0.95	115.2
So2.C5.L8.S10	5	8	1.74	1.07	112.70
So2.C10.L4.S10	10	4	1.75	2.20	285.36
So2.C10.L6.S10	10	6	1.75	2.77	411.07
So2.C10.L8.S10	10	8	1.79	3.07	508.81
So2.C15.L4.S10	15	4	1.77	4.68	561.93
So2.C15.L6.S10	15	6	1.80	6.06	957.84
So2.C15.L8.S10	15	8	1.80	6.25	1123.42

Bảng 9: Kết quả thí nghiệm VLNV vùng mặn với hỗn hợp gia cố ở 28 ngày tuổi

Số hiệu mẫu	Xi măng (%)	Vôi (%)	γ (g/cm ³)	q_u (kG/cm ²)	E (kG/cm ²)
So3.C5.L4.S10	5	4	1.51	0.07	8.47
So3.C5.L6.S10	5	6	1.54	0.10	12.4
So3.C5.L8.S10	5	8	1.60	0.13	15.29
So3.C10.L4.S10	10	4	1.56	0.29	45.63
So3.C10.L6.S10	10	6	1.56	0.26	45.03
So3.C10.L8.S10	10	8	1.58	0.40	59.08
So3.C15.L4.S10	15	4	1.65	0.87	122.99
So3.C15.L6.S10	15	6	1.58	1.00	149.79
So3.C15.L8.S10	15	8	1.57	1.38	192.57

Từ kết quả trên, xây dựng quan hệ ảnh hưởng của vôi trong hỗn hợp vật liệu gia cố đến VLNV như dưới hình sau.



Hình 4: Ảnh hưởng của hàm lượng vôi đến cường độ VLNV (kG/cm²) đã được gia cường với hàm lượng xi măng thay đổi



Hình 5: Ảnh hưởng của hàm lượng vôi đến modun đàn hồi VLNV đã được gia cường với hàm lượng xi măng thay đổi

3.2. Thảo luận kết quả thí nghiệm

Từ kết quả thí nghiệm thấy rằng, khi hàm lượng vôi có trong hỗn hợp gia cố lần lượt tăng từ 4% lên 6% và 8% thì cường độ của VLNV sau khi được cải tạo tăng lên không đáng kể ở cả 3 vùng (mặn, ngọt, lợ). Sở dĩ như vậy là do trong hỗn hợp cải tạo VLNV vôi đóng 2 vai trò: (1) Làm thay đổi pH hỗ trợ thủy hóa xi măng thuận lợi, tránh vón cục; (2) Đồng thời đóng vai trò làm chất kết dính. Trong các thí nghiệm trên với

hàm lượng 4% thì đã đủ thay đổi pH > 12 vì thế có tăng thêm hàm lượng vôi thì cũng không tăng thêm tác dụng. Mặt khác hàm lượng vôi tăng thêm đó ít tác dụng khi đóng vai trò làm chất kết dính. Vì vậy, không làm thay đổi nhiều cường độ VLNV sau khi được cải tạo. Ngoài ra, trong các kết quả thí nghiệm trên mẫu thí nghiệm ở vùng lợ cho cường độ lớn trội hơn mẫu ở vùng mặn và vùng ngọt. Đó có thể là do hàm lượng cát trong mẫu nguyên dạng của vùng

lợ là 17% lớn hơn vùng ngọt là 5% vùng mặn là 6%.

Trong mọi trường hợp sử dụng hỗn hợp gia cố, khi hàm lượng xi măng nhỏ 5% thì cường độ và mô đun biến dạng của VLNV đã được cải tạo đều nhỏ, không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật làm nền đường GTNT. Khi hàm lượng xi măng > 10% mới đáp ứng được yêu cầu.

Cần hết sức lưu ý rằng cường độ và mô đun biến dạng của mẫu VLNV ở vùng mặn và vùng ngọt rất ít tăng, kể cả khi tăng hàm lượng của vôi và xi măng. Điều này là do hàm lượng cát trong VLNV của 02 vùng này nhỏ hơn nhiều hàm lượng cát trong VLNV của vùng lợ. Như vậy, cần khẳng định việc làm tăng hàm lượng hạt thô đối với VLNV là có ý nghĩa quan trọng trong việc cải tạo VLNV.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tỉnh Bến Tre là một tỉnh có trữ lượng VLNV rất lớn và có nhu cầu sử dụng VLNV để phục vụ xây dựng công trình, nhằm tận dụng được nguồn vật liệu sẵn có và làm giảm các tác động có hại đến môi trường- xã hội. Tuy nhiên, do VLNV ở đây có tính chất đặc thù như hàm lượng hạt mịn rất lớn, hàm lượng hữu cơ cao, có những khu vực còn bị nhiễm mặn. Do đó, để cải tạo VLNV làm vật liệu nền đường GTNT và san lấp mặt bằng thì trước hết cần phải làm tăng

hàm lượng hạt thô, tiếp theo cần làm tăng môi trường pH > 12 để tạo điều kiện cho xi măng thủy hóa hoàn toàn.

Quá trình nghiên cứu bằng cách trộn VLNV với xi măng, tro bay, tro xỉ, vôi, cát, v.v... đã xác định được hỗn hợp vật liệu phù hợp nhất để cải tạo VLNV ở tỉnh Bến Tre bao gồm, chất độn là cát có sẵn ở địa phương, chất tăng độ pH là vôi và chất kết dính là xi măng. Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, để đảm bảo cường độ và biến dạng của VLNV đã cải tạo, đề xuất sử dụng hàm lượng cát $\geq 10\%$, hàm lượng vôi 4%, hàm lượng xi măng $\geq 10\%$.

Trong tương lai khi cần xử lý khối lượng VLNV lên đến hàng triệu m³ được nạo vét từ các con sông và kênh lớn, để làm giảm giá thành việc cải tạo VLNV, cần nghiên cứu giảm hàm lượng xi măng trong hỗn hợp bằng cách thay một phần xi măng bằng tro trấu, tro rơm rạ là những vật liệu có sẵn trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp tỉnh Bến Tre “Nghiên cứu giải pháp cứng hóa bùn nạo vét phục vụ xây dựng nền các công trình giao thông nông thôn trên địa bàn tỉnh Bến Tre”, do tỉnh Bến Tre giao Viện Thủy Công chủ trì thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo chuyên đề (2023) “Nghiên cứu đánh giá trữ lượng vật liệu nạo vét từ hệ thống công trình thủy lợi tỉnh Bến Tre”. Đề tài cấp tỉnh: Nghiên cứu giải pháp cứng hóa bùn nạo vét phục vụ xây dựng nền các công trình giao thông nông thôn trên địa bàn tỉnh Bến Tre.
- [2] Báo cáo chuyên đề (2024), “Nghiên cứu cơ sở khoa học của giải pháp cứng hóa vật liệu nạo vét trên địa bàn tỉnh Bến Tre”. Đề tài cấp tỉnh: Nghiên cứu giải pháp cứng hóa bùn nạo vét phục vụ xây dựng nền các công trình giao thông nông thôn trên địa bàn tỉnh Bến Tre.
- [3] Phùng Vĩnh An và nnk (2015), “Nghiên cứu giải pháp công nghệ xử lý nền đất yếu bằng công nghệ trộn đất tại chỗ với chất kết dính vô cơ phục vụ xây dựng công trình thủy lợi”. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ NN và PTNT.
- [4] Ngô Anh Quân và nnk (2022) “Nghiên cứu công nghệ cứng hóa đất bùn nạo vét để sử dụng trong san lấp mặt bằng thay thế cát”. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước.
- [5] Lê Huy Cứ (2007), “Nghiên cứu gia cố đất bằng các phụ gia vô cơ để xây dựng công trình”, Báo cáo tổng kết khoa học và công nghệ đề tài, Liên hiệp các hội khoa học và kỹ thuật Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam.