

LỰA CHỌN HÀM LƯỢNG XI MĂNG VÀ TỈ LỆ NƯỚC-XI MĂNG HỢP LÝ CHO GIA CỐ ĐẤT YẾU VÙNG VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Thái Hồng Sơn¹, Trịnh Minh Thu², Trịnh Công Ván²

Tóm tắt: Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) là một đồng bằng có hệ thống công trình ở khu vực ven biển Cần Giờ, Tiền Giang, Bến Tre, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang sẽ nằm trong tầm nhìn chiến lược của quốc gia Việt Nam và thế giới trong việc đảm bảo an ninh lương thực và thích ứng với biến đổi khí hậu toàn cầu. Đa phần đất yếu khu vực mà tác giả đề cập có tính chất cơ lý không đủ đáp ứng tốt cho việc xây dựng công trình. Do vậy, đất vùng này cần được gia cố trước khi xây dựng theo hướng gia tăng tính chất cơ lý đảm bảo tính ổn định, kinh tế và tiến độ xây dựng. Hiện nay phương pháp “Xi măng đất trộn sâu” (XD-TS) đã và đang được các nước trên thế giới đánh giá cao, đặc biệt là Nhật Bản và các nước vùng Scandinaver. Trong phương pháp “Xi măng đất trộn sâu” thì việc lựa chọn hàm lượng xi măng và tỉ lệ nước/xi măng (N/XM) hợp lý là công tác rất quan trọng, chúng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng, tiến độ và giá thành dự án. Bài báo này tập trung trình bày một số kết quả thí nghiệm trong phòng về tỷ lệ xi măng, nước/xi măng gia cố đất yếu vùng ĐBSCL mà tác giả đã và đang nghiên cứu sẽ là tài liệu định hướng hữu ích để tham khảo cho việc áp dụng công nghệ “Xi măng đất trộn sâu” xử lý đất yếu trong vùng.

Từ khóa: Công nghệ trộn sâu, xử lý nền đất yếu, cường độ kháng nén, tỷ lệ nước/xi măng, hàm lượng xi măng.

1. Đặt vấn đề

Ở Miền Nam - Việt Nam, phương pháp XD-TS được nghiên cứu và áp dụng ở thành phố Hồ Chí Minh cho một số dự án như Kênh Tân Hóa Lò- Gốm; Đại lộ Đông Tây; Sân bay Cần Thơ; Bồn chứa xăng dầu Trà Nóc... Tất cả các dự án này nằm đa phần trên vùng đất không bị ảnh hưởng nước mặn. Trên cơ sở đó tác giả xét thấy việc chọn lựa vùng đất ven biển khu vực ĐBSCL nghiên cứu là rất cần thiết và hữu ích.

Có rất nhiều chỉ tiêu cần nghiên cứu để gia tăng tính chất xây dựng của đất yếu, tùy thuộc và mục tiêu và tính chất của yêu cầu dự án và công trình mà chúng ta đặt vấn đề nghiên cứu. Nhìn chung mục tiêu các dự án đa phần tập trung vào việc nâng cao cường độ kháng cắt của đất nền sau khi gia cố, đây là nội dung chính trong bài báo này nó được trình bày bởi “Cường độ nén nở hông” ở 14 ngày và 28 ngày tuổi của mẫu thử.

Do vậy việc nghiên cứu ứng xử của đất vùng biển đến “cường độ nén nở hông” gây ra bởi yếu tố hàm lượng xi măng và tỉ lệ nước/xi măng là việc cần thiết để nghiên cứu và sẽ là nội dung chính được trình bày trong bài báo.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu chính trong đề tài là đất yếu vùng ven biển khu vực ĐBSCL và ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỉ lệ nước/xi măng lên cường độ nén nở hông của mẫu thử bởi phương pháp XD-TS. Phương pháp nghiên cứu trên quan điểm hỗn hợp xi măng đất trộn là vật liệu tuân thủ các khái niệm về cơ lý của lý thuyết cơ học đất đã đang được áp dụng, các thí nghiệm trong phòng được áp dụng tuân thủ các tiêu chuẩn của các nước tiên tiến trên thế giới và Việt Nam. Các qui trình, khảo sát và thí nghiệm tạo mẫu, nén mẫu cũng đều phải tuân thủ các tiêu chuẩn và qui định này.

3. Tính chất cơ lý của đất yếu khu vực nghiên cứu và vật liệu thí nghiệm

3.1. Đất yếu khu vực nghiên cứu

Mẫu đất thí nghiệm được lấy tại xã Long

¹ Học viên lớp Cao học Việt - Bỉ ĐH thủy Lợi, Công ty TNHH Thái Sơn An Giang.

² Trường Đại học thủy lợi.

Thanh – Huyện Vĩnh Lợi – Thành phố Bạc Liêu. Đất yếu khu vực này có các đặc điểm là bùn sét xám trắng trạng thái chảy thường không thể sử dụng làm nền thiên nhiên trong xây dựng công trình. Các tính chất cơ lý tiêu biểu của đất yếu vùng này được thể hiện ở bảng 1. Quá trình lấy mẫu và bảo quản cẩn thận để đảm bảo tính nguyên dạng, độ ẩm ít bị thay đổi nhất để không ảnh hưởng đến quá trình nghiên cứu.

Bảng 1: Chỉ tiêu cơ lý của đất yếu khu vực Long Thanh – Vĩnh lợi – Bạc Liêu

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
- Thành phần hạt		
+ Hàm lượng % hạt sỏi	%	0.00
+ Hàm lượng % hạt cát	%	19.17
+ Hàm lượng % hạt bụi	%	22.35
+ Hàm lượng % hạt sét	%	58.48
- Độ ẩm tự nhiên (W%)	%	72.61
- Dung trọng tự nhiên (γ_w g/cm ³)	g/cm ³	1.55
- Dung trọng khô (γ_k g/cm ³)	g/cm ³	0.934
- Dung trọng đẩy nổi (γ_{nn})	g/cm ₃	0.57
- Tỷ trọng (Δ)		2.61
- Độ bão hòa (G)	%	97
- Độ rỗng (n)		65
- Hệ số rỗng (e_0)		1.839
- Giới hạn chảy (W_L)	%	62.9

Bảng 2: Đặc tính của xi măng sử dụng cho việc nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu	Kết quả kiểm tra	Đơn vị	Tiêu chuẩn TCVN 6260	
1	Độ mịn	Bề mặt riêng	3835	cm ² /g	Min=2800
		Lượng sót sàng 0.09 mm	0,7	%	Max=10
2	Độ ổn định thể tích, Le Chaterlier test	0,5	Mm	Max=10	
3	Thời gian đông kết	Bắt đầu	2:01	h:m	Min=0:45
		Kết thúc	2:19	h:m	Max=7:00
4	Cường độ nén	3 ngày	30,7	N/mm ²	Min=18
		7 ngày	36,7	N/mm ²	
		28 ngày	45,4	N/mm ²	Min=40
5	MgO	2.0	%		
6	SO ₃	2.1	%	Max = 3,5	
7	CaO (Vô tự do)	0,5	%		

3.3 Nước

Nguồn nước sử dụng thí nghiệm là nước sinh hoạt được kiểm tra thỏa mãn các tiêu chuẩn hiện

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
- Giới hạn dẻo (W_p)	%	32.4
- Chỉ số dẻo (I_p)		30.5
- Độ sệt (B)		1.18
- Hệ số nén lún ($a_{1,2}$) cm ² /kG	cm ² /kg	0.313
- Mô đun biến dạng ($E_{1,2}$)kG/cm ²	kg/cm ²	3.90
- Góc ma sát trong (φ^0)	Độ	04°07'
- Lực dính (C kG/cm ²)	kg/cm ²	0.055
- SPT		1-2

Đất khu vực nghiên cứu có đặc tính rất yếu không những độ ẩm rất lớn, hệ số rỗng (e_0) rất lớn, tính nén lún cao, mà khả năng kháng cắt của đất rất thấp không đáp ứng được yêu cầu xây dựng do đó khi xây dựng công trình cần có giải pháp xử lý nền thích hợp.

3.2 Xi Măng

Xi măng được sử dụng thực hiện thí nghiệm xác định tính ảnh hưởng về hàm lượng lên cường độ đất xử lý là xi măng Portland PCB Nghi Sơn, công nghệ Nhật Bản được tin cậy cao về chất lượng và phù hợp tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam (TCVN 6260:2009); lô xi măng thí nghiệm là lô 11-2013, kết quả kiểm tra các đặc tính cơ bản được thể hiện bảng 2.

hành về nước sử dụng cho bê tông và kết quả kiểm tra phân tích lý hóa của mẫu nước được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3: Bảng phân tích lý hóa của mẫu nước sử dụng cho thí nghiệm

Số TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả kiểm tra	Tiêu chuẩn áp dụng	TCVN – 302 2004 Mức độ cho phép		
					Mục đích 1	Mục đích 2	Mục đích 3
1	Màu sắc	-	Không	22 TCN 61-1984	Không	/	/
2	Độ PH	Nồng độ	7	6636-2000	4÷12,5	4÷12,5	4÷12,5
3	Hàm lượng ion Cl	mg/l	10,53	6194-1996	<350	<1000	<3500

Số TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả kiểm tra	Tiêu chuẩn áp dụng	TCVN – 302 2004 Mức độ cho phép		
					Mục đích 1	Mục đích 2	Mục đích 3
4	Hàm lượng ion SO_4^{2-}	mg/l	7,39	6200-1996	<600	<2000	<2700
5	Tổng lượng muối hòa tan	mg/l	107,4	4506-1987	<2000	<5000	<10000
6	Tổng lượng muối không tan	mg/l	0,74	4506-1987	<200	<200	<300
7	Hàm lượng hữu cơ	mg/l	0,55	4506-1987	<15	<15	<15

Ghi chú: Mục đích 1 cho nước trộn bê tông và nước trộn vữa bơm bảo vệ cốt thép cho các kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực; Mục đích 2 cho nước trộn bê tông và nước trộn vữa chèn mối nối cho các kết cấu bê tông cốt thép; mục đích 3 nước trộn bê tông cho các kết cấu bê tông không cốt thép, nước trộn vữa xây và trát.

4. Kết quả thí nghiệm cường độ nén nở hông của mẫu thử

Bảng 4. Kết quả cường độ nén nở hông của mẫu thử 14 ngày tuổi

Độ ẩm (Wc) (%)	72.61 % Wc	80 % Wc	100 % Wc	120 % Wc
Hàm lượng xi măng (Cc) (%)	Cường độ nén nở hông mẫu thử (q_u) (kg/cm ²)			
10	6,95	6,90	5,28	4,77
18	17,87	12,91	10,07	7,27
25	29,59	26,36	16,53	11,38

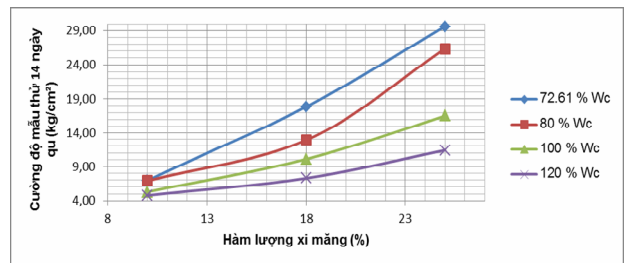
Bảng 5. Kết quả cường độ nén nở hông của mẫu thử 28 ngày tuổi.

Độ ẩm (Wc) (%)	72.61 % Wc	80 % Wc	100 % Wc	120 % Wc
Hàm lượng xi măng (Cc) (%)	Cường độ nén nở hông của mẫu thử q_u (kg/cm ²)			
10	9,39	8,34	6,03	5,40
18	24,25	16,75	14,20	11,23
25	43,06	32,85	16,71	13,11

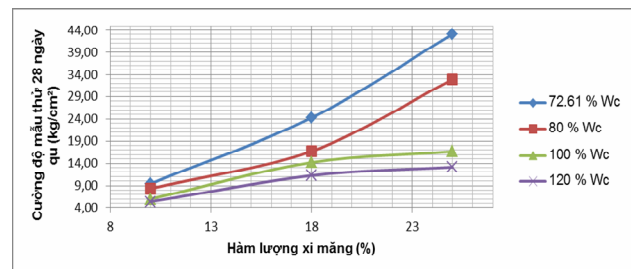
Kết quả ở bảng 4,5 và hình 1,2 nhận thấy rằng khi hàm lượng xi măng tăng thì cường độ kháng nén mẫu gia cố tăng. Khi lượng nước pha trộn giảm thì cường độ kháng nén của đất gia cố tăng. Kết quả cũng chỉ ra rằng khi độ ẩm trong đất cao thì sự gia tăng về cường độ không lớn khi tăng hàm xi măng trong đất gia cố. Như vậy hàm lượng xi măng mang lại hiệu quả lớn khi lượng nước trong hỗn hợp giảm.

4.1. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến cường độ nén nở hông

Hàm lượng xi măng được sử dụng cho thí nghiệm từ 10% đến 25% (trên trọng lượng riêng khô) để xác định sự ảnh hưởng của hàm lượng xi măng lên mẫu thử tại thời điểm 14 ngày tuổi và 28 ngày tuổi. Kết quả cường độ nén nở hông của mẫu thử được trình bày ở bảng 4, bảng 5 và hình 1, hình 2.



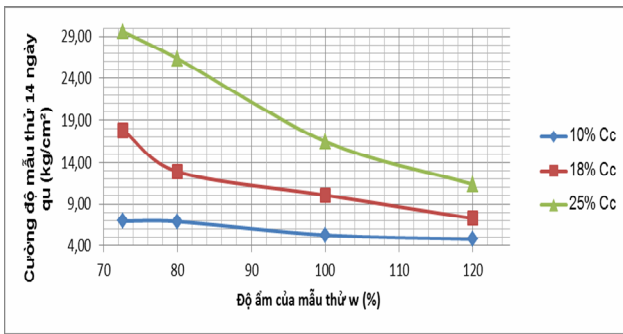
Hình 1. Quan hệ hàm lượng xi măng và cường độ nén nở hông của mẫu thử 14 ngày tuổi



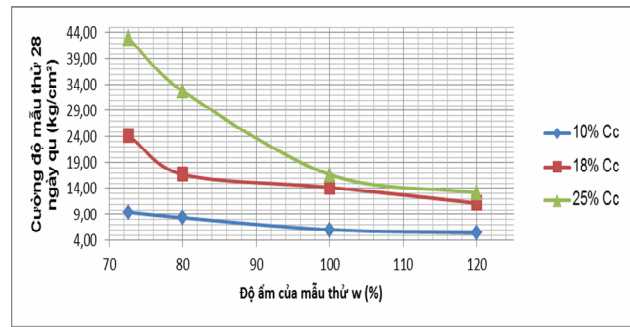
Hình 2. Quan hệ hàm lượng xi măng và cường độ nén nở hông của mẫu thử 28 ngày tuổi

4.2. Ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ nén nở hông

Độ ẩm được thay đổi từ trạng thái tự nhiên đến 120% nhằm xác định vùng hiệu quả của lượng nước sử dụng cho XD-TS lên cường độ mẫu đất. Hình 3 và hình 4 biểu diễn tương quan giữa cường độ kháng nén với độ ẩm của hỗn hợp đất gia cố ở 14 ngày và 28 ngày tuổi ứng với các hàm lượng xi măng khác nhau.



Hình 3: Quan hệ giữa độ ẩm mẫu thử và cường độ nén nở hông mẫu thử 14 ngày tuổi



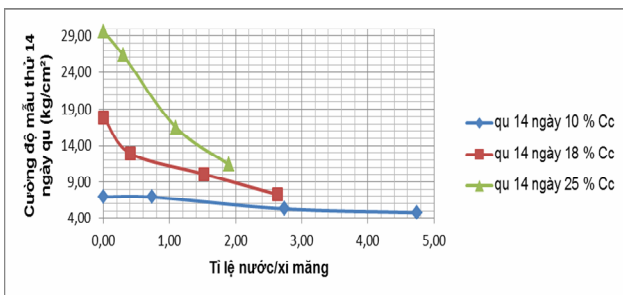
Hình 4: Quan hệ giữa độ ẩm mẫu thử và cường độ nén nở hông mẫu thử 28 ngày tuổi

Kết quả từ hình 3 và 4 cho thấy khi hàm lượng xi măng 10% thì ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ kháng nén không lớn. Khi hàm lượng xi măng 18% thì cường độ kháng nén của đất gia cố biến đổi lớn khi độ ẩm của mẫu dưới 80%, khi hàm lượng xi măng 25% thì cường độ kháng nén thay đổi lớn khi độ ẩm mẫu gia cố

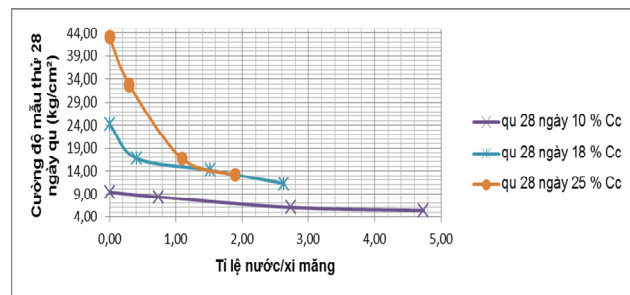
không lớn hơn 100%.

4.3 Ảnh hưởng của tỉ lệ nước/xi măng (N/XM) đến cường độ nén nở hông

Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ kháng nén của mẫu gia cố ở 14 ngày và 28 ngày tuổi với hàm lượng xi măng là 10%, 18% và 25% được trình bày ở hình 5.

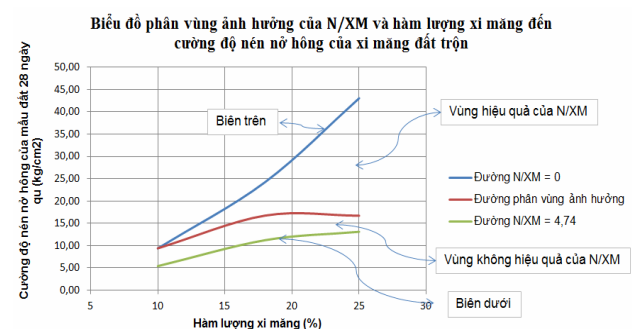


Hình 5: Quan hệ giữa tỉ lệ N/XM và cường độ nén nở hông của mẫu thử 14 ngày tuổi



Hình 6: Quan hệ giữa tỉ lệ N/XM và cường độ nén nở hông của mẫu thử 28 ngày tuổi

Kết quả ở hình 5, 6 cho thấy rằng cường độ kháng nén của mẫu đất gia cố giảm khi tỷ lệ nước/xi măng tăng. Khi hàm lượng xi măng trong đất gia cố là 25% thì tỷ lệ nước và xi măng hiệu quả nên chọn từ 1 trở xuống. Khi hàm lượng xi măng là 18% thì tỷ lệ trộn nước trong đất gia cố với xi măng nên chọn từ 0,4 trở xuống. Hàm lượng xi măng gia cố từ 10% trở xuống thì ảnh hưởng của nước đến cường độ kháng nén không lớn, tuy nhiên nên dùng độ ẩm tự nhiên của nền đất gia cố. Kết quả nghiên cứu có thể phân vùng hiệu quả của tỉ lệ N/XM và hàm lượng xi măng đến cường độ nén nở hông của xi măng đất trộn – vùng đất nghiên cứu (xã Long Thạnh – Huyện Vĩnh Lợi – Thành phố Bạc Liêu) được trình bày ở hình 7.



Hình 7: Phân vùng ảnh hưởng của tỉ lệ N/XM và hàm lượng xi măng đến cường độ nén nở hông của xi măng đất trộn – vùng đất nghiên cứu.

5. Kết luận

Lựa chọn hàm lượng xi măng, lượng nước/xi măng trong gia cố nền đất yếu bằng phương pháp “Xi măng đất trộn sâu” là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cường độ của nền đất gia cố.

Trên thực tế chưa có nhiều kết quả thí nghiệm nghiên cứu những ảnh hưởng của các yếu tố nhất là tỷ lệ nước/ xi măng đến cường độ kháng nén nhất là những vùng ven biển chứa muối, chứa hàm lượng hữu cơ. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy đối với đất yếu vùng nghiên cứu khi độ ẩm của hỗn hợp gia cố từ 100% trở lên thì ảnh hưởng của sự gia tăng hàm lượng xi măng đến sự gia tăng về cường độ là không lớn. Hàm lượng xi măng hợp lý

cho gia cố nền đất yếu bằng phương pháp trộn sâu nên chọn lớn hơn 10%. Đối với đất mềm yếu, có độ ẩm cao thì nên trộn xi măng trực tiếp trong hỗn hợp đất sẽ mang lại hiệu quả lớn. Trong trường hợp để thuận lợi cho thi công theo phương pháp trộn sâu thì: Khi hàm lượng xi măng trong đất gia cố là 25% nên chọn tỷ lệ nước/xi măng từ 1 trở xuống. Khi hàm lượng xi măng là 18% thì tỷ lệ nước/xi măng nên chọn từ 0,4 trở xuống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công nghệ sản xuất xi măng Póoc Lãng và các chất dính vô cơ – Nhà xuất bản quốc gia tp. Hồ Chí Minh.
2. Cọc đất xi măng – phương pháp gia cố nền đất yếu-GS.TS. Nguyễn Việt Trung – KS Vũ Minh Tuấn.
3. Basic soil mechanics – second edition – R. Whitlow – Longman Scientific and Technical.
4. Concrete corrosion and concrete protection – IMRE BICZOK civil engineer ALPAR PRIZE WINNER Publishing House of Hungarian Academy of science Budapest 1964.
5. Soil mechanics, Arnold Verruijt – Delft University of Technology, 2001, 2004
6. Principles of Foundation Engineering, Sixth Edition, Braja M.Das
7. Strength characteristics and mechanisms of salt-rich soil – cement – Haofeng Xing a,*, Xiaoming Yang^b, Chao Xu^a, Guanbao Ye^a.
8. The deep mixing method - Masaki Kitazume & Masaaki Terashi – 2012- published by CRC Press/Balkema.
9. Water content, porosity and cement content as parameters controlling strength of artificially cemented silt soil – Nilo Cesar Consoli^{a,*}, Daniel Aliati Rosa^b, Rodrigo Caberlon Cruz^b, Amandan Dalla Rosa^b.

Abstract

CEMENT CONTENT AND WATER – CEMENT RATIO OR SOIL STABILIZATION BY SOIL CEMENT DEEP MIXING METHOD IN COASTAL ZONE OF MEKONG DELTA AREA

Soil stabilization by cement deep mixing method is one of the environmental and economic method. In which the cement content and water-cement ratio are two important factors that we have to determine before a project implimentaion. This paper shows research results that are the values of cement content and water-cement ratio for the coastal zone of Mekong delta area by soil cement deep mixing method. These research results are necessary to be consulted to choose and estimate for some parameters of soil characristics improvement of construction purposes, ensuring sustainable development of coastal Mekong Delta areas.

Keyword: Soil-cement deep mixing method, soft soil improvement, unconfined compressive strength, water-cement ratio, cement content.

Người phản biện: TS. Nguyễn Quang Phú

BBT nhận bài: 20/2/2014

Phản biện xong: 24/3/2014