

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TRỘN XI MĂNG DƯỚI SÂU VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CỦA NÓ TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT YẾU KHU VỰC DUYÊN HẢI - TRÀ VINH

Nguyễn Thành Đạt^{*}, Nguyễn Văn Kiệp^{**}, Huỳnh Nguyễn Ngọc Tiến^{***}

TÓM TẮT

Bài viết trình bày nội dung đánh giá khả năng ứng dụng của công nghệ trộn xi măng dưới sâu. Từ các thí nghiệm trong phòng và tại hiện trường với điều kiện địa chất khu vực Duyên Hải - Trà Vinh, chúng ta sẽ tìm ra các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng, độ bền của trụ xi măng đất. Đồng thời, xác định được tỷ lệ tối ưu về hàm lượng xi măng, nước sao cho mẫu đất sau khi được gia cố đáp ứng được các yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật. Cuối cùng, tiến hành phân tích dữ liệu thí nghiệm phục vụ cho tính toán và mô phỏng dựa vào mô hình hồi quy tuyến tính của Microsoft Excel.

ABSTRACT

The article presents the content assessment of the application of deep cement mixing technology. From laboratory and field experiments with geological conditions in Duyen Hai - Tra Vinh areas, we will find out the factors that affect the quality and durability of the soil cement piling. The same time, determine the optimal ratio about content of cement and water for soil samples after being reinforced to meet the economic - technical requirements. Finally, analysis of test data to serve calculations and simulation based on linear regression models of Microsoft Excel.

Key words: Deep cement mixing technology Duyen Hai - Tra Vinh areas.

1. Đặt vấn đề nghiên cứu:

Trong thời kỳ hội nhập kinh tế hiện nay ở nước ta nhu cầu phát triển cơ sở hạ tầng là rất cần thiết. Quỹ đất xây dựng ở đô thị, trung

tâm thành phố của các tỉnh thành thuộc châu thổ Đồng bằng Sông Cửu Long ngày càng khan hiếm và hạn hẹp cho việc xây dựng các khu công nghiệp, nhà máy có diện tích tương đối lớn. Ngược lại với khu vực ngoại thành, ven sông, đồng bằng có diện tích xây dựng rộng lớn đủ để phục vụ cho nhu cầu trên. Tuy nhiên với những khu vực vừa đề cập có tiền thân là đất nông nghiệp, cở kết nhẹ, nền đất thường khá yếu có khả năng chịu lực tương đối thấp.

^{*} Tiến sĩ, Khoa Kỹ thuật xây dựng Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

^{**} Thạc sĩ, Khoa Kỹ thuật Công nghệ, trường Đại học Cửu Long

^{***} Ban Quản lý Dự án Thị xã Sa Đéc, tỉnh Đồng Tháp

Việc đặt công trình có tải trọng tương đối lớn, trải dài trên diện tích rộng công tác gia cố nền đất yếu là hết sức cần thiết. Để hạn chế được những rủi ro, tiết kiệm chi phí đầu tư và thời gian thi công thì hiện nay công nghệ trộn xi măng dưới sâu là khả thi hơn so với các phương pháp khác như: cừ tràm, bấc thấm, cọc BTCT, cừ tre... Nhưng với điều kiện địa chất vùng ven biển vùng Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và đại diện là khu vực Trà Vinh nói riêng nơi có phù sa bồi lấp lâu năm, tầng đất yếu khá dày liệu có đáp ứng được khả năng chịu tải, kinh tế của công trình đặt trên nền đất yếu sau khi gia cố nền đất bằng công nghệ trộn xi măng dưới sâu hay không? Vấn đề này sẽ được chúng tôi trình bày chi tiết trong bài nghiên cứu này.

2. Mục tiêu, phương pháp nghiên cứu:

Phương pháp thực nghiệm: Thực hiện các thí nghiệm trong phòng, hiện trường để xác định các tính chất đặc trưng và nhân tố ảnh hưởng đến độ bền, chất lượng của trụ đất xi măng. Phương pháp lý thuyết: Tổng hợp, lựa chọn số liệu thí nghiệm dựa trên mô hình hồi quy tuyến tính.

3. Tính chất cơ lý của đất nền và vật liệu làm thí nghiệm

Mẫu đất nền phục vụ cho công tác thí nghiệm được lấy tại hiện trường thuộc khu vực Nhà máy Nhiệt Điện Duyên Hải - huyện Duyên Hải - tỉnh Trà Vinh có điểm chung là bùn sét trạng thái dẻo mềm màu xám nâu [1]. Mẫu được lấy tại hiện trường và bảo quản cẩn thận đảm bảo các chỉ tiêu tự nhiên để thí nghiệm.

Bảng 1 - Chỉ tiêu cơ lý đất nền khu vực Duyên Hải - Trà Vinh

STT	Đơn vị	Giá trị trung bình
Độ ẩm	w(%)	41,60%
Dung trọng tự nhiên		1,736
Hệ số rỗng e		1,123
Lực dính c	(kPa)	7,400
Góc ma sát trong φ	độ	1,740
GH dẻo W_p	(%)	22,92%
GH nhão W_L	(%)	39,99%
Chỉ số dẻo I_p		17,071
Độ sệt I_L		1,100

Bảng 2 - Chỉ tiêu cơ lý của xi măng

STT	Tên chỉ tiêu	Tiêu chuẩn	Mức chỉ tiêu	Kết quả thử mẫu
1	KLR (g/cm^3)	TCVN 4030-2003	-	2,96
2	Khối lượng thể tích (g/cm^3)	TCVN 1772-87	-	1,21
3	Độ dẻo tiêu chuẩn (%)	TCVN 6017-1995	-	26
4	Thời gian bắt đầu đông kết (phút)	TCVN 6017-1995	> 45	115
5	Thời gian kết thúc đông kết (phút)	TCVN 6017-1995	< 420	320
6	Độ ổn định thể tích (mm)	TCVN 6017-1995	< 10	2,33
7	Độ nghiền mịn phần còn trên sàng 0,09mm (%)	TCVN 4030-2003	< 10	1,5
8	Cường độ chịu uốn ở tuổi 28 ngày, N/mm^2	TCVN 6017-1995	-	9,75
9	Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày, N/mm^2	TCVN 6017-1995	≥ 40	42,94

Bảng 3 - Chỉ tiêu cơ lý của nước sinh hoạt dùng cho chế bị mẫu

STT	Chỉ tiêu xác định	Đơn vị	Nước dùng để chế bị mẫu	
			Kết quả	TCXDVN302: 2004
1	Màu sắc	Mức độ	Không màu	Không màu
2	Váng dầu mỡ	Mức độ	Không vẩn	Không vẩn
3	Độ pH	Độ	7,4	4 ÷ 12,5
4	Tổng lượng muối hoà tan	mg/L	92	≤ 2000 mg/L
5	Hàm lượng SO_4^{2-}	mg/L	23,5	≤ 600 mg/L
6	Hàm lượng Cl^-	mg/L	52,6	≤ 350 mg/L
7	Tổng lượng cặn không tan, SS	mg/L	25	≤ 200 mg/L

Bảng 4 - Chỉ tiêu cơ lý của nước tại vị trí lấy mẫu dùng cho chế bị mẫu [2]

STT	Thông số	Đơn vị	Nước tại vị trí lấy mẫu		
			Hàm lượng	Đánh giá TCXD 3994:1985	Cơ sở thí nghiệm TCXD 81:1981
1	Nhiệt độ	°C	28,125		"
2	pH		7,885		"
3	Độ trong	Cảm quan	Đục		"
4	Mùi	Cảm quan	Không		"
5	CO_2 tự do	mg/L	12,194	Không ăn mòn	"
6	CO_2 ăn mòn	mg/L	0		"
7	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	mg/L	9109,644		"
8	Ca^{2+}	mg/L	285,82		"

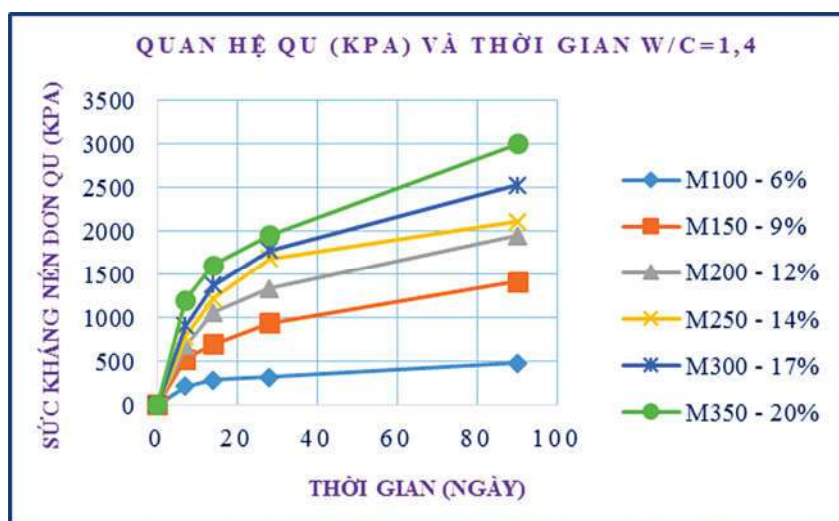
STT	Thông số	Đơn vị	Nước tại vị trí lấy mẫu		
			Hàm lượng	Đánh giá TCXD 3994:1985	Cơ sở thí nghiệm TCXD 81:1981
9	Mg ²⁺	mg/L	863,208	Không ăn mòn	"
10	Cl ⁻	mg/L	15575,86		"
11	SO ₄ ²⁻	mg/L	1772,608	Ăn mòn mạnh	"
12	HCO ₃ ⁻	mg/L	318,066		"
13	CO ₃ ²⁻	mg/L	0,75		"
14	Tổng độ cứng	mg/L	85,25		"
15	Tổng khoáng hóa	mg/L	27927,95	Ăn mòn trung bình	"

4. Thí nghiệm nén đơn trục không hạn chế nở hông

4.1 Kết quả thí nghiệm cho mẫu trộn sử dụng nước sinh hoạt với tỷ lệ nước/xi măng lần lượt là: 1,4; 1; 0,8

 Thí nghiệm 1: Nước/Xi măng = 1,4

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	218,393	533,279	687,309	790,15	914,335	1206,737
14	293,407	702,588	1068,154	1226,782	1376,35	1609,054
28	322,213	943,925	1339,902	1687,676	1779,457	1960,446
90	489,439	1419,733	1952,909	2114,631	2526,202	3001,58



Hình 1 - Bảng kết quả biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 1

Nhận xét thí nghiệm 1:

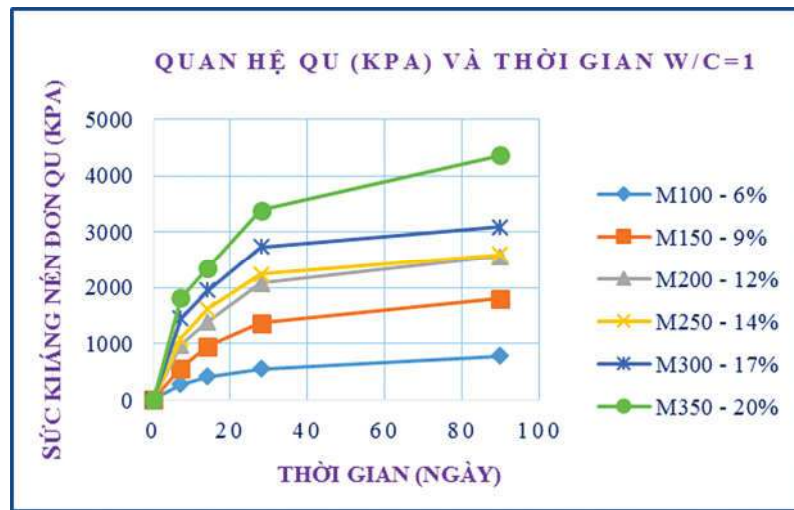
128 lần sau khi được gia cố.

- Dựa vào hình 1. Ta thấy rằng giá trị q_u (kPa) từ khi bắt đầu chế bị đến 90 ngày tuổi tăng tuyến tính theo hàm lượng xi măng. Ở thời điểm 28 và 90 ngày tuổi giá trị q_u (kPa) của đất tự nhiên tăng khá nhanh lần lượt khoảng 89,

- Nhưng khi hàm lượng xi măng trong khoảng từ 14 - 20% thì cường độ trụ đất xi măng có xu hướng tăng chậm lại và ổn định theo thời gian.

Thí nghiệm 2: Nước/Xi măng=1

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	284,033	569,69	982,388	1097,914	1447,326	1818,479
14	421,461	957,023	1394,516	1618,214	1959,206	2360,388
28	554,148	1365,013	2076,723	2247,045	2736,482	3389,822
90	780,844	1802,784	2563,918	2602,456	3096,434	4369,142



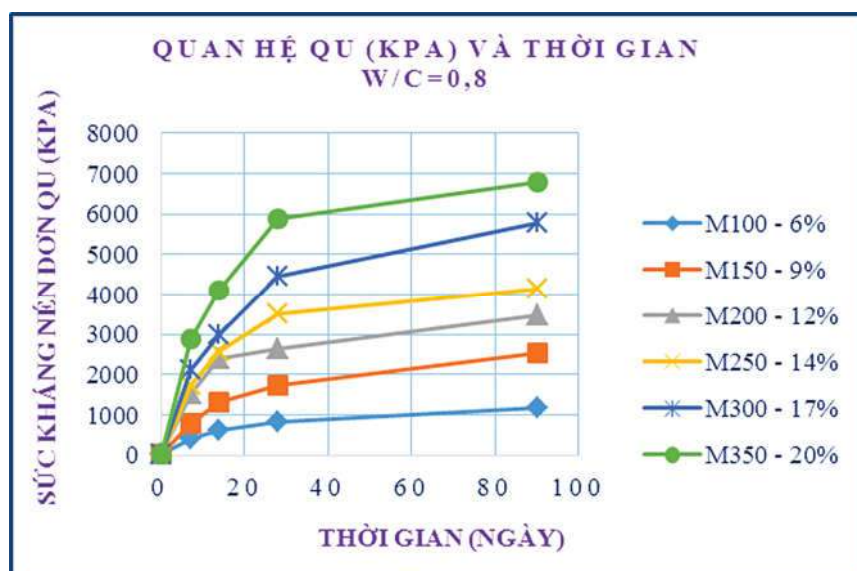
Hình 2 - Bảng kết quả biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 2

Nhận xét thí nghiệm 2: Với kết quả ở hình 2 chỉ ra rằng giá trị q_u (kPa) ở thí nghiệm này tăng mạnh hơn với thí nghiệm 1 cụ thể khi ở 28, 90 ngày tuổi giá trị q_u (kPa) tăng lên lần lượt khoảng 137, 169 lần sau khi được gia cố. Nguyên nhân chủ yếu là do ảnh hưởng của

thay đổi hàm lượng nước khi trộn mẫu. So với thí nghiệm 1, ở thí nghiệm này khi hàm lượng nước giảm 40% khi trộn thì giá trị q_u (kPa) của mẫu sẽ tăng 55,24% ở thời điểm 28 ngày tuổi. Sự phát triển cường độ q_u (kPa) của mẫu đến 90 ngày tuổi chậm hơn so với thí nghiệm 1.

Thí nghiệm 3: Nước/Xi măng = 0,8

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	394.592	777.659	1518.886	1725.4	2107.368	2885.067
14	605.706	1313.306	2381.04	2582.07	2974.303	4099.595
28	838.157	1720.054	2644.281	3493.062	4448.833	5866.286
90	1175.98	2538.817	3471.071	4132.169	5789.189	6778.704



Hình 3 - Bảng kết quả biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 3

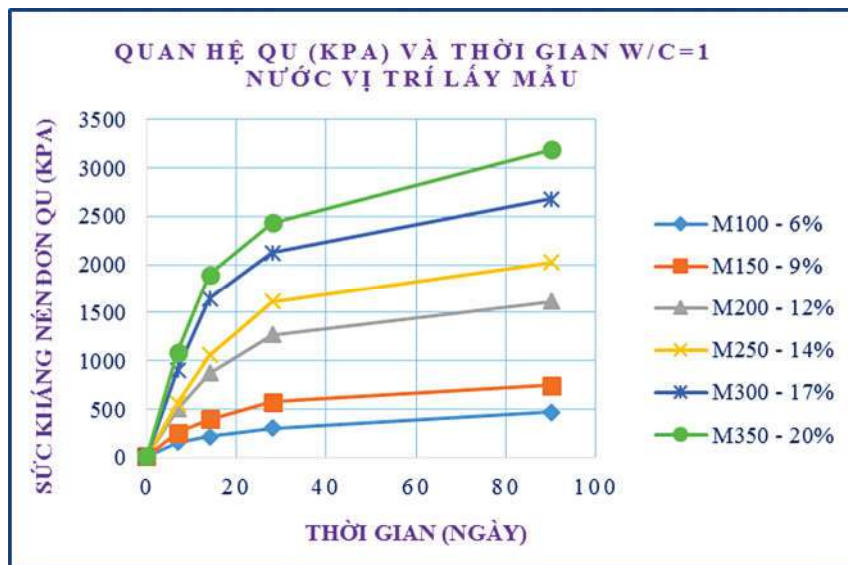
Nhận xét thí nghiệm 3: Dựa vào hình 3, nói rằng giá trị q_u (kPa) của mẫu đất xi măng ở thí nghiệm này tăng mạnh hơn so với thí nghiệm 1 và 2. Cường độ kháng nén đơn của đất tự nhiên tăng lần lượt khoảng 211, 265

lần sau khi được gia cố ở 28, 90 ngày tuổi sau khi được gia cố. Cũng như hai thí nghiệm ban đầu khi ta thực hiện thí nghiệm thay đổi tỷ lệ nước/xi măng khi chế bị mẫu sẽ làm thay đổi khá rõ rệt giá trị q_u (kPa) của trụ đất xi măng.

4.2 Kết quả thí nghiệm cho mẫu trộn sử dụng nước tại vị trí lấy mẫu với tỷ lệ nước/xi măng = 1

Thí nghiệm 4: $W/C=1$ (nước vị trí lấy mẫu)

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	159,992	259,296	505,251	562,143	903,598	1091,86
14	216,238	400,343	871,621	1059,04	1645,84	1896,05
28	304,228	574,236	1271,21	1613,32	2121,56	2432,66
90	467,193	745,258	1612,8	2026,35	2675,97	3186,61

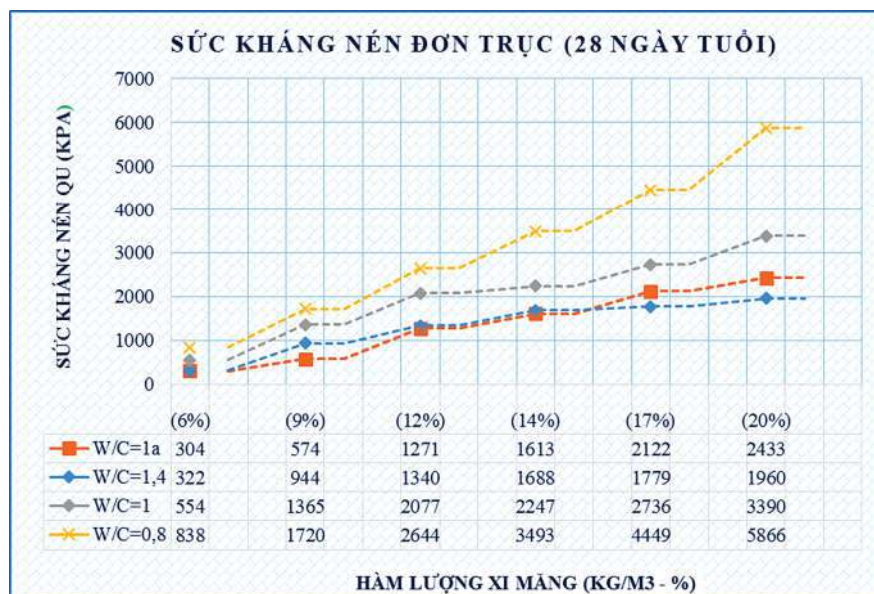


Hình 4 - Bảng kết quả biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 4

Nhận xét thí nghiệm 4:

- Ở thí nghiệm 1, 2, 3 ($W/C=1,4$; 1; 0,8) thì ở thí nghiệm 4 này dựa vào hình 4 ta nhận ra giá trị q_u (kPa) ở 28 và 90 ngày tuổi cho kết quả khá thấp. Diễn hình ở 28 ngày tuổi giảm khoảng 36,79% so với thí nghiệm 2 ($W/C=1$), 57,82% so với thí nghiệm 3 ($W/C=0,8$) và kém 1,83% so với thí nghiệm 1 với tỷ lệ $W/C=1,4$.

Nguyên nhân chủ yếu là do chất lượng nước khi trộn mẫu có hàm lượng gốc axit quá cao ở [bảng 4] tạo điều kiện cho quá trình ăn mòn clorua và tấn công sunfate sản phẩm sự hình thành ettringite (sulfoaluminatehydrate: $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) và thạch cao (gypsum: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) làm mềm hóa của hồ xi măng, thay đổi vi cấu trúc đến tăng độ rỗng và giảm cường độ của cọc đất xi măng.



4.3 So sánh kết quả thí nghiệm

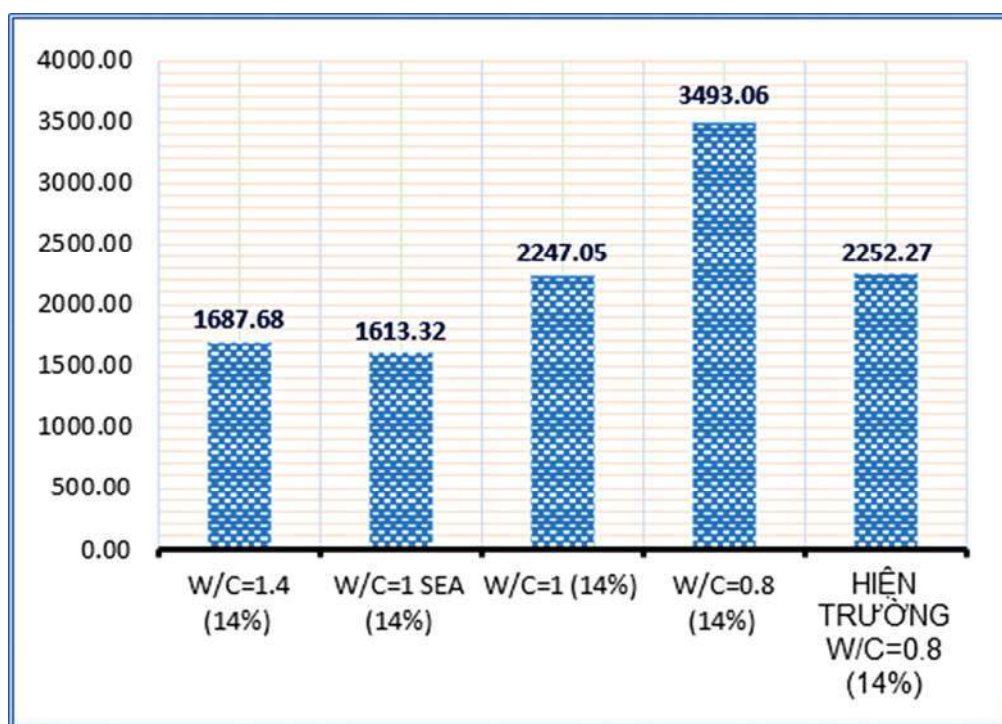
Hình 5 - Biểu đồ đường sức kháng nén đơn theo thời gian của 04 thí nghiệm trong phòng

- Nhận xét: Dựa vào hình 5, ta thấy rằng với thí nghiệm cùng một loại nước [thỏa bảng 3] và xi măng nhưng với tỷ lệ pha trộn khác nhau cho ta thấy các kết quả khá chênh lệch. Sự ảnh hưởng lớn của chất lượng nước đến độ bền và chất lượng của cọc đất - xi măng,

vì thế thực hiện gia cố nền đất yếu bằng công nghệ trộn khô ở khu vực này là không khả thi.

4.4 So sánh kết quả thực nghiệm

Qua kết quả của 04 thí nghiệm trong phòng thì với tỷ lệ $w/c=0,8$ và hàm lượng xi măng là 14% sẽ là hàm lượng tối ưu cho việc thi công đại trà. Để kiểm chứng lại xem tính khả thi của lựa chọn này, chúng ta tiến hành so sánh với kết quả hiện trường như sau (sử dụng kết quả ở 28 ngày để tính toán thiết kế):



Hình 6 - Giá trị q_u (kPa) so sánh thực nghiệm

Nhận xét:

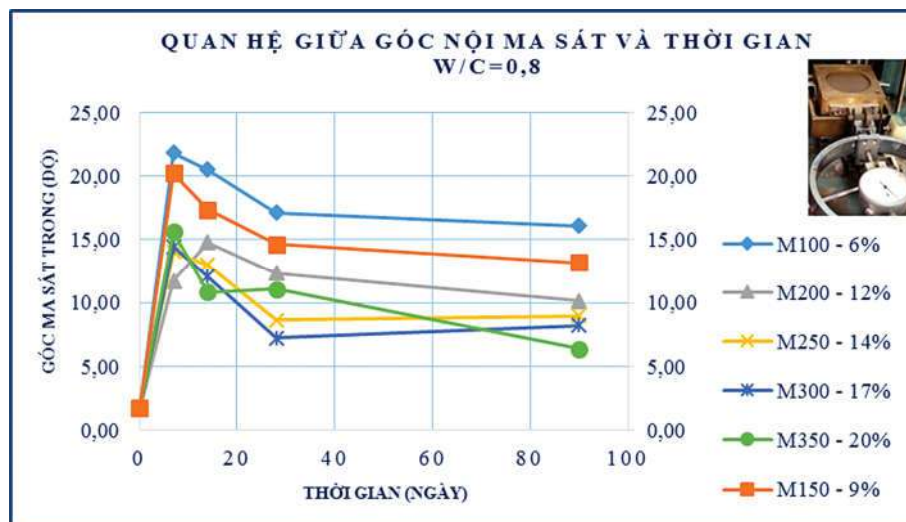
- Khi hàm lượng xi măng 14% ta xét thấy kết quả nén mẫu hiện trường cho giá trị cao hơn hẳn các thí nghiệm trong phòng khi tỷ lệ $W/C=1,4$ và $W/C=1$. Ứng với hàm lượng này thì giá trị q_u (kPa) hiện trường cho kết quả khá

cao nhưng thấp hơn khoảng 35,5% so với thí nghiệm trong phòng nguyên nhân là do: Điều kiện chế bị mẫu trong phòng gần như là lý tưởng. Kết quả nén hiện trường còn phụ thuộc vào: Độ hiện đại và chính xác của hệ thống cơ giới, điều kiện địa chất xung quanh khu vực gia cố, kỹ thuật thi công...

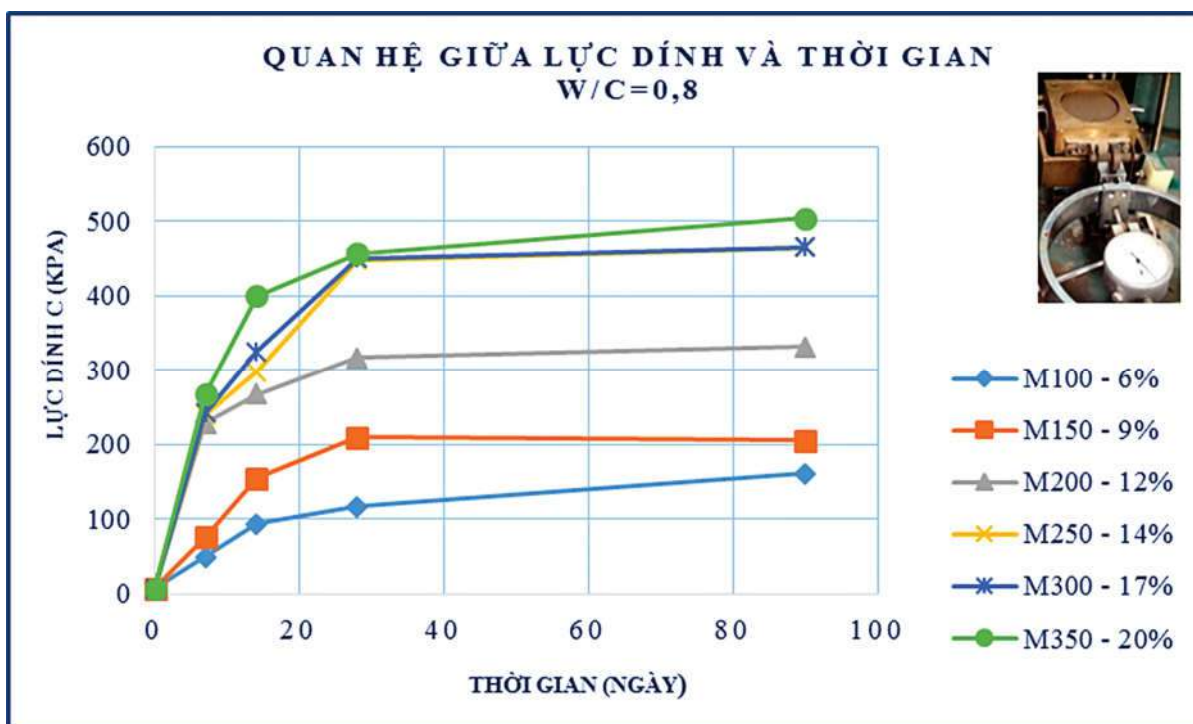
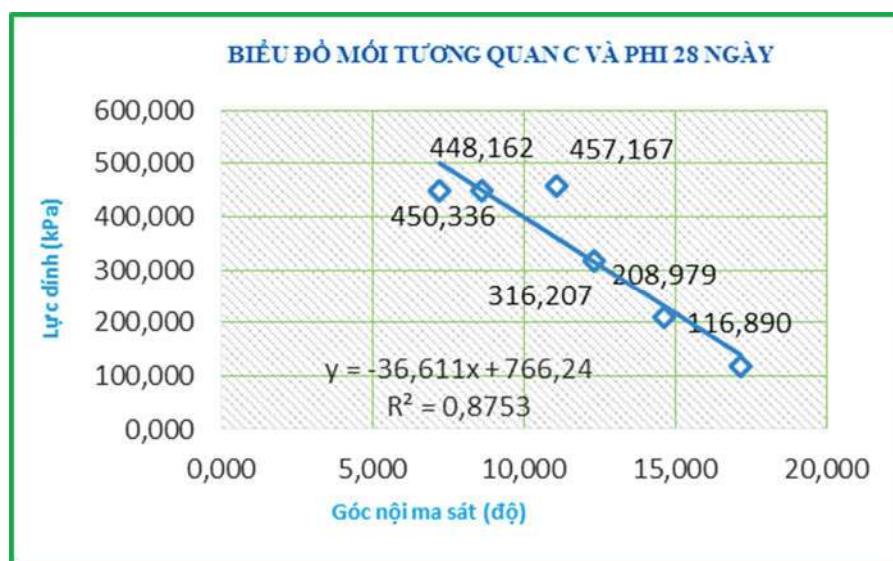
5. Thí nghiệm cắt trực tiếp

Sử dụng hàm lượng tối ưu xác định 02 đặc trưng cơ bản của sức chống cắt như sau:

NGÀY	GÓC NỘI MA SÁT (độ)					
	6%	9%	12%	14%	17%	20%
0	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
7	21,84	20,22	11,73	14,01	14,44	15,63
14	20,53	17,34	14,76	12,98	12,05	10,86
28	17,13	14,63	12,34	8,61	7,21	11,09
90	16,08	13,18	10,12	8,96	8,22	6,40



NGÀY	LỰC DÍNH C (kPa)					
	6%	9%	12%	14%	17%	20%
0	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
7	49,06	75,145	228,31	239,41	241,51	267,05
14	93,218	154,435	267,506	297,678	325,509	399,524
28	116,89	208,979	316,207	448,162	450,336	457,167
90	161,352	205,368	331,134	464,928	464,641	503,648



Hình 7 - Bảng kết quả thí nghiệm và biểu đồ quan hệ ϕ (độ), C (kPa) theo thời gian

Nhận xét: Dựa vào hình 7 chỉ ra rằng: Ở thời điểm 28, 90 ngày tuổi thì giá trị lực dính của mẫu ở tỷ lệ 6-12% thì rời rạc tương đối nhỏ, nhưng đối với tỷ lệ 14-20% thì giá trị gần như hội tụ không chênh lệch nhiều trung bình đạt khoảng 451,89 (kPa). Điều này cũng một

lần nữa khẳng định hàm lượng tối ưu đã chọn cho thi công đại trà là hợp lý, đáp ứng yêu cầu kinh tế - kỹ thuật khi đầu tư công trình. Mối tương quan ϕ (độ) và C (kPa) ở 28 ngày tuổi là khá chặt chẽ với hệ số $R^2 = 0,8753$ và tỷ lệ nghịch với nhau khi hàm lượng xi măng tăng.

6. Phân tích dữ liệu thí nghiệm, lựa chọn kết quả theo mô hình hồi quy tuyến tính

STT	Hàm lượng	X ₁ KL (g)	X ₂ ĐK (mm)	X ₃ H (mm)	X ₄ Tỷ số H/D	X ₅ Dung trọng (g/cm ³)	X ₆ BD nén (mm)	X ₇ BD đọc trực (%)	X ₈ S ₀ (mm ²)	X ₉ S _i (mm ²)	X ₁₀ Độ ẩm (%)	X ₁₁ Góc phá hoại (độ)	X ₁₂ Tải trọng lớn nhất (N)
1	6% w/c =0,8	299	46	99	2.15	1.817	1.6	0.0162	1661.903	1689.269	0.3188	33	1417
2		298	46.3	99	2.14	1.788	1.5	0.0152	1683.65	1709.636	0.3255	35	1302
3		303	45.3	101	2.23	1.861	1.4	0.0139	1611.708	1634.427	0.3582	22	1494
4	9% w/c =0,8	302	45.5	98.1	2.16	1.893	1.3	0.0133	1625.971	1647.888	0.2837	30	3187
5		294	45.2	96	2.12	1.909	1.2	0.0125	1604.6	1624.911	0.2755	27	2728
6		303	45	99.2	2.2	1.921	1	0.0101	1590.431	1606.658	0.3015	20	2486
7	12%	306	45.8	104	2.27	1.786	1.3	0.0125	1647.483	1668.337	0.2783	30	4246
8	w/c	307	45.8	98.8	2.16	1.886	1.5	0.0152	1647.483	1672.911	0.2782	29	5164
9	=0,8	303	45	99	2.2	1.924	1.5	0.0152	1590.431	1614.979	0.2784	23	3716
10	14%	306	45.9	99	2.16	1.868	1.5	0.0152	1654.685	1680.224	0.2758	29	6260
11	w/c	294	45.1	98.3	2.18	1.872	1.6	0.0163	1597.508	1623.979	0.2746	35	5556
12	=0,8	302	45.2	98.6	2.18	1.909	1.6	0.0162	1604.6	1631.023	0.277	35	5435
13	17%	302	46	97	2.11	1.873	1.7	0.0175	1661.903	1691.504	0.27	34	7302
14	w/c	305	45.5	98.1	2.16	1.912	1.8	0.0183	1625.971	1656.281	0.2639	32	7079
15	=0,8	306	45.7	98.3	2.15	1.898	1.8	0.0183	1640.296	1670.873	0.2761	30	7946
16	20%	309	45.8	98.9	2.16	1.896	2.3	0.0233	1647.483	1686.785	0.2615	30	10136
17	w/c	302	45.6	96.5	2.12	1.916	2	0.0207	1633.126	1667.646	0.2609	20	8781
18	=0,8	302	45.3	99.3	2.19	1.887	2.3	0.0232	1611.708	1649.988	0.2622	30	10435

Bảng 5 - Bảng dữ liệu thí nghiệm nén đơn trục 28 ngày tuổi

Ta được phương trình hồi quy như sau:

$$Y(X) = q_{ui} \text{ (kPa)} = -(34,346 X_1) - (3550,21 X_2) + (116,92 X_3) - (526,02 X_4) + (5531,98 X_5) - (188,01 X_6) + (325201,76 X_7) + (237,94 X_8) - (181,18 X_9) - (32,86 X_{10}) + (1,14 X_{11}) + (0,6 X_{12}) + 58687,13.$$

Với phương trình hồi

quy đa biến vừa được thiết lập xét thấy rằng các chỉ tiêu khi thực hiện thí nghiệm có ảnh hưởng lớn đến giá trị sức kháng nén đơn của mẫu. Cuối cùng giá trị q_u (kPa) tìm được sau khi thông qua phương trình hồi quy tuyến tính với hàm lượng xi măng là 14% (W/C=0,8) là: 3491,90 (kPa). Với $R = 0,99998$

STT	Hàm lượng	X_1 KL (g)	X_2 ĐK (mm)	X_3 H (mm)	X_4 Tỷ số H/D	X_5 Dung trọng (g/cm ³)	X_6 Độ ẩm (%)	X_7 Cấp tải trọng (Kg)	X_8 Áp lực h. chỉnh (kPa)	X_9 Chỉ số đọc đồng hồ	Ứng suất cắt
1	6% w/c =0,8	114.33	62	20	0.32	1.893	0.3188	2	73	25	163.3
2		117.88	62	20	0.32	1.952	0.3255	4	146	28	186.15
3		113.65	62	20	0.32	1.882	0.3582	8	291	41	277.24
4	9% w/c =0,8	114.11	62	20	0.32	1.89	0.2837	2	73	38	256.04
5		113.57	62	20	0.32	1.881	0.2755	4	146	51	350.77
6		112.28	62	20	0.32	1.86	0.3015	8	291	65	443.85
7	12% w/c =0,8	115.68	62	20	0.32	1.916	0.2783	2	73	51	350.77
8		113.07	62	20	0.32	1.873	0.2782	4	146	65	443.85
9		114.13	62	20	0.32	1.89	0.2784	8	291	75	510.42
10	14% w/c =0,8	113.99	62	20	0.32	1.888	0.2758	2	73	70	478.62
11		114.54	62	20	0.32	1.897	0.2746	4	146	83	562.76
12		115.36	62	20	0.32	1.911	0.277	8	291	92	625.36
13	17% w/c =0,8	114.07	62	20	0.32	1.889	0.27	2	73	72	491.21
14		112.62	62	20	0.32	1.865	0.2639	4	146	76	516.72
15		113.92	62	20	0.32	1.887	0.2761	8	291	88	597.53
16	20% w/c =0,8	112.3	62	20	0.32	1.86	0.2615	2	73	77	523.01
17		114.05	62	20	0.32	1.889	0.2609	4	146	95	646.23
18		107.97	62	20	0.32	1.788	0.2622	8	291	114	772.09

Bảng 6 - Tổng hợp kết quả TN cắt trực tiếp

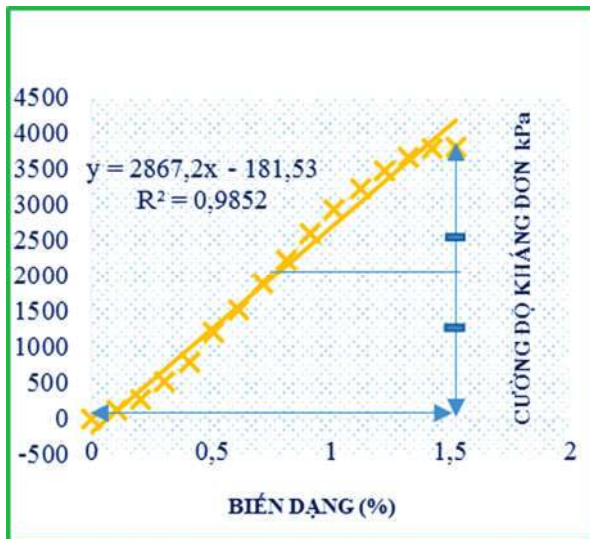
Phương trình hồi quy tuyến tính có dạng:

$$Y(X) = \tau_i \text{ (kPa)} = -(85,94 X_1) + (0 X_2) + (0 X_3) + (0 X_4) + (5190,39 X_5) - (48,42 X_6) - (17,95 X_7) + (0,5 X_8) + (6,77 X_9) + 12,84.$$

Giá trị góc nội ma sát φ (độ) và lực dính C (kPa) tìm được sau khi thông qua phương trình hồi quy tuyến tính với hàm lượng xi măng là 14% (W/C=0,8) lần lượt có giá trị như sau: $\varphi = 8,33$ (độ) và $C = 444,124$ (kPa). Với $R = 0,999915$.

Nhận xét: Khi phân tích, lựa chọn số liệu bằng mô hình hồi quy tuyến tính tìm cho ta các giá trị đặc trưng của trụ đất xi măng thấp hơn khi trung bình cộng khoảng 0,9%, đồng thời giá trị hệ số tương quan R rất cao xấp xỉ ≈ 1 nói lên rằng mối liên quan giữa các đại lượng đến kết quả cuối cùng là rất chặt chẽ, sai sót trong quá trình thí nghiệm là thấp.

- Mặt khác, từ thí nghiệm nén đơn trục đối với hàm lượng xi măng 14%, w/c=0,8 làm đại diện ta được E50 từ biểu đồ quan hệ giữa ứng suất và biến dạng:



$$E_{50} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{2053,48}{0,758\%} = 270908 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

6. Nhận xét và kết luận

- Khi gia cố nền đất yếu khu vực ven biển Tây Nam Bộ nói chung [3] và vùng Duyên Hải - Trà Vinh nói riêng bằng công nghệ trộn xi măng dưới sâu nên chọn tỷ lệ w/c=0,6 - 0,8, hàm lượng xi măng 14 - 16% (tương đương 250 - 270 kg xi măng/m³ đất tự nhiên) sẽ cải thiện đáng kể khả năng chịu lực của đất nền gần 200 lần ở thời điểm 28 ngày so với đất tự nhiên chưa được gia cố.

- Hàm lượng và chất lượng của nước khi trộn mẫu là một trong những nhân tố chủ yếu quyết định chất lượng và độ bền của trụ đất xi măng.

- Sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính trên cơ sở của ứng dụng Data Analysis thuộc phần mềm Microsoft Excel là rất hữu ích. Công cụ này góp phần giúp chúng ta kiểm chứng lại quá trình thí nghiệm, hạn chế sai lệch, làm tăng độ tin cậy cho sản phẩm khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ sơ khoan địa chất của Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải - Trà Vinh.
2. Liên đoàn quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Miền Nam.
3. Nghiên cứu lựa chọn hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước-xi măng hợp lý cho gia cố đất yếu vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long.

Ngày nhận bài: 30/5/2016

Ngày gửi phản biện: 14/8/2016