

NGHIÊN CỨU VẬT LIỆU GIA CỐ NỀN ĐẤT TRÊN CƠ SỞ XI MĂNG ĐA CẤU TỬ

ThS. Lê Việt Hùng; TS. Lương Đức Long; TS. Lưu Thị Hồng - Viện Vật liệu xây dựng
Yoshifumi Ohgi; Hiroyuki Obata - Tập đoàn Xi măng Taiheyo - Nhật Bản

Nhận bài ngày 04/11/2014, chấp nhận đăng ngày 05/12/2014

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt kết quả nghiên cứu sử dụng vật liệu gia cố (VLGC) (phù hợp TCVN 9501:2013 Xi măng đa cấu tử) có thành phần chính là clanhke xi măng, xi lò cao nghiền thay cho xi măng thông thường để gia cố nền đất tại Việt Nam. Lựa chọn 12 loại đất đại diện ở Việt Nam gồm đất sét, đất á sét, đất cát, đất á cát và đất hữu cơ để nghiên cứu. Tính chất cơ lý của đất gia cố được nghiên cứu với sự thay đổi của (1) thành phần của vật liệu gia cố; (2) hàm lượng vật liệu gia cố từ 100, 200, 300, 400 kg/m³ đất; (3) tỷ lệ nước/xi măng thay đổi từ 0, 60, 80, và 100%; (4) So sánh đất gia cố với các loại xi măng khác nhau bao gồm 10 loại xi măng thông dụng trên thị trường. Nghiên cứu đánh giá khả năng phát thải (phương pháp chiết tách) của các kim loại nặng, chất độc hại của các mẫu đất được gia cố bằng xi măng thông thường khoảng 1,5 đến 3 lần tùy thuộc vào loại xi măng, loại đất, và hàm lượng vật liệu gia cố sử dụng; lượng kim loại nặng và chất độc hại có khả năng phát thải ra môi trường của đất được gia cố thấp hơn.

Từ khóa: Gia cố nền đất, vật liệu gia cố đất, xi măng gia cố đất, xi măng-đất, xi măng xi, công nghệ CDM.

ABSTRACT

This paper presents summary of research results on special composite cement (complying with TCVN 9501:2013) with the main components are: Portland clinker, ground granulated blast furnace slag for soil stabilization in Vietnam (CCFS). CCFS was tested with 12 representative soils in Vietnam including clayed soil, silt-clayed soil, sandy soil and organic soil. Characteristics of solidified soil (soil mixed with CCFS) was tested and monitored in variation of (1) ratios of ingredient materials in CCFS; (2) CCFS content (100, 200, 300 and 400 kg/cubic meter of soil); (3) Water/CCFS (from 0, 60, 80, and 100%); (4) and in comparison with 10 popular kinds of cement in Vietnam. In addition, the emission of heavy metals and dangerous substances from solidified soils to environment were tested. Research results show that compressive strength of solidified soil is 1.5 to 3 times higher than that of normal Portland cements, depending on CCFS content, soil type and cement type; elution contents of heavy metals and dangerous substances from solidified soils are lower than from natural soils.

Keywords: Soil stabilization, soil stabilizer, cement-based stabilizer, soil-cement agent, slag cement, cement deep mixing.

1. Giới thiệu chung

Phương pháp gia cố nền đất bằng cọc xi măng - đất là một trong những giải pháp xử lý nền đất yếu với khả năng ứng dụng tương đối rộng rãi như: làm tường hào chống thấm cho đê đập, gia cố nền móng cho các công trình xây dựng, ổn định tường chắn, chống trượt mái dốc, gia cố đất yếu xung quanh đường hầm, gia cố nền đường, mố cầu dẫn, v.v... So với một số giải pháp xử lý nền khác, công nghệ cọc xi măng - đất có ưu điểm là khả năng xử lý sâu (đến 50m), thích hợp với các loại đất yếu (từ cát thô cho đến bùn yếu), thi công nhanh (không phải đợi nền đất có kết, lún) và thi công được cả trong điều kiện nền ngập

sâu trong nước hoặc điều kiện hiện trường chặt hẹp. Thực tế cho thấy, phương pháp này trong nhiều trường hợp đã đưa lại hiệu quả kinh tế rõ rệt so với các giải pháp xử lý khác.

Đối với vấn đề sử dụng xi măng cho gia cố nền đất ở Việt Nam, hiện nay xi măng được sử dụng chủ yếu là xi măng hỗn hợp, đó là loại xi măng trên cơ sở xi măng pooc lăng trộn với phụ gia khoáng dưới dạng bột nghiền từ đá bazan, đá vôi, đá silic, tro xi nhiệt điện để tạo ra loại xi măng phù hợp với TCVN 6260:2009. Tuy vậy, đây là loại xi măng cho mục đích xây dựng chung, do vậy khi sử dụng cho gia cố nền đất thì sự phát triển cường độ của

Bảng 1. Mẫu đất đại diện sử dụng trong nghiên cứu

Loại đất	Phân loại theo ASTM D2487	Ký hiệu mẫu	Nơi lấy mẫu	Mô tả
Đất cát	Cát bụi màu xám	3	Hà Đông, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất cát ở độ sâu 10-20m khu vực tây Hà Nội
	Cát pha sét màu xám	16	Hiệp Phước, Nhà Bè, Tp. HCM	Loại đất đại diện địa tầng đất cát độ sâu 20-40m khu vực TP. Hồ Chí Minh
	Cát sét bụi	21	Đông Anh, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất cát ở độ sâu 35-45m khu vực Hà Nội
	Cát lẫn bụi màu xám	11	Thanh Xuân, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất ở độ sâu 28-35m khu vực nội thành Hà Nội
Đất dính kết	Sét nghèo màu xám	2	Hà Đông, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất ở độ sâu 5-12m khu vực nội thành Hà Nội
	Bụi cát màu xám	8	Thanh Xuân, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất ở độ sâu 12-25m khu vực nội thành Hà Nội
	Sét nghèo	15	Bình Chánh, TP. HCM	Loại đất đại diện địa tầng đất sét độ sâu 10-25m khu vực Bình Chánh, TP. Hồ Chí Minh
	Sét nghèo màu xám	19	Đông Anh, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất dẻo ở độ sâu 2-10m khu vực Đông Anh - Hà Nội
Đất hữu cơ	Bụi hữu cơ màu nâu tối	12A	Quận 2, TP. HCM	Loại đất đại diện đất hữu cơ độ sâu 20-30m khu vực ven sông Sài Gòn, TP. Hồ Chí Minh
	Bụi hữu cơ màu nâu	4	Hà Đông, Hà Nội	Loại đất đại diện địa tầng đất hữu cơ ở độ sâu 20-30m khu vực Hà Nội
	Bụi hữu cơ màu nâu	12C	Quận 2, TP. HCM	Loại đất đại diện đất hữu cơ độ sâu 5-10m khu vực ven sông Sài Gòn, TP. Hồ Chí Minh
	Bụi hữu cơ lẫn cát màu nâu xám	17	Long Trường, quận 9, HCM	Loại đất đại diện đất bụi hữu cơ xen kẽ cát ở độ sâu 10-15m khu vực quận 9, TP. Hồ Chí Minh

hỗn hợp đất-xi măng thấp, tiêu tốn lượng xi măng lớn, dẫn đến chi phí cho gia cố nền đất tăng làm ảnh hưởng đến việc ứng dụng rộng rãi của công nghệ này trong thực tế. Ngoài ra, đối với loại đất nhiễm mặn cao, đất phèn (đất sun phat), đất hữu cơ cao, đất bùn thì sự phát triển cường độ của hỗn hợp xi măng - đất gia cố bằng xi măng thông thường cũng bị suy giảm hoặc không đủ khả năng chịu tải theo yêu cầu.

Xuất phát từ các lý do trên và nhu cầu thực tế sản xuất, Viện Vật liệu xây dựng đã phối hợp với Tập đoàn xi măng Taiheiyō của Nhật Bản để nghiên cứu chế tạo và sử dụng loại xi măng gia cố thích hợp với các loại đất ở Việt Nam nhằm nâng cao chất lượng của đất gia cố và khắc phục các nhược điểm khi sử dụng các loại xi măng thông thường như đã nêu ở trên. Loại vật liệu gia cố nghiên cứu thực chất là một loại xi măng đa cấu từ sử dụng xi lô cao nghiên cứu kết hợp với phụ gia. Loại xi măng này phù hợp với

loại xi măng đa cấu từ theo tiêu chuẩn TCVN 9501:2013 - Xi măng đa cấu từ.

2. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện với các nội dung chính sau:

1. Lựa chọn, lấy mẫu và đánh giá tính chất các loại đất đặc trưng ở Việt Nam để gia cố thử nghiệm;
2. Nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần vật liệu chế tạo vật liệu gia cố đến tính chất của đất gia cố;
3. Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng vật liệu gia cố sử dụng đến tính chất đất gia cố: hàm lượng vật liệu gia cố sử dụng 100, 200, 300, 400 kg/m³ đất,
4. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ nước/vật liệu gia cố đến tính chất của đất gia cố: tỷ lệ nước/vật liệu gia cố thay đổi 0, 60, 80 và 100%;

5. Nghiên cứu so sánh đặc tính của đất gia cố sử dụng vật liệu gia cố với 10 loại xi măng thông dụng khác nhau trên thị trường (PCB 40 và PCB30);

6. Nghiên cứu khả năng rửa trôi của kim loại nặng, chất độc hại ra môi trường của đất gia cố với vật liệu gia cố nghiên cứu;

7. Thi công thử nghiệm hiện trường và đánh giá các xi măng - đất sử dụng vật liệu gia cố nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tính chất các loại đất sử dụng cho nghiên cứu

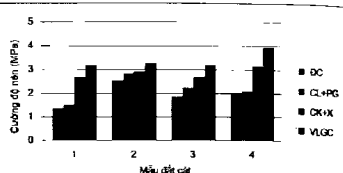
Tất cả có 12 loại đất phân bố chủ yếu tại khu vực Hà Nội và khu vực thành phố Hồ Chí Minh được lựa chọn để nghiên cứu. Chi tiết loại đất và vị trí lấy mẫu nêu trong Bảng 1.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ vật liệu chế tạo vật liệu gia cố đến cường độ đất gia cố

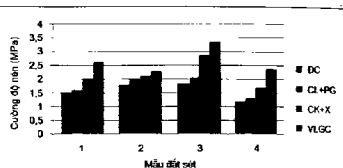
Ảnh hưởng của tỷ lệ vật liệu chế tạo vật liệu gia cố được thực hiện trên cơ sở thay đổi hàm lượng chất kết dính, hàm lượng xỉ nghiền và hàm lượng phụ gia pha trộn. Nghiên cứu được thực hiện trên 12 loại đất, chia thành 3 nhóm gồm đất cát (đất cát, á cát), đất sét (đất sét, á sét) và đất hữu cơ (sét, cát hữu cơ). Mỗi mẫu đất được gia cố với hàm lượng chất kết dính là 200 kg/m^3 đất. Tỷ lệ nước trộn nước giữ không đổi ở mức nước/chất kết dính = 100%. Tính chất của đất gia cố được thí nghiệm thông qua đánh giá ứng suất-biến dạng của mẫu đất gia cố kích thước $\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ ở các tuổi 3, 7, 28, 91, 182, 365 ngày. Kết quả thí nghiệm cho thấy, có sự thay đổi rõ ràng cường độ của đất gia cố khi thay đổi vật liệu thành phần của vật liệu gia cố (Hình 1a, 1b, 1c). Cường độ đất gia cố có chiều hướng: VLGC = PC + X + PG > PC + X > PC + PG > PC, trong đó PC là xi măng pooc lăng hỗn hợp PCB 40 Nghi Sơn, X là xỉ hạt lo cao nghiền, PG là phụ gia cải thiện cường độ tuổi sớm. Ngoài ra, đối với cả ba nhóm đất thì VLGC đều cho tác dụng cải thiện cường độ của đất gia cố lớn nhất và cao hơn từ 1,5 đến 3 lần so với mẫu đối chứng chỉ sử dụng xi măng thông thường.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng vật liệu gia cố đến cường độ đất gia cố

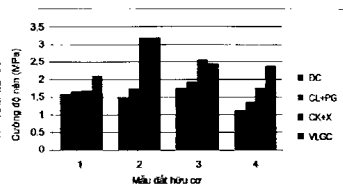
Nghiên cứu được thực hiện với 12 loại đất đại diện, mỗi mẫu đất được gia cố với bốn hàm lượng vật liệu gia cố khác nhau 100, 200, 300, và 400 kg/m^3 đất. Tỷ lệ nước trộn nước giữ không đổi ở mức nước/vật liệu gia cố = 100%. Tính chất của đất gia cố được đánh giá thông qua quan hệ ứng suất-biến dạng trên mẫu đất gia cố kích thước $\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ ở các tuổi 7 và 28 ngày. Kết quả thí nghiệm cho thấy, cường độ nén của đất gia cố đều tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng chất kết dính đối với 12 mẫu đất



a) Nhóm đất cát



b) Nhóm đất sét



c) Nhóm đất hữu cơ

Hình 1. Cường độ nén tuổi 28 ngày của đất gia cố với các loại chất kết dính khác nhau

thí nghiệm (Hình 2). Ở hàm lượng chất kết dính 100 kg/m^3 đất, một số mẫu đất gia cố có cường độ rất thấp, đó là các mẫu đất cát pha sét (ký hiệu soil 16), mẫu đất bụi hữu cơ pha cát (ký hiệu soil 17).

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/chất kết dính đến cường độ đất gia cố

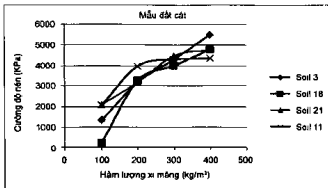
Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/chất kết dính được thực hiện trên 12 mẫu đất đại diện, mỗi mẫu đất được gia cố với vật liệu gia cố hàm lượng 200 kg/m^3 đất, tỷ lệ nước/chất kết dính thay đổi ở mức 0, 60, 80 và 100%. Kết quả thí nghiệm cường độ nén của mẫu đất gia cố ở tuổi 7 và 28 ngày cho thấy, về cơ bản cường độ của đất gia cố giảm khi giảm lượng nước trộn (Hình 3). Tuy vậy, ở một số mẫu đất, đặc biệt các mẫu đất có độ dinh kết cao, mẫu có độ

ấm thấp (soil15 độ ẩm là 42,3%) thì lượng nước trộn tăng có thể làm tăng cường độ mẫu đất gia cố do hỗn hợp được đồng nhất và lèn chặt tốt hơn (Hình 3a, 3b).

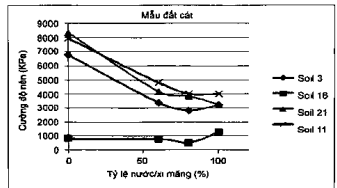
3.4. Ảnh hưởng của loại xi măng đến cường độ đất gia cố

Hiện nay, xi măng sử dụng cho gia cố nền đất công trình ở Việt Nam hầu hết là các loại xi măng thông thường PCB40 và PCB 30. Do vậy, để đánh giá hiệu quả của loại vật liệu gia cố đất nghiên cứu, 10 loại xi măng khác nhau phổ biến trên thị trường bao gồm xi măng PCB40, PCB30 được lấy mẫu thí nghiệm so sánh với loại vật liệu gia cố đất nghiên cứu. Nghiên cứu được thực hiện trên bốn loại

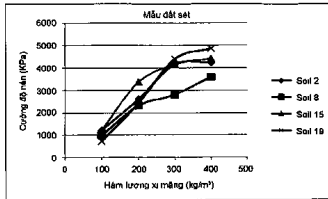
đất đặc trưng là đất cát, đất sét pha, đất hữu cơ khu vực Hà Nội và đất sét hữu cơ khu vực ven sông Sài Gòn. Kết quả thí nghiệm nêu trong Bảng 2. Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, cường độ của đất gia cố với các loại xi măng khác nhau thay đổi trong phạm vi khá lớn, đặc biệt là ở tuổi 28 ngày. Trong đó, đất được gia cố bằng vật liệu gia cố (VLGC) nghiên cứu luôn cho cường độ cao nhất, lớn gấp 1,5 đến 2 lần so với đất gia cố với các loại xi măng PCB40 thông thường, và tiếp đó là đến các mẫu xi măng Lafarge Massorete, Sai Gon slag. Kết quả này chứng tỏ VLGC và loại xi măng chứa xỉ có tác dụng nâng cao khả năng phát triển cường độ của đất gia cố so với sử dụng loại xi măng hỗn hợp thông thường.



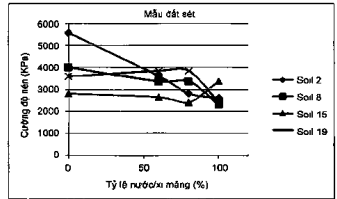
a) Nhóm đất cát



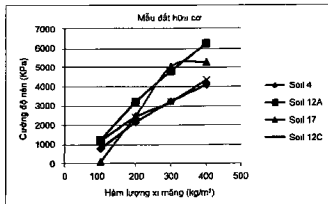
a) Nhóm đất cát



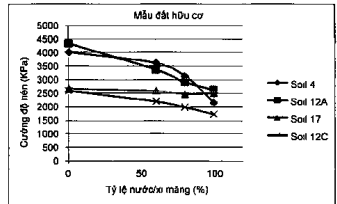
b) Nhóm đất sét



b) Nhóm đất sét



c) Nhóm đất hữu cơ



c) Nhóm đất hữu cơ

Hình 2. Quan hệ giữa hàm lượng chất kết dính và cường độ nền đất gia cố ở tuổi 28 ngày

Hình 3. Quan hệ giữa tỷ lệ nước/xi măng và cường độ nền đất gia cố ở tuổi 28 ngày

Bảng 2. Cường độ nén của đất gia cố với các loại xi măng khác nhau

No.	Soil type	Loại xi măng	KLTT đất (kg/m ³)	HL xi măng (kg/m ³)	Tỷ lệ N/X (%)	Cường độ nén (KPa)	
						7 ngày	28 ngày
1.1	Đất cát (Thanh Xuân Hà Nội)	PCB40 Bút Sơn	1894	300	100	1272	1908
1.2		Vissai PCB40	1894	300	100	1351	1709
1.3		PCB40 Tam Điệp	1894	300	100	1192	1868
1.4		PCB 40 Phúc Sơn	1894	300	100	1413	2226
1.5		PCB40 Hà Tiên	1894	300	100	1195	1172
1.6		Hà Tiên GP	1894	300	100	795	1272
1.7		Fico PCB40	1894	300	100	676	1113
1.8		Lafarge Masscrete	1894	300	100	1033	3021
1.9		Sài Gòn slag	1894	300	100	1351	2703
1.10		PCB 40 Nghi Sơn	1894	300	100	1351	2305
1.11		VLGC	1894	300	100	1908	4292
2.1	Đất sét pha (Thanh Xuân Hà Nội)	PCB40 Bút Sơn	1795	300	100	1272	1590
2.2		Vissai PCB40	1795	300	100	1828	2703
2.3		PCB40 Tam Điệp	1795	300	100	1431	2385
2.4		PCB 40 Phúc Sơn	1795	300	100	1312	1908
2.5		PCB40 Hà Tiên	1795	300	100	914	1113
2.6		Hà Tiên GP	1795	300	100	954	1669
2.7		Fico PCB40	1795	300	100	715	1033
2.8		Lafarge Masscrete	1795	300	100	-	-
2.9		Sài Gòn slag	1795	300	100	-	-
2.10		PCB 40 Nghi Sơn	1795	300	100	1510	2623
2.11		VLGC	1795	300	100	1987	4134
3.1	Đất hữu cơ (sông Nhuệ Hà Nội)	PCB40 Bút Sơn	1734	300	100	1232	1590
3.2		Vissai PCB40	1734	300	100	1351	1947
3.3		PCB40 Tam Điệp	1734	300	100	1232	1987
3.4		PCB 40 Phúc Sơn	1734	300	100	1312	1948
3.5		PCB40 Hà Tiên	1734	300	100	755	1192
3.6		Hà Tiên GP	1734	300	100	493	954
3.7		Fico PCB40	1734	300	100	0	1431
3.8		Lafarge Masscrete	1734	300	100	477	2106
3.9		Sài Gòn slag	1734	300	100	477	2975
3.11		PCB 40 Nghi Sơn	1734	300	100	1431	1749
3.14	Đất hữu cơ (ven sông Sài Gòn)	VLGC	1734	300	100	1153	3380
3.15		PCB40 Bút Sơn	1474	300	100	874	1351
3.16		Vissai PCB40	1474	300	100	994	1351
3.17		PCB40 Tam Điệp	1474	300	100	954	1590
3.18		PCB 40 Phúc Sơn	1474	300	100	994	1789
3.19		PCB40 Hà Tiên	1474	300	100	636	1033
3.20		Hà Tiên GP	1474	300	100	620	954
3.21		Fico PCB40	1474	300	100	556	1033
3.22		Lafarge Masscrete	1474	300	100	1749	2816
3.23		Sài Gòn slag	1474	300	100	1669	2736
3.25		PCB 40 Nghi Sơn	1474	300	100	874	1431
3.28		VLGC	1474	300	100	1431	3180

3.5. Khả năng phát thải kim loại nặng, chất độc hại ra môi trường

Vật liệu gia cố đất được sử dụng cho các kết cấu ngầm hoặc gia cố nền đường giao thông, do vậy có nguy cơ phát thải các chất độc hại ra môi trường đất, nước xung quanh nếu chúng có chứa các chất độc hại có khả năng rửa trôi trong nước. Do đó, khả năng phát thải kim loại nặng và chất độc hại có mặt trong đất-vật liệu gia cố (đất gia cố) ra môi trường được thí nghiệm để đánh giá. Kim loại nặng và chất độc hại có khả năng phát thải từ mẫu đất gia cố được thí nghiệm xác định từ mẫu được đất gia cố ở tuổi 28 ngày được nghiền mịn, hòa tan với nước tỷ lệ 1:10 sau đó được chiết tách trên máy ly tâm, lọc qua giấy lọc 45 μm để lấy mẫu nước chiết. Mẫu nước chiết này sau đó tùy thuộc vào nguyên tố cần xác định mà được phân tích bằng phương pháp ICP, phương pháp sắc khí, thẩm

nguyên tử, trao đổi ion v.v... dựa theo quy trình thí nghiệm theo các tiêu chuẩn SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) của Mỹ. Các thí nghiệm xác định hàm lượng kim loại nặng và chất độc hại có khả năng phát thải ra ngoài môi trường được thực hiện trên tất cả 12 mẫu đất đại diện sử dụng cho nghiên cứu, và 48 mẫu đất gia cố sử dụng 12 loại đất đại diện và 4 loại xi măng gia cố đất nghiên cứu. Kết quả phân tích được tóm tắt trong Bảng 3 cho thấy, hầu hết khả năng phát thải ra của các kim loại nặng và chất độc hại của các mẫu đất gia cố đều nhỏ hơn khá nhiều so với mẫu đất tự nhiên (đất chưa gia cố), ngoại trừ chỉ tiêu hàm lượng F^- . Ngoài ra, tất cả các chỉ tiêu phân tích đều nhỏ hơn nhiều so với mức giới hạn quy định đối với chất lượng nước bề mặt theo QCVN 08:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước bề mặt

Bảng 3. Tóm tắt kết quả phân tích hàm lượng kim loại nặng và chất độc hại có khả năng phát thải

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	PP thử	Kết quả phân tích	
				Đất tự nhiên (min. - max.)	Đất gia cố (min. - max.)
1	pH	1-	TCVN 5979-2007	-	7,98 - 11,54
2	Cd	mg/L	SMEWW 3125-2012	< 0,0002 - 0,0076	< 0,0002 - 0,0005
3	Pb			< 0,001 - 0,014	< 0,0002 - 0,0005
4	As			< 0,001 - 0,004	0 - 0,007
5	Se			0,002 - 0,021	0,002 - 0,005
6	B			0,014 - 0,158	0,009 - 0,121
7	Cr (VI)	mg/L	SMEWW 3500Cr-B-2012	< 0,04	< 0,004
8	CN^-	mg/L	SMEWW 4500CN-E-2012	< 0,005	< 0,005
9	Hg	mg/L	SMEWW 3112-2012	< 0,0002 - 0,001	< 0,0002 - 0,001
10	F^-	mg/L	SMEWW 4500F-D-2012	0,1 - 0,38	0,11 - 1,23

Bảng 4. Kết quả kiểm tra cường độ của cọc CDM thử nghiệm ở tuổi 28 ngày

Độ sâu lấy mẫu (m)	Ký hiệu mẫu	Độ ẩm mẫu (%)	Cường độ nén 28 ngày mẫu lõi khoan (kPa)			
			Xi măng gia cố với hàm lượng			Xi măng PCB 40, hàm lượng
			160 kg/m ³	200 kg/m ³	240 kg/m ³	240 kg/m ³
0-2	U0-2	59.3	1770	908	2220	788
2-4	U2-4	64.3	1220	1560	2980	-
4-6	U4-6	60.0	1740	1930	2130	625
6-8	U6-8	66.8	1940	1390	2010	562
8-10	U8-10	89.4	1530	2260	2300	-
10-12	U10-12	76.5	2180	1830	2590	826
12-14	U12-14	62.3	1800	2090	2110	1010
14-16	U14-16	69.1	1640	2270	1590	670
16-18	U16-18	64.8	1420	2370	2450	1011
18-20	U18-20	61.8	1860	2350	2370	557



a) Core drilling machine



b) Drilling core

Hình 4. Thi công thử nghiệm cọc CDM và lấy mẫu lõi khoan kiểm tra chất lượng

3.6. Thi công thử nghiệm hiện trường

Thi công thử nghiệm hiện trường được tiến hành tại dự án đường Liên cảng Thị Vải- Cái Mép tại Bà Rịa Vũng Tàu. Thử nghiệm tiến hành với 06 cọc xi măng đất theo công nghệ CDM (cement deep mixing), cọc đường kính 800mm, chiều sâu 20m. Hàm lượng xi măng gia cố được khống chế ở mức 160kg/m³ đất, 200kg/m³ đất và 240 kg/m³ đất (240 kg/m³ đất là hàm lượng xi măng PCB40 sử dụng cho các cọc đại trà tại Dự án đường Liên cảng Thị Vải - Cái Mép). Mỗi hàm lượng xi măng được thi công cho một cặp cọc của 6 cọc CDM thử nghiệm. Sau thi công 14 ngày, các cọc thử nghiệm được khoan để lấy mẫu thử nghiệm ở tuổi 28, 60 và 91 ngày. Kết quả thí nghiệm độ ẩm và cường độ nén ở tuổi 28 ngày của mẫu lõi khoan từ các cọc thử nghiệm và cọc thi công đại trà sử dụng PCB40 được thể hiện trong Bảng 4. Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, đất gia cố bằng xi măng gia cố nghiên cứu có cường độ cao hơn hẳn (gấp từ 2 đến 4 lần) so với các cọc được gia cố bằng xi măng PCB40 thông thường ở cùng hàm lượng xi măng sử dụng. Ngoài ra, ngay cả cọc được gia cố bằng xi măng gia cố với hàm lượng 160kg/m³ đất cũng cho cường độ cao hơn so với cọc gia cố bằng xi măng PCB40 hàm lượng 240kg/m³ đất.

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu ở trên cho phép rút ra một số kết luận sau:

1. Loại xi măng gia cố nghiên cứu trên cơ sở xi măng pooc lăng và xi lò cao nghiền đạt được các mục tiêu đặt ra là cải thiện mức độ phát triển cường độ và cường độ cuối cùng của đất gia cố và có khả năng sử dụng cho gia cố các loại đất phổ biến ở Việt Nam.

2. Cường độ của đất gia cố tỷ lệ thuận với hàm lượng xi măng gia cố và tỷ lệ nghịch với lượng nước trộn. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng còn phụ thuộc vào loại đất và độ ẩm tự nhiên của đất được gia cố.

3. Sử dụng loại xi măng gia cố nghiên cứu cho cường độ của đất gia cố cao hơn hẳn so với sử dụng xi măng PCB40 thông thường từ 1,5 đến 2 lần.

4. Hàm lượng kim loại nặng và chất độc hại có khả năng phát thải ra môi trường của đất gia cố bằng xi măng gia cố nghiên cứu thấp hơn nhiều so với đất chưa gia cố, và hoàn toàn phù hợp với quy chuẩn hiện hành đối với chất lượng nước bề mặt.

Loại xi măng gia cố nghiên cứu hoàn toàn phù hợp với công nghệ thi công cọc xi măng đất hiện hành ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9501-1013 Xi măng đa cấu trúc.
- [2]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6260:2009 Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.
- [3]. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08:2008/BTNMT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước bề mặt.