

Ứng dụng trụ đất xi măng gia cố nền nhà xưởng trên nền địa chất yếu thành phố Vĩnh Long

Application of soil-cement piles to reinforce industrial structures on soft ground in Vinh Long City.

TS. Lâm Ngọc Quý^{1,*} và ThS. Nguyễn Quốc Thịnh²

¹ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây;

² Trung tâm Phát triển Quỹ đất thành phố Vĩnh Long;

*Tác giả liên hệ: lamngocqui@mtu.edu.vn

■ Nhận bài: 10/08/2024 ■ Sửa bài: 12/09/2024 ■ Duyệt đăng: 22/11/2024

TÓM TẮT

Hiện nay, khi xây dựng công trình trên nền đất yếu đã và đang áp dụng các biện pháp xử lý, gia cố như: gia tải trước kết hợp bơm hút chân không, thay thế một phần hoặc toàn bộ lớp đất yếu bằng lớp vật liệu có chỉ tiêu cơ lý tốt hơn, sử dụng vải địa kỹ thuật, bắc thấm, cọc cát, giếng cát, cọc đất gia cố xi măng... Tuy nhiên, để lựa chọn giải pháp nào phù hợp và mang lại hiệu quả tốt nhất cho điều kiện địa chất huyện Long Hồ, thành phố Vĩnh Long là một vấn đề cần xem xét. Nội dung bài báo sử dụng phần mềm Plaxis 2D để tính toán, phân tích và so sánh độ lún của nền được gia cố bằng trụ đất xi măng nhằm đánh giá hiệu quả của biện pháp này trên nền đất yếu của khu vực.

Từ khóa: trụ đất xi măng, đất yếu, gia cố nền, sức chịu tải, Plaxis.

ABSTRACT

Currently, when construction works are built on soft soil, people use many measures to treat and reinforce the foundation. These measures include: preloading combined with vacuum pumping, replacing part or all of the weak soil layer with a material with better physical-mechanical properties, and using geotextiles, PVDs, sand piles, sand wells, and soil cement piles. However, choosing the most suitable solution for the geological conditions of Long Ho district, Vinh Long City, and ensuring the best efficiency is an important consideration. This article uses Plaxis 2D and 3D software to calculate, analyze, and compare the settlement of the foundation reinforced with soil cement piles to evaluate the effectiveness of this measure on the weak soil of the area.

Keywords: soil cement column, soft soil, stabilization, bearing capacity, Plaxis.

1. GIỚI THIỆU

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hoá, tốc độ quy hoạch các khu công nghiệp, nhà kho, bến bãi đã và đang được phát triển xây dựng ngày càng cao. Các công trình thường tập trung ở những nơi có điều kiện kinh tế, giao thông thuận lợi. Tuy nhiên, phần lớn lại bất lợi về điều kiện địa chất công trình. Tại đây, cấu trúc nền đất thường rất phức tạp, gồm nhiều lớp đất yếu, có chiều dày lớn, phân bố ngay trên mặt. Khi xây dựng các công trình nền chịu tải trọng lớn, việc lựa chọn giải pháp

thiết kế nền móng thường gặp nhiều khó khăn khi chọn giải pháp vừa đáp ứng được yêu cầu của kết cấu, vừa đảm bảo tiến độ thi công và giá thành hợp lý.

1.1. Sơ lược về đất yếu

Đất yếu là các loại đất có nguồn gốc khoáng vật hoặc hữu cơ và điều kiện hình thành trầm tích ven biển, đồng bằng tam giác châu thổ hoặc hình thành do đất tại những vùng đầm lầy có mực nước ngầm cao. Những loại đất có khả năng chịu tải nhỏ (vào khoảng $50 \div 110 \text{ kN/m}^2$), có tính nén lún lớn, hầu như

bão hòa nước, có hệ số rỗng lớn ($e > 1$), môđun biến dạng nhỏ (thường thì $E_0 = 5 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$), khả năng kháng cắt yếu. Theo nghiên cứu [1] đã cho thấy rằng đất yếu là các vật liệu mới hình thành (từ 10000 đến 15000 năm tuổi), có thể chia thành ba loại: đất cát hoặc đất á sét bụi mềm, có hoặc không có chất hữu cơ, than bùn hoặc các loại đất rất nhiều hữu cơ và bùn.

Một số đặc trưng cơ lý của đất yếu: khả năng chịu tải $50 \text{ kN/m}^2 \div 100 \text{ kN/m}^2$; môđun tổng biến dạng $E_0 \leq 5 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$; hệ số rỗng $e > 1$;

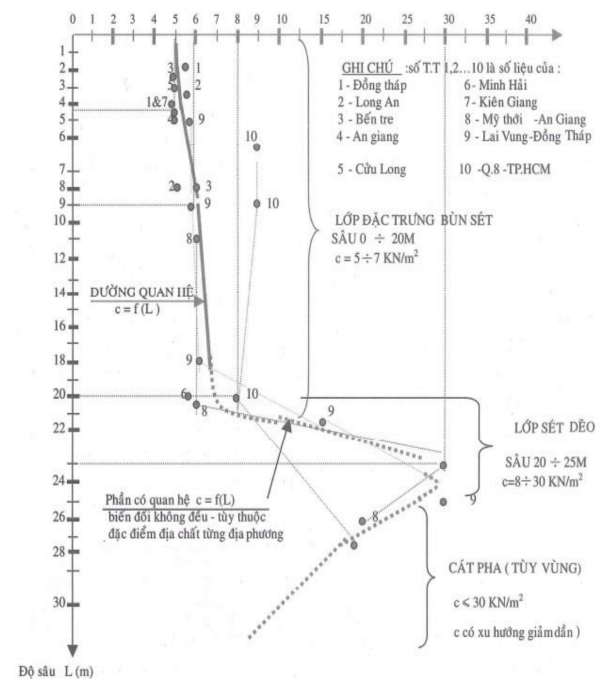
Hệ số nén tương đối $a_0 > 0,5 \times 10^3 \div 1 \times 10^3 \text{ m}^2/\text{kN}$; góc nội ma sát $\phi = 5 \div 10^\circ$; lực dính $C = 5 \div 10 \text{ kN/m}^2$; đất bùn, đất loại sét (sét, sét pha, cát pha) ở trạng thái dẻo chảy là các loại đất yếu thường gặp. Những loại đất này thường có độ sệt lớn ($I_L > 1$), có hệ số rỗng lớn ($e > 1$), có góc ma sát trong nhỏ ($\phi < 10^\circ$), có lực dính theo kết quả cắt nhanh không thoát nước $C < 15 \text{ kN/m}^2$, lực dính theo kết quả cắt cánh tại hiện trường $C_u < 35 \text{ kN/m}^2$, sức chống mũi xuyên $q_c < 100 \text{ kN/m}^2$, chỉ số xuyên tiêu chuẩn $N_{30} < 5$.

Trong nghiên cứu [2] đã đánh giá đặc tính của vùng Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) là nền đất yếu với đặc điểm địa hình thấp, cấu trúc địa chất yếu, sức chịu tải thấp và tính biến dạng lớn. Thông qua hồ sơ khảo sát địa chất, số liệu thu thập và các mô hình mẫu đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm.

Trong nghiên cứu của các tác giả [3] đã đánh giá địa chất xây dựng tại ĐBSCL, thường là á sét, sét ở trạng thái dẻo cứng, dẻo mềm, dẻo chảy, phân bố từ mặt đất tự nhiên xuống độ sâu khoảng $5 \div 15 \text{ m}$, thậm chí đến $35 \div 40 \text{ m}$ tùy từng vùng. Với đặc điểm tính chất cơ lý có góc ma sát trong của lớp này thay đổi trong biên độ từ $20 \div 100$, lực dính từ $2,5 \div 6 \text{ kN/m}^2$.

Trong đó, phải kể đến là thành phố Vĩnh Long, nơi có địa thế trải rộng dọc theo sông Tiền và sông Hậu, thấp dần từ Bắc xuống Nam, với điều kiện địa hình tương đối bằng phẳng (độ dốc nhỏ hơn 20), cao trình khá thấp so với mực nước biển. Đặc điểm này khiến cho khu vực này thuận lợi cho canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, nhưng mang lại

nhều thách thức cho việc xây dựng các công trình chịu tải trọng lớn do có lớp bùn sét yếu với bề dày khá lớn điển hình từ $20 \div 40 \text{ m}$.



Hình 1. Sơ đồ phân khu địa chất vùng ĐBSCL [2]

Tùy theo tính chất, mục đích và điều kiện thực tế sẽ có nhiều biện pháp xử lý, gia cố khác nhau cho đất nền. Việc đánh giá chính xác đặc tính của đất nền là bước quan trọng để lựa chọn phương pháp xử lý, gia cố phù hợp nhất. Nếu đánh giá không đúng về đất nền công trình có thể xảy ra các sự cố như: lún quá lớn, độ lún công trình vượt quá giới hạn cho phép (8 cm), lún lệch, gây nứt, gây bất bình thường cho việc sử dụng công trình. Trượt mái đất, trượt trôi, lật gây phá hoại công trình.

Trong quá trình xây dựng công trình trên nền đất yếu, việc xử lý nền đất đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an toàn và hiệu quả của công trình. Khi xây dựng công trình trên nền đất yếu phụ thuộc vào điều kiện như: đặc điểm của công trình, điều kiện địa chất... Và dựa theo từng điều kiện cụ thể, mà có thể đưa ra các biện pháp xử lý, gia cố nền hợp lý để đảm bảo an toàn trong quá trình thi công cũng như trong giai đoạn khai thác, sử dụng các công trình xây dựng, giúp nâng cao chất lượng và độ bền của công trình.

1.2. Một số biện pháp xử lý, gia cố nền đất yếu

- Phương pháp thay nền: Nền đất yếu

trong phạm vi chịu lực công trình có thể được thay một phần hoặc toàn bộ bằng nền đất mới có tính chất cơ lý tốt hơn như sử dụng lớp đệm cát...

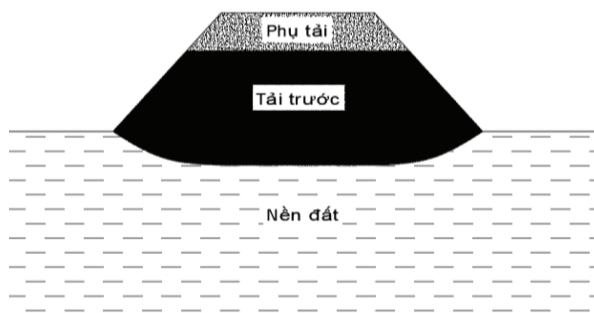
- Phương pháp cơ học: Dùng lực cơ học (tĩnh hoặc động) để bổ sung vật liệu vào đất. Như phương pháp gia cố nền đất bằng cọc cát, trụ đất xi măng, cọc tre, cọc tràm, phương pháp đầm chặt lớp đất mặt...

- Phương pháp vật lý: là phương pháp hạ thấp mực nước ngầm, điện thấm...

- Phương pháp nhiệt học: Phương pháp này chủ yếu sử dụng cho điều kiện địa chất là sét hoặc cát mịn. Sử dụng khí nóng trên 800° để làm biến đổi đặc tính lý hóa của nền đất yếu trong điều kiện cho phép.

- Phương pháp hóa học: là các phương pháp keo kết đất bằng xi măng, vữa xi măng, phương pháp Silicat hóa và phương pháp điện hóa.

- Gia tải trước là phương pháp làm cho nền đất cố kết trước khi công trình được xây dựng. Bằng cách chất tải phân bố đều lên nền đất trước khi thi công với tải trọng gia tải trước (cát, đá, sỏi...) có thể bằng hoặc lớn hơn tải trọng công trình trong tương lai. Ưu điểm: làm giảm độ lún; tăng khả năng chịu tải và giảm tính nén lún của nền đất yếu; đạt được bằng cách chất tải trọng tạm thời trước khi xây dựng kết cấu; đất mềm được cải thiện (hay được gia cố) phần lớn bằng việc ép nước trong đất thoát ra ngoài; làm tăng cường độ chống cắt. Nhược điểm của phương pháp là mất nhiều thời gian (khoảng 6 tháng đến vài năm); không làm thay đổi nhiều tính chất cơ lý của đất; quá trình cố kết phức tạp, cần theo dõi, điều chỉnh.



Hình 2. Sơ đồ gia tải trước

- Xử lý nền bằng bác thấm: bác thấm được cấu tạo từ hai lớp: vỏ hay áo lọc bằng vải địa kỹ thuật không dệt sợi liên tục chất liệu PP hoặc PE 100%; lớp lõi thoát nước dùng bằng nhựa hạt PP, có rãnh cả hai phía [1]. Với ưu điểm là không làm xáo trộn các lớp đất; khả năng tương thích cao; thi công nhanh, thiết bị đơn giản; không cần cấp nước khi thi công; có thể được đóng tới độ sâu trên 40m. Các nhược điểm như: tốc độ cố kết chậm; quy trình thi công đòi hỏi sự chính xác và yêu cầu kỹ thuật cao; chi phí thi công và vật liệu khá cao.



Hình 3. Ứng dụng bác thấm trong gia cố nền

- Trụ đất xi măng sử dụng cốt liệu chính là đất nguyên trạng tại chỗ, gia cố với một hàm lượng xi măng, phụ gia nhất định tùy thuộc vào loại và các tính chất cơ - lý - hóa của đất nền tại khu vực đặt công trình thi công. Mục đích chính của việc sử dụng công nghệ cọc XMD là nhằm cải thiện để tăng cường độ, giảm tính thấm và tăng sức bền dựa trên các phản ứng của ba thành phần chính là đất, xi măng và nước để tạo nên một loại vật liệu mới có cường độ tốt hơn, mô đun biến dạng tăng. Nhìn chung, cho đến thời điểm hiện nay thì trên thế giới đã cho ra đời các công nghệ thi công mới áp dụng cho cọc XMD như sau:

- Năm 1954, Công ty Repakt của Mỹ cho ra đời công nghệ MIP (Mixing in Place). Đây là công nghệ khoan đơn chỉ áp dụng ở Mỹ.

- Năm 1960, công nghệ DLM (Deep Lime Mixing) được Trung Quốc báo cáo và nền tảng dựa trên công nghệ CDM (Ciment Deep Mixing). Nhưng đến năm 1970 thì quá trình nghiên cứu được bắt đầu.

- Năm 1961, người Nhật đã áp dụng công nghệ MIP để thi công hơn 300.000 m cọc

XMĐ gia cố hố đào và ngăn thấm nước ngầm. Đến 1970 công ty Seiko Kogyo của Nhật đã áp dụng thành công tường chắn bằng công nghệ DMM (Deep Mixing Method) và SMW (Soil Mixing Wall).

- Năm 1972, công ty Seiko Kogyo của Nhật tiếp tục duy trì và phát triển công nghệ SMW trong thi công tường chắn.

- Năm 1974, công nghệ DLM (Deep Lime Mixing) đã được hoàn thiện và áp dụng tại Nhật Bản. Cũng trong năm này Thụy Điển đã thử nghiệm cọc có chiều sâu 12m và đường kính 0,5 m.

- Năm 1975, PHRI đã phát triển vượt bậc công nghệ CDM (Cement Deep Mixing) và áp dụng cho các dự án lớn.

- Năm 1976, PWRI (Public Works Research Institute) đã đầu tư nghiên cứu công nghệ DJM.

Các công nghệ này luôn được cải tiến và ứng dụng rộng rãi từ năm 1976 đến nay và phần lớn vấn đề nghiên cứu được xuất phát từ người Nhật Bản.

Hiện nay, việc sử dụng cọc XMĐ để gia cố hố đào được áp dụng rộng rãi nhất ở Việt Nam là công nghệ DMM (SMW) của Nhật Bản và công nghệ Geomix, công ty Soletanche Bachy, nước Pháp.

Công nghệ cọc XMĐ DMM (SMW) của Nhật Bản là công nghệ gia cố nền tại chỗ, hỗn hợp vật liệu là sự kết hợp của 3 thành phần chính đất tại chỗ, xi măng, nước và một lượng nhất định phụ gia cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phân tích đánh giá, lựa chọn giải pháp gia cố nền công trình công nghiệp thuộc thành phố Vĩnh Long

Các công trình công nghiệp được xử lý, gia cố nền đất yếu bằng cọc bê tông (BT) ly tâm với độ sâu tại vị trí mũi cọc từ 40 – 47,6m, cắm vào lớp đất sét, cát pha, có trạng thái dẻo, dẻo cứng. Do tính ổn định cao, khả năng chịu tải tốt và độ bền cao nên đây được xem là giải pháp chắc chắn cho các công trình dân dụng. Tuy nhiên, mỗi phương pháp xử lý, gia cố nền đất yếu đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, có phạm vi áp dụng thích hợp. Đôi khi,

cần kết hợp một số phương pháp với nhau nhằm làm giảm chi phí và nâng cao hiệu quả. Tùy vào điều kiện địa chất cụ thể của đất nền, địa hình, phương pháp thi công mà có thể đề xuất lựa chọn phương pháp hợp lý nhất. Tác giả [4] đã đánh giá sự hiệu quả cao về kinh tế và kỹ thuật khi so sánh trụ đất xi măng với các giải pháp cọc khác về các chỉ tiêu kinh tế, yếu tố kỹ thuật và tác động môi trường. Cho thấy việc ứng dụng trụ đất xi măng vào một số công trình thực tiễn đã cho chất lượng cao về cường độ $q_u = (3,5 \div 14)$ MPa và sức chịu tải của cọc trên 1300kN. Đồng thời, trụ đất xi măng còn là giải pháp cọc thân thiện với môi trường do việc không sử dụng vật liệu cát, đá xay, thép. Điều này đã làm giảm đáng kể lượng khí thải sản xuất ra môi trường.

Với đặc điểm chung của nền đất vùng ĐBSCL là nền đất yếu, các giải pháp xử lý, gia cố nền móng cho các công trình xây dựng, công nghiệp thường được thiết kế, tính toán theo các tiêu chuẩn chung. Việc lựa chọn giải pháp xử lý nền để phù hợp với điều kiện địa chất tại khu vực xây dựng thường thông qua việc nâng cao hệ số an toàn, để gây lãng phí đối với các công trình có quy mô vừa và nhỏ. Đồng thời, nhận thức được vai trò, tầm quan trọng của quá trình đô thị hoá gắn với bảo vệ môi trường. Tác giả đề xuất lựa chọn cọc XMĐ làm giải pháp gia cố nền cho các công trình khu công nghiệp Hoà phú, huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long.

Trước hết, cần nhấn mạnh rằng việc lựa chọn giải pháp trụ đất xi măng không chỉ phụ thuộc vào yếu tố kỹ thuật mà còn phải xem xét các yếu tố khác như chi phí, thời gian thi công, và tác động đến môi trường. Trụ đất xi măng được đánh giá cao về khả năng chịu tải, độ bền và ổn định cao. Đặc biệt, việc thi công trụ đất xi măng không gây ảnh hưởng đến môi trường và có thể thực hiện nhanh chóng.

So với các giải pháp gia cố khác như cọc tre, tràm, cọc bê tông cốt thép (BTCT), cọc nhồi, trụ đất xi măng có những ưu điểm nổi bật. Trụ đất xi măng có khả năng chịu tải tốt hơn, đồng thời có thể thi công nhanh chóng và tiết kiệm chi phí hơn. Ngoài ra, trụ đất xi măng cũng ít tác động đến môi trường hơn so với các giải pháp khác.

Tuy nhiên, cũng cần lưu ý rằng việc lựa chọn giải pháp trụ đất xi măng cũng phải xem xét đến điều kiện địa chất cụ thể của công trình, đảm bảo rằng giải pháp được chọn phải phù hợp và hiệu quả nhất.

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của trụ đất xi măng

Theo tài liệu [5] đã nghiên cứu một số nhân tố chính ảnh hưởng tới kết quả cường độ của cọc XMĐ bao gồm: loại đất, hàm lượng xi măng, hàm lượng nước, thời gian (tuổi của cọc XMĐ), môi trường, điều kiện dưỡng hộ. Trước khi thi công, đối với một số công trình, nếu cần thiết ta phải tiến hành thí nghiệm trong phòng và địa chất khu vực dự án, để có thể đánh giá hiệu quả hàm lượng đối với từng loại đất cụ thể.

Về cơ bản, hàm lượng hữu cơ trong đất càng cao sẽ dễ làm ngăn cản quá trình hydrat hoá của xi măng, làm giảm cường độ chịu nén. Lượng sét mịn cao cũng sẽ làm tăng lượng xi măng.

Việc lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của hỗn hợp vật liệu xi măng đất và hiệu quả kinh tế. Cường độ kháng nén (q_u) là một chỉ tiêu để tính toán sức chịu tải của cọc.

Đồng thời, xác định hàm lượng xi măng cần dùng phụ thuộc vào loại đất, trạng thái đất cần gia cố. Tỷ lệ xi măng với đất đạt tối ưu sẽ phụ thuộc vào các loại đất khác nhau (so với trọng lượng khô của đất cần gia cố) [6].

Bảng 1: Tỷ lệ xi măng với đất của các loại đất khác nhau theo hệ thống phân loại

STT	Loại đất	Tỷ lệ xi măng với đất (%)
1	Đất tốt chứa sỏi, các hạt thô, cát hạt mịn có hoặc không có lượng nhỏ bùn hay sét	5 hoặc ít hơn
2	Đất cát xấu với lượng nhỏ bùn	9
3	Loại đất cát còn lại	7
4	Đất chứa bùn không dẻo hoặc dẻo vừa phải	10
5	Đất sét dẻo	≥ 13

Kết quả một số nghiên cứu cho thấy sau 60 ngày ninh kết, cường độ khối XMĐ giảm cho mọi hàm lượng xi măng khi tăng lượng nước trong đất. Khi độ pH trong đất lớn, độ hoà tan của silicat và aluminat trong hạt sét gia tăng từ đó các phản ứng pozzolan lâu dài sẽ thuận lợi. Từ kết quả của một số nghiên cứu cho thấy rằng cường độ của cọc XMĐ chịu tác động của độ pH và độ ẩm của đất. Trong điều kiện độ ẩm phù hợp, khi độ pH tăng từ $5 \div 6,3$ thì cường độ nén nở hông của cọc XMĐ cũng tăng theo. Tuy nhiên, với độ pH tăng lên từ $6,3 \div 6,9$ thì cường độ của trụ đất xi măng lại giảm đi đáng kể. Như vậy, tỷ lệ giữa nước và hàm lượng xi măng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình phát triển cường độ của cọc XMĐ.

2.3. Mô phỏng tính toán nền gia cố trụ đất xi măng bằng phần mềm Plaxis

Sự phát triển phần mềm Plaxis được bắt đầu từ 1987 tại Đại học Công nghệ Delft - Hà Lan. Phiên bản Plaxis V.1 ban đầu được thành lập nhằm mục đích phân tích các bài toán ổn định bờ biển và đê sông tại các vùng bờ biển thấp tại Hà Lan.

Ra đời từ năm 1987 và chính thức thành lập công ty Plaxis BV vào năm 1993, Plaxis đã trở thành một trong những phần mềm phân tích địa kỹ thuật hàng đầu thế giới. Với nền tảng là phương pháp phần tử hữu hạn, Plaxis cung cấp các công cụ mạnh mẽ và linh hoạt để giải quyết một loạt các bài toán phức tạp trong lĩnh vực này. Chương trình này dùng để tính toán các bài toán về mái dốc, hố đào, hầm (tunnel), đường hầm giao thông, đường hào kỹ thuật (collector), đường tàu điện ngầm và các dạng công trình ngầm khác.

Mô hình Mohr-Coulomb là một trong những mô hình vật liệu đàn hồi và dẻo hoàn toàn. Tức là xem đất chỉ làm việc trong giai đoạn đàn hồi với quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là tuyến tính, quan hệ này tuân theo định luật Hooke. Khi ứng suất tác dụng lên đất vượt quá giới hạn chịu lực, đất sẽ bị phá hủy hoàn toàn. Điều này có nghĩa là biến dạng sẽ

tăng vô hạn mà không cần tăng thêm ứng suất. Trong mặt phẳng, tiêu chuẩn phá hoại của mô hình Mohr - Coulomb dựa trên các thông số về cường độ như lực dính (C) và góc ma sát trong (φ): $\tau'_f = \sigma'_f \tan \varphi' + c'$.

Mô hình này biểu thị trạng thái ứng suất phẳng của một điểm, vòng tròn ứng suất của điểm đó chưa vượt ra khỏi đường bao phá hoại thì vật liệu làm việc đàn hồi. Tiêu chuẩn phá hủy Mohr-Coulomb được sử dụng để mô hình hóa hành vi của đất khi chịu tải. Tiêu chuẩn này dựa trên giả định rằng đất sẽ bị phá hủy khi trạng thái ứng suất tại một điểm nào đó trong khối đất vượt quá giới hạn cho phép.

Phương trình mặt chảy dẻo trong không gian ứng suất có dạng:

$$f = \frac{1}{2}(\sigma'_3 - \sigma'_1) + \frac{1}{2}(\sigma'_3 + \sigma'_1) \sin \varphi' - c' \cos \varphi'$$

Các thông số đầu vào của mô hình Mohr - Coulomb bao gồm:

- E - Mô đun đàn hồi của vật liệu (kN/m²)
- ν - hệ số Poisson
- φ - góc ma sát trong (độ)
- c - cường độ kháng cắt (kN/m²)
- ψ - góc dẫn nở của vật liệu (độ)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng phần mềm Plaxis 2D V20 để mô phỏng và tính toán độ lún của nền sau khi gia cố bằng cọc XMF. Nền tính toán có đặc điểm

như sau:
Diện tích nền tính toán điển hình: 15 (m) x 15 (m) như Hình 4.

Tải trọng tác dụng lên nền: 18 (kN/m²)

Cọc XMF dài L = 41,0 (m), đường kính D= 0,6 (m)

Khoảng cách cọc XMF: a = 1,5 (m)

Căn cứ kết quả tại hố khoan, địa tầng tại vị trí xây dựng công trình được phân thành các lớp đất:

- Lớp F: Cát san lấp;
- Lớp 1: Bùn sét, màu xám xanh - xám đen, trạng thái chảy;
- Lớp 2: Sét, màu xám vàng, trạng thái nửa cứng;
- Lớp 3: Cát pha, màu xám vàng, trạng thái dẻo;

Độ sâu phân bố và bề dày các lớp đất tại các hố khoan như Bảng 2. Các thông số chỉ tiêu cơ lý đất được trình bày trong Bảng 3.

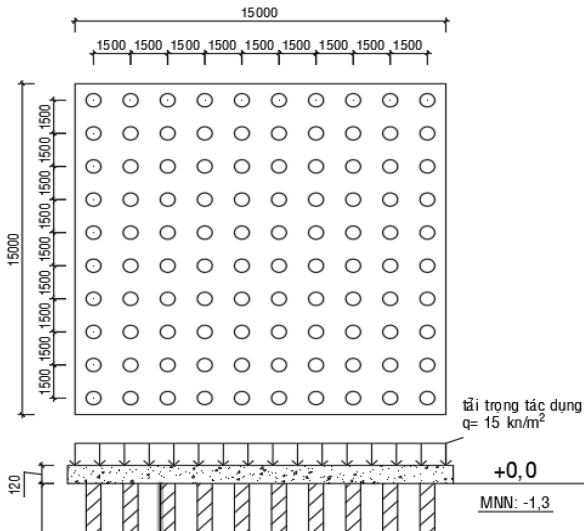
Bảng 2: Độ sâu phân bố và độ dày các lớp đất

Lớp đất	HK2		
	Mặt lớp	Đáy lớp	Bề dày
F	0,0	-3,0	3,0
1	-3,0	-41,0	38,0
2	-41,0	-49,2	8,2
3	-49,2	-55,0	5,8

Bảng 3: Bảng thông số đầu vào trong Plaxis 2D

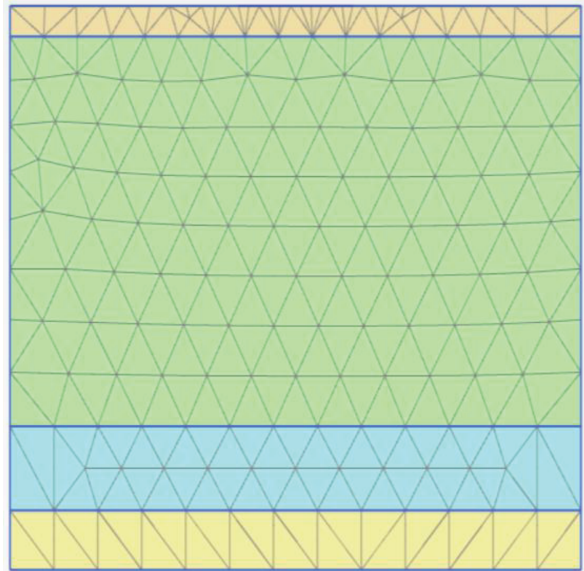
STT	Đặc trưng	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp Đ (Cát san lấp)	Lớp 1 (Bùn sét)	Lớp 2 (Sét)	Lớp 3 (Cát pha)	Cọc XMF
1	Mô hình	-	-	MC	MC	MC	MC	MC
2	Ứng xử của đất	-	-	Drained	Undrained A	Undrained A	Undrained A	Undrained A
3	Dung trọng tự nhiên	γ_{unsat}	kN/m ³	18	15,5	19,37	19,17	19
4	Dung trọng bão hòa	γ_{sat}	kN/m ³	18,5	15,72	19,77	20,1	-
5	Hệ số thấm theo phương ngang	K_x	m/ngđ	1	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻²	1.56E-8

STT	Đặc trưng	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp Đ (Cát san lấp)	Lớp 1 (Bùn sét)	Lớp 2 (Sét)	Lớp 3 (Cát pha)	Cọc XMĐ
6	Hệ số thấm theo phương đứng	K_y	m/ngđ	1	10^{-8}	10^{-7}	10^{-2}	1.56E-8
7	Module đàn hồi	E'	kN/m ²	3000	670	8742,5	10170	122300
8	Hệ số nở hông	ν		0,35	0,3	0,3	0,26	0,25
9	Lực dính	c	kN/m ²	0	4,4	28,7	7	391,5
10	Góc ma sát trong	φ	độ	30	4,45	15,53	24,35	41,8
11	Góc giãn nở	ψ	độ	-	-	-		11,8

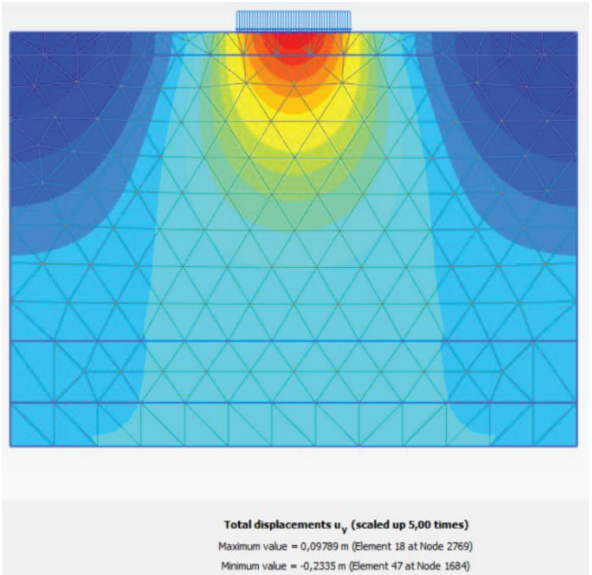


Hình 4. Phân bố cọc XMĐ D600, khoảng cách lưới cọc 1,5 × 1,5 (m)

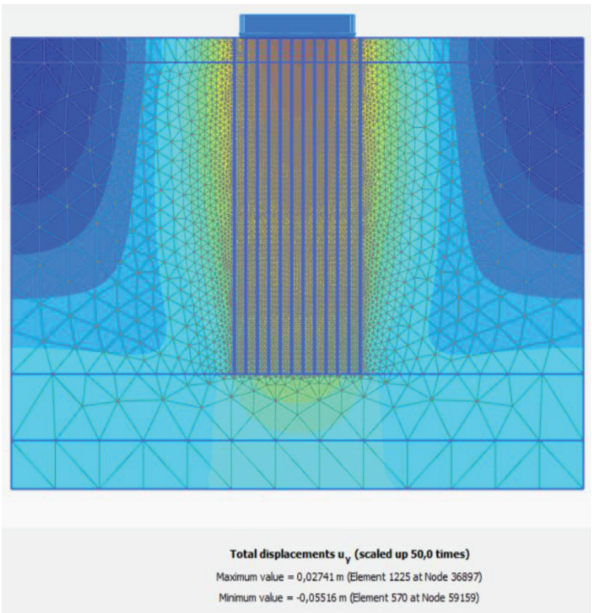
Kết quả mô phỏng tính toán nền tự nhiên và nền gia cố bằng trụ đất xi măng được trình bày từ Hình 5 đến Hình 8



Hình 5. Kết quả chia lưới phần tử nền tự nhiên



Hình 6. Chuyển vị theo phương đứng của nền đất tự nhiên khi không gia cố nền, S=0,233(m)



Hình 7. Chuyển vị của nền khi được gia cố cọc XMĐ, S=0,0552 (m)

Bảng 4: Độ lún của nền có và không xử lý theo các phương pháp

Trường hợp Phương pháp	Độ lún chưa xử lý gia cố nền (m)	Độ lún sau khi xử lý nền (m)
Giải tích	0,258	0,081
Plaxis 2D	0,233	0,055

4. KẾT LUẬN

Theo như Bảng 4, kết quả mô phỏng tính toán độ lún bằng phần mềm Plaxis 2D của nền khi chưa xử lý gia cố bằng cọc XMĐ là 23,3 cm. Và độ lún sau khi đã gia cố là 5,5 cm đảm bảo thỏa điều kiện lún giới hạn của nền nhà xưởng khung thép. Vì vậy, việc ứng dụng giải pháp trụ đất xi măng trong gia cố nền đất yếu với tải công trình không lớn trên điều kiện địa chất yếu tương tự tại khu vực huyện Long Hồ, thành phố Vĩnh Long *nói chung là phù hợp và mang tính khả thi.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N.V. Trung và V.M. Tuấn (2014), Cọc xi măng đất phương pháp gia cố nền đất yếu, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
- [2]. L.Q. Tuấn, N.H. Liệu và B.Đ. Thảo (2005), “Đánh giá sức chịu tải trên nền đất yếu”, Tập san khoa học số 3(4), tr. 70-78.
- [3]. Đ.T.M. Dung và L.T.Q. Khải (2022), “Công nghệ xử lý nền đất yếu khu vực Đồng bằng sông Cửu Long”, Tạp chí của Bộ xây dựng năm thứ 61, (05-2022).
- [4]. Đ.H. Đạo (2015), “Cọc xi măng đất – Giải pháp nền móng thân thiện môi trường cho công trình xây dựng”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, quyển 2, số 11(96).
- [5]. Đ.V. Ngô (2009), "Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ xi măng đất", Science & Technology Development, quyển 12(5).
- [6]. T.B. Nghị (2015), Ứng dụng trụ đất xi măng xử lý nền đường đầu cầu ông Diệp tỉnh Sóc Trăng, Luận văn thạc sĩ ngành địa kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM.
- [7]. Reference Manual, Plaxis 3D CONNECT Edition V20, Bétley Co., 2020.
- [8]. TCVN 9403 : 2012 - Gia cố nền đất yếu - Phương pháp trụ đất xi măng, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012.
- [9]. L.N.H. Phương, N.V. Linh và B.T.T. Vĩ (2022), “Nghiên cứu một số phương pháp xác định mô đun biến dạng của đất”, Khoa Công nghệ, Phân hiệu Đại học Đà Nẵng tại Kon Tum, Đại học Đà Nẵng.
- [10] L.B. Quốc và P.Q. Vĩnh (2022), “Ứng dụng cọc xi măng đất cho công trình xây dựng dân dụng khu vực tỉnh Đồng Tháp”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, số 01 (2022).