

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

BỘ XÂY DỰNG

LƯƠNG THÀNH MINH

**PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ ỨNG DỤNG TRỤ XI MĂNG ĐẤT
GIA CỐ NỀN NHÀ CÔNG NGHIỆP TRÊN NỀN ĐỊA CHẤT
KHU VỰC TỈNH VĨNH LONG**

TÓM TẮT ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SỸ KỸ THUẬT XÂY DỰNG

VĨNH LONG - 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

LƯƠNG THÀNH MINH

**PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ ỨNG DỤNG TRỤ XI MĂNG ĐẤT
GIA CỐ NỀN NHÀ CÔNG NGHIỆP TRÊN NỀN ĐỊA CHẤT
KHU VỰC TỈNH VĨNH LONG**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT XÂY DỰNG

Mã số: 8.58.02.01

TÓM TẮT ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SỸ KỸ THUẬT XÂY DỰNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. LÂM NGỌC QUÍ



VĨNH LONG - 2025

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long có rất nhiều công trình nhà công nghiệp được xây dựng ở các huyện như: Lô B5, B6, B7, B8 – Công ty TNHH Vĩnh Tỷ thuộc KCN Bình Minh; Lô A3 - Công ty TNHH Thiết Lập, Tòa nhà phức hợp – văn phòng thương mại Vĩnh Long thuộc xã Hòa Phú, Nhà máy thiết bị y tế Benovas thuộc xã Thanh Đức, huyện Long Hồ; Trung tâm văn hóa – thể thao các huyện Tam Bình, Vũng Liêm, Bình Tân,...

Nhằm đánh giá tính khả thi giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền nhà công nghiệp trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long nói riêng và những khu vực địa chất tương tự nói chung, đặc biệt là có thể đóng góp trong việc thực hiện quy hoạch vùng tỉnh Vĩnh Long về lĩnh vực xây dựng thì việc thực hiện đề án “**Phân tích, đánh giá ứng dụng trụ xi măng đất gia cố nền nhà công nghiệp trên nền địa chất khu vực tỉnh Vĩnh Long**” là rất cần thiết, mang lại ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

Đánh giá sức chịu tải của đất nền khi không và có gia cố trụ xi măng đất tại nơi có quy hoạch các khu công nghiệp, cụm công nghiệp trong tương lai bằng cách sử dụng các công thức lý thuyết và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis.

Phân tích, đánh giá ứng dụng giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền công trình nhà công nghiệp có tải trọng tương đương.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Trụ xi măng đất gia cố nền đất yếu; Nền đất yếu tại các khu công nghiệp, cụm công nghiệp.

Phạm vi nghiên cứu: Ứng dụng giải pháp gia cố nền đất yếu bằng trụ xi măng đất dưới tải trọng nhà công nghiệp trên nền địa chất khu vực tỉnh Vĩnh Long.

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Nghiên cứu, vận dụng tài liệu và kinh nghiệm trong nước, ngoài nước về các vấn đề liên quan đến nội dung đề án;

Phương pháp thu thập số liệu: Thu thập các hồ sơ thiết kế và báo cáo khảo sát địa chất tại các công trình nhà công nghiệp trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long;

Phương pháp toán học: Tính toán giải tích giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền và mô phỏng bài toán bằng phần mềm Plaxis 2D, 3D.

Phương pháp phân tích tổng kết: Phân tích, tổng hợp các kết quả tính toán để rút ra nhận xét, kết luận.

5. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

Ý nghĩa khoa học: Đề xuất tính khả thi giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền nhà công nghiệp tại khu vực địa chất tỉnh Vĩnh Long và các khu vực địa chất tương tự.

Ý nghĩa thực tiễn: Giúp cho cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư và các đơn vị thiết kế có thêm cơ sở lựa chọn giải pháp gia cố nền phù hợp cho công trình nhà công nghiệp và loại địa chất trong khu vực. Giúp giảm chi phí xây dựng, tăng tính bền vững cho công trình và góp phần bảo vệ môi trường.

6. Kết cấu của đề án tốt nghiệp

Ngoài phần Mở đầu, Tài liệu tham khảo và phụ lục, nội dung của đề án tốt nghiệp gồm ba chương và phần Kết luận, kiến nghị như sau:

- Chương 1: Tổng quan về nền đất yếu và các phương pháp xử lý gia cố nền đất yếu.
- Chương 2: Cơ sở lý thuyết tính toán trụ xi măng đất gia cố nền.
- Chương 3: Tính toán giải tích và mô phỏng trụ xi măng đất gia cố nền nhà công nghiệp trên nền địa chất khu vực tỉnh Vĩnh Long.

- Kết luận và kiến nghị: Trình bày những kết quả của đề án và kiến nghị một số vấn đề nghiên cứu tiếp theo của đề tài.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ NỀN ĐẤT YẾU VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU

1.1. Tổng quan về nền đất yếu

1.1.1. Khái niệm về đất yếu ở Việt Nam

Đa số các nghiên cứu gọi đất yếu là loại đất có khả năng chịu tải nhỏ (từ $0,5 \div 1 \text{ kG/cm}^2$); tính nén lún lớn ($a > \text{cm}^2/\text{kG}$); hệ số rỗng của đất lớn ($e > 1$); độ sệt lớn ($B > 1$); mô đun tổng biến dạng thấp ($E_0 < 50 \text{ kG/cm}^2$); khả năng chống cắt bé ($C = 5 \div 10 \text{ kN/m}^2$, $\phi = 5 \div 100$); khả năng thấm nước bé vì hàm lượng nước trong đất yếu luôn ở mức cao, độ bão hòa nước $G > 0,8$; dung trọng bé, độ sệt lớn ($I_L > 1$); lực dính theo kết quả cắt cánh hiện trường $C_u < 35 \text{ kN/m}^2$, lực dính theo kết quả cắt nhanh không thoát nước $C < 15 \text{ kN/m}^2$; chỉ số xuyên tiêu chuẩn $N_{30} < 5$, sức chống mũi xuyên $q_c < 100 \text{ kN/m}^2$ [1-3].

1.1.2. Sơ lược về địa chất ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long

Đặc điểm của nền đất Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là khu vực châu thổ ven biển, hầu hết tất cả các tỉnh của khu vực là vùng đầm lầy và tràm tích tam giác châu mới, đất sét yếu chiếm phần lớn lãnh thổ.

Tỉnh Vĩnh Long là một tỉnh thuộc trung tâm ĐBSCL giữa sông Tiền và sông Hậu, có địa hình tương đối bằng phẳng, cao trình thấp, phù hợp với điều kiện canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản ở địa phương. Tuy nhiên, địa hình cũng như địa chất phức tạp với lớp đất yếu dày ở Vĩnh Long đã gây khó khăn trong ngành xây dựng ở địa phương, đặc biệt là những công trình có tải trọng lớn, chi phí xây dựng công trình cao.

1.2. Một số biện pháp xử lý nền đất yếu hiện nay

Hiện nay, chúng ta đang có những biện pháp xử lý nền đất yếu như: phương pháp gia tải trước, phương pháp sử dụng đệm cát, phương pháp bắc thấm, ...

1.2.1. Phương pháp gia tải trước

1.2.2. Phương pháp xử lý nền bằng đệm cát

1.2.3. Phương pháp xử lý nền bằng cọc bê tông cốt thép tiết diện nhỏ

1.2.4. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm

1.2.5. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát

1.2.6. Xử lý nền đất yếu bằng phương pháp bơm hút chân không

1.2.7. Tổng quan về công nghệ trụ xi măng đất

1.2.7.1. Giới thiệu sơ lược về trụ xi măng đất

Trụ xi măng đất được nghiên cứu và phát triển vào khoảng những năm 1960 bởi Thụy Điển và một giáo sư người Nhật Tenox Kyushu của Đại học Tokyo. Trụ xi măng đất đem lại hiệu quả kinh tế cao và phù hợp với điều kiện địa chất tại Việt Nam, đặc biệt là địa chất có nhiều loại đất yếu như khu vực ĐBSCL.

1.2.7.2. Ưu điểm và hạn chế của trụ xi măng đất

Trụ xi măng đất mang lại những ưu điểm nổi bật như: Khả năng xử lý sâu đến 50m và phù hợp với nhiều loại đất yếu; tăng sức chịu tải của đất nền; tăng khả năng chống trượt của mái dốc; giảm ảnh hưởng chấn động đối với công trình xung quanh; đối với đất rời tránh được hiện tượng bị biến loãng; vùng đất bị ô nhiễm sẽ được khoanh vùng, cô lập để xử lý.

Một số hạn chế của trụ xi măng đất: *Thiết bị phục vụ thi công quá đắt (một thiết bị chuyên thi công trụ xi măng đất khoảng 3,5 tỷ VND chưa kể đến thiết bị bơm vữa xi măng và trạm trộn); trụ xi măng đất thường có cường độ chịu kéo nhỏ hơn rất nhiều so với cường độ chịu nén vì vậy không được sử dụng kiểu kết cấu tường chắn lợi dụng trọng lượng bản thân.*

1.2.8. Tổng quan tình hình ứng dụng phương pháp trụ xi măng đất ở Việt Nam và trên thế giới

1.2.8.1. Tổng quan tình hình ứng dụng trụ xi măng đất trên thế giới

Công nghệ trụ xi măng đất còn là một trong những phương pháp ưu tiên hàng đầu được nghiên cứu trong lĩnh vực làm tường chắn đất, hỗ trợ công tác đào đất trong điều kiện địa chất có nhiều loại đất yếu, các tác giả cũng đề xuất các quy trình thiết kế để phương pháp trụ xi măng đất được sử dụng rộng rãi trong thi công đào đất [23]. Một số khu vực như Bang Washington (Hoa Kỳ), Cannes (Pháp), Bangkok (Thái Lan) đã ứng dụng phương pháp trụ xi măng đất trong thi công tường chắn để hỗ trợ đào đất khi xây dựng các dự án tầng hầm tại khu vực đô thị [24-26]. Hơn nữa tại sông Pasak của Thái Lan còn ứng dụng giải pháp trụ xi măng đất để làm tường kè cho sông [27].

Tại dự án nâng cấp hệ thống thoát nước Công chính Hobsons Bay ở Úc, các tác giả đã nghiên cứu ứng dụng giải pháp trụ xi măng đất vào việc xử lý nền, giảm thiểu rủi ro nứt đất thủy tĩnh ở đáy cống và kiểm soát dòng nước ngầm chảy vào trong quá trình đào đất [28].

1.2.8.2. Tổng quan tình hình ứng dụng trụ xi măng đất ở Việt Nam

Cho đến nay phương pháp trụ xi măng đất được ứng dụng thực tế vào nhiều dự án xây dựng dân dụng, chủ yếu vào mục đích xử lý đất yếu. Tiêu biểu như xây dựng khu đô thị Phú Mỹ Hưng, Building Sai Gon Times Square, dự án Nhiệt điện Ô Môn,... Công nghệ thi công trụ xi măng đất phổ biến ở Việt Nam là công nghệ trộn khô (Dry Jet Mixing) và công nghệ trộn ướt (Wet Mixing). Đó là công nghệ của Nhật Bản, mỗi công nghệ sẽ có quy trình thi công, dây chuyền và thiết bị phù hợp khác nhau.

Ngoài những nghiên cứu ứng dụng nêu trên, trụ xi măng đất còn được nghiên cứu để gia cố nền công trình nhà công nghiệp. Điển hình là tác giả Vương Hồng Sơn đã nghiên cứu sử dụng trụ xi măng đất để xử lý nền đất yếu dưới công trình nhà công nghiệp tải trọng lớn, tác giả đã áp dụng tính toán vào khu công nghiệp Phú Mỹ I, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, công trình này có kích thước 60x90m và tải trọng sử dụng lên đến 10,2 T/m², địa chất tại vị trí tính toán có lớp đất yếu dày 8m nằm trực tiếp phía dưới công trình. Bằng việc sử dụng hệ thống trụ xi măng đất có đường kính 0,7m, chiều dài 8m và bố trí với khoảng cách 1,3m đến 1,9m thì độ lún của nền tại vị trí tính toán giảm từ 23cm xuống còn 11,23cm, sức chịu tải của nền tăng. Tác giả đã kết luận có thể xem xét áp dụng đối với các công trình nhà công nghiệp có tải trọng và điều kiện địa chất tương tự vị trí đã tính toán [35]; Ở khu vực tỉnh Vĩnh Long chưa có công trình nhà công nghiệp nào được thi công thực tế có ứng dụng gia cố nền bằng trụ xi măng đất, tuy nhiên đã có nghiên cứu ứng dụng trụ xi măng đất gia cố nền nhà xưởng tại KCN Hòa Phú, huyện Long Hồ. Công trình được áp dụng để nghiên cứu tính toán là Lô A3 thuộc công ty TNHH Thiết Lập, công trình có diện tích 3.940m², có tải trọng 18 kN/m² và địa chất bên dưới công trình có lớp đất yếu dày đến 38m. Tác giả đã sử dụng trụ xi măng đất có đường kính 0,6m và chiều dài trụ 41m để nghiên cứu tính toán. Qua các kết quả tính toán giải tích cũng mô phỏng bằng phần mềm Plaxis của tác giả, sau khi ứng dụng trụ xi măng đất để gia cố thì độ lún của nền giảm từ 23,3cm xuống còn 5,5cm, đảm bảo thỏa điều kiện lún giới hạn của nền nhà xưởng khung thép [36].

1.3. Phân tích đánh giá cho giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền nhà công nghiệp trên nền địa chất khu vực tỉnh Vĩnh Long

Tham khảo từ các nghiên cứu đã có và hồ sơ địa chất, có thể nhận thấy được phương pháp trụ xi măng đất phù hợp để nghiên cứu gia cố nền nhà công nghiệp tại địa chất yếu của khu vực tỉnh Vĩnh Long, vì những yếu tố như: Phương pháp trụ xi măng đất xử lý được hầu hết các loại đất yếu và độ sâu lên đến 50m; Phương pháp lại có giá thành thi công thấp nhất, so với phương án cọc khoan nhồi thấp hơn 56,2%, thấp hơn từ 58 đến 75% so với phương pháp cọc bê tông cốt thép đúc sẵn và cọc ống dự ứng lực; Song song đó, giải pháp trụ xi măng đất còn thân thiện với môi trường vì không sử dụng vật liệu thép, cát, đá xây nên giảm

thiếu sử dụng năng lượng trong sản xuất các loại vật liệu đó; Hơn nữa, trụ xi măng đất còn được đánh giá cao về độ bền và ổn định khi sức chịu tải của trụ có thể đạt đến 1500kN [12].

Khi tác giả lựa chọn giải pháp trụ xi măng đất để nghiên cứu gia cố nền nhà công nghiệp trên nền địa chất yếu tỉnh Vĩnh Long cũng muốn nói lên rằng việc lựa chọn phương án trụ xi măng đất không chỉ phụ thuộc vào yếu tố kỹ thuật mà còn phải phụ thuộc vào các yếu tố khác như chi phí, tiến độ thi công, ảnh hưởng đến môi trường. Qua nghiên cứu cũng sẽ thấy rõ được việc lựa chọn phương án trụ xi măng đất là phù hợp hay không phù hợp, nếu phù hợp thì phải đảm bảo giải pháp được chọn mang lại hiệu quả hơn so với các phương án cọc đã thực hiện trước đây trên địa bàn.

1.4. Nhận xét chương 1

Đã có những nghiên cứu ứng dụng giải pháp trụ xi măng đất gia cố nền các công trình dân dụng, công nghiệp, giao thông, thủy lợi trong và ngoài nước, khu vực tỉnh Vĩnh Long cũng có một nghiên cứu gia cố nền nhà xưởng tại khu công nghiệp Hòa Phú, huyện Long Hồ. Tuy nhiên, trong quy hoạch vùng tỉnh Vĩnh Long giai đoạn 2021 – 2030 tầm nhìn đến 2050 có nhiều huyện được quy hoạch xây dựng các khu công nghiệp, cụm công nghiệp. Vì vậy, trong đề án tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu gia cố nền bằng trụ xi măng đất tại những vị trí được quy hoạch khu công nghiệp và cụm công nghiệp trong tương lai, từ đó có cái nhìn tổng quát hơn về tính khả thi và khả năng ứng dụng so với các giải pháp gia cố nền nhà công nghiệp đã thực hiện trước đó.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN TRỤ XI MĂNG ĐẤT GIA CỐ NỀN

2.1. Đặc điểm, tính chất của trụ xi măng đất

2.1.1. Vật liệu trụ xi măng đất

2.1.1.1. Xi măng

Xi măng là một trong những vật liệu quan trọng trong thi công trụ xi măng đất. Để đảm bảo cường độ của trụ xi măng đất đạt yêu cầu thì cần sử dụng một số loại xi măng tiêu chuẩn như: xi măng lò cao, xi măng Poóc lăng.

2.1.1.2. Nước

Nguồn nước sử dụng phải sạch, không lẫn dầu, không chứa các tạp chất hữu cơ gây ảnh hưởng đến cường độ của trụ xi măng đất, nước không có hàm lượng muối axit, chất kiềm,...

2.1.1.3. Chất phụ gia

Sử dụng chất phụ gia trong thi công trụ xi măng đất nhằm mục đích nâng cao hiệu quả và khả năng thi công.

2.1.2. Một số yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của trụ xi măng đất

2.1.2.1. Ảnh hưởng của loại đất tại nơi được gia cố nền

Mỗi khu vực địa chất khác nhau thì cường độ của trụ xi măng đất cũng thay đổi. Vì vậy việc thực hiện thí nghiệm trong phòng đối với loại đất tại nơi cần gia cố nền là một vấn đề cần thiết trước khi áp dụng thi công giải pháp trụ xi măng đất.

2.1.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và loại xi măng

Tùy theo yêu cầu thiết kế công trình tại mỗi khu vực địa chất để đưa ra hàm lượng xi măng hợp lý.

2.1.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/xi măng (w/c)

Theo các nhà nghiên cứu, yếu tố không chế các tham số của đất được gia cố là tỉ lệ giữa hàm lượng nước và hàm lượng xi măng.

2.1.2.4. Ảnh hưởng của điều kiện bảo dưỡng

Điều kiện bảo dưỡng khác nhau về nhiệt độ, môi trường xung quanh, loại nước bảo dưỡng cũng sẽ ảnh hưởng đến cường độ của trụ xi măng đất. Ảnh hưởng của thời gian trộn

Yếu tố thời gian trộn và quy trình thi công cũng ảnh hưởng không nhỏ đến cường độ của trụ xi măng đất.

2.2. Các quan điểm tính toán thiết kế trụ xi măng đất trong gia cố nền đất yếu

Theo các tài liệu tham khảo, việc tính toán sức chịu tải và biến dạng của nền đất gia cố bằng trụ xi măng đất chủ yếu theo 3 quan điểm sau: trụ xi măng đất làm việc như cọc cứng (tính toán như móng cọc); xem trụ và đất cùng làm việc đồng thời; Quan điểm hỗn hợp tính toán theo cả 2 quan điểm trên.

2.2.1. Theo quan điểm trụ xi măng đất làm việc như cọc cứng [45]

Theo quan điểm tính toán này thì trụ phải có độ cứng tương đối lớn, đầu trụ xi măng đất phải được cắm vào lớp đất chịu lực tốt.

2.2.1.1. Đánh giá ổn định các trụ xi măng đất theo trạng thái giới hạn 1

Để móng cọc ổn định đảm bảo an toàn cần thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\text{Nội lực lớn nhất của cọc: } N_{\max} < Q_{\text{ult}}/F_s \quad (2.1)$$

$$\text{Mô men lớn nhất trong cọc: } M_{\max} < [M_{\text{vật liệu}}]/k \quad (2.2)$$

2.2.1.2. Đánh giá ổn định các trụ xi măng đất theo trạng thái giới hạn 2

Tính toán theo trạng thái giới hạn 2 để đảm bảo móng trụ không phát sinh biến dạng và lún quá lớn:

$$\Sigma S_i < [S_{\text{gh}}] \quad (2.6)$$

Tuy nhiên, quan điểm tính toán này còn nhiều hạn chế và chưa rõ ràng vì vậy ít được dùng trong tính toán.

2.2.2. Theo quan điểm tính toán trụ xi măng đất làm việc như nền tương đương [46]

Các số liệu cường độ của nền tương đương bao gồm: mô đun đàn hồi tương đương E_{td} , lực dính đơn vị tương đương c_{td} , góc ma sát trong tương đương φ_{td} và khối lượng thể tích tương đương ρ_{td} được tính đối theo công thức sau:

$$a_s = \frac{A_s}{A_p}$$

$$E_{td} = a_s E_c + (1 - a_s) E_p \quad (2.7)$$

$$c_{td} = a_s C_c + (1 - a_s) C_p \quad (2.8)$$

$$\varphi_{td} = a_s \varphi_c + (1 - a_s) \varphi_p \quad (2.9)$$

$$\rho_{td} = a_s \rho_c + (1 - a_s) \rho_p \quad (2.10)$$

A_c - Diện tích cọc XMĐ

A_p - Diện tích đất nền được gia cố

Theo dự thảo tiêu chuẩn thiết kế thi công và nghiệm thu trụ xi măng đất của Bộ Giao thông năm 2006 và từ kết quả thí nghiệm nén đơn mẫu đất trộn xi măng trong phòng ta có công thức quy đổi:

$$C_c = (0,2 - 0,3) q_u \quad (2.12)$$

$$\varphi_c = (20^\circ - 30^\circ) \quad (2.13)$$

$$E_c = (100 - 300) q_u \quad (2.14)$$

Đối với phương pháp tính toán này, bài toán gia cố nền đất có 2 tiêu chuẩn cần kiểm tra:

- Tiêu chuẩn về cường độ: φ_{td} , c_{td} của nền được gia cố phải thỏa mãn điều kiện sức chịu tải dưới tác dụng của tải trọng công trình.

- Tiêu chuẩn về biến dạng: Mô đun biến dạng của nền được gia cố E_{td} phải thỏa mãn điều kiện lún của công trình.

2.2.3. Theo quan điểm tính toán nền đất hỗn hợp

2.2.3.1. Theo quan điểm hỗn hợp của Viện Công nghệ Châu Á [47]

* Khả năng chịu tải của cọc đơn

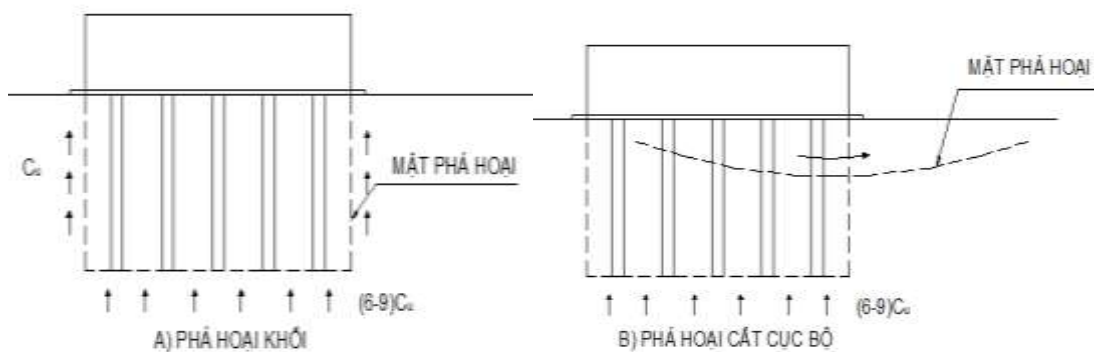
Khả năng chịu tải giới hạn tức thời của cọc đơn trong đất yếu khi đất phá hoại được tính theo công thức sau:

$$Q_{gh, \text{đất}} = (\pi DL + 2,25\pi D^2) C_u \quad (2.15)$$

SCT của cọc khi vật liệu cọc bị phá hoại nở hông và xuất hiện các khe nứt dọc thân cọc thì tải trọng giới hạn được tính theo công thức sau:

$$P_{gh,c} = A_c (3,5 C_c + 3 \sigma_n) \quad (2.16)$$

* Khả năng chịu tải của nhóm cọc

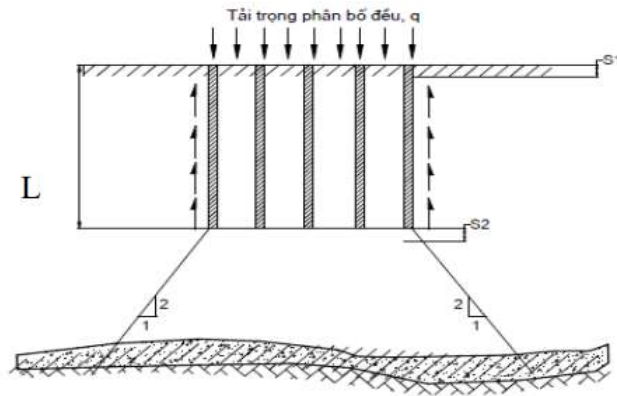


Hình 2.1. Mô tả các dạng phá hoại của nhóm cọc

Trường hợp 1: phá hoại toàn bộ nền cọc, sức chịu tải giới hạn

$$P_{gh, \text{nhóm}} = 2C_u H(B+L) + (6 \div 9) C_u BL \quad (2.17)$$

* Độ lún



Hình 2.2. Phân tích lún khi gia cố bằng cọc XMĐ

Độ lún tổng cộng S_1 được tính toán theo biểu thức sau:

$$S_1 = \frac{q_1 L}{a_s E_c + (1 - a_s) E_p} \quad (2.19)$$

Độ lún tổng cộng S_2 được tính toán theo phương pháp cộng lớp phân tổ như với nền đất yếu chưa gia cố. Tải trọng tác dụng lên lớp đất chưa gia cố dưới đáy mũi cọc là toàn bộ tải trọng tính lún q_2 (giả thiết tải trọng tác dụng không thay đổi trên suốt chiều sâu cọc).

- Trường hợp 2: Tải trọng tác dụng lớn, cọc đã bị rão.

Độ lún tổng cộng S_1 được tính toán theo biểu thức sau:

$$S_1 = \frac{q_1 L}{E_c} \quad (2.23)$$

Độ lún tổng cộng S_2 được tính toán theo cách thông thường như với nền đất yếu chưa gia cố. Tải trọng q_1 truyền toàn bộ xuống dưới đáy khối gia cố, tải trọng q_2 tác dụng từ trên mặt đất.

2.2.3.2. Theo tiêu chuẩn Châu Âu [48][49]

* Kiểm tra điều kiện về cường độ

Cường độ chịu tải của vật liệu cọc được xác định theo công thức:

$$R_c = 2c_{uc} + 3\sigma_h \quad (2.24)$$

* Tính theo độ lún

Độ lún của cọc XMĐ

$$S = \sum \frac{h \cdot q}{a E_c + (1 - a) E_p} \quad (2.25)$$

2.2.3.3. Theo tiêu chuẩn Thượng hải – Trung Quốc [50]

* Sức chịu tải của nền gia cố:

$$R_a = \frac{\alpha \times Q_{ult}}{A_c} + \beta(1 - \alpha)R_n$$

* Độ lún của trụ được xác định theo công thức:

$$S_1 = \frac{qL}{a E_c + (1 - a) E_s} \quad (2.27)$$

2.2.4. Tính toán trụ xi măng đất theo TCVN 9403:2012 [51]

* Về ổn định

Phân tích ổn định dựa theo các phương pháp hiện hành. Nền xử lý có cường độ kháng cắt tính theo công thức:

$$C_{tb} = C_u(1 - a) + aC_c \quad (2.28)$$

* **Về độ lún:** Độ lún tổng S của nền gia cố được xác định: $S = S_1 + S_2$

- Độ lún của bản thân khối gia cố, S_1 được tính theo công thức:

$$S_1 = \frac{qH}{E_{tb}} = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s}$$

2.2.5. Tính toán theo TCVN 9362:2012 [52]

Theo TCVN 9362:2012, cường độ của đất nền tự nhiên được tính theo công thức:

$$R = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (Ab\gamma_{II} + Bh\gamma'_{II} + Dc_{II} - \gamma_{II}h_0)$$

2.2.6. Tính độ lún của nền tự nhiên theo phương pháp lớp tương đương [53]

Tính toán độ lún của đất nền tự nhiên chưa được gia cố khi có tải trọng phân bố đều tác dụng khắp bề mặt theo phương pháp lớp tương đương: $S = a_{0m}h_s P$

2.3. Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn mô phỏng tính toán gia cố nền bằng trụ xi măng đất

2.3.1. Giới thiệu phần mềm mô phỏng Plaxis [54]

PLAXIS là một chương trình phần tử hữu hạn. Mục tiêu và mục đích: PLAXIS nhằm mục đích cung cấp một công cụ phân tích thực tế để các kỹ sư địa kỹ thuật sử dụng.

2.3.2. Giới thiệu các mô hình và thông số trong phần mềm Plaxis [55]

2.3.2.1. Mô hình Mohr – Coulomb

2.3.2.2. Mô hình Hardening Soil

2.3.2.3. Mô hình cọc như phần tử Volume Pile

2.3.2.4. Mô hình cọc như phần tử Embedded Pile (Beam)

2.4. Nhận xét chương 2

Chương 2 đã trình bày chi tiết về các phương pháp tính toán thiết kế trụ xi măng đất trong gia cố nền đất yếu. Một số lý thuyết tính toán trụ xi măng đất theo nhiều quan điểm hiện nay như xem trụ xi măng đất làm việc như cọc cứng; quan điểm tính toán như nền tương đương và nhiều quan điểm tính toán nền đất hỗn hợp trên thế giới như Viện Công nghệ Châu Á; tiêu chuẩn Châu Âu; tiêu chuẩn của Thượng Hải – Trung Quốc. Trình bày lý thuyết tính toán liên quan đến biến dạng nền đất theo các tiêu chuẩn của Việt Nam như TCVN 9362:2012, TCVN 9403:2012. Bên cạnh đó, ở chương 2 tác giả còn trình bày về lý thuyết tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn. Giới thiệu sơ lược về phần mềm Plaxis cũng như các loại mô hình được ứng dụng phổ biến trong phần mềm.

Từ những cơ sở lý thuyết tính toán trụ xi măng đất đã nêu kết hợp với những nghiên cứu trong nước đã được công bố, cũng như các ưu và nhược điểm của từng phương pháp tính toán, tác giả lựa chọn quan điểm tính toán hệ làm việc như nền tương đương để xác định các tham số của khối nền gia cố như ϕ_{td} , C_{td} , E_{td} , γ_{td} ; sử dụng quan điểm tính toán của Viện Công nghệ Châu Á để xác định sức chịu tải của trụ đơn và nhóm trụ xi măng đất; tính sức chịu tải của nền gia cố theo tiêu chuẩn Trung Quốc; sử dụng các tiêu chuẩn của Việt Nam như TCVN 9362:2012 và TCVN 9403:2012 trong việc tính toán sức chịu tải của nền tự nhiên, độ lún của khối gia cố; tính độ lún của nền tự nhiên bằng phương pháp lớp tương đương. Song song đó, để có thêm số liệu so sánh mang tính khách quan và tạo thêm độ tin cậy cho các kết quả tính toán, tác giả còn sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn mà cụ thể là phần mềm Plaxis 2D, 3D để mô phỏng tính toán độ lún của nền khi không được gia cố và nền được gia cố bằng trụ xi măng đất.

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN GIA CỐ NỀN NHÀ CÔNG NGHIỆP BẰNG TRỤ XI MĂNG ĐẤT TRÊN NỀN ĐỊA CHẤT KHU VỰC TỈNH VĨNH LONG

3.1. Giới thiệu các đặc trưng về nhà công nghiệp và một số vị trí địa chất điển hình tại khu vực tỉnh Vĩnh Long

3.1.1. Đặc trưng về nhà công nghiệp trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long

Tải trọng tác động lên công trình được chia làm hai loại là tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời. Tải trọng thường xuyên sẽ bao gồm: trọng lượng bản thân công trình, ... Tải trọng tạm thời bao gồm: Tải trọng gây ra trong quá trình sản xuất, tải trọng gió, tải trọng nước mưa trên mái, ...

Tải trọng tác động lên công trình được truyền xuống nền đất theo hai hướng: Từ khung vì kèo thép truyền xuống hệ móng dưới các chân cột và từ sàn nền bê tông cốt thép đặt trực tiếp lên nền đất. Đối với công trình xây dựng trên nền đất yếu như ở khu vực tỉnh Vĩnh Long thì vấn đề quan tâm là sàn nền bê tông cốt thép đặt trực tiếp trên nền đất.

3.1.2. Số liệu địa chất tại khu vực tính toán

3.1.2.1. Đặc điểm địa chất khu vực huyện Mang Thít

Bảng 3.1. Thông tin độ sâu phân bố và độ dày các lớp đất

Lớp đất	HK1		
	Độ sâu mặt lớp (m)	Độ sâu đáy lớp (m)	Bề dày lớp (m)
1	0,0	-1,5	1,5
2	-1,5	-35,0	33,5
3	-35,0	-40,0	6,50

Bảng 3.2. Bảng tổng hợp các giá trị cơ lý của các lớp đất [56]

Tính chất cơ lý		Ký hiệu	Đơn vị	Lớp đất	
				2 (Sét)	3 (Sét)
Thành phần hạt	Sỏi sạn	-	%	-	0,9
	Hạt cát	-	%	13,0	37,0
	Hạt bụi	-	%	46,0	37,0
	Hạt sét	-	%	41,0	25,2
Độ ẩm		W	%	48,3	21,1
Dung trọng tự nhiên		γ	kN/m ³	17,19	20,48
Dung trọng đẩy nổi		γ'	kN/m ³	7,29	10,67
Tỷ trọng hạt		G_s	-	2,67	2,71
Hệ số rỗng		e_0	-	1,027	0,504
Độ bão hòa		S_r	%	98	95
Giới hạn chảy		W_L	%	50,7	33,6
Giới hạn dẻo		W_p	%	26,3	16,3
Chỉ số dẻo		I_p	%	24,4	17,4
Độ sét		I_L	-	0,91	0,29

Góc ma sát trong	φ	độ	6°41'	16°08'
Lực dính	C	kN/m ²	7,94	19,5
Hệ số nén lún	a_{1-2}	m ² /kN.10 ⁻²	0,094	0,031
Mô đun biến dạng	E_{1-2}	kN/m ²	1050	2760

3.1.2.2. Đặc điểm địa chất khu vực huyện Vũng Liêm

Bảng 3.3. Thông tin độ sâu phân bố và độ dày các lớp đất

Lớp đất	HK1		
	Độ sâu mặt lớp (m)	Độ sâu đáy lớp (m)	Bề dày lớp (m)
1	0,0	-19,5	19,5
2	-19,5	-36,5	17,0
3	-36,5	-50,0	13,5

Bảng 3.4. Bảng tổng hợp các giá trị cơ lý của các lớp đất [57]

Tính chất cơ lý		Ký hiệu	Đơn vị	Lớp đất		
				1 (Sét pha)	2 (Sét)	3 (Cát pha)
Thành phần hạt	Sỏi sạn	-	%	-	-	0,6
	Hạt cát	-	%	34,30	0,6	68,0
	Hạt bụi	-	%	4,5	24,5	0,2
	Hạt sét	-	%	15,0	30,4	5,8
Độ ẩm		W	%	38,53	32,11	20,18
Dung trọng tự nhiên		γ	kN/m ³	17,90	19,0	20,11
Dung trọng đẩy nổi		γ'	kN/m ³	8,09	9,10	10,5
Tỷ trọng hạt		G_s	-	2,673	2,724	2,681
Hệ số rỗng		e_0	-	1,008	0,734	0,602
Độ bão hòa		S_r	%	96,4	97,8	59,8
Giới hạn chảy		W_L	%	35,03	42,1	-
Giới hạn dẻo		W_p	%	25,54	23,46	-
Chỉ số dẻo		I_p	%	11,49	18,66	-
Độ sệt		I_L	-	1,3	0,46	-
Góc ma sát trong		φ	độ	4°15'	15°42'	20°23'
Lực dính		C	kN/m ²	8,3	26,7	2,0
Hệ số nén lún		a_{1-2}	m ² /kN.10 ⁻²	0,074	0,022	0,010
Mô đun biến dạng		E_{1-2}	kN/m ²	1657	2939	7473

3.1.3. Phương án thiết kế

3.1.3.1. Lựa chọn cường độ kháng nén cho trụ xi măng đất

Do khu vực tỉnh Vĩnh Long chưa ứng dụng rộng rãi giải pháp gia cố nền bằng trụ xi măng đất nên việc thí nghiệm để xác định cường độ kháng nén của trụ vẫn còn hạn chế. Vì

vậy, tác giả tham khảo kết quả thí nghiệm được lấy mẫu tại phường 3 và phường 9 - thành phố Vĩnh Long, khu vực này có địa chất yếu tương tự như các khu vực được tính toán trong đề án.

Theo kết quả thí nghiệm, cường độ chịu nén qua thí nghiệm nén đơn 1 trục nở hông của trụ xi măng đất ở 28 ngày tuổi với hàm lượng xi măng Hà Tiên PCB40 200kg/m³ là: $q_u = 2446 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ [58]; Do kết quả thí nghiệm các đặc tính của mẫu chế tạo trong phòng thí nghiệm thường lớn hơn mẫu tại hiện trường. Theo TCVN 9403:2012, tương quan cường độ nén hạn chế nở hông giữa mẫu hiện trường và mẫu trộn trong phòng có thể chọn theo kinh nghiệm từ 0,2 đến 0,5 tùy theo loại đất và tỷ lệ trộn. Vì vậy, chọn $q_u = 1223 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ để thiết kế tính toán.

Dung trọng tự nhiên của trụ XMD: $\gamma = 19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

3.1.3.2. Phương án gia cố nền.

Với các yếu tố về địa chất tại khu vực tính toán, tải trọng sử dụng, kết quả thí nghiệm trong phòng nêu trên, chọn phương án gia cố nền bằng trụ xi măng đất theo công nghệ trộn khô (Dry Jet Mixing), đường kính cột 0,6m.

Chiều dài trụ xi măng đất được chia thành các trường hợp để tính toán:

+ TH 1: Tính toán theo địa chất huyện Mang Thít, đặt giả thuyết chiều dày lớp đất yếu tại trường hợp này là 10m, chọn chiều dài trụ $L = 10\text{m}$.

+ TH 2: Tính toán theo địa chất huyện Vũng Liêm, chiều dày lớp đất yếu tại trường hợp này là 19,5m, chọn chiều dài trụ $L = 19,5\text{m}$.

+ TH 3: Tính toán theo địa chất huyện Mang Thít, chiều dày lớp đất yếu tại trường hợp này là 33,5m, chọn chiều dài trụ $L = 33,5\text{m}$.

Chọn sơ đồ bố trí lưới trụ theo hình vuông. Theo TCVN 9906:2014, chọn sơ bộ tỷ lệ diện tích gia cố $a_p = 0,12$.

$$a_p = \frac{\pi \left(\frac{D}{S} \right)^2}{4} = \frac{\pi \left(\frac{0,6}{S} \right)^2}{4} = 0,12 = 12\%$$

=> Khoảng cách giữa các trụ (S):

$$S = \frac{0,6}{\sqrt{\frac{4 \times 0,12}{3,14}}} \approx 1,53(\text{m})$$

Đánh giá khả năng tác dụng tương hỗ giữa các trụ và chi phí xây dựng hợp lý thì khoảng cách giữa các trụ được lấy từ $2D \div 3D$ [59]. Từ đó chọn sơ bộ khoảng cách giữa các trụ là: $S = 1,5 \text{ (m)}$. Chọn diện tích nền tính toán điển hình: $A = 15 \times 15 = 225 \text{ (m}^2\text{)}$. Số trụ trong nền là: $n = 100 \text{ (trụ)}$.

3.1.3.3. Số liệu tải trọng tác dụng lên nền

Tổng tải trọng tính toán tác dụng lên nền tại cao độ đỉnh trụ XMD:

$$P_{tt} = P_{sdmax} + P_{đá} + P_{bt} = 15 + 5,5 + 12 = 32,5 \text{ kN/m}^2$$

3.2. Tính toán bằng phương pháp giải tích

Việc gia cố nền đất công trình nhà công nghiệp cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Về cường độ: các thông số cường độ của nền được gia cố phải thỏa mãn điều kiện sức chịu tải dưới tác dụng của công trình.

- Về biến dạng: tổng biến dạng của nền được gia cố phải đảm bảo yêu cầu về lún của công trình.

3.2.1. Tính toán kiểm tra điều kiện về cường độ

Bảng 3.6. Bảng tổng hợp sức chịu tải của trụ đơn và nhóm trụ XMD

Trường hợp	Tải trọng q_{col} (kN)	SCT trụ đơn Q_{ult} (kN)	Tải trọng P_{group} (kN)	SCT nhóm trụ Q_{group} (kN)	Kết luận
L = 10m	68,89	169,78	268,2	1562	Thỏa
L = 19,5m	66,72	326,03	488,18	2791	Thỏa
L = 33,5m	68,89	400,26	668,2	3492	Thỏa

*** Tính sức chịu tải của nền tự nhiên khi chưa gia cố theo TCVN 9362:2012**

Bảng 3.7. Bảng tổng hợp sức chịu tải của nền tự nhiên

Trường hợp	SCT nền tự nhiên (kN/m ²)	Tải trọng tác dụng (kN/m ²)	Kết luận
L = 10m	46,72	32,5	Thỏa
L = 19,5m	40,90		Thỏa
L = 33,5m	46,72		Thỏa

*** Tính sức chịu tải của nền gia cố theo quy phạm Trung Quốc DBJ08-40-94**

Bảng 3.8. Bảng tổng hợp sức chịu tải của nền gia cố

Trường hợp	SCT nền gia cố (kN/m ²)	Tải trọng tác dụng (kN/m ²)	Kết luận
L = 10m	104,17	32,5	Thỏa
L = 19,5m	84,77		Thỏa
L = 33,5m	206,79		Thỏa

3.2.2. Tính lún nền đất tự nhiên khi chưa gia cố

Bảng 3.9. Bảng tổng hợp kết quả độ lún của nền tự nhiên

Trường hợp	Độ lún nền tự nhiên (cm)	Kết luận
L = 10m	16,8	Không thỏa độ lún
L = 19,5m	16,2	Không thỏa độ lún
L = 33,5m	36,0	Không thỏa độ lún

3.2.3. Kiểm tra độ lún của nền sau khi gia cố theo TCVN 9403:2012

Bảng 3.10. Bảng tổng hợp kết quả độ lún của nền gia cố

Trường hợp Phương pháp	Độ lún của nền sau khi gia cố (cm)					
	L=10m		L=19,5m		L=33,5m	
Giải tích	8,9	S1=1,9	12,2	S1=3,8	11,5	S1=6,7
		S2=7,0		S2=8,4		S2=4,8
[S _{gh}]=12cm	Thỏa		Không thỏa		Thỏa	

Bảng 3.11. Bảng tổng hợp các kết quả tính toán giải tích

Trường hợp	SCT trụ đơn (kN)	SCT nhóm trụ (kN)	SCT nền tự nhiên (kN/m ²)	SCT nền gia cố (kN/m ²)	Độ lún nền tự nhiên (cm)	Độ lún nền gia cố (cm)	Kết luận
L = 10m	169,78	1562	46,72	104,17	16,8	8,9	Thỏa độ lún
L = 19,5m	326,03	2791	40,90	84,77	16,2	12,2	Không thỏa độ lún

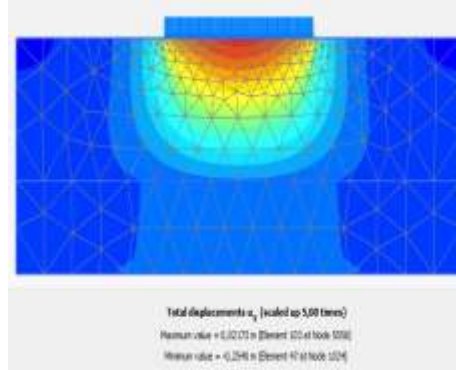
L = 33,5m	400,26	3492	46,72	206,79	36,0	11,5	Thỏa độ lún
-----------	--------	------	-------	--------	------	------	-------------

3.3. Tính độ lún của nền bằng phương pháp phần tử hữu hạn (Phần mềm Plaxis 2D V20)

3.3.1. Độ lún của nền tự nhiên khi chưa được gia cố

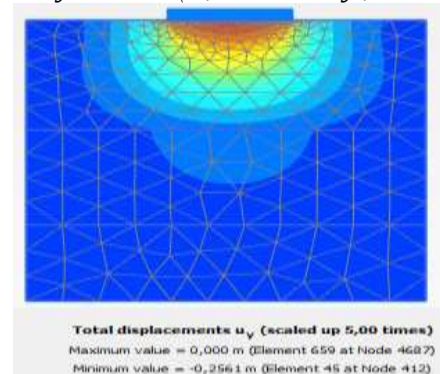
3.3.1.1. Trường hợp lớp đất yếu dày 10m (địa chất huyện Mang Thít)

*** Kết quả phân tích độ lún của nền tự nhiên khi chịu tải trọng:**



Hình 3.4. Tổng chuyển vị của nền tự nhiên khi chưa gia cố $S=25,40\text{cm}$

3.3.1.2. Trường hợp lớp đất yếu dày 19,5m (địa chất huyện Vũng Liêm)



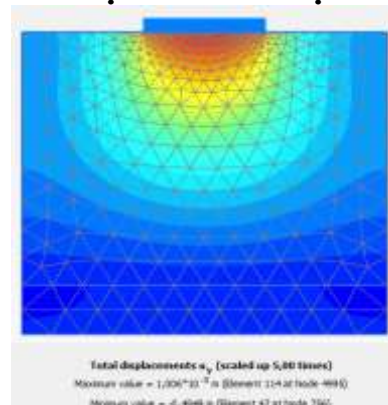
Hình 3.5. Tổng chuyển vị của nền tự nhiên khi chưa gia cố $S=25,56\text{cm}$

3.3.1.3. Trường hợp lớp đất yếu dày 33,5m (địa chất huyện Mang Thít)

*** Chọn các thông số cho mô hình**

Thông số của nền đất tự nhiên chọn như trường hợp $L=10\text{m}$

*** Kết quả phân tích độ lún của nền tự nhiên khi chịu tải trọng**

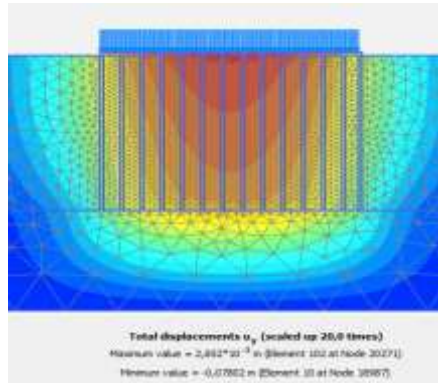


Hình 3.6. Tổng chuyển vị của nền tự nhiên khi chưa gia cố $S=49,49\text{cm}$

3.3.2. Tính toán độ lún của nền gia cố bằng trụ xi măng đất

3.3.2.1. Trường hợp lớp đất yếu dày 10m (địa chất huyện Mang Thít)

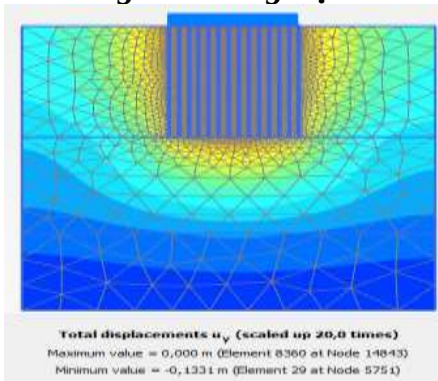
*** Kết quả phân tích độ lún của nền được gia cố bằng trụ XMĐ:**



Hình 3.7. Tổng chuyển vị của nền gia cố bằng trụ XMĐ $S=7,80\text{ cm}$

3.3.2.2. Trường hợp lớp đất yếu dày 19,5m (địa chất huyện Vũng Liêm)

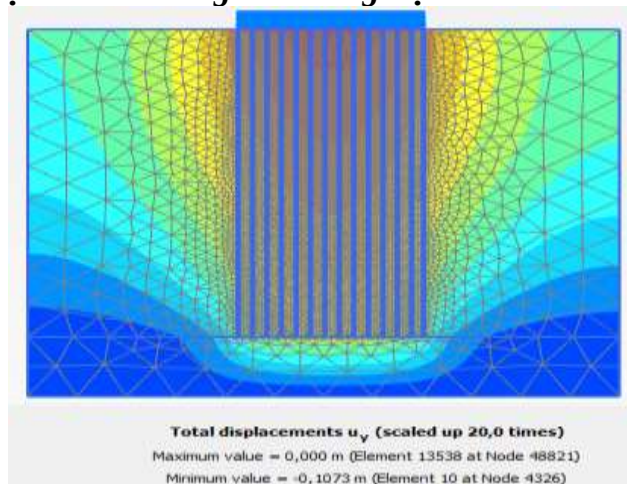
*** Kết quả phân tích độ lún của nền gia cố bằng trụ XMĐ:**



Hình 3.8. Tổng chuyển vị của nền gia cố bằng trụ XMĐ $S=13,31\text{ cm}$

3.3.2.3. Trường hợp lớp đất yếu dày 33,5m (địa chất huyện Mang Thít)

*** Kết quả phân tích độ lún của nền gia cố bằng trụ XMĐ:**



Hình 3.9. Tổng chuyển vị của nền gia cố bằng trụ XMĐ $S=10,73\text{ cm}$

3.4. Xác định tải trọng sử dụng ứng với độ lún cho phép đối với nền nhà công nghiệp tại 2 khu vực địa chất tính toán (Phần mềm Plaxis 2D V20)

Qua kết quả mô phỏng độ lún nền gia cố bằng phần mềm Plaxis 2D, thấy được tùy vào mỗi địa chất tại khu vực xây dựng mà thiết kế tải trọng sử dụng cho phù hợp. Đối với bề dày lớp đất yếu 10m và 33,5 tại khu vực huyện Mang Thít, khi ứng dụng giải pháp gia cố nền bằng trụ XMĐ (hàm lượng xi măng 200 kg/m^3) cho công trình nhà công nghiệp thì công trình phải được thiết kế với tải trọng tác dụng lên nền là 54 kN/m^2 và $37,5\text{ kN/m}^2$. Đối với lớp đất yếu dày 19,5m tại khu vực huyện Vũng Liêm, nên thiết kế công trình nhà công nghiệp có tải trọng sử dụng khoảng $29,5\text{ kN/m}^2$. Điều đó vừa đảm bảo độ lún cho phép của

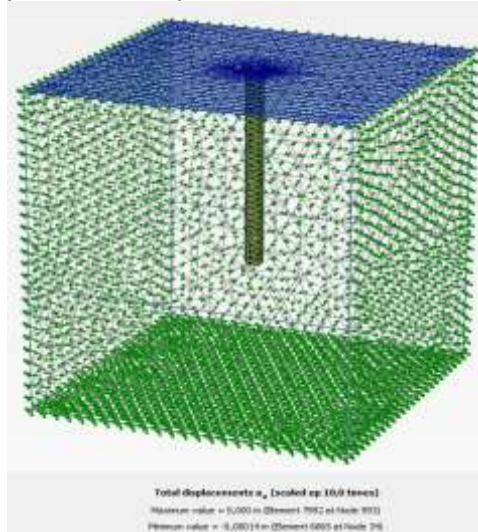
nền nhà khung thép theo TCVN 9362:2012 và độ an toàn của công trình khi đưa vào giai đoạn sử dụng.

3.5. Tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn (Phần mềm Plaxis 3D Foundation)

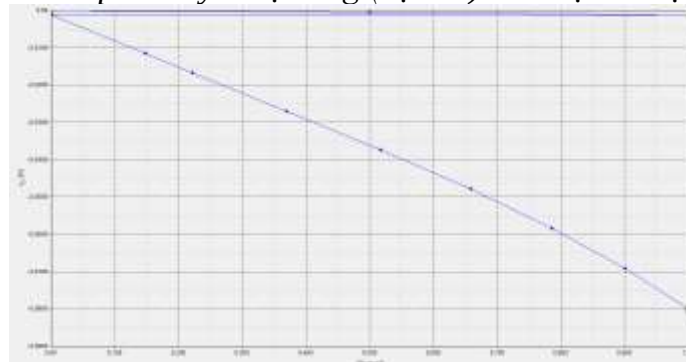
3.5.1. Mô phỏng sức chịu tải của trụ đơn

3.5.1.1. Trường hợp chiều dài trụ XMĐ $L=10m$ (địa chất huyện Mang Thít)

*** Kết quả phân tích sức chịu tải của trụ đơn:**



Hình 3.13. Kết quả chuyển vị đứng (độ lún) của trụ đơn tại $200\%Q_{tk}$

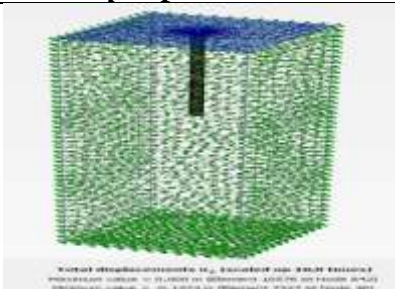


Hình 3.14. Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị

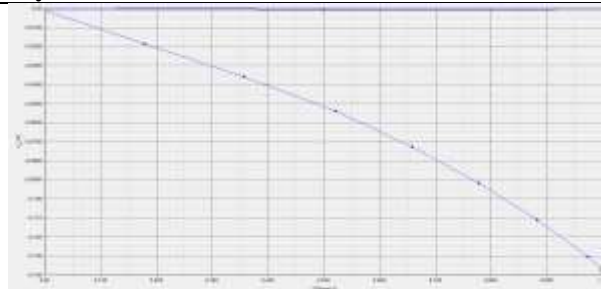
Từ biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị, tại vị trí chuyển vị đứng 6 cm có hệ số nhân tải là 0,8. Từ đó tính toán được sức chịu tải giới hạn của trụ XMĐ trong trường hợp này là: $R_{c,u} = 0,8 \times 200\%Q_{tk} = 271,68$ (kN).

3.5.1.2. Trường hợp chiều dài trụ XMĐ $L=19,5m$ (địa chất huyện Vũng Liêm)

*** Kết quả phân tích sức chịu tải của trụ đơn:**



Hình 3.15. Kết quả chuyển vị đứng (độ lún) của trụ đơn tại $150\%Q_{tk}$



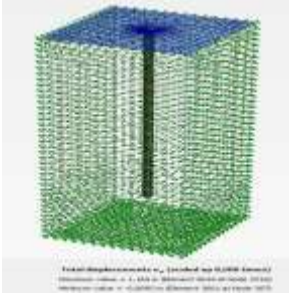
Hình 3.16. Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị

Từ biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị, tại vị trí chuyển vị đứng 6 cm có hệ số

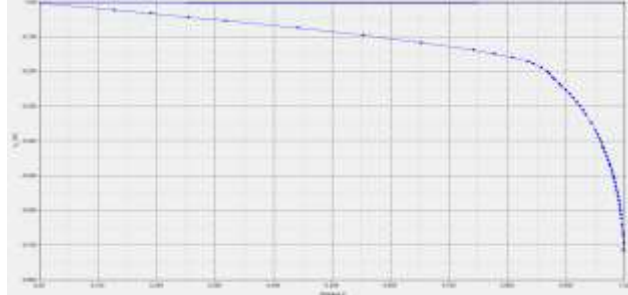
nhân tải là 0,56. Từ đó tính toán được sức chịu tải giới hạn của trụ XMD trong trường hợp này là: $R_{c,u} = 0,56 \times 150\% Q_{tk} = 273,86 \text{ (kN)}$.

3.5.1.3. Trường hợp chiều dài trụ XMD $L=33,5\text{m}$ (địa chất huyện Mang Thít)

*** Kết quả phân tích sức chịu tải của trụ đơn:**



Hình 3.17. Kết quả chuyển vị đứng (độ lún) của trụ đơn tại $150\%Q_{tk}$



Hình 3.18. Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị

Từ biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị, đường cong biến đổi nhanh, thể hiện rõ điểm tại đó độ dốc thay đổi đột ngột, sức chịu tải giới hạn sẽ bằng với tải trọng tương ứng với điểm đường cong bắt đầu biến đổi độ dốc. Điểm uốn có hệ số nhân tải là 0,858. Từ đó tính toán được sức chịu tải giới hạn của trụ XMD trong trường hợp này là: $R_{c,u} = 0,858 \times 150\% Q_{tk} = 343,42 \text{ (kN)}$.

3.5.2. Tổng hợp các kết quả tính toán

Bảng 3.14. Bảng tổng hợp độ lún của nền chưa gia cố và nền gia cố bằng trụ XMD

Trường hợp Phương pháp	Độ lún chưa xử lý gia cố nền (cm)			Độ lún sau khi xử lý nền (cm)					
	L=10m	L=19,5m	L=33,5m	L=10m		L=19,5m		L=33,5m	
Giải tích	16,8	16,2	36,0	8,9	S1=1,9 S2=7,0	12,2	S1=3,8 S2=8,4	11,5	S1=6,7 S2=4,8
Plaxis 2D	25,40	25,61	49,5	7,38	S1=1,26 S2=6,12	13,31	S1=2,26 S2=11,05	10,73	S1=4,53 S2=6,2
Kết Luận theo [S _{gh}]=12cm	Không thỏa	Không thỏa	Không thỏa	Thỏa		Không thỏa		Thỏa	

Bảng 3.15. Bảng tổng hợp tải trọng sử dụng ứng với độ lún cho phép [S_{gh}]=12cm

Trường hợp	Tải trọng sử dụng (kN/m ²)	Độ lún ứng với tải trọng (cm)
L = 10m	54	12
L = 19,5m	29,5	11,99
L = 33,5m	37,5	11,88

Bảng 3.16. Bảng tổng hợp sức chịu tải của trụ đơn và nhóm trụ XMD

Trường hợp Phương pháp	Sức chịu tải trụ đơn (kN)			Sức chịu tải của nhóm trụ (kN)		
	L=10m	L=19,5m	L=33,5m	L=10m	L=19,5m	L=33,5m
Giải tích	169,78	326,03	400,26	1562	2791	3492
Plaxis 3D	271,68	273,86	343,42	-	-	-

3.6. Nhận xét chương 3

Nội dung chương 3 đã thực hiện tính toán gia cố nền nhà công nghiệp bằng trụ XMĐ dưới nền tải trọng $32,5 \text{ kN/m}^2$ phân bố đều khắp bề mặt sàn nền BTCT. Tác giả tính toán trên 2 nền địa chất Mang Thít và Vũng Liêm với ba trường hợp chiều dày lớp đất yếu khác nhau là 10m, 19,5m và 33,5m. Các kết quả tính toán giải tích và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D, Plaxis 3D Foundation như sau:

Đối với độ lún của nền tự nhiên khi chưa được gia cố: Cả ba trường hợp bề dày lớp đất yếu 10m, 19,5m và 33,5m đều có độ lún vượt quá giới hạn cho phép đối với nền nhà công nghiệp theo TCVN 9362:2012. Độ lún theo kết quả giải tích lần lượt là 16,8cm với chiều dày lớp đất yếu 10m, độ lún 16,2cm với lớp đất dày 19,5m và 36cm với lớp đất dày 33,5m. Theo kết quả mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D, độ lún của nền tự nhiên đối với lớp đất 10m là 25,40cm, lớp đất dày 19,5m có độ lún 25,61cm và lớp đất dày 33,5m có độ lún 49,5cm. Do đặc trưng khu vực tính toán có nền địa chất yếu, môđun biến dạng của các lớp đất có giá trị nhỏ, từ 1000-3000 kN/m^2 , mực nước ngầm cao nên khi chịu tải trọng đã làm cho nền tự nhiên lún quá giới hạn cho phép. Đòi hỏi phải có biện pháp gia cố nền phù hợp để cải thiện độ lún cho nền nhà công nghiệp.

Khi sử dụng trụ XMĐ có hàm lượng xi măng 200 kg/m^3 với đường kính $D=60\text{cm}$ và khoảng cách giữa các trụ là 1,5m gia cố nền cho ba trường hợp chiều dày lớp đất yếu khác nhau. Kết quả tính toán độ lún như Bảng 3.11 cho thấy: trường hợp lớp đất yếu dày 10m, theo kết quả tính toán giải tích độ lún của nền được cải thiện còn 8,9cm và theo kết quả mô phỏng Plaxis 2D độ lún của nền là 7,38cm. Trường hợp lớp đất dày 19,5m có độ lún theo tính toán giải tích là 12,2cm và theo kết quả mô phỏng là 13,31cm. Trường hợp lớp đất dày 33,5m có độ lún theo phương pháp giải tích là 11,5cm và theo kết quả mô phỏng có độ lún là 10,75cm. Từ các kết quả đó, ta thấy sau khi gia cố nền bằng trụ XMĐ trường hợp lớp đất dày 10m và 33,5m có độ lún đảm bảo thỏa điều kiện lún giới hạn cho phép, trường hợp lớp đất dày 19,5m độ lún không được cải thiện và vẫn vượt quá giới hạn cho phép đối với nền nhà công nghiệp.

Theo kết quả mô phỏng thì phần lớn chuyển vị tại đất nền bên dưới khối gia cố, nguyên nhân là do trụ XMĐ có độ cứng lớn (môđun đàn hồi lớn) nên độ lún tại khối gia cố nhỏ, lớp nền bên dưới khối gia cố nhìn chung đều có môđun biến dạng nhỏ nên sinh ra chuyển vị lớn.

Tuy nhiên, theo kết quả giải tích trường hợp 33,5m chuyển vị của khối gia cố lại lớn hơn chuyển vị của đất nền bên dưới mũi trụ XMĐ, theo công thức sức chịu tải thì trụ XMĐ chịu tải trọng tác dụng phần lớn là nhờ vào thành phần ma sát xung quanh trụ và môđun đàn hồi của trụ. Vì vậy, với chiều dài lớn lên đến 33,5m nên sinh ra thành phần ma sát lớn hơn so với trường hợp 10m và 19,5m, thành phần ma sát đó đủ lớn để giảm bớt áp lực lên nền đất phía dưới mũi trụ. Nền đất phía dưới trụ giảm bớt đi áp lực thì tải công trình sẽ tập trung vào phần đầu trụ dẫn đến chuyển vị của đầu trụ tại trường hợp này sẽ lớn hơn. Bên cạnh đó, theo giải tích thì môđun của trụ trong các công thức giải tích được xét với giá trị không đổi, còn trong phần mềm Plaxis lại xem xét trụ XMĐ như một khối vật liệu làm việc đồng nhất nên có sự khác biệt về giá trị độ lún.

Việc tính toán độ lún của nền được gia cố trụ XMĐ cho ba lớp đất yếu khác nhau bằng phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn cho kết quả tương đồng nhau. Độ lún trường hợp 19,5m lại lớn nhất mặc dù môđun biến dạng của lớp nền dưới mũi trụ trường hợp này tốt hơn hai trường hợp còn lại. Nguyên nhân là do theo nghiên cứu [59], khi chiều dày lớp đất yếu từ 20m trở lên thì sự ảnh hưởng của chiều dài trụ đến độ lún của nền bắt đầu giảm và không còn ảnh hưởng nhiều. Vì vậy độ lún của nền trường hợp 19,5m lớn hơn

trường hợp 10m và 33,5m.

Về sức chịu tải của trụ XMD theo kết quả tính toán giải tích và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D, nhìn chung không có sự chênh lệch nhiều. Trường hợp trụ XMD chiều dài 10m và 19,5m chuyển vị phần lớn ở vị trí mũi trụ. Còn trường hợp chiều dài trụ 33,5m lại chuyển vị lớn tại đầu trụ, nguyên nhân là vì thành phần ma sát xung quanh trụ lớn và nội dung đề án chỉ sử dụng một loại môđun đàn hồi cho trụ (hàm lượng trộn 200 kg/m³) nên khi chịu 150% tải trọng thiết kế thì phần đầu trụ bị biến dạng, sinh ra chuyển vị lớn. Để hạn chế chuyển vị trong trường hợp chiều dài trụ XMD lớn thì việc quan trọng cần phải làm là xác định hàm lượng xi măng phù hợp với tải trọng thiết kế để hạn chế khả năng biến dạng của đầu trụ XMD.

Để tăng thêm khả năng ứng dụng cũng như tạo tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo, trong chương 3 tác giả còn xác định thêm các cấp tải trọng ứng với độ lún giới hạn [S_{gh}] = 12cm cho cả ba trường hợp chiều dày lớp đất khác nhau như trình bày trong Bảng 3.15. Qua kết quả có thể thấy được, tùy vào địa chất của mỗi khu vực mà có mỗi cấp tải trọng sử dụng khác nhau đối với công trình nhà công nghiệp sử dụng trụ XMD để gia cố nền.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

Qua việc lựa chọn phương pháp tính toán giải tích theo một số quan điểm trên thế giới và theo TCVN kết hợp với mô phỏng bằng phương pháp phần tử hữu hạn mà cụ thể là phần mềm Plaxis 2D, 3D để tính toán gia cố nền với công trình nhà công nghiệp có tải trọng sử dụng là 32,5 kN/m². Có thể rút ra được một số kết luận sau:

1. Có thể ứng dụng giải pháp trụ XMD gia cố nền nhà công nghiệp với tải tương đương, đường kính trụ $D=60\text{cm}$, hàm lượng xi măng của trụ là 200 kg/m³ và nền địa chất tương tự như trường hợp lớp đất yếu dày 10m và 33,5m tại khu vực địa chất huyện Mang Thít. Vì độ lún của 2 trường hợp này đảm bảo độ lún giới hạn cho phép theo TCVN 9362:2012. Ngoài ra, ứng với độ lún giới hạn cho phép thì 2 trường hợp này có thể chịu tải trọng lớn hơn lần lượt là 54 kN/m² và 37,5 kN/m².

2. Trường hợp lớp đất yếu dày 19,5m ở huyện Vũng Liêm có độ lún của nền gia cố lớn hơn độ lún cho phép nên không thể ứng dụng cho công trình có cấp tải trọng, đường kính và khoảng cách trụ XMD như trên. Tuy nhiên có thể ứng dụng đối với công trình nhà công nghiệp có cấp tải trọng nhỏ hơn là 29,5 kN/m² hoặc có những nghiên cứu khác liên quan đến việc thay đổi đường kính trụ, khoảng cách, chiều dài trụ và hàm lượng xi măng để cải thiện sức chịu tải và biến dạng của khu vực địa chất này.

3. Phương pháp gia cố nền bằng trụ XMD trong nghiên cứu này nói lên sự hiệu quả cho công trình nhà công nghiệp với nền địa chất yếu tại khu vực tỉnh Vĩnh Long, đồng thời đạt được những mục tiêu nghiên cứu đã đề ra của đề án. Với các ưu điểm về tính khả thi, phạm vi ứng dụng, đảm bảo về mặt kỹ thuật và tiến độ thi công nhanh, đạt hiệu quả kinh tế. Giải pháp xử lý nền bằng trụ XMD có thể được xem xét áp dụng đối với các công trình nhà công nghiệp có tải trọng và các điều kiện địa chất tương tự.

Kết quả tính toán độ lún của nền và sức chịu tải của trụ XMD giữa các phương pháp không có sự chênh lệch nhiều. Vì vậy, các đơn vị thiết kế có thể nghiên cứu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn với độ tin cậy cao trong việc thiết kế phương án gia cố nền nhà công nghiệp bằng trụ XMD thay thế cho các phương án gia cố nền đã thực hiện trước đây.

II. Hạn chế của đề án

Do hạn chế thời gian và kinh phí để thực hiện khoan lấy mẫu thí nghiệm tại hai khu vực tính toán (H. Mang Thít và H. Vũng Liêm) nên trong đề án tác giả sử dụng kết quả thí

nghiệm xác định hàm lượng trộn xi măng (200 kg/m^3) được lấy mẫu tại phường 3 và phường 9 – Tp. Vĩnh Long. Vì thế việc xác định độ PH, độ mặn của đất tại khu vực tính toán vẫn còn hạn chế.

Do phương pháp gia cố nền bằng trụ XMĐ vẫn chưa được ứng dụng trong xây dựng trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long nên tác giả chưa có hồ sơ thí nghiệm nén tĩnh để tham khảo. Tác giả còn hạn chế về thời gian và kinh phí nên không thể thực thí nghiệm nén tĩnh để xác định SCT của trụ đơn điển hình. Các kết quả tính toán chỉ dừng lại ở mức tính toán bằng công thức và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D.

III. Đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo

Các kết quả tính toán trong đề án chưa được so sánh với kết quả quan trắc tại hiện trường. Vì vậy, cần thu thập các số liệu quan trắc cần thiết để so sánh và đánh giá độ chính xác của các kết quả tính toán.

Cần thực hiện thí nghiệm hiện trường để đưa ra hàm lượng trộn xi măng phù hợp với từng khu vực địa chất để đảm bảo cường độ chịu nén của trụ XMĐ, đồng thời so sánh với các kết quả thí nghiệm trong phòng để tạo các kết quả có độ tin cậy cao hơn.

Cần nghiên cứu xác định cấp tải trọng tối ưu (10 T/m^2 trở lên) có thể đặt lên nền gia cố bằng trụ XMĐ ứng với mỗi hàm lượng trộn xi măng khác nhau (cường độ chịu nén của trụ XMĐ khác nhau) từ kết quả thí nghiệm tại khu vực địa chất yếu tỉnh Vĩnh Long. Điều đó giúp tăng thêm khả năng ứng dụng của trụ XMĐ tại khu vực tỉnh Vĩnh Long nói riêng và cả nước nói chung khi có nền địa chất tương tự.

Cần thực hiện nghiên cứu tính toán chuyển vị giới hạn có xét đến tình huống tải trọng động hay dao động mực nước ngầm vì TCVN 9403:2012 chủ yếu tính toán cho tải tĩnh, trong khi nhà công nghiệp có máy móc động, mực nước ĐBSCL dao động lớn ảnh hưởng đến lún.

IV. Kiến nghị

Mặc dù trường hợp lớp đất yếu dày 19,5m có tổng độ lún nền vượt quá giới hạn cho phép nhưng độ lún trong phạm vi khối gia cố S1 ở cả hai trường hợp tính toán giải tích và Plaxis lần lượt là (3,8; 2,26) cm. Do đó, tác giả đưa ra kiến nghị trong trường hợp này:

- Nếu chiều dày vùng nền chịu nén lún nằm trong phạm vi gia cố (19,5 m) thì khả năng ứng dụng loại trụ đất xi măng này là khá cao.
- Trường hợp cần gia cố cho nền có tải trọng sử dụng cao hơn thì cần nghiên cứu thêm một số giải pháp: tăng đường kính trụ; giảm khoảng cách giữa các trụ hoặc tăng chiều dài của trụ đất xi măng cắm vào lớp đất tốt.