

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY



PHAN MINH TRÍ

**PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ CHUYỂN VỊ CỦA NỀN
DƯỚI CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO SÂU
TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT KHU VỰC
THÀNH PHỐ VĨNH LONG**

**TÓM TẮT
ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ KỸ THUẬT XÂY DỰNG**

Vĩnh Long - năm 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY



PHAN MINH TRÍ

**PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ CHUYỂN VỊ CỦA NỀN
DƯỚI CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO SÂU
TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT KHU VỰC
THÀNH PHỐ VĨNH LONG**

Ngành: **KỸ THUẬT XÂY DỰNG.**

Mã số: **8.58.02.01**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

TS. LÂM NGỌC QUÍ

Vĩnh Long - năm 2025

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do lựa chọn đề tài

Trong quá trình thi công tầng hầm nhà cao tầng trên thế giới và Việt Nam thường xảy ra các sự cố ảnh hưởng đến công trình lân cận. Khi thi công hố đào sâu công trình chuyển vị lớn sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng, có thể gây thiệt hại về tài sản và thậm chí là tính mạng của con người. Một vài sự cố được đề cập đến như: Cao ốc văn phòng Bến Thành TSC – 186 Lê Thánh Tôn, TP. HCM trong quá trình thi công đào hố móng sâu, nước ngầm ở đáy hố phun lên rất mạnh làm phình trồi đáy và xô dịch tường cừ larsen khoảng 8cm. Hậu quả là đất nền bị sụt lún gây nứt mặt đường lân cận và nghiêng tường ngăn; Một số nhà gần công trình 180 Nguyễn Văn Trỗi (P.8, Q.Phú Nhuận, TP.HCM) lún, nứt xé tường, nhiều nhất là dãy nhà ở hẻm 164 Nguyễn Văn Trỗi do không đảm bảo kỹ thuật thi công trong quá trình đào sâu; Sự cố công trình cao ốc Pacific tại Quận 1, TP. HCM đã làm sụp đổ hoàn toàn công trình Viện nghiên cứu Khoa học xã hội Nam Bộ ngay bên cạnh, tòa nhà Sở Ngoại Vụ cũng bị lún nứt nghiêm trọng, cao ốc YOCO 12 tầng và các tuyến đường xung quanh công trình Pacific cũng có nguy cơ bị lún nứt; Công trình khách sạn Nikko Hà Nội trong quá trình đào đất do thi công hệ dầm đỡ cừ và hệ cây chống I300 quá chậm trễ dẫn đến tường cừ bị chuyển dịch, vồng gây lún sụt đất nền khu vực lân cận; Công trình xây dựng nhà ở số 10 Phùng Hưng (phường Hàng Mã, quận Hoàn Kiếm, TP Hà Nội) thi công gây sụt lún nhà hàng xóm, năm 2020; Việc thi công xây dựng tầng hầm nhà ở tại lô H30 KQH Golf Valley của gia đình ông N.H.N, đã làm 2 khách sạn gồm: Đà Lạt KaKi (lô H28), WeDaLat (lô 29) và ngôi nhà lô 31 bị rung chuyển, nứt toác vào năm 2023; Trong quá trình thi công đào đất trạm nghiền nhà máy xi măng Thăng Long, đất dưới đáy móng trồi lên, tại khu vực tiếp giáp giữa Silo Clinker với nhà dân các cọc bị nghiêng về phía nhà lân cận và một số sự cố khác.

Việc xây dựng công trình có hố đào sâu trên nền địa chất khu vực thành phố Vĩnh Long cũng sẽ phải đối mặt với nhiều thách thức và ảnh hưởng không nhỏ như: nguy cơ nghiêng, sụt lún các công trình lân cận. Trong quá trình đào, địa chất tại khu vực thành phố Vĩnh Long phần lớn là các lớp đất yếu có bề dày khá lớn. Do đó, đề tài ***“Phân tích đánh giá chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu trong điều kiện địa chất khu vực thành phố Vĩnh Long”*** được thực hiện nhằm làm cơ sở cho việc xác định phạm vi ảnh hưởng lún của các công trình lân cận (chuyển vị của đất quanh hố đào).

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Mô phỏng và phân tích, đánh giá chuyển vị của đất nền dưới công trình lân cận hố đào sâu.

- Dự báo chuyển vị và phạm vi ảnh hưởng, cũng như độ lún theo thời gian (có xét đến trường hợp có kết và chưa có kết của đất nền lân cận hố đào) của nền đất xung quanh hố đào sâu theo hướng mô hình hóa điều kiện làm việc thực tế khi thi công đào bằng phương pháp phân tử hữu hạn.

- Đề xuất phạm vi ảnh hưởng chuyển vị của công trình xung quanh hố đào sâu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Nghiên cứu chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu.

Phạm vi nghiên cứu: Các công trình có tầng hầm với địa chất thành phố 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 trên địa bàn thành phố Vĩnh Long.

Phương pháp toán học: Mô phỏng quá trình thi công hố đào sâu ảnh hưởng đến chuyển vị của đất nền xung quanh bằng phần mềm Plaxis 2D.

Phương pháp phân tích tổng kết: Phân tích và nhận xét kết quả mô phỏng để đưa ra kết luận, kiến nghị.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa khoa học: Đề xuất phương pháp dự đoán sự dịch chuyển của nền xung quanh khi thi công hố đào sâu.

Ý nghĩa thực tiễn: Xác định chuyển vị của nền xung quanh khi thi công hố đào sâu để làm tài liệu tham khảo cho các đơn vị thiết kế lựa chọn biện pháp thi công phù hợp nhằm đảm bảo an toàn cho hố đào và các công trình lân cận.

6. Kết cấu đề án

Ngoài phần mở đầu, phần kết luận, kiến nghị và phần phụ lục. Đề án được trình bày gồm 3 chương, nội dung cụ thể từng chương như sau:

Chương 1: Tổng quan về chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu.

Chương 2: Lý thuyết tính toán chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu.

Chương 3: Mô phỏng chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

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

Phần phụ lục.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CHUYỂN VỊ CỦA NỀN DƯỚI CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO SÂU

1.1. Tổng quan các nghiên cứu thi công hồ đào sâu của công trình xây dựng

1.1.1. Các nghiên cứu thi công hồ đào sâu của công trình xây dựng ở Việt Nam

PGS.TS Nguyễn Bá Kế đã tái bản quyền sách thiết kế và thi công hồ móng sâu. Ngoài ra, sự cố tại cao ốc Pacific cũng được tác giả phân tích, đánh giá chi tiết với các luận giải và bài học rút ra [1, 2]. Để tìm ra nguyên nhân sự cố tác giả tiến hành kiểm tra thiết kế tầng hầm cho thấy chuyển vị của tường $U=0,6m$ trong khi chưa xây dựng các tầng phía trên nên độ lún lúc này rất nhỏ, do đó chuyển vị này là do đất dưới đáy tầng hầm bị trôi lên do băng chống thấm giữa các tấm tường chỉ cắm đến đáy tầng hầm điều này sẽ làm cho nước ở lớp cát phun trào vào hồ móng và đất quanh hồ móng bị lún sụt xuống. Chuyển vị ngang của tường $0,20m$ là quá lớn, theo kinh nghiệm (Han j, 1997) [3] khi kết cấu tường chắn chuyển vị ngang quá $30mm$ hoặc $0,2\%H$ thì công trình ở cách hồ móng $5m$ sẽ bị hư hỏng nghiêm trọng. Bước tiếp theo là kiểm tra chất lượng thi công sau khi xảy ra sự cố thấy rằng tường bị thủng và nứt ở nhiều chỗ, chân tường bị nghiêng lệch do tác động của nước dưới đất qua chỗ nứt, khe hở bởi thi công kém chất lượng của tường vây. Bài học kinh nghiệm cho việc thiết kế là cần tính chuyển vị của tường trong các giai đoạn thi công, tài liệu khảo sát đất nền phục vụ cho thiết kế tầng ngầm chỉ có một lỗ khoan là rất ít thông tin về điều kiện thủy văn nên tác động của nước ngầm không được đánh giá toàn diện. Bài học về mặt chất lượng thi công, do không kiểm soát chặt chẽ trong quá trình thi công, không đặt hệ thống đo đạc và quan trắc công trình tầng ngầm cũng như công trình liên kề nên không kiểm tra được chất lượng của tường cũng như động thái của công trình lân cận.

Tác giả Hai N.V. và cộng sự đưa ra các giải pháp chống đỡ hồ móng sâu để nghiên cứu ổn định nền đất trong quá trình thi công [7]. Bài báo này đưa ra giải pháp tường vây barrette giữ ổn định vách hồ đào tầng hầm công trình Bãi đậu xe ngầm ở Tp Tuy Hòa. Kết quả cho ta thấy chiều sâu và bề dày tường barrette ảnh hưởng lớn đến chuyển vị ngang.

Việt L. H. trình bày kết quả nghiên cứu tính toán nội lực tường chắn, ổn định nền ở đáy hồ đào và ổn định tổng thể của tường và khối đất trước - sau lưng tường, sau đó tác giả mô phỏng bài toán bằng Plaxis. So sánh kết quả tính và kết quả quan trắc tại công trình tác giả đã cho ra biểu đồ chuyển vị của tường vây liên tục bằng bê tông cốt thép, cũng như chuyển vị của nền đất xung quanh công trình hồ đào sâu trong quá trình thi công để đánh giá độ ổn định tổng thể của hồ đào [8, 9, 10, 11, 12]. Để tiếp tục bài báo [8] Trung N.T. và Danh T.T. nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây hồ đào sâu thi công theo biện pháp Bottom-up tại TP.HCM [13]. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và chương trình Plaxis 2D để đánh giá ảnh hưởng của bề dày tường vây tương ứng các trường hợp thay đổi chiều sâu, khoảng cách các thanh chống ngang và lực kích trước trong các hệ chống đến chuyển vị của tường vây hồ đào sâu. Tuy nhiên, ta cần tiếp tục nghiên cứu và kiểm chứng trên nhiều công trình khác nhau. Các kết quả nghiên cứu có thể hữu ích cho việc thiết kế và thi công các công trình hồ đào sâu, đặc biệt là trong việc kiểm soát chuyển vị và ổn định của tường vây.

Tập trung vào việc phân tích biến dạng và ổn định đất nền xung quanh khi thi công hồ đào sâu ở quận 5, thành phố Hồ Chí Minh [14]. Nhóm tác giả trình bày về việc xây dựng tường vây tầng hầm, phương pháp thi công, và các phương pháp nghiên cứu và tính toán. Nghiên cứu này cũng so sánh kết quả tính toán từ phần mềm Plaxis, kết quả quan trắc thực tế và kết quả tính toán giải tích. Huân N. V. P, Tâm N. M và Ngọc, T. T đã trình bày một cách rõ ràng và chi tiết về quá trình nghiên cứu và tính toán, cung cấp thông tin về phương pháp nghiên cứu và phần mềm sử dụng. Kết quả nghiên cứu này có thể hữu ích cho việc phân tích biến dạng và ổn định đất nền xung quanh khi thi công hồ đào.

1.1.2. Các nghiên cứu thi công hố đào sâu của công trình xây dựng trên thế giới

Thực tế quan sát loại đất và công trình ở gần hố đào sâu cho thấy: đất và công trình ở gần hố đào bị chuyển vị với một độ lớn nhất định, ngoài phải chịu những tác động như các công trình đặt trên mặt đất còn phải chịu những tác động đặc biệt của môi trường đất xung quanh. Để tránh hay hạn chế những sai sót hoặc sự cố xảy ra trong lúc thiết kế và thi công hố móng sâu một số phương pháp thực nghiệm tiêu biểu được đề xuất để dự đoán dịch chuyển do hố đào gây ra, bao gồm phương pháp của Peck (1969) [20], O'Rourke (1976) [21], Clough and Mana (1981) [22] và Clough and O'Rourke (1989 và 1990) [23].

1.1.2.1. Nghiên cứu của Peck (1969)

Nhận xét: Do các số liệu do Peck tổng hợp từ năm 1969 nên biểu đồ thực nghiệm của ông chỉ phù hợp với hố đào không quá sâu và tường chắn có độ cứng không lớn. Biểu đồ của ông không thích hợp để áp dụng cho các hố đào sâu ở hiện tại.

1.1.2.2. Nghiên cứu của O'Rourke (1976)

Nhận xét: Nghiên cứu của O'Rourke giúp ta tìm được độ lún của đất tại mặt nền dựa vào biểu đồ quan hệ giữa chuyển vị ngang và chuyển vị thẳng đứng với hệ số biến dạng. Phương pháp này được ông tổng hợp và lập bảng tham khảo dựa vào loại đất để chọn hệ chống đỡ ở một độ sâu ứng với hệ chống đỡ đó. Cần lưu ý rằng kết quả nghiên cứu chỉ mang tính chất tham khảo, cần được điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện cụ thể của từng dự án.

1.1.2.3. Nghiên cứu của Clough và Mana (1981)

Nhận xét: Clough đã tổng kết bước đầu các số liệu kinh nghiệm về cọc ván cừ và tường có neo đối với những dạng đất nền từ đất cát và bùn, sét mềm cho tới sét cứng. Hầu hết các giá trị của chuyển vị cực đại duy trì dưới 1% độ sâu hố đào và không có sự thay đổi đáng kể nào quan sát được trong các loại đất này. Clough cho rằng khi dùng các neo ứng suất trước đã giảm chuyển vị của đất nhiều hơn so với số liệu của Peck

1.1.2.4. Nghiên cứu của Clough and O'Rourke (1989 và 1990)

Clough and O'Rourke đã kết luận từ những nghiên cứu của mình rằng chuyển vị do hố đào sâu có thể được dự đoán trong những phạm vi hợp lý nếu nguồn gốc chuyển vị được xem xét.

Chia F.H. và cộng sự mô phỏng phương pháp thi công từ trên xuống với các phần tử tấm cho tường chắn giữ thép hình chữ H để hỗ trợ và neo ứng suất trước, các cấu trúc liên kết được mô hình hóa bằng các phần tử tấm bằng phần mềm PLAXIS 3D [26], [27]. Kết quả cho thấy độ lún bề mặt đất tăng lên khi độ sâu tầng hầm lân cận đạt đến một nửa độ sâu đào và ổn định ở độ sâu gấp 1,6 lần. Khoảng cách gần hơn dẫn đến độ lún bề mặt đất lớn hơn.

Chuyển vị của tường và lún đất do đào sâu trong đất mềm ở Thượng Hải đã được J.H. Wang và cộng sự nghiên cứu [30]. Vùng ảnh hưởng của độ lún đạt tới khoảng cách khoảng 1,5H đến 3,5H tính từ điểm đào.

P. Hsieh và C. Ou nghiên cứu hình dạng lún của mặt đất do đào đất dựa trên phân tích hồi quy quan sát thực địa về các đường cong lún với các điều kiện bề mặt dưới chủ yếu là kết dính. Kết quả cho thấy phương pháp đề xuất mang lại khả năng dự đoán biến dạng góc tốt hơn so với các phương pháp thực nghiệm của Clough, O'Rourke và Bowles [31].

Xây dựng hố móng sâu có thể ảnh hưởng đến độ lún của các tòa nhà hiện trạng nằm cạnh hố đào sâu ở các mức độ khác nhau, để dự đoán về độ lún của các tòa nhà do thi công hố móng sâu S. Xu và J. Xu thực hiện mô hình mạng nơ-ron bộ nhớ dài hạn ngắn về độ lún của tòa nhà do thi công hố móng sâu đã được thiết lập bằng cách sử dụng dữ liệu giám sát độ lún của tòa nhà xung quanh dự án hố móng sâu tại một nhà ga tàu điện ngầm ở Thượng Hải. Mô hình mạng bộ nhớ dài hạn ngắn được đề xuất có thể dự đoán ổn định độ lún của các tòa nhà nằm cạnh hố móng sâu. Tác giả chứng minh rằng độ chính xác của dự đoán độ lún tại một điểm duy nhất của tòa nhà thấp hơn độ chính xác của dự đoán phối hợp tại nhiều điểm,

dự đoán độ lún chính xác hơn đạt được bằng phương pháp xây dựng ngược toàn bộ, càng xem xét chi tiết các điều kiện làm việc, các thông số địa chất và các thông số không gian thì càng tốt. Kết quả của bài báo này có một số giá trị tham khảo thực tế để phân tích độ lún của các tòa nhà do công trình hồ móng gây ra [32].

Một phương pháp khác để dự đoán về độ lún của các tòa nhà do thi công hồ móng sâu được nghiên cứu bởi T. Hu và J. Xu dựa trên LSTM-RA-ANN [33]. Mô hình này được gọi là mô hình dự đoán mạng nơ-ron nhân tạo để xây dựng các khu định cư trong quá trình thi công hồ đào sâu đã thiết lập. Kết quả bài báo cho thấy mô hình LSTM-RA-ANN có liên quan chặt chẽ đến các điều kiện xây dựng, độ lún dự đoán phù hợp tốt với các độ lún được giám sát trong ba điều kiện làm việc với các lỗi lớn nhất xảy ra ở thời điểm sau của các điều kiện làm việc và độ chính xác dự đoán của bậc lớn - nhỏ tương ứng với hỗ trợ tầng hầm, xây dựng bao quanh và đào đất.

Để dự đoán chính xác các chuyển động của mặt đất là đánh giá rủi ro tiềm ẩn gây hư hỏng cho các công trình lân cận với các hồ đào sâu, L.W. [34]. Theo tác giả tác động của tải trọng thẳng đứng lên tường và các tác động của chiều rộng hồ đào hiếm khi được thảo luận. Vì vậy, mô hình đất cấu thành đất cứng phi tuyến tính với biến dạng nhỏ được áp dụng, các thông số độ cứng cho mô hình đất HSS được xác thực bằng cách so sánh kết quả phân tích với các chuyển động của mặt đất quan sát được mà các hiệu ứng tương tác giữa tường và đất trước đó vẫn chưa được khám phá đầy đủ.

Chuyển động mặt đất do đào và thiệt hại đối với các công trình lân cận là một sự quan ngại đối với các dự án đào đất hồ móng sâu ở khu vực đô thị. Do đó nhóm tác giả nghiên cứu nhằm mục đích điều tra mối quan hệ giữa chuyển động mặt đất do đào đất và xác suất thiệt hại của các tòa nhà trong khoảng cách bị ảnh hưởng bởi đào đất [35]. Kết quả là các biểu đồ đơn giản đã được thiết lập để ước tính thiệt hại của các công trình xây dựng trong khoảng cách bị ảnh hưởng bởi đào đất với hai thông số chính bao gồm "Tỷ lệ dịch chuyển" và "Khoảng cách chuẩn hóa", làm nổi bật tác động của khoảng cách tòa nhà từ tường đào đất đến xác suất thiệt hại của nó.

Nhận xét tổng quan:

Trong các nghiên cứu trên đã nêu bật một số vấn đề khó khăn và một vài sự cố thực tế đã xảy ra trong quá trình thi công hồ đào sâu. Bên cạnh đó các ảnh hưởng này, một phần là do hiện tượng bực đáy hồ đào bởi áp lực nước, một phần là do tải trọng của các công trình lân cận tác dụng vào gây ra chuyển vị ngang lớn của tường vây hồ đào, và hậu quả là không an toàn, vấn đề sụt lún và trượt (hay còn gọi là biến dạng của đất nền xung quanh hồ đào) xảy ra nghiêm trọng. Những kết quả nghiên cứu này cho tác giả một số thông tin hữu ích về phương pháp tính toán, mô phỏng và đánh giá sự ổn định của hồ đào, đáng chú ý là việc đánh giá sự ảnh hưởng của công trình lân cận đến chuyển vị ngang của hồ đào trong quá trình thi công.

1.1.3. Giới thiệu một số công trình có tầng hầm đã được thi công ở thành phố Vĩnh Long

Bảng 1.1. Một số công trình có tầng bán hầm hoặc tầng hầm ở Vĩnh Long

STT	Tên công trình	Quy mô	Địa điểm xây dựng
1	Trung tâm thương mại – dịch vụ TM4 thuộc dự án Khu dân cư Phước Thọ 1	Diện tích xây dựng (tầng trệt): 672,5m ² . Tổng diện tích sàn 6.160,1m ² ; chiều cao công trình 28,7m. Số tầng: 7 tầng nổi, 1 tầng tum mái và 2 tầng hầm.	Khu dân cư Phước Thọ 1, Khóm 4, phường 3, thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long
2	Khách sạn Sài Gòn - Vĩnh Long	Tổng diện tích sàn xây dựng 12.109m ² , với 1 tầng bán hầm và 12 tầng nổi	Số 2, đường Trưng Nữ Vương, phường 1, TP.Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long
3	Vincom Plaza Vĩnh Long	Tổng diện tích thương mại trên 8.000 m ² ; bao gồm 4 tầng nổi, 1 tầng hầm.	Đường Phạm Thái Bường, Phường 4, TP Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long
4	Bệnh viện đa khoa tỉnh Vĩnh Long (giai đoạn 2)	Tổng diện tích xây dựng 2.420 m ² ; bao gồm 10 tầng nổi và 1 tầng bán hầm	Phường 4, thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long
5	Công ty điện lực Vĩnh Long	Tổng diện tích sàn xây dựng là 5.500 m ² , bao gồm: 1 tầng hầm, 7 tầng lầu và 1 sân thượng	Số 26, Đường Hoàng Thái Hiếu, Phường 1, TP.Vĩnh Long Tỉnh Vĩnh Long

1.2. Các sự cố khi thi công tầng hầm nhà cao tầng gây ảnh hưởng tới công trình lân cận

- Công trình 180 Nguyễn Văn Trỗi (Q.Phú Nhuận, TPHCM)

<http://m.tuoiitre.vn/tintuc/16943,Dao-ham-xay-cao-oc-lam-nut-nha-dan.ttm> [36].

- Trạm nghiền nhà máy xi măng Thăng long đặt tại lô 3 thuộc khu công nghiệp Hiệp Phước, Nhà Bè, Thành phố Hồ Chí Minh.

<http://www.ketcau.com/forum/archive/index.php?t-65747.html> [36]

- Nhà số 165/42 Nguyễn Thái Bình - <http://dothi.net/chinh-sach-quy-hoach/tp-hcm-nha-do-sap-trong-gang-tac-ar13076.htm> [36].

- Nhà số 165/42 Nguyễn Thái Bình - <http://dothi.net/chinh-sach-quy-hoach/tp-hcm-nha-do-sap-trong-gang-tac-ar13076.htm> [36]

- Tòa nhà 34 tầng Nguyễn Trãi <http://www.wrd.gov.vn/Noi-dung/Van-de-quan-ly-chat-luong-giam-thieu-su-co-nen-mong-trong-vung-xay-chen/29443.news> [36].

- Cao ốc Pacific tại quận 1, TPHCM [36].

- Thi công tầng hầm Cao Ốc Residence (Tp Hồ Chí Minh) [36].

1.3. Nhận xét chương 1

Ngày nay với nhiều nghiên cứu tính toán chuyển vị của các công trình xung quanh hố đào sâu như phương pháp Peck, O'Rourke, Clough and O'Rourke và một vài tác giả khác. Các nghiên cứu này cung cấp thông tin về các phương pháp tính toán, mô phỏng và đánh giá độ ổn định của hố đào sâu, đặc biệt là đánh giá ảnh hưởng lún từ các công trình hiện hữu xung quanh hố đào sâu trong quá trình thi công.

Các nghiên cứu trên đã nêu bật một số vấn đề khó khăn và một vài sự cố thực tế đã xảy ra trong quá trình thi công hố đào sâu. Các sự cố hố đào sâu trong nền đất yếu được miêu tả, tìm hiểu nguyên nhân và một số cơ chế của sự cố được tìm ra gồm: Lún lệch, chuyển vị của thành hố đào, đẩy trôi đáy hố đào, chuyển vị của đất nền và áp lực của đất lên tường chắn, hạ mực nước ngầm dẫn đến việc xói ngầm, xói ngầm và rửa trôi cát hạt mịn, sụt lún và trượt (hay còn gọi là biến dạng của đất nền xung quanh hố đào),.... Nhưng hiện tượng chuyển dịch đất nền được đánh giá là nguy hiểm vì nguyên nhân này có thể dẫn đến phá hoại kết cấu hố đào và phá hoại các công trình lân cận, sự dịch chuyển xảy ra chủ yếu là vùng đất sau lưng tường.

Do vậy, tác giả thấy rằng việc đánh giá chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu trong điều kiện địa chất khu vực thành phố Vĩnh Long theo hướng mô hình hóa điều kiện làm việc thực tế khi thi công đào bằng phương pháp phân tử hữu hạn nhằm làm cơ sở cho việc xác định chuyển vị (ngang và đứng) của nền xung quanh khi thi công hố đào sâu để làm tài liệu tham khảo cho các đơn vị thiết kế lựa chọn biện pháp thi công phù hợp đảm bảo an toàn cho hố đào và các công trình lân cận.

CHƯƠNG 2. LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CHUYỂN VỊ CỦA NỀN DƯỚI CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO SÂU

2.1. Lý thuyết tính toán áp lực đất chủ động và áp lực đất bị động

2.1.1. Lý thuyết Coulomb

2.1.1.1. Áp lực đất chủ động

Xác định

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\cos(\beta - \alpha)}{\cos^2 \beta} \frac{\cos s(\theta - \beta) \cdot \cos(\theta - \varphi)}{\sin \sin(\theta - \alpha) \sin(\theta - \varphi + \psi)} \quad (2.1)$$

Áp lực đất chủ động trong đất dính:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\cos(\beta - \alpha)}{\cos^2 \beta} \frac{\cos s(\theta_c - \beta) \cdot \sin n(\theta_c - \varphi) - H.c. \cos \varphi \cdot \cos(\beta - \alpha)}{\cos \beta \cdot \sin \cos \beta \cdot \sin(\theta_c - \alpha) \sin(\theta_c - \varphi + \psi)} \quad (2.4)$$

Tổng áp lực đất tác dụng lên lưng tường

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) - 2c.H \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.5)$$

2.1.1.2. Áp lực đất bị động

Xác định áp lực đất bị động trong đất rời

Tổng áp lực đất bị động của đất rời tác dụng lên tường chắn trong trường hợp đặc biệt: mặt đất ngang, lưng tường thẳng đứng và tường hoàn toàn trơn láng có thể được tính toán như sau: $\alpha = 0, \varphi_\alpha = 0, \beta = 0$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.6)$$

Áp lực đất bị động trong đất dính

Tổng áp lực đất bị động của đất dính tác dụng lên tường chắn trong trường hợp đặc biệt: mặt đất ngang, lưng tường thẳng đứng và tường hoàn toàn trơn láng có thể được tính toán như sau: $\alpha = 0, \varphi_\alpha = 0, \beta = 0$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) + 2c.H \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.7)$$

2.1.2. Lý thuyết của Rankine

Điều kiện cân bằng Mohr-Rankine từ quan hệ ứng suất $\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$ và τ_{zx} với các ứng suất chính lớn nhất và nhỏ nhất σ_1 và σ_3 [38];

$$\sigma_{1,3} = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \right)^2 + \tau_{zx}^2} \quad (2.8)$$

2.1.2.1 Áp lực đất chủ động

Đối với đất dính

$$\sigma'_{1f} = \sigma'_{3f} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) + 2c' \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.9)$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma'_{1f} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) - 2c' \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.10)$$

Đối với đất rời

$$\sigma'_{1f} = \sigma'_{3f} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.11)$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma'_{1f} \cdot tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.12)$$

Và đặt hệ số áp lực k_a có dạng:

$$k_a = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.13)$$

2.1.2.2. Áp lực đất bị động

Đối với đất dính

$$\sigma'_{3f} = \sigma'_{1f} \cdot tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) + 2c' \cdot tg \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.14)$$

Đối với đất rời

$$\sigma'_{3f} = \sigma'_{1f} \cdot tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.15)$$

Và đặt hệ số áp lực k_p có dạng:

$$k_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \quad (2.16)$$

2.2. Mô hình nền Winkler

Mô hình này quan niệm tường và đất liên kết với nhau bằng các lò xo tuyến tính riêng lẻ có độ cứng E_s , xác định bởi:

$$E_s = -\frac{p}{y} \quad (2.17)$$

2.3. Lý thuyết đàn hồi

Chuyển vị ngang cọc giả định bằng chuyển vị ngang của đất và được biểu diễn bởi phương trình:

$$\{y_s\} = \frac{d}{E_s} [I_s] \{p\} \quad (2.19)$$

2.4. Lý thuyết của Moscomarchitextura (1999)

$$\text{- Độ lún: } S(x_o, z_o) = \frac{u \left[0, z_o + x_o / \tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2) \right]}{\tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2)} \quad (2.20)$$

$$\text{- Chuyển vị ngang: } u(x_o, z_o) = u \left[0, z_o + x_o / \tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2) \right] \quad (2.21)$$

Đối với tường chắn làm việc theo sơ đồ console thì cho phép dùng quy luật tuyến tính theo chiều sâu đối với chuyển vị ngang. Trong trường hợp này trị chuyển vị của móng có tọa độ (x_o, z_o) được xác định bằng các biểu thức:

$$\text{- Độ lún: } S(x_o, z_o) = \frac{u \left[1 - \frac{z_o}{k} \cdot H - x_o / k \cdot H \cdot \tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2) \right]}{\tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2)} \quad (2.22)$$

$$\text{- Chuyển vị ngang: } u(x_o, z_o) = S \left[(x_o, z_o) \cdot \tan(45^\circ - \varphi_{11} / 2) \right] \quad (2.23)$$

2.5. Áp dụng bài toán tường vây theo phương pháp giải tích

2.5.1. Nguyên lý và sơ đồ tính

2.5.1.1. Nguyên lý

Áp dụng nguyên lý cộng tác dụng để tiến hành tính toán. Tải tác dụng vào kết cấu được bổ sung dần theo từng đợt. Do vậy nội lực và chuyển vị cũng được cộng bổ sung tuần tự theo các đợt bổ sung tải trọng.

2.5.1.2. Sơ đồ tính

Gần đúng và an toàn xét một dải tường vây theo phương đứng rộng 1 mét, xem dải này như một cọc chịu lực ngang;

- Sơ đồ tính cho giai đoạn đào thứ nhất
- Sơ đồ tính cho giai đoạn đào đất thứ hai
- Sơ đồ tính cho giai đoạn đào đất thứ ba
- Sơ đồ tính cho các giai đoạn đào đất tiếp theo

Tương tự như giai đoạn đào đất thứ ba, lập được các sơ đồ tính tiếp theo cho tới đáy đào cuối cùng.

2.5.2. Tải trọng tính toán

Theo tài liệu “Thiết kế và thi công hố móng sâu” của PGS.TS. Nguyễn Bá Kế, nhà XBXD, Hà Nội – 2002 [41], có biểu thức xác định áp lực đất tĩnh như sau:

$$p_o = (\sum y_j h_j + q) \cdot K_o \quad (2.25)$$

2.5.2.1. Áp lực ngang thường xuyên – p_{tt} và p_{td}

Áp lực ngang p_{tt} từ đỉnh tường vây (hoặc từ mặt đất trước khi đào) đến đáy đào là: $p_{tt} = K_o \sum y_j h_j$, với $\sum h_j \leq Z_d$ (2.28)

Áp lực ngang p_{td} tác động vào tường vây từ đáy đào trở xuống là:

$$p_{td} = K_o \sum y_j h_j, \text{ với } \sum h_j \leq Z_d \quad (2.29)$$

2.5.2.2. Áp lực ngang do hoạt tải phân bố đều trên mặt đất – p_h

Áp lực ngang p_h có tính chất của hoạt tải, là tải phân bố đều trên tường vây, phụ thuộc vào hệ số K_o và giá trị của hoạt tải phân bố trên mặt đất q , xác định theo công thức (2.27) ở trên.

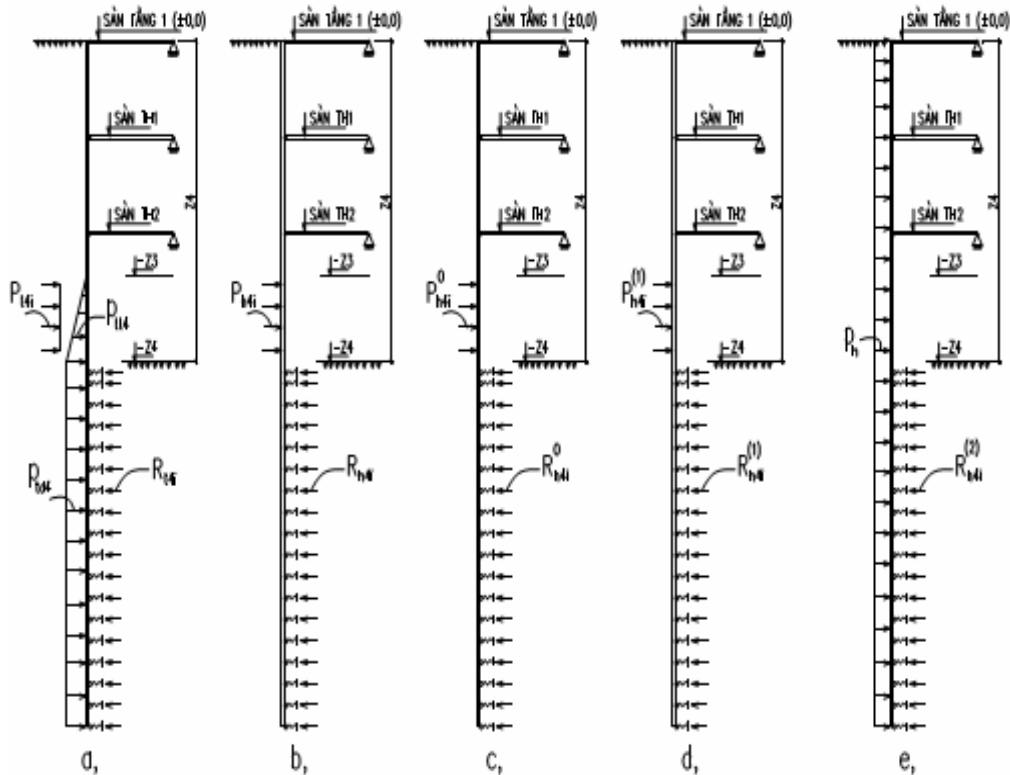
2.5.2.3. Xác định hệ số áp lực tĩnh K_o

Hệ số K_o phụ thuộc vào loại đất và trạng thái cố kết của nó, xác định bằng thí nghiệm.

Hệ số K_o đã được các nhà chuyên môn trên thế giới nghiên cứu và đã có kết quả về nó với các loại đất.

Khi không có thí nghiệm có thể vận dụng và phối hợp các số liệu cho trong 4 bảng đã nêu trên để có hệ số K_o .

2.5.3. Tính nội lực theo các giai đoạn thi công đào đất



Hình 2.10. Sơ đồ tính tường vây giai đoạn bốn

- Sơ đồ chịu tải ngang thường xuyên bổ sung ở giai đoạn bốn.
- Sơ đồ chịu tải ngang thay đổi bổ sung ở GD bốn khi p_h có từ GD một.
- Sơ đồ chịu tải ngang thay đổi bổ sung ở GD bốn khi p_h có từ GD hai.
- Sơ đồ chịu tải ngang thay đổi bổ sung ở GD bốn khi p_h có từ GD ba.
- Sơ đồ chịu tải ngang thay đổi chỉ có ở GD bốn.

2.6. Phương pháp tính chuyển vị ngang của tường vây bằng phần tử hữu hạn

2.6.1. Giới thiệu

Thế giới ngày nay, trong lĩnh vực mô phỏng cả về máy tính và mô hình đất đã có một sự tiến triển vượt bậc. Sự phát triển công nghệ máy tính đã hỗ trợ con người bằng những mô hình thiết kế phức tạp, mô tả những vấn đề trong mặt phẳng 2D và cả 3D. Phương pháp tính chuyển vị ngang của tường vây bằng phần tử hữu hạn là một phương pháp tính toán số học để mô phỏng và dự đoán hành vi cơ học của tường vây trong điều kiện chuyển vị ngang.

2.6.2. Phương pháp phần tử hữu hạn

2.6.2.1. Mô hình Mohr – Coulomb

Mô hình Mohr - Coulomb trong Plaxis được dựa trên ý tưởng quy luật cơ bản đàn hồi - dẻo với mặt ngưỡng cố định không bị tác động bởi biến dạng dẻo và trạng thái ứng suất của một điểm nằm trong mặt ngưỡng đàn hồi thuần túy. Điều kiện phá hoại của vật liệu. Trong đó có hai thông số chính là c và ϕ .

2.6.2.2. Mô hình Hardening-Soil

Tương tự như mô hình Mohr - Coulomb, giới hạn trạng thái ứng suất trong mô hình Hardening-Soil được miêu tả theo thông số ứng suất có hiệu. Tuy nhiên, độ cứng đất được miêu tả rất chính xác trong mô hình HS bằng cách sử dụng ba giá trị độ cứng đầu vào khác nhau – độ cứng gia tải ba trục E_{50}^{ref} , độ cứng dỡ/nén lại ba trục E_{ur}^{ref} , và độ cứng gia tải nén có kết, E_{eod}^{ref} . Không giống như mô hình Mohr-Coulomb, mô hình HS cũng kể đến sự độc lập ứng suất của độ cứng đất, tức là giá trị độ cứng đàn hồi tăng với ứng suất bùồng cho mô hình Hardening-Soil [44].

Mô hình Hardening-Soil cho phép thay đổi biến dạng thể tích dẻo cũng như biến dạng cắt dẻo do ứng suất lệch. So với mô hình Mohr-Coulomb, ứng xử dẻo tải của đất được kể đến tốt hơn trong mô hình Hardening-Soil. Mô hình Hardening-Soil cũng có thể được sử dụng để tính toán tin cậy sự phân bố dưới áp lực móng bè và bên cạnh kết cấu tường chắn.

$$E_{50} = E_{50}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad (2.33)$$

Trong đó E_{50} là module độ cứng tham chiếu liên quan đến áp lực buồng tham chiếu p^{ref} là lực dính của đất và là góc ma sát của đất.

Lộ trình ứng suất cho đỡ tải và nén lại sử dụng trong module độ cứng phụ thuộc ứng suất như sau:

$$E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad (2.34)$$

Trong đó E_{ur}^{ref} là module độ cứng đỡ tải/ nén lại tham chiếu, tương ứng đến áp lực tham chiếu p^{ref} . Trong hầu hết các trường hợp giá trị sử dụng mặc định trong Plaxis là $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}$.

Ngoài ra, độ cứng gia tải nén cổ kết cũng được định nghĩa theo phương trình sau:

$$E_{oed} = E_{oed}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \sigma'_1 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad (2.35)$$

2.7. Nhận xét chương 2

Đối với phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn với lý thuyết cơ bản của hai phương pháp này không thật sự đơn giản. Đặc biệt là phương pháp phần tử hữu hạn, người phân tích không những phải có kiến thức cơ bản về lý thuyết mà còn phải có kinh nghiệm thực tế.

Các phương pháp tính toán thủ công hoặc thực nghiệm giản đơn tuy có thể cung cấp những ước lượng ban đầu nhưng lại khó phản ánh đầy đủ mối quan hệ phức tạp giữa các yếu tố ảnh hưởng như điều kiện địa chất, trình tự thi công, mực nước ngầm, đặc tính cơ học của đất và tương tác giữa kết cấu tường chắn với đất nền.

Chính vì vậy, việc sử dụng mô phỏng đặc biệt là thông qua các phần mềm phân tích địa kỹ thuật – là hướng tiếp cận phù hợp để đánh giá chuyển vị của đất nền đối với bài toán hố đào một cách toàn diện. Mô phỏng cho phép xây dựng mô hình tính toán có kể đến các giai đoạn thi công và điều kiện thực tế tại hiện trường. Từ đó, phân tích ảnh hưởng của từng yếu tố đến sự biến dạng của đất nền. Không những vậy, các phương pháp mô phỏng như phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) hay phương pháp dầm trên nền đàn hồi cho phép theo dõi diễn biến chuyển vị của đất nền.

Một ưu điểm quan trọng khác của phương pháp mô phỏng là khả năng hiệu chỉnh mô hình gần sát với kết quả quan trắc thực tế, giúp tăng độ tin cậy của kết quả. Do đó, so với các phương pháp truyền thống, mô phỏng không chỉ hỗ trợ tính toán chính xác hơn mà còn phục vụ hiệu quả trong việc đưa ra giải pháp thiết kế và biện pháp thi công an toàn cho các công trình hố đào sâu trong điều kiện địa chất phức tạp.

CHƯƠNG 3. MÔ PHỎNG CHUYỂN VỊ CỦA NỀN DƯỚI CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO SÂU BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

3.1. Giới thiệu công trình

Công trình Cải tạo, nâng cấp Bệnh viện Đa khoa tỉnh Vĩnh Long. Địa điểm: Phường 4, Thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long được xây dựng cao 9 tầng và 1 tầng bán hầm (tầng hầm có diện tích sàn 2.420m²).

Hệ tường vây của công trình được thi công bằng cừ Larsen FSP-IV và hệ Shoring Kingpost. Biện pháp thi công hố đào sâu của công trình trên được chọn làm trường hợp nghiên cứu cho đề án tốt nghiệp này.

3.2. Đặc điểm địa tầng công trình

Cấu tạo địa chất công trình được lấy từ báo cáo kết quả khảo sát địa chất của Công ty cổ phần tư vấn đầu tư Đại Thịnh Phát năm 2022. Xem phần phụ lục.

Địa chất thủy văn:

Mực nước ngầm xuất hiện cách mặt đất tự nhiên là 0,7m.

3.3. Dữ liệu tính toán, mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D

Lựa chọn thông số đầu vào và mô hình vật liệu

Bảng 3.1. Thông số cừ Larsen

Loại cừ	FSP-IV
Module E _{thép} , TCVN 5575:2012 (KN/m ²)	210.000.000
Tiết diện A (cm ² /1 cừ)	96,99
Momen quán tính I (cm ⁴ /1 cừ)	4.670
Momen kháng uốn W (cm ³ /1 cừ)	362
Tiết diện A (cm ² /md)	242,5
Momen quán tính I (cm ⁴ /md)	38.600
Khoảng cách đến trục trung hòa của cừ d (mm)	105,38
EA (KN/m dài)	5.092.500
EI (KNm ² /m)	81.060
v	0,30

Bảng 3.2. Thông số hệ shoring H350

Loại cừ	FSP-IA
E (KN/m ²)	210.000.000
EA (KN)	3.609.900
Lspacing (m)	8

Dựa theo kết quả nghiên cứu của tác giả Ngô Đức Trung [45] và khuyến nghị của Plaxis [42] thì đối với các bài toán dỡ tải như dạng bài toán hố đào được nghiên cứu trong đề án này thì mô hình Mohr Coulomb (MC) nên được sử dụng để đánh giá biến dạng ban đầu. Và cần sử dụng mô hình Hardening Soil dùng để phân tích giá trị chuyển vị của đất nền xung quanh tường hố đào do trong mô hình này bao gồm ba thông số đầu vào độ cứng khác nhau, trong đó có độ cứng gia/dỡ tải E_{ur} cho kết quả chính xác hơn. Theo bài báo Ngô Đức Trung và hồ sơ khảo sát địa chất đã có, có thể thấy rằng lớp bùn sét trạng thái chảy có tính chất tương tự tại các độ sâu (4 ÷ 6) m, (12 ÷ 14) m. Vì vậy, tác giả sử dụng kết quả nghiên cứu của tác giả Ngô Đức Trung kết hợp với các công thức (2.33), (2.34) và (2.35) để áp dụng tính toán các thông số độ cứng cho lớp bùn sét trạng thái chảy (Lớp 1). Các thông số đất nền theo mô hình Hardening Soil được trình bày như Bảng 3.4.

Bảng 3.3. Thông số đầu vào và mô hình các lớp đất theo mô hình Mohr Coulomb

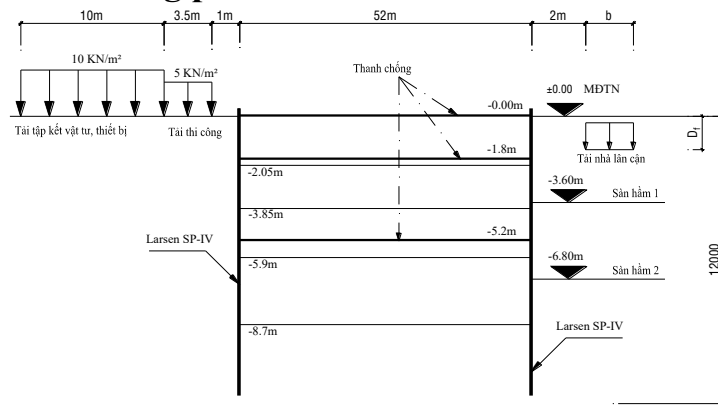
Thông số	Kí hiệu	Đơn vị	Lớp K	Lớp 1	Lớp TK1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Lớp 6	Lớp 7
Mô hình vật liệu	Material type		MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Loại thoát nước	-		Drained	Drained	Drained	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Drained	Undrained (A)
Độ sâu mặt lớp	-	m	0,0	-0,6	-6,0	-20,0	-38,0	-40,0	-44,0	-48,0	-60,0
Độ sâu đáy lớp	-	m	-0,6	-6,0	-20,0	-38,0	-40,0	-44,0	-48,0	-60,0	-70,0
Bề dày lớp	-	m	0,6	5,4	14,0	18,0	2,0	4,0	4,0	12,0	10,0
Dung trọng tự nhiên	γ_{unsat}	KN/m ³	17	16,2	19,3	17,3	18,0	19,6	19,7	20,1	21,0
Dung trọng bão hòa	γ_{sat}	KN/m ³	17	16,4	20,0	17,5	18,6	19,7	19,9	20,4	21,6
Lực kết dính	C	KN/m ²	0	4,51	10,0	6,17	25,10	29,52	26,38	6,37	51,09
Góc nội ma sát	φ	o	30	4,75	23,06	6,22	14,92	18,08	17,06	28,05	21,78
Mô đun biến dạng	E _{oed}	KN/m ²	3000	1902	5672	2736	5697	6325	5246	9267	8002
Góc trương nở	ψ	o	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hệ số poisson	ν		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Hệ số giảm cường độ mặt tiếp xúc	R _{inter}		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hệ số thấm	K _x = K _y	m/day	8,64	8,64E-3	8,64	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	0,864E-3

Bảng 3.4. Thông số đầu vào và mô hình các lớp đất theo mô hình Hardening Soil

[illegible]

Loại thoát nước	-		Drained	Drained	Drained	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Undrained (A)	Drained	Undrained (A)
Độ sâu mặt lớp	-	m	0,0	-0,6	-6,0	-20,0	-38,0	-40,0	-44,0	-48,0	-60,0
Độ sâu đáy lớp	-	m	-0,6	-6,0	-20,0	-38,0	-40,0	-44,0	-48,0	-60,0	-70,0
Bề dày lớp	-	m	0,6	5,4	14,0	18,0	2,0	4,0	4,0	12,0	10,0
Dung trọng tự nhiên	γ_{unsat}	KN/m ³	17	16,2	19,3	17,3	18,0	19,6	19,7	20,1	21,0
Dung trọng bão hòa	γ_{sat}	KN/m ³	17	16,4	20,0	17,5	18,6	19,7	19,9	20,4	21,6
Lực kết dính	C	KN/m ²	0	4,51	10,0	6,17	25,10	29,52	26,38	6,37	51,09
Góc nội ma sát	φ	o	30	4,75	23,06	6,22	14,92	18,08	17,06	28,05	21,78
Mô đun biến dạng	$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	KN/m ²	5385	3216	6615	3849	6050	6628	5553	11099	8220
Góc trương nở	ψ	o	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hệ số poisson	ν		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Hệ số giảm cường độ mặt tiếp xúc	R_{inter}		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hệ số thấm	$K_x = K_y$	m/day	8,64	8,64E-3	8,64	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	8,64E-3	0,864E-3

3.4. Mô phỏng bài toán bằng phần mềm Plaxis 2D



Hình 3.2. Sơ đồ bài toán mô phỏng

Trong trường hợp khoảng cách nhà lân cận, học viên lựa chọn theo khảo sát một số công trình thực tế và lựa chọn khoảng cách nguy hiểm nhất, cách hố đào 2m như Hình 3.2.

3.4.1. Mô tả các giai đoạn thi công

- Bước 1: Kích hoạt tải và móng nhà lân cận;
- Bước 2: Cố kết nhà lân cận (nếu có);
- Bước 3: Thi công cừ Larsen SP-IV;
- Bước 4: Xét tải công trình tạm và tải thi công;
- Bước 5: Lắp hệ chống thứ nhất H350 tại $\pm 0,00\text{m}$;
- Bước 6: Đào đất từ cao độ $-0,00\text{m}$ đến cao độ $-2,05\text{m}$, hạ MNN;
- Bước 7: Lắp hệ chống thứ hai H350 cao độ $-1,8\text{m}$;
- Bước 8: Đào đất từ cao độ $-2,05\text{m}$ đến cao độ $-3,85\text{m}$, hạ MNN;
- Bước 9: Đào đất từ cao độ $-3,85\text{m}$ đến cao độ $-5,9\text{m}$, hạ MNN;
- Bước 10: Lắp hệ chống thứ ba H350 cao độ $-5,2\text{m}$;
- Bước 11: Đào đất từ cao độ $-5,9\text{m}$ đến cao độ $-8,7\text{m}$, hạ MNN;
- Bước 12: Xuất kết quả.

Trong tất cả các trường hợp mô phỏng, chuyển vị của đất nền xung quanh được tính toán từ giai đoạn bắt đầu đào đất ở các độ sâu đào khác nhau theo như hồ sơ thiết kế biện pháp thi công đào. Tuy nhiên, việc đánh giá kết quả chuyển vị sẽ được xem xét khi đào đến độ sâu lớn nhất là $-8,7\text{m}$. Các trường hợp có và không có tải nhà lân cận được xem xét như sau:

- Trường hợp 1: Không xét tải nhà dân.
- Trường hợp 2: Nhà 1 tầng (tải trọng 105 kN), móng nông, độ sâu chôn móng $D_f = -1,5\text{ m}$, không xét cố kết.
- Trường hợp 3: Nhà 1 tầng (tải trọng 105 kN), móng nông, độ sâu chôn móng $D_f = -1,5\text{ m}$, có xét cố kết.
- Trường hợp 4: Nhà 1 tầng (tải trọng 105 kN), móng cừ tràm, độ sâu chôn móng $D_f = -1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cừ $-6,5\text{ m}$, không xét cố kết.
- Trường hợp 5: Nhà 1 tầng (tải trọng 105 kN), móng cừ tràm, độ sâu chôn móng $D_f = -1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cừ $-6,5\text{ m}$, có xét cố kết.
- Trường hợp 6: Nhà 6 tầng (tải trọng 835 kN), móng cọc BTCT, độ sâu chôn đài $D_f = 1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cọc $-21,5\text{ m}$, không xét cố kết.
- Trường hợp 7: Nhà 6 tầng (tải trọng 835 kN), móng cọc BTCT, độ sâu chôn đài $D_f = 1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cọc $-21,5\text{ m}$, có xét cố kết.
- Trường hợp 8: Nhà 6 tầng (tải trọng 835 kN), móng cọc BTCT, độ sâu chôn đài $D_f = 1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cọc $-31,5\text{ m}$, không xét cố kết.
- Trường hợp 9: Nhà 6 tầng (tải trọng 835 kN), móng cọc BTCT, độ sâu chôn đài $D_f = 1,5\text{ m}$, độ sâu mũi cọc $-31,5\text{ m}$, có xét cố kết.

3.4.2. Kết quả mô phỏng

3.4.2.1. Mô phỏng đánh giá sơ bộ chuyển vị của nền sau lưng tường theo mô hình Mohr – Coulomb (MC) và mô hình Hardening Soil (HS)

Bảng 3.5. Giá trị chuyển vị của nền sau lưng tường hố đào

Trường hợp	Mô hình	Chuyển vị đứng (cm)	Chuyển vị ngang (cm)	Hệ số an toàn $\sum M_{sf}$
TH1 (Không có nhà lân cận)	Mohr Coulomb	13,7 (trời + 6,4)	4,54	1,88
	Hardening Soil	3,52 (trời + 1,36)	1,44	1,72

- Cả hai mô hình đều cho các hình dạng biến dạng của đất nền tương tự nhau. Mô hình MC dự báo chuyển vị đứng lớn gấp gần 4 lần so với mô hình HS. Và chuyển vị ngang theo mô hình MC cũng lớn hơn khoảng hơn 3 lần so với mô hình HS. Điều này cho thấy rằng, mô hình HS thể hiện chuyển vị ngang nhỏ hơn, hợp lý hơn so với điều kiện đất tự nhiên.

- Ngoài ra, cả hai mô hình đều cho thấy hiện tượng trời nền, nhưng mức độ trời của mô hình MC lớn hơn đáng kể.

- Cùng với khuyến nghị của phần mềm Plaxis và các tài liệu đã nói ở trên, khi mô phỏng các bài toán hố đào thì mô hình MC có xu hướng phóng đại chuyển vị đứng, trong khi mô hình HS phản ánh chuyển vị nhỏ hơn và thực tế hơn. Bởi vì mô hình HS là mô hình tăng bền dần, có xét tính đến sự gia tăng độ cứng của đất theo độ sâu. Bên cạnh đó, các thông số của mô hình HS có xét đến 3 thông số mô đun biến dạng (E_{oed} ; E_{50} và E_{ur}), một trong các thông số này là mô đun gia/dỡ tải E_{ur} , phù hợp với bài toán hố đào (dỡ tải) hơn là mô hình MC.

Từ các nhận định trên, tác giả lựa chọn mô hình Hardening Soil mô phỏng cho các trường hợp còn lại của bài toán được nghiên cứu trong đề án này.

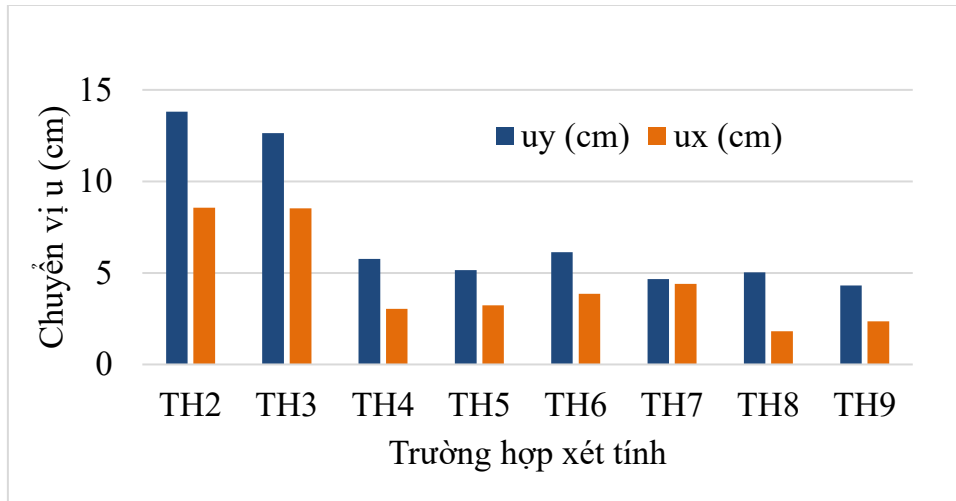
3.4.2.2. Mô phỏng đánh giá chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu theo mô hình Hardening Soil

3.4.2.3. Tổng hợp kết quả mô phỏng chuyển vị của nền dưới công trình lân cận hố đào sâu

Bảng 3.6. Tổng hợp kết quả chuyển vị của nền đất sau lưng tường theo các trường hợp

Trường hợp xét	Độ sâu đào (m)	Cao độ mặt phẳng khảo sát (m)	Chuyển vị đứng (cm)	Chuyển vị ngang (cm)	Hệ số an toàn $\sum M_{sf}$
TH2	-2,05	-1,5	2,26	1,48	1,62
	-3,85		4,51	3,14	
	- 5,9		7,59	5,27	
	-8,7		13,81	8,57	
TH3	-2,05	-1,5	1,2	1,22	1,62
	-3,85		3,61	3,04	
	- 5,9		6,51	5,12	
	-8,7		12,63	8,52	
TH4	- 2,05	-1,5	0	0	1,84
		-6,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,61	0	
		-6,5	1,63	0	
	- 5,9	-1,5	2,35	1,52	

Trường hợp xét	Độ sâu đào (m)	Cao độ mặt phẳng khảo sát (m)	Chuyển vị đứng (cm)	Chuyển vị ngang (cm)	Hệ số an toàn $\sum M_{sf}$
	-8,7	-6,5	2,37	1,36	
		-1,5	5,76	3,03	
		-6,5	5,23	3,58	
TH5	2,05	-1,5	0	0	1,88
		-6,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,45	0	
		-6,5	1,47	0	
	-5,9	-1,5	2,15	1,66	
		-6,5	2,15	1,29	
	-8,7	-1,5	5,16	3,23	
		-6,5	4,65	3,56	
TH6	2,05	-1,5	0	0	1,78
		-21,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,41	1,15	
		-21,5	1,11	1,30	
	-5,9	-1,5	2,23	1,93	
		-21,5	1,62	2,15	
	-8,7	-1,5	6,13	3,86	
		-21,5	4,26	5,43	
TH7	2,05	-1,5	0	0	1,84
		-21,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,28	1,56	
		-21,5	1,08	1,12	
	-5,9	-1,5	2,03	2,49	
		-21,5	1,58	1,78	
	-8,7	-1,5	4,67	4,40	
		-21,5	3,35	4,06	
TH8	2,05	-1,5	0	0	2,0
		-31,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,47	1,56	
		-31,5	0	1,09	
	-5,9	-1,5	2,38	1,0	
		-31,5	0	1,79	
	-8,7	-1,5	5,04	1,82	
		-31,5	1,88	3,87	
TH9	2,05	-1,5	0	0	2,1
		-31,5	0	0	
	-3,85	-1,5	1,23	0	
		-31,5	0	1,01	
	-5,9	-1,5	2,01	1,42	
		-31,5	0	1,62	
	-8,7	-1,5	4,32	2,36	
		-31,5	1,52	3,36	



Hình 3.19. Kết quả chuyển vị của nền sau lưng tường các trường hợp xét tính
(Độ sâu đào: -8,7 m và mặt phẳng khảo sát: -1.5 m)

3.5. Thảo luận

Nội dung Chương 3 đã thực hiện mô phỏng tính toán chuyển vị của nền đất xung quanh hố đào bằng phần mềm Plaxis 2D theo các trường hợp tải khác nhau sau lưng tường hố đào, và có xét đến giai đoạn có và không có kết. Kết quả mô phỏng cho một số nhận xét như sau:

- Cả hai mô hình vật liệu MC và HS đều cho các hình dạng biến dạng của đất nền tương tự nhau. Mô hình MC dự báo chuyển vị đứng lớn gấp gần 4 lần so với mô hình HS. Và chuyển vị ngang theo mô hình MC cũng lớn hơn khoảng hơn 3 lần so với mô hình HS. Điều này cho thấy rằng, mô hình HS thể hiện chuyển vị ngang nhỏ hơn, hợp lý hơn so với điều kiện đất tự nhiên.

- Kết quả tính toán chuyển vị của nền sau lưng tường ở hai Trường hợp 2 và 3 cho các giá trị chuyển vị của nền sau lưng tường rất lớn và vượt quá chuyển vị cho phép theo TCVN 9362:2012 [46].

- Với các trường hợp nhà lân cận sử dụng phương án móng sâu cắm vào lớp đất tốt, chuyển vị ngang của đoạn gần đầu cọc nằm trong lớp bùn sét yếu có bề dày lớn (bề dày lớp 1 là 5,4 m) càng tăng.

- Khi tải nhà lân cận không lớn thì có hiện tượng đất sát mép tường có chuyển vị trôi lên do bản chất của lớp đất bùn ở trạng thái chảy. Tuy nhiên, hiện tượng trôi không còn xuất hiện khi đào ở các độ sâu lớn hơn.

- Các biểu đồ chuyển vị cho thấy phạm vi lún ổn định ở vị trí cách xa chân tường từ 7m đến 8 m và chuyển vị ngang giảm dần khi bắt đầu ở vị trí cách xa chân tường 7 m (hết bề rộng nhà lân cận). Bên cạnh đó, phần mềm Plaxis 2D còn xác định được hình dạng cũng như là giá trị độ lún lệch của nhà, điều này là một thế mạnh của việc áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn vào tính toán.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Đề án tốt nghiệp đã nghiên cứu tổng quan, các cơ sở lý thuyết và lựa chọn sử dụng phần mềm Plaxis 2D để mô phỏng tính toán chuyển vị của đất nền dưới công trình lân cận xung quanh trong quá trình thi công hố đào sâu. Và rút ra được một số kết luận như sau:

- Khi nhà lân cận được xây dựng bằng móng nông trên nền thiên nhiên và được chôn ở độ sâu -1,5 m nằm hoàn toàn trong lớp bùn sét yếu thì chuyển vị của nền bắt đầu xuất hiện khi đào đến độ sâu -2,05 m và giá trị chuyển vị đứng khi đào đến độ sâu -8,7 m ở cả hai trường hợp có và không xét cổ kết cho kết quả lần lượt là 13,81 cm và 12,63 cm. Chuyển vị ngang lần lượt là 8,57 cm và 8,52 cm. Các giá trị chuyển vị này rất lớn và vượt quá chuyển vị cho phép theo TCVN 9362:2012 [46].

- Ở các trường hợp từ TH2 đến TH5 (tải trọng nhà 1 tầng, 105 kN), hiện tượng đất sát mép tường có chuyển vị trôi lên do bản chất của lớp đất bùn ở trạng thái chảy. Tuy nhiên, giá trị này rất nhỏ, không đáng kể và cũng không còn xuất hiện khi đào ở các độ sâu lớn hơn. Và việc xét cổ kết trong các trường hợp này có giảm chuyển vị nhưng không đáng kể so với các trường hợp từ TH6 đến TH9 (tải trọng nhà 6 tầng, 835 kN).

- Ở TH6 và TH7 (nhà 6 tầng, tải trọng 835 kN, mũi cọc nhà lân cận cắm vào lớp sét dẻo cứng ở độ sâu -21,5 m) cho giá trị chuyển vị đứng lớn nhất khi chưa và có xét cổ kết giảm lần lượt là (6,13 cm; 4,67 cm) với tỷ lệ 31,3%. Tuy nhiên, chuyển vị ngang tăng lần lượt là (3,86 cm; 4,4 cm) với tỷ lệ 14 %. Đối với TH8 và TH9 (tải nhà 6 tầng, 835 kN, mũi cọc nhà lân cận cắm vào lớp đất sét nửa cứng ở độ sâu -31,5 m) cũng tương tự, chuyển vị đứng giảm 16,7% và chuyển vị ngang tăng 29,7 %. Điều này có thể giải thích được rằng, khi cọc được cắm vào lớp đất tốt thì chuyển vị ngang của đoạn cọc nằm trong lớp bùn sét yếu có bề dày lớn (bề dày lớp 1 là 5,4 m) càng tăng.

Kiến nghị

- Khi sử dụng phần mềm Plaxis 2D để mô phỏng các bài toán hố đào nên sử dụng mô hình Hardening Soil cho các lớp đất nền. Phần mềm còn xác định được phạm vi lún ổn định ở vị trí cách xa chân tường từ 7 m đến 8 m và chuyển vị ngang giảm dần khi bắt đầu ở vị trí cách xa chân tường 7 m (hết bề rộng nhà lân cận). Ngoài ra, phần mềm Plaxis 2D còn xác định được hình dạng cũng như là giá trị độ lún lệch của nhà, điều này là một thế mạnh của việc áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn vào tính toán.

- Khi thiết kế biện pháp thi công hố đào sâu, nên kiểm tra chuyển vị của đất nền xung quanh bằng phần mềm Plaxis 2D nhằm dự đoán các giá trị độ lún cũng như độ lún lệch gây ảnh hưởng đến công năng sử dụng của công trình.

Hạn chế của đề án

- Kết quả chỉ mô phỏng dựa trên các thông số đất nền tại công trình thực tế, tải trọng khảo sát kết hợp mô phỏng bằng phần mềm Plaxis, cần thiết thực hiện quan trắc trong quá trình thi công hố đào.