



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2019
VĨNH LONG, 25 & 26 THÁNG 10 NĂM 2019**

ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



Nguồn: gody.vn

Làng gốm Mang Thít



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

| | |
|--|-----|
| Một số quan điểm liên quan đến ổn định nền đường đắp trên nền cát mịn chịu ảnh hưởng dòng nước ngầm | |
| <i>Phùng Mạnh Tiến, Lê Cao Minh</i> | 282 |
| Sử dụng tổ hợp phương pháp số phân tích giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm công trình tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định, Hà Nội | |
| <i>Nhữ Việt Hà, Dương Văn Bình, Nguyễn Khánh</i> | 288 |
| Đặc điểm và giải pháp xử lý sự cố lún trượt đường dẫn mô M2 cầu bến đàng trên đường tránh thành phố Ninh Bình | |
| <i>Nguyễn Đức Mạnh</i> | 293 |
| Nghiên cứu chế tạo thiết bị cảm biến kết hợp dọi ngược trong quan trắc nghiêng công trình | |
| <i>Nguyễn Việt Hà, Nguyễn Trọng Thành, Tiêu Hoàng Mạnh</i> | 299 |
| A study on geosynthetic encased granular column materials | |
| <i>Le Quan, Vo Dai Nhat, Nguyen Viet Ky, Pham Tien Bach</i> | 306 |

CHỦ ĐỀ 3

ĐỊA CHẤT THỦY VĂN - MÔI TRƯỜNG

| | |
|--|-----|
| Hiện trạng và dự báo xâm nhập mặn nước dưới đất theo các giải pháp thích ứng trong bối cảnh biến đổi khí hậu vùng hạ lưu sông Dinh, tỉnh Ninh Thuận | |
| <i>Nguyễn Bách Thảo, Phạm Thế Vinh, Đỗ Ngọc Ánh, Kiều Thị Vân Anh, Vũ Thu Hiền</i> | 315 |
| Đánh giá và đề xuất các mô hình thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt tại khu vực nông thôn ở một số tỉnh | |
| <i>Nguyễn Văn Lâm, Trần Thị Thanh Thủy, Nguyễn Mai Hoa, Phạm Khánh Huy</i> | 322 |
| Đánh giá rủi ro sức khỏe của một số kim loại (As, Cd, Cr, Ni, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn và U) trong nước dưới đất khu vực ngoại thành Thành phố Hồ Chí Minh | |
| <i>Hoàng Thị Thanh Thủy, Từ Thị Cẩm Loan, Nguyễn Văn Đông, Nguyễn Văn Cường, Nguyễn Thị Ngọc Tuyết, Văn Tuấn Vũ</i> | 329 |
| Sử dụng công nghệ bức xạ từ xác định đứt gãy kiến tạo địa chất và hang động karst ngầm là nguyên nhân gây sự cố công trình xây dựng và tai biến địa chất | |
| <i>Vũ Văn Bằng, Nguyễn Văn Túc</i> | 334 |
| Tác động của dòng thấm không ổn định đến ổn định mái dốc thân đê - áp dụng tính toán cho đoạn đê hữu sông đáy thuộc địa phận xã Hoàng Diệu, huyện Chương Mỹ, Hà Nội | |
| <i>Bùi Anh Thắng, Phạm Văn Hùng, Phạm Đức Thọ, Hoàng Đình Phúc</i> | 339 |
| Phương pháp bức xạ từ tìm nước ngầm nước khoáng nóng và biên xâm nhập mặn nhanh và chính xác | |
| <i>Vũ Văn Bằng, Vũ Quang Đức</i> | 344 |
| Nghiên cứu ứng dụng bộ thiết bị sử dụng khí nén xác định hệ số thấm (Pneumatic Slug test) của tầng chứa nước lỗ hổng và trầm tích đáy sông | |
| <i>Nguyễn Bách Thảo, Dương Thị Thanh Thủy, Trần Vũ Long, Đào Đức Bằng, Đỗ Quang Mạnh, Trần Đức Dương, Bùi Minh Tuấn</i> | 349 |
| Mối quan hệ giữa cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn với nguồn bổ cập cho thấu kính nước nhạt trong tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen (qp) khu vực phía Nam Đồng bằng Bắc Bộ Việt Nam | |
| <i>Nguyễn Văn Lâm, Hoàng Văn Hoan, Đặng Đức Nhận, Lê Văn Tới, Đào Đức Bằng, Vũ Thu Hiền, Trần Vũ Long</i> | 354 |
| Xác định lượng nước dưới đất chảy vào moong và hệ số thấm đáy moong theo tài liệu hút nước từ moong | |
| <i>Đặng Đình Phúc, Đặng Hữu Nghị, Bùi Thị Vân Anh</i> | 366 |

SỬ DỤNG TỔ HỢP PHƯƠNG PHÁP SỐ PHÂN TÍCH GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH VÁCH HỒ ĐÀO TẦNG HẦM CÔNG TRÌNH TỔ HỢP VĂN PHÒNG 25-27 TRƯỜNG ĐỊNH, HÀ NỘI

Nhữ Việt Hà*, Dương Văn Bình, Nguyễn Khánh

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

*Email: nhuvietha@hmg.edu.vn

Tóm tắt:

Do điều kiện chật hẹp liên quan đến các yếu tố kỹ thuật và môi trường nên giải pháp cho thi công hố đào tầng hầm nhà cao tầng là một vấn đề phức tạp. Từ khả năng mô phỏng mạnh mẽ các tương tác kết cấu – đất phức tạp, tổ hợp phương pháp số đã được sử dụng để phân tích các giải pháp ổn định vách hố đào. Mô hình số ban đầu được thiết lập từ điều kiện đất nền và các phương án thiết kế vách hố đào trên phần mềm GEO5 để sơ bộ phân tích lựa chọn giải pháp tối ưu theo phương pháp giải tích. Kết quả nhận được từ các phân tích chi tiết mô hình GEO5 đã lựa chọn, sử dụng phương pháp FEM trên phần mềm Plaxis 2D. Giải pháp cho hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trường Định đã phân tích được bao gồm kết cấu tường barrette (sâu 36,0 m, dày 0,8 m) kết hợp hệ văng chống thép 4 hàng (kích thước H 502 x 465 mm) và 8 pha thi công hố đào sau khi tường barrete hoàn thành. Các kết quả kiểm toán về chuyển vị và áp lực đất đều nằm trong giới hạn cho phép, thỏa mãn điều kiện ổn định thi công công trình.

Từ khóa: Hố đào, Mô hình số, GEO5, Plaxis 2D

1. Đặt vấn đề

Một trong những hạng mục khó khăn nhất khi thi công nhà cao tầng đô thị là tầng hầm. Do điều kiện chật hẹp liên quan đến các yếu tố kỹ thuật và môi trường nên giải pháp cho thi công hố đào sâu là một vấn đề phức tạp. Quá trình thi công gây ra sự thay đổi trạng thái ứng suất và biến dạng trong đất nền xung quanh khu vực hố đào, có thể làm thay đổi mực nước ngầm dẫn đến nền đất bị dịch chuyển, gây hư hỏng công trình lân cận.

Giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm khi thi công bao gồm tổ hợp giải pháp chống đỡ và phương pháp thi công. Giải pháp chống đỡ thường được cấu thành bởi vách hố đào và hệ neo chống, tùy thuộc vào kích thước (mặt bằng, chiều sâu) hố đào và điều kiện địa chất công trình. Vách hố đào có thể được thi công bằng: tường cừ thép, hệ cọc xi măng đất, hay tường vây barrette. Hệ neo chống đi kèm có thể là văng chống hoặc neo đất. Phương pháp thi công bao gồm sự phối hợp giữa giải pháp chống đỡ với phân đoạn thi công đào (pha đào) hợp lý hay phương pháp thi công Top-Down.

Với yêu cầu cao về đảm bảo cường độ và độ ổn định, giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm hiện nay thường sử dụng các phần mềm để phân tích theo các phương pháp số. Có hai nhóm phương pháp phân tích được tích hợp trong các phần mềm địa kỹ thuật chuyên dụng phổ biến hiện nay là: giải tích và phần tử hữu hạn (FEM). Phương pháp giải tích dựa trên các sơ đồ phân bố áp lực đơn giản của Terzaghi et al. (1996). Phương pháp FEM phân chia miền nghiên cứu thành các miền con hay các phần tử rời rạc nằm liên tục với nhau. Các đại lượng nghiên cứu như chuyển vị, ứng suất, biến dạng sẽ được tính toán xấp xỉ tại các miền

con. Các miền con nằm xếp liên tục với nhau, tương hỗ với nhau trong suốt quá trình tính toán bởi các điểm nút. Việc tính đều là xấp xỉ thông qua các phương trình vi phân cho các phần tử thỏa mãn các điều kiện biên và sự cân bằng, sự liên tục của các phần tử.

Phương pháp giải tích có ưu điểm là tính toán nhanh nhưng không có mối liên kết đầy đủ giữa chuyển vị tường và lún bề mặt đất xung quanh hố đào. Nó cũng không định lượng được tính bất định của các ước tính biến dạng hay chuyển vị (Kung et al., 2007). Do đó, rất phù hợp sử dụng trong phân tích sơ bộ; kiểm toán, lựa chọn nhanh giải pháp. Ngược lại, phương pháp FEM có thể xét tới các đặc điểm phi tuyến, tính không đồng nhất, không liên tục của miền nghiên cứu. Trong Địa kỹ thuật công trình, phương pháp này còn được tận dụng để phân tích tình huống hiện tại hoặc tương lai trong một số điều kiện hoặc để thiết kế các công trình, có tính đến các pha xây dựng khác nhau. Do đó, rất phù hợp sử dụng trong phân tích chi tiết.

Trong nghiên cứu này, một tổ hợp phương pháp số GEO5 và Plaxis 2D được thiết lập và sử dụng để tính toán, phân tích giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trường Định, Hà Nội.

2. Phương pháp

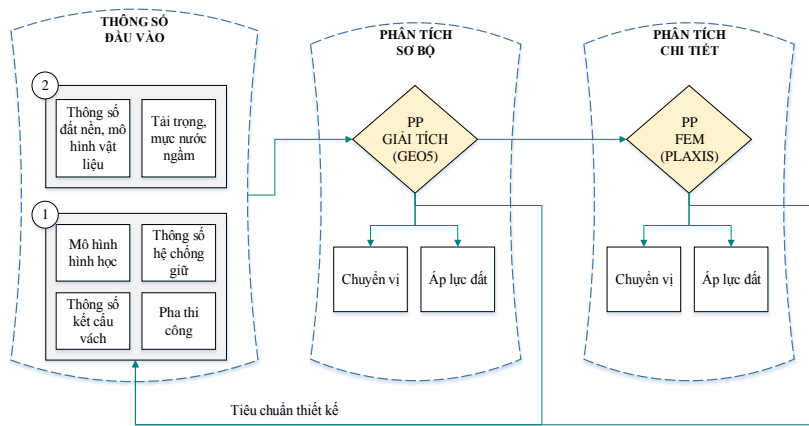
Mô hình số ban đầu được thiết lập từ điều kiện đất nền và các phương án thiết kế vách hố đào trên phần mềm GEO5 để sơ bộ phân tích lựa chọn giải pháp tối ưu theo phương pháp giải tích. Giải pháp tối ưu cuối cùng nhận được từ các phân tích chi tiết kết quả mô hình GEO5, sử dụng phương pháp FEM trên phần mềm Plaxis 2D.

Các mô hình được xây dựng dựa trên đặc điểm kỹ thuật hố móng do Công ty I&C Việt Nam (2018) thiết

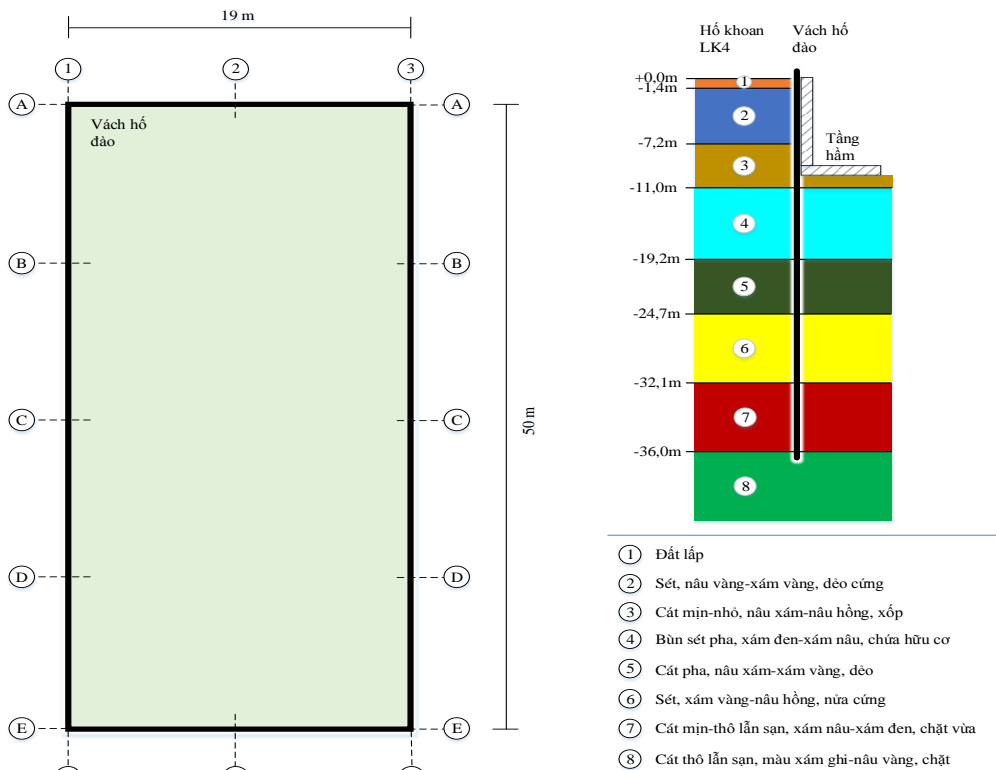
kế và điều kiện địa chất công trình do (Công ty cổ phần Khảo sát địa chất và Xử lý nền móng công trình, 2015) khảo sát.

Tổ hợp phương pháp số được xây dựng gồm 3 nhóm thành phần, gồm: (1) thông số đầu vào, (2) phân tích sơ bộ, và (3) phân tích chi tiết. Thông số đầu vào gồm phân nhóm: (1) cơ cấu giữ ổn định vách và (2) điều kiện tải trọng, địa chất công trình. Phân nhóm (1) gồm: mô hình hình học, thông số hệ chống giữ, và pha thi công. Phân nhóm (2) được khai báo về thông số đất nền, mô hình vật liệu tải trọng công trình, và mực nước ngầm. “Thông số đầu vào” được thiết lập và khai

báo cho “phân tích sơ bộ”. Lập các bước với các phương án khác nhau để sơ bộ lựa chọn ra giải pháp tối ưu nhất với tiêu chuẩn thiết kế (TCVN 9381:2012). Từ đó, cơ cấu giữ ổn định vách được hiệu chuẩn và khai báo cho “phân tích chi tiết”. Các giá trị về chuyển vị và áp lực đất vách hố đào từ cả 2 phương pháp phân tích (giải tích và FEM) là các tiêu chí được sử dụng để đánh giá sự hợp lý so với tiêu chuẩn cho phép. Bằng cách này, kết quả cuối cùng về cơ cấu giữ ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định, Hà Nội được xác định sau khi được hiệu chuẩn dựa trên kết quả của “phân tích chi tiết” (hình 1).



Hình 1. Các bước xây dựng và thành phần mô hình số GEO5 tính toán ổn định vách hố đào tầng hầm dự án



Hình 2. Mặt bằng, điều kiện địa chất công trình, và mặt cắt hố đào tầng hầm dự án Tổ hợp văn phòng

Các mô hình hình học được thiết lập cho toàn bộ diện tích hố đào với kích thước 19 x 50 m (972,38m²), sâu - 10,0 m cho 3 tầng hầm. Điều kiện địa chất công trình được khai báo gồm 8 lớp đất theo thứ tự từ trên xuống: (1) đất lấp - dày 1,4m; (2) sét, màu nâu vàng - xám vàng, trạng thái dẻo cứng - dày 5,8m; (3) cát mịn - nhỏ, màu nâu xám - nâu hồng, kết cấu xếp - dày 3,8m; (4) bùn sét pha, màu xám đen-xám nâu, chứa hữu cơ - dày 8,2m; (5) cát pha, màu nâu xám-xám vàng, trạng thái dẻo - dày 5,5m; (6) sét, màu xám vàng - nâu hồng, trạng thái nửa

cứng - dày 7,4 m; (7) cát mịn - thô lẫn sạn, màu xám nâu - xám đen, kết cấu chặt vừa - dày 3,9m; và (8) cát hạt thô lẫn sạn, màu xám ghi - nâu vàng, kết cấu chặt - chiều dày chưa xác định (hình 2).

Tổng hợp các thông số đất nền đầu vào các mô hình số được khai báo như thể hiện trong bảng 1. Mô hình vật liệu đại diện cho tính ứng xử của đất dưới tác dụng của tải trọng, được chọn là “Mohr - Coloumb” (MC). Mực nước ngầm đầu vào có cao độ -9m.

Bảng 1. Tổng hợp thông số đất nền mô hình số dự án Tổ hợp văn phòng

| Lớp đất | Lớp 1 | Lớp 2 | Lớp 3 | Lớp 4 | Lớp 5 | Lớp 6 | Lớp 7 | Lớp 8 |
|---------------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Model | MC | MC | MC | MC | MC | MC | MC | MC |
| Type | Drained | Undrained | Drained | Undrained | Undrained | Undrained | Drained | Drained |
| γ^{unsat} (kN/m ³) | 18 | 18,1 | 15 | 18,1 | 19,2 | 19,5 | 17 | 21 |
| γ^{sat} (kN/m ³) | 18,3 | 18,5 | 15,35 | 18,4 | 19,7 | 20 | 17,5 | 21,7 |
| E_{oed}^{ref} (kN/m ²) | 7500 | 10370 | 5250 | 2230 | 3400 | 14220 | 14850 | 90000 |
| E_{ur}^{ref} (kN/m ²) | 42500 | 51855 | 22500 | 11160 | 17000 | 71095 | 62500 | 200000 |
| m | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| v | 0,3 | 0,31 | 0,3 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,3 | 0,3 |
| c (kN/m ²) | 10 | 14,2 | 0 | 5,7 | 9,3 | 28 | 0 | 0 |
| φ (°) | 30 | 8,96 | 23,35 | 4,39 | 9,28 | 16,68 | 22,20 | 23,66 |
| ψ (°) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rinter | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,9 |

“Phân tích sơ bộ” sử dụng phương pháp giải tích được thực hiện để lựa mô hình tối ưu cho “phân tích chi tiết” từ 2 kết cấu: tường cừ Larsen và tường barrette. Giải pháp giữ ổn định vách (phân nhóm 1) được mô hình theo cách thử dần với các phương án khác nhau để nhận được các giải pháp thiết kế cuối cùng trên cơ sở tối ưu hóa các kết quả và tiêu chuẩn thiết kế (TCVN 9381:2012) (hình 1). Trong đó, vách hố đào được khai báo bằng phần tử hình học “geometry” và tấm “plate” trong mô hình GEO5 và Plaxis 2D. Hệ chống giữ được mô hình bằng các phần tử neo “anchor”.

3. Kết quả

Giải pháp tường cừ Larsen và tường barrette được phân tích sơ bộ thử dần với nhiều phương án khác nhau. Kết quả cho thấy chiều sâu cần thiết để vách hố đào ổn định với tường cừ Larsen là -31,0 m, tường barrette là -30,0 m. Do chiều sâu lớn nên phương án sử dụng tường cừ Larsen không khả thi. Hố đào nằm sát đường giao thông và các công trình nhà dân lên không thể kết hợp với hệ chống giữ bằng neo chống. Do đó, giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định được lựa chọn và phân tích chi tiết là tường

barrette kết hợp hệ văng chống. Phân tích chi tiết thử dần với các phương án tường barrette khác nhau, giải pháp cuối cùng được xác định trên cơ sở tối ưu hóa các kết quả “phương pháp FEM” và tiêu chuẩn thiết kế (TCVN 9381:2012). Tường barrette BTCT #450, sâu 36,0m, dày 1,2m kết hợp hệ văng chống thép AII, kích thước H 502 x 465mm, kết cấu 4 hàng (cao độ -1,5m, -4,0m, -7,0m, và -9,0m) (hình 3). Thông số chi tiết của kết cấu giữ ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định thể hiện chi tiết trong bảng 2 và Bảng 3.

Tổng thể có 8 pha thi công hố đào sau khi hoàn thành tường barrete, gồm: (1) đào xuống cao độ -1,6 m, lắp hàng văng chống 1 tại cao độ -1,5 m, (2) đào xuống cao độ -5,0 m, lắp hàng văng chống 2 tại cao độ -4,0m, (3) đào xuống cao độ -7,2m, lắp hàng văng chống 3 tại cao độ -7,0m, (4) đào xuống cao độ -9,0m, đồng thời hạ mực nước ngầm xuống cao độ -13 m, lắp hàng văng chống 4 tại cao độ -8,7m, (5) đào xuống cao độ -10,0m, thi công sàn cao độ -10,0m, tháo hệ văng chống 4, (6) thi công sàn cao độ -6,5m, tháo hệ văng chống 3, (7) thi công sàn cao độ -3,0m, tháo hệ văng chống 2, và (8) thi công sàn cao độ 0,0m, tháo hệ văng chống 1.

Chuyển vị tường barrette lớn nhất biến đổi từ 29,39 mm (mặt cắt C-C) đến 29,87 (mặt cắt A-A và 3-3). Mô men lớn nhất biến đổi từ 15.712 kN.m (mặt cắt 1-1) đến

15.802 kN.m (mặt cắt A-A). Áp lực ngang lớn nhất biến đổi từ 420,35 kN (mặt cắt B-B) đến 428,45 kN (mặt cắt A-A) (bảng 4).

Bảng 4. Kết quả phân tích FEM chuyển vị và áp lực đất tường vây barrette giải pháp ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng

| Kết quả | Mặt cắt | | | | | | | |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A-A | B-B | C-C | D-D | E-E | 1-1 | 2-2 | 3-3 |
| Chuyển vị lớn nhất (mm) | 29,87 | 29,45 | 29,39 | 29,49 | 29,76 | 29,56 | 29,44 | 29,87 |
| M_{max} (kN.m) | 15802 | 15722 | 15791 | 15782 | 15742 | 15712 | 15763 | 15791 |
| Q_{max} (kN) | 428,45 | 420,35 | 427,51 | 422,17 | 427,65 | 426,13 | 425,73 | 426,68 |

4. Thảo luận

Giải pháp giữ ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định, Hà Nội được phân tích dựa trên tổ hợp phương pháp số GEO5 và Plaxis 2D, đặc điểm kỹ thuật hố móng, và điều kiện địa chất công trình. Các mô hình số GEO5 đóng vai trò phân tích sơ bộ, lựa chọn loại kết cấu chắn giữ thích hợp. Các mô hình số Plaxis 2D tiếp nhận kết quả phân tích sơ bộ, phân tích chi tiết và xác định giải pháp chắn giữ cuối cùng.

Hố đào sâu -10m phục vụ thi công 3 tầng hầm, diện tích 972,38m²; sử dụng tường vây barrette BTCT #450, sâu 36,0m, dày 1,2m kết hợp hệ văng chống thép AII, kích thước H 502 x 465mm, kết cấu 4 hàng (cao độ -1,5m, -4,0m, -7,0m, và -9,0m). Kết quả phân tích các giá trị chuyển vị tường đều nằm trong giới hạn cho phép (TCVN 9381:2012).

Giải pháp giữ ổn định vách hố đào tầng hầm công trình Tổ hợp văn phòng 25-27 Trương Định, Hà Nội được phân tích từ tổ hợp phương pháp số GEO5 và Plaxis 2D đã tận dụng được các tính năng ưu việt của 2 phương pháp phân tích hiện đại. Tối ưu hóa độ chính xác, tin cậy, và hiệu quả phân tích. Tuy nhiên, tổ hợp phương pháp số

sẽ cho kết quả phân tích tương tác đất – kết cấu toàn diện và tin cậy hơn trong môi trường ba chiều.

Lời cảm ơn

Chúng tôi gửi lời cảm ơn đến Công ty I&C Việt Nam, Công ty cổ phần Khảo sát địa chất và Xử lý nền móng công trình đã cung cấp dữ liệu cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- Công ty cổ phần Khảo sát địa chất và Xử lý nền móng công trình, 2015. Báo cáo kết quả khảo sát địa chất Tổ hợp văn phòng, 25-27 Trương Định, Hà Nội.
 Công ty I&C Việt Nam, 2018. Hồ sơ thiết kế Tổ hợp văn phòng, 25-27 Trương Định, Hà Nội.
 Kung, G., Hsiao, E. and Juang, C.J.C.G.J., 2007. Evaluation of a simplified small strain soil model for predicting excavation-induced wall deflection and ground movement.
 TCVN 9381:2012, 2012. TCVN 9381:2012 “Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà”.
 Terzaghi, K., Peck, R.B. and Mesri, G., 1996. Soil mechanics in engineering practice. John Wiley & Sons.

ABSTRACT

USING COMBINATION OF NUMERICAL METHODS FOR ANALYZING SOLUTIONS EXCAVATION WALL IN THE OFFICE COMPLEX, 25-27 TRUONG DINH, HANOI

Nhu Viet Ha^{1*}, Duong Van Binh¹, Nguyen Khanh²

¹Hanoi University of Mining and Geology

Due to the narrow conditions related to technical and environmental factors, the solution for constructing a high-building basement is a complex issue. From the ability to strongly simulate complex soil-structure interactions, a combination of numerical methods has been used to analyze excavation wall stability solutions. The initial numerical model was established from the ground conditions and the designs of excavation wall on the GEO5 software to preliminarily analyze and select the optimal one base on the analytical method. Results obtained from detailed analysis of selected GEO5 model, using FEM method on Plaxis 2D software. Solutions for the excavation of the office complex 25-27 Truong Dinh analyzed that including the barrette wall structure (36.0 m depth, 0.8 m width) combined with 4 layer shoring system (dimension H 502 x 465 mm) and 8 constructive phases after completed barrete wall. The inspected results for this solution such as displacement and soil pressure are within allowable limits, satisfying the conditions of constructive work stability.

Keywords: Excavation, Numerical Model, GEO5, Plaxis 2D.

Ngày nhận bài: 20/8/2019; Ngày phản biện: 11/9/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.