

DỰ BÁO CHUYỂN VỊ NGANG VÀ BIẾN DẠNG LÚN XUNG QUANH HỐ MÓNG ĐÀO SÂU VỚI GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH TƯỜNG VÂY BARRETTE

Trần Xuân Lợi¹, Trần Văn Vương², Lương Tấn Lực², Nguyễn Hoàng Giang^{3*}

¹Công ty TNHH XD & TM Quảng Trần – Đà Nẵng

² Khoa Xây dựng, Trường Đại học Duy Tân – Đà Nẵng

³ Khoa Địa lý – Địa chất, Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế

*Email: giang.gsp2008@yahoo.com.vn

TÓM TẮT

Mục đích của bài báo này là ứng dụng lý thuyết mô hình nền để tính toán chuyển vị ngang của tường vây barrette và biến dạng lún xung quanh hố móng đào sâu trong quá trình thi công dự án Cao ốc văn phòng Ree Tower - 09 Đoàn Văn Bơ, Quận 4, Tp. Hồ Chí Minh. Kết quả tính toán cho thấy chuyển vị ngang theo mô hình Winkler, Mohr-Coulomb, Soft Soil, Hardening Soil lớn hơn so với quan trắc thực tế lần lượt là 296 %, 134 %; 129 %; 89 %. So với lý thuyết của Peck, kết quả phân tích biến dạng lún xung quanh hố móng từ các mô hình nền Soft Soil, Mohr-Coulomb, Hardening soil (theo phương pháp phần tử hữu hạn) nhỏ hơn lần lượt là: 76 %; 88 % và 92 %. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình Hardening Soil phản ánh tương đối sát với thực tiễn quan trắc hơn, do đó nên sử dụng mô hình này để dự báo chuyển vị ngang, lún đối với hố móng đào sâu với giải pháp ổn định tường vây barrette.

Từ khóa: biến dạng, chuyển vị, độ lún, mô hình nền, tường vây barrette.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ở các đô thị lớn trên thế giới cũng như ở Việt Nam, để tiết kiệm và khai thác triệt để quỹ đất xây dựng, người ta thường sử dụng thêm không gian ngầm (hố móng sâu) để phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau về kinh tế, xã hội, văn hoá, môi trường và thậm chí cả phòng vệ quân sự, v.v... Ngoài tác dụng của tổ hợp tải trọng như kiến trúc cao tầng, dạng công trình này còn phải xét đến các vấn đề liên quan đến hố móng đào sâu mà trong các qui định và tiêu chuẩn hiện hành của nước ta hiện nay chưa được đề cập chi tiết và đầy đủ.

Do tính chất ưu việt của phương pháp phần tử hữu hạn nên hiện nay người ta thường sử dụng chúng thông qua phần mềm Plaxis 2D V8.5 để phân tích ổn định và biến dạng lún nền đất nói chung và công trình có hố móng đào sâu nói riêng. Tuy vậy, việc chọn lựa một mô hình toán học hợp lý, đảm bảo các điều kiện về kinh tế - kỹ thuật cho mỗi loại công trình xây dựng khác nhau

là vấn đề hết sức quan trọng. Do vậy, bài báo sẽ sử dụng các mô hình khác nhau để phân tích biến dạng, từ đó so sánh với kết quả quan trắc để chọn lựa một mô hình tối ưu để dự báo chuyển vị ngang và biến dạng lún cho công trình đang xét.

2. CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở các đặc trưng tải trọng và tài liệu quan trắc thực tế từ công trình Cao ốc văn phòng Ree Tower đã thi công, với giải pháp tường vây barrette ổn định thành hố móng sâu kết hợp công nghệ thi công Top-down. Tập thể tác giả ứng dụng phần mềm Plaxis 2D V8.5 với các mô hình nền khác nhau để mô phỏng và tính toán dự báo chuyển vị, sau đó đối chiếu với số liệu quan trắc để đánh giá và kiến nghị sử dụng mô hình nền phù hợp cho dạng công trình xây dựng nêu trên.

Từ các số liệu thí nghiệm tính chất cơ lý đất trong phòng và hiện trường, tiến hành xác định các thông số đầu vào cho bài toán mô phỏng, phân tích chuyển vị, biến dạng của công trình hố đào sâu cho 4 mô hình nền: Winkler trong Sap2000, Mohr-Coulomb, Soft Soil và Hardening Soil trong Plaxis với các bước tính toán như sau:

- (1) Tính toán áp lực đất, áp lực nước tác dụng lên tường vây theo các giai đoạn thi công;
- (2) Sử dụng Sap2000 V15 để mô phỏng, tính toán chuyển vị, biến dạng của tường vây theo mô hình đàn hồi tuyến tính Winkler;
- (3) Sử dụng Plaxis 2D V8.5 mô phỏng, tính toán chuyển vị, biến dạng của tường vây theo mô hình Mohr-Coulomb, Soft Soil và Hardening Soil;
- (4) So sánh kết quả mô phỏng, tính toán của các mô hình nền khác nhau với kết quả quan trắc thực tế và rút ra nhận xét.

2.1. Cơ sở lý thuyết bài toán thiết kế hố móng đào sâu

Trong tính toán kết cấu chắn giữ, áp lực tác động vào bề mặt tiếp xúc của kết cấu này với thành hố móng được gọi là áp lực đất. Độ lớn và quy luật phân bố của áp lực đất quan hệ mật thiết với hướng và độ lớn chuyển vị ngang, độ cứng và độ cao của kết cấu chắn giữ, và tính chất cơ lý đất.

Trong đó, áp lực đất chủ động và bị động lấy siêu tải bên ngoài hố $q = (10 - 30)$ kPa (Rannkine) [4], [7].

Tải trọng tác động lên tường vây barrete, ngoài áp lực đất còn có áp lực của nước ngầm. Liên quan đến sự thay đổi mùa, khí hậu, độ kín của tường vây barrete trong thời gian thi công hố đào, độ sâu của tường trong đất, phương pháp xử lý thoát nước...

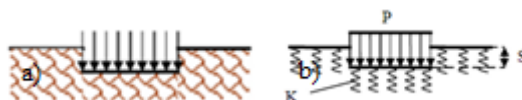
2.2. Các mô hình nền

Các tính toán phân tích trạng thái nền đất đối với công trình hoặc một phần của công trình (móng, tường chắn, hầm, cọc, mái dốc...) luôn cần đến một mô hình đất nền. Thông thường việc tính toán được ngầm định và lựa chọn mô hình một cách máy móc là sử dụng mô hình đàn hồi để dự tính độ lún và Mohr-Coulomb để xác định khả năng chịu tải. Để có thể có những tính toán tin cậy hơn trong địa kỹ thuật, những mô hình có khả năng mô tả ứng xử thực của đất đã được xây dựng theo phương pháp phần tử hữu hạn. Các mô hình nền đang được sử dụng phổ biến hiện nay gồm có:

Mô hình đàn hồi tuyến tính Winkler: Đây là mô hình nền biến dạng cục bộ, nghĩa là, nền chỉ biến dạng tại nơi có tải trọng, khu vực lân cận không bị biến dạng (hình 1a) và nền đất làm việc theo mô hình lò xo (hình 1b). Quan hệ ứng suất - biến dạng của mô hình này được thể hiện dưới dạng biểu thức sau:

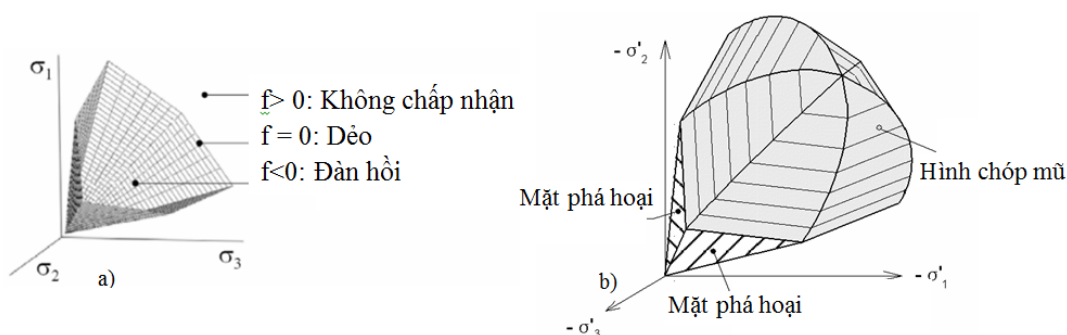
$$P = K_z \cdot S \quad (1)$$

Trong đó: K_z : Hệ số tỷ lệ hay hệ số nền đặc trưng cho độ cứng của nền theo phương thẳng đứng, (T/m³); P là tải trọng tác dụng và S là độ lún của nền đất dưới tải trọng P.



Hình 1. Biến dạng của nền đất theo mô hình Winkler

Mô hình đàn hồi - dẻo Mohr-Coulomb: xem nền đất chỉ làm việc trong giai đoạn đàn hồi với quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là tuyến tính, và tuân theo định luật Hooke. Khi trạng thái của nền đất vượt quá giai đoạn đàn hồi thì xem như đất bị phá hoại hoàn toàn, tức là biến dạng phát triển lớn đến vô cùng trong khi ứng suất không tăng. Trong không gian ứng suất, mặt phá hoại Mohr-Coulomb có dạng như hình 2a:



Hình 2. Mặt bao phá hoại Mohr-Coulomb trong không gian ứng suất (a); Mặt chảy dẻo của mô hình Soft Soil trong không gian ứng suất (b)

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

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

Các thông số đầu vào của mô hình bao gồm: E - Mô đun đàn hồi của vật liệu (kN/m^2) được xác định theo thí nghiệm trong phòng nén 1 trục; ν : hệ số Poisson; φ : góc ma sát trong (độ); c : lực dính kết (kN/m^2) và ψ : góc giãn nở của vật liệu (độ).

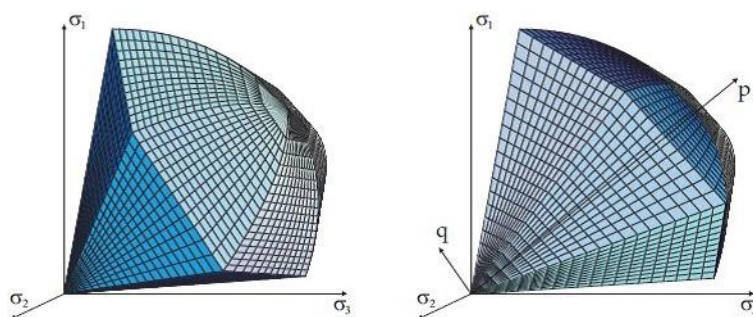
Mô hình Soft Soil (hình 2b): được sử dụng để mô phỏng các loại đất yếu, với hệ số nén lún lớn như: đất loại sét ở trạng thái dẻo chảy - chảy, bùn hữu cơ,... Mô hình này được xây dựng trên cơ sở hai mô hình Mohr-Coulomb và Cam-Clay có hiệu chỉnh với năm thông số chính: λ^* : chỉ số nén hiệu chỉnh được xác định theo công thức (3); κ^* : chỉ số nở hiệu chỉnh được tính theo công thức (4); c : lực dính (kN/m^2); φ : góc ma sát trong (độ); ψ : góc giãn nở (độ). Ngoài ra, còn có ba thông số nâng cao ν_{ur} : hệ số Poisson trường hợp không hoặc chưa gia tải; K_0^{nc} : hệ số áp lực ngang của đất cổ kết thường và M : thông số quan hệ với K_0^{nc} , xác định theo công thức (5).

$$\lambda^* = \frac{C_c}{2,3(1-e)} \quad (3)$$

$$\kappa^* = \frac{2}{2,3} \frac{C_r}{(1+e)} \quad (4)$$

$$M \approx 3 \sqrt{\frac{(1-K_0^{nc})^2}{(1+2K_0^{nc})^2} + \frac{(1-K_0^{nc})(1-2\nu_{ur})\left(\frac{\lambda^*}{\kappa^*} - 1\right)}{(1+2K_0^{nc})(1-2\nu_{ur})\frac{\lambda^*}{\kappa^*} - (1-K_0^{nc})(1+\nu_{ur})}} \quad (5)$$

Mô hình Hardening Soil (hình 3): là mô hình hai mặt dẻo kết hợp gồm mặt dẻo trượt (Shear yield surface) và mặt dẻo hình chóp mũ (Cap yield surface). Trong đó, sự tăng bền phụ thuộc vào cả biến dạng dẻo và biến dạng thể tích. Khác với mô hình đàn hồi dẻo lý tưởng, mặt chảy dẻo của mô hình này không cố định trong không gian ứng suất chính mà nó giãn ra do biến dạng dẻo. Có thể phân thành hai loại tăng bền là tăng bền trượt (shear hardening) và tăng bền nén (Compression hardening). Mặt dẻo trượt sử dụng quy luật chảy dẻo không tích hợp (Non-associated flow rule) và mặt dẻo chóp mũ sử dụng quy luật chảy dẻo tích hợp (Associated flow rule). Các thông số đầu vào của mô hình gồm c : lực dính có hiệu (kN/m^2); φ : góc ma sát trong (độ); ψ : góc giãn nở (độ); E_{50}^{ref} : độ cứng cát tuyến trong thí nghiệm ba trục (kN/m^2); E_{oed}^{ref} : độ cứng tiếp tuyến trong thí nghiệm oedometer (kN/m^2); m : số mũ biểu thị quan hệ ứng suất - độ cứng; E_{ur}^{ref} : độ cứng dãn (hay gia) tải (kN/m^2) (mặc định $E_{ur}^{ref} = 3 E_{50}^{ref}$); p^{ref} : ứng suất chọn để tính độ cứng, mặc định $p^{ref} = 100$ đơn vị ứng suất (kN/m^2); K_0^{nc} : hệ số trong nén cổ kết thường (mặc định $K_0^{nc} = 1 - \sin\varphi$); R_f : tỷ số phá hoại q_f/q_a (mặc định $R_f = 0,9$); $\sigma_{tension}$: cường độ chịu kéo, mặc định $\sigma_{tension} = 0$ đơn vị ứng suất (kN/m^2); $c_{increment}$: như trong mô hình Mohr-Coulomb, mặc định $c_{increment} = 0$ (kN/m^2). Các thông số có thể được sử dụng thay thế cho các thông số cơ bản độ cứng của (alternatives) gồm C_c : chỉ số nén; C_s : chỉ số nở; e_{init} : hệ số rỗng ban đầu.



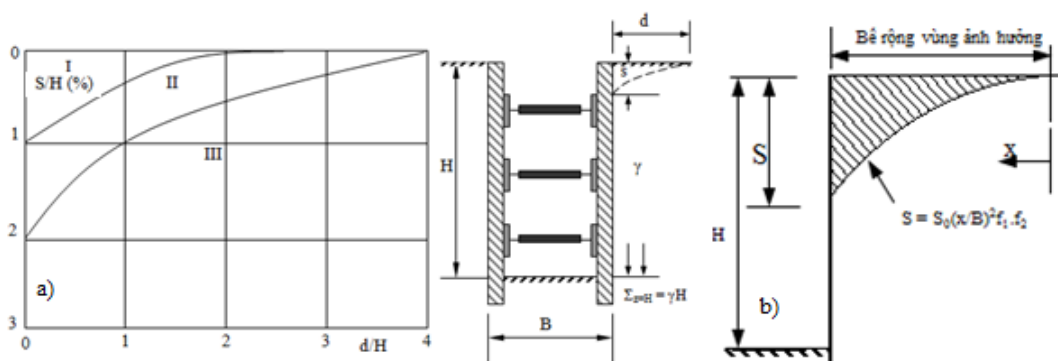
Hình 3. Các mặt chảy dẻo của mô hình Hardening Soil

2.3. Phương pháp tính toán biến dạng nền xung quanh hố đào sâu của công trình [7]

Hiện nay, trên thế giới có nhiều phương pháp dự báo, đánh giá ổn định khi thi công hố đào của các tác giả như: Peck, Bauer, Clough, Mana, Caspe... Đối với nghiên cứu này, chúng tôi giới thiệu hai phương pháp lý thuyết và lựa chọn phương pháp của Peck để tính toán và so sánh với kết quả mô phỏng bằng phần mềm Plaxis.

Phương pháp kinh nghiệm của Peck (1969): Peck đã đưa ra giản đồ xác định độ lún bề mặt đất xung quanh hố đào gồm 3 vùng như hình 4a. Trong đó, Vùng I - Đất loại sét dẻo cứng đến cứng ($C_u > 30\text{kPa}$); Vùng II - Đất loại sét dẻo mềm đến chảy ($C_u < 30\text{kPa}$); Vùng III - Đất loại sét dẻo mềm đến dẻo chảy ở độ sâu dưới đáy hố móng.

Quá trình thi công hố móng đào sâu thường gây ra sự thay đổi trạng thái ứng suất trong nền đất, dẫn đến hiện tượng lún sụt ở bề mặt xung quanh hố đào. Trên biểu đồ thể hiện khoảng cách từ hố móng đến nơi xảy ra độ lún và dễ dàng nhận thấy độ lún trong đất loại sét dẻo mềm đến chảy lớn hơn trong đất loại sét dẻo cứng đến cứng.



Hình 4. Giản đồ xác định độ lún bề mặt đất xung quanh hố đào (theo Peck, 1969)(a); Độ lún của đất xung quanh tường theo phương pháp Bauer (1984)(b)

Phương pháp bán kinh nghiệm của Bauer (1984): Kết quả nghiên cứu cho hố móng đào sâu trong đất loại cát của Bauer cho thấy các số liệu tính toán lún khá phù hợp với các chuyên dịch quan trắc ở hiện trường (hình 4b). Trong đó, bề rộng ảnh hưởng của hố móng B xác định theo công thức:

$$B = 1,5H \tan(45^\circ - \varphi/2) \quad (6)$$

Độ lún bề mặt đất tại điểm x trong vùng ảnh hưởng B được xác định theo (7):

$$S = S_0 \left(\frac{x}{B} \right)^2 f_1 \cdot f_2 \quad (7)$$

Biến đổi của hệ số lún theo trạng thái của nền đất loại cát xác định theo (8):

$$r_0 = \frac{2 - (2D_r)^{1/2}}{100} \quad (8)$$

Trong đó, H: độ sâu hố móng; φ : góc nội ma sát của cát; D_r : độ chặt tương đối của cát ở trạng thái khô; f_1, f_2 : hệ số kể đến công nghệ và mức độ khó khăn khi thi công; $S_0 = r_0 \cdot H$: độ lún của đất tại sát tường cừ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các đặc trưng kỹ thuật của công trình và cấu trúc nền đất

Cao ốc văn phòng Ree Tower với qui mô 3 tầng hầm (sử dụng để xe và phòng kỹ thuật), cao 21 tầng. Các tầng hầm được thiết kế thi công theo phương pháp Semi Top-Down. Hệ chống tường vây barrette giữ đào đất là tường vây (diaphragm wall) dày 800mm, với chiều sâu của tường vây từ 25m đến 30m so với mặt đất. Đáy hố móng sâu nhất tại vị trí thiết kế thang máy là 15,8 m. Hệ chống là sàn bê tông cốt thép, thép hình H350x350x12x19 và thanh đỡ H300x200x8x12 [3].

Cấu trúc nền đất theo báo cáo khảo sát ĐCCT [8] tại khu vực được khái quát như dưới đây:

- Lớp đất đắp bề dày trung bình 0,7 mét
- Lớp 1: Lớp bùn sét, trạng thái dẻo chảy, bề dày trung bình 11,3 mét
- Lớp 2: Cát pha trạng thái chảy, bề dày trung bình 24,36 mét
- Lớp 3: Sét pha trạng thái dẻo cứng, chiều dày chưa xác định.

Bảng 1. Giá trị tính chất cơ lý của các lớp đất sử dụng trong tính toán

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp đất đắp	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
Dung trọng tự nhiên	$\gamma_{(unsat)}$	kN/m ³	16,00	13,72	15,10	16,40
Dung trọng bão hòa	$\gamma_{(sat)}$	kN/m ³	19,50	15,20	19,10	19,50
Hệ số thấm	$K_x = K_y$	m/ngày	1,20	0,002	0,05	0,002
Lực dính	c	kN/m ²	5,00	18,80	14,50	50,20
Góc nội ma sát	φ	độ	10,00	8,58	12,00	17,38
Góc giãn nở	ψ	độ	0,00	0,00	0,00	0,00
Chiều dày lớp đất	h	m	0,70	11,30	24,36	∞

3.2. Tính toán chuyển vị và biến dạng của công trình hố móng đào sâu nghiên cứu

Hố đào sâu công trình nghiên cứu được thi công theo 18 giai đoạn, tuy vậy trong bài báo này chúng tôi chỉ phân tích giai đoạn 3 (giai đoạn đào đất xuống độ sâu -3,10m). Kết quả tính toán áp lực đất tác dụng lên tường vây barrette sau khi thi công sàn trệt được trình bày trên bảng 2. Sau đó, tiến hành phân tích chuyển vị ngang của tường vây barrette và biến dạng nền xung quanh hố móng đào sâu theo các mô hình khác nhau được trình bày trên bảng 3, 4, 5, 6, 7 [9,10].

Bảng 2. Áp lực đất tác dụng lên tường vây barrette sau khi thi công sàn trệt

Lớp	h_i (m)	z (m)	γ_i (kN/m ³)	c_i (kPa)	ϕ_i (độ)	K_a -	P_a trên (kPa)	P_a dưới (kPa)
Đất đắp (trên MNN)	0,5	0,5	16,0	5,0	10°00'00''	0,704	12,72	18,36
Đất đắp (dưới MNN)	0,2	0,7	19,5	5,0	10°00'00''	0,704	18,36	22,33
1 (dưới MNN)	0,8	1,5	15,2	18,8	08°34'48''	0,740	22,33	6,72
1 (dưới MNN)	10,5	12	15,2	18,8	08°34'48''	0,740	6,72	124,83
2 (dưới MNN)	18,0	30,0	19,1	14,5	12°00'00''	0,655	124,83	394,9

Ghi chú: K_a : hệ số áp lực đất chủ động, P_a : cường độ áp lực đất chủ động

Bảng 3. Chuyển vị ngang của tường vây barrette theo mô hình Winkler

z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)
0,0	0,03365	4,4	0,01979	8,6	0,006900	13,2	0,00127
0,7	0,03146	4,7	0,01882	9,6	0,004560	14,0	0,00112
1,4	0,02927	5,4	0,01655	11,2	0,002770	14,5	0,00000
2,2	0,02677	6,4	0,01334	11,4	0,001804		
3,1	0,02394	7,5	0,00996	12,0	0,001370		
3,75	0,02188	7,7	0,00937	12,6	0,001190		

Bảng 4. Chuyển vị ngang của tường vây barrette theo mô hình Mohr-Coulomb

z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)	z (m)	Chuyển vị ngang (x) (m)
0,00	0,0199	4,40	0,0118	7,600	0,0067	11,20	0,0024
0,35	0,0193	4,40	0,0118	7,700	0,0066	11,60	0,0020
0,70	0,0186	4,55	0,0116	7,700	0,0066	12,00	0,0017
0,70	0,0186	4,70	0,0113	8,175	0,0059	12,00	0,0017
1,30	0,0175	4,70	0,0113	8,650	0,0053	12,20	0,0015
1,90	0,0164	5,40	0,0101	8,650	0,0053	12,40	0,0014
1,90	0,0164	6,10	0,0090	9,125	0,0047	12,80	0,0011
2,50	0,0152	6,10	0,0090	9,600	0,0041	13,20	0,0008
3,10	0,0141	6,80	0,0079	9,600	0,0041	13,20	0,0008
3,10	0,0141	7,50	0,0069	10,400	0,0032	13,85	0,0004
3,75	0,0130	7,50	0,0069	11,200	0,0024	14,50	0,0000

Bảng 5. Chuyển vị ngang của tường vây barrette theo mô hình Soft Soil

z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0,00	0,01949	4,40	0,01264	7,600	0,00773	11,20	0,00281
0,35	0,01895	4,40	0,01264	7,700	0,00758	11,60	0,00236
0,70	0,0184	4,55	0,01241	7,700	0,00758	12,00	0,00194
0,70	0,0184	4,70	0,01218	8,175	0,006870	12,00	0,001940
1,30	0,01747	4,70	0,01218	8,650	0,00618	12,20	0,00174
1,90	0,01653	5,40	0,01110	8,650	0,00618	12,40	0,00155
1,90	0,01653	6,10	0,01002	9,125	0,00550	12,80	0,00119
2,50	0,0156	6,10	0,01002	9,600	0,00484	13,20	0,00086
3,10	0,01466	6,80	0,00895	9,600	0,00448	13,20	0,00086
3,10	0,01466	7,50	0,00788	10,400	0,00378	13,85	0,00039
3,75	0,01365	7,50	0,00788	11,200	0,00281	14,50	0,00000

Bảng 6. Chuyển vị ngang của tường vây barrette theo mô hình Hardening Soil

z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)	z	Chuyển vị ngang (x)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0,000	0,0161	4,400	0,0100	7,600	0,0062	11,200	0,0024
0,350	0,0156	4,400	0,0100	7,700	0,0061	11,600	0,0021
0,700	0,0151	4,550	0,0099	7,700	0,0061	12,000	0,0017
0,700	0,0151	4,700	0,0097	8,175	0,0056	12,000	0,0017
1,300	0,0143	4,700	0,0097	8,650	0,0050	12,200	0,0016
1,900	0,0134	5,400	0,0088	8,650	0,0050	12,400	0,0014
1,900	0,0134	6,100	0,0079	9,125	0,0045	12,800	0,0011
2,500	0,0126	6,100	0,0079	9,600	0,0040	13,200	0,0008
3,100	0,0118	6,800	0,0071	9,600	0,0040	13,200	0,0008
3,100	0,0118	7,500	0,0063	10,400	0,0032	13,850	0,0004
3,750	0,0109	7,500	0,0063	11,200	0,0024	14,500	0,0000

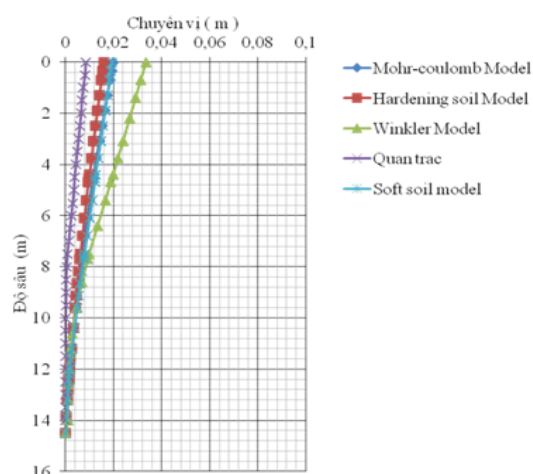
Kết quả tính toán biến dạng nền xung quanh hố đào sâu cao ốc Ree Tower theo Peck (1969) giai đoạn bất lợi nhất (giai đoạn đào đất lần 4 ở độ sâu -11,2m) được thể hiện trên bảng 7.

Bảng 7. Các giá trị tính lún bề mặt của hố móng theo giai đoạn đào đất lần 4 (độ sâu -11,2m)

Khoảng cách điểm lún tới thành hố móng d_i , m	Giá trị d_i/H	Giá trị S_i/H	Giá trị lún bề mặt S_i , m
0,0	0,0	2,000	0,224
11,2	1,0	1,000	0,112
22,4	2,0	0,500	0,056
33,6	3,0	0,250	0,028
44,8	4,0	0,000	0,000

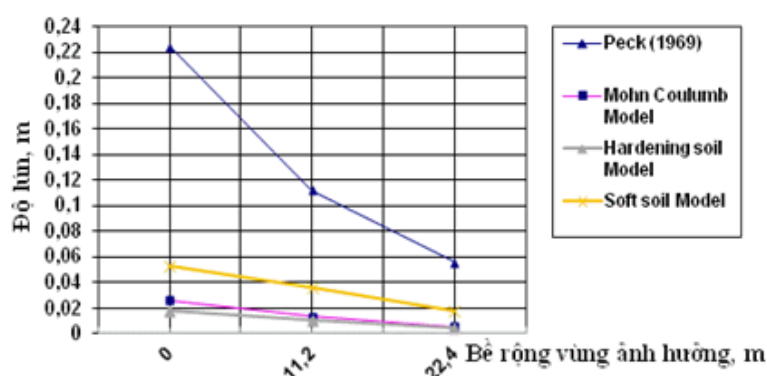
Trên cơ sở so sánh chuyển vị ngang của của tường vây barrette theo các mô hình nền khác nhau (bảng 3, 4, 5, 6) ở giai đoạn 3 (đào đất lần 1, độ sâu -3,10m) thể hiện ở hình 5 cho thấy: chuyển vị ngang tính toán bằng mô hình Winkler, Mohr-Coulomb, Soft Soil, Hardening Soil lớn hơn so với số liệu quan trắc thực tế lần lượt là 296 %, 134% , 129% , 89% và số liệu

chuyển vị ngang nhận được. Ngoài ra, theo mô hình Hardening Soil cho kết quả phù hợp và chênh lệch bé nhất so với số liệu quan trắc thực tế.



Hình 5. Biểu đồ so sánh chuyển vị ngang giữa các mô hình ở giai đoạn 3 (đào đất lần 1, độ sâu -3,10m) tại công trình nghiên cứu

Số liệu so sánh biến dạng nền xung quanh hố móng theo Peck (1969) và theo phương pháp phần tử hữu hạn từ các mô hình nền thể hiện ở hình 6 cho thấy: độ lún của nền xung quanh hố móng đạt giá trị lớn nhất ngay tại vị trí tiếp giáp với tường vây barrette. Đồng thời, các giá trị biến dạng lún tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn có trị số nhỏ hơn rất nhiều so với lý thuyết của Peck. Cụ thể, các mô hình nền Soft Soil, Mohr-Coulomb, Hardening Soil có biến dạng lún nhỏ hơn so với lý thuyết Peck lần lượt là: 76%, 88% và 92%, trong đó mô hình Hardening Soil cho kết quả gần với kết quả quan trắc thực tế nhất. Do vậy, nên sử dụng mô hình nền Hardening Soil để phân tích, tính toán biến dạng nền xung quanh hố móng. Ngoài ra, mô hình này còn có ưu điểm vượt trội là xét đến độ cứng gia tải và dỡ tải, rất phù hợp với sự thay đổi các tính chất cơ lý của đất theo các giai đoạn thi công.



Hình 6. Biểu đồ so sánh kết quả tính toán độ lún bề mặt của hố móng sâu theo Peck (1969) và phương pháp phần tử hữu hạn

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả mô phỏng, phân tích chuyển vị ngang và biến dạng lún của công trình hố đào sâu Ree Tower theo các mô hình nền khác nhau có thể đi đến các kết luận và kiến nghị như dưới đây:

- Chuyển vị ngang tính toán bằng mô hình Winkler, Mohr-Coulomb, Soft Soil, Hardening Soil lớn hơn so với kết quả quan trắc thực tế là 296 %, 134% , 129% và 89%.

- So với lý thuyết của Peck, kết quả phân tích biến dạng nền xung quanh hố móng đào sâu theo phương pháp phần tử hữu hạn qua các mô hình nền Soft Soil, Mohr-Coulomb, Hardening Soil nhỏ hơn 76%, 88% và 92%.

- Số liệu chuyển vị ngang của tường vây barrette và biến dạng nền xung quanh hố móng khi phân tích theo mô hình Hardening Soil cho kết quả gần sát với số liệu quan trắc thực tế là vì mô hình này có xem xét độ cứng gia tải và dỡ tải nên hoàn toàn phù hợp với sự thay đổi các thông số của đất theo các giai đoạn thi công.

- Việc chọn lựa mô hình nền Hardening Soil là phù hợp trong tính toán dự báo chuyển vị ngang của tường vây barrette và biến dạng lún xung quanh hố móng đào sâu sẽ mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao và đảm bảo ổn định lâu dài cho công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Ngọc Đông, *Phân tích đánh giá kết quả quan trắc độ lún công trình*. Hà Nội: Tạp chí KHCN Xây dựng số 1/2009, 2009.
- [2]. Trần Ngọc Đông, *Tính toán và phân tích, đánh giá thông số chuyển vị ngang công trình*. Hà Nội: Tạp chí KHCN Xây dựng số 2/2011, ISSN 1859-1566, 2011.
- [3]. Phạm Minh Hà, Đặng Tuyết Ngọc, *Thiết kế khung thép nhà công nghiệp 1 tầng 1 nhịp*. Hà Nội: NXB Xây dựng Hà Nội, 2009.
- [4]. Nguyễn Bá Kế, *Thiết kế và thi công hố đào sâu*. Hà Nội: NXB Xây dựng Hà Nội, 2002.
- [5]. Nguyễn Văn Quảng, *Chỉ dẫn thiết kế và thi công cọc barrette, tường trong đất và neo trong đất*. Hà Nội: Bộ Xây Dựng - Đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ RD.18.01, NXB Xây dựng, 2010.
- [6]. Ngô Đức Trung và Võ Phán, *Dự án Nhiêu Lộc - Thị Nghè*. TP. Hồ Chí Minh: Đại Học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, 28/6/2011.
- [7]. Nguyễn Uyên, *Thiết kế và xử lý hố móng*. Hà Nội: NXB Xây dựng Hà Nội, 2005.
- [8]. Báo cáo khảo sát địa hình, địa chất công trình và báo cáo thủy văn công trình “Dự án Ree Tower”, Công ty CP XD Kiên Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, 2009.
- [9]. Plaxis 2D V8.5, Tutorial Manual.
- [10]. Sap 2000 V15, Tutorial Manual.

PREDICTING THE SETTLEMENT AND SIDEWAY DISPLACEMENT OF DEEP EXCAVATION FOUNDATION WITH BARRETTE RETAINING WALL

Tran Xuan Loi¹, Tran Van Vuong², Luong Tan Luc², Nguyen Hoang Giang^{3*}

¹ Quang Tran Construction & Trading Company, Ltd – Danang City

² Faculty of Construction, Duy Tan University – Danang City

³ Department of Geography and Geology, Hue University College of Sciences

*Email: giang.gsp2008@yahoo.com.vn

ABSTRACT

The target of this paper is to apply the calculating method on sideway displacement of barrette retaining wall and deformation of deep excavation foundation in construction stages of Ree Tower High Building Project- 09 Doan Van Bo Street, District 4, Ho Chi Minh City. The research results showed that the sideway displacement calculated by Winkler, Mohr-Coulomb, Soft Soil, Hardening Soil, models were greater than actual monitoring 296 %, 134 %, 129% and 89% alternately. Deformation analysis results of wall belongs to Soft Soil, Mohr-Coulomb and Hardening Soil models were less than Peck theory 76 %; 88 % and 92, respectively. Based on mentioned results, we propose to use Hardening Soil model to predict the sideway displacement of retaining wall and the deformation of deep excavation foundation with barrette retaining wall.

Keywords: barrette retaining wall deformation, displacement, settlement, soil model.