

**PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CỨNG TƯỜNG GIA CƯỜNG ĐẾN
CHUYỂN VỊ VÀ NỘI LỰC CỦA HỆ TƯỜNG VÂY THAY ĐỔI ĐỘ CỨNG
TRONG KẾT CẤU ỔN ĐỊNH Hố ĐÀO SÂU**

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF REINFORCED WALL STIFFNESS TO THE
DISPLACEMENT AND INTERNAL FORCE OF REINFORCED WALL SYSTEM
IN STABILING STRUCTURES OF DEEP EXCAVATIONS**

Lê Phương

Khoa xây dựng - Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Tóm tắt: Để giải quyết các vấn đề chuyển vị ngang của tường vây trong kết cấu ổn định hố đào sâu là việc rất quan trọng trong công tác thi công hố đào, tác giả đã nghiên cứu áp dụng một giải pháp giúp giảm chuyển vị ngang của tường vây đó là bố trí “Tường gia cường trong hệ tường vây”. Trong bài báo này tác giả trình bày phân tích, đánh giá kết quả chuyển vị ngang của tường gia cường trong hệ tường vây dùng Phần mềm Plaxis 3D Foundation sử dụng mô hình đất nền Hardening Soil, so sánh với dữ liệu quan trắc thực tế của công trình. Từ đó kiến nghị đề xuất lựa chọn mô hình đất nền hợp lý, thông số địa chất, lựa chọn kích thước tường gia cường phù hợp cho những công trình có địa chất tương tự ở khu vực Thành Phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: Barrette, tường vây, tường gia cường, chuyển vị ngang tường vây, Plaxis

Abstract

The most important in the construction excavation work is solving the problem of horizontal displacement of diaphragm wall structure in deep excavation stability, study authors have applied a solution to help reduce displacement diaphragm wall that is “reinforcing wall into diaphragm wall system”. In this paper (report), the author presents the analysis, evaluation of the result of the horizontal displacement reinforcing wall into diaphragm wall system with support Plaxis 3D Foundation land use Hardening Soil model, comparison with obtained result with monitored measurements. And then, selected proposals put forth reasonable ground modeling, geological parameters, choice of sizes suitable for wall reinforcement works with similar geological areas in Ho Chi Minh City.

Keywords: Barrette, diaphragm walls, reinforced wall, diaphragm wall horizontal displacement, Plaxis

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, nhu cầu về việc sử dụng không gian ngầm như tầng hầm kỹ thuật hoặc dịch vụ dưới các nhà cao tầng, bãi đậu xe ngầm, hệ thống giao thông ngầm, hệ thống xử lý nước thải..., ngày càng gia tăng trong các khu đô thị. Hồ đào sâu được sử dụng để giải quyết các vấn đề trên. Những công trình này ngoài chịu những tác động của tải sử dụng còn chịu sự tác động của môi trường xung quanh không chỉ ở giai đoạn sử dụng mà còn ở giai đoạn thi công: có thể gây ảnh hưởng xấu như lún, nứt hay hư hỏng kết cấu hoặc có thể gây mất an toàn trong thi công, làm ảnh hưởng chất lượng, tiến độ thi công công trình.

Việc lựa chọn kỹ thuật xây dựng tùy thuộc vào từng đặc điểm cụ thể của công trình. Giải pháp giúp an toàn cho hồ đào sâu đó là giảm chuyển vị ngang cho tường, thường được sử dụng là tường vây có chiều dày rất lớn, sẽ gây nên việc tốn kém về mặt chi phí xây dựng. Một giải pháp vừa đáp ứng được yêu cầu về chuyển vị ngang của tường vây vừa mang tính kinh tế đó là “Tường gia cường trong hệ tường vây”

Bài báo này nghiên cứu trong phạm vi phân tích ảnh hưởng của độ cứng tường gia cường đến chuyển vị ngang và nội lực của hệ tường vây thay đổi độ cứng trong kết cấu ổn định hồ đào sâu bằng mô hình đất nền *Hardening Soil* tại công trình **Khách sạn Pullman SaiGon Center** nằm tại số 148 Trần Hưng Đạo, Phường Bến Nghé, Quận 1, Thành Phố Hồ Chí Minh. Thông qua việc so sánh kết quả mô hình *Hardening Soil* với các dữ liệu quan trắc để có thể dự đoán cho công tác thiết kế an toàn mang lại nhiều hiệu quả hơn cho các công trình.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Lý thuyết về các mô hình ứng xử đất nền trong Plaxis

2.1.1. Mô hình *Hardening Soil*

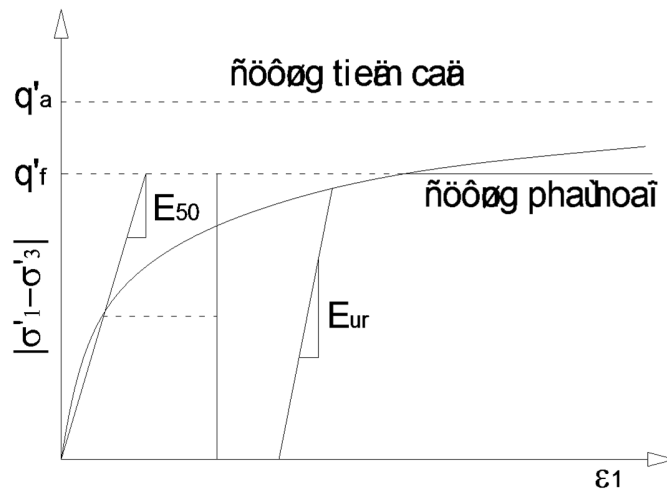
Mô hình *Hardening Soil*, xác định các chỉ số c , γ_{sat} , γ_{unsat} , k_x , k_y lấy từ số liệu thí nghiệm và hồ sơ khảo sát địa chất.

E_{oed}^{ref} và E_{ur}^{ref} xác định từ thí nghiệm nén cố kết.

E_{50}^{ref} xác định từ thí nghiệm nén 3 trục mô hình CD, tuy nhiên chỉ có kết quả nén 3 trục với mô hình CU nên ta tính chuyển đổi theo công thức:

$$E_{50CD}^{ref} = \frac{2(1 + \nu)}{3} E_{50CU}^{ref} \text{ tại } p^{ref} = 100 \text{ kN/m}^2. \text{ Theo giá trị trung bình của các loại đất khác nhau}$$

thì: $E_{ur}^{ref} \simeq 3 E_{50}^{ref}$ nên ta lấy E_{ur}^{ref} denning Soil.



Hình 2.1: Quan hệ ứng suất biến dạng Hyperbol.

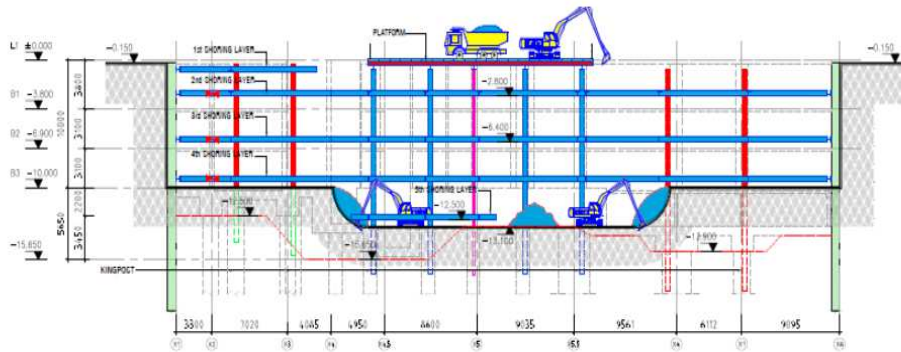
2.2. Phân tích, tính toán công trình thực tế

2.2.1. Tổng quan công trình

Công trình **Khách sạn Pullman SaiGon Center** nằm tại số 148 Trần Hưng Đạo, Phường Bến Nghé, Quận 1, Thành Phố Hồ Chí Minh.

Công trình gồm 3 tầng hầm với tổng độ sâu đào trung bình là -12.6m, hố đào sâu nhất là -15.6m (vị trí đáy hố pít thang máy) so với mặt đất tự nhiên được sử dụng làm hầm để xe, phòng kỹ thuật.

Tầng hầm được thiết kế thi công theo phương pháp Bottom - up. Cao độ sàn tầng trệt là 0.0m, cao độ sàn hầm 1 là -3.3m, cao độ sàn hầm 2 là -6.9m, cao độ sàn hầm 3 là -9.3m, cao độ đáy móng là -12.5m (đối với khu vực đáy hố pít thang máy là -15.6m).



Hình 2.3: Mặt cắt phần ngầm công trình thực tế

2.2.2. Thông số mô hình

Bảng 2.1: Các chỉ tiêu cơ lý của đất

Tên lớp đất		Đất đắp	1	2	3	4
Độ sâu	m	0-1.1	1.1-3.0	3.0-7.0	7-15	15.0-29.0
Ứng xử		Drained	UnDrained	Drained	Drained	Drained
γ_{unsat}	KN/m ³	22	15.5	20.2	20.9	20.6
γ_{sat}	KN/m ³	22	15.8	20.6	21.3	21
$k_x=k_y=k_z$	m/day	0.5	1.05E-5	3.450E-5	1	5.79E-05
c'	KN/m ²	1	1.12	1	1.11	4.0
ϕ'	độ	22	22	30	31.0	34.9
ψ	độ	-	-	-	1	4.9
<hr/>						
Tên lớp đất		5	6	7	8	
Độ sâu	m	29.0-43.0	43-46.8	46.8-55.5	55.5-78.5	
Ứng xử		Drained	Drained	UnDrained	Drained	
γ_{unsat}	KN/m ³	20.3	20.8	19.7	20.3	
γ_{sat}	KN/m ³	21.1	21.1	19.9	20.6	
$k_x=k_y=k_z$	m/day	4.94E-05	3.88E-05	1.96E-05	1.46E-05	
c'	kN/m ²	11.2	19.0	25.0	12.0	
ϕ'	độ	31.4	25.68	30.1	28.3	
ψ	độ	1.4	-	0.1	-	

Bảng 2.2: Tường vây

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Chiều dày (d)	mm	600, 800, 1200
γ	kN/m^3	25
E1	kN/m^2	3.25E+07
E2	kN/m^2	3.25E+07
ν 12	-	0.2
G12	kN/m^2	1.355E+07
G13	kN/m^2	1.355E+07
G23	kN/m^2	1.355E+07

Bảng 2.3: Thanh chống

Thông số	Đơn vị	Thanh chống ngang và Kingpost	
		H350	H400
A	m^2	0.017	0.022
γ	kN/m^3	78.5	78.5
E	kN/m^2	2.100E+08	2.100E+08
I_2	kN/m^2	0.000136	0.000224
I_3	kN/m^2	0.000403	0.000666
ν	-	0.3	0.3

Trong quá trình thi công có tải của máy thi công, vật liệu thi công nên phụ tải được lấy là 5kN/m^2 . Mực nước ngầm cách mặt đất -4.3m .

2.2.3. Trình tự thi công

- Phase 1: Thi công tường vây, cọc Barrette, dầm tường
- Phase 2: Thi công cột chống Kingpost
- Phase 3: Đào đất đến độ sâu -1.1m
- Phase 4: Lắp hệ chống lớp 1 (-1.1m) tại khu vực giáp nhà dân.
- Phase 5: Đào đất đến độ sâu -3.3m
- Phase 6: Lắp hệ chống lớp 2 (-3.3m), hạ mực nước ngầm -6.9m
- Phase 7: Đào đất đến độ sâu -6.9m
- Phase 8: Lắp hệ chống lớp 3 (-6.9m), hạ mực nước ngầm -9.3m
- Phase 9: Đào đất đến độ sâu -9.3m
- Phase 10: Lắp hệ chống lớp 4 (-9.3m), hạ mực nước ngầm -12.5m
- Phase 11: Đào đất đến độ sâu -12.5m
- Phase 12: Lắp hệ chống lớp 5 khu vực hồ thang máy (-12.5m), hạ mực nước ngầm -15.6m
- Phase 13: Đào đất đến độ sâu -15.6m .

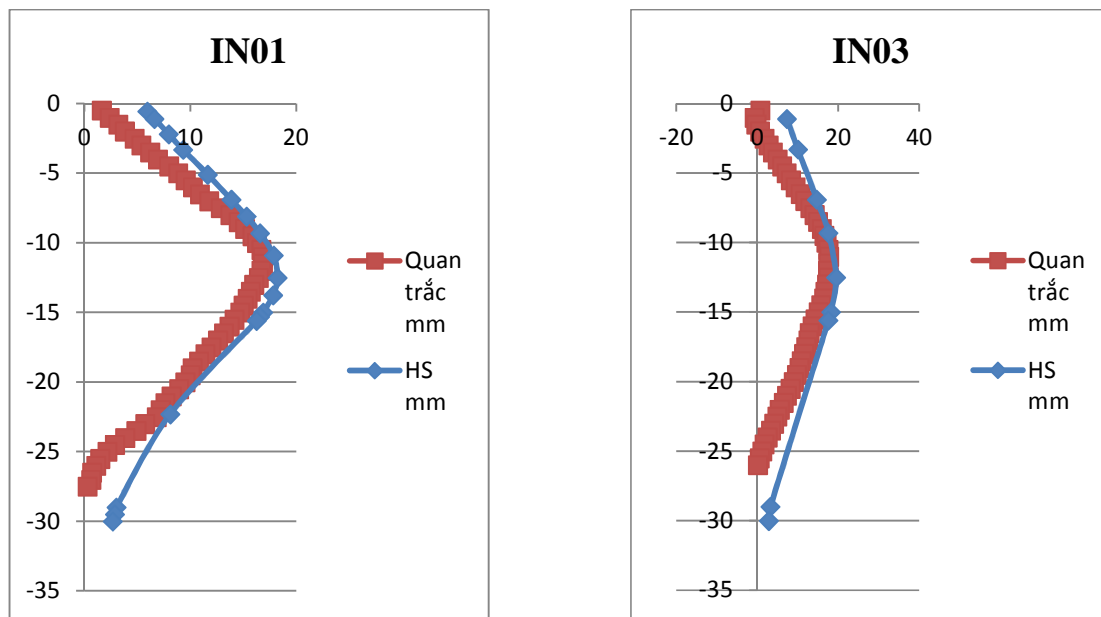
2.3. Kết quả mô hình ứng xử đất nền so sánh với kết quả Quan trắc

2.3.1. Mô hình Hardening Soil

Bảng 2.4: Tên và trạng thái các lớp đất

Lớp	Mô tả	Chiều dày (m)	N _{SPT}
0	Lớp đất đắp: Bê tông, cát, đá	0.0-1.1	0
1	Sét béo, xám nâu, chảy (CH)	1.1-3.0	0
2	Cát sét, nâu đỏ, chặt vừa (SC)	3.0-7.0	11
3	Cát bụi, màu vàng, chặt vừa (SM-SP)	7.0-15.0	17
4	Cát sét, cát bụi, hồng vàng, chặt vừa (SC-SM)	15.0-29.0	18
5	Cát bụi, , hồng vàng nâu, chặt vừa (SM-SP-SW)	29.0-43.0	21
6	Cát sét, cát bụi, màu vàng, chặt vừa (SC-SM)	43.0-46.8	23
7	Sét béo, sét gầy, nâu-nâu vàng, nửa cứng -cứng (CH-CL)	46.8-55.5	26
8	Cát sét, cát bụi, xám- xám xanh, chặt vừa- chặt (SC-SM)	55.5-80.0	38

Đối với đất nền loại cát, chỉ số N_{SPT} ảnh hưởng rất lớn đến khả năng biến dạng của nền đất nên mô đun biến dạng E của đất có thể được lấy tương quan theo chỉ số N_{SPT}. Thông số $E_{\text{ocd}}^{\text{ref}} = 1000-1500N$ (với N là chỉ số SPT) [2] “Plaxis advanced course on Computational Geotechnics Singapore” được tác giả chọn cho các lớp đất từ lớp 2 đến lớp 8.



Hình 2.3: Biểu đồ chuyển vị ngang mô hình Hardening Soil với Quan trắc tại IN01, IN03

Bảng 2.5: So sánh chênh lệch % HS-QT tại IN01

Độ sâu m	HS mm	Quan trắc mm	%

Bảng 2.6: So sánh chênh lệch % HS-QT tại IN03

Độ sâu m	HS mm	Quan trắc mm	%

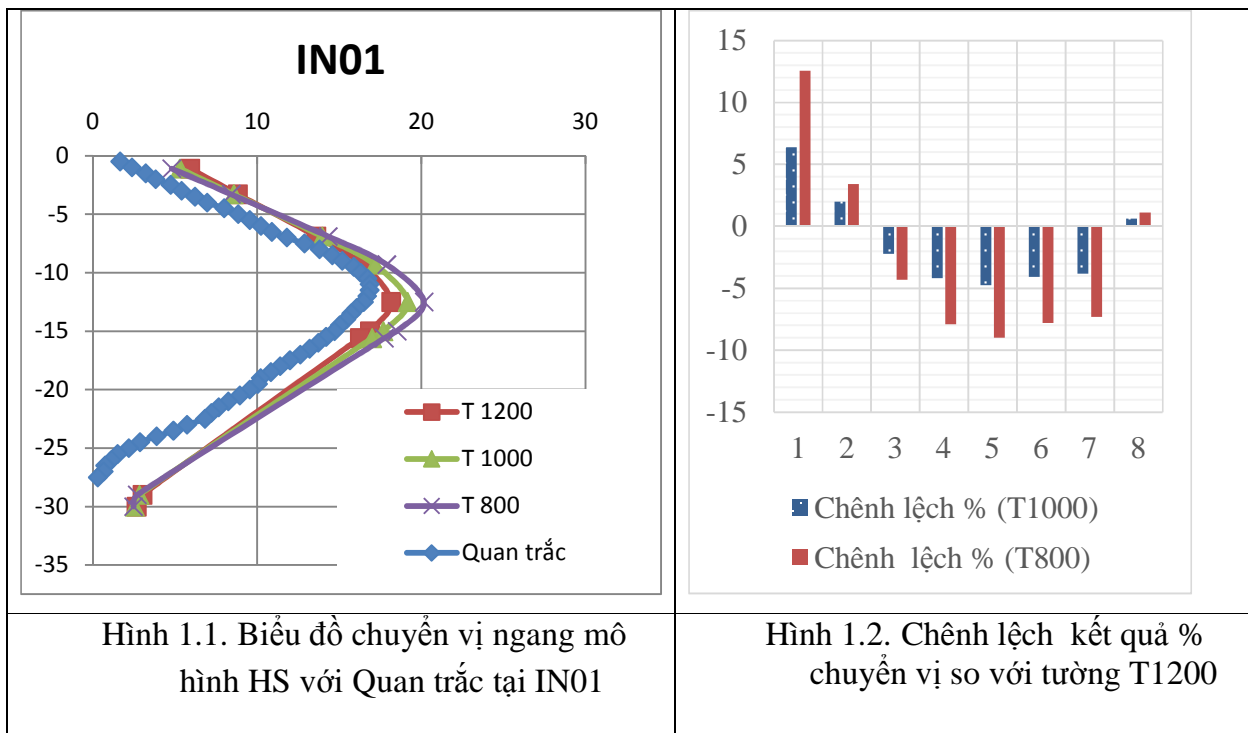
-1.10	6.63	2.37	64.26
-3.30	9.32	5.39	42.16
-6.90	13.88	11.80	14.97
-9.30	16.60	15.88	4.34
-12.50	18.25	16.49	9.65
-15.60	16.28	14.19	12.87
-29.00	3.03	0.65	78.53
-30.00	2.68	0.29	89.24

-1.10	7.32	-0.74	110.08
-3.30	10.03	3.81	61.98
-6.90	14.70	11.80	19.72
-9.30	17.56	16.56	5.70
-12.50	19.45	17.55	9.77
-15.60	17.56	14.40	18.01
-29.00	3.23	0.61	81.04
-30.00	2.85	0.15	94.73

Nhận xét: Kết quả chênh lệch mô hình so với quan trắc tại vị trí IN01 và IN03 ở đỉnh tường độ sâu -1.1m là 64.26% và 110%; tại bụng tường 12.87% và 18.01%; tại chân tường ở độ sâu -30m là 89.24% và 94%. Mô hình Hardening Soil (HS) cho kết quả gần đúng với kết quả quan trắc nên có thể sử dụng để làm bài toán thiết kế cho công trình thực tế.

2.4. Đánh giá được mức độ ảnh hưởng của độ cứng tường gia cường đến chuyển vị ngang của hệ tường vây thay đổi độ cứng.

Thay đổi chiều dày $d=1200\text{mm}$ của tường tầng hầm bằng tường có chiều dày lần lượt $d=1000\text{mm}$ và $d= 800\text{mm}$ công trình.



- Việc thay đổi độ cứng của tường tầng hầm cường độ không ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị ngang của hệ tường, sai số chênh lệch giữa tường dày 1m và 0.8m với tường thực tế 1.2m lần lượt là 4.8 và 9%.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.1. Kết luận: Sau khi hoàn thành công việc phân tích, tính toán của đề tài, tác giả rút ra những kết luận như sau :

- Sử dụng mô hình Hardening Soil cho kết quả chuyển vị lớn so với giá trị quan trắc thực tế, đảm bảo phù hợp với thiết kế và an toàn khi sử dụng công trình: sai lệch giữa mô hình phân tích và kết quả quan trắc là 9.26% giá trị chuyển vị lớn nhất và 45.95% ở vị trí đỉnh tường.
- Việc thay đổi độ cứng của tường gia cường không ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị ngang của hệ tường, sai số chênh lệch giữa tường dày 1m và 0.8m với tường thực tế 1.2m lần lượt là 4.8 và 9%.

3.2. Kiến nghị

- Nên sử dụng mô hình Hardening Soil trong phân tích ổn định hố đào, số liệu phân tích có thể lấy trực tiếp từ kết quả báo cáo khảo sát địa chất mà không cần phải quy đổi module đàn hồi E từ kết quả thí nghiệm xuyên SPT như mô hình Mohr Coulomb.
- Đối với công trình có từ 3-4 tầng hầm, chiều sâu hố đào từ 10-15 m, nên chọn tỉ lệ độ cứng chiều dày tường vây/chiều dày tường gia cường Barreet là 0.7 -1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. “Manual of Plaxis 3D Foundation version 1.6”
2. Plaxis Course Advanced Computational Geotechnics- Singapore 2011
3. Châu Ngọc Ân, *Cơ học đất*. NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, 2009.
4. Châu Ngọc Ân, *Nền Móng*. Nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.HCM, 2013.
5. PGS.TS. Đỗ Văn Đệ, Phần mềm Plaxis ứng dụng vào tính toán các công trình thủy công. Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, 2011.
6. Trần Quang Hộ, *Ứng xử của đất và cơ học đất tới hạn*. Nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.HCM, 2011.
7. Báo cáo kết quả quan trắc chuyển vị ngang công trình Pullman SaiGon Center- Q.1, Tp. Hồ Chí Minh" 2011.
8. PGS.TS.Võ Phán, Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng. Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM, 2012.
9. Châu Ngọc Ân, Lê Văn Pha. "Tính toán hệ kết cấu bảo vệ hố móng sâu bằng phương pháp xét sự làm việc đồng thời giữa nền đất và kết cấu", *Tạp Chí Phát Triển KH&CN*, Tập 10,10-2007.
10. Nguyễn Văn Nam, Châu Ngọc Ân “Phân tích ổn định hệ tường vây kết hợp barrette trong quá trình thi công hố đào bằng mô hình Plaxis 3D”, Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh.