



PHÂN TÍCH NGƯỢC NGHIÊN CỨU THÔNG SỐ BIẾN DẠNG CỦA NỀN ĐẤT TRONG BÀI TOÁN HỒ ĐÀO SÂU

Nguyễn Thanh Sơn¹, Nguyễn Bảo Việt²

Tóm tắt: Ngày nay, phương pháp số được sử dụng khá phổ biến để dự báo biến dạng cũng như khảo sát lại ảnh hưởng các tham số đầu vào của thiết kế đến biến dạng thực tế của hố đào. Trong đó, việc xác định mô đun biến dạng hợp lý của đất sử dụng mô phỏng đóng vai trò rất quan trọng. Bài báo đã nghiên cứu chuyển vị ngang tường chắn cho một công trình thực tế (với chiều sâu hố đào 22,0m) tại Hà Nội. Kết quả phân tích ngược chuyển vị ngang của tường bằng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) sẽ được so sánh với kết quả quan trắc thực tế để tìm ra mối tương quan thực nghiệm giữa mô đun biến dạng của đất với chỉ số xuyên tiêu chuẩn (N) và giá trị cường độ kháng cắt không thoát nước (s_u). Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: 1) tương quan mô đun đàn hồi $E_s = 2000N$ được tìm thấy là phù hợp đối với đất cát chặt vừa; 2) tương quan mô đun không thoát nước $E_u = 250s_u$ là phù hợp đối với đất sét dẻo cứng.

Từ khóa: Phân tích ngược; thông số biến dạng; mô hình Hardening soil.

Summary: Nowadays, the numerical analysis has been widely used for predicting the ground deformation and also for evaluating other design parameters for the deep excavation work. A reasonable determination of soil deformation parameters plays an essential role. This paper presents a case history of deep basement excavation in Hanoi (with excavation depth of 22.0m). The back-analysis results of diaphragm wall deflection by Finite Element Method (FEM) are discussed and compared with the field deformation measurements to find out empirical correlation of soil modulus with standard penetration test value (N_{SPT}) and undrained shear strength value (s_u). The result shows that: 1) the correlation between elastic modulus of sand (Young's modulus) with standard penetration test value is found to be 2000N; and 2) using correlation of undrained Young's modulus with undrained shear strength ($E_u = 250s_u$), which is applicable to stiff clay plasticity, is in good agreement with field measured data.

Keywords: Back-analysis; deformation parameters; Hardening soil model.

Nhận ngày 11/02/2016, chỉnh sửa ngày 25/02/2016, chấp nhận đăng 15/3/2016



1. Đặt vấn đề

Ngày nay, nhu cầu xây dựng không gian ngầm cho bãi đỗ xe, siêu thị, hầm đường bộ đang tăng nhanh, đặc biệt là tại các thành phố lớn như Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh. Nhiều dự án không chỉ dừng lại ở một hoặc hai tầng hầm mà có thể lên tới 5 hoặc 6 tầng hầm với chiều sâu hố đào lớn, có thể kể đến như: Vincom Centre (chiều sâu hố đào 27m), Saigon Center (chiều sâu hố đào 19,5m). Trong đó, phương pháp số là một công cụ không thể thiếu của kỹ sư địa kỹ thuật trong việc áp dụng để dự báo biến dạng bề mặt đất và dịch chuyển ngang hố đào trong quá trình thi công. Tuy nhiên, qua các tài liệu thiết kế, báo cáo khảo sát địa chất và số liệu quan trắc thực tế của một số công trình tại Việt Nam cho thấy số liệu thiết kế dự báo chuyển dịch ngang của hố đào sâu có độ chính xác không cao, sai khác nhiều so với kết quả quan trắc tại hiện trường.

Có nhiều nguyên nhân để giải thích cho sự sai khác trên và một trong những nguyên nhân chính đó là số liệu từ báo cáo khảo sát địa chất (KSĐC) chưa đủ để mô phỏng chính xác ứng xử thực tế của nền đất.

¹ThS, Khoa Xây dựng Cầu đường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: thanhson.geo@gmail.com.

²PGS.TS, Khoa Xây dựng Cầu đường. Trường Đại học Xây dựng.

Trong trường hợp đó, người kỹ sư địa kỹ thuật thường cố gắng đi tìm mối tương quan của các thông số cần đưa vào mô hình dựa trên một số thông số đã có trong báo cáo khảo sát địa chất như: chỉ số thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn và cường độ kháng cắt không thoát nước. Điều này sẽ dẫn đến một thực tế là nếu tương quan mô phỏng không phù hợp, người thiết kế sẽ gặp phải các vấn đề như chuyển vị và nội lực kết cấu chắn giữ hố đào quá lớn, kết cấu hố đào không ổn định...

Để có thêm cơ sở cho việc lựa chọn thông số đầu vào giải quyết các bài toán liên quan đến hố đào sâu được tốt hơn, mục đích bài viết nhằm tìm ra mối tương quan hợp lý giữa mô đun biến dạng của đất với kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn, N_{SPT} (cho đất cát) và với cường độ kháng cắt không thoát nước, S_u (cho đất sét).



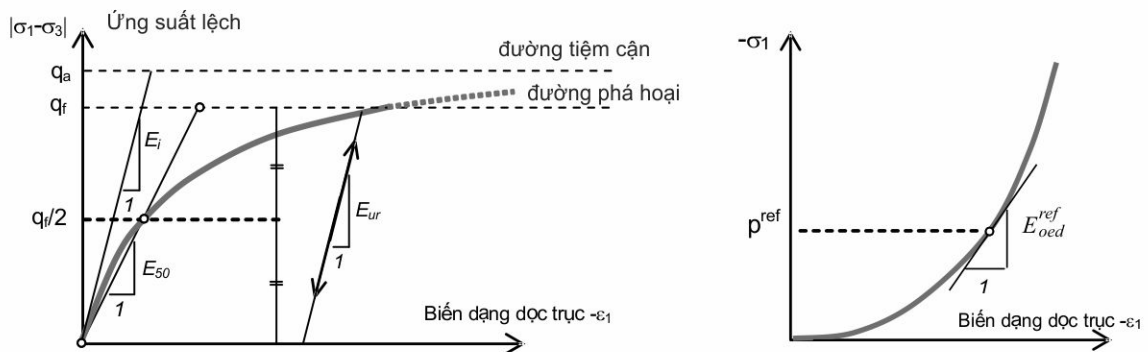
2. Cơ sở lý thuyết

Đối với bài toán hố đào sâu, việc lựa chọn mô hình nền phù hợp, với các tham số đầu vào hợp lý để mô phỏng ứng xử của nền đất có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá ứng suất, biến dạng của công trình. Trong phạm vi bài viết, tác giả nghiên cứu mô hình đàn hồi-dẻo phi tuyến (Hardening Soil) được phát triển từ mô hình Mohr-Coulomb với mối quan hệ ứng suất và biến dạng là quan hệ đường cong hyperbolic, được biểu diễn theo phương trình:

$$-\varepsilon_1 = \frac{1}{2E_{50}} \cdot \frac{q}{1 - q/q_a} \quad \text{với } q \leq q_f \quad (1)$$

2.1 Các tham số mô đun biến dạng của mô hình Hardening Soil (HS)

Mô hình HS sử dụng ba tham số mô đun biến dạng được xác định từ kết quả thí nghiệm nén ba trục thoát nước và thí nghiệm nén một trục không nở hông (oedometer) để mô tả ứng xử của nền đất, bao gồm: E_{50} ; E_{oed} ; E_{ur} , trong đó:



Hình 1. Xác định E_{50} từ kết quả thí nghiệm nén ba trục thoát nước tiêu chuẩn,
Và E_{oed}^{ref} từ kết quả thí nghiệm nén một trục không nở hông. [2]

- Tham số E_{50} là mô đun cát tuyến tại mức 50% ứng suất phá hoại dọc trục q_f , xác định từ thí nghiệm nén ba trục không thoát nước;

$$E_{50} = E_{50}^{ref} \left(\frac{c' \cot \varphi - \sigma_3'}{c' \cot \varphi + p^{ref}} \right)^m \quad (2)$$

trong đó E_{50}^{ref} là giá trị mô đun tham chiếu tại vị trí ứng suất chính $-\sigma_3 = p^{ref}$, xác định từ thí nghiệm nén ba trục thoát nước;

- Tham số E_{oed} là mô đun tiếp tuyến trong thí nghiệm nén một trục (oedometer), được cho bởi phương trình:

$$E_{oed} = E_{oed}^{ref} \left(\frac{c' \cot \varphi' - \sigma_1'}{c' \cot \varphi' + p^{ref}} \right)^m \quad (3)$$

trong đó E_{oed}^{ref} là giá trị mô đun tham chiếu tại vị trí ứng suất chính $-\sigma_1 = p^{ref}$, xác định từ thí nghiệm nén một trục không nở hông;

- Tham số E_{ur} là mô đun biến dạng của đất khi dỡ tải/gia tải lại, lộ trình dỡ tải/gia tải lại được mô phỏng như một đường đàn hồi phi tuyến theo phương trình:

$$E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left(\frac{c' \cdot \cot \varphi' - \sigma_3'}{c' \cdot \cot \varphi' + p^{ref}} \right)^m \quad (4)$$

Như vậy có thể thấy rằng ưu điểm của mô hình HS là có xét đến ảnh hưởng của cấp ứng suất nén, trong đó E_{oed} phụ thuộc vào ứng suất chính σ_1 ; E_{50} và E_{ur} phụ thuộc vào ứng suất chính σ_3 . Các tham số mô đun biến dạng được mô tả theo hàm mũ (m) của cấp áp lực nén tham chiếu $p^{ref} = 100$ kPa.

2.2 Xác định tham số trong mô hình HS

Việc xác định chính xác các tham số đầu vào cho mô hình ứng xử của nền đất có ý nghĩa quan trọng. Thực tế các tham số của mô hình đàn-dẻo phi tuyến (HS) có thể xác định dựa trên ba nhóm phương pháp sau:

Nhóm phương pháp 1: Sử dụng kết quả thí nghiệm trong phòng (thí nghiệm ba trục theo các sơ đồ UU, CU và CD). Được điều chỉnh dưới các điều kiện về ứng suất cho phù hợp với sự làm việc thực tế của đất. Tuy nhiên, việc bảo quản các mẫu cát nguyên dạng khi thí nghiệm thường gặp khó khăn;

Nhóm phương pháp 2: Sử dụng các mối tương quan theo kết quả thực nghiệm. Dựa trên các cơ sở dữ liệu có sẵn hoặc các tài liệu đã được công bố. Tuy nhiên, mối tương quan thu được khó áp dụng phổ biến bởi các loại đất là khác nhau và điều kiện địa chất giữa các khu vực cũng khác nhau;

Nhóm phương pháp 3: Dựa vào các mối tương quan với kết quả thí nghiệm hiện trường. Được thí nghiệm dưới các điều kiện về ứng suất tại hiện trường. Tiến hành thí nghiệm các đặc tính khác của đất, phương pháp có thể khắc phục được khó khăn trong việc lấy mẫu thí nghiệm đối với đất yếu hoặc đất cát. Nhìn chung các mối tương quan có thể dựa vào kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn, thí nghiệm xuyên tĩnh và thí nghiệm nén ngang thành hố khoan [14];

Với bài toán hố đào sâu, mô đun biến dạng của đất ảnh hưởng rõ rệt tới dịch chuyển ngang cũng như nội lực kết cấu tường chắn giữ.

Để đơn giản hóa việc xác định ba tham số mô đun biến dạng để mô tả ứng xử của đất E_{50} ; E_{oed} ; E_{ur} trong mô hình HS, ta có thể quy đổi hoặc xem xét trong các mối tương quan với các tham số khác trong trường hợp các dữ liệu từ báo cáo khảo sát địa chất bị hạn chế. Theo đó, mô đun biến dạng E_{oed} có thể được xác định thông qua mô đun đàn hồi E_s (hay còn gọi là mô đun Young, ứng suất-biến dạng của đất tuân theo định luật Hooke) theo phương trình:

$$E_{oed} = \frac{(1-\nu)}{(1-2\nu)(1+\nu)} \cdot E_s \quad (5)$$

Thực tế mô đun E_{50}^{ref} cần được xác định từ thí nghiệm nén ba trục thoát nước (CD test). Kết quả thí nghiệm nén ba trục đối với loại đất cát khác nhau, [13] cho thấy rằng có thể chấp nhận giả thiết $E_{oed}^{ref} = E_{50}^{ref}$. Tuy nhiên, đối với sét yếu và sét cứng thì tỉ số này là khác nhau. Trường hợp chỉ có kết quả thí nghiệm nén ba trục không thoát nước (CU test), khi đó giá trị mô đun E_{50}^{ref} có thể được tính chuyển từ mô đun đàn hồi không thoát nước E_u theo phương trình:

$$E_{50}^{ref} \approx \frac{2}{3} \cdot (1+\nu') \cdot E_u \quad (6)$$

Hệ số mũ m thể hiện mức năng lượng trong quan hệ ứng suất - biến dạng. Giá trị m có thể được xác định từ thí nghiệm nén ba trục và từ thí nghiệm nén oedometer. Những kết quả nghiên cứu của [13] cho thấy $0,5 \leq m \leq 1$. Giá trị khuyến nghị $m = 1,0$ cho đất sét và $m = 0,5$ cho đất cát và bùn, [12] cũng sẽ được tác giả lựa chọn phân tích trong bài viết này.

2.3 Tổng hợp một số nghiên cứu tương quan giữa mô đun đàn hồi E_s và chỉ số xuyên SPT cho đất cát

Nghiên cứu của [4, 5, 8, 9, 14, 15], tương quan giữa chỉ số N từ kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn với mô đun đàn hồi E_s của đất cát có thể dựa trên các công thức trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Mối tương quan theo kinh nghiệm giữa môđun đàn hồi của đất cát E_s với chỉ số xuyên tiêu chuẩn

Stt	Công thức	Tác giả	Phạm vi áp dụng
1	$E_s = 500(N + 15)$	Bowles (1992)	Cát cổ kết thường
2	$E_s = 250(N + 15)$	Bowles (1992)	Cát bão hòa nước
3	$E_s = 1200(N + 6)$ $E_s = 600(N + 6)$ cho $N \leq 15$ $E_s = 600(N + 6) + 2000$ cho $N > 15$	Bowles (1992)	Cát lẫn cuội sỏi
4	$E_s = 106N + 2160$ (t/m ²)	D'Appolonia (1968)	Cát cổ kết thường
5	$E_s = 135N + 5400$ (t/m ²)	D'Appolonia (1968)	Cát quá cổ kết
6	$E_s = 320(N + 15)$	Bowles (1992)	Cát pha sét
7	$E_s = 10/3(N + 5)$ (t/ft ²)	Webb (1969)	
8	$E_s = (2600 \div 2900)N$	JDS	Cát nói chung
9	$E_s = 2500N$	Japanese National Railways	
10	$E_s = 766 \times N$	Schmertmann (1978)	

Kết quả phân tích ngược cho công trình Vincom Centre (Lê Thánh Tôn, HCM), [7] cho thấy môđun đàn hồi $E_s = 4N$ đến $6N$ (MPa) là phù hợp với dữ liệu kết quả quan trắc ngoài hiện trường.

2.4 Tổng hợp một số nghiên cứu tương quan giữa môđun đàn hồi không thoát nước E_u và cường độ kháng cắt không thoát nước S_u cho đất sét

Môđun đàn hồi của đất sét có thể được xác định dựa trên: Thí nghiệm nén ba trục không thoát nước; thí nghiệm nén một trục không nở hông và một số thí nghiệm hiện trường khác. Nghiên cứu của [4, 5, 9] cho thấy mối tương quan giữa môđun không thoát nước (E_u) của đất sét với cường độ kháng cắt không thoát nước S_u có thể được xác định theo Bảng 2:

Bảng 2. Mối tương quan theo kinh nghiệm giữa môđun không thoát nước E_u cho đất sét với chỉ số cường độ kháng cắt không thoát nước

Stt	Công thức	Tác giả	Phạm vi áp dụng
1	$E_u = (200 - 500) \times s_u$	Bowles (1992) Schmertmann (1970)	Sét cổ kết thường
2	$E_u = (750 - 1200) \times s_u$		Sét quá cổ kết
3	$E_u = (1500 - 2000) \times s_u$		Sét cổ kết nặng
4	$E_u = (600 - 1200) \times s_u$	Clough và Mana 1976	Sét ở San Francisco
5	$E_u = 670 \times s_u$	Ladd và Edgers 1972	Sét có tính dẻo cao tại Bangkok
6	$E_u = 820 \times s_u$	Ladd và Edgers 1972	Sét có tính dẻo thấp tại Boston
7	$E_s = \beta \cdot s_u$	Fang (1991)	$\beta = 400$: đất sét quá cổ kết $\beta = 500$: sét nhão $\beta = 1000$: sét mềm đến cứng $\beta = 1500$: sét rất cứng



3. Giới thiệu công trình

Công trình nghiên cứu là một tổ hợp văn phòng, dịch vụ thương mại, căn hộ gồm 35 tầng nổi và 06 tầng hầm (tổng diện tích sàn tầng hầm là 73.233 m²) được xây dựng tại Hà Nội.

3.1 Đặc điểm địa chất và trình tự thi công

Tầng hầm được giữ ổn định bằng tường bê tông cốt thép dày 1000mm, chiều sâu 32m. Thi công bằng phương pháp Semi Top-down. Đặc điểm địa chất tại hố khoan khảo sát BH3 và trình tự thi công được mô tả tóm tắt như trong Bảng 3 và Bảng 4 dưới đây:

Bảng 3. Đặc điểm địa chất và chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất

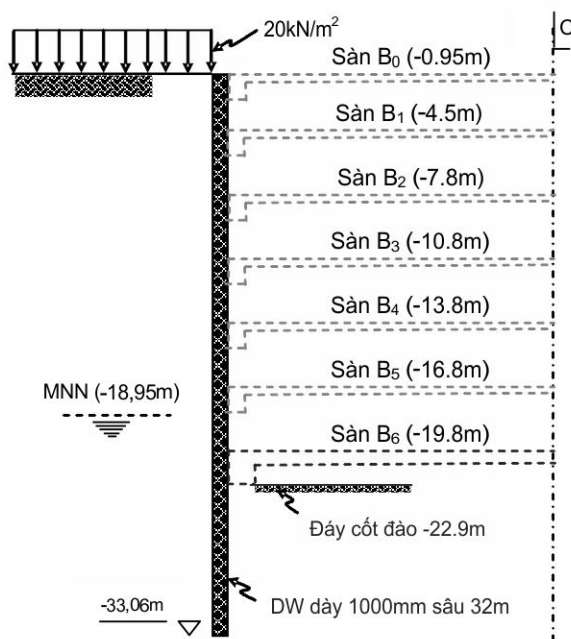
Độ sâu (m)	Đặc điểm	γ	3 trục (UU)		3 trục (CU)		N
		(kN/m ³)	c_{uu} (kPa)	φ_{uu} (độ)	c' (kPa)	φ' (độ)	
0.0 → 1.3	Đất lấp	17.0	-	-	1.0	30°	-
1.3 → 17.2	Sét pha, dẻo cứng	19.6	48.9	0°41'	22.2	20°05'	14
17.2 → 27.0	Cát mịn, chặt vừa	18.0	-	-	-	32°41'	20
27.0 → 35.0	Cát nhỏ lẫn sạn sỏi, chặt	20.0	-	-	-	33°	44

γ = dung trọng tự nhiên; φ' , c' góc ma sát trong và lực dính hữu hiệu, φ_{uu} , c_{uu} = góc ma sát trong và cường độ kháng cắt không thoát nước; N = chỉ số theo thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn;

Theo số liệu đo mực nước ở ngoài hiện trường (12/2005) thì mực nước ngầm là -18,95m;

Bảng 4. Trình tự các giai đoạn thi công chính như sau

Giai đoạn	Mô tả chi tiết các giai đoạn thi công	Cốt cao độ (m)	Độ sâu đào (m)
		(m)	(m)
1	Thi công hệ thống tường vây, cọc nhồi	-	-
2	Đào đất tới cốt đáy tầng hầm B1	-5.1	4.15
3	Thi công dầm, sàn tầng hầm B1	-	-
4	Thi công dầm, sàn tầng hầm B0	-	-
5	Đào đất đến đáy sàn tầng hầm B3	-11.4	10.45
6	Thi công dầm, sàn tầng hầm B3	-	-
7	Đào đất đến đáy sàn tầng hầm B5	-17.4	16.45
8	Thi công dầm, sàn tầng hầm B5	-	-
9	Đào đất đến đáy sàn tầng hầm B6	-22.9	22.00
10	Thi công dầm, sàn tầng hầm B6, B4 và B2	-	-


Hình 2. Mặt cắt ngang hố đào và hình trụ địa chất hố khoan BH3

Thông số tường vây thiết kế và thông số đầu vào cho mô hình HS được tóm tắt như trong Bảng 5 và Bảng 6 dưới đây:

Bảng 5. Thông số tường vây

Chiều dài tường	Bề dày tường	Ứng xử vật liệu	EA	EI	ν
L, m	mm		kN/m	kNm ² /m	
32	1000	Đàn hồi tuyến tính	21.775x10 ⁶	1814583	0,15

Bảng 6. Thông số đầu vào cho mô hình Hardening Soil

HS model		Đất lấp	Sét pha	Cát nhỏ, chặt vừa	Cát nhỏ, chặt
Ứng xử		Undrained	Undrained	Drained	Drained
Chỉ số SPT		-	7	20	44
γ_{unsat}	[kN/m ³]	17.0	19.6	18.0	20.0
γ_{sat}	[kN/m ³]	18.0	19.8	20.0	20.0
c'	[kN/m ²]	1.0	22.2	0.1	0.1
φ'	[°]	30°	20°05'	32°	33°
v_{ur}	[-]	0.2	0.2	0.2	0.2
E_{50}^{ref}	[kPa]	3000	*	*	*
E_{50}^{oad}	[kPa]	3000	**	**	**
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	[kPa]	9000	***	***	***
m	[-]	1.0	1.0	0.5	0.5
$R_{\text{inter.}}$	[-]	0.70	0.70	0.80	0.80

Ghi chú: * ; ** và *** các thông số mô đun biến dạng có tương quan với trị số kết quả xuyên tiêu chuẩn hoặc sức kháng cắt không thoát nước là các tham số cần nghiên cứu; thông số của lớp đất lấp được giả định do không có số liệu khảo sát; ** $E_{\text{oad}}^{\text{ref}} = E_{50}^{\text{ref}}$ và *** $E_{\text{ur}}^{\text{ref}} = 3E_{50}^{\text{ref}}$

3.2 Kết quả phân tích và thảo luận

Để xác định mối tương quan giữa mô đun biến dạng của đất với chỉ số N từ kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (cho đất cát), với chỉ số cường độ kháng cắt không thoát nước S_u (cho đất sét), nghiên cứu sẽ được phân tích, khảo sát theo phương pháp phần tử hữu hạn, với mô hình nền đất lựa chọn nghiên cứu là HS. Các tham số mô đun biến dạng của đất (E_{50}^{ref} , E_{50}^{oad} , $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$) trong mô hình sẽ được tiến hành khảo sát để đánh giá tác động của chúng tới sự dịch chuyển ngang của tường.

- Đối với đất cát: khảo sát giá trị: $E_{50}^{\text{ref}} = 1000N$; $2000N$; $3000N$; $4000N$.

- Đối với đất sét: khảo sát giá trị: E_{50}^{ref} xác định theo phương trình (6).

a) Ảnh hưởng của mô đun E_{50}^{ref} và $E_{\text{oad}}^{\text{ref}}$ đến chuyển vị ngang tường vây

Để giảm bớt sự ảnh hưởng của nhiều tham số, trong nghiên cứu này mô đun đỡ tải/gia tải lại $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ được giả định $E_{\text{ur}}^{\text{ref}} = 3E_{50}^{\text{ref}}$ cho tất cả các phân tích. Hệ số mũ m được lấy mặc định bằng 1,0 cho lớp đất sét, đất lấp và bằng 0,5 cho lớp đất cát, [12].

Mô đun biến dạng cho lớp sét pha và lớp cát nhỏ đưa vào mô hình sẽ được khảo sát với nhiều giá trị khác nhau được trình bày trong Bảng 7 và Bảng 8 dưới đây:

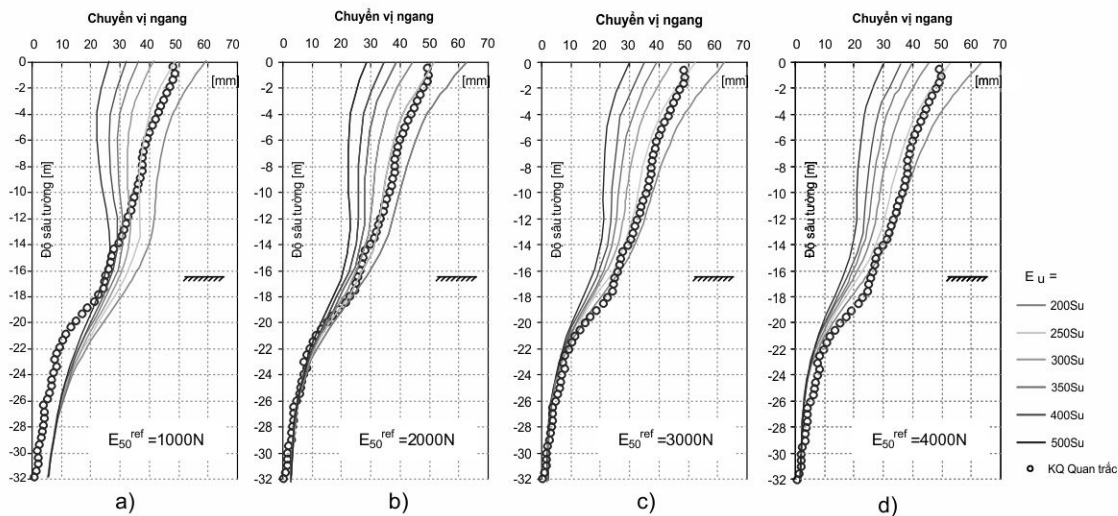
Bảng 7. Thông số độ cứng đất sét cho mô hình HS sử dụng phân tích

Trường hợp phân tích	$E_{\text{oad}}^{\text{ref}} = E_{50}^{\text{ref}}$ và $E_{\text{ur}}^{\text{ref}} = 3E_{50}^{\text{ref}}$					
E_u thay đổi	200 S_u	250 S_u	300 S_u	350 S_u	400 S_u	500 S_u

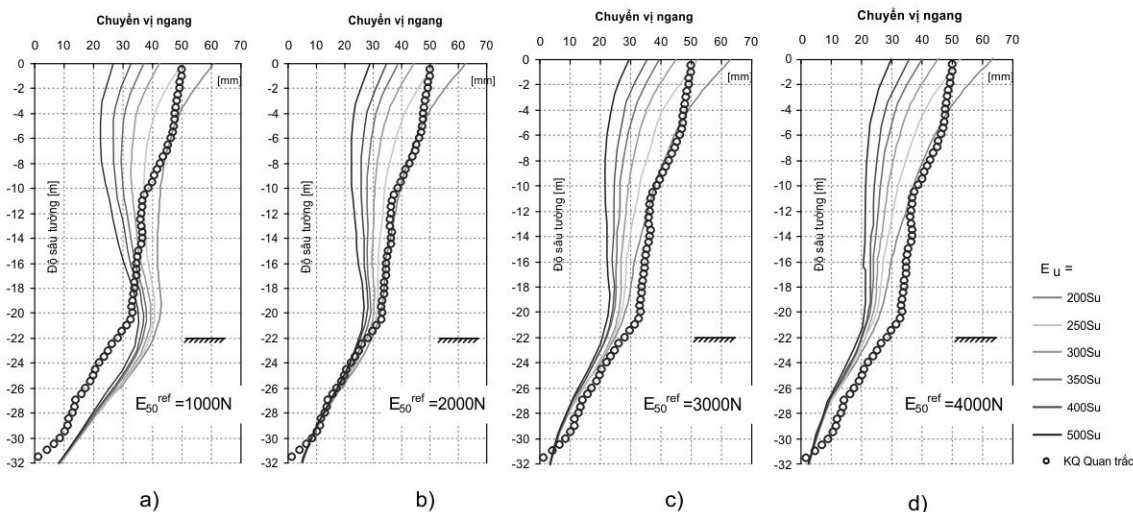
Bảng 8. Thông số độ cứng đất cát cho mô hình HS sử dụng phân tích

Trường hợp phân tích	$E_{50}^{\text{ref}} = E_s$; $E_{\text{oad}}^{\text{ref}} = E_{50}^{\text{ref}}$ và $E_{\text{ur}}^{\text{ref}} = 3E_{50}^{\text{ref}}$			
E_s thay đổi	1000N	2000N	3000N	4000N

Kết quả phân tích cho thấy sự gia tăng chuyển vị ngang tường vây tỷ lệ nghịch với sự gia tăng mô đun biến dạng E_{50}^{ref} và $E_{\text{oad}}^{\text{ref}}$. Từ cao độ đáy hố đào trở lên kết quả chuyển vị ngang đỉnh tường dự báo thay đổi mạnh khi mô đun không thoát nước E_u của lớp đất sét thay đổi từ 200 S_u đến 500 S_u , sai khác so với kết quả quan trắc từ 0÷26%. Ảnh hưởng của mô đun biến dạng của lớp đất cát dưới chân tường đến chuyển vị đỉnh tường vây không có sự khác biệt trong tất cả các trường hợp phân tích. Tuy nhiên, từ cao độ đáy hố đào trở xuống, dịch chuyển tường vây có sự giảm đáng kể khi mô đun biến dạng của lớp đất cát tăng lên và chuyển dịch ngang tại chân tường có xu hướng gần với kết quả quan trắc thực tế hơn. Tại độ sâu đào 16,45m và 22,0m (tương ứng đáy tầng hầm B5 và B6) sai khác lớn nhất có thể lên đến 39% so với kết quả quan trắc thu được.



Hình 3. Khảo sát chuyển vị ngang tường vây ứng với gia đoạn thi công đào đất tới cốt tầng hầm B5 với các thông số độ cứng khác nhau của đất



Hình 4. Khảo sát chuyển vị ngang tường vây ứng với giai đoạn thi công đào đất tới cốt tầng hầm B6 với các thông số độ cứng khác nhau của đất

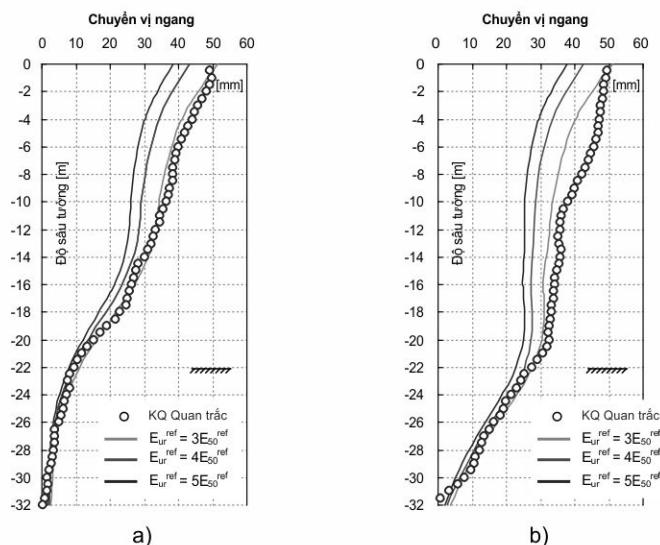
Phân tích ngược chuyển vị ngang tường chắn dự báo từ mô hình, (Hình 3b và 4b) cho thấy ứng với tương quan $E_{50}^{ref} = E_{50}^{ref} = 2000N$ đối với đất cát và $E_u = 250S_u$ đối với đất sét được tìm thấy sẽ cho kết quả dự báo là gần sát với dữ liệu quan trắc thực tế nhất.

b) Ảnh hưởng của mô đun biến dạng dỡ tải - gia tải lại, E_{ur}^{ref}

Trên cơ sở tương quan tìm được bên trên, $E_{50}^{ref} = E_{50}^{ref} = 2000N$ cho lớp đất cát và $E_u = 250S_u$ đối với lớp đất sét. Tác giả tiếp tục phân tích ảnh hưởng của mô đun dỡ tải/gia tải lại tới chuyển dịch ngang của tường chắn. Ảnh hưởng của thông số mô đun biến dạng dỡ tải/gia tải lại sẽ được khảo sát bằng cách thay đổi $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}, 4E_{50}^{ref}$ và $5E_{50}^{ref}$;

Kết quả chỉ ra rằng sự thay đổi mô đun biến dạng dỡ tải/gia tải lại E_{ur}^{ref} của các lớp đất phía trên hố đào ảnh hưởng lớn đến dịch chuyển ngang đỉnh tường. Khi mô đun dỡ tải-gia tải lại tăng thì chuyển vị ngang của tường có xu hướng giảm. Sự chênh lệch giá trị dao động từ 16%÷25% tại đỉnh tường khi mà giá trị E_{ur}^{ref} thay đổi từ $3E_{50}^{ref}$ đến $5E_{50}^{ref}$ (Hình 5a, b);

Bên cạnh đó, với tương quan được khuyến nghị $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}$ theo như [2, 12, 13], chuyển vị ngang tường chắn có sự sai khác lớn nhất khoảng 7% so với kết quả quan trắc trong giai đoạn thi công tầng hầm B5 (Hình 5a) và khoảng 18% trong giai đoạn thi công tầng hầm B6 (Hình 5b);



Hình 5. Ảnh hưởng của tham số độ cứng gia tải/dỡ tải tới chuyển vị ngang tường vây ứng với gia đoạn thi công đào đất tới cốt tầng hầm B5 và B6

4. Kết luận

Bài báo đã đưa ra được công thức đơn giản nhằm ước lượng giá trị sơ bộ môđun biến dạng cho lớp đất cát và đất sét dựa trên tương quan với chỉ số N từ thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn và chỉ số cường độ kháng cắt không thoát nước S_u thông qua việc phân tích ngược bằng phương pháp số.

Kết quả phân tích chuyển dịch ngang tường chắn cho một công trình cụ thể cho thấy theo đó, phương trình tương quan môđun đàn hồi $E_s = 2000N$ (kPa) đối với đất cát chặt vừa và môđun không thoát nước $E_u = 250S_u$ đối với đất sét dẻo cứng sẽ cho kết quả tính toán phù hợp với số liệu quan trắc tại hiện trường.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Thành Công (2012), *Phân tích phương pháp dự báo môđun đàn hồi của nền đất dựa trên kết quả quan trắc chuyển vị ngang hố đào khu vực Hà Nội*, Báo cáo tổng kết đề tài khoa học & công nghệ cấp trường ĐHXD.
2. Brinkgreve R. B. J. (2005), "Selection of Soil Models and Parameters for Geotechnical Engineering Application", *Soil Constitutive Models-Evaluation, Selection and Calibration*, GSP No.128, ASCE, Reston, VA. 69-98.
3. C G Chinnaswamy (2011), "Issues in Numerical Analysis of Deep Excavations for Practicing Engineers", *Geotec Hanoi 2011- ISBN 978 - 604 - 82 - 000 - 8*, ID No./ pp. 7.
4. D'Appolonia D. J. and D'Appolonia E. E. and Brissette R. F. (1968), "Settlement of Spread Footings on Sand", *Proceedings of ASCE*, Vol. 94, No. SM3.
5. Duncan, J.M. and Buchignani, A. L. (1976), *An Engineering Manual for Settlement Studies*, Department of Civil Engineering, University of California, Berkley, June 1976, 94p.
6. F.C. Townsend, J. Brian Anderson, Landy Rahelison (2001), *Evaluation of FEM Engineering Parameters from Insitu Tests*, University of Florida Department of Civil & Coastal Engineering.
7. James WC Sze, Jackie CY Yau, "Challenges of Deep Basement Excavation Works in Vietnam", *Geotec Hanoi 2011- ISBN 978 - 604 - 82 - 000 - 8*, ID No./ pp. 7.
8. Japanese National Railways (1986), *Building Code for Design of Foundation, Earth Retaining Structures, and Underground Structures*.
9. Joseph E. Bowles (1988), *Foundation Analysis and Design*, McGraw-Hill Publishing Company, ISBN: 0-07-912247-7.
10. Hsai-Yang Fang (2004), *Foundation Engineering*, HandBook, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York.
11. Law Kim Hing (2008), *Performance of multi-propped deep excavation in Kenny hill formation*, Master of Engineering University Teknologi Malaysia.
12. Plaxis (2010), *Material Models Manual*.
13. Shanz T., Vermeer P. A., Bonnier P. G. and Brinkgreve R. B. J. (1999), "Hardening Soil Model: Formulation and Verification", *Beyond 2000 in Computational Geotechnics*, Balkema, Rotterdam, pp. 281-290.
14. Schmertmann J. H. (1970), "Static Cone to Compute Static Settlement Over Sand", *Proceedings of ASCE*, Vol. 96, No. SM3.
15. Toru Masuda (1993), *Behavior of Deep Excavation with Diaphragm Wall*, Master of Science in civil and Environmental Engineering at the MIT.