

ẢNH HƯỞNG CỦA HỒ ĐÀO SÂU ĐẾN ĐỘ LÚN MẶT NỀN CÔNG TRÌNH LÂN CẬN

Nguyễn Hồng Nam¹
 Đỗ Văn Thiệu²
 Trần Văn Bảo²

Tóm tắt: Nghiên cứu ảnh hưởng bất lợi của hồ đào sâu khi thi công các công trình xây dựng như nhà cao tầng, công trình ngầm đến biến dạng nền các công trình lân cận có ý nghĩa lớn, nhằm đảm bảo an toàn và giảm thiểu thiệt hại cho con người. Bài báo giới thiệu hai phương pháp phân tích biến dạng nền công trình lân cận hồ đào đó là phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn. Nghiên cứu mô phỏng số theo hai phương pháp nói trên đã được thực hiện, trong đó có xét ảnh hưởng của các tham số đến độ lún mặt nền như chiều sâu hồ đào, khoảng cách từ mép hồ đào đến công trình lân cận, tải trọng bề mặt. Kết quả tính cho thấy chiều sâu hồ đào, khoảng cách từ mép hồ đào đến công trình lân cận và tải trọng bề mặt ảnh hưởng đáng kể đến độ lún mặt nền. Nhìn chung có sự phù hợp tương đối về kết quả tính độ lún mặt nền lân cận hồ đào sâu theo hai phương pháp nói trên.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế xây dựng các công trình ngầm trên địa bàn thành phố Hà Nội và Hồ Chí Minh cho thấy có rất nhiều hố móng sâu được thi công cạnh các công trình đã được xây dựng trước đó. Một vấn đề đặt ra là khi thi công các hố đào là các công trình lân cận hố đào sẽ bị biến dạng. Đối với các công trình lớn, nếu vấn đề này không được xử lý hiệu quả thì tai họa khôn lường có thể xảy ra đối với nhà dân xung quanh hố đào khi xây dựng công trình.

Phân tích biến dạng của tòa nhà được xây dựng từ trước bên cạnh một hố đào sâu khi thi công hố móng cần được thực hiện khi thiết kế giải pháp nền móng, trong đó cần xét các yếu tố ảnh hưởng độ lún mặt nền như chiều cao tòa nhà, chiều sâu hố đào, khoảng cách từ hố đào đến tòa nhà, đặc tính đất nền. Từ việc phân tích này, có thể tìm ra các tham số ảnh hưởng chính và các biện pháp xử lý hiệu quả để tăng mức độ an toàn cho tòa nhà cũng như giảm thiểu thiệt hại.

Bài báo giới thiệu và so sánh hai phương pháp tính lún mặt nền công trình lân cận hố đào là phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn.

II. TÍNH LÚN CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỒ ĐÀO THEO PHƯƠNG PHÁP DẦM TRÊN NỀN ĐÀN HỒI

2.1 Cơ sở lý thuyết

Một tòa nhà nằm gần một hố đào sâu được mô phỏng bởi một dầm vô hạn có độ cứng chống uốn EJ. Tương tác giữa tòa nhà và đất nền được

thể hiện bởi sơ đồ dầm trên nền đàn hồi (Il'ichev và nnk, 2006). Mô hình Winkler thể hiện sự tương tác giữa tòa nhà và đất bề mặt. Chú ý rằng ứng xử của đất cũng có thể được mô phỏng bởi các mô hình khác như mô hình liên tục, độ lún bề mặt xung quanh hố đào được xác định từ lời giải của những bài toán này.

Phương trình vi phân trực uốn của dầm được giả thiết như sau:

$$EJ \cdot \frac{d^4 y(x)}{d^4 x} + k \cdot y(x) = q \quad (1)$$

trong đó, k là hệ số phản lực nền; q là tải trọng phân bố tác dụng lên dầm.

Ta xét trường hợp các gối tựa có chuyển vị nhất định cho trước $f(x)$ (Hình 1b), như là kết quả của sự biến dạng do chôn sâu nhất định. Những biến dạng này không đáng kể và chúng không làm thay đổi đặc tính của đất trên bề mặt, tức là hệ số phản lực nền được giữ nguyên như trước đó.

Chuyển vị của các gối đỡ của dầm ($f(x)$) có thể được viết như sau:

$$y(x) = w(x) + f(x) \quad (2)$$

$$EJ \cdot \frac{\partial^4 y(x)}{\partial x^4} + k \cdot [y(x) - f(x)] = q \quad (3a)$$

$$EJ \cdot \frac{\partial^4 y(x)}{\partial x^4} + k \cdot y(x) = q + k \cdot f(x) \quad (3b)$$

Quan hệ giữa độ lún bề mặt và khoảng cách tới hố đào sâu được giả thiết dưới đây, dựa trên kết quả thực nghiệm:

$$\frac{f(x)}{H_k} = f_1 e^{-\alpha \frac{x}{H_k}} \quad (4)$$

Trong đó: H_k là độ sâu hố đào, $\alpha = 0.7552$,

f_1 là hệ số kinh nghiệm, đặc trưng độ lún bề mặt lớn nhất. $f_1 = (0.1 - 10.1)\% H_k$.

f_1 lấy trung bình bằng 1.1% H_k

$$\text{Đặt } b = \frac{\alpha}{H_k}$$

Đối với trường hợp nhà cách hố đào một khoảng L (Hình 2), điểm gốc tọa độ trục x được đặt tại đầu trái của dầm. Do đó:

$$EJ \cdot \frac{\partial^4 y(x)}{\partial x^4} + k \cdot y(x) = q + k \cdot f_1 \cdot H_k \cdot e^{-b(x+L)} \quad (5)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình không thuần nhất (5) có thể viết như sau:

$$y_{TQ.KTN} = y_{TQ.TN} + y_{R.KTN1} + y_{R.KTN2}$$

Trong đó $y_{TQ.TN}$ là nghiệm của phương trình thuần nhất (6) dưới đây:

$$EJ \cdot \frac{d^4 y(x)}{dx^4} + k \cdot y(x) = 0 \quad (6)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình thuần nhất có thể được viết dưới dạng sau:

$$y_{TQ.TN} = e^{-\lambda x} (A \cos \lambda x + B \sin \lambda x) + e^{\lambda x} (C \cos \lambda x + D \sin \lambda x) \quad (7)$$

Trong đó, $\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4EJ}}$

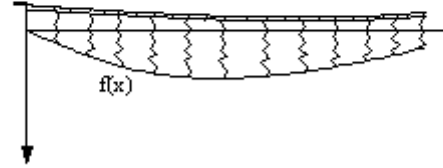
Các hằng số A, B, C, D được xác định từ điều kiện biên.

Đối với dầm nửa vô hạn, $C=0$ và $D=0$ trong lời giải nghiệm tổng quát của phương trình (7) khi $x > 0$. Vì các số hạng thứ 3 và thứ 4 tăng vô hạn khi $x \rightarrow \infty$. Điều này mâu thuẫn với ý nghĩa vật lý của bài toán đã nêu.

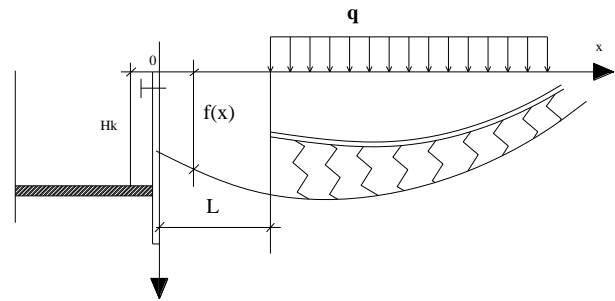
Như vậy phương trình (7) có dạng sau:

$$y_{TQ.TN} = e^{-\lambda x} (A \cos \lambda x + B \sin \lambda x) \quad (7,a)$$

$y_{R.KTN1}$ được xác định từ phương trình sau:



Hình 1. Mô hình nền Winkler.



Hình 2. Mô hình nhà và hố đào (không cùng một tỷ lệ).

$$EJ \cdot \frac{\partial^4 y(x)}{\partial x^4} + k \cdot y(x) = q \quad (8)$$

$$y_{R.KTN1} = \frac{q}{k}$$

$y_{R.KTN2}$ được giải từ phương trình sau:

$$EJ \cdot \frac{\partial^4 y(x)}{\partial x^4} + k \cdot y(x) = k \cdot f_1 \cdot H_k \cdot e^{-b(x+L)}$$

Đặt nghiệm riêng không thuần nhất 2 có dạng

$$y_{R.KTN2} = k_1 \cdot e^{-bx}$$

$$EJ b^4 \cdot k_1 \cdot e^{-bx} + k \cdot k_1 \cdot e^{-bx} = k \cdot f_1 \cdot H_k \cdot e^{-bL} \cdot e^{-bx}$$

$$\text{trong đó, } k_1 = \frac{k f_1 H_k}{EJ b^4 + k}$$

$$\text{Suy ra } y_{R.KTN2} = \frac{k \cdot f_1 \cdot H_k}{EJ b^4 + k} \cdot e^{-b(x+L)} \quad (9)$$

Tòa nhà được xem như một dầm nửa vô hạn được chất tải bởi trọng lượng ngôi nhà (tính từ đỉnh) và bởi các chuyên vị nền phụ thêm do sự xuất hiện của hố đào sâu bên cạnh tòa nhà gây

ra. Các hằng số A, B có thể xác định từ các điều kiện biên dưới đây.

Tại điểm gốc tọa độ $x=0$, mô men uốn $M=0$, lực cắt $Q=0$.

Ta giả thiết rằng:

$$M = -EJ \cdot \frac{\partial^2 y(x)}{\partial x^2}; \quad Q = -EJ \cdot \frac{\partial^3 y(x)}{\partial x^3} \quad (10)$$

Trong trường hợp này, điều kiện biên sẽ được viết dưới dạng sau:

$$-EJ \frac{\partial^2 y(x)}{\partial x^2} = 0; \quad -EJ \frac{\partial^3 y(x)}{\partial x^3} = 0 \quad (11)$$

Đạo hàm phương trình:

$$y_{TQ.KTN} = e^{-\lambda x} (A \cos \lambda x + B \sin \lambda x) + \frac{q}{k} + \frac{k \cdot f_1 H_k}{EJb^4 + k} \cdot e^{-b(x+L)} \quad (12)$$

Đặt $\frac{k \cdot f_1 H_k}{EJb^4 + k} = \delta$ ta được:

$$B = \frac{\delta b^2 e^{-bL}}{2\lambda^2} \quad \text{và} \quad A = \frac{\delta b^3 e^{-bL}}{2\lambda^3} - \frac{\delta b^2 e^{-bL}}{2\lambda^2}$$

Đặt $\lambda x = \xi$ trong đó $\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4EJ}}$ và

$$\begin{aligned} \eta_I(\xi) &= e^{-\xi} (\cos \xi - \sin \xi) \\ \eta_{II}(\xi) &= e^{-\xi} \cos \xi \\ \eta_{III}(\xi) &= e^{-\xi} (\sin \xi + \cos \xi) \\ \eta_{IV}(\xi) &= e^{-\xi} \sin \xi \end{aligned} \quad (13)$$

Phương trình (12) có thể được viết như sau:

$$y_{TQ.KTN} = A \eta_{II}(\xi) + B \eta_{IV}(\xi) + \frac{q}{k} + \frac{k \cdot f_1 H_k}{EJb^4 + k} \cdot e^{-b(x+L)}$$

$$y(x) = \delta \left\{ \frac{b^2 e^{-bL}}{2\lambda^2} \left[\left(\frac{b}{\lambda} - 1 \right) \eta_{II}(\xi) + \eta_{IV}(\xi) \right] + e^{-b(x+L)} \right\} + \frac{q}{k} \quad (14)$$

Đặt $\psi = \frac{b^2 e^{-bL}}{2\lambda^2}$ và

$$\phi(x) = \psi \left[\left(\frac{b}{\lambda} - 1 \right) \eta_{II}(\xi) + \eta_{IV}(\xi) \right] + e^{-b(x+L)}$$

$$\text{Cuối cùng: } y(x) = \delta \phi(x) + \frac{q}{k} \quad (15)$$

Phương trình (15) là phương trình trục uốn của dầm dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều trong phạm vi lân cận hố đào, nhận được từ giả thiết sự tiếp xúc giữa dầm và nền được đảm bảo.

Công thức xác định độ lún của tòa nhà trên móng băng suốt chiều dài của nó trong phạm vi lân cận hố đào được viết dưới dạng sau:

$$S(x) = k_r \left[\delta \phi(x) + \frac{q}{k} \right] \quad (16)$$

Trong đó: $\delta = \frac{A_1 f_1 H_k^5}{(\alpha^4 + A_1 H_k^4)}$; $A_1 = \frac{k}{EJ}$

-k: là hệ số phản lực nền (kN/m³)

-EJ: là độ cứng của tòa nhà, phụ thuộc vào số tầng (kNm²/m; xem Bảng 1)

-q: là áp suất đáy móng tại mặt dưới móng băng của tòa nhà.

-k_r: hệ số xét ảnh hưởng của loại kết cấu chắn đất hố đào, nhận được từ quan sát chuyển vị thực tế của tòa nhà gần hố đào.

-H_k: chiều sâu hố đào (m)

-x: là tọa độ điểm dọc chiều dài tòa nhà (m), x=0 tại đầu tòa nhà gần hố đào nhất.

Hệ số phản lực nền có thể xác định từ công thức Gorbunov-Posadov:

$$k = \frac{1.14 E_0}{(1 - \nu^2) \alpha}$$

trong đó E₀ là mô đun biến dạng của đất nền.

ν: hệ số poisson, α': Chiều rộng móng

Bảng 1 Trị số EJ của tòa nhà

Nhà	EJ, kNm ² /m
Dầm sàn	6,47.10 ³
Một tầng	2.00.10 ⁷
Ba tầng	6.00.10 ⁸
Năm tầng	6,98.10 ⁸
Mười tầng	4,39.10 ⁹

2.2 Nghiên cứu tham số

Công thức (16) cho thấy độ lún của tòa nhà phụ thuộc vào các tham số có liên quan đến: hố đào (H_k, k_r), nhà (q, EJ, L) và đất nền (ν, E₀, k). Để thuận tiện cho việc tính toán và so sánh kết quả, ảnh hưởng của tham số được xem xét dưới đây:

2.2.1 Ảnh hưởng của chiều sâu hố đào H_k

Ta xét ảnh hưởng của chiều sâu hố đào với các giá trị $H_k=3, 5, 7$ và 10m .

Các thông số khác được chọn như sau: $EJ=6,98.10^8 \text{ kNm}^2/\text{m}$ (xét nhà 5 tầng); $E_0=10^4 \text{ kN/m}^2$, $q=50 \text{ kN/m}^2$, $L=2\text{m}$, $\nu=0.35$, $\alpha'=1$, $k_r=0.8$.

Hình 3 thể hiện ảnh hưởng đáng kể của chiều sâu hố đào H_k đến độ lún mặt nền U_y . Có thể thấy rằng hố đào càng sâu thì độ lún càng lớn.

2.2.2 Ảnh hưởng của khoảng cách từ mép hố đào đến công trình L

Ảnh hưởng của khoảng cách tính từ mép hố đào đến công trình L được xét với các giá trị khác nhau: $L=0, 2, 6, 10$ và 12 m , trong khi cố định chiều sâu hố đào $H_k=10\text{m}$ và các tham số khác nói trên.

Hình 4 cho thấy ảnh hưởng của khoảng cách L đến độ lún mặt nền U_y . Có thể thấy rằng hố đào càng cách xa công trình thì độ lún càng nhỏ.

Đối với những công trình được xây trong đô thị với mật độ nhà dày, khoảng cách từ mép hố đào đến nhà xung quanh (L) thường nhỏ. Kết quả mô phỏng (Hình 4) cho thấy khi L nhỏ, độ lún mặt nền lớn. Tuy nhiên, so với độ lún do ảnh hưởng của chiều sâu hố đào H_k (Hình 3) thì độ lún do ảnh hưởng của khoảng cách hố đào đến công trình nhỏ hơn.

III. TÍNH BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH LÂN CẬN HỐ ĐÀO THEO PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

3.1 Mô phỏng bài toán hố đào

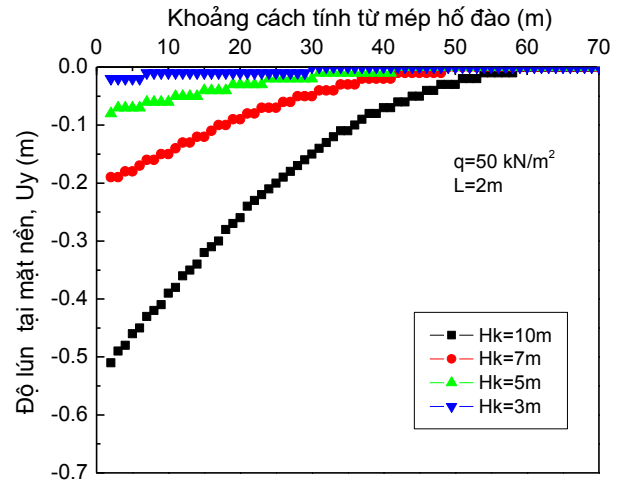
Hố đào được mô phỏng theo sơ đồ bài toán phẳng. Vì hố đào đối xứng nên chỉ cần xét một nửa bài toán (Hình 5). Các thông số mô phỏng của bài toán ví dụ như sau:

Chiều sâu hố đào $H_k=10\text{m}$, khoảng cách từ mép hố đào đến công trình lân cận $L=2\text{m}$, tải trọng bề mặt $q=50\text{kN/m}^2$, mực nước ngầm nằm sâu. Tường cừ Larssen và thanh chống ngang bằng thép.

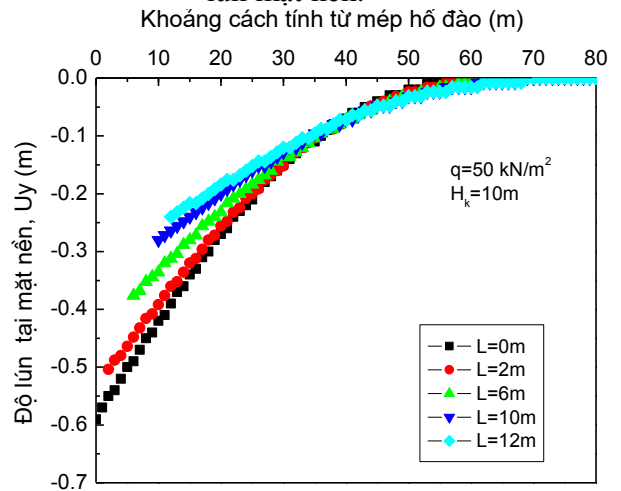
Đất nền được mô phỏng theo mô hình Mohr-Coulomb với các giá trị được thể hiện trong Bảng 2.

Tường cừ được mô phỏng bởi phần tử Plate. Mô đun đàn hồi $E=2,1.10^8 \text{ kN/m}^2$. Các thông số

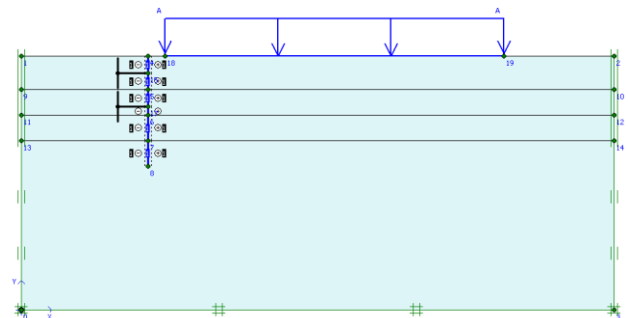
cho 1m chiều rộng tường được thể hiện trong Bảng 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của chiều sâu hố đào đến độ lún mặt nền.



Hình 4. Ảnh hưởng của khoảng cách từ mép hố đào đến công trình đến độ lún mặt nền.



Hình 5. Mô hình bài toán.

Thanh chống ngang bằng thép cán tiết diện chữ I với các thông số kỹ thuật như sau : $h=450\text{mm}$, $b=160\text{mm}$, $d=8.6\text{mm}$, $t=14.2\text{mm}$, $R=16\text{mm}$, $E = 2,1.10^8 \text{ kN/m}^2$, $A=83\text{cm}^2$, $J_x=27450\text{cm}^4$, $J_y=807\text{cm}^4$, trọng lượng riêng 65.2kg/m . $EA = 1,743.10^6 \text{ kN}$.

Lưới phần tử hữu hạn bao gồm các phần tử tam giác 15 điểm nút (Hình 6). Lưới được làm mịn cục bộ tại những chỗ thay đổi ứng suất.

Trường hợp thi công được xem xét tính toán. Trình tự thi công hố móng như sau:

- Giai đoạn 1: Đóng cừ thép Larsen bao quanh hố móng, đào hố móng từ cao trình mặt nền (+30m) xuống cao trình +26m.
- Giai đoạn 2: Lắp thanh chống ngang thứ nhất tại cao trình +28 m.
- Giai đoạn 3: Đào xuống cao trình +23m.
- Giai đoạn 4: Lắp thanh chống ngang thứ 2 tại cao trình +24 m.
- Giai đoạn 5: Đào xuống cao trình đáy hố móng +20m.

Phần mềm Plaxis version 8.6 (Brinkgreve và nnk, 2006) được sử dụng phân tích biến dạng.

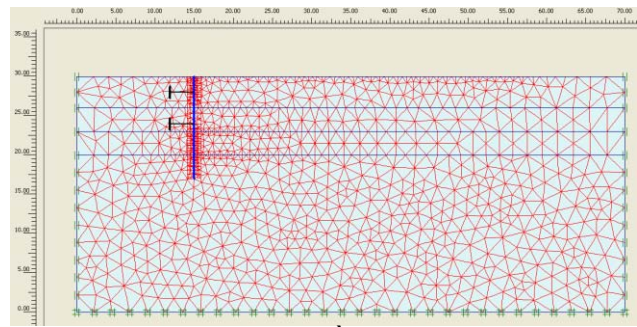
Hình 7 thể hiện kết quả tính toán biến dạng tại giai đoạn cuối cùng khi đào đến đáy hố móng và lắp đặt các thanh chống ngang.

Bảng 2. Thông số mô hình Mohr-Coulomb đối với đất nền

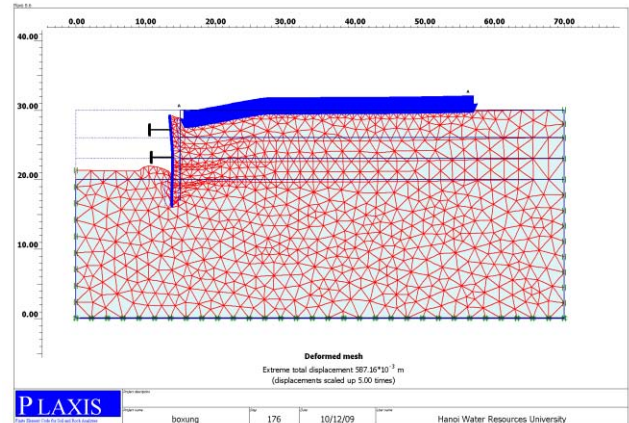
Tham số	Đơn vị	Giá trị
Trọng lượng riêng γ	kN/m^3	18
Góc ma sát trong φ	độ	15
Lực dính c	kN/m^2	5
Góc nở ψ	độ	0
Modul biến dạng E_0	kPa	10^4
Hệ số poisson ν	-	0.35

Bảng 3. Các thông số mô hình tường cừ thép

Tham số	Đơn vị	Giá trị
Diện tích mặt cắt ngang A	cm^2	96.99
Trọng lượng riêng W	kN/m^2	12
Mômen quán tính I	cm^4/m	$38,6.10^3$
EA	kN/m	$2,037.10^6$
EI	kNm^2/m	$8,1.10^4$



Hình 6. Lưới phần tử hữu hạn.



Hình 7. Lưới biến dạng khi đào xuống đáy hố móng.

3.2 Nghiên cứu ảnh hưởng tham số

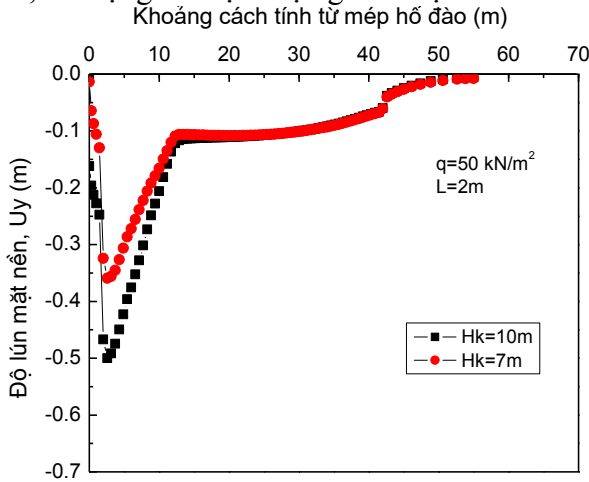
Các Hình 8 đến 10 thể hiện kết quả độ lún mặt nền theo chiều dài nhà khi các thông số chiều sâu hố đào H_k , khoảng cách từ mép hố đào đến toà nhà L, và tải trọng bề mặt q thay đổi. Hình 9 và 10 lần lượt cho thấy ảnh hưởng của L, q đến độ lún bề mặt rõ rệt. Hố đào thi công càng gần công trình và tải trọng càng lớn thì độ lún mặt nền công trình càng lớn.

Cần chú ý ảnh hưởng của tải trọng bề mặt đến độ lún công trình tính theo phương pháp phần tử hữu hạn là đáng kể (Hình 10), trong khi kết quả tính lún theo phương pháp lý thuyết đàn hồi không cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của tải trọng bề mặt đến độ lún mặt nền.

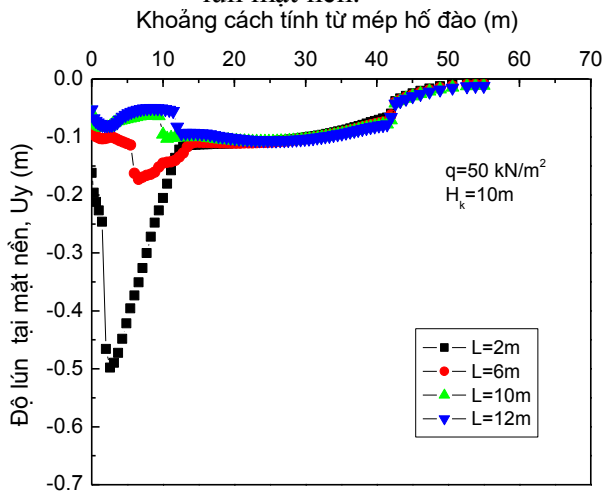
IV. SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH LÚN THEO PHƯƠNG PHÁP DÀM TRÊN NỀN ĐÀN HỒI VÀ PHẦN TỬ HỮU HẠN

Hình 11 và 12 so sánh kết quả tính độ lún mặt nền theo phương pháp dầm trên đàn hồi và phần tử hữu hạn khi khoảng cách tính từ mép hố đào thay đổi, đối với phương án $H_k=7$ và 10m.

Trong mỗi trường hợp so sánh, các giá trị tham số thiết kế như khoảng cách hố đào đến công trình, tải trọng bề mặt được giữ cố định.



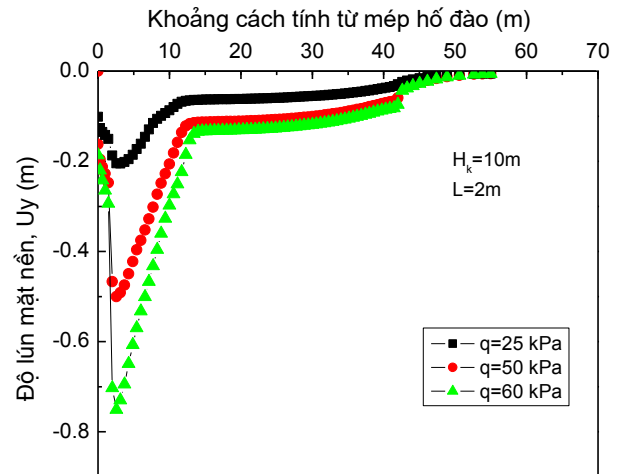
Hình 8. Ảnh hưởng của chiều sâu hố đào đến độ lún mặt nền.



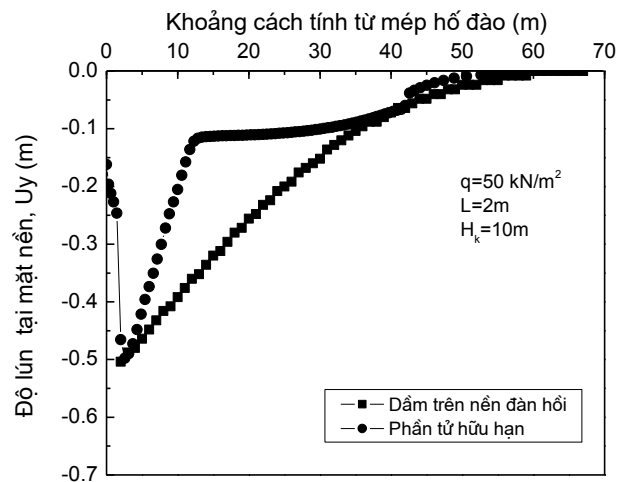
Hình 9. Ảnh hưởng của khoảng cách từ hố đào đến công trình đến độ lún mặt nền.

Hình 11 cho thấy đối với phạm vi lân cận hố đào, hai phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phần tử hữu hạn cho kết quả độ lún bề mặt tương đối phù hợp trong trường hợp hố móng sâu ($H_k=10m$). Tuy nhiên, tại các vị trí xa hố đào thì có sự sai khác về kết quả tính lún theo hai phương pháp nói trên. Ngoài ra phương pháp dầm trên nền đàn hồi chưa xét được phạm vi võng bề mặt nền như phương pháp phần tử

hữu hạn đã mô phỏng (tham khảo Potts và Zdravkovic, 2001).



Hình 10. Ảnh hưởng của tải trọng bề mặt đến độ lún mặt nền.

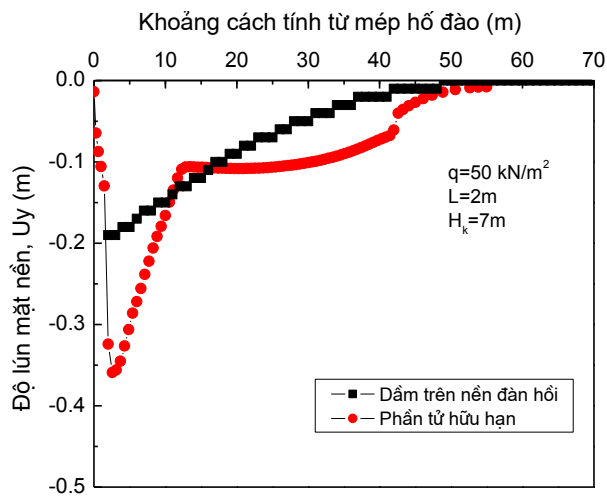


Hình 11. So sánh kết quả tính lún với $H_k=10m$.

Hình 12 cho thấy, đối với $H_k=7m$, kết quả tính độ lún tại phạm vi lân cận hố đào theo phương pháp dầm trên nền đàn hồi lớn hơn giá trị tương ứng tính theo phương pháp phần tử hữu hạn.

Nhìn chung trong phạm vi lân cận hố đào độ lún tính theo hai phương pháp có thể phù hợp nếu chọn được hệ số k_r thích hợp.

Vì số trường hợp so sánh trong nghiên cứu này còn hạn chế nên cần xét nhiều trường hợp tính lún để đánh giá toàn diện hơn.



Hình 12. So sánh kết quả tính lún với $H_k=7m$.

Chú ý rằng so với phương pháp dầm trên nền đàn hồi thì phương pháp phần tử hữu hạn có ưu điểm hơn vì ngoài độ lún, nó còn cho kết quả tính chuyển vị ngang của đất nền và nội lực trong kết cấu chắn giữ hố đào. Trong thực tế khi thi công các hố móng sâu thì chuyển vị ngang cũng được quan tâm lớn.

Để kiểm nghiệm các kết quả tính toán độ lún của nền theo các phương pháp khác nhau cần các số liệu đo biến dạng tại hiện trường.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu ảnh hưởng của hố đào sâu đến độ lún nền công trình lân cận là một trong những vấn đề đang được quan tâm trong xây dựng công trình tại các đô thị hiện nay.

Kết quả nghiên cứu bài toán tính lún mặt nền công trình lân cận hố đào sâu theo phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn, trong đó có xét các tham số ảnh hưởng như chiều sâu hố đào, khoảng cách hố đào đến công trình lân cận, tải trọng công trình cho thấy:

Các tham số ảnh hưởng lớn đến độ lún mặt nền công trình lân cận hố đào bao gồm chiều sâu hố đào H_k , khoảng cách từ mép hố đào đến công trình lân cận L , và tải trọng công trình q . Nhìn chung độ lún mặt nền công trình lân cận hố đào tăng khi H_k tăng, L giảm, q tăng.

Nhìn chung có sự phù hợp nhất định về kết quả tính toán lún mặt nền lân cận hố đào sâu

theo phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phần tử hữu hạn.

Nghiên cứu hiện tại chỉ giới hạn với tường cừ thép có thanh chống ngang, mực nước ngầm nằm sâu, đất nền đồng chất. Các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng đối với nhiều loại kết cấu chắn giữ hố đào khác nhau như tường cừ thép, bê tông cốt thép có neo hoặc thanh chống ngang, mực nước ngầm nông, đất nền nhiều lớp để có đánh giá đầy đủ hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Brinkgreve, R.B.J., Broere, W. and Waterman, D. (2006). PLAXIS 2D- version 8, User's manual, Plaxis BV, The Netherlands.
2. Il'ichev, V.A, Nikiforova, N.S and Koreneva, E.B. (2006). Method for calculating bed deformation of buildings near deep excavations, Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 43, No.6, pp. 189-196.
3. Potts D. M. and Zdravkovic, L. (2001). Finite element analysis in geotechnical engineering, Application, Thomas Telford, London.

Effect of deep excavation on the surface settlements of adjacent buildings

Abstract: Study on the effect of deep excavation on surface settlements of adjacent buildings has significant meaning in order to provide safe measures and to reduce the risk for people. This paper introduced two methods, namely the beam on elastic foundation and the finite element method, to analyze the surface settlements of buildings near a deep excavation. The simulation results showed that in general the excavation depth, distance from excavation to the building and surcharge could significantly affect the settlement. In general, there were rather consistencies in the settlements, calculated by the two methods, of buildings near a deep excavation.