

# NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIỆN PHÁP THI CÔNG ĐẾN CHUYỂN VỊ HỐ MÓNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI TRONG ĐIỀU KIỆN NỀN ĐẤT YẾU

Ngô Văn Quận

Trường Đại học Thủy lợi

**Tóm tắt:** Ổn định hố đào trong công tác thi công các công trình thủy lợi có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế, kỹ thuật đặc biệt trong điều kiện nền đất yếu. Dưới tác động của nền đất yếu ảnh hưởng trực tiếp đến các biện pháp hố đào trong quá trình thi công, việc tính toán, mô phỏng và đánh giá chuyển vị của biện pháp là thực sự cần thiết. Vì vậy, nghiên cứu đánh giá tác động của biện pháp thi công đến chuyển vị hố móng công trình trong điều kiện nền đất yếu với phương pháp phần tử hữu hạn được áp dụng cho nghiên cứu này. Kết quả tính toán, mô phỏng cho thấy các biện pháp thi công khác nhau có ảnh hưởng đáng kể đến chuyển vị của tường chắn hố đào. Biện pháp ổn định hố đào được sử dụng với hai kịch bản gồm: Kịch bản 1 (KB1) chỉ sử dụng tường cừ thép chắn đất hố đào; Kịch bản 2 (KB2) sử dụng tường cừ thép kết hợp với hệ văng chống bảo vệ sạt lở đất nền công trình cho hố đào.

Kết quả cho thấy, với kịch bản biện pháp chỉ sử dụng tường cừ thép đã xuất hiện về mất ổn định hố đào, trong khi nếu kết hợp tường cừ thép với hệ văng chống được đảm bảo ổn định hố đào trong suốt quá trình thi công. Kết quả nghiên cứu cung cấp một phương pháp hữu ích trong công tác kiểm tra, đánh giá ổn định hố đào với các công trình thủy lợi nói riêng và công trình ngầm nói chung, góp phần quan trọng trong việc đề xuất các biện pháp kỹ thuật phù hợp mang lại hiệu quả cho công trình.

**Từ khóa:** Phần tử hữu hạn, tường cừ Larsen, Hệ văng chống, Chuyển vị, Plaxis

**Summary:** Stabilizing digging holes in the construction of irrigation works has great economic and technical significance, especially in weak soil conditions. The underlying impact of the ground element will directly affect engineering measures. the need. Therefore, the study to evaluate the impact of construction methods on the transfer of building structures in soft ground conditions with the finite element method is applied to this study. The calculation and simulation results show that different construction methods have a significant influence on the displacement of the excavation retaining wall. The method of stabilizing the excavation pit is used with two scenarios including: Scenario 1 (KB1) using only steel sheet wall to protect the excavation pit; Scenario 2 (KB2) uses a steel sheet pile wall combined with a steel splash system to protect the work foundation from landslides for the excavation.

The results show that, with the scenario of using only steel sheet pile walls, there is instability in the excavation, while if combining the steel sheet wall with the anti-splash system, the excavation stability is ensured during the construction process. The research results provide a useful method in testing and evaluating the stability of excavations for irrigation works in particular and underground works in general, making an important contribution in proposing appropriate technical measures to bring efficiency to the project.

**Keywords:** Finite Element, Larsen sheet wall, Displacement, Plaxis model.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế cho thấy, với đặc thù các công trình thủy lợi, phần lớn các công trình được thiết kế dưới mặt đất tự nhiên với các hố đào sâu hàng chục mét (như hố đào trạm bơm, cống ngầm,

mố cầu, cống và hệ thống kênh tiêu, thoát nước...) trên các nền đất yếu, mực nước ngầm cao, biện pháp tường chắn không đảm bảo để chống lại sự phá hoại kết cấu dẫn đến chuyển vị ngang quá mức mất an toàn cho công trình. Vì vậy việc tính toán, kiểm tra đảm bảo điều kiện an toàn công các hố móng, bảo vệ hố móng của công trình thủy lợi là một vấn đề vô cùng quan trọng và thực sự cần thiết.

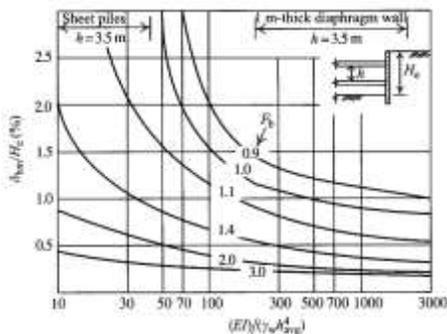
Ngày nhận bài: 19/6/2023

Ngày thông qua phản biện: 26/7/2023

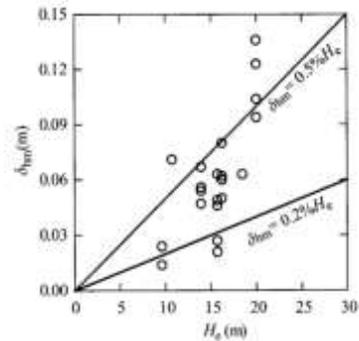
Ngày duyệt đăng: 31/7/2023

Với những công trình phải đào sâu xuống đất việc tính toán, kiểm tra hố móng trở nên phức tạp và đòi hỏi phải tính toán cẩn thận, nhất là trong điều kiện thi công trên nền đất yếu. Trong thực tế đã xảy ra rất nhiều các hư hỏng, sụt lở hố móng sâu của các công trình thủy lợi do chuyển vị đất xung quanh hố đào mà nguyên nhân chủ yếu là do tính toán biện pháp tường vây, chống đỡ hố móng chưa đúng cũng như gặp bất lợi về các điều kiện tự nhiên như nước ngầm và các nhân tố ảnh hưởng khác, đặc biệt các nhân tố gây ra chuyển vị ngang của tường chắn hố đào cụ thể: (i) nhân tố liên quan đến vấn đề thiết kế; (ii) nhân tố liên quan đến thi công; (iii) tải trọng hiện hữu lân cận hố đào [1]. Bên cạnh đó, các nhân tố ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây hố đào như sự mất cân bằng lực, độ cứng của tường vây...phụ thuộc rất lớn vào chiều sâu của hố đào, chiều rộng của hố đào và các biện pháp

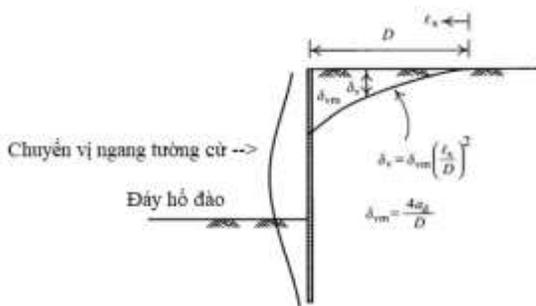
hỗ trợ tường vây như hệ văng chống [2]..., có ảnh hưởng của nó đến chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào sâu. Bằng cách phân tích mối tương quan giữa hệ số an toàn chống trôi đáy, độ cứng của tường vây và hệ thống chống đỡ với chuyển vị ngang lớn nhất của tường thông qua biểu đồ mô phỏng, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng trong một hố đào sâu điển hình thì chuyển vị ngang của tường tỷ lệ thuận với chiều rộng của hố đào sâu. Điều này được giải thích là khi chiều rộng của hố đào càng lớn thì sự mất cân bằng lực càng chênh lệch do đó chuyển vị ngang của tường càng lớn. Hơn nữa, trong đất sét yếu thì chiều rộng của hố đào càng lớn thì hệ số an toàn chống trôi đáy càng giảm vì vậy chuyển vị ngang càng lớn, đồng thời cho thấy ứng suất trước các biện pháp neo đất hay giằng chống rất tường vây thực sự hữu hiệu trong việc hạn chế chuyển vị của tường [3].



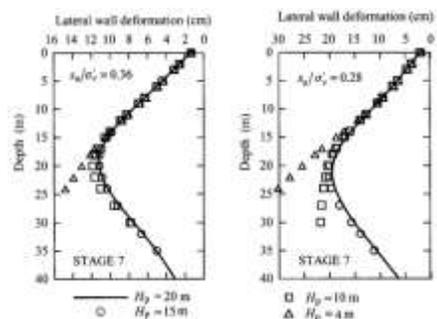
Hình 1: Biểu đồ quan hệ giữa chuyển vị và độ cứng tường chắn, kích thước hố đào theo Clough và O'Rourke (1990)



Hình 2: Biểu đồ quan hệ giữa chuyển vị tường chắn và độ sâu hố đào theo Ou và các đồng nghiệp (1993)



Hình 3: Độ lún của đất nền theo phương pháp của Bowl



Hình 4: Tương quan giữa chiều sâu ngầm tường và chuyển vị ngang của tường (Chang Yu Ou 2006)

Trong mối liên hệ giữa chiều sâu hố đào với chuyển vị ngang của tường vây hố đào thông qua phân tích các công trình hố đào cho thấy, kết quả của nghiên cứu mối quan hệ nói trên thì chuyển vị ngang lớn nhất trong các tường vây hố đào sâu khoảng từ 0.2-0.5% chiều sâu hố đào tùy thuộc vào độ cứng tường và phân bố đất tốt - đất yếu [4]. Về cơ bản khi tăng độ cứng của tường thì sẽ giảm chuyển vị ngang của tường, tuy nhiên mối liên hệ không phải là tuyến tính và chỉ gia tăng trong một khoảng nhất định do đó việc gia tăng độ cứng cho tường để giảm chuyển vị ngang của tường là không thật khả quan [5]. Với các hố đào có tường vây, khi chưa có biện pháp thanh chống thì tường sẽ chuyển vị, khi đã lắp đặt các thanh chống, độ cứng của thanh chống đủ lớn thì tường sẽ chuyển vị dạng xoay quanh điểm tiếp giáp giữa tường và thanh chống và chuyển vị ngang lớn nhất của tường sẽ chuyển về gần đáy hố đào, đồng thời xác định được giới hạn của chuyển vị ngang cho phép tường vây bảo vệ hố đào [11]. Nếu lớp đất tại vị trí đáy hố đào là đất yếu thì chuyển vị ngang lớn nhất của tường sẽ nằm dưới đáy hố đào ngược lại khi lớp đất ngay tại đáy hố đào là lớp đất tốt thì chuyển vị ngang lớn nhất của tường sẽ nằm trên đáy hố đào. Khi độ cứng của hệ thống thanh chống không đủ lớn thì chuyển vị ngang của tường có dạng dầm hẫng và trong trường hợp này thì chuyển vị lớn nhất của tường là ngay tại vị trí đỉnh tường [2]. Mặt khác, ảnh hưởng mô hình nền có tác động đến kết quả chuyển vị ngang tường vây, do đó khi phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào sâu là một vấn đề cần được nghiên cứu, các mô hình nền khác nhau cho kết quả thu được cũng ít nhiều có sự khác nhau. Các nghiên cứu phân tích, ảnh hưởng của việc lựa chọn mô hình nền đến kết quả phân tích bài toán hố đào sâu khi sử dụng mô hình Hardening Soil Model làm mô hình chuẩn để so sánh với kết quả khi phân tích với mô hình Mohr-Coulomb cho thấy dạng của các đường cong chuyển vị ngang là tương tự nhau nhưng giá trị chuyển vị ngang rất khác biệt, và khi so

sánh với kết quả quan trắc, mô hình Hardening Soil cho chuyển vị ngang hợp lý hơn [7].

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào sâu bằng phương pháp phần tử hữu hạn ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong việc giải quyết những bài toán vấn đề kỹ thuật nói chung và địa kỹ thuật nói riêng với những ưu điểm của phương pháp phần tử hữu hạn, đặc biệt trong việc mô phỏng các tác động ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào.

**Các phương pháp phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào sâu** đã được sử dụng rộng rãi gồm ba phương pháp cơ bản như (i) phương pháp giản đơn (Simplified Method), (ii) phương pháp dầm trên nền đàn hồi (Beam on Elastic Foundation Method) và (iii) phương pháp phần tử hữu hạn (Finite Element Method) (*Chang Yu Ou (2006) [2]*). Các nghiên cứu cho thấy, phương pháp giản đơn dựa trên những trường hợp trong quá khứ để xây dựng nên những biểu đồ về mối quan hệ giữa các nhân tố khác nhau với chuyển vị ngang của tường vây trong đó, mối liên hệ giữa chuyển vị ngang lớn nhất và chiều sâu của hố đào trong đó đưa ra những trường hợp cho đất sét và đất cát [4]. Kết quả nghiên cứu cũng nhận thấy được những hạn chế to lớn của phương pháp giản đơn vì chuyển vị ngang của tường vây là tổng hợp tác động của nhiều nhân tố nhưng những biểu đồ trên chỉ xây dựng trên những nhân tố hạn chế dẫn đến sự thiếu chính xác. Mặt khác chuyển vị ngang của tường bị ảnh hưởng rất lớn bởi điều kiện địa chất nhưng những biểu đồ trên được xây dựng trên những nghiên cứu các công trình trong một khu vực nhất định do đó khi đem những biểu đồ này áp dụng cho những công trình ở những khu vực khác thì kết quả có độ tin cậy thấp [3]. Đối với **phương pháp dầm trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn** là hai phương pháp thông dụng trong phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào, ưu điểm của hai phương pháp này chính là mô phỏng

cơ bản trọn vẹn những nhân tố ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào. Mặt khác, hai phương pháp này được xây dựng trên phần mềm máy tính để giảm khối lượng và thời gian tính toán, tuy nhiên lý thuyết cơ bản của hai phương pháp này thì không thật sự đơn giản, đặc biệt là phương pháp phần tử hữu hạn do đó người phân tích không những phải có kiến thức cơ bản về nguyên lý lý thuyết mà còn phải có kinh nghiệm thực tế; So sánh hai phương pháp dựa trên nền đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn trong việc phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào sâu đã được một số tác giả nghiên cứu, quả nghiên cứu đã sử dụng phương pháp ứng suất phụ thuộc (Depending pressure method) và phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) để tiến hành phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong một hố đào sâu, phương pháp ứng suất phụ thuộc là một dạng của phương pháp dựa trên nền đàn hồi dựa trên ý tưởng là mô phỏng mối liên hệ giữa đất nền và tường bằng hệ thống những lò xo có độ cứng, tường được xem là một dầm đàn hồi, việc chuyển vị ngang của tường được xác định thông qua việc giải bài toán dầm trên những gối tựa lò xo có độ cứng với các hệ số và tải trọng là áp lực đất nền. Các nghiên cứu đã cho thấy việc tính toán bằng phương pháp ứng suất phụ thuộc cho kết quả rất biến động vì phụ thuộc nhiều vào cách xác định hệ số trong phương pháp, trong khi đó việc tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho kết quả tính ít biến động và gần sát với kết quả quan trắc [6].

Mô hình Plaxis được xây dựng dựa trên dựa trên lý thuyết phương pháp phần tử hữu hạn, biến dạng, lý thuyết cổ kết, lý thuyết dòng chảy ngầm; bên cạnh đó việc áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn để thực hiện tính toán, mô phỏng các bài toán địa kỹ thuật, quá trình tính toán, mô phỏng được dựa trên sự tích hợp trong mô hình nền như Mohr-Coulomb Model và Hardening Soil Model và một số mô hình khác nhằm khả năng đánh giá độ tin cậy của kết quả tính toán. Bên cạnh đó, để mô hình có

khả năng đưa ra biến dạng và sự phân bố ứng suất đáng tin cậy, giới hạn vùng mô hình cũng cần phải hợp lý, cụ thể như vùng mô hình phải đủ lớn để có thể bao trùm hết được những tác động tương hỗ giữa hố đào sâu với đất nền xung quanh. Các nghiên cứu đã đưa ra đề nghị giới hạn vùng mô hình khi phân tích hố đào sâu bằng phần mềm Plaxis, giới hạn vùng mô hình phụ thuộc vào chiều rộng hố đào, chiều sâu hố đào và chiều dài của tường vây; nghiên cứu ảnh hưởng của giới hạn vùng mô hình đến kết quả phân tích chuyển vị ngang của tường vây cho thấy giới hạn vùng mô hình một khi đã đạt đến kích thước hợp lý thì việc mở rộng giới hạn vùng mô hình ảnh hưởng không đáng kể đến kết quả phân tích chuyển vị ngang của tường vây trong hố đào [10]. Với tính chất đặc thù của các công trình thủy lợi, địa hình phức tạp và các điều kiện địa chất khác nhau phần lớn thi công trên nền đất yếu, kiểm tra sự an toàn của biện pháp thi công là vấn đề thực sự cần thiết cần được nghiên cứu và xem xét và trong nghiên cứu này phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng để tính toán, mô phỏng và kiểm tra hố đào cho dự án, công trình thực tế như được trình bày chi tiết các nội dung dưới đây.

### 3. DỰ ÁN THỰC TẾ ÁP DỤNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này tác giả áp dụng với một công trình thực tế để thực hiện tính toán, mô phỏng cho nghiên cứu. Phương pháp phần tử hữu hạn với mô hình Plaxis được sử dụng để tính toán và kiểm tra kết quả từ đó đưa ra biện pháp phù hợp, đảm bảo hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cho công trình, với mục tiêu nghiên cứu đó, trong nghiên cứu này tác giả áp dụng công trình cụ thể để tính toán, mô phỏng, kiểm tra ổn định hố đào, từ đó đề xuất biện pháp gia cố an toàn cho hố đào trong quá trình thi công công trình.

#### 3.1. Số liệu tính toán

- *Mô tả công trình xây dựng:* Công trình được

sử dụng trong nghiên cứu này là Dự án Hệ thống thoát nước đường 513 khu kinh tế Nghi Sơn; Lý trình: Km6+388.97 -:- Km7+054. Địa điểm xây dựng Khu kinh tế Nghi Sơn, đường 513, lọc hóa dầu Nghi Sơn, Thanh

Hóa; với tổng chiều dài hồ đào 1300m, chiều rộng kênh 5.3m, độ sâu hố đào so với mặt đất tự nhiên là 4.5m; Biện pháp thi công bảo vệ hố đào sử dụng tường vây cừ ván thép Larsen SP-IV;



Hình 3: Vị trí và hạng mục công trình

- Đặc điểm số liệu địa chất: Đặc điểm địa chất tại địa điểm thi công hố móng đào cho thấy có lớp đất đắp trong điều kiện đất yếu, rất dễ sinh ra mất ổn định hố đào, số liệu địa thực tế được thể hiện dưới bảng sau:

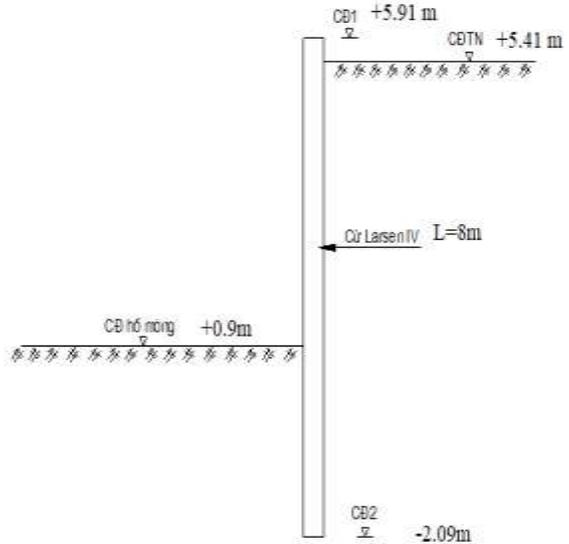
**Bảng 1: Đặc điểm cơ lý địa chất tại công trình**

Lớp đất	Cao độ	Độ dày (m)	Mô tả đất	c T/m <sup>2</sup>	φ (độ)	γ <sub>o</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ · tn (T/m <sup>3</sup> )
Lớp 1: Đất đắp	5,41	3,00	Đất đắp, đất san lấp	0,376	19,16	2,74	1,930
	2,41						
Lớp 2: Cát mịn	2,41	6,00	Cát mịn, kết cấu xốp, bão hòa nước	0,00	32,34	2,65	1,960
	-3,59						

- Thông số vật liệu cừ ván thép Larsen SP-IV: F= 243 (cm<sup>2</sup>/m)  
 + Chiều dài cừ: 8m  
 + Ứng suất giới hạn: δ = 2100 (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 + Diện tích chống uốn mặt cắt có hiệu: wx=2270 (cm<sup>3</sup>/m)  
 + Mô men quán tính của mặt cắt nguyên: Jx= 38600 (cm<sup>3</sup>/m)  
 + Mô men chống uốn của mặt cắt có hiệu: wx=2270 (cm<sup>3</sup>/m)

- Các thông số chiều dài, cao độ:
- + Cao độ đỉnh cọc ván thép (CĐ1): 5,91(m)
- + Cao độ mặt đất tự nhiên (CĐTN): 5,41 (m)
- + Cao độ đáy hố móng: 0,90 (m)

- + Chiều dài cừ Larsen IV: 8,00(m)
- + Cao độ chân cọc ván thép (CĐ2): -2,09 (m)
- + Tải trọng lân cận: 4,6 T/m



Hình 4: Địa chất tại công trình và cao độ yêu cầu hố đào

- Thông số vật liệu thép văng chống H300x300
- + Mô đun đàn hồi của thép:  $E = 2,00E+08$  (kN/m<sup>2</sup>)

- + Độ cứng chịu nén của thép:  $EA = 7,53E+05$ (kN)
- + Khoảng cách thanh chống:  $L_{spacing} = 4,0m$

Các bước tính toán:

TT	Mô tả nội dung công việc
Bước 1	Chuẩn bị mặt bằng
Bước 2	Thi công ép tường cừ thép Larsen IV, L=8m; phân đoạn thi công 100m/giai đoạn; ép tĩnh bằng Robot
Bước 3-0	Đào đất bằng máy từ CĐMĐTN (+5.41m) đến cao độ +0.90m trường hợp không sử dụng văng chống; tiến hành thi công kênh thoát nước
Bước 3-H	Đào đất bằng máy từ CĐMĐTN (+5.41m) đến cao độ +3.41 m tiến hành văng chống (tại +3.41m), đào đất tiếp đến cao độ +0.90m sau đó tiến hành thi công Hạng mục kênh.
Bước 4	Tháp văng chống, nhổ cừ Larsen, lấp đất hoàn thiện

### 3.2. Kết quả tính toán và phân tích

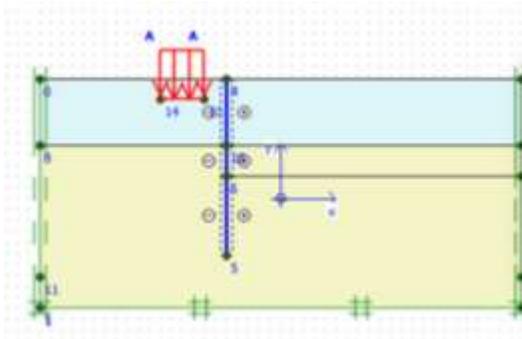
Nghiên cứu chuyên vị tường vây cừ Larsen SP-IV, chiều dài 8m, chiều dài hố đào dài

1.300 m, rộng 6m, với độ sâu hố đào lớn nhất 4.51m, thi công xây dựng hệ thống kênh thoát nước Khu kinh tế Nghi Sơn, Thanh Hoá. Bằng

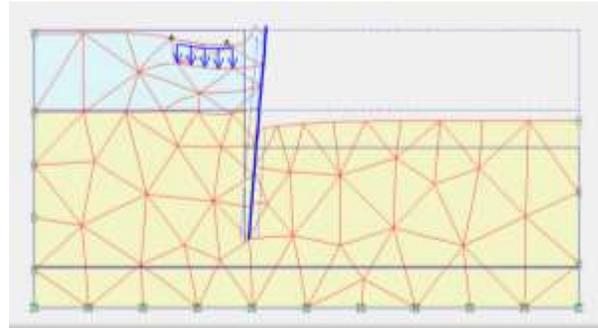
phần mềm Plaxis foundation với mô hình Mohr – Coulomb để mô phỏng bài toán để mô phỏng bài toán chuyển vị ngang tường cừ Larsen SP-IV trong hố đào trong điều kiện công trình được thi công trên nền đất yếu bằng biện pháp ép cọc cừ kết hợp với sử dụng văng chống H300x300. Tác giả phân tích so sánh hiệu quả hạn chế chuyển vị tường vây thông qua hai kịch bản gia cố tường vây: KB1-chỉ sử

dụng tường vây cừ ván thép Larsen SP-IV; KB2-Kết hợp tường cừ ván thép Larsen SP-IV với hệ văng chống H300x300 bảo vệ hố đào.

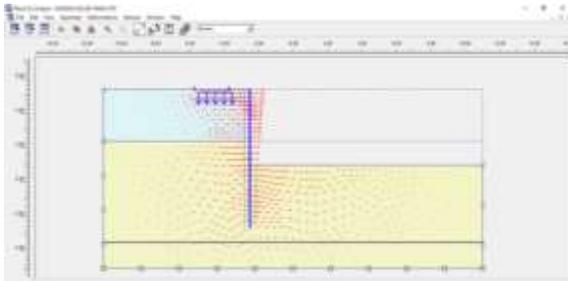
+ *Kết quả mô phỏng biện pháp thi công hố đào với KB1*: mô phỏng được mô tả với tải công trình lân cận được thể hiện trong hình 5, mô phỏng lưới biến dạng phần tử sau công tác thi công đào đất như được thể hình 6; chuyển vị ngang và trôi sụt thể hiện hình 7, 8 dưới đây.



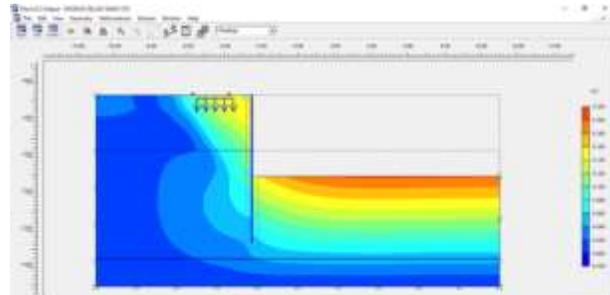
Hình 5: Thiết lập tải công trình lân cận



Hình 6: Biến dạng phần tử thi công đào đất



Hình 7: Xuất hiện chuyển vị ngang ( $U_x$ )



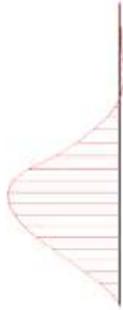
Hình 8: Chuyển vị ngang và trôi sụt

Kết quả tính toán, mô phỏng cho thấy với KB1, biện pháp thi công sử dụng tường cừ SP-IV ( $L=8\text{m}$ , Hố đào sâu  $4.51\text{m}$ ) không có văng chống đã xuất hiện chuyển vị ngang và ứng suất tác động dọc tường cừ với kết quả như sau: Chuyển vị ngang lớn nhất  $U_x=125.0 \cdot 10^{-3}\text{m}=12.5\text{cm}$ ; và Mômen uốn lớn nhất tác động dọc tường cừ  $440.35\text{ (kNm/m)}$ ; Mô men kháng uốn hữu hạn:  $w = 2270\text{ (cm}^3/\text{m)}$ . Kết quả tính toán so sánh với các điều kiện giới hạn cho phép (ĐK1: điều kiện đảm bảo an toàn về kháng uốn và ĐK2: điều

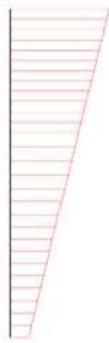
kiện đảm bảo an toàn về chuyển vị ngang tường cừ). Kết quả tính toán cho thấy so đạt được điều kiện về kháng uốn, nhưng không đảm bảo yêu cầu về chuyển vị theo phương ngang của tường cừ, vì vậy tường cừ có thể mất ổn định trong quá trình thi công hố móng với độ sâu đào từ  $H=4,51\text{m}$  từ cao độ mặt đất tự nhiên  $+5,41\text{m}$  đến cao độ  $+0,90\text{m}$  như được thể hiện dưới đây.



Hình 9: Tính toán, mô phỏng các giai đoạn thi công



Mô ment uốn ( $M_{max}$ )



Chuyển vị ngang ( $U_x$ )

- **Kiểm tra Đ/K1:** Ứng suất tác động dọc tường cừ Larsen:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{w} = 1939,87 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) < \sigma_{gh} = 2100 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

Trong đó:

Mô ment uốn lớn nhất:  $M_{max} = 440,35 (\text{kNm/m})$ ;

Mô ment kháng uốn hữu hạn:  $w = 2270 (\text{cm}^3/\text{m})$

Ứng suất cho phép:  $\sigma_{gh} = 2100 \text{ Kg/cm}^2$

→ **Kết luận: ĐẠT**

- **Kiểm tra Đ/K2:** Chuyển vị ngang tường cừ Larsen:

$$* \Delta u_x = (U_{xmax}/H) = 12.5 \text{ cm} / 451 \text{ cm} = 2.8\% > \Delta u_{xgh} = 2.4\%$$

Trong đó:

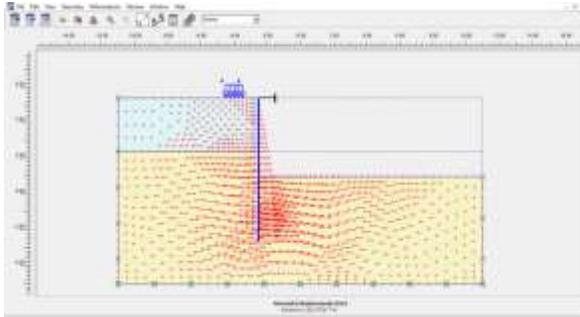
Chuyển vị ngang lớn nhất:  $U_{xmax} = 125,0 * 10^{-3} \text{ m}$

Chuyển vị ngang cho phép:  $U_{xgh} = 2,4\%$

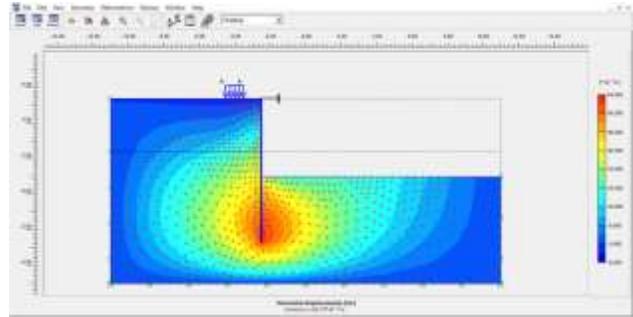
→ **Kết luận: KHÔNG ĐẠT**

Kết quả tính toán KBI đạt được điều kiện về kháng uốn, nhưng không đảm bảo yêu cầu về chuyển vị theo phương ngang của tường cừ.



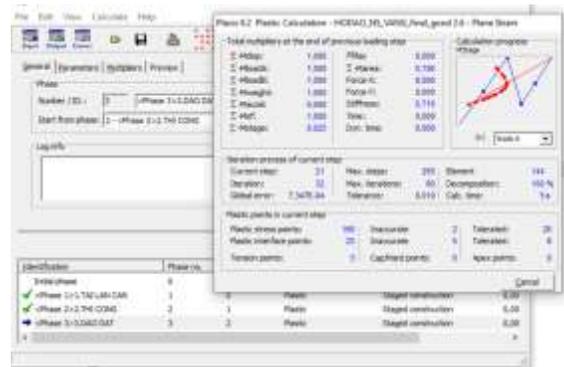


Hình 13: Xuất hiện chuyển vị ngang (Ux)



Hình 14: Chuyển vị ngang và trôi sụt

Với KB2, biện pháp thi công sử dụng tường cừ SP-IV (L=8m, Hồ đào sâu 4.51m) đồng thời sử dụng hệ văng chống với khoảng lắp văng D=4,0m, kết quả cho mô phỏng cho thấy: Chuyển vị ngang lớn nhất  $U_x = 53.7 \cdot 10^{-3} \text{m} = 5.37 \text{cm}$ ; và Mômen uốn lớn nhất tác động dọc tường cừ 94.87 (kNm/m); Mô men kháng uốn hữu hạn:  $w = 2270 \text{ (cm}^3/\text{m)}$ . Kết quả tính toán so sánh với các điều kiện giới hạn cho phép cho thấy, với biện pháp bảo vệ hồ đào kết hợp tường cừ và văng chống đảm bảo cả về kháng uốn và chuyển vị theo phương ngang của tường cừ.



Hình 15: Tính toán, mô phỏng các giai đoạn thi công

Kết quả tính toán KB2 đạt được điều kiện về kháng uốn, đồng thời đảm bảo yêu cầu về chuyển vị theo phương ngang của tường cừ.



- **Kiểm tra Đ/K1:** Ứng suất tác động dọc tường cừ Larsen:  
 $\sigma = \frac{M_{max}}{w} = 418,93 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) < \sigma_{gh} = 2100 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

Trong đó:

Mô men uốn lớn nhất:  $M_{max} = 94,87 \text{ (kNm/m)}$ ;

Mô men kháng uốn hữu hạn:  $w = 2270 \text{ (cm}^3/\text{m)}$

Ứng suất cho phép:  $\sigma_{gh} = 2100 \text{ Kg/cm}^2$

→ **Kết luận: ĐẠT**

- **Kiểm tra Đ/K2:** Chuyển vị ngang tường cừ Larsen:

\*  $\Delta u_x = U_{xmax} / H = 5.37 / 451 = 1.2\% < \Delta u_{xgh} = 2.4\%$

Trong đó:

Chuyển vị ngang lớn nhất:  $U_{xmax} = 53.7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Chuyển vị ngang cho phép:  $U_{xgh} = 2,4\%$

Chuyển vị ngang ( $U_x$ ) khi có văng H300x300 → **Kết luận: ĐẠT**

### 3.3. Đánh giá điều kiện an toàn ổn định tường cừ

Dựa trên các số liệu được cung cấp, kết quả tính toán ổn định tường cừ Larsen IV đối với hố đào được kiểm tra cho các Kịch bản gồm: KB1, chỉ ép cừ mà không có văng chống; KB2, ép cừ và có văng chống. Trên cơ sở về đặc tính và thông số vật liệu tại công trình kết quả tính toán, mô phỏng cho thấy:

**KB1:** Với biện pháp thi công sử dụng tường cừ SP-IV ( $L=8m$ ) không có văng chống khi so sánh với các điều kiện giới hạn cho phép, kết quả cho đạt được điều kiện về kháng uốn, nhưng không đảm bảo yêu cầu về chuyển vị theo phương ngang của tường cừ, vì vậy tường cừ có thể mất ổn định trong quá trình thi công hố móng với độ sâu đào từ  $H=4,51m$  từ cao độ mặt đất tự nhiên  $+5,41m$  đến cao độ  $+0,90m$ .

**KB2:** Với biện pháp thi công sử dụng tường cừ SP-IV ( $L=8m$ ) và có văng chống sử dụng loại H300x300, khi so sánh với các điều kiện giới hạn cho phép, kết quả đảm bảo đạt được cả về điều kiện về kháng uốn, đồng thời đảm bảo yêu cầu về chuyển vị theo phương ngang của tường cừ, vì vậy tường cừ ổn định trong quá trình thi công hố móng.

## 4. KẾT LUẬN

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kung. G.T.C (2009). *Comparison of excavation-induced wall deflection using top-down and bottom-up construction methods in Taipei silty clay*. Journal of Computers and Geotechnics, Vol. 36 (No 3): 373-385.
- [2] Chang -Yu Ou (2006). *Deep Excavation Theory and Practice*. London: Taylor & Francis Group.
- [3] Clough and O'Rourke (1990). *Construction induced movements or insitu wall*. Process of Design and Performance of Earth Retaining Structures, ASCE, Cornell University, Ithaca, NY, Vol 23,: 439-469.
- [4] Ou, C. Y. and Shiau, W. D (1993). *Characteristics of consolidation and strength of Taipei silty clay*". Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering; Vol. 5, No.

Thực tế cho thấy, đặc điểm địa chất tại địa điểm thi công hố móng đào có lớp đất đắp trong điều kiện đất yếu, rất dễ sinh ra mất ổn định hố đào, sạt lở ảnh hưởng đến các công trình hiện hữu nếu không có biện pháp gia cố phù hợp. Trong nghiên cứu này, kết quả tính toán, kiểm tra chuyển vị ngang, ổn định hố đào dựa trên các điều kiện giới hạn theo phương pháp phần tử hữu hạn cho thấy với kịch bản tường cừ larsen kết hợp với hệ văng chống cho kết quả đảm bảo an toàn trong quá trình thi công trong khi đó, với kịch bản chỉ có tường cừ cho thấy công trình mất an toàn nền đất yếu với chuyển vị phương ngang vượt quá giới hạn cho phép. Trong bài toán này, quá trình tính toán mô phỏng tác giả cố định chiều dài cừ, tải trọng công trình lân cận, chiều sâu hố đào; mực nước ngầm hiện hữu và thay đổi biện pháp gia cố tường cừ với kịch bản có và không có hệ văng chống. Các nghiên cứu tiếp theo tác giả có thể thay đổi chiều dài tường cừ thép để xác định được độ dài cừ larsen cần thiết để đảm bảo công trình ổn định mà không sử dụng hệ văng chống và một số kịch bản khác về kết cấu tường vây, độ sâu hố đào, mực nước ngầm khác nhau để đánh giá một cách đầy đủ hơn trong công tác thi công hố đào với các công trình thủy lợi đặc thù.

- 4, pp. 337-346.
- [5] Hsieh,P.G. (1999) "*Prediction of Ground Movement Caused by Deep Excavation in Clay*", PhD Dissertation, Department of Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan, 1999.
- [6] M.Mitew (2006). *Numerial analysis of displacement of diaphragm wall*. Geotechnical aspects of underground construction in soft ground, pp.615- 62,Tailor & Francis, London,UK, 2006.
- [7] Helmut F. Schweiger (2007). *Modelling issues for numerical analysis of deep excavations*. Institute for Soil Mechanics und Foundation Engineering Graz University of Technology, Austria, 2007
- [8] Lumir Mica, Vaclav Racansky, Juraj Chalmovsky (2011). *Technological tunnel centre-Numerical analysis by using different constitutive models*, The 10<sup>th</sup> International Conference, Vilnius, Lithuania, pp 1146-1152, 2011
- [9] Ngô Đức Trung, Võ Phán (2011). *Phân tích ảnh hưởng của mô hình nền đến dự báo chuyển vị và biến dạng công trình hố đào sâu ổn định bằng tường chắn*, Kỷ Yếu Hội nghị Khoa Học và Công Nghệ lần Thứ 12, Khoa KT Xây Dựng ĐH Bách Khoa Tp.HCM, 10/2011
- [10] K.J.Bakker. (2005). *3D FEM Model for Excavation Analysis*, Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground Amsterdam, Preprint Proc. 5th IS 2005, Sess.4, pp.13-18, Amsterdam: IS SMGE/TC28, 2005
- [11] Paul For, Bian Hong Neo, Chepurthy Veeresh, Dazhi Wen and Kok Hun Goh (2012). *Limiting vales of retaining wall displacements and impact to the adjacent structures*. Journal of Land transport Engineering, Singapore, Vol 1: 134-139.