

# PHÂN TÍCH ỨNG DỤNG CỌC KHOAN NHỒI GIỮ ỔN ĐỊNH MÁI ĐÊ, KÈ TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

DƯƠNG VĂN VIỆN, BÙI VĂN TRƯỜNG\*,  
NGUYỄN VĂN ĐỖ\*

## *Bored pile group application to protect for dikes and embankments on the soft soil*

**Abstract:** Anti-erosion embankments for river dykes, and riverside residential areas are limited in terms of ground use conditions. Therefore, requirement solutions to protect and stabilize dykes, embankments do not encroach on the river bed, reducing the hydro-logical cross-section. The solution to make the back-pressure structures of the slope stable, which is excavating the roof to reduce the load in this case is not suitable. For this situation, using bored piles is shown to be effective and efficient in terms of stabilizing the revetment. This paper studies the working of the bored pile system in soft ground and the influence of the double-pile system on slope stability.

**Keywords:** Bored pile, protect, dikes and embankments, soft soil

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đọc theo các tuyến sông thường gặp nhiều đoạn có địa chất yếu, bờ sông có nhiều nhà dân, công trình xây dựng. Một số tuyến đê được kết hợp làm đường giao thông. Sự phát triển giao thông đường thủy và quy hoạch thoát lũ yêu cầu lòng sông không được phép co hẹp. Tuy nhiên, nhiều vị trí hiện tượng sạt lở bờ sông, mái đê diễn ra thường xuyên, nghiêm trọng, với tốc độ nhanh, đe dọa đến tính mạng, tài sản của người dân sống ven sông, ảnh hưởng đến an toàn, ổn định của đê và an toàn giao thông, làm thu hẹp dòng chảy gây ngập úng thượng lưu. Ngã ba sông Bùi và sông Đáy thuộc địa bàn thành phố Hà Nội là một ví dụ. Ở đây, bờ sông, mái đê xảy ra sạt lở rất phức tạp, làm cho các căn nhà, công trình gần đê phía sông bị lún, nứt, hư hỏng.

Trong điều kiện nền đất yếu, mặt bằng xử lý, lòng sông hạn hẹp như vậy, sử dụng cọc khoan nhồi để ổn định mái đê, kè là giải pháp có triển

vọng. Nghiên cứu ứng dụng giải pháp có ý nghĩa và cần thiết trong thực tiễn hiện nay.



Hình 1: Vị trí đê bờ hữu sông Đáy bị xói lở

## 2. GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH MÁI ĐỐC TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

Để giữ ổn định mái dốc trên nền đất yếu có nhiều biện pháp công trình như: đào bạt mái, gia cố, cố kết mái dốc, đắp cơ phản áp, xây dựng tường chắn,... Các giải pháp nêu trên tùy từng điều kiện để áp dụng. Tuy nhiên với trường hợp mái bờ sông, mái đê trên nền đất yếu, lòng sông hẹp, các giải pháp nêu trên đều không khả thi để giữ ổn định mái dốc. Công tác đào bạt mái dốc, hạ thấp độ dốc giảm trọng lượng khối trượt

\* Trường Đại học Thủy Lợi  
175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội



Tải trọng đứng tác dụng lên cọc, nền đất và cọc sẽ tương tác qua những gối đàn hồi theo phương thẳng đứng. Quan hệ giữa tải trọng đứng và chuyển vị đứng được biểu diễn bằng đường cong T-z.

$$T = k_z * z \quad (3)$$

Trong đó:

T: Sức chịu tải đứng - phản lực đứng;

$k_z$ : Hệ số nền theo phương đứng;

z: Chuyển vị đứng của phần tử cọc.

Tải trọng ngang tác dụng lên cọc, nền đất và cọc sẽ tương tác qua những gối đàn hồi theo phương ngang. Quan hệ giữa phản lực - chuyển vị ngang của các gối đàn hồi được biểu diễn bằng đường cong P-y.

$$P = k_y * y \quad (4)$$

Trong đó:

P: Sức chịu tải ngang - phản lực ngang;

$k_y$ : Hệ số nền theo phương ngang;

y: Chuyển vị ngang của phần tử cọc.

Sức chịu tải của cọc phụ thuộc vào đặc điểm đất nền. Khi lực gây trượt tác dụng, khiến cọc và đất nền dịch chuyển lên nhau sinh ra sức kháng bên - lực ma sát chống trượt.

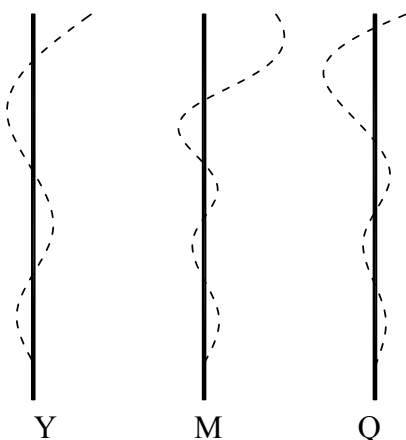
$$f_t = c + \sigma \tan \phi \quad (5)$$

Trong đó:

c: Là lực dính đơn vị giữa cọc và đất - lực dính bên;

$\sigma$ : Ứng suất pháp hữu hiệu;

$\phi$ : Góc ma sát của đất và cọc.



Hình 4: Biểu đồ ứng xử của cọc

Phương pháp cân bằng giới hạn và phương pháp dựa trên chuyển vị cọc thích hợp áp dụng trong các bài toán thiết kế, tuy nhiên cả 2 phương pháp đều có mặt hạn chế khi không thể mô tả chính xác khoảng cách bố trí cọc, sự làm việc giữa cọc và đất nền.

Để có thể mô phỏng ứng xử của cọc khoan nhồi và đất nền, nhóm tác giả ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn chia khối đất giữa các cọc và cọc thành các phần tử liên kết. Tạo ra môi trường cọc - đất nền phù hợp hơn với thực tế. Phần mềm Plaxis cho phép mô hình hóa và phân tích sự làm việc giữa cọc và đất nền, cùng với sự tác động của áp lực đất, ngoại lực. Plaxis sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) chia mô hình thành các lưới phần tử nhỏ. Liên kết giữa cọc và đất nền được thể hiện bằng phần tử interface R. Cọc khoan nhồi được mô hình bằng các phần tử cọc, cho phép mô hình chính xác kích thước và đặc điểm của cọc.

Cọc trong phần mềm plaxis 3D được mô phỏng bao gồm phần tử dầm và phần tử bề mặt cọc mô tả ứng xử bề mặt cọc với đất nền.

Cọc trong phần mềm plaxis 3D, mô tả liên kết của cọc với đất nền theo không gian, ứng xử đàn hồi của phần tử cọc được xác định bởi các thông số sau:

A: Diện tích cọc;

E: Mô đun đàn hồi của cọc;

$I_2$ : Mô men quán tính xoay quanh trục thứ hai;

$I_3$ : Mô men quán tính xoay quanh trục thứ ba.

Phần tử bề mặt cọc (interface) mô tả ứng xử bề mặt cọc với đất được định nghĩa bởi phương trình:

$$\begin{bmatrix} t_s \\ t_n \\ t_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_s & 0 & 0 \\ 0 & K_n & 0 \\ 0 & 0 & K_t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_n^p & u_s^s \\ u_n^p & u_n^s \\ u_t^p & u_t^s \end{bmatrix} \quad (6)$$

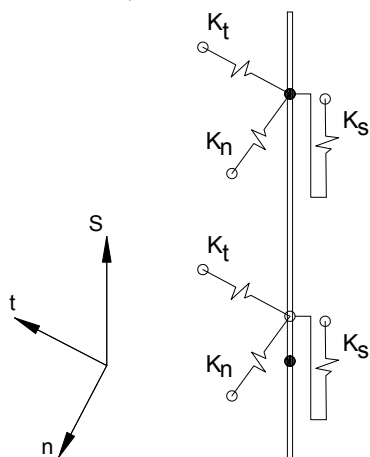
Trong đó:

$u^p$ : là chuyển vị của cọc;

$u^s$ : là chuyển vị của đất;

$K_s, K_n, K_t$ : là độ cứng đàn của phần tử bề mặt cọc thể hiện ở hình 5.

$$K_n = K_t = \frac{2(1-\nu)}{1-2\nu} K_s \quad (7)$$



Hình 5: Độ cứng phần tử bề mặt cọc

### 3.2. Ứng dụng hệ cọc khoan nhồi ổn định mái kè Hòa Chính, huyện Chương Mỹ, Hà Nội

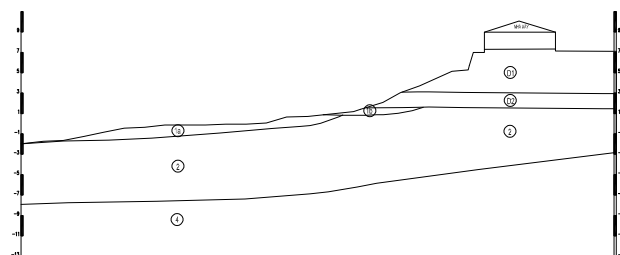
Công trình kè Hòa Chính bảo vệ bờ đê sông Đáy thuộc địa phận xã Hòa Chính, huyện Chương Mỹ, thành phố Hà Nội. Công trình nằm ở ngã 3 sông, khu vực giao thoa giữa 2 dòng chảy có chế độ thủy lực xoáy cuộn rất phức tạp. Phía bờ tả sông Đáy, khu vực này đã được kè cứng bằng đá hộc lát khan trong khung bê tông. Đoạn phía trước đỉnh Lưu Xá bờ tả sông Bùi cũng đã được kè, làm cho năng lượng dòng chảy càng tập trung gây xói khu vực chưa được kè gia cố là bờ hữu sông Đáy và bờ tả sông Bùi. Dòng chảy gây xói, sạt lở, hàm ếch rất nguy hiểm, mái đê dốc từ 35-40 độ. Lòng sông rộng từ 35-40m, giao thông đường thủy phát triển. Phía trên đỉnh bờ có nhiều nhà dân.

Đây là khu vực ngã ba sông nên địa chất rất phức tạp, các lớp đất yếu có chiều dày lớn, chủ yếu là đất á sét trạng thái chảy - dẻo chảy và dẻo mềm xen kẽ lớp cát hạt nhỏ. Cấu trúc địa chất công trình gồm 6 lớp:

- Lớp D1: Đất đắp-Hỗn hợp á cát, á sét màu xám nâu, lẫn gạch đá vụn;
- Lớp D2: Cát san lấp-Cát hạt nhỏ màu xám, xám nâu, trạng thái xốp;
- Lớp 1a: Bùn sét màu xám, xám đen;

- Lớp 1b: Lớp bồi tích (aQ)-Đất á sét màu xám nâu, trạng thái dẻo mềm;
- Lớp 2: Cát hạt mịn màu xám, xám ghi, trạng thái xốp;
- Lớp 4: Cát hạt nhỏ màu xám, xám ghi đôi chỗ lẫn sạn, trạng thái chặt vừa.

Đặc trưng cơ lý của các lớp đất được trình bày trong bảng 1.



Hình 6: Mặt cắt địa chất ngang vị trí kè

Bảng 1: Bảng chỉ tiêu cơ lý các lớp đất

TT	Tên lớp	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kG/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (độ)	E (kG/cm <sup>2</sup> )
1	Lớp D1	19,5	0,151	20 <sup>o</sup> 42'	102
2	Lớp D2	19,0	0	28 <sup>o</sup> 00'	104
3	Lớp 1a	17,2	0,075	12 <sup>o</sup> 25'	20
4	Lớp 1b	17,3	0,119	10 <sup>o</sup> 32'	54
5	Lớp 2	19,0	0	24 <sup>o</sup> 02'	110
6	Lớp 4	19,0	0	30 <sup>o</sup> 00'	150

Do địa chất phức tạp, đất yếu phân bố khá sâu, mặt bằng xây dựng công trình bị giới hạn, vì vậy các biện pháp truyền thống để xây dựng và bảo vệ bờ kè như thả đá hộc hộ chân, tường rọ đá, đập cơ phản áp, đào bạt mái thường không phù hợp. Các biện pháp đó gây chiếm dụng nhà dân, lấn chiếm diện tích lòng sông, làm co hẹp dòng chảy, gây ảnh hưởng khả năng tiêu thoát lũ và giao thông đường thủy.

Trong điều kiện như vậy, để đảm bảo ổn định công trình, an toàn cho người và tài sản, giải pháp sử dụng hệ cọc khoan nhồi được nghiên cứu áp dụng.

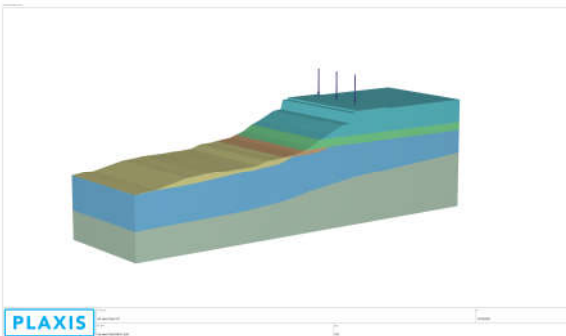
Để phân tích chuyển vị của hệ cọc và đất, kiểm tra ổn định mái kè, phần mềm Plaxis 3D và phần mềm Geostudio được sử dụng tính toán

với tổ hợp tải trọng cơ bản và tổ hợp thi công. Trong đó, đất nền sử dụng mô hình Mohr-Coulomb, cọc khoan nhồi được mô phỏng bằng phần tử kết cấu cọc.

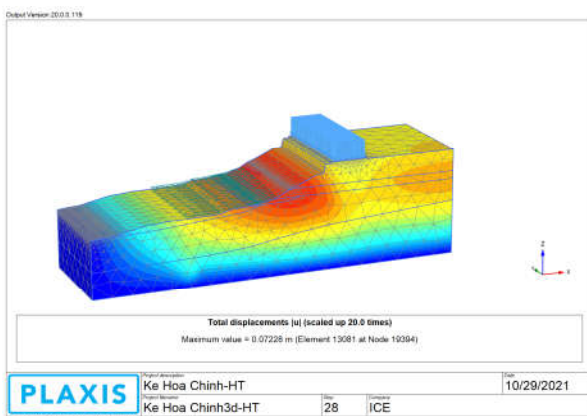
**Bảng 2: Bảng thông số cọc**

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Young's modulus	E	kN/m <sup>2</sup>	3,00E+07
Unit weight	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	24
Pile type	-	-	Predefined
Predefined pile type	-	-	Massive circular pile
Diameter	Diameter	M	0,4
Skin resistance	Type	-	Layer dependent

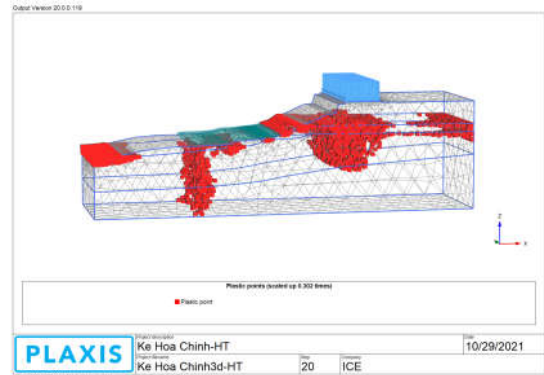
Trường hợp hiện trạng, trên đỉnh kè có nhà dân sinh sống được mô phỏng ở hình 7, mực nước trong sông là mực nước kiệt, tần suất 95%. Kết quả tính toán, phân tích được trình bày cụ thể ở hình 8, 9 và 10 cho thấy các điểm bị phá hoại - trượt xuất hiện tại chân mái kè - vị trí xói lở, mái kè không đạt hệ số ổn định theo quy định.



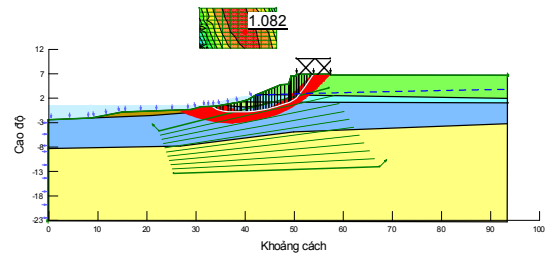
Hình 7: Mô hình 3D mái đê hiện trạng



Hình 8: Kết quả phân tích biến dạng hiện trạng



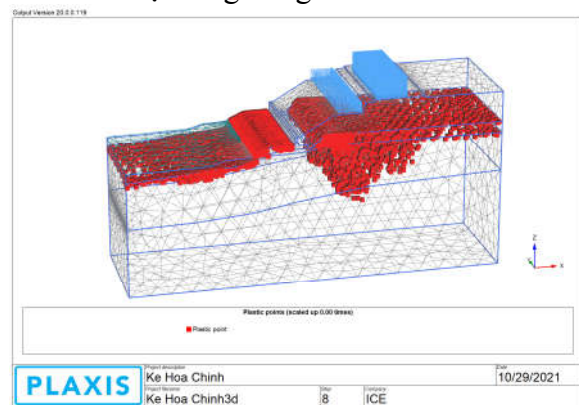
Hình 9: Phân bố điểm chảy dẻo hiện trạng



Hình 10: Kết quả kiểm tra ổn định mái kè hiện trạng

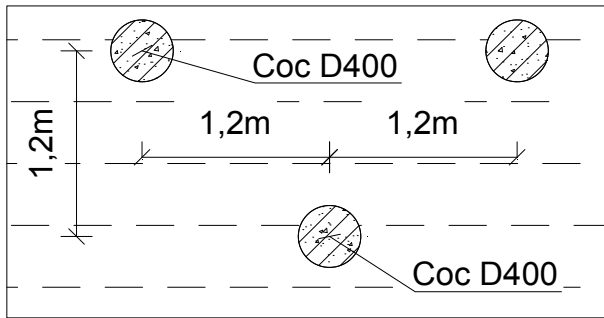
Để ổn định mái kè, sử dụng 2 hàng cọc khoan nhồi D400, kết hợp thả đá học hộ chân gia cố chân mái chống xói lở, lát mái kè bằng tấm bê tông đúc sẵn chống xói mặt. Tuy nhiên, để làm rõ hiệu quả và sự làm việc của hệ cọc khoan nhồi với đất nền trường hợp không có cọc khoan nhồi được tính toán để so sánh với trường hợp sử dụng 2 hàng cọc khoan nhồi.

Khi chưa có hệ cọc khoan nhồi, kết quả tính toán cho thấy phía chân mái kè có chuyển vị lớn nhất (khoảng 36cm), các điểm bị phá hoại tập trung tại mái kè kéo dài xuống chân mái và bề mặt lòng sông.

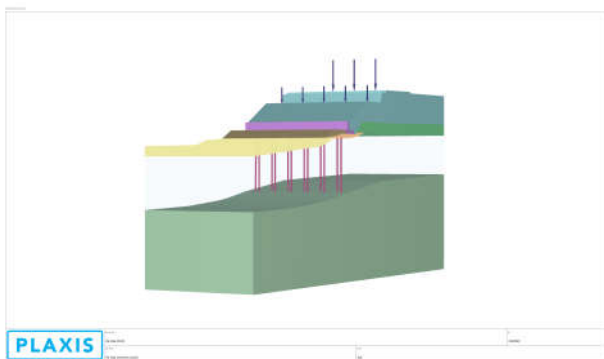


Hình 11. Phân bố điểm chảy dẻo khi không sử dụng cọc

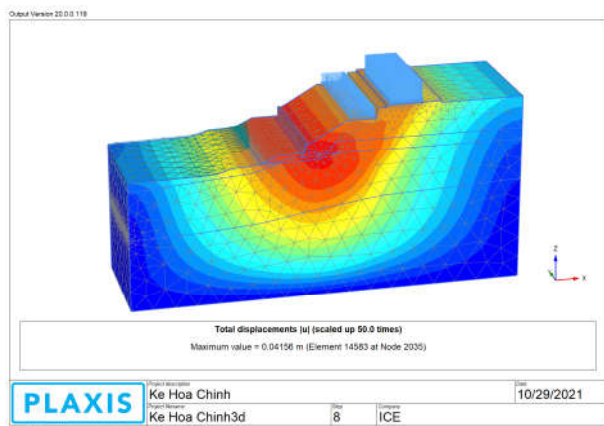
Sau khi sử dụng 2 hàng cọc khoan nhồi D400, kết quả tính toán, phân tích cho thấy, chuyển vị lớn nhất của cọc khoan nhồi là 0,25cm và chuyển vị lớn nhất của đất ở chân mái kè khoảng 4,2cm, nằm trong giới hạn cho phép.



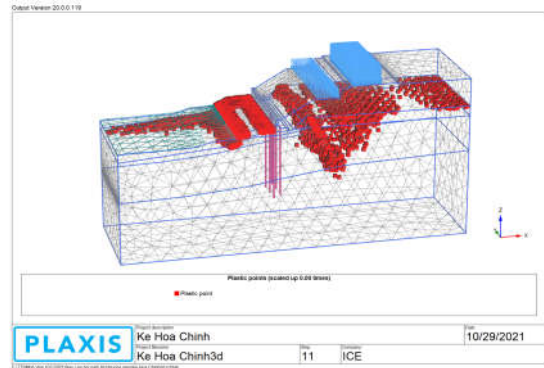
Hình 11: Sơ đồ bố trí cọc khoan nhồi gia cố kè



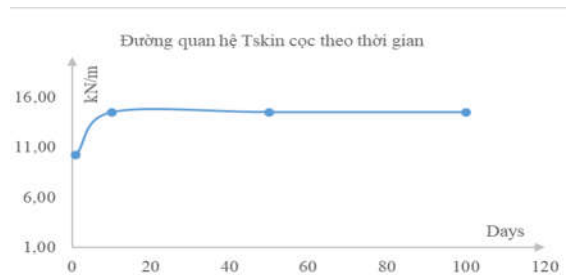
Hình 12: Mô hình 3D hệ cọc khoan nhồi



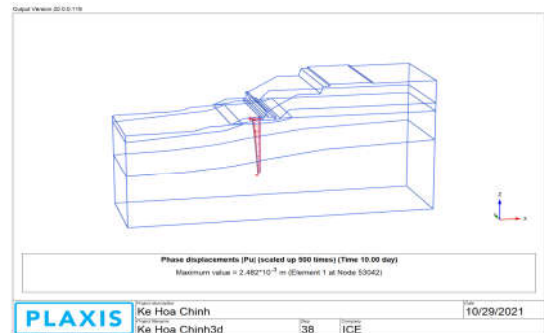
Hình 13: Kết quả phân tích biến dạng khi sử dụng cọc khoan nhồi



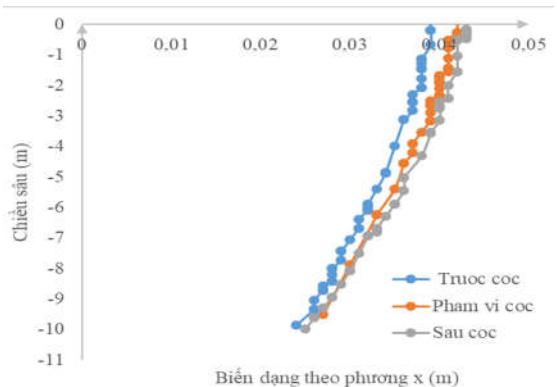
Hình 14: Phân bố điểm chảy dẻo khi sử dụng cọc khoan nhồi



Hình 15: Biểu đồ ma sát giữa cọc và đất phát triển theo thời gian

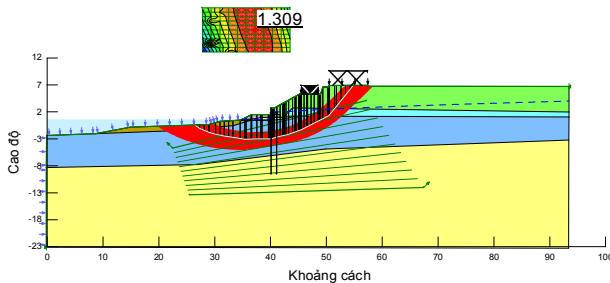


Hình 16: Kết quả phân tích chuyển vị của cọc

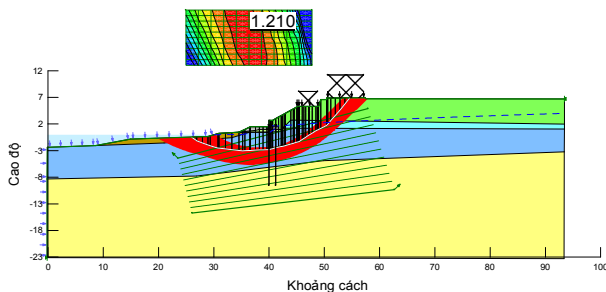


Hình 17: Biểu đồ chuyển vị hệ cọc - đất nền

Kết quả tính toán kiểm tra ổn định mái kè được trình bày cụ thể trong hình 19, 20 và bảng 3 cho thấy, sau khi sử dụng hệ cọc khoan nhồi, ổn định của mái kè (K) được nâng lên, đảm bảo giới hạn hệ số ổn định cho phép [K].



Hình 19: Kết quả tính ổn định mái kè khi sử dụng hệ cọc khoan nhồi TH1



Hình 20: Kết quả tính ổn định mái kè khi sử dụng hệ cọc khoan nhồi TH2

**Bảng 3: Kết quả tính toán ổn định**

Trường hợp tính toán	K	[K]
Hiện trạng	1.08	
Tổ hợp cơ bản (TH1)	1.30	1,20
Tổ hợp thi công (TH2)	1.21	1,14

Từ kết quả tính toán, phân tích cho thấy, hệ cọc khoan nhồi vừa có tác dụng tốt để hạn chế chuyển vị của đất đá mái kè, đồng thời có tác dụng tăng cường ổn định trượt, đảm bảo ổn định bền vững cho công trình.

#### 4. KẾT LUẬN

Cọc khoan nhồi có khả năng chịu tải trọng ngang tốt, có thể thi công với chiều dài lớn là giải pháp hữu hiệu để ổn định mái đê, kè xây dựng trên nền đất yếu có chiều dày lớn, những nơi dòng chảy ép sát mái đê, bãi sông có nhiều công trình, bị giới hạn về mặt bằng xây dựng. Hệ cọc và đất xung quanh làm việc như một tường mềm, có tác dụng ngăn cản sự chuyển vị ngang, giữ ổn định cho mái kè. Công trình kè Hòa Chính khu vực ngã ba sông Bùi, sông Đáy, huyện Chương Mỹ, TP Hà Nội sau khi gia cố bằng hệ cọc khoan nhồi, đã có tác dụng tốt, hạn chế được chuyển vị của đất đá mái kè, đồng thời tăng cường ổn định trượt, đảm bảo ổn định và chuyển vị trong giới hạn cho phép.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái (2006), *Móng cọc - phân tích và thiết kế*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. TCXD 205 -1998, *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
3. Viện kỹ thuật công trình - Đại học Thủy lợi (2021), *Hồ sơ khảo sát địa chất kè Hòa Chính, Chương Mỹ, Hà Nội*.
4. Mohammed M. Salman (2016), *The effect of improvement surrounding soil on bored pile friction capacity*, International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 206-269.
5. PLAXIS (2014), *Material Models Manua*.

Người phản biện: PGS, TS HOÀNG VIỆT HÙNG