

Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất trong xây dựng công trình ngầm

■ **ThS. NGUYỄN VĂN MẠNH ; ThS. NGUYỄN QUỐC DŨNG**
Trường Đại học Xây dựng

TÓM TẮT: Sử dụng không gian ngầm dưới mặt đất là nhu cầu bức thiết trong sự phát triển của xã hội, để giải quyết bài toán chống UTGT, đảm bảo mỹ quan đô thị trong tương lai. Có nhiều giải pháp đảm bảo ổn định hố đào trong quá trình thi công các công trình ngầm đã được các nhà khoa học, chuyên gia, đội ngũ kỹ sư trong và ngoài nước thực hiện. Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đang ngày càng được ứng dụng nhiều trong thực tiễn tại các công trình xây chen ở Việt Nam. Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường vây chắn đất ổn định hố đào trong quá trình thi công được coi là giải pháp mới, vừa đảm bảo yếu tố kỹ thuật vừa tiết kiệm về mặt chi phí. Nhóm tác giả sử dụng phương pháp số kiểm tra sự làm việc của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, khẳng định phương án sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất là đáng tin cậy về mặt kỹ thuật, có triển vọng nhân rộng phương án trong các công trình ngầm.

TỪ KHÓA: Cọc nhồi đường kính nhỏ, xây dựng công trình ngầm, tường chắn.

ABSTRACT: Using underground space underground is an urgent need in the development of society, to solve the problem of fighting traffic congestion, ensuring urban beauty in the future. There are many solutions to ensure the stability of the excavation holes during the construction of underground works that have been implemented by domestic and foreign scientists, experts, and engineers. Small diameter bored piles are increasingly being used in practice in crowded construction works in Vietnam. Using small diameter bored piles as earth retaining wall to stabilize the excavation in the construction process is considered a new solution that ensures both technical factors and cost savings. The authors use the numerical method to check the working of small diameter bored piles, confirm that the plan to use small diameter bored piles as earth retaining wall is technically reliable, this solution has Prospects for the plan replication in underground projects.

KEYWORDS: Small diameter bored piles, underground works, retaining wall.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

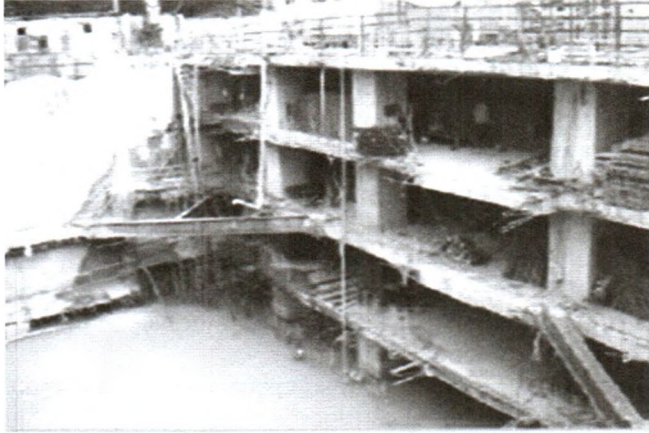
Do điều kiện địa chất thủy văn phức tạp hoặc nguyên nhân có thể là do nhà thầu tư vấn thiết kế, thi công kém năng lực, ít kinh nghiệm, thiếu thông tin tin cậy về số liệu khảo sát địa chất vẫn thường xuyên xảy ra các sự cố gây sụt lở thành hố đào trong quá trình thi công các công trình ngầm gây tổn thất lớn về người và tài sản (*Hình 1.1a và Hình 1.1b*) [6].

Trên thế giới cũng thường xuyên xảy ra các sự cố về mất ổn định thành hố đào trong khi thi công các công trình ngầm, có thể kể đến như: Sự cố sập trạm bơm nước thải tại Thái Lan (năm 2007), sự cố sập đường tàu điện ngầm tại Singapore (năm 2004)...

Tốc độ đô thị hóa nhanh tại các thành phố lớn ở Việt Nam và trên thế giới làm cho nhu cầu sử dụng không gian ngầm dưới mặt đất ngày càng trở nên cấp thiết. Hầu hết tại các công trình dân dụng, nhà cao tầng đều được thiết kế có từ 1 - 6 tầng hầm. Để hiện thực hóa việc sở hữu không gian ngầm phục vụ cho các mục đích kể trên, rất nhiều nhà khoa học, cán bộ, kỹ sư trong lĩnh vực địa kỹ thuật, nền móng đã nghiên cứu về giải pháp giữ ổn định thành hố đào trong quá trình thi công phần ngầm. Một số giải pháp gia cố thành hố đào thường được chuyên gia, đơn vị thiết kế tư vấn ứng dụng trong thực tiễn có thể kể đến như sử dụng cọc barret, cọc cừ Larsen, cừ bê tông, cọc xi măng đất... (*Hình 1.2a và Hình 1.2b*) [6] kết hợp với qui trình biện pháp thi công topdown, semi-topdown.



Hình 1.1a: Sự cố sập tòa nhà 4 tầng tại số 792C đường Nguyễn Kiệm - TP. Hồ Chí Minh năm 2007



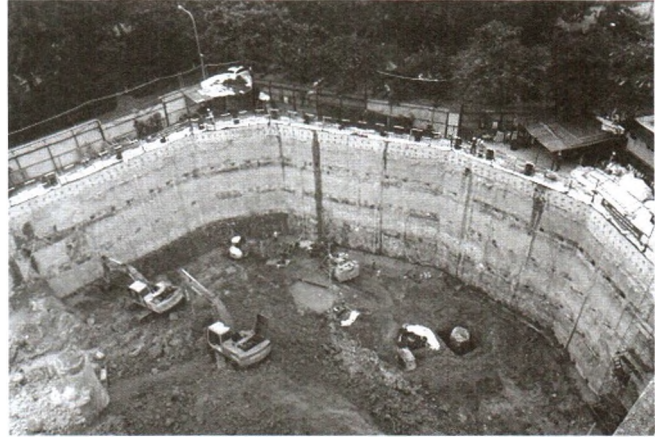
Hình 1.1b: Sự cố sập công trình lân cận khi thi công tầng hầm tòa nhà Pacific - số 49 Nguyễn Thị Minh Khai - TP. Hồ Chí Minh năm 2007

Cọc cừ larsen được sử dụng phổ biến ở các công trình thủy lợi, cảng, cầu tàu, dè chắn sóng, công trình cải tạo dòng chảy, công trình cầu, đường hầm đến các công trình dân dụng như bãi đậu xe ngầm, tầng hầm nhà nhiều tầng, nhà công nghiệp. Ván cừ larsen dễ dàng vận chuyển, ép và nhổ bởi các thiết bị thi công chuyên dụng, cho phép tái sử dụng lại nhiều lần và dễ dàng liên kết với hệ thống cọc chống đỡ trong hố đào. Tuy nhiên, cọc cừ để ép hạ cọc cừ larsen cần thiết bị thi công chuyên dụng là búa rung nên quá trình thi công ép hạ, nhổ thu hồi tiềm ẩn nguy cơ ảnh hưởng tới các công trình lân cận, khe hở giữa các lá cừ có nguy cơ làm tụt mực nước ngầm hố đào - một trong những nguyên nhân thường gặp của các sự cố thi công tầng hầm.

Cọc barrette là một loại cọc nhồi bê tông, nhưng khác cọc khoan nhồi về hình dạng tiết diện, phương pháp tạo lỗ. Tiết diện cọc nhồi là hình tròn còn barrette là chữ nhật, chữ thập, chữ I, chữ H... được tạo lỗ bằng gầu ngoạm. Cọc Barrette được người Pháp cải tiến từ cọc nhồi để tạo ra sức chịu tải lớn hơn với cùng một thể tích bê tông sử dụng. Bề dày mặt tường vách có thể khoan từ 400 đến 1.500 mm. Dạng cọc tường này được sử dụng làm tường chắn đất gia cố thành hố đào trong các công trình dân dụng, nhà cao tầng, siêu cao tầng tại nhiều nơi trên thế giới, tuy nhiên đòi hỏi trình độ tổ chức, kỹ thuật thi công, chi phí giá thành thi công cao.



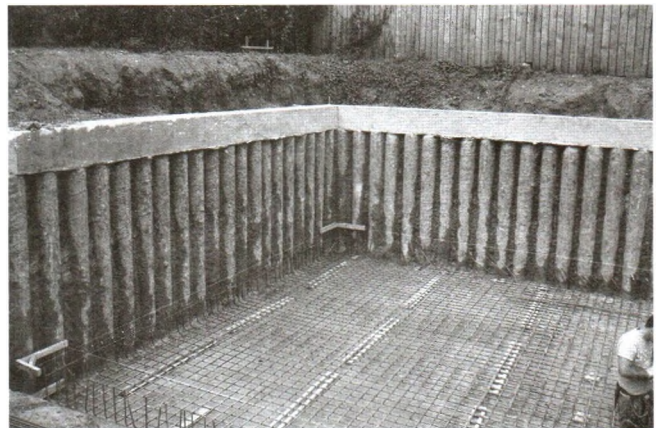
Hình 1.2a: Sử dụng cừ Larsen làm tường chắn giữ ổn định hố đào thi công phần ngầm



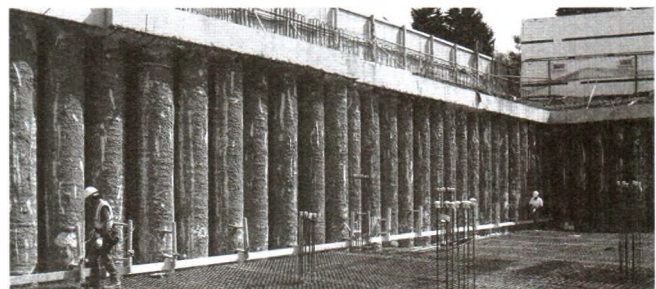
Hình 1.2b: Sử dụng tường barett làm tường chắn giữ ổn định thành hố đào khi thi công phần ngầm

Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được sử dụng trong công trình xây dựng đầu tiên tại TP. Hồ Chí Minh và được nhân rộng triển khai tại Hà Nội, Hải Phòng... từ năm 2007. Hiện nay, công nghệ xử lý nền móng bằng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đã được các đơn vị tư vấn thiết kế đưa vào áp dụng cho khá nhiều công trình xây dựng dân dụng có qui mô vừa và nhỏ: chiều cao tầng phổ biến từ 9 - 12 tầng, có từ 1 - 3 tầng hầm.

Trên thế giới, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ và đường kính lớn đã được áp dụng từ khá lâu, ở một số nước trong châu Á như Malaysia, Thái Lan, Ấn Độ, các nước châu Âu như Đức, Pháp, New Zealand [7], Sudan [8], Anh [9]... và được sử dụng vào mục đích làm tường chắn đất thay thế cho tường barret hoặc cừ Larsen (Hình 1.3a, Hình 1.3b).



Hình 1.3a: Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất trên thế giới

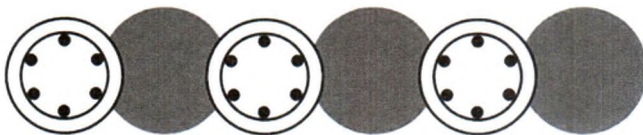


Hình 1.3b: Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính lớn làm tường chắn đất trên thế giới

Nhằm sử dụng có hiệu quả không gian ngầm, đảm bảo an toàn các công trình lân cận, việc nghiên cứu, phân tích đánh giá các giải pháp thiết kế, thi công, biện pháp ổn định thành hố đào các loại công trình này là hết sức cần thiết. Mục đích của bài báo là tính toán kiểm tra sự ổn định của thành hố đào, sự làm việc của kết cấu, ổn định của các công trình lân cận trong công tác thi công tầng hầm sử dụng giải pháp cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất (gọi là cọc tường vây), trong điều kiện công nghệ chế tạo thiết bị, trình độ tổ chức thi công tại Việt Nam.

2. CÁC PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ PHÂN BỐ SỰ LÀM VIỆC CỦA CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ

Thiết kế phân bố sự làm việc của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ trong vai trò làm tường vây giữ ổn định thành hố đào có ý nghĩa quan trọng, nó phụ thuộc vào các yếu tố như: chiều sâu hố đào, biện pháp tổ chức, qui trình thi công (Hình 2.1). Đường kính, chiều sâu và kết cấu của cọc cũng phụ thuộc vào các yếu tố đã kể trên. Hiện nay, trên thế giới phổ biến các cách bố trí liên kết sự làm việc của cọc tường vây như sau:



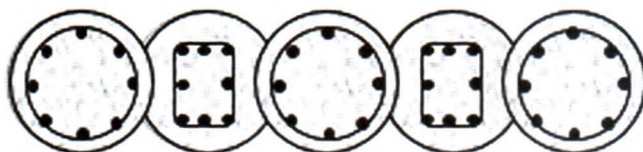
a) - Bố trí cọc có cốt thép xen kẽ nhau - cọc không cùng đường kính



b) - Bố trí cọc có cốt thép xen kẽ nhau - cọc có cùng đường kính



c) - Bố trí cọc sát nhau



d) - Bố trí cọc chồng lẫn nhau

Hình 2.1: Các phương án bố trí cọc cho mục đích làm tường chắn đất bảo vệ thành hố đào

Mỗi phương án bố trí đều có ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng trong từng công trình với địa chất, thủy văn cụ thể. Trong bài báo này, nhóm tác giả kiểm tra sự làm việc của cọc tường vây các cọc được bố trí sát nhau (Hình 2.1c), giải pháp thi công cụ thể được mô tả như sau:

Công trình có 2 tầng hầm với chiều sâu đào đất lớn nhất xấp xỉ 5 m kể từ mặt đất tự nhiên. Biện pháp đào đất là đào mở kết hợp văng chống thép hình. Ổn định hố đào trong quá trình thi công đào đất được đảm bảo bằng hệ cọc vây bê tông cốt thép đường kính D=0,3 m thi công theo

phương pháp cọc trong đất kết hợp với hệ văng chống ở giai đoạn thi công đào đất cho tầng hầm 1, sau đó kết hợp với dầm sàn hầm 1 của công trình khi thi công đào đất cho tầng hầm 2. Chiều dài cọc vây là L=11 m tính từ mặt đất tự nhiên. Trong quá trình thi công đào đất, hệ dầm sàn tầng hầm 1 tựa lên các cột chống là các cọc biện pháp D500 có chiều sâu 23,70 m so với mặt đất tự nhiên thi công cọc theo công nghệ cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, khi thi công đào đất tầng hầm 2, kết hợp với cọc vây D300 để chịu tải trọng đứng của công trình.

Các bước tính toán kiểm tra được thực hiện tương ứng với trình tự thi công đào đất sau:

Bước 1: Thi công cọc vây xung quanh chu vi công trình.

Bước 2: Khi hệ kết cấu cọc đảm bảo đủ khả năng chịu lực, sử dụng thiết bị tiến hành đào đất đến cao trình -2,5 m, thi công dầm bo xung quanh công trình và hệ văng chống tại cao độ -1.850 m.

Bước 3: Tổ chức thi công dầm sàn tầng hầm 1 sau đó thi công cột vách tầng hầm 1, để lại khu vực đường dốc, thang máy và thang bộ để thi công đào đất tầng hầm 2.

Sau khi bê tông dầm sàn tầng hầm 1 và tầng 1 đạt đủ cường độ, tiến hành đào đất giai đoạn 3 đến cao trình thiết kế và thi công móng, dầm sàn và cột vách còn lại từ dưới lên.

3. TÍNH TOÁN KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA HỆ KẾT CẤU CHÍNH

3.1. Phương pháp số trong tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu

Hiện nay có rất nhiều phương pháp đưa ra để tính toán tường trong đất như [1,2,3,4,5]: phương pháp Sachipana (Nhật bản); phương pháp đàn hồi có xét đến ma sát giữa đất và tường chắn (Quy phạm thiết kế móng công trình xây dựng của Nhật bản); phương pháp có xét đến ảnh hưởng của lực trệch thanh chống ở các tầng thanh chống theo tiến triển của việc đào đất; phương pháp Số gia; phương pháp phần tử hữu hạn (trên nền đàn hồi, PTHH trên bản móng đàn hồi, PTHH có xét quan hệ của đất với tường chắn); phương pháp B.N.Giemoskin cho phép tính toán có xét đến liên kết một phía của kết cấu với nền; phương pháp của Blium-Lomeier xem áp lực đất phía trước tường là phân bố đều, độ cứng của nó phân bố phía dưới...

Căn cứ vào các thông số đầu vào của công trình, trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung công tác tính toán xác định nội lực và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu trong quá trình thi công tầng hầm bao gồm các công tác sau:

- Kiểm tra chuyển vị và ổn định của hố đào: Sử dụng phần mềm Plaxis 2D;

- Kiểm tra khả năng chịu lực của cọc vây D = 300 mm trong quá trình thi công đào đất: Sử dụng phần mềm Plaxis 2D để xác định nội lực trong tường chắn; sử dụng các bảng tính được lập theo tiêu chuẩn để kiểm tra khả năng chịu lực của cọc tường vây.

Những nội dung liên quan tới công tác kiểm tra sự làm việc của hệ văng chống, hệ kết cấu chịu lực, sự làm việc của cọc biện pháp D500 có thể sử dụng phương pháp số để tiến hành kiểm tra một cách tương tự.

3.2. Thông số về tải trọng tác dụng

Tải trọng tác dụng lên công trình trong quá trình thi công đào đất và phân móng của công trình gồm [10].

- Tĩnh tải (tải trọng bản thân các cấu kiện được tính toán bằng phần mềm (hệ số vượt tải lấy là 1,1);
- Hoạt tải (HT) trong quá trình thi công cho sàn hầm 1 là $0,20 \text{ T/m}^2$ (hệ số vượt tải 1,2);
- Áp lực đất do chương trình tự tính toán theo các số liệu đầu vào căn cứ theo báo cáo khảo sát địa chất công trình;
- Áp lực đất (SOIL) theo các giai đoạn bất lợi [10];
- Tổ hợp theo các trường hợp sau đây:

- + TAIDUNG=TT+HT;
- + TAINGANG=TT+SOIL;
- + TONGHOP=TT+HT+SOIL;
- + BAO=EVELOPE(TT,TAIDUNG,TAINGANG,TONGHOP);

Các trường hợp tải trọng được tổ hợp theo tiêu chuẩn hiện hành bằng phần mềm tính toán kết cấu Etabs.

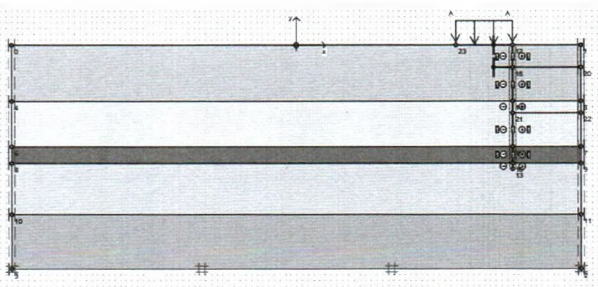
3.3. Tính toán kiểm tra chuyển vị của cọc vây

Chuyển vị cọc vây được tính toán theo các giai đoạn đào đất nêu trên. Kết quả tổng hợp giá trị chuyển vị được trình bày trong Bảng 3.1.

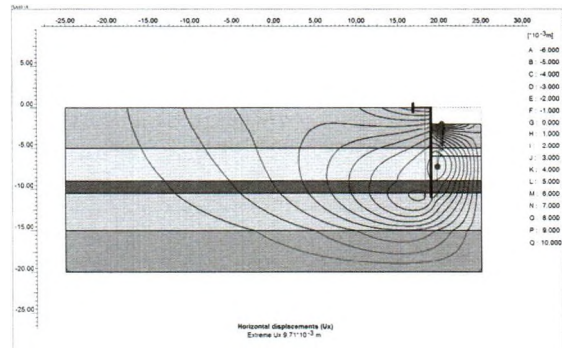
Bảng 3.1. Tổng hợp giá trị chuyển vị của cọc tường vây

Giai đoạn thi công đào đất	Chuyển vị lớn nhất theo phương ngang U_x (cm)		Chuyển vị lớn nhất theo phương đứng U_y (cm)	Ghi chú
	Giá trị (cm)	Vị trí tính từ đỉnh cọc tường vây		
(Theo trụ khoan khảo sát địa chất)				
Đào đất giai đoạn 1 đến cao trình: -2,05 m	1	1	0.4	
Đào đất giai đoạn 2 đến cao trình -6,35 m	4	8	4	

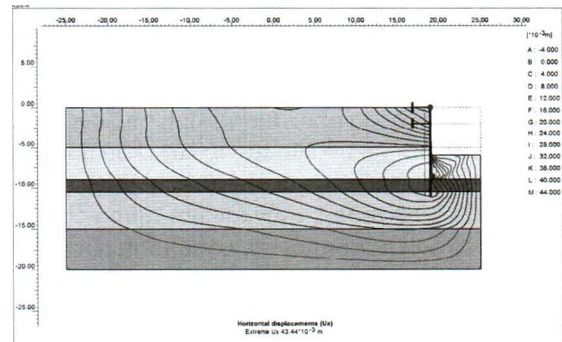
Từ bảng tổng hợp nhận thấy chuyển vị ngang cọc tường vây tương ứng với các giai đoạn đào đất tương đối nhỏ. Chuyển vị ngang lớn nhất tại đỉnh cọc tường vây là $U_x = 4,3 \text{ cm}$, giá trị chuyển vị ngang lớn nhất xuất hiện trong cọc tường vây là $U_x = 4 \text{ cm}$. Khẳng định hệ cọc tường vây D300 đảm bảo điều kiện ổn định.



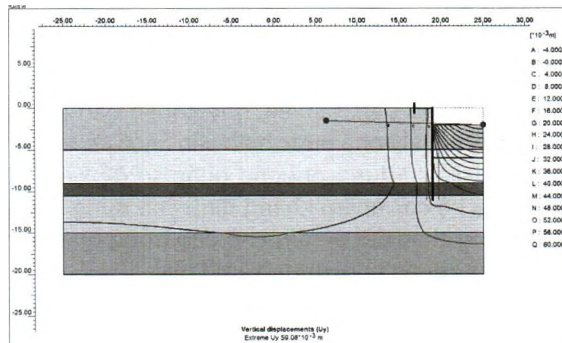
Hình 3.1: Sơ đồ tính toán chuyển vị tại khu vực chịu tác dụng tải trọng bề mặt



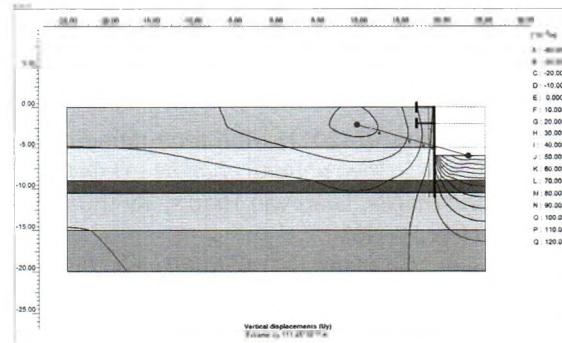
Hình 3.2: Chuyển vị ngang giai đoạn đào đất 1 - Đào đất đến cao trình -2,05 m



Hình 3.3: Chuyển vị ngang giai đoạn đào đất 2 - Đào đất đến cao trình -6,35 m



Hình 3.4: Chuyển vị đứng giai đoạn đào đất 1 - Đào đất đến cao trình -2,05 m



Hình 3.5: Chuyển vị đứng giai đoạn đào đất 2 - Đào đất đến cao trình -6,35 m

3.4. Kiểm tra khả năng chịu lực của cọc vây

Giá trị nội lực trong cọc tường vây được xác định bằng phần mềm Plaxis 2D. Kết quả tổng hợp được trình bày trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Tổng hợp giá trị nội lực trong cọc vây

Giai đoạn thi công đào đất	Mô-men lớn nhất căng thứ ngoài hố đào		Mô-men lớn nhất căng thứ trong hố đào	
	Giá trị (Tm/m)	Vị trí tính từ đỉnh tường	Giá trị (Tm/m)	Vị trí tính từ đỉnh tường
Đào đất giai đoạn 1 đến cao trình: -2,05 m	0	0	3,1	1,8
Đào đất giai đoạn 2 đến cao trình: -6,35 m	27,1	1,8	15	6

Kết quả tính toán khẳng định cọc tường vây đảm bảo khả năng chịu lực khi thi công.

4. KẾT LUẬN

Qua phân tích có thể nhận định giải pháp sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đảm bảo được các yêu cầu về mặt kỹ thuật, là giải pháp để giải quyết bài toán ổn định thành hố đào cho các công trình xây chen trong các đô thị lớn hiện nay. Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đặc biệt hiệu quả khi đảm nhiệm vai trò làm tường vây chắn đất thay thế cho tường baret, cử Larsen với các công trình có tầng hầm, các công trình giao thông, thủy lợi làm tường chắn, giảm thiểu tối đa sự ảnh hưởng tới các công trình lân cận trong quá trình thi công, đảm bảo chất lượng và tiến độ.

Mặt khác, xét tới yếu tố kinh tế thì cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được cho là có chi phí rẻ hơn so với các phương án ổn định thành hố đào khác, ngoài đảm nhiệm vai trò làm hệ tường chắn giữ đất cọc còn có khả năng đóng góp làm hệ chịu lực dài tải theo chu vi của công trình.

Công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đang dần đi vào thực tiễn sản xuất, tuy nhiên vẫn còn thiếu các cơ chế hướng dẫn, tài liệu, quy chuẩn ban hành của các cơ quan quản lý nhà nước hiện vẫn chưa có hoặc chưa rõ ràng. Tác giả sử dụng phương pháp số để kiểm tra sự làm việc của hệ cọc nhằm khẳng định chỗ đứng trong vai trò làm tường chắn đất ổn định hố đào trong quá trình thi công của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Đỗ Đình Đức (2002), *Thi công hố đào cho tầng hầm nhà cao tầng trong đô thị Việt Nam*, Luận án Tiến sỹ kỹ thuật.
- [2]. Nguyễn Bá Kế (2008), *Xây dựng công trình ngầm đô thị theo phương pháp đào mở*, NXB. Xây dựng.
- [3]. Nguyễn Bá Kế (2009), *Thiết kế và thi công hố móng sâu*, NXB. Xây dựng.
- [4]. Đinh Công Lý (2011), *Tính toán tường cử hai lớp chống đỡ hố đào sâu theo phương pháp hệ số nền trong điều kiện thành phố Hà Nội*, Luận văn Thạc sỹ Kỹ thuật, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Văn Mạnh (2014), *Nghiên cứu thiết kế thiết bị thi công "cọc khoan nhồi tiết diện nhỏ" cho phân khúc nhà xây chen, với điều kiện mặt bằng và hạ tầng thi công chật hẹp*.
- [6]. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2011), *Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản)*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [7]. Nick Wharmby Brian Perry Civil, Hamilton, Waikato, New Zealand (2010), *Development of Secant Pile Retaining Wall Construction in Urban New Zealand*.

[8]. Dr. Elfatih M. A. Ahmed¹, Dr. Mohamed A. Osman², Mohamed E. M. Ali³ (2016), *Shoring for Deep Excavation in Urban Khartoum*, Sudan 1,2,3 Engineering Services & Design (ESD)-Khartoum, Sudan

[9]. John Gannon (2015), *Primary firm secant pile concrete specification*, Geotechnical Engineering, Proceedings of the Institution of Civil Engineers

[10]. M. Korff , A.F. van Tol, E. de Jong (2007), *Risks related to CFA- pile walls*, 14th ECSMGE Madrid 2007.

Ngày nhận bài: 06/6/2021

Ngày chấp nhận đăng: 01/7/2021

Người phản biện: TS. Nguyễn Ngọc Linh

TS. Trần Đức Hiến