

NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ KHOAN MỞ RỘNG ĐÁY CỌC NHỒI - LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ TÌNH TRẠNG HIỆN TẠI

Trần Thị Hồng
Trường Đại học Kỹ thuật
(Bài nhận ngày 10/12/1999)

TÓM TẮT : *Cọc nhồi mở rộng đáy dạng hình chuông đã được nghiên cứu ứng dụng ở Hoa Kỳ từ những năm 1890s nhằm tăng khả năng chịu tải đầu cọc. Lúc đầu, đáy hố mở rộng được đào bằng tay, mặc dù các thiết bị khoan đào mở rộng đáy đã được nghiên cứu và ứng dụng. Ở Châu Âu, thiết bị khoan mở rộng đáy hố cọc nhồi đã được triển lãm tại Hội chợ "Thiết bị khoan cọc nhồi" tổ chức ở Luân Đôn năm 1966. Ở Nhật Bản, các phương pháp và thiết bị khoan cọc nhồi dài với đáy mở rộng được nghiên cứu ứng dụng và trở nên phổ biến từ năm 1971. Sau khi xem xét các phương pháp và thiết bị sử dụng trong thi công cọc nhồi mở rộng đáy trên thế giới, tác giả giới thiệu khuynh hướng gần đây với hy vọng thu hút sự quan tâm của các Công ty xây dựng Việt Nam.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cọc nhồi là loại cọc được chế tạo tại chỗ bằng cách khoan những lỗ cọc trong nền đất, sau đó trực tiếp rót vật liệu (bê-tông, bê-tông cốt thép hoặc cát) vào những lỗ cọc đó để tạo thành cọc.

Theo phương thức truyền tải xuống nền người ta phân ra 4 loại cọc nhồi như sau:

a. Cọc tựa: cọc được tựa trên nền đất cứng, các tầng laterit hoặc đá. Trong trường hợp này người ta bỏ qua lực ma-sát của lớp đất bao quanh cọc, tải trọng của móng truyền từ đầu cọc, qua thân cọc, đáy cọc vào lớp đất tựa.

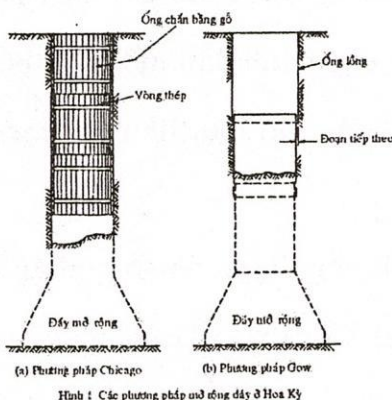
b. Cọc "ma-sát": là loại cọc được thiết kế chịu tải trọng nhờ ma-sát bên khi cọc xuyên qua đá hoặc tầng đất cứng, không tính đến lực cản đầu cọc.

c. Cọc kết hợp : cọc có kết cấu như hai loại cọc trên, nhưng tải trọng của móng truyền qua cả đầu cọc và thành bên chịu ma-sát của cọc.

d. Cọc mở rộng đáy: là loại cọc được thiết kế chịu tải trọng ở đầu cọc (cọc tựa). Cùng với việc sử dụng nhiều loại dung dịch giữ thành (bentonite) thì việc thi công cọc nhồi mở rộng đáy càng phát triển vì nó có những ưu điểm lớn về mặt kinh tế.

Cọc nhồi mở rộng đáy đã được ứng dụng ở Hoa-kỳ và châu Âu từ những năm 1890s, nhằm tăng sức chịu tải của cọc, tận dụng cường độ đất ở mũi cọc. Tuy có rất nhiều ưu điểm, nhưng loại cọc này cũng như công nghệ và thiết bị chưa được đưa vào ứng dụng ở Việt nam. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả muốn giới thiệu lịch sử phát triển, công nghệ và thiết bị khoan cọc nhồi mở rộng đáy.

2. CÁC GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN CỦA THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ KHOAN CỌC NHỒI MỞ RỘNG ĐÁY



Cọc nhồi mở rộng đáy đã được ứng dụng ở Hoa-kỳ và Châu Âu từ những năm 1890s nhằm giảm áp lực lên lớp đất tựa tới giới hạn cho phép. Năm 1890, khi xây dựng những tòa nhà cao tầng ở Chicago, người ta nhận thấy muốn đáp ứng được những tải trọng lớn truyền xuống nền, thì đường kính và chiều sâu của cọc phải được tăng lên rất nhiều. Nhằm khắc phục những khó khăn đó và tăng khả năng chịu tải đầu cọc, người ta đã mở rộng đáy cọc khoan nhồi.

Và phương pháp đã Chicago ra đời năm 1892. Phương pháp này được trình bày ở hình 1a, trong đó, khi đào người ta sử dụng các ống bao bằng gỗ, được nối bằng các vòng thép. Các ống bao có chiều dài tối thiểu là 3.5ft (1.07m), đáy cọc hình-chuông được đào bằng thủ công.

Tiếp sau đó phương pháp Gaw ra đời dựa trên cơ sở phương pháp Chicago (hình 2b), ở đây ống bao bằng gỗ được thay thế bằng các ống lồng bằng thép: ống đầu tiên có chiều dài 6ft (1.83m), ống thứ hai nằm trong ống thứ nhất có đường kính

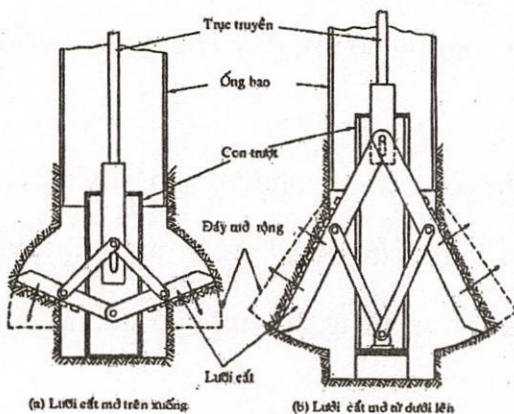
nhỏ hơn 2 in (5.1cm). Phần giao nhau giữa hai ống khoảng 4 ÷ 6ft (1.22 ÷ 2.44m), các ống được nối liên tục vào nhau. Đáy mở rộng được đào bằng thủ công.

Năm 1930, ở Nhật Bản, Kira Deep Foundation Company đã phát triển “Phương pháp móng sâu Kida” mà nguyên lý làm việc của nó vẫn được sử dụng rộng rãi cho đến ngày nay. Trong phương pháp này, khi đào hố người ta sử dụng các ống thép để chống sụp, và các ống này được nối với nhau bằng các vòng thép. Hố cọc và phần mở rộng đáy đều được đào bằng thủ công. Đường kính các vòng thép từ 1.4 ÷ 5m, có thể đào tới độ sâu khoảng 10 ÷ 20m.

Đến năm 1955, Công ty nền móng Shimizu đã có những cải tiến trong phương pháp này như: ống chống được đưa vào bằng thiết bị thủy lực, hố cọc được đào bằng máy. Đáy hố cọc mở rộng vẫn được đào bằng thủ công, trước khi đào đáy hố mở rộng, người ta dùng bơm hút hết nước. Phương pháp này đánh dấu một tiến bộ mới trong công nghệ thi công móng cọc nhồi ở Nhật bản là lần đầu tiên hố cọc nhồi được đào bằng các thiết bị cơ giới.

Năm 1971, Công ty Máy xây dựng Hokushin đã ứng dụng phương pháp dùng ống bao trên toàn bộ độ sâu của hố khoan (all casing). Cọc được đào bằng máy, còn đáy cọc vẫn phải mở rộng bằng phương pháp thủ công sau khi dùng bơm hút hết nước ra khỏi hố.

Năm 1966, ở Luân-đôn, trong Hội nghị Quốc tế về các phương pháp đóng cọc, có hai thiết bị khoan mở rộng đáy cọc được giới thiệu.



Hình 2 Những thiết bị khoan mở rộng đáy cọc nhồi ở Anh

Khi so sánh hai loại thiết bị trên, một số nhận xét được rút ra như sau:

- Ở thiết bị mở từ trên xuống (up-open), năng suất cao hơn. Hành trình của con trượt ngắn hơn so với loại mở từ dưới lên (0.76m)

- Ở thiết bị mở từ dưới lên (down-open), cơ cấu làm việc an toàn hơn.

Nguyên lý làm việc của cả hai thiết bị giống nhau ở chỗ là: các thiết bị này đều nhận chuyển động quay từ bàn quay qua kelly bar. Đất cắt ra được đưa ra ngoài bằng gàu. Đường kính đáy được mở rộng tới 3.7m, trong trường hợp đặc biệt có thể mở rộng đến 7.3m. Tuy vậy, trong thời gian này, đào thủ công vẫn rất phổ biến vì đào bằng máy chậm hơn và không hiệu quả. Trong trường hợp gặp đất đá cứng thì phải đào bằng thủ công.

Năm 1972, Tchevotaliov đã giới thiệu phương pháp mở rộng đáy cọc trong xây dựng dân dụng, ông đã đưa ra ý kiến là cọc mở rộng đáy cũng rất hiệu quả trong điều kiện đất hoàng thổ, ví dụ như đất hoàng thổ ở vùng sông Mississippi.

Cũng năm 1972 việc mở rộng đáy cọc đã được thực hiện ở trên đất cát chặt hạt trung ở Đức. Thiết bị thi công ở đây tương tự như hai thiết bị ở hình.2 và đặt trên những máy cơ sở có công suất lớn, gàu khoan được điều khiển bằng thủy lực. Tuy vậy, kết quả của việc thi công này không có báo cáo rõ ràng.

Tóm lại, có thể coi là việc ứng dụng thiết bị và kỹ thuật thi công mở rộng đáy cọc nhồi được chia thành ba giai đoạn phát triển như sau:

- Giai đoạn thứ nhất: thi công cọc bằng thủ công, mở rộng đáy bằng thủ công
- Giai đoạn thứ hai: thi công cọc bằng máy, mở rộng đáy bằng thủ công
- Giai đoạn ba: thi công toàn bộ cọc và mở rộng đáy bằng máy

Ở Hoa-kỳ và các nước Châu Âu như Anh, Nga, Đức thì thiết bị và phương pháp thi công cọc nhồi mở rộng đáy được thiết kế cho đất sét cứng hoặc đất hoàng thổ, rất khó ứng dụng trong đất có nước ngầm. Phần đáy mở rộng khi đào thủ công nên vấn đề an toàn rất quan trọng. Nếu điều kiện đất đạt yêu cầu thì mở rộng đáy là một biện pháp rất tốt và có nhiều ưu điểm.

3. HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP CỌC NHỒI MỞ RỘNG ĐÁY VÀ THIẾT BỊ

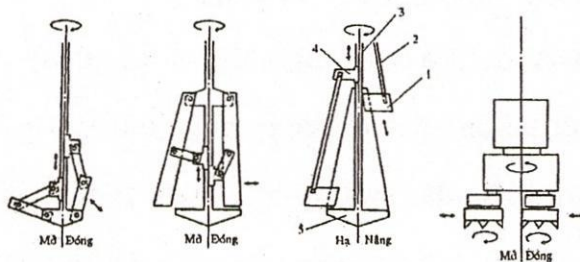
Tuy có lịch sử phát triển khá sớm nhưng việc ứng dụng thiết bị khoan mở rộng đáy cọc nhồi còn dè dặt. Nguyên nhân vì mở rộng đáy bằng máy chậm hơn và không áp dụng tốt đối với đất cứng. Dần dần cùng với sự phát triển của công nghệ chế tạo, thiết bị khoan mở rộng đáy cọc nhồi càng hoàn thiện hơn.

Từ những năm 1970, nhiều máy cơ sở với công suất lớn được chế tạo, việc ứng dụng truyền động thủy lực cùng với sự hoàn thiện của công nghệ chế tạo đã thúc đẩy sự ra đời của rất nhiều loại thiết bị khoan cọc nhồi mở rộng đáy khác nhau. Từ những báo cáo và những nghiên cứu của các chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực máy xây dựng ta có thể tổng quát các thiết bị khoan mở rộng đáy cọc nhồi như sau:

3.1 Các thiết bị khoan mở rộng đáy cọc bằng phương pháp khoan phản tuần hoàn

Trong phương pháp khoan phản tuần hoàn, có rất nhiều loại thiết bị được ứng dụng, và các thiết bị này đã được Yoden (1991) phân loại như sau:

a. Các thiết bị có lưỡi cắt trượt xuống: Thiết bị này có thể có từ 1 đến 4 dao cắt. Khi khoan cọc thẳng các lưỡi cắt 1 được thu về sát với trục truyền. Khi khoan mở rộng đáy các xi-lanh thủy lực sẽ đẩy các con trượt 4 xuống dọc trục 3 và đẩy các lưỡi cắt ra ngoài. Đất cắt ra được hút lên bằng bơm thủy lực hoặc khí nén.



Hình 3 Nguyên lý làm việc của các thiết bị khoan phản tuần hoàn
1 Dao cắt 3 Trục nối
2 Thanh trượt 4 Con trượt
5 Đầu chống

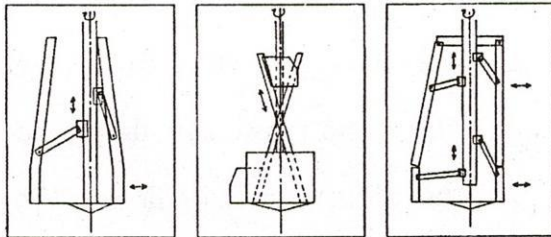
b. Các thiết bị có lưỡi cắt mở ngang sang hai bên: Ở đây khi khoan thẳng thì các lưỡi cắt được xếp vào, còn khi khoan mở rộng đáy cọc thì các lưỡi cắt được mở ra theo kiểu mở ô.

c. Các thiết bị mở rộng đáy từ trên xuống: Khi khoan cọc thẳng các lưỡi cắt 1 được thu về sát với trục truyền. Khi khoan mở rộng đáy các xi-lanh thủy lực sẽ đẩy các con trượt 4 xuống dọc trục 3 và đẩy các lưỡi cắt xuống dưới.

d. Thiết bị phay, mở rộng đáy cọc bằng cách phay ngang từ trong ra ngoài. Thiết bị này thường được sử dụng trong trường hợp đá cứng.

3.2 Các thiết bị khoan mở rộng đáy cọc bằng phương pháp khoan đất

Ở đây ta thấy rằng việc khoan mở rộng đáy được thực hiện bởi gầu khoan có trang bị các lưỡi cắt đất. Các lưỡi cắt này được điều khiển mở ra hai bên bằng thủy lực, khí nén hoặc bằng trọng lượng.

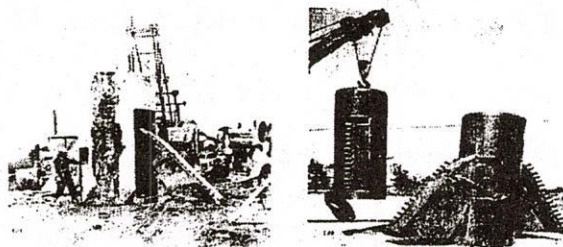


Hình 4 Các thiết bị khoan mở rộng đáy cọc bằng phương pháp khoan đất

Đất cắt ra rơi vào trong gầu, khi gầu đầy đất, nó được nâng ra khỏi hố khoan, đất được đổ đống hoặc cho vào phương tiện vận chuyển.

Việc mở rộng đáy hố bằng phương pháp khoan đất có nhiều ưu điểm nếu xét về mặt kinh tế và môi trường. Phương pháp này ngày càng được ứng dụng rộng rãi. Tính đến năm 1991 đã có 21 loại thiết bị khoan theo phương pháp này được ứng dụng (Yoden, 1991). Số dĩ chỉ trong một thời gian ngắn mà phương pháp khoan đất đã thay thế phương pháp phản tuần hoàn trên rất nhiều công trường xây dựng vì:

- Giá thành rẻ hơn so với phương pháp khoan phản tuần hoàn.
- Không đòi hỏi diện tích lớn và không cần nhiều loại thiết bị.
- Xử lý đất dễ hơn.



a) CALWELD 45°
(mở rộng đáy 45°)

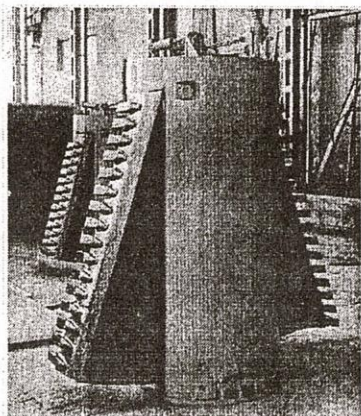
b) CALWELD 60°
(mở rộng đáy 60°)

Hình 5. Các thiết bị khoan mở rộng đáy ở Hoa Kỳ

- Khoan chính xác kích thước thiết kế.

3.3 Một số thiết bị được sử dụng phổ biến:

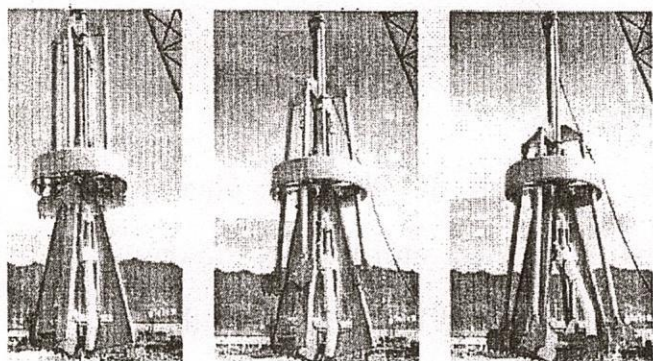
Trong phần này tác giả muốn được trình bày một số thiết bị khoan mở rộng đáy đang được sử dụng rộng rãi ở Bắc Mỹ, châu Âu, Nhật-bản và một số nước khác.



Hình 6 Các thiết bị khoan mở

Ở Mỹ và châu Âu, các thiết bị khoan mở rộng đáy hồ khoan cọc nhồi thường được thiết kế làm việc trong đất sét cứng, dính với độ thấm nước thấp và mực nước ngầm thấp, kết cấu thường đơn giản (Hình 5).

Nếu so sánh với Hoa-kỳ và Châu Âu, thì các thiết bị của Nhật Bản tối tân hơn nhiều, công nghệ thi công phức tạp hơn. Các thiết bị này phải thỏa mãn với một địa hình

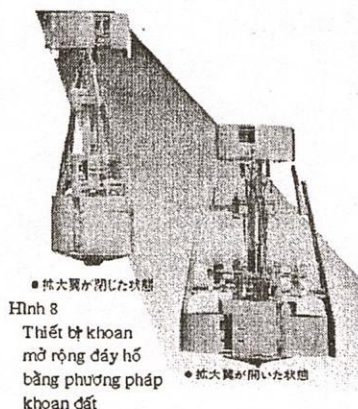


Hình 7 Thiết bị khoan mở rộng đáy hồ bằng phương pháp khoan phản tuần hoàn

địa chất phức tạp: phần lớn các thành phố nằm dọc theo bờ biển, bên dưới là các tầng đất yếu, do phù sa bồi lắng, dày đến trên 30m. Mực nước ngầm ở các thành phố này nằm ngay gần mặt đất, có khi chỉ cách mặt đất một vài mét. Các tầng đất cứng chịu lực gồm có các tầng đất cát chặt hoặc đất pha sỏi, có chỉ

số SPT lớn hơn 50 thường nằm ở độ sâu trên 50m.

Phương pháp khoan phản tuần hoàn có rất nhiều ưu điểm, chủ yếu về mặt năng suất và về mặt ổn định thành hố. Đây là phương pháp được sử dụng rất sớm để khoan những hố cọc nhồi sâu qua các tầng đất yếu. Khi ta dùng hệ thống khí nén để vận chuyển đất từ dưới hố lên thì ta có thể khoan những hố khoan có độ sâu lớn.



● 排土翼が閉じた状態
Hình 8
Thiết bị khoan mở rộng đáy hồ bằng phương pháp khoan đất
● 排土翼が開いた状態

Phương pháp khoan đất đang được ứng dụng ngày

càng rộng rãi hơn và có xu thế thay thế phương pháp khoan phản tuần hoàn. Bằng chứng là trong năm 1985, ở Nhật có 20 phương pháp khoan phản tuần hoàn và chỉ sử dụng một phương pháp khoan đất, nhưng chỉ đến năm 1991 thì chỉ còn 12 phương pháp khoan phản tuần hoàn được ứng dụng, và số phương pháp khoan đất đã tăng lên 9. Nguyên nhân là do việc ứng dụng các kết cấu gọn nhẹ, các bộ truyền thủy lực và khí nén. Và còn một nguyên nhân vô cùng quan trọng nữa là phương pháp khoan đất không đòi hỏi mặt bằng lớn như phương pháp khoan phản tuần hoàn. Việc xử lý đất trước khi vận chuyển đi nơi khác cũng dễ dàng và đỡ tốn kém hơn.

KẾT LUẬN

Như đã trình bày ở trên, cọc nhồi mở rộng đáy đã được ứng dụng trong xây dựng hơn một thế kỷ và hiện nay đã trở nên phổ biến ở các nước phát triển với các thiết bị khoan mở rộng đáy và công nghệ hiện đại. Tuy nhiên ở Việt-nam, cọc nhồi mở rộng đáy vẫn chưa được đưa vào áp dụng, do chưa được nghiên cứu sâu về công nghệ cũng như chưa được các nhà xây dựng đầu tư về thiết bị.

Mong rằng với những đặc tính ưu việt, cọc nhồi mở rộng đáy sẽ được đưa vào ứng dụng trong công nghệ nền móng trong một tương lai gần, và phát triển cùng với nhịp độ xây dựng công trình ngày một tăng của đất nước ta trong công cuộc hiện đại hóa – công nghiệp hóa.

RESEARCH ON UNDER-REAMED EQUIPMENT-DEVELOPMENT HISTORY AND PRESENT SITUATION

Tran Thi Hong

ABSTRACT : Cast-in-place concrete piles with bell bottoms have been developed in the United States and Europe since the 1890s to reduce the pressure on a bearing stratum to allowable limits. At the beginning, bell bottoms were excavated by hand, but bell tools or underreamers were also used. In Europe, machines to enlarge pile bases were introduced at a symposium on cast-in-place piles held in London 1966. In Japan, methods and equipment to build very long cast-in-place concrete piles with enlarged bases have been developed and become popular since

1971. After reviewing the methods and equipment to build piles with enlarged bases developed in the world, the author introduces the recent trench.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] David M. Greer Construction Of Drill Pier Foundations – John Wiley & Son Publication, 1986.

[2] Giới thiệu thiết bị của hãng Bachy Soletanche (Pháp), 1997.

[3] Giới thiệu thiết bị của hãng Bauer Và Lefefer (Cộng hòa Liên bang Đức), 1995-1996

[4] Giới thiệu thiết bị của hãng Marugo Foundation Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[5] Giới thiệu thiết bị của hãng Hanshin Doboku Kogyo Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[6] Giới thiệu thiết bị của hãng Aoyamakiko Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[7] Giới thiệu thiết bị của hãng Taiyo Foundation Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[8] Giới thiệu thiết bị của hãng Hitachi Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[9] Giới thiệu thiết bị của hãng Nippon Sharyo Co. Ltd (Nhật bản), 1999.

[10] Lê Bá Lương - *Nghiên cứu thiết kế móng cọc khoan nhồi cho các công trình cao tầng*, Tài liệu Hội thảo về thiết kế và xây dựng nhà cao tầng tại TP. Hồ Chí Minh ngày 16 tháng 1 năm 1997.

[11] Nguyễn Bá Kế- *Thi công cọc khoan nhồi*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà nội, 1997.

[12] Nguyễn Trường Tiến - *Thiết kế và thi công cọc cho nhà cao tầng*, Tài liệu Hội thảo về thiết kế và xây dựng nhà cao tầng tại TP. HCM ngày 16/1/1997.

[13] Hoàng Văn Tân - *Một số vấn đề tính toán thiết kế thi công nền móng các công trình*

[14] Richard J. Woodward, Jr. Drilled Pier Foundations – Mcgraw-Hil Book Company, 1974.