

SO SÁNH KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ KINH TẾ GIỮA CỌC MỞ RỘNG ĐÁY VÀ CỌC THẲNG

Trần Thị Hồng

Trường Đại học Kỹ thuật

(Bài nhận ngày 23/05/2000,

hoàn chỉnh sửa chữa ngày 24/08/2000)

ABSTRACT: Để so sánh về khả năng chịu lực và những lợi ích về mặt kinh tế giữa hai loại cọc: cọc thẳng và cọc mở rộng đáy, tác giả đã tiến hành thí nghiệm trên hai loại cọc này ở một số công trường xây dựng của Công ty Marugo, Nhật-bản. Tác giả đã chọn hai nhóm cọc: cọc thẳng và cọc mở rộng đáy. Các cọc này được thử tải tĩnh, tính khối lượng đất phải đào và vận chuyển và khối lượng bê tông cần đổ. Sau khi so sánh, một số kết luận quan trọng về khả năng chịu lực và kinh tế đã được rút ra.

1. MỞ ĐẦU

Gần nửa thế kỷ qua, các kỹ sư và các nhà xây dựng đã nghiên cứu sâu về cọc nhồi mở rộng đáy với mục đích cải tiến vật liệu, hình dáng, và kỹ thuật thi công cọc nhồi. Các nghiên cứu này đã đạt được rất nhiều thành công.

Ví dụ : Cọc mở rộng nhiều đoạn (Multi-Under-Reamed Piles) được nghiên cứu ứng dụng ở Ấn độ (Mohan, 1966), cọc mở rộng đáy đường kính lớn ở Liên Xô (Bakholdin, 1966), cọc mở rộng đáy nhân tạo ở Trung Quốc (Li, 1987). Các nghiên cứu đều chỉ ra những ưu điểm nổi bật của cọc nhồi mở rộng đáy là:

- ◆ Cùng điều kiện đất nền, cọc mở rộng có sức chịu tải trọng lớn hơn so với cọc thẳng cùng đường kính.
- ◆ So với cọc thẳng cùng tải trọng thì cọc mở rộng đáy (MRĐ) giảm được khối lượng beton cần đổ và khối lượng đất cần khoan đào và di chuyển.
- ◆ Rút ngắn thời gian gia công và giảm giá thành xây dựng.
- ◆ Giảm lực ma sát âm của thân cọc.
- ◆ Tăng khả năng chống nhổ của cọc.

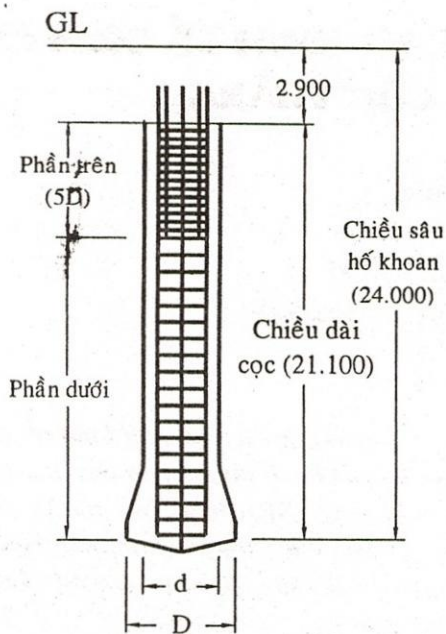
Trong bài báo này tác giả xin trình bày một số thí nghiệm đã làm với hai nhóm cọc để so sánh một cách cụ thể hơn về khả năng chịu lực và kinh tế giữa cọc mở rộng đáy và cọc thẳng.

2. THỬ TẢI CỌC

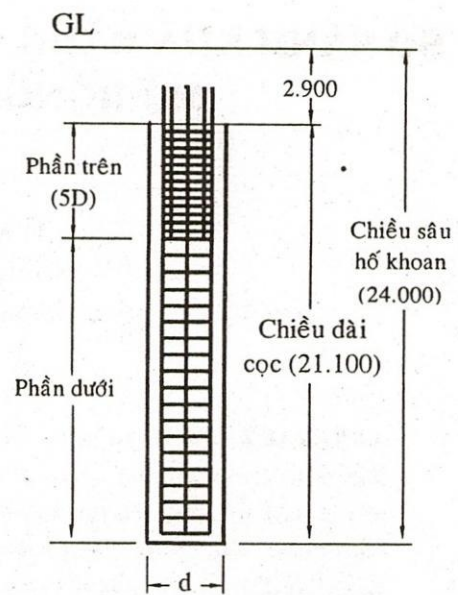
d (m)	H (m)	h (m)
1.8	24	21.1
1.7	24	21.1
1.5	24	21.1
1.2	24	21.1

d (m)	D (m)	H (m)	h (m)
1.4	1.9	24	21.1
1.3	1.8	24	21.1
1.3	1.6	24	21.1
1.3	1.5	24	21.1

- d : đường kính cọc
- D : đường kính đáy mở rộng



H.1. Các loại cọc mở rộng đáy làm thí nghiệm



H.2. Các loại cọc thẳng làm thí nghiệm

Các thí nghiệm đã được tiến hành trên cùng một công trường, nên điều kiện thí nghiệm và các thông đất tại hiện trường được xem là giống nhau.

Để kiểm tra các tính chất của cọc và tìm sự khác biệt giữa cọc mở rộng đáy và cọc thẳng, rất nhiều thí nghiệm đã được thực hiện trong cùng điều kiện đất. Các mẫu cọc được chia làm hai nhóm:

- ◆ Nhóm cọc mở rộng đáy (MRĐ).
- ◆ Nhóm cọc thẳng (CT).

Ở hình 1 ta có: Nhóm cọc mở rộng đáy có cọc các đường kính d/D là 1400/1900, 1300/1800, 1300/1600 và 1300/1500mm với chiều dài 21100mm và đầu các cọc cũng tựa lên lớp đá mềm $N > 50$.

Ở hình 2 ta có: Nhóm cọc thẳng gồm 4 cọc có đường kính 1800, 1700, 1500 và 1200mm với chiều dài cọc là 21100mm đầu cọc được tựa trên lớp đá mềm $N > 50$.

Khả năng chịu tải của cọc được tính bằng công thức sau:

$$R_a = \frac{1}{3}(15\alpha\beta N A_p) + \frac{1}{3}\left(\frac{N_s L_s}{5} + \frac{q_u L_c}{2}\right)\phi - W$$

Trong đó:

α : Hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất, lấy $\alpha=1$ đối với đất sỏi, và $\alpha=0.85$ đối với đất cát.

β : Hệ số phụ thuộc vào đường kính cọc, hệ số này được tính theo công thức sau:

N : Trị số N ($N_{\max}=50$)

$$\beta = 1 - 0.3 * \frac{D - 1.5}{2.5}$$

A_p : Diện tích mũi cọc

Ns:Trị số N xuyên qua cát ($N_{s,max}= 25$)

L_s : Chiều dày lớp cát.

q_u : Đối với sét và đất pha sét $q_u = 1.25N$ $q_{u,max} = 10$

L_c : Chiều dày lớp đất sét và đất pha sét.

ϕ : Chu vi cọc.

W : Trọng lượng cọc.

a. Kết quả thí nghiệm:

Khả năng chịu tải của cọc và khối lượng bê tông tiêu tốn cho từng cọc được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1- *Kết quả thí nghiệm*

Tên cọc	Loại cọc	Chiều dài (m)	d(m)	D(m)	Q (tấn)	$V_{\text{bê tông}} (m^3)$	$V_{\text{đất đào}} (m^3)$
Cọc 1	MRĐ	21,1	1,4	1,9	633,1	38,02	38.26
Cọc 2	MRĐ	21,1	1,3	1,8	575,3	32,87	33.07
Cọc 3	MRĐ	21,1	1,3	1,6	467,4	32,15	32.42
Cọc 4	MRĐ	21,1	1,3	1,5	412,3	31,90	32.19
Cọc 5	Thẳng	21,1	1,8		638,4	60,47	61.07
Cọc 6	Thẳng	21,1	1,7		581,6	53,93	54.48
Cọc 7	Thẳng	21,1	1,5		473,2	41,99	42.41
Cọc 8	Thẳng	21,1	1,2		316,2	26,87	27.14

Khi so sánh, chúng tôi so sánh các cặp cọc như sau:

Cọc 1 với cọc số 5: ở 2 cọc này đường kính mũi cọc gần tương đương nên khả năng chịu lực gần như nhau (633.1T so với 638.4T). Thế nhưng cọc 1 (cọc mở rộng đáy) đã tiết kiệm được 22.45 m³ bê tông (khoảng 37%) so với cọc 5. Bên cạnh đó khối lượng đất đào và vận chuyển của cọc 1 cũng giảm đi 23.05 m³ so với cọc 5 (38%).

Cọc 2 so với cọc 5: Hai cọc này cũng có cùng đường kính mũi cọc, khả năng chịu lực của cọc 5 tuy lớn hơn cọc 2 là 63.1 tấn (10%). Thế nhưng cọc 2 đã tiết kiệm được 27.6 m³ bê tông (46%) và khối đất đào và vận chuyển giảm đi 28 m³ (46%) so với cọc 5.

Cọc 3 so với cọc 7: Hai cọc này có đường kính mũi cọc gần tương đương, khả năng chịu tải đầu cọc cũng gần tương đương (467.4T/473.2T), thế nhưng khối lượng bê tông của cọc 3 (MRĐ) so với cọc 7 giảm đi 23% (9.84 m³), còn khối lượng đất phải đào và vận chuyển thì giảm đi 24% (10.18 m³).

Cọc 3 với cọc 8: cọc 3 và cọc 8 có cùng đường kính phần cọc thẳng nên khối lượng đất đào và khối lượng bê tông cần phải đổ gần tương đương, thế nhưng khả năng chịu lực của cọc 3 tăng lên khoảng 151.2T (khoảng 47.8%).

Tuy trong thí nghiệm này tác giả chỉ so sánh khả năng chịu lực và lợi ích kinh tế giữa hai nhóm cọc: cọc thẳng và cọc mở rộng đáy, mà không so sánh giữa các cọc trong cùng một nhóm, nhưng với mục đích chỉ rõ ảnh hưởng quan trọng của đường kính mũi cọc, tác giả cũng xin trình bày thêm một bảng so sánh khác về khả năng chịu tải của các cọc trong cùng nhóm cọc có đáy mở rộng.

Bảng 2. So sánh các cọc trong nhóm cọc với đáy mở rộng

Cặp cọc được so sánh	Sự khác nhau về đường kính	Sự khác nhau về sức chịu tải
Cọc số 1 và cọc số 2	$d_1 - d_2 = 0.1\text{mm}$ $D_1 - D_2 = 0.1\text{mm}$	$Q_1 - Q_2 = 57.8 \text{ T}$
Cọc số 1 và cọc số 2	$D_1 - D_2 = 0.2\text{mm}$	$Q_1 - Q_2 = 107.9 \text{ T}$
Cọc số 1 và cọc số 2	$D_1 - D_2 = 0.1\text{mm}$	$Q_1 - Q_2 = 55.1 \text{ T}$

Như vậy, qua các thí nghiệm đo đạc thực tế này, ta có thể thấy rất rõ ràng rằng diện tích mũi cọc hay đường kính mũi cọc có một vai trò rất quan trọng trong việc tăng khả năng chịu tải của cọc. Thực ra điều này cũng rất phù hợp với các công thức đã được xây dựng trong lý thuyết tính toán sức chịu tải của cọc.

Theo tài liệu được cung cấp bởi The International Association of Foundation Drilling, được viết bởi Dr. Fred H. KULHAWY, giáo sư địa kỹ thuật, Cornell University, Ithaca, New York, thì sức chịu tải đầu cọc được tính:

$$Q_{tc} = q_{ult} A_{tip}$$

Trong đó:

- Q_{tc} : Sức chịu tải đầu cọc.
- q_{ult} : Sức kháng riêng tới hạn của đất.
- A_{tip} : Diện tích đầu cọc và $A_{tip} = (\pi D^2)/4$, với D là đường kính mũi cọc.

Như vậy sức chịu tải đầu cọc sẽ tỉ lệ thuận với bình phương đường kính. Một lần nữa chúng ta có thể nhận thấy vai trò của việc mở rộng đường kính đáy cọc ảnh hưởng đến sức chịu tải đầu cọc như thế nào.

B. KẾT LUẬN

Chúng ta đều biết rằng, ở cọc nhồi, phần lớn sức chịu tải của cọc là do masát thành bên, và chỉ có khoảng 30% sức chịu tải là nhờ sức cản đầu cọc, vì vậy mà việc mở rộng đáy cọc không ảnh hưởng nhiều đến khả năng chịu tải của cọc. Thế nhưng ở những vùng đất yếu, khi đó có khả năng lực masát âm hoặc masát giảm đáng kể do sự hóa lỏng của lớp cát yếu, thì việc tăng khả năng chịu tải đầu cọc bằng cách mở rộng đáy rất có ý nghĩa. Các kết luận được rút ra như sau:

- a. Cùng một đường kính cọc thẳng phía trên như nhau thì khả năng chịu tải của cọc có đáy mở rộng tăng lên ít nhất là 2 lần.
- b. Cọc mở rộng đáy có thể thay thế cọc thẳng cùng đường kính mà có thể tiết kiệm được từ 20 – 50% khối lượng bê tông cần đổ.
- c. Giảm được khối lượng đất phải đào và vận chuyển xuống được từ 20 – 50%.

Với những ưu điểm trên ta thấy rằng trong điều kiện đất yếu, với tầng đất chịu lực nằm rất sâu (30-60m), lực ma-sát bên nhỏ do đất yếu thì việc sử dụng cọc nhồi mở rộng đáy rất có lợi về mặt kinh tế.

MAKING THE COMPARISON OF BEARING CAPACITIES AND ECONOMICAL EFFECTED BY THE UNDER-REAMEAD OVER UNIFORM LARGE-DIAMETER PILES

Tran Thi Hong

ABSTRACT : *In order to make the comparison of bearing capacities and economical effected by the under-reamed over uniform large diameter piles, the author has conducted a lot of experiments on the sites of Marugo Foundation Co., Japan. The piles used were grouped into two groups: under-reamed and uniform piles. All of piles were tested by loading test, calculated the volum of excavated soil and volum of concret. Some important conclusions of bearing capacities and economics were drawn out*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Fred h. Kulhawy - *Lecture notes on adsc drilled foundation seminar*, The International Association of Foundation Drilling, 1986.
- [2] John Atkinson - *The mechanics of soils and foudations*, McGraw-Hill Book Company Europe, 1993.
- [3] Xutôvich N. A.- *Cơ Học Đất*, Nhà xuất bản Mir Maxcôva, 1983