

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG MA SÁT ÂM
ĐẾN SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP
Ở KHU LẤN BIỂN KIÊN GIANG**

Lâm Nguyệt Duyên¹, Nguyễn Bảo Trí¹, Mok Vannet¹, Nguyễn Quỳnh Như¹

Tóm tắt: Bài viết trình bày nghiên cứu về ảnh hưởng ma sát âm của đất đến sức chịu tải của cọc bê tông đúc sẵn ở khu vực lấn biển Rạch Giá Kiên Giang. Cụ thể, tính toán phân tích ảnh hưởng của ma sát âm trong công trình dân dụng khu vực lấn biển TP. Rạch Giá Kiên Giang trong trường hợp lớp đất san lấp lớn hơn 1m. Từ đó, giúp đưa ra những phương án thiết kế an toàn và hiệu quả.

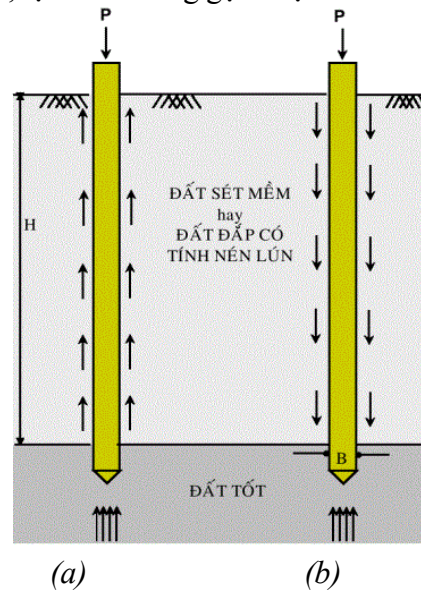
Từ khóa: Ma sát âm, sức chịu tải của cọc, cọc bê tông cốt thép

1. MỞ ĐẦU

Ma sát âm là hiện tượng đất xung quanh cọc bị lún cố kết lớn hơn chuyển vị xuống dưới/biến dạng nén của cọc; việc này gây thêm một tải trọng hướng xuống ảnh hưởng đến cọc. Ma sát âm biến động theo thời gian, phụ thuộc vào tốc độ cố kết của đất và tốc độ lún của cọc. Hướng tác dụng của ma sát bên giữa cọc và đất phụ thuộc vào chuyển vị tương đối giữa đất và cọc. Trong điều kiện thường gặp, chuyển vị của cọc dưới tác dụng của tải trọng từ kết cấu bên trên lớn hơn độ lún của đất nên ma sát bên giữa cọc và đất có xu hướng cản trở độ lún của cọc. Lực ma sát phát sinh trong điều kiện này có hướng tác dụng ngược với hướng của tải trọng của kết cấu bên trên và được gọi là ma sát dương. Trường hợp cọc nằm trong đất đang bị lún do tải trọng của bề mặt như đất mới san lấp, kho bãi,... hoặc do hạ mực nước ngầm, độ lún của đất nền lớn hơn độ lún của cọc. Khi đó một phần đất nền xung quanh có xu hướng "treo" lên cọc nên trọng lượng của khối đất đó được truyền sang cọc thông qua ma sát bên.

Đối với công trình có sử dụng móng cọc, khi cọc được đóng vào trong tầng đất có tính nén lún hoặc đất vừa mới đắp mà mũi cọc đặt trong

tầng đất chặt. Sẽ xảy ra đồng thời quá trình lún của đất và cọc sau khi đóng cọc và đặt tải. Ngay sau khi đóng và trong quá trình đóng cọc, một phần tải được đất kháng lại do lực dính của đất và cọc. Tuy nhiên khi quá trình cố kết xảy ra nó sẽ truyền toàn bộ tải lên mũi cọc. Trong một số trường hợp độ lún của đất có thể lớn hơn của cọc, sự chuyển vị tương đối này phát sinh ra lực kéo xuống của tầng đất đối với cọc gọi là hiện tượng ma sát âm, lực kéo xuống gọi là lực ma sát âm.



Hình 1. Cọc trong đất mềm và khi chống vào lớp đất tốt

- a) Lực ma sát dương ngay và trong khi đóng cọc
- b) Lực ma sát âm

¹ Đại học Kiên Giang

Bài viết nghiên cứu ảnh hưởng ma sát âm của đất đến sức chịu tải của cọc Bê tông cốt thép đúc sẵn tiết diện vuông 300x300mm, thi công bằng phương pháp ép ở khu lấn biển Rạch Giá Kiên Giang có thể giảm thời gian tính toán phân tích ảnh hưởng của ma sát âm công trình dân dụng khu vực lấn biển TP. Rạch Giá Kiên Giang. Từ đó, giúp người thiết kế đưa ra phương án thiết kế cọc hợp lý và an toàn.

2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN LĨNH VỰC ĐỀ TÀI

2.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

Trên thế giới đã có một số lượng đáng kể những nghiên cứu về ảnh hưởng của ma sát âm tới sức chịu tải của cọc, với mục tiêu xác định bản chất cũng như giá trị của ma sát âm trong các giai đoạn phát triển của nền như ảnh hưởng của ma sát âm trong việc làm tăng tải trọng tác dụng lên cọc và làm giảm khả năng chịu tải của cọc trong nghiên cứu của Zeevaert (1973). Đồng thời, các sự cố của móng cọc do ma sát âm gây ra đã được ghi nhận ở một số nước như: Liên Xô (Iovchuk & Babitskii, 1967), Canada (Stermac, 1968) và Nhật Bản (Takano & Kishida, 1979),... các sự cố thường gặp là một số cọc trong cụm cọc bị mất khả năng chịu tải và bị kéo rời khỏi móng hoặc nghiêm trọng hơn là toàn bộ công trình xây dựng trên móng cọc bị lún quá mức cho phép.

2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Ở Việt Nam, hiện tượng ma sát âm trên cọc có thể là nguyên nhân chính dẫn đến sự cố nền móng của công trình Khoa Vật lý thuộc Đại học Sư phạm Hà Nội được xây dựng trên móng cọc tiết diện 300x300mm, sau khi đưa vào sử dụng, quan sát thấy nhiều vết nứt ở kết cấu trần và tường do công trình tiếp tục xảy ra lún vì khi tính toán đã không kể đến ma sát âm, do đó số lượng cọc đã thi công không đủ chống lún (Nguyễn Văn Vũ, 2019). Do ảnh hưởng của hiện tượng hạ mực nước ngầm xung quanh khu vực nhà máy nước Mai Dịch,

móng của công trình đã bị lún làm hư hỏng kết cấu bên trên. Ngoài ra, hiện tượng ma sát âm cũng đã ngày càng được quan tâm đến nhiều hơn trong công tác thiết kế thi công móng sâu, đặc biệt là những vùng có nền đất yếu như khu vực quận 7 – TP.HCM (Lê Phương, 2011); đồng bằng sông Cửu Long (Nguyễn Như Thảo, 2012),..

3. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT Ở KHU VỰC LẤN BIỂN RẠCH GIÁ KIÊN GIANG

Lớp 1: Ở đây giả định lớp san lấp 1.5m. Thành phần: Sét pha, đất san lấp mới. Theo Báo Cáo địa chất là 0,5m và có $\gamma = 1,950 \text{ T/m}^3$.

Lớp 2: Bề dày lớp trung bình là 8.10m, bề dày lớp thay đổi nhiều từ 8.00m đến 8.20m. Thành phần: Bùn Sét màu xám xi măng, xám xanh; trạng thái chảy. Phía trên là bùn san lấp, phía dưới là bùn nguyên thể. Thí nghiệm SPT đạt từ 0-2 búa. Lớp này phân bố trong hố khoan như sau: Độ sâu mặt lớp 1,5m; Độ sâu đáy lớp 9,5m; Bề dày lớp 8,0m;

Lớp 3: Bề dày lớp trung bình là 1.40m, bề dày lớp thay đổi từ 1.30m đến 1.50m. Thành phần: Sét màu xám xanh có sỏi hạt đậu Laterit; Sét trạng thái dẻo mềm. Thí nghiệm SPT đạt từ 7-8 búa. Lớp này phân bố trong hố khoan như sau: Độ sâu mặt lớp 9,5m; Độ sâu đáy lớp 11m; Bề dày lớp 1,5m;

Lớp 4: Bề dày lớp trung bình là 1.75m, bề dày lớp thay đổi từ 1.50m đến 2.00m. Thành phần: Sét nâu vết xanh; trạng thái dẻo cứng. Thí nghiệm SPT đạt từ 15-16 búa. Lớp này phân bố trong các hố khoan như sau: Độ sâu mặt lớp 11m; Độ sâu đáy lớp 13m; Bề dày lớp 2m;

Lớp 5: Bề dày lớp trung bình là 9.25m, bề dày lớp thay đổi từ 9.00m đến 9.50m. Thành phần: Sét nâu, phía dưới màu nâu đỏ, một vài nơi có xen kẹp các lớp mỏng Laterit màu rỉ sắt, trạng thái cứng đến nửa cứng. Thí nghiệm SPT đạt từ 19-29 búa. Lớp này phân bố trong các hố khoan như sau: Độ sâu mặt lớp 13m; Độ sâu đáy lớp 22m; Bề dày lớp 9m;

Lớp 6: Bề dày lớp trung bình là $\geq 8,00\text{m}$. bề

dày lớp thay đổi từ 7,00m đến 9,00m. Thành phần: Sét trắng đỏ gạch, nâu vàng. Trạng thái sét cứng. Lớp này phân bố trong các hố khoan

như sau: Độ sâu mặt lớp 22m; Độ sâu đáy lớp 31m; Bề dày lớp 9m;

Các lớp đất có các chỉ tiêu như sau:

Lớp đất	Độ ẩm W (%)	Trọng lượng riêng tự nhiên γ (T/m ³)	Trọng lượng riêng khô γ_d (T/m ³)	Tỷ trọng G_s	Độ rỗng n (%)	Hệ số rỗng e	Góc ma sát trong ϕ Độ (°)	Lực dính C (T/m ²)	Độ sệt B
Lớp 2	58,783	1,521	0,959	2,616	63,33	1,733	4 ^o 20'	0,086	1,107
Lớp 3	30,44	1,842	1,412	2,706	47,81	0,916	10 ^o 44'	0,303	0,50
Lớp 4	25,94	1,938	1,539	2,719	43,39	0,767	14 ^o 51'	0,458	0,260
Lớp 5	23,443	1,970	1,596	2,714	41,16	0,702	17 ^o 39'	0,598	0,115
Lớp 6	22,963	1,979	1,609	2,725	40,957	0,694	19 ^o 14'	0,673	-0,003

3.1. Tổng hợp SCT cho phép của cọc khi chưa xét đến ảnh hưởng của ma sát âm

Chọn lớp đất thứ 6 để đặt mũi cọc và chiều dài cọc tính toán là 22,7m chưa kể mũi cọc là 1d, mũi cọc hạ sâu xuống lớp 6 khoảng 1,5 m. Sử dụng bê tông B30 có: $R_b=1700$ (T/m²), $R_{bt}=115$ (T/m²); Cốt thép: thép chịu lực trong đài là loại thép CB300-V có: $R_s=26000$ (T/m²), thép đai là CB240-T; Chọn thép chịu lực trong

cọc là 4 ϕ 18, hàm lượng thép: $\mu = 1,131\%$.

Theo tài liệu Nền Móng công trình của Châu Ngọc Ân (2010) và tài liệu Nền và Móng của Tô Văn Lân (2021) cùng với các thông số cọc đã chọn ta tìm được SCT của cọc theo vật liệu R_v là 146,639 (T). Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền $R_{ch,1}$ được tính như sau:

$$R_{ch,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_p + u \sum f_i l_i) \quad (1)$$

Bảng 1. Sức chịu tải cực hạn của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền

Lớp đất	Chiều dày l_i (m)	Các phân lớp nhỏ (m)	Độ sệt $I_L=B$	Độ sâu trung bình z_i (m)	f_i (T/m ²)	$\sum f_i$ (T/m ²)	$\sum f_i l_i$ (T/m)	$\sum \gamma_{cf} f_i l_i$	$R_{ch,1}$ (T)
Lớp 1	1,5	1,5	0,000	1,5	0,0	0,0	0,0	378,604	584,609
Lớp 2	8,0	8,0	1,107	5,5	0,0	0,0	0,0		
Lớp 3	1,5	1,5	0,500	10,25	2,705	2,705	4,058		
Lớp 4	2,0	1	0,260	11,5	5,534	11,184	22,368		
		1		12,5	5,65				

Lớp đất	Chiều dày l_i (m)	Các phân lớp nhỏ (m)	Độ sệt $I_L=B$	Độ sâu trung bình z_i (m)	f_i (T/m ²)	$\sum f_i$ (T/m ²)	$\sum f_i l_i$ (T/m)	$\sum \gamma_{cf} f_i l_i$	$R_{ch,1}$ (T)
Lớp 5	9,0	1,8	0,115	13,9	7,046	37,75	339,75		
		1,8		15,7	7,298				
		1,8		17,5	7,55				
		1,8		19,3	7,802				
		1,8		21,1	8,054				
Lớp 6	1,5	1,5	-0,003	22,75	8,285	8,285	12,428		

Sức chịu tải cực hạn của cọc theo cường độ đất nền $R_{ch,2}$ được xác định như sau:

$$R_{ch,2} = Q_b + Q_f = q_b A_p + u \sum f_i l_i \quad (2)$$

Bảng 2. Sức kháng ma sát của đất xung quanh cọc Q_f

Tên lớp	Chiều dày lớp đất (m)	Lực dính C (T/m ²)	Góc ma sát trong φ (độ)	Trọng lượng riêng tự nhiên γ (T/m ³)	Hệ số α	Chỉ số dẻo I_p	Hệ số áp lực ngang k	Ứng suất hữu hiệu σ'_v (T/m ²)	Sức kháng ma sát bên đơn vị f_i (T/m ²)	$f_i l_i$ (T/m)
Lớp 2	8,0	0,860	4 ^o 20'	1,521	0,7	21,880	0,502	2,084	0,681	5,448
Lớp 3	1,5	3,030	10 ^o 44'	1,842	0,7	20,080	0,494	4,80	2,570	3,855
Lớp 4	2,0	4,58	14 ^o 51'	1,938	0,7	20,540	0,496	6,369	4,044	8,088
Lớp 5	9,0	5,983	17 ^o 63'	1,970	0,7	20,810	0,497	11,672	6,033	54,297
Lớp 6	1,5	6,733	19 ^o 17'	1,979	0,7	22,630	0,506	16,771	7,923	11,508

Từ bảng trên ta có

$$\sum f_i l_i = f_2 l_2 + f_3 l_3 + f_4 l_4 + f_5 l_5 + f_6 l_6 = 5,448 + 3,855 + 8,088 + 54,297 + 11,508 = 83,196 (T)$$

$$\text{Sức kháng của đất xung quanh cọc: } Q_f = u \sum f_i l_i = 1,2 \times 83,196 = 99,835 (T)$$

Bảng 3. Sức kháng của đất dưới mũi cọc Q_b

Lực dính C (T/m ²)	Hệ số N'_c	Hệ số N'_q	Ứng suất hữu hiệu tại mũi cọc $q'_{\gamma,p}$ (T)	Diện tích tiết diện ngang cọc A_b (m ²)	Sức kháng của đất dưới mũi cọc Q_b (T)
6,733	4,0	2,8	20,131	0,09	7,497

Từ các kết quả trên ta tìm được SCT cực hạn của cọc theo cường độ đất nền $R_{ch,2}$ là 107,332 (T) và theo TCVN 10304:2014 - tiêu chuẩn thiết kế móng cọc và tài liệu Nền và Móng của Tô Văn Lân (2021) ta xác định

được sức chịu tải cho phép của cọc đơn $R_c = 61,332$ (T).

3.2. Khi tính SCT cho phép của cọc khi xét đến ảnh hưởng của ma sát âm do khối đắp gây ra

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Lớp 6
Chiều dày	h	(m)	1,50	8,00	1,50	2,00	9,00	1,50
Trọng lượng riêng tự nhiên	γ	(T/m ³)	1,95	1,521	1,842	1,938	1,970	1,979
Mudule đàn hồi	E	(T/m ²)	0,00	70,067	66,000	295,30	322,90	332,10
Lực dính	C	(T/m ²)	0,00	0,860	3,030	4,580	5,980	6,730
Góc ma sát trong	φ	(độ)	0,00	4°20'	10°44'	14°51'	17°63'	19°17'
Hệ số poisson	μ	-	0,43	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

Các hệ số Poisson phụ thuộc vào trạng thái của lớp đất và được tra theo tài liệu Nền Móng Công Trình của Châu Ngọc Ân (2010). Theo tài liệu Phân tích và tính toán móng cọc của Võ Phán và Hoàng Thế Thao (2013):

3.2.1 Tính độ lún ổn định của lớp bùn sét

➤ Áp lực gây lún: $\Delta p = \gamma_d \times h_d$ (3)

Trong đó: γ_d : trọng lượng riêng của lớp đất đắp, (T/m³); h_d : Chiều dày lớp đất đắp, (m).

➤ Độ lún của lớp bùn sét:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{E_i} \Delta p_i h_i \quad (4)$$

Trong đó: β_i : hệ số nở hông, lấy $\beta_i = 0,8$; h_i : chiều dày lớp đất thứ i, (m);

Δp_i : ứng suất gây lún ở giữa lớp phân tố thứ "i", (T/m²);

E_i : mô đun biến dạng trung bình của lớp đất chịu nén dưới mũi, (T/m²).

3.2.2 Tính độ lún của cọc

➤ Tính biến dạng đàn hồi của bản thân cọc:

$$\Delta l = \frac{Q_{tb} \times L}{A_p \times E_c} \quad (5)$$

Trong đó: L: chiều dài cọc, (m); E_c : mô đun đàn hồi của vật liệu làm cọc, (T/m²);

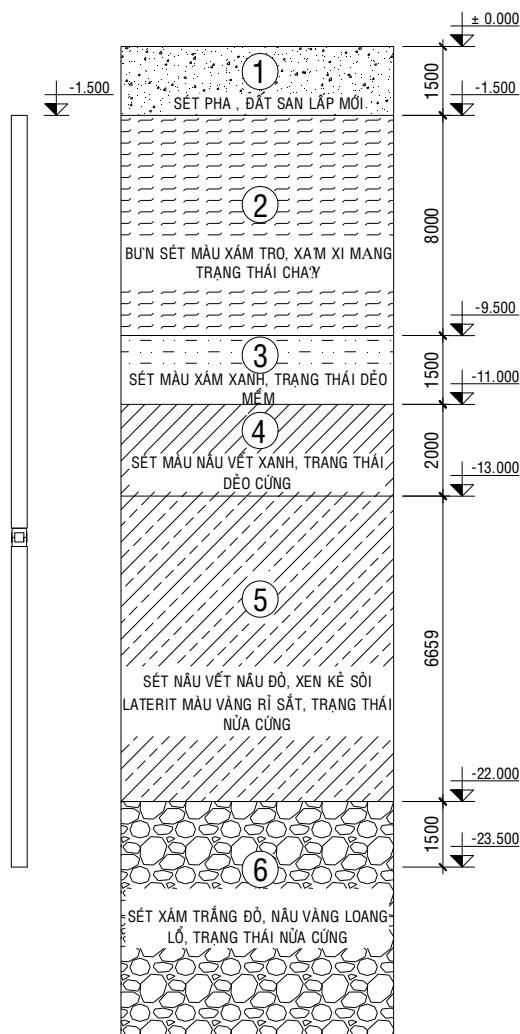
Q_{tb} : lực tác dụng lên đài cọc, (T); Δl : biến dạng đàn hồi của bản thân cọc, (m).

$$Q_{tb} = Q_p + \xi(N - Q_p) = Q_p + \xi Q_s \quad (6)$$

Trong đó: N: tải trọng từ công trình truyền xuống cọc, (T) lấy kết quả nội lực công trình có 9 tầng; Q_p : sức kháng mũi tại tải trọng thiết kế, (T);

Q_s : sức kháng bên tại tải trọng thiết kế, (T);

ξ : là hệ số phụ thuộc vào dạng biểu đồ phân bố ma sát trên thân cọc. Nếu f_s phân bố đều hoặc dạng parabol theo chiều sâu thì $\xi = 0,5$; nếu f_s phân bố tuyến tính theo chiều sâu thì $\xi = 0,67$ (theo tài liệu Nền Móng công trình của Châu Ngọc Ân).



Hình 2. Trụ địa chất và vị trí cọc

➤ Tính độ lún của đất ở mũi cọc:

$$S_m = \frac{q_p B \omega (1 - \mu^2)}{E_0} \quad (7)$$

Trong đó: B: chiều rộng cọc, (m); μ : hệ số Poisson của lớp đất thứ “i”, $\mu = 0,45$;

E_0 : mô đun của đất dưới mũi cọc, (T/m^2); $E_0 = 332,100$, (T/m^2);

ω : hệ số phụ thuộc vào hình dạng cọc, nếu cọc vuông lấy $\omega = 0,88$; nếu cọc tròn lấy $\omega = 0,79$.

q_b : cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, (T).

➤ Tính độ lún của đất ở thân cọc (tính riêng cho từng lớp đất):

$$S_b = \frac{f_s B \omega_b (1 - \mu^2)}{E_0} \quad (8)$$

Trong đó: f_s : sức kháng bên đơn vị tại tải trọng làm việc trung bình cho toàn đoạn cọc, (T/m^2);

ω_b : hệ số phụ thuộc vào độ mảnh của cọc; E_0 : mô đun của đất dưới mũi cọc, (T/m^2);

B: chiều rộng cọc, (m); μ : hệ số Poisson của lớp đất thứ “i”.

Từ đó ta xác định được chiều sâu ảnh hưởng của ma sát âm đến cọc:

$$z = \left(1 - \frac{S_d}{S}\right) H \quad (9)$$

Trong đó: S_d : độ lún của cọc đơn, (m); S: độ lún ổn định của nền, (m);

H: chiều dày của lớp đất yếu, (m).

Ta xác định được chiều sâu ảnh hưởng của ma sát âm đến cọc như sau:

Bảng 4. Kết quả chiều sâu ảnh hưởng của ma sát âm đến cọc

Áp lực gây lún do 1,5m đất đắp Δp	2,925 (T/m^2)	Độ lún của cọc đơn 0,149(m)	Chiều sâu ảnh hưởng của ma sát âm đến cọc 3,539(m)
Độ lún của lớp bùn sét yếu S	0,2672 (m)		
Biến dạng đàn hồi của bản thân cọc Δl	0,019 (m)		
Độ lún của đất ở mũi cọc S_m	0,053 (m)		
Độ lún của đất ở thân cọc S_b	0,0774 (m)		

Tương tự, tính sức chịu tải của cọc khi xét đến ma sát âm ta cần xác định sức kháng ma sát bên đơn vị của từng lớp đất

với thân cọc, trong đó có cả đoạn cọc bị ảnh hưởng ma sát âm, được kết quả theo bảng sau:

Tên lớp	Chiều dày lớp đất (m)	Lực dính C (T/m ²)	Góc ma sát trong φ (độ)	Trọng lượng riêng tự nhiên γ (T/m ³)	Hệ số α	Chỉ số dẻo I _p	Hệ số áp lực ngang k	Ứng suất hữu hiệu σ' _v (T/m ²)	Sức kháng ma sát bên đơn vị f _i (T/m ²)	f _i l _i (T/m)
Lớp 2	3,539 (xây ra ma sát âm)	0,860	4 ⁰ 20'	1,521	0,7	21,880	0,502	0,922	0,637	2,254
Lớp 2	4,461	0,860	4 ⁰ 20'	1,521	0,7	21,880	0,502	4,431	0,771	3,439
Lớp 3	1,5	3,030	10 ⁰ 44'	1,842	0,7	20,080	0,494	4,80	2,570	3,855
Lớp 4	2,0	4,58	14 ⁰ 51'	1,938	0,7	20,540	0,496	6,369	4,044	8,088
Lớp 5	9,0	5,983	17 ⁰ 63'	1,970	0,7	20,810	0,497	11,672	6,033	54,297
Lớp 6	1,5	6,733	19 ⁰ 17'	1,979	0,7	22,630	0,506	16,771	7,923	11,508

Từ bảng trên ta tìm được sức chịu tải cực hạn của cọc theo cường độ đất nền như sau:

$$\sum f_i l_i = f_2 l_2 + f_2 l_2 + f_3 l_3 + f_4 l_4 + f_5 l_5 + f_6 l_6$$

$$= (-2,254) + 3,439 + 3,855 + 8,088 + 54,297 + 11,508 = 78,933(T)$$

$$Q_b = q_p \times A_p = 83,287 \times 0,09 = 7,496(T); Q_f = u \sum f_i l_i = 1,2 \times 78,933 = 94,720(T)$$

$$R_{ch,utt} = 102,216(T)$$

Do sức chịu tải của cọc theo vật liệu và chỉ tiêu cơ lý có kết quả tương ứng nhau, chỉ khác kết quả theo chỉ tiêu cường độ đất nền. Qua đó tương tự ta xác định được sức chịu tải cho phép của cọc đơn khi xét đến ảnh hưởng của ma sát âm là R_c = 58,409 (T).

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả tính toán ta thấy được khi có kê đến ma sát âm, sức chịu tải của cọc giảm

khoảng 4,5% (2,92T) sức chịu tải của cọc trong trường hợp giả định có phụ tải đất đắp trên nền đất yếu dày 1,5m. Tương tự, với số liệu địa chất và cơ sở lý thuyết trên nhưng lớp 1 tầng chiều dày lên là 3m thì sức chịu tải của cọc giảm khoảng 7,89 %. (4,891T). Từ đó, ta thấy được nếu chiều dày nền đất đắp càng tăng thì sức chịu tải của cọc càng giảm do ảnh hưởng của ma sát âm càng lớn.

Bên cạnh đó, kết quả bài toán còn phụ thuộc nhiều yếu tố như các hệ số điều kiện làm việc của nền đất, hệ số tầm quan trọng của công trình hay hệ số tin cậy về số lượng cọc trong móng, và cả cách chọn hệ số nở hông (hệ số poison) tùy thuộc vào từng loại đất,... Mặc dù kết quả tính toán của bài viết chỉ mang tính chất tham khảo với một lựa chọn các hệ số nhất định, nhưng qua kết quả tính trên cũng đã cho ta thấy được sự ảnh hưởng của ma sát âm do khối đất đắp cao hơn

1m gây ra tại lớp đất yếu đến sức chịu tải cho phép của cọc.

Ma sát âm chỉ xuất hiện tại vị trí lớp đất yếu, có độ lún lớn hơn độ lún của cọc đơn. Do đó, việc chọn lớp đất phù hợp để cắm cọc là rất quan trọng, khi đó ma sát âm sẽ mất dần theo độ sâu cắm cọc và chuyển thành ma sát dương và không làm ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc trong quá trình cọc làm việc. Từ đó, giúp ta đưa ra được lựa chọn phương án thiết kế cọc hợp lý và an toàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Châu Ngọc Ân, (2010), *Nền móng công trình*, NXB Xây Dựng.
- Hồ sơ địa chất, (2011), *Báo cáo khảo sát địa chất khu đô thị Phú Cường*.
- Lê Phương và cộng sự, (2011), *Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng ma sát âm trong thiết kế móng cọc bê tông cốt thép cho công trình nhà cao tầng tại quận 7-Tp.HCM*, Tạp chí Khoa học Giáo dục Kỹ thuật, Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh, số 19/2011, tr 21-28.
- Nguyễn Như Thảo, (2012), *Luận văn Thạc sĩ: Nghiên cứu ảnh hưởng ma sát âm đến sức chịu tải của cọc tại công trình nhà Công Nghiệp- Cần Thơ*, Trường Đại học Bách Khoa TP. HCM, 2012.
- Nguyễn Văn Vũ và cộng sự, (2019), *Nghiên cứu, phân tích, đánh giá ma sát âm của đất lên cọc bê tông cốt thép khu vực đô thị trung tâm thành phố Hà Nội*, Tạp chí Khoa học công nghệ Xây Dựng, số 04/2019, tr 39-48.
- TCVN 10304:2014, (2014), *Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*, Bộ Xây Dựng.
- Tô Văn Lận, (2021), *Nền và Móng*, NXB Xây Dựng.
- Trần Huy Thanh, (2012), *Ảnh hưởng của hiện tượng ma sát âm đến sức chịu tải của cọc trong công trình bến bệ cọc cao trên nền đất yếu*, Tạp chí Khoa học công nghệ Hàng Hải, số 32-11/2012, tr 23-28.
- Trần Khải Hoàn, Lại Ngọc Hùng, (2014), *Nghiên cứu ảnh hưởng của ma sát âm đến sức chịu tải cọc và các biện pháp làm giảm thiểu ma sát âm*, Tạp chí Khoa học công nghệ, số 128(14), tr 29-33.
- Võ Phán, (2010), *Cơ học đất*, NXB Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- Võ Phán, Hoàng Thế Thao, (2013), *Phân tích và tính toán Móng Cọc*, NXB Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- Iovchuk, A.T., Babitskii, I.S, (1967), *Use of piles in soils with weak interbeds*, Soil Mech Found Eng 4, 125–127, 1967.
- G Stermac, M Devata, KG Selby – Canadian, (1968), *Unusual Movements of Abutments Supported on Piles*, Geotechnical Journal, 1968.
- Takano, A. and Kishida, H, (1979) *Failure mechanism of sandy stratum around Non-displacement pile tip*, Journal of Struct. Constr. Engng, AIJ, Vol.285, 51-60.
- Zeevaert, L, (1973), *Foundation engineering for difficult subsoil condition*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1973.

Abstract:
**RESEARCH ON THE EFFECT OF NEGATIVE SKIN FRICTION ON
THE BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE PILES
IN KIEN GIANG SEA ENCROACHMENT AREAS**

This paper presents a study on the influence of negative skin friction on the bearing capacity of prefabricated reinforced concrete piles in the encroaching areas of Rach Gia Kien Giang. Specifically, calculating and analyzing the effect of negative skin friction on the constructions in the Rach Gia Kien Giang sea encroachment areas, in case the leveling soil layer is thicker than 1m. From there, it helps to provide the safe and effective design options.

Keywords: Negative friction, bearing capacity of piles, reinforced concrete piles

Ngày nhận bài: 02/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 07/9/2022