

PHÂN TÍCH, XÁC ĐỊNH HỆ SỐ NHÓM CỌC TRONG ĐẤT DÍNH

ĐINH LÊ KHÁNH QUỐC

Tổng công ty xây dựng số 1_TNHH MTV- Bộ Xây Dựng
dlkquoc@yahoo.com

TÓM TẮT

Sức chịu tải của cọc đơn khác với sức chịu tải của cọc trong nhóm cọc (trong đài cọc), điều này là do hiệu ứng nhóm cọc, song hiệu kỹ, tường tận để tính toán và áp dụng đúng, hiệu quả trong thực tiễn là điều không dễ dàng. Ngay cả trong tiêu chuẩn TCXD 205-1998 “Móng cọc-tiêu chuẩn thiết kế” và các tiêu chuẩn Việt Nam khác liên quan đến thiết kế cọc cũng chỉ đề cập chung chung đến Hiệu ứng nhóm và không hướng dẫn thực hành cụ thể.

Nội dung bài báo này giới thiệu lại công thức tính toán hệ số nhóm cọc Consverse-Labarre đã được đề cập trong các tài liệu kỹ thuật đồng thời phân tích các điều kiện thực tế sử dụng để cho kết quả có độ tin cậy cao và so sánh với cách xác định hệ số nhóm cọc theo phương pháp phần tử hữu hạn.

ABSTRACT

The bearing capacity of a single pile is different from that of group piles (in pile cap). This problem occurrence is due to the efficiency of group piles. It is not easy to study clearly, thoroughly or to calculate and apply properly, effectively. Even in Vietnam Construction Standard TCVN 205-1998 “Foundation pile – Design code” and other Vietnam Standards related to pile design, the efficiency of group piles is only mentioned vaguely and there has not been any detailed calculation of it.

This paper reintroduces the Consverse-Labarre formula, used to calculate the efficiency of group piles. This formula has been mentioned in technical books; but this paper suggests the using of site condition in calculation to obtain the result with high reliability and to compare with calculation by Finite Element Method (FEM).

1.Hệ số nhóm cọc:

Theo định nghĩa hệ số nhóm cọc

$$\eta = \frac{Qg(u)}{\sum Qu} = \frac{Qg(u)}{n_1 \times n_2 \times Qu} \quad (1)$$

Trong đó :

$Qg(u)$: Khả năng chịu tải giới hạn của nhóm cọc

Qu : khả năng chịu tải giới hạn của cọc đơn trong nhóm cọc

n_1, n_2 : số hàng và số cột của cọc trong nhóm cọc ($n_1 \times n_2 =$ tổng số cọc trong đài)

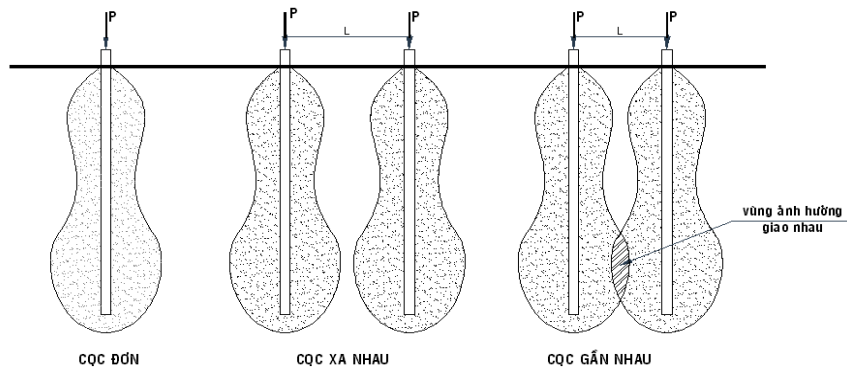
Trong thực tế có rất nhiều thông số ảnh hưởng đến ứng xử của nhóm cọc-nền. Các yếu tố chính phải kể đến như: Tính chất cơ lý của nền, vật liệu chế tạo cọc, số lượng cọc trong nhóm cọc, khoảng cách giữa các tim cọc, phương pháp hạ cọc, dạng và độ lớn của tải trọng tác dụng...

2. Phân tích và xác định hệ số nhóm cọc:

2.1 Trong nền đất dính:

Khi hạ cọc bằng phương pháp đóng, ép hoặc rung thì nền đất chung quanh cọc bị xáo trộn, nước thoát ra xung quanh chu vi cọc làm giảm khả năng chịu tải của cọc. Sau một thời gian thì nền đất phục hồi, sức kháng cắt tăng lên nhưng không thể hồi phục hoàn toàn như ban đầu [6].

Khi cọc chịu tải nén, cọc có khuynh hướng dịch chuyển xuống. Tùy vào độ lớn của lực nén, độ dịch chuyển của cọc, đặc trưng của nền đất xung quanh cọc mà vùng ảnh hưởng có phạm vi nhất định



(Hình 1) Mô tả một dạng vùng ảnh hưởng nền xung quanh cọc

Theo Converse-Labarre, cọc trong đất dính hệ số nhóm được xác định như sau:

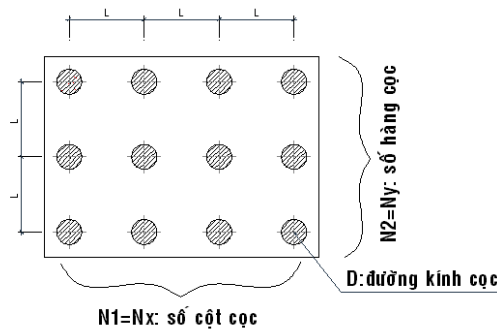
$$\eta = 1 - \left[2 \frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{\pi x n_1 n_2} \right] \cot ag\left(\frac{D}{l}\right) \quad (2)$$

n_1 : số hàng của cọc trong đài cọc

n_2 : số cột của cọc trong đài cọc.

l : Khoảng cách giữa các tim cọc

D : Đường kính của cọc



(Hình 2). Mặt bằng bố trí cọc trong nhóm cọc

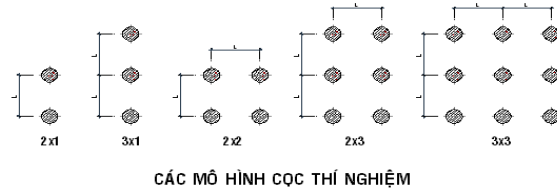
Ví dụ: xác định hệ số nhóm của nhóm cọc trong hình 2 với các số liệu sau:
 $n_1 = n_x = 4, n_2 = n_y = 3, D = 0,35m, l = 1,05m (3D)$

$$\eta = 1 - \left[2 \frac{(4-1)3 + (3-1)4}{\pi \times 4 \times 3} \right] \cot \operatorname{ag} \left(\frac{0,35}{1,05} \right) = 0,71$$

Trong công thức (2) ở trên ta thấy không có sự hiện diện của các thông số đất nền, chiều dài của cọc trong nền. Vậy có độ tin cậy của công thức thế nào?

Có nhiều tác giả đã nghiên cứu và làm thực nghiệm kiểm chứng công thức trên. Dưới đây là thực nghiệm của Giáo sư Al-Mhaidib, A.I. khoa kỹ thuật xây dựng trường đại học King Saud University (Riyadh, Saudi Arabia) – 2001[1]

Ông đã mô phỏng cọc trong phòng thí nghiệm với các nhóm cọc như sau: 2x1, 3x1, 2x2, 2x3 và 3x3 với khoảng cách tim cọc là 3d và 9d (d : đường kính của cọc thí nghiệm). Các kết quả thí nghiệm của từng nhóm cọc với các khoảng cách giữa các cọc được tổng hợp trong bảng bên dưới và so sánh với xác định theo công thức Converse-Labarre .



Bảng so sánh kết quả giữa thí nghiệm và tính theo công thức CONVERSE-LABARRE

(Bảng 1)

Tổ hợp cọc	Khoảng cách giữa các tim cọc (L)			
	3d		9d	
	Thí nghiệm	CONVERSE-LABARRE	Thí nghiệm	CONVERSE-LABARRE
2x1	0,89	0,9	0,95	0,96
3x1	0,86	0,86	0,92	0,95
2x2	0,84	0,8	0,88	0,93
2x3	0,81	0,76	0,84	0,92
3x3	0,79	0,73	-	-

Thí nghiệm trên cho thấy trong đất dính công thức Converse-Labarre có độ tin cậy cao. Song Tác giả [1] lưu ý kết quả trên được thực hiện trong phòng thí nghiệm với mô hình cọc nhỏ hơn nhiều so với thực tế, nên sử dụng trong mô hình gần như là đồng nhất và khác xa với thực tế.

Trên thực tế cọc thường đi qua nhiều lớp đất có tính chất cơ lý khác nhau, Bài báo này trình bày xem xét hiệu ứng nhóm cọc bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

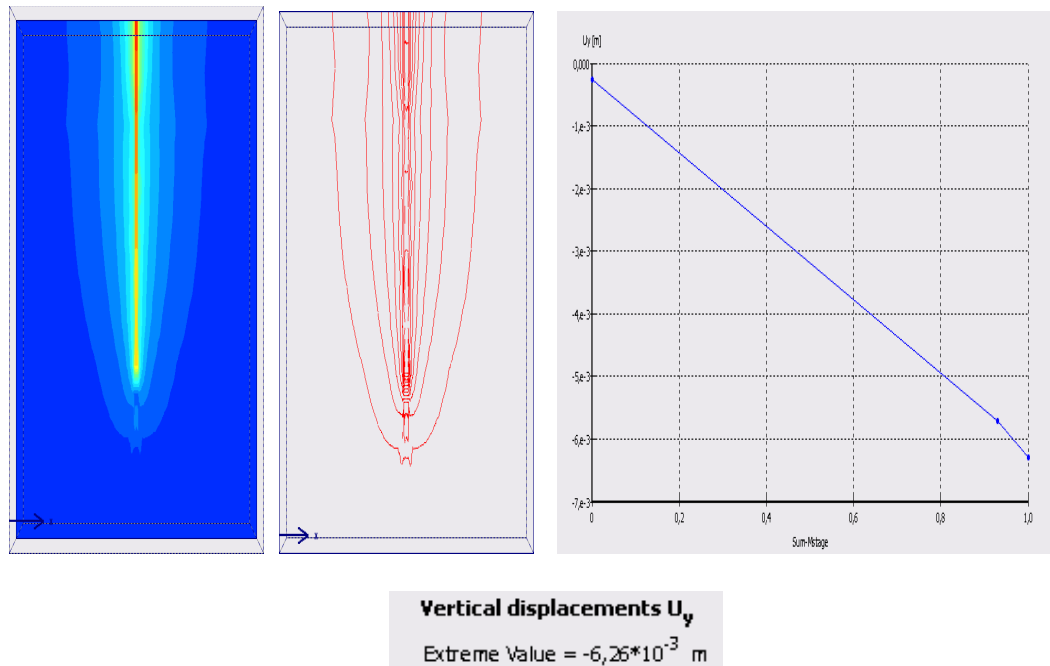
Sử dụng phần mềm Plaxis 3D-Foundation tính toán lại ví dụ trên hình 2 với các số liệu sau: Cọc vuông BTCT 350x350 mác 400 (B30), có chiều dài L=20m, $n_1=3, n_2=3$ (tổng số 9 cọc). với nền có tính chất cơ lý được mô tả trong bảng sau:

(Bảng 2)

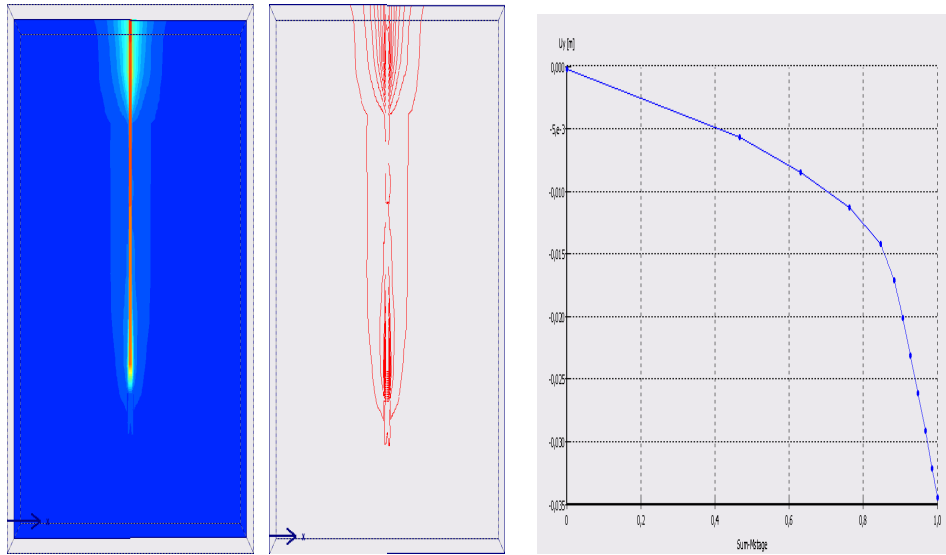
Thông số	Ký hiệu	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Cọc	Đơn vị
Mô hình vật liệu	Model	MC	MC	MC	MC	LE	-
Ứng xử của vật liệu	Type	Drained	Drained	Drained	Drained	Non-Porous	-
Chiều dày lớp	L	6	2	10	12	20	m
Dung trọng khô	γ (unsat.)	8,0	17,0	19,8	17,6	25	KN/m ³
Dung trọng ướt	γ (sat.)	11,0	20,0	19,8	20,0	-	KN/m ³
Môđul đàn hồi	E	450	$1,3 \cdot 10^4$	$1,35 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^7$	KPa
Hệ số Poisson	ν	0,35	0,3	0,3	0,3	0,2	-
Lực dính	c	5	1	14	17	-	KPa
Góc nội ma sát	φ	20	31	23	23	-	Độ
Góc giãn nở	ψ	0	0	0	0	-	-
Hệ số giảm ứng suất tiếp xúc	R_{inter}	0,8	0,85	0,85	0,9	1	-

MC : Mohr-Coulomb LE : Linear-elastic (đàn hồi – tuyến tính)

Kết quả tính toán theo các cấp độ tải trọng được mô phỏng trong các biểu đồ như sau:



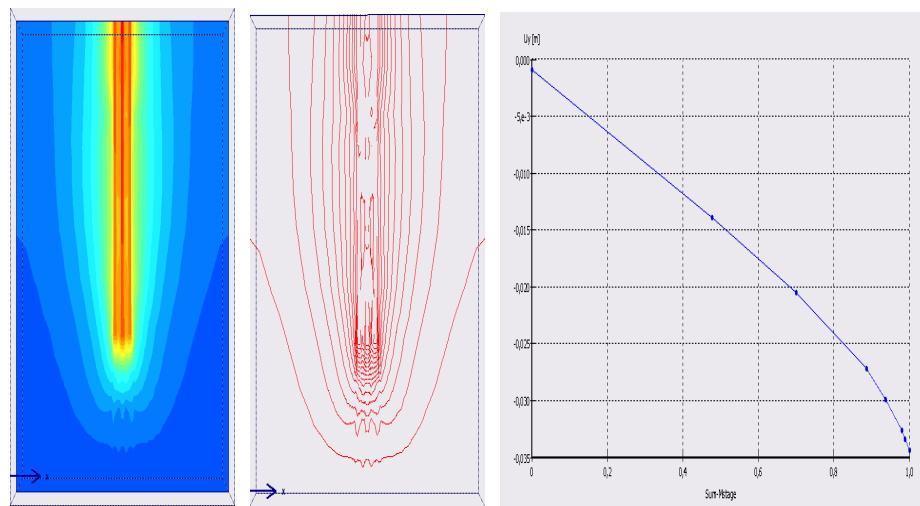
(Hình 3). Tương tác cọc đơn-đất nền dưới tải trọng $Q=40\text{ton} = 61,54\%Q_u$



Vertical displacements U_y
 Extreme Value = $-34,37 \cdot 10^{-3}$ m

(Hình 4). Tương tác cọc đơn-đất nền dưới tải trọng $Q=78\text{ton} = Q_u$

Q_u : Khả năng chịu tải giới hạn của cọc đơn (Q tương ứng với độ lún của cọc bằng $0,035\text{m} \approx 10\%D$ (đường kính cọc) hoặc $\approx 10\%B$ (cạnh cọc)[4],[5])



Vertical displacements U_y
 Extreme Value = $-34,31 \cdot 10^{-3}$ m

(Hình 5) Tương tác cọc trong nhóm cọc -đất nền dưới tải trọng $Q=62\text{ton} = Q_g(u)$

$Q_g(u)$ là cấp tải trọng ở đó độ lún của cọc $S_{gh}=0,035\text{m}$ (ứng với độ lún 10% đường kính cọc)

Hệ số nhóm theo FEM:

$$\eta = \frac{Qg(u)}{\sum Qu} = \frac{Qg(u)}{n1xn2xQu} = \frac{62x9}{3x3x78} = 0,79$$

Hệ số nhóm tính theo Converse-Labarre.

$$\eta = 1 - \left[2 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{\pi x 3 x 3} \right] \cot ag \left(\frac{0,35}{1,05} \right) = 0,73$$

Sai lệch giữa hai phương pháp: $n = \frac{0,79 - 0,73}{0,79} \% = 7,59\%$

Phân tích mô hình cọc với nhiều loại nền khác nhau Ta nhận thấy Hệ số nền phụ thuộc rất lớn vào thành phần ma sát thành Qs. Đối với cọc cọc có Qs chiếm ưu thế so với kháng mũi Qp thì có ảnh hưởng hệ số nhóm lớn (η nhỏ) và ngược lại (η lớn)

KẾT LUẬN

Trên thực tế cọc đi qua nền gồm nhiều lớp đất có tính chất cơ lý khác nhau nên trình tự xác định hệ số nhóm cọc cho công trình dân dụng có thể tóm tắt như sau:

- 1) Lập mô hình **cọc đơn-nền** bằng các phần mềm tính toán phần tử hữu hạn (FEM) chuyên dùng như Plaxis3D, Allpile, Fpiper... để xác định tải trọng giới hạn của cọc đơn Qu là cấp tải trọng ở độ lún 10% đường kính (hay cạnh cọc) và không quá 80mm (độ lún giới hạn của công trình dân dụng).
- 2) Sử dụng công thức CONVERSE-LABARRE xác định sơ bộ hệ số nhóm.
- 3) Lập mô hình **nhóm cọc-nền** để xác định tải trọng giới hạn của nhóm cọc Qg(u) với tải trọng ban đầu được xác định theo bước 2.
- 4) Chạy chương trình vòng lặp để xác định tải trọng giới hạn của nhóm cọc Qg(u) tương ứng với độ lún của nhóm cọc là 10% đường kính cọc đơn và không quá 80mm
- 5) Sức chịu tải cho phép của cọc trong nhóm cọc $Qg(a) = Qg(u)/Fs$. Fs là hệ số an toàn
- 6) Trong quá trình triển khai xây dựng công trình. Trước khi thi công cọc đại trà, tiến hành thi công cọc thử và thử tải tĩnh cọc đơn [5],[6]. Đối chiếu kết quả thử tải tĩnh và bước 1, hiệu chỉnh kết quả và tiến hành thực hiện theo bước 2.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Al-Mhaidib, A. I. (2001) "Loading Rate Effect on Piles in Clay from Laboratory Model Tests," Journal of King Saud University (Engineering Sciences), Vol.13, No.1, pp. 39-55
2. Zhang, L., W.H. Tang, and C.W.W. Ng (2001) "Reliability of Axially Loaded Driven Pile Groups," Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 127, No.12, pp. 1051-1060
3. Casagrande A. and S.D. Wilson (1951) "Effect of Rate of Loading on the Strength of Clays and Shales at Constant Water Contents," Geotechnique, Vol.2, No.3, pp. 251-263.
4. TCXD 205-1998 Móng cọc-tiêu chuẩn thiết kế
5. TCXDVN 269-2002 Cọc – Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục
6. Vũ công Ngữ - Nguyễn Thái " Móng cọc –Phân tích và thiết kế" 2004
7. Vesic, A.S. (1977) "Design of Pile Foundation," National Cooperative Highway Research Program. Synthesis of Highway Practice No. 42, Transportation Research Board, Washington, D.C.