

ẢNH HƯỞNG HIỆU ỨNG NHÓM CỌC

Câu hỏi 1: Hiệu ứng nhóm cọc là gì?

Câu hỏi 2: Hiệu ứng nhóm cọc có lợi hay bất lợi?

Hiện nay trong các hồ sơ thiết kế kỹ thuật công trình dân dụng và công nghiệp không được xem xét đến (bỏ qua) hiệu ứng nhóm cọc, tức hệ số hiệu ứng nhóm cọc xem bằng 1 do một số nguyên nhân sau:

Nguyên nhân 1: nhầm lẫn hệ số tin cậy (hệ số an toàn) γ_k trong TCVN 10304-2014 là kể đến hiệu ứng nhóm cọc. Và suy nghĩ sai lệch khi làm việc nhóm sức chịu tải nhóm cọc sẽ lớn hơn cọc đơn.

Nguyên nhân 2: Chưa có quy định và công thức cụ thể tính toán hiệu ứng nhóm cọc trong tiêu chuẩn hiện hành TCVN 10304-2014.

Nguyên nhân 3: Một số phần lớn kỹ sư suy nghĩ nếu bố trí khoảng cách cọc từ $3d \leq 6d$ thì hiệu ứng nhóm cọc nhỏ có thể bỏ qua.

Nguyên nhân 4: Một số phần lớn kỹ sư cho rằng khi cọc làm việc nhóm đất xung quanh cọc sẽ được chặt hơn. Điều này dễ nhận thấy khi ép cọc, các cọc ép sau sẽ khó ép hơn do đất xung quanh được nén chặt. Nên bỏ qua hiệu ứng nhóm cọc.

Tuy nhiên trong **ngành thiết kế cầu đường** thì khi thiết kế sức chịu tải nhóm cọc theo TCVN 118323-2017 thì kỹ sư thiết kế có kể đến hiệu ứng nhóm cọc và hệ số nhóm nhỏ hơn hoặc bằng 1.

Do đó bài viết này tôi muốn giải thích 2 câu hỏi nêu trên đồng thời trình bày cách tính toán hiệu ứng nhóm cọc theo các tiêu chuẩn hiện nay trên thế giới và quy trình ứng dụng Plaxis 3D để giúp anh em kỹ sư hiểu rõ và vận dụng cho đúng vào công tác thiết kế.

1.1 KHÁI NIỆM

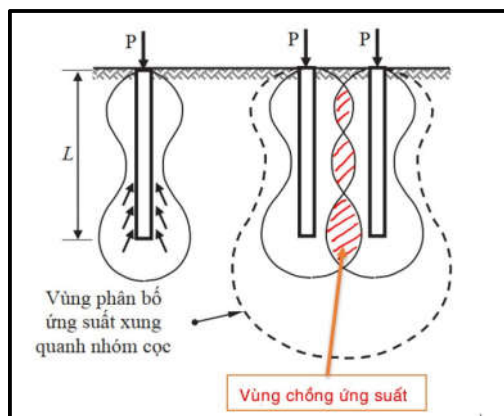
Câu hỏi 1: Hiệu ứng nhóm cọc là gì?

Theo các sách giáo khoa và các tài liệu ở Việt Nam thì hiệu ứng nhóm cọc được định nghĩa như sau:

Hiệu ứng nhóm cọc là hiện tượng chống ứng suất của các cọc gần nhau, hiệu ứng này làm:

- Giảm ma sát và sức kháng mũi giữa cọc và đất nền
- Làm tăng chuyển vị nhóm cọc

Sức chịu tải của nhóm cọc sẽ giảm và thường không bằng tổng sức chịu tải của các cọc đơn cộng lại.



Chính khái niệm này dẫn đến hệ số hiệu ứng nhóm cọc $\eta \leq 1$. Tức là hiệu ứng nhóm cọc là bất lợi. Tuy nhiên khái niệm đưa ra như trên là chưa tổng quát. Cần định nghĩa lại tổng quát như sau: Hiệu ứng nhóm cọc là tỉ số giữa sức chịu tải nhóm cọc/tổng sức chịu tải của từng cọc đơn.

$$\eta = \frac{(R_G)_u}{n \times R_u}$$

Câu hỏi 2: Hiệu ứng nhóm cọc có lợi hay bất lợi?

Tùy trường hợp là cọc ép hay cọc nhồi, trong đất dính hay đất rời, móng đài cao hay đài thấp. Khái quát cho câu trả lời trên như sau:

+ Cọc ép trong đất rời

Theo Coduto(2016) thì sức chịu tải nhóm cọc ép trong đất rời sẽ lớn hơn tổng sức chịu tải của từng cọc đơn, $\eta \geq 1$. Kết luận này cũng giống theo Vesic (1969) ứng với khoảng cách cọc tối thiểu 3D. Do ép cọc đất sẽ chặt lại làm tăng khả năng chịu tải nhóm cọc so với cọc đơn.

Lưu ý với trường hợp cần phải khoan trước trước khi đóng/ép cọc, đặc biệt là trong đất cát chặt, hệ số hiệu quả nhóm có thể nhỏ hơn 1,0 do cát sẽ bị lỏng ra. Do đó, tốt hơn là nên sử dụng ít khoan trước hoặc phương pháp sỏi nước nhất có thể khi ép cọc qua lớp đất rời.

+ Cọc ép trong đất dính

Đối với nhóm cọc trong đất dính (không thoát nước) có thể tạo ra áp lực nước lỗ rỗng dư lớn. Điều này có thể mang lại hiệu suất nhóm ngắn hạn (1 đến 2 tháng sau khi ép cọc) ở mức 0,4 đến 0,8, nhưng nó sẽ tăng theo thời gian. Tùy thuộc vào quy mô nhóm, áp lực dư thừa thường tiêu tan trong vòng 1 đến 2 tháng sau khi ép cọc. Tuy nhiên, trong các nhóm rất lớn, việc tiêu tán hoàn toàn áp lực lỗ rỗng có thể mất tới một năm. Trong trường hợp đất sét bão hòa nước thì $\eta \leq 1$.

Theo một số nghiên cứu trên thế giới thì ảnh hưởng của nhóm cọc trong đất dính như bảng sau:

Khoảng cách cọc	Ảnh hưởng nhóm	Hệ số hiệu ứng nhóm cọc η
S = 2.5D +6D	Nhóm	$\eta = 0.65 \div 1.0$
>6D	Riêng rẽ	$\eta = 1.0$

Ghi chú: D là đường kính cọc hoặc cách cọc.

1.2 CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU ỨNG NHÓM CỌC

Hiệu ứng nhóm cọc phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Số lượng, chiều dài, đường kính, cách bố trí và khoảng cách giữa các cọc
- Phương thức truyền tải trọng từ cọc xuống đất (cọc ma sát hay cọc chống)
- Tính chất đất nền xung quanh nhóm cọc (trong đất dính lớn hơn đất rời)
- Sự tương tác giữa đài cọc và đất
- Phương thức thi công lắp đặt cọc (cọc ép, cọc nhồi, cọc khoan hạ...)
- Trình tự lắp đặt cọc
- Thời gian thi công cọc
- Hướng của tải trọng tác dụng.

Có 2 phương pháp tiếp cận để tính toán khả năng chịu lực của nhóm cọc như sau:

Cách 1: kể đến hệ số hiệu ứng nhóm cọc. Sức chịu tải của nhóm cọc bằng:

$$(R_G)_u = \eta \times n \times R_u$$

Trong đó: η là hệ số hiệu ứng nhóm cọc, n là số cọc trong nhóm, R_u là sức chịu tải của 1 cọc đơn.

Cách 2: xem nhóm cọc làm việc như khối lớn tính từ mép biên của các nhóm cọc.

Bowles (1996) cảnh báo rằng khả năng chịu lực của khối chỉ nên được đánh giá khi đài cọc tiếp xúc với mặt đất và $s/d < 2$.

Giá trị thiết kế là giá trị nhỏ nhất của 2 cách trên.

1.3 CÁCH TÍNH HIỆU ỨNG NHÓM CỌC

Do hiệu ứng nhóm cọc phụ thuộc quá nhiều yếu tố như trên nên việc xác định khả năng chịu tải của nhóm cọc là việc vô cùng phức tạp và vẫn chưa được giải quyết triệt để (Das, 2011). Nhiều quy chuẩn không đưa ra hướng dẫn để ước tính hiệu quả nhóm của cọc. Một số nghiên cứu chỉ nghiên cứu trong giới hạn một vài yếu tố trên như kể đến ảnh hưởng khoảng cách cọc, số cọc, giả thiết cọc nằm hoàn toàn vào đất dính hoặc đất rời...vv.

Sau đây tác giả giới thiệu một số công thức thực nghiệm và tiêu chuẩn hiện hành có kể đến hiệu ứng nhóm cọc.

1.3.1 Công thức thực nghiệm

a. Công thức hệ số nhóm của Converse-Labarre (1941)

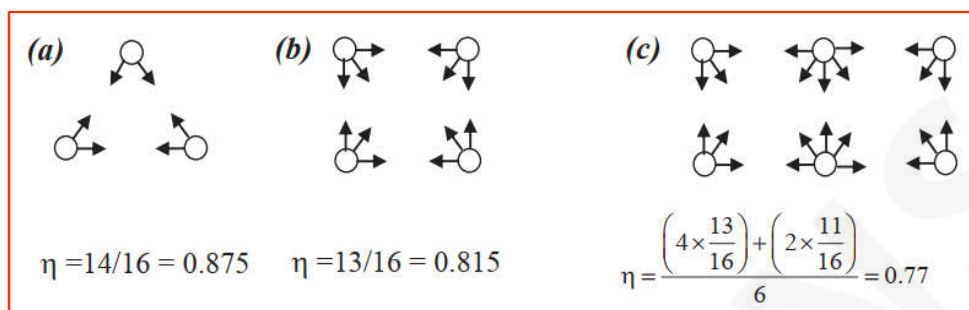
Công thức dùng cho đất dính và mặt bằng hình chữ nhật. Chỉ kể đến số lượng cọc và khoảng cách cọc. Đây là công thức khá đơn giản và được dùng phổ biến nhất hiện nay:

$$\eta = 1 - \left[\arctan \frac{d}{s} \times \frac{(m_1 - 1)m_2 + (m_2 - 1)m_1}{90m_1m_2} \right]$$

Trong đó: m_1 - Số hàng cọc trong nhóm; m_2 - Số cọc trong một hàng

b. Hệ số nhóm theo nguyên tắc của Feld (1943)

Feld (1943) đề ra nguyên tắc xác định hệ số nhóm được tóm tắt như sau: Sức chịu tải của mỗi cọc trong nhóm sẽ giảm đi một lượng là 1/16 khi nó chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi một cọc ở lân cận. Cách xác định hệ số nhóm (K) theo nguyên tắc Feld cho một số nhóm cọc thể hiện như hình dưới đây:



c. Hệ số nhóm theo công thức Das (1982)

Das (1982) đề nghị một công thức xác định hệ số nhóm cho nhóm cọc ma sát chịu tải trong dọc trục:

$$\eta = \frac{2S(m_1 + m_2 - 2) + 4d}{m_1 m_2}$$

Trong đó: m_1 – Số hàng cọc trong một nhóm; m_2 – Số cọc trong một hàng

1.3.2 TCVN 11823-10-2017

Tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 được dịch từ tiêu chuẩn AASHTO của Mỹ dành cho ngành cầu đường.

a. Trường hợp nhóm cọc đặt trên nền đất dính

Theo mục 7.3.9 TCVN 11823-10-2017:

Nếu bệ cọc không tiếp xúc chắc chắn với đất và nếu đất ở bề mặt yếu (cường độ cắt không thoát nước nhỏ hơn 0,1 Mpa), sức kháng của từng cọc đơn trong nhóm sẽ được nhân với hệ số có hiệu η , như sau

- + $\eta = 0.65$ khi khoảng cách tim tới tim của cọc bằng 2.5 lần đường kính cọc.
- + $\eta = 1.0$ khi khoảng cách tim tới tim của cọc bằng 6 lần đường kính cọc.

Đối với những giá trị khoảng cách tim cọc trung gian, giá trị η có thể được xác định theo phương pháp nội suy tuyến tính.

Nếu bệ cọc tiếp đất chắc chắn, thì không cần phải chiết giảm có hiệu. Còn nếu bệ cọc tiếp đất không chắc chắn nhưng đất cứng (cường độ cắt không thoát nước lớn hơn 0,1 Mpa), cũng không cần phải chiết giảm có hiệu.

b. Trường hợp nhóm cọc đặt trên nền đất rời

+ Cọc đóng/ép

$\eta = 1.0$ trong mọi trường hợp khoảng cách tim cọc.

+ Cọc khoan nhồi tra bảng 23

Bảng 23 - Hệ số chiết giảm nhóm của cọc khoan trong đất cát

Hình dạng nhóm cọc	Cự ly giữa tim các cọc khoan nhỏ	Các điều kiện đặc biệt	Hệ số chiết giảm do hiệu ứng nhóm cọc
Một hàng cọc	2D		0,9
	3D hoặc lớn hơn		1,0
Nhiều hàng cọc	2,5D		0,67
	3D		0,8
	4D hoặc lớn hơn		1,0
Một hàng cọc và nhiều hàng cọc	2D hoặc lớn hơn	Bệ cọc tiếp xúc với đất chặt hoặc chặt trung bình và không có sỏi dưới đáy bề	1,0
Một hàng cọc và nhiều hàng cọc	2D hoặc lớn hơn	Có bơm vữa dọc theo thành bên để khôi phục sự mất mát áp lực thành bên do khoan cọc và bơm vữa vào chân cọc.	1,0

1.3.3 TCVN 10304-2014

Nội dung tiêu chuẩn không đề cập đến việc sử dụng hệ số nhóm khi sử dụng sức chịu tải cọc đơn để xác định sức chịu tải của cọc trong nhóm.

Tuy nhiên TCVN 10304 : 2014 có xét đến hiệu ứng nhóm thông qua việc tính toán độ lún của nhóm cọc từ độ lún của cọc đơn ở mục 7.4.3 bằng việc tính toán ảnh hưởng tương hỗ giữa các cọc trong nhóm.

Độ lún tăng thêm của cọc thứ i do ảnh hưởng của một cọc j đặt cách một khoảng là a , chịu tác dụng của tải trọng N_j , được tính bằng:

$$s_{ij} = \delta_{ij} \frac{N_j}{G_1 L} \quad \text{Với: } \delta_{ij} = \begin{cases} 0.17 \ln \frac{k_v G_1 L}{2 G_2 a} & \text{Khi } \frac{k_v G_1 L}{2 G_2 a} > 1 \\ 0 & \text{Khi } \frac{k_v G_1 L}{2 G_2 a} \leq 1 \end{cases}$$

1.3.4 PLAXIS 3D

Bước 1: Mô hình cọc đơn trong Plaxis, sau đó xác định sức chịu tải cọc đơn $R_{1\text{cọc}}$ ứng với độ lún S . Độ lún S lấy bằng 10% đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)

Hoặc lấy theo TCVN 10304-2014 mục 7.3.4 độ lún $S = \xi S_{gh} + S_e \leq 40 \text{ mm}$

Bước 2: Mô hình nhóm cọc + đài cọc, xác định sức chịu tải của từng cọc R_i trong đài ứng với độ lún S như bước 1.

Bước 3: Hiệu ứng nhóm cọc $\eta = \frac{\sum R_i}{n R_{1\text{cọc}}}$

Phương pháp này cũng chưa thể hiện được quá trình ép cọc gây áp lực thẳng dư hoặc chặt đất nền xung quanh. Nên sẽ cho hệ số $\eta \leq 1$.

1.4 KẾT LUẬN

- Đối với công trình nhà dân dụng thì đa số đài cọc sẽ tiếp xúc chặt với đất nền (móng đài thấp) thì bỏ qua hệ số hiệu ứng nhóm cọc, tức $\eta = 1$ với mọi trường hợp khoảng cách các cọc lớn hơn 3D và không nhỏ hơn 1m.
- Trường hợp khác (móng đài cao), có thể áp dụng tiêu chuẩn **AASHTO** của Mỹ - **TCVN 11823-10-2017** để tính toán kể đến hiệu ứng nhóm cọc cho công trình dân dụng và công nghiệp.
- Trường hợp đặc biệt bố trí khoảng cách cọc nhỏ hơn 3D thì kiểm tra thêm phá hoại khối (xem nhóm cọc làm việc như cọc lớn) và hệ số hiệu ứng nhóm cọc η có thể tính theo công thức thực nghiệm mục 1.3.1. Lấy giá trị nhỏ nhất. Hoặc **tính bằng Plaxis 3D**.