

## Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến đài cọc bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Hoàng Công Vũ<sup>1\*</sup>, Nguyễn Tấn Dũng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật & Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Tp. Quy Nhơn, Bình Định

### TỪ KHOẢ

Móng cọc  
Phân tích phần tử hữu hạn

### TÓM TẮT

Bài báo này phân tích ảnh hưởng của kích thước đài móng (chiều cao, chiều dài, chiều rộng) đối với các thông số áp lực xuống cọc, độ lún của nền đất dưới mũi cọc, nội lực trong đài cọc thông qua việc sử dụng phần mềm Plaxis.

### KEYWORDS

Pile foundation  
Finite element analysis

### ABSTRACT

This paper analyzes the influence of the foundation cap size (height, length, width) on the parameters of pressure on the pile, settlement of the ground under the pile tip, internal forces in piles through the use of Plaxis software.

### 1. Giới thiệu

Việc tính toán, thiết kế móng cọc nhà cao tầng thực tế hiện nay, khá nhiều trường hợp khi tính toán về áp lực xuống cọc, nội lực trong đài cọc, độ lún,...chưa được người thiết kế quan tâm đến độ cứng của đài cọc (do quan niệm đài cọc là cứng tuyệt đối) vì vậy ảnh hưởng đến kết quả tính toán, sự làm việc thực tế của cọc và đài cọc.

Việc phân tích những ảnh hưởng của kích thước đài cọc (chiều cao, chiều rộng, chiều dài) có ý nghĩa thực tiễn. Để xem xét ảnh hưởng của kích thước (chiều cao, chiều dài, chiều rộng) đài cọc đối với các thông số áp lực xuống cọc, độ lún của nền đất dưới mũi cọc, nội lực trong đài cọc, phương pháp phần tử hữu hạn được xem là phương pháp hữu hiệu và thuận tiện sử dụng nhất, bài báo này sử dụng phần mềm Plaxis.

### 2. Cơ sở lý thuyết

#### 2.1. Tính toán móng cọc đài thấp [1], [3]

Ý nghĩa vấn đề móng cọc đài thấp là móng cọc được cấu tạo với đài cọc nằm trong đất tại độ sâu hạ, theo đó phải thoả các điều kiện làm việc như sau:

- Tải trọng ngang H phải được cân bằng với áp lực bị động của đất để cho cọc không bị tác dụng của lực ngang mà chỉ hoàn toàn làm việc chịu nén.
- Mômen ngoại lực được cân bằng bởi các phản lực tại đầu cọc với các tọa độ  $(x_i, y_i)$  của cọc.
- Riêng đối với móng chỉ có một cọc đặt đúng tâm thì cần thiết phải xem là cọc ăn chịu mômen và tải trọng ngang. Do đó điều kiện để xem như là móng cọc đài thấp là cọc phải được bố trí có trên 2 cọc để

chống lại mômen và chiều sâu chôn móng phải  $> h_{mn}$  để chống lực ngang.

Phản lực trên đầu cọc có tọa độ  $(x_i, y_i)$  là:

$$P_i = \frac{N}{n} \pm \frac{M_y}{\sum x_i^2} \times x_i \pm \frac{M_x}{\sum y_i^2} \times y_i$$

Trong đó:

$M_y$ : mômen theo phương trục y

$M_x$ : mômen theo phương trục x

$x_i$ : tọa độ phương x của cọc thứ i so với vị trí tải trọng

$y_i$ : tọa độ phương y của cọc thứ i so với vị trí tải trọng

Điều kiện cần phải kiểm tra để thoả mãn cho cọc chịu nén lớn nhất ( $X_{max}$ ) là :

$$P_{max} \leq Q_a^{tk}$$

Sức chịu tải cho phép của cọc:

$$Q_a^{tk} = \frac{\gamma_0}{\gamma_n} \times \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$$

với

$\gamma_0$  là hệ số điều kiện làm việc, lấy bằng 1 với cọc đơn và bằng 1.15 trong móng nhiều cọc

$\gamma_n$  là hệ số tin cậy về tầm quan trọng của công trình, lấy bằng 1,2; 1.15; 1.1 tương ứng với tầm quan trọng của công trình cấp I, II và III [5]

$\gamma_k$  là hệ số tin cậy theo đất [5]

#### 2.2. Mô hình Mohr - Coulomb trong Plaxis [2]

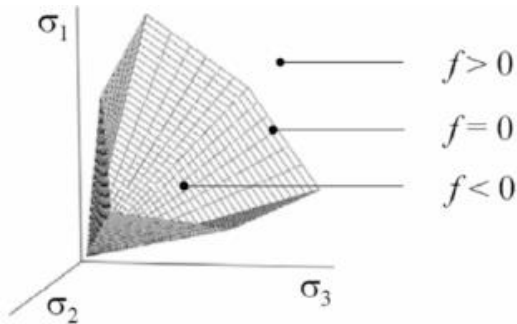
Được dựa trên ý tưởng của qui luật cân bằng đàn - dẻo với ngưỡng cố định không bị tác động bởi biến dạng dẻo và trong trạng thái ứng suất của một điểm nằm trong mặt ngưỡng đàn hồi thuần túy (Hình 1). Không có quy luật tái bền hay hóa mềm yêu cầu với mô hình Mohr - Coulomb. Mô hình này tương đối đơn giản dễ sử dụng,

\*Liên hệ tác giả: hoangcongvu@qnu.edu.vn

Nhận ngày 30/11/2021, sửa xong ngày 15/12/2021, chấp nhận đăng 26/05/2022

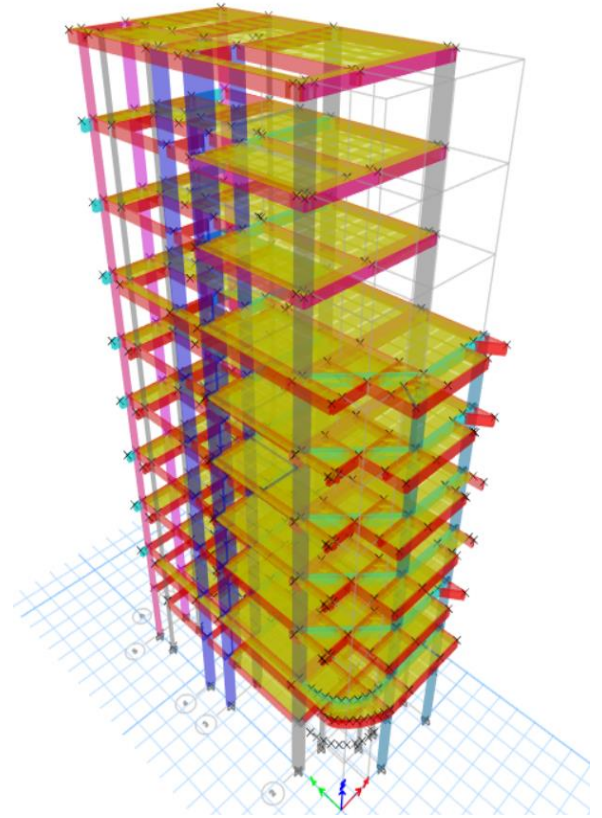
Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2022.366>

thường dùng để tính toán gần đúng các ứng xử ở giai đoạn đầu của đất với 5 thông số cơ bản.



Hình 1. Mặt bao phá hoại Mohr-Coulomb trong không gian ứng suất.

Tiếp tục thay đổi bề rộng đài cọc bằng cách thay đổi khoảng cách các cọc trong đài lần lượt là 3d, 4d, 5d, 6d (d: đường kính cọc) để phân tích phân lực đầu cọc và nội lực đài cọc.

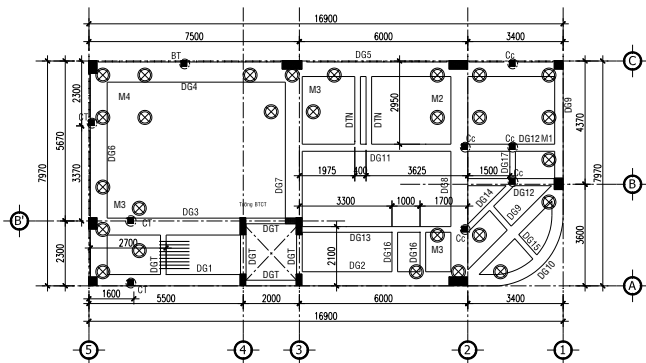


Hình 3. Mô hình 3D công trình Văn phòng làm việc bằng ETABS V.17.

### 3. Ví dụ minh họa

#### 3.1 Bài toán

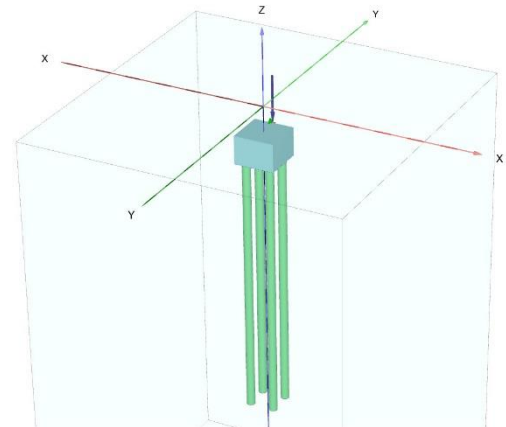
Xét công trình Văn phòng làm việc, số 63 Trần Anh Tông, thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định. Công trình này gồm 10 tầng, có kích thước mặt bằng (16,9 x 7,97)m, nằm trên nền đất có lớp 1: Lớp đất đắp phế thải xây dựng (sét, á sét, cát dăm) cao từ 1 – 1,5m, lớp 2: lớp cát thô (màu vàng nhạt, xám trắng) chiều dày 16 – 17,5m, lớp 3: lớp sét (màu xanh, vàng nhạt) dày 10 – 14,5m, lớp 4: lớp cát (cát mịn, cát thô vừa) chiều dày chưa xác định. Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi (39 cọc, D = 0,5 m, L = 17 m) (Hình 2).



Hình 2. Mặt bằng bố trí móng cọc khoan nhồi Văn phòng làm việc.

- Công trình được mô hình 3D trong phần mềm ETABS V17 (Hình 3).
- Xuất phân lực chân cột từ phần mềm ETABS, xét móng cọc khoan nhồi M2.
- Mô hình móng M2 trong phần mềm Plaxis 3D Foundation (Hình 4).

Lần lượt thay đổi chiều cao đài cọc  $H_d = 1,8m, 2m, 2,2m, 2,4m$  để phân tích phân lực đầu cọc ( $P_i$ ), nội lực đài cọc (Mômen  $M_x, M_y$ ) và độ lún móng (S).



Hình 4. Mô hình móng M2 bằng Plaxis 3D Foundation V.21.

3.2 Kết quả tính toán

**Bảng 1.** Bảng tổng hợp kết quả tính toán phản lực đầu cọc theo phương pháp giải tích và phương pháp PTHH, bài toán thay đổi chiều cao đài cọc.

Chiều cao đài	$H_d = 1,8\text{ m}$		$H_d = 2\text{ m}$		$H_d = 2,2\text{ m}$		$H_d = 2,4\text{ m}$	
	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH
P1 (kN)	356,40	94,43	346,69	96,46	336,99	98,58	327,28	100,12
P2 (kN)	737,16	141,12	744,63	147,13	752,11	153,09	759,58	157,66
P3 (kN)	399,89	762,97	392,42	769,17	384,95	775,36	377,48	779,13
P4 (kN)	780,65	882,89	790,36	888,96	800,07	895,09	809,78	899,95
Tổng	2274,11	1881,42	2274,11	1901,17	2274,11	1922,12	2274,11	1936,87

**Bảng 2.** Bảng tổng hợp kết quả tính toán độ lún móng theo phương pháp giải tích và phương pháp PTHH, bài toán thay đổi chiều cao đài cọc.

Chiều cao đài	$H_d = 1,8\text{ m}$		$H_d = 2,0\text{ m}$		$H_d = 2,2\text{ m}$		$H_d = 2,4\text{ m}$	
	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH
Độ lún (cm)	1,49	0,88	1,49	1,11	1,49	1,12	1,49	1,13

**Bảng 3.** Bảng tổng hợp kết quả tính toán nội lực đài cọc theo phương pháp giải tích và phương pháp PTHH, bài toán thay đổi chiều cao đài cọc.

Chiều cao đài	$H_d = 1,8\text{ m}$		$H_d = 2\text{ m}$		$H_d = 2,2\text{ m}$		$H_d = 2,4\text{ m}$	
	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH	Giải tích	PTHH
$M_x$ (kNm)	1143,52	768,01	1161,71	777,07	1189,83	786,135	1212,58	838,73
$M_y$ (kNm)	2451,41	1011,83	2478,38	1030,99	2050,86	1050,26	2531,94	1580,3

**Bảng 4.** Tổng hợp kết quả tính toán phản lực đầu cọc theo phương pháp PTHH, các trường hợp bề rộng đài cọc thay đổi.

Khoảng cách các cọc trong đài	3d	4d	5d	6d
P1 (kN)	94,43	127,91	102,96	250,51
P2 (kN)	141,12	348,83	295,97	150,97
P3 (kN)	762,97	811,89	787,31	801,82
P4 (kN)	882,89	880,27	886,82	890,20
Tổng	1881,41	2168,90	2072,16	2093,50

**Bảng 5.** Tổng hợp kết quả tính toán nội lực đài cọc theo phương pháp PTHH, các trường hợp bề rộng đài cọc thay đổi.

Khoảng cách các cọc trong đài	3d	4d	5d	6d
$M_x$ (kNm)	1143,52	1524,69	1905,86	2287,04
$M_y$ (kNm)	2451,41	2860,46	3146,25	4102,07

Kết quả phân tích phản lực đầu cọc bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation cho thấy, khi kích thước đài cọc (chiều cao, chiều rộng đài) thay đổi thì giá trị tổng phản lực bị ảnh hưởng không nhiều (Bảng 1, Bảng 4).

Kết quả phân tích độ lún bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation cho thấy, khi thay đổi chiều cao đài thì kết quả phân tích độ lún trong bài toán này là không đáng kể (Bảng 2).

Kết quả phân tích nội lực đài cọc bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation với các bài toán thay đổi kích thước đài cọc (chiều cao, chiều rộng đài) cho thấy nội lực đài bị ảnh hưởng khi mở rộng đài cọc, nội lực đài tăng lên khi đài cọc được mở rộng. Nội lực đài trong các bài toán thay đổi chiều cao đài bị ảnh hưởng không đáng kể (Bảng 3, Bảng 5).

#### 4. Kết luận

Chiều cao đài cọc ảnh hưởng không đáng kể đến các thông số nội lực trong đài cọc, áp lực xuống cọc, độ lún.

Khi bề rộng đài cọc thay đổi theo các trường hợp tăng khoảng cách cọc trong đài thì nội lực trong đài (Mô men đài cọc) có sự thay đổi đáng kể. Trong bài báo này, giá trị nội lực đài tăng lên khi thay đổi khoảng cách các cọc như các trường hợp tính toán khoảng 20 %. Giá trị tổng phản lực đầu cọc không bị ảnh hưởng nhiều. Tuy nhiên lực phân phối vào các cọc không đồng đều, giá trị phản lực tại từng cọc thì có sự thay đổi theo hướng giảm dần theo chiều tác dụng của mô men chân cọc.

#### 5. Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Anh Hoàng, Nền và móng, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2010.
- [2]. Đỗ Văn Đệ, Phần mềm Plaxis 3D Foundation ứng dụng vào tính toán móng và công trình ngầm, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2012.
- [3]. Tô Văn Lận, Nền và móng dùng cho sinh viên ngành xây dựng dân dụng và công nghiệp, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2018.
- [4]. TCVN 9362: 2012: Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.
- [5]. TCVN 10304:2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế.