



PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC MÓNG TỐI ƯU

 Nguyễn Minh Thi
Nguyễn Kế Tường
Nguyễn Thị Hằng*

Tóm tắt: Xác định kích thước móng tối ưu cho công trình móng nông là điều cần thiết cho thiết kế công trình thấp tầng. Có nhiều phương pháp xác định cường độ đất nền để xác định kích thước móng. Các phương pháp xác định cường độ đất nền có giá trị khác nhau, nếu người thiết kế không có giải pháp lựa chọn hợp lý thì sẽ lãng phí chi phí đầu tư hoặc chất lượng công trình. Nhóm tác giả giới thiệu các phương pháp xác định cường độ đất nền để xác định kích thước móng và đề xuất điều kiện cần và đủ để lựa chọn kích thước móng tối ưu về khả năng chịu lực và ổn định theo các trạng thái giới hạn.

Từ khóa: Độ sâu đặt móng, cường độ đất nền, trạng thái giới hạn, kích thước móng.

Abstract: Determining the optimal foundation size for shallow foundations is essential for low-rise building design. There are many methods of determining ground strength to determine foundation size. The methods of determining the strength of the ground have different values, if the designer does not have a reasonable choice, it will waste investment costs or construction quality. The authors introduce methods to determine ground strength so as to determine foundation size and propose necessary and sufficient conditions to choose the optimal foundation size in terms of strength bearing capacity and stability according to limit states.

Keywords: Foundation depth, ground strength, limit state, foundation size.

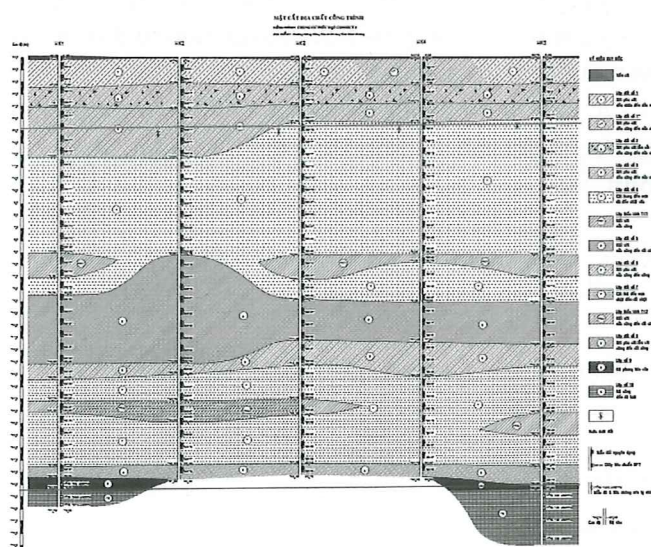
Nhận ngày 10/8/2022, chỉnh sửa ngày 28/8/2022, chấp nhận đăng ngày 5/9/2022.

1. Đặt vấn đề

Có nhiều tác giả đề xuất cách tính toán tải trọng đất nền đáy móng để thiết kế móng công trình đạt hiệu quả về độ bền và kinh tế. Nghiên cứu này trình bày một số giải pháp tính toán khả năng chịu tải trọng của đất nền theo nhiều tác giả khác nhau.

2. Tài liệu địa chất khu vực nghiên cứu

Báo cáo Khảo sát Địa chất Công Trình Chung Cư Phúc Đạt Connect 2, tại phường Đông Hoà - Thị xã Dĩ An Tỉnh Bình Dương.



Hình 1. Mặt cắt địa chất khu vực nghiên cứu

*Khoa Kiến trúc - ĐH Thủ Dầu Một

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý đất khu vực nghiên cứu

THÔNG KÊ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CÁC LỚP ĐẤT																			
Cung cấp: CHUẨN KỸ THUẬT VIỆT NAM TCVN 9362:2012 - Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý đất																			
STT	Mô tả đất	Loại đất	Độ ẩm (%)	Chỉ số chảy	Chỉ số dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo	Chỉ số chảy dẻo
1	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	17.8	1.804	1.437	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
2	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.4	1.838	1.824	-	2.670	0.540	28.5	28.5	27.2	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
3	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
4	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
5	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
6	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
7	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
8	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
9	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249
10	Đất pha cát mịn màu nâu vàng, kết cấu rời rạc, độ ẩm thấp	SA	18.1	1.804	1.802	-	2.670	0.580	48.5	28.5	30.5	15.3	14.3	0.79	0.164	0.249	0.249	0.249	0.249

3. Các phương pháp xác định cường độ đất nền đáy móng

3.1. TCVN 9362: 2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

Cường độ đất nền theo TCVN 9362:2012 được xác định như sau:

$$R_{dn} = \frac{m_1 \cdot m_2}{k_{tc}} (A \cdot b_m \cdot \gamma_{dn} + B \cdot D_f \cdot \gamma_{Df} + D \cdot C_{tt})$$

- R_{dn} là cường độ đất nền;
- m_1 là hệ số điều kiện làm việc của đất nền đáy móng;
- m_2 là hệ số phụ thuộc vào kích thước công trình tác dụng;
- k_{tc} là hệ số tin cậy của tài liệu khảo sát địa chất;
- D_f là độ sâu đặt móng;
- b_m là chiều rộng bản móng;
- C_{tt} là lực dính tính toán của đất nền đáy móng;
- γ_{dn} là trọng lượng thể tích của đất nền đáy móng;
- γ_{Df} là trọng lượng thể tích của đất nền từ đáy móng lên mặt đất, bên cạnh đáy móng;
- A, B, D là hệ số sức kháng của đất, phụ thuộc vào giá trị của góc ma sát trong của đất đáy móng, theo các công thức:

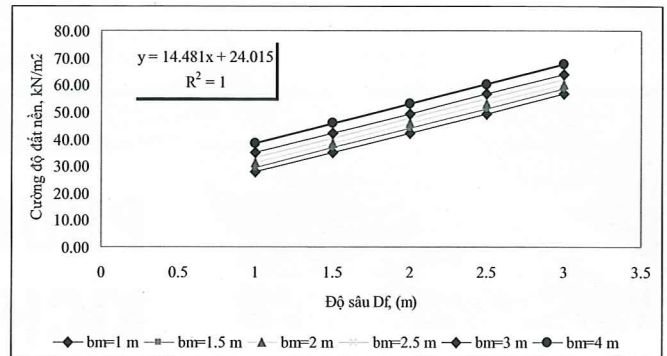
$$A = \frac{0.25\pi}{\cot g \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}; B = \left(\frac{\pi}{\cot g \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + 1 \right); D = \frac{\pi \cdot \cot g \varphi}{\cot g \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}$$

Bảng 2. Cường độ đất nền theo TCVN 9362:2012

Cường độ đất nền, R_{dn} (kN/m ²)	Bề rộng móng, b_m (m)	Độ sâu đặt móng, D_f (m)	Lực dính của đất, C_{tt} (kN/m ²)	Góc ma sát của đất, φ (độ)	Trọng lượng thể tích đất đáy móng, γ_{dm} (kN/m ³)	Trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất, γ_{Df} (kN/m ³)
27.64	1	1	2.41	11.5	18	18
34.88	1	1.5	2.41	11.5	18	18
42.12	1	2	2.41	11.5	18	18
49.36	1	2.5	2.41	11.5	18	18
56.60	1	3	2.41	11.5	18	18

Bảng 3. Cường độ đất nền theo TCVN 9362:2012 theo độ sâu đặt móng và bề rộng móng

Độ sâu đặt móng, D_f (m)	Bề rộng móng, b_m (m)					
	1	1.5	2	2.5	3	4
1	27.64	29.45	31.26	33.07	34.88	38.50
1.5	34.88	36.69	38.50	40.31	42.12	45.74
2	42.12	43.93	45.74	47.55	49.36	52.98
2.5	49.36	51.17	52.98	54.79	56.60	60.22
3	56.60	58.41	60.22	62.03	63.84	67.46



Hình 2. Cường độ đất nền theo TCVN 9362:2012 theo độ sâu và bề rộng móng

Nhận xét: Cường độ đất nền theo TCVN 9362:2012 thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như thay đổi theo kích thước và hình dạng móng không nhiều.

3.2. TERZAGHI (1943)

Theo Terzaghi thì cường độ đất nền đáy móng phụ thuộc và hình dạng móng, như sau:

- Móng băng: $P_{gh} = 0.5 \cdot N_{\gamma_{dm}} \cdot \gamma_{dm} \cdot b_m + N_q \cdot \gamma_{Df} \cdot D_f + N_c \cdot C_{tt}$
- Móng vuông: $P_{gh} = 0.4 \cdot N_{\gamma_{dm}} \cdot \gamma_{dm} \cdot b_m + N_q \cdot \gamma_{Df} \cdot D_f + 1.3 \cdot N_c \cdot C_{tt}$
- Móng tròn: $P_{gh} = 0.3 \cdot N_{\gamma_{dm}} \cdot \gamma_{dm} \cdot b_m + N_q \cdot \gamma_{Df} \cdot D_f + 1.3 \cdot N_c \cdot C_{tt}$

- C_{tt} là lực dính của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng
- γ_{Df} là trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất thiết kế
- γ_{Df} là trọng lượng thể tích đất dưới đáy móng
- b_m là cạnh ngắn - bề rộng - của đáy móng
- γ_{dm} là độ sâu đặt móng so với cao độ mặt nền thiết kế
- φ là góc ma sát trong của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng
- N_{γ}, N_q, N_c là hệ số khả năng chịu lực phụ thuộc vào góc ma sát trong:

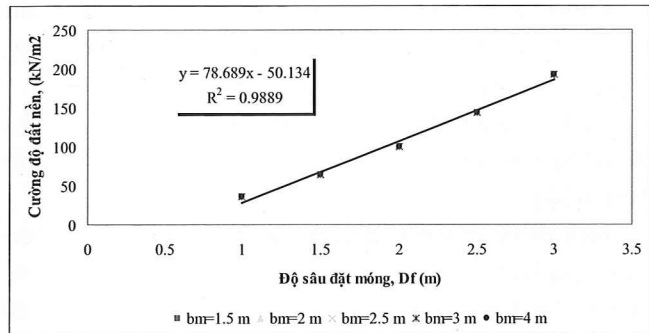
$$\begin{cases} N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \tan \varphi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)} \\ N_c = (N_q - 1) \cot \varphi \\ N_{\gamma} = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K_p}{\cos^2 \varphi} - 1 \right) \end{cases}$$

Bảng 4. Cường độ đất nền theo hình dạng móng theo Terzaghi

Fs	R _{dn} (kN/m ²)		
	Móng băng	Móng vuông	Móng tròn
2.5	32.62	35.61	35.59
2.5	59.10	63.50	63.48
2.5	94.40	100.31	100.29
2.5	135.71	143.04	143.02
2.5	183.82	192.56	192.54

Bảng 5. Cường độ đất nền theo Terzaghi theo độ sâu và bề rộng móng

Độ sâu đặt móng, D _f (m)	Bề rộng móng, b _m (m)					
	1	1.5	2	2.5	3	4
1	35.61	35.65	35.69	35.73	35.77	35.85
1.5	63.50	63.54	63.58	63.61	63.65	63.73
2	100.31	100.35	100.39	100.43	100.47	100.55
2.5	143.04	143.08	143.12	143.16	143.20	143.28
3	192.56	192.60	192.64	192.68	192.72	192.80



Hình 3. Quan hệ cường độ đất nền và độ sâu đặt móng- kích thước móng theo Terzaghi

Nhận xét: Cường độ đất nền theo Terzaghi thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như không thay đổi theo kích thước và hình dạng móng.

3.3. PRANDTL (1921)

$$P_{gh} = (\gamma_{D_f} \cdot D_f + C_{tt} \cdot \cot \varphi) \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} e^{\pi \tan \varphi} - C_{tt} \cdot \cot \varphi$$

Trong đó:

- C_{tt} là lực dính của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng
- γ_{D_f} là trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất thiết kế
- γ_{dm} là trọng lượng thể tích đất dưới đáy móng
- γ_{D_f} là độ sâu đặt móng so với cao độ mặt nền thiết kế
- φ là góc ma sát trong của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng

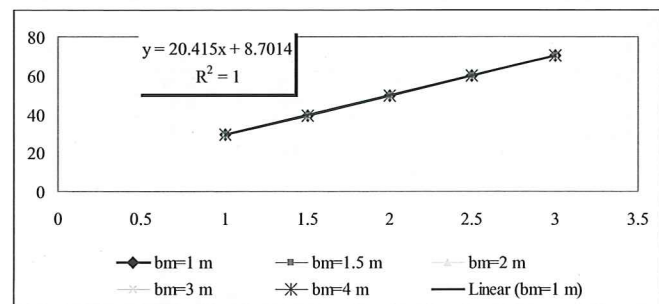
Cường độ đất nền, R _{dn} (kN/m ²)	Fs	P _{ph} (kN/m ²)	Bề rộng móng, b _m (m)	Độ sâu đặt móng, D _f (m)	Lực dính của đất, C _{tt} (kN/m ²)	Góc ma sát của đất, j (độ)	Trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất, γ _{Df} (kN/m ³)	Trọng lượng thể tích đất dưới đáy móng, γ _{dm} (kN/m ³)
29.12	2.5	72.79	1	1	2.41	11.5	18	18
39.32	2.5	98.31	1	1.5	2.41	11.5	18	18
49.53	2.5	123.83	1	2	2.41	11.5	18	18
59.74	2.5	149.35	1	2.5	2.41	11.5	18	18
69.95	2.5	174.87	1	3	2.41	11.5	18	18

Bảng 6. Cường độ đất nền theo Prandtl

Cường độ đất nền, R _{dn} (kN/m ²)	Fs	P _{ph} (kN/m ²)	Bề rộng móng, b _m (m)	Độ sâu đặt móng, D _f (m)	Lực dính của đất, C _{tt} (kN/m ²)	Góc ma sát của đất, j (độ)	Trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất, γ _{Df} (kN/m ³)	Trọng lượng thể tích đất dưới đáy móng, γ _{dm} (kN/m ³)
29.12	2.5	72.79	1	1	2.41	11.5	18	18
39.32	2.5	98.31	1	1.5	2.41	11.5	18	18
49.53	2.5	123.83	1	2	2.41	11.5	18	18
59.74	2.5	149.35	1	2.5	2.41	11.5	18	18
69.95	2.5	174.87	1	3	2.41	11.5	18	18

Bảng 7. Cường độ đất nền theo Prandtl theo độ độ sâu và kích thước móng

Độ sâu đặt móng, D _f	Bề rộng móng, b _m (m)					
	1	1.5	2	2.5	3	4
1	29.12	29.12	29.12	29.12	29.12	29.12
1.5	39.32	39.32	39.32	39.32	39.32	39.32
2	49.53	49.53	49.53	49.53	49.53	49.53
2.5	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74
3	69.95	69.95	69.95	69.95	69.95	69.95



Hình 4. Quan hệ cường độ đất nền theo Prandtl theo độ sâu và kích thước móng

Nhận xét: Cường độ đất nền theo Prandtl thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như không thay đổi theo kích thước và hình dạng móng.

3.4. MEYERHOF (1963)

Lực tác dụng theo phương đứng

$$P_{gh} = C_{tt} \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma_{D_f} \cdot D_f \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma_{dm} \cdot b_m \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma}$$

Trong đó:

- C_{tt} là lực dính của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng
- γ_{D_f} là trọng lượng thể tích đất từ đáy móng lên mặt đất thiết kế
- γ_{dm} là trọng lượng thể tích đất dưới đáy móng
- γ_{D_f} là độ sâu đặt móng so với cao độ mặt nền thiết kế
- b_m là cạnh ngắn - bề rộng - của đáy móng
- L là cạnh dài - bề dài - của đáy móng
- φ là góc ma sát trong của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng
- N_{γ}, N_q, N_c là hệ số khả năng chịu lực phụ thuộc vào góc ma sát trong:

$$\begin{cases} N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \\ N_c = (N_q - 1) \cot \varphi \\ N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi) \end{cases}$$

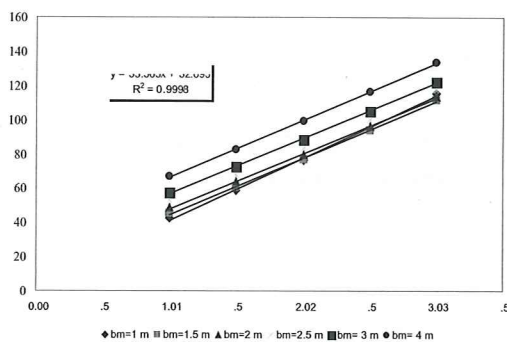
- S_γ , S_q , S_c là hệ số yếu tố hình dạng:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall \varphi: s_c = 1 + 0.2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{b_m}{L_m}; \\ \varphi > 10^\circ: s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{b_m}{L_m}; \\ \varphi = 0^\circ: s_q = s_\gamma = 1 \end{array} \right\} \quad \text{Với: } K_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall \varphi: d_c = 1 + 0.2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D_f}{b_m}; \\ \varphi > 10^\circ: d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D_f}{b_m}; \\ \varphi = 0^\circ: d_q = d_\gamma = 1 \end{array} \right\} \quad \text{Với: } K_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Bảng 8. Cường độ đất nền theo Meyerhof theo độ sâu và kích thước móng

Bảng tính cường độ đất nền theo độ sâu và bề rộng móng theo Meyerhof, kN/m ²					
Độ sâu đặt móng, Df(m)	Bề rộng móng, bm (m)				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1.0	42.55	45.17	52.78	52.78	57.16
1.5	58.70	60.44	67.98	67.98	72.60
2.0	76.22	76.67	83.80	83.80	88.58
2.5	95.11	93.86	100.24	100.24	105.10
3.0	115.37	112.00	117.31	117.31	122.16



Hình 5. Biểu đồ cường độ đất nền theo Meyerhof theo độ sâu và bề rộng móng

Nhận xét:

Phương pháp tính của Meyerhof có xét các yếu tố:

- Các hệ số ảnh hưởng từ hình dạng móng (b_m/L_m) và độ sâu với bề rộng móng (D_f/b_m).
- Áp lực đất bị động từ đất nền đáy móng, K_p ;
- Cường độ đất nền theo Meyerhof thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như thay đổi theo kích thước và hình dạng móng không nhiều.

4. Kết quả tính toán

- Các giá trị cường độ đất nền theo các qui luật trên các đồ thị, như sau:

- TCVN 9362:2012: $y = 14.481x + 24.015$

- Prandtle: $y = 20.415x + 8.701$

- Meyerhof: $y = 33.565x + 32.693$

- Terzaghi: $y = 78.689x - 50.134$

- Xác định kích thước móng trên cơ sở xác định cường độ đất nền theo:

$$F_m = \frac{\sum N^{tt}}{R_{dn}^{tt} - \gamma_{tb} \cdot D_f}$$

5. Nhận xét về kết quả tính toán

Theo các kết quả tính toán và các phương trình thể hiện quy luật biến thiên cường độ đất nền, nhận xét:

- Độ sâu đặt móng phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng, địa chất công trình và giải pháp kỹ thuật thi công khi công trình có móng nông bảo đảm cho công trình lân cận không bị ảnh hưởng;

- Tính theo TCVN 9362: 2012 giá trị cường độ đất nền đáy móng biến thiên chủ yếu biến thiên theo độ sâu đặt móng, hầu như không thay đổi theo kích thước và hình dạng móng;

- Cường độ đất nền theo Prandtle thay đổi theo độ sâu đặt móng, hầu như không thay đổi theo kích thước và hình dạng móng;

- Phương pháp tính của Meyerhof có liên quan các yếu tố:

- Hình dạng móng (b_m/L_m) và độ sâu với bề rộng móng (D_f/b_m).

- Áp lực đất bị động từ đất nền đáy móng, độ chặt của nền đất đáy móng, K_p ;

- Cường độ đất nền theo Meyerhof thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như thay đổi theo kích thước và hình dạng móng không nhiều.

- Cường độ đất nền theo Terzaghi thay đổi theo độ sâu đặt móng. Hầu như không thay đổi theo kích thước và hình dạng móng.

- Kích thước móng sẽ phụ thuộc vào cường độ đất nền đáy móng. Để lựa chọn kích thước móng hiệu quả cần kiểm tra theo các trạng thái giới hạn thứ nhất và trạng thái giới hạn thứ hai để tìm giải pháp móng tối ưu.

6. Kết luận

Độ sâu đặt móng phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng, địa chất công trình và giải pháp kỹ thuật thi công khi công trình có móng nông, bảo đảm cho công trình lân cận không bị ảnh hưởng;

Kích thước móng sẽ phụ thuộc vào cường độ đất nền đáy móng. Để lựa chọn kích thước móng hiệu quả cần kiểm tra theo các trạng thái giới hạn thứ nhất và trạng thái giới hạn thứ hai để tìm giải pháp móng tối ưu.

7. Kiến nghị

Để lựa chọn kích thước móng hiệu quả cần kiểm tra theo các trạng thái giới hạn thứ nhất và trạng thái giới hạn thứ hai để tìm giải pháp móng tối ưu.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Báo cáo Khảo Sát Địa Chất Công Trình Chung Cư Phúc Đạt Connect 2, tại Phường Đông Hoà - Thị Xã Dĩ An, Tỉnh Bình Dương.
- [2] Joseph E. Bowel, Foundation Analysis And Design, fifth edition, McGraw-Hill International Editions, 1996
- [3] Lê Xuân Mai, Đỗ Hữu Đạo, Nguyễn Tín, Đoàn Việt Lê: Nền và móng, Nhà xuất bản xây dựng, 2012
- [4] R.WHITLOW, Basic soil mechanics, third edition, Longman
- [5] TCVN 9362:2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình