

2.7 Tính toán theo trạng thái giới hạn 2

2.7.1 Tính toán độ lún thẳng đứng

Sau khi xác định được các kích thước móng thỏa mãn điều kiện về áp lực tại đáy móng và tại đỉnh lớp đất yếu (nếu có), ta phải tính toán móng về các điều kiện biến dạng. Trước hết có thể tra bảng trong quy phạm để xem công trình có cần thiết phải tính toán về biến dạng hay không, nếu có thì trị số giới hạn cho phép là bao nhiêu.

2.7.1.1 Tính toán theo sơ đồ bán không gian biến dạng tuyến tính

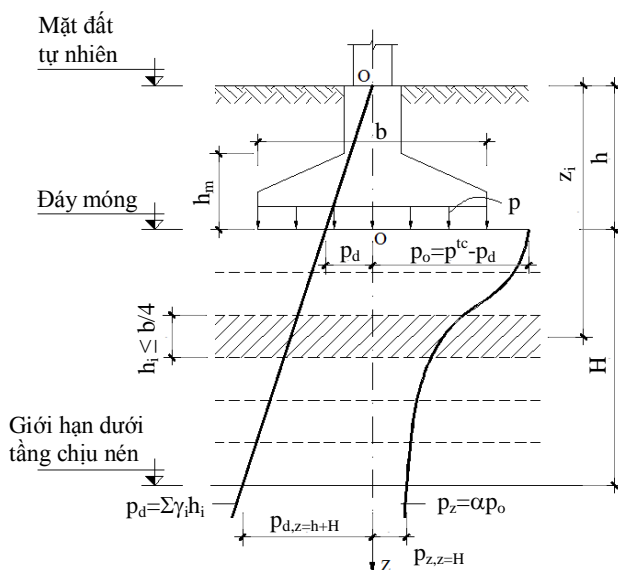
Khi móng có kích thước không lớn ($b \leq 10$ m hoặc đường kính $D \leq 10$ m) thì dùng sơ đồ bán không gian biến dạng tuyến tính với chiều dày hạn chế trong khoảng từ đáy móng đến độ sâu mà tại đó ứng suất gây lún bằng 20% ứng suất bản thân của đất nền:

$$p_z = 0,2p_d$$

Trong đó:

p_z - áp lực phụ thêm do tải trọng công trình, (kPa);

p_d - áp lực do trọng lượng bản thân của đất, (kPa);



Hình 2.16 - Sơ đồ tính lún theo phương pháp cộng lún các lớp phân tổ

Độ lún nền móng theo phương pháp cộng lớp (có hoặc không kể đến ảnh hưởng của các móng lân cận) xác định theo công thức:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{p_i h_i}{E_i} \quad (2.29)$$

Trong đó:

S - độ lún cuối cùng (ổn định) của móng, (m);

n - số lớp chia theo độ sâu tầng chịu nén của nền;

E_i - mô-đun biến dạng tổng quát của lớp đất thứ i , (kPa). Để đảm bảo độ chính xác và tính toán không quá chi tiết thì chiều dày lớp phân tổ $h_i \leq b/4$, b là bề rộng móng. Mỗi lớp phân tổ phải đồng nhất (chỉ chứa một lớp đất);

p_i - áp lực phụ thêm trung bình trong lớp đất thứ i , bằng nửa tổng áp lực phụ thêm p_z tại giới hạn trên và dưới của lớp đó xác định theo công thức 2.30 đối với trường hợp không tính đến ảnh hưởng của các móng lân cận và theo công thức 2.31 khi có kể đến ảnh hưởng đó;

β_i - hệ số không thứ nguyên bằng 0;

Áp lực phụ thêm p_z ở độ sâu z kể từ đáy móng, xác định theo công thức:

$$p_z = \alpha(p-p_d) = \alpha p_o \tag{2.30}$$

Trong đó:

p - áp lực thực tế trung bình dưới đáy móng, (kPa);

p_d - áp lực bản thân của đất tại đáy móng, (kPa);

p_o - áp lực phụ thêm thẳng đứng trong đất dưới đáy móng, (kPa);

α - hệ số tính đến sự thay đổi theo độ sâu của áp lực phụ thêm trong đất, lấy theo bảng 2.7, phụ thuộc vào độ sâu tương đối $m = 2z/b$ và hình dạng của đáy móng, với móng chữ nhật phụ thuộc vào tỷ số giữa các cạnh của móng $n = l/b$ (chiều dài l và chiều rộng b).

**Bảng 2.7 - Hệ số α để tính áp lực phụ thêm p_z
(Bảng C.1 TCVN 9362:2012)**

m=2z/b hoặc m=2z/r	Hệ số α đối với các móng							
	Hình tròn	Hình chữ nhật với tỷ số các cạnh $n = l/b$ bằng						Hình băng khi $n \geq 10$
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,848	0,866	0,875	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,740	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,630	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,414	0,463	0,505	0,529	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,350	0,383	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
3,6	0,106	0,130	0,173	0,209	0,250	0,283	0,320	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,122	0,150	0,185	0,218	0,256	0,280
4,8	0,067	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,066	0,091	0,112	0,141	0,170	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196
6,8	0,032	0,040	0,055	0,069	0,088	0,110	0,144	0,184
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,034	0,042	0,055	0,070	0,098	0,144
9,2	0,018	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,026	0,033	0,044	0,056	0,079	0,126
11,0	0,011	0,017	0,023	0,029	0,040	0,050	0,071	0,114
12,0	0,009	0,015	0,020	0,026	0,031	0,044	0,060	0,104

Áp lực phụ thêm p'_{oz} ở độ sâu nào đó theo phương thẳng đứng qua trung tâm móng tính toán khi kể đến ảnh hưởng của các móng lân cận xác định theo công thức:

$$p'_{oz} = p_{oz} + \sum_1^n p_{oz}^c \quad (2.31)$$

Trong đó k là số móng ảnh hưởng.

2.7.1.2 Tính toán theo sơ đồ lớp biến dạng tuyến tính có chiều dày hữu hạn

Sơ đồ này được áp dụng khi:

- Trong phạm vi chiều dày chịu nén của nền xác định như đối với sơ đồ bán không gian biến dạng tuyến tính có lớp đất với mô-đun biến dạng $E \geq 100$ MPa.

- Móng có kích thước lớn (bề rộng > 10 m) và mô-đun biến dạng của đất $E \geq 10$ MPa, không phụ thuộc vào chiều sâu của lớp đất ít nén.

Độ lún của móng riêng rẽ theo sơ đồ tính toán nền dưới dạng tuyến tính có chiều dày hữu hạn H, xác định theo công thức:

$$S = bpM \sum_1^n \frac{k_i - k_{i-1}}{E_i} \quad (2.32)$$

Trong đó:

b - chiều rộng của móng chữ nhật hay đường kính móng tròn, (m);

p - áp lực trung bình trên đất dưới đáy móng, (kPa); Lưu ý đây là áp lực toàn phần tác dụng ở đáy móng gây ra, không trừ áp lực bản thân của đất p_d ;

M - hệ số điều chỉnh xác định theo bảng 2.8, phụ thuộc vào m' ;

m' - tỷ số chiều dày lớp đàn hồi H và nửa chiều rộng của móng khi chiều rộng của móng bằng 10 đến 15 m;

n - số lớp phân chia theo tính chịu nén trong phạm vi lớp đàn hồi H;

k - hệ số xác định theo bảng 2.9 đối với lớp i, phụ thuộc vào hình dạng đáy móng, tỷ số các cạnh móng chữ nhật $n = l/b$ và tỷ số sâu đáy lớp z với nửa chiều rộng của móng $m = 2z/b$ hay bán kính của nó $m = z/r$;

E_i - mô-đun biến dạng lớp đất thứ i.

Chiều dày của lớp biến dạng tuyến tính H_{tt} được chọn đến mái của lớp đất có mô-đun biến dạng $E \geq 10$ MPa và đối với các móng có kích thước lớn (bề rộng hoặc đường kính > 10 m) thì tới mái lớp đất có mô-đun biến dạng $E \geq 10$ MPa xác định theo công thức:

$$H_{tt} = H_o + tb \quad (2.33)$$

Trong đó H_o và t đối với nền đất loại sét nên lấy lần lượt bằng 9 m và 0,15; đối với nền đất cát lấy 6 m và 0,1.

Chú ý:

- Nếu nền bao gồm cả đất sét và cát thì giá trị H_{tt} được xác định là trung bình cân.

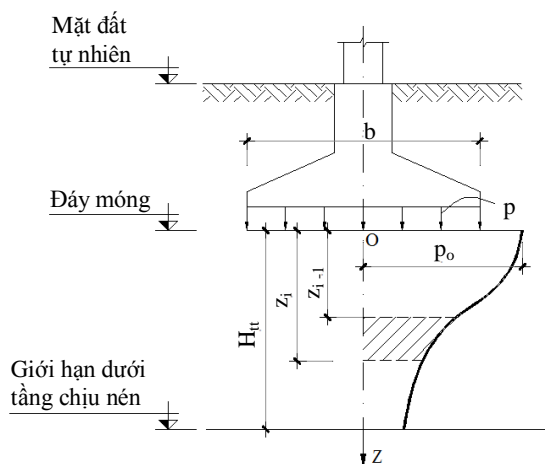
- Giá trị H_{tt} tìm được theo công thức trên cần phải cộng thêm chiều dày của lớp đất có mô-đun biến dạng $E \geq 10$ MPa, nếu lớp đó nằm dưới H_{tt} và độ dày của nó không vượt quá 5 m. Khi chiều dày của lớp đất ấy lớn, cũng như nếu các lớp đất phía trên có mô-đun biến dạng $E < 10$ MPa thì việc tính toán độ lún thực hiện theo sơ đồ bán không gian biến dạng tuyến tính bằng phương pháp cộng lớp.

Bảng 2.8 - Hệ số M
(Bảng C.2 TCVN 9362:2012)

Các giới hạn của tỷ số $m' = 2H/b$; $m' = 2H/r$	Hệ số M
$0 < m' \leq 0,5$	1,00
$0,5 < m' \leq 1$	0,95
$1 < m' \leq 2$	0,90
$2 < m' \leq 3$	0,90
$3 < m' \leq 5$	0,75

Bảng 2.9 - Hệ số k
(Bảng C.3 TCVN 9362:2012)

$m=2z/b$ hoặc $m=2z/r$	Hệ số k đối với các móng							
	Hình tròn bán kính r	Hình chữ nhật với tỷ số các cạnh $n = l/b$ bằng						Hình băng khi $n \geq 10$
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104
0,8	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208
1,2	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311
1,6	0,348	0,380	0,394	0,397	0,397	0,397	0,397	0,412
2,0	0,411	0,446	0,472	0,486	0,486	0,486	0,486	0,511
2,4	0,461	0,499	0,538	0,556	0,565	0,567	0,567	0,605
2,8	0,501	0,542	0,592	0,618	0,635	0,640	0,640	0,687
3,2	0,532	0,577	0,637	0,671	0,696	0,707	0,709	0,763
3,6	0,558	0,606	0,676	0,700	0,760	0,770	0,772	0,831
4,0	0,579	0,630	0,708	0,756	0,796	0,820	0,830	0,892
4,4	0,596	0,650	0,735	0,789	0,837	0,867	0,888	0,949
4,8	0,611	0,668	0,759	0,819	0,873	0,908	0,932	1,001
5,2	0,624	0,683	0,780	0,884	0,904	0,948	0,977	1,050
5,6	0,635	0,697	0,798	0,867	0,933	0,981	1,018	1,095
6,0	0,645	0,708	0,814	0,887	0,958	1,011	1,056	1,138
6,4	0,653	0,719	0,828	0,904	0,980	1,031	1,090	1,178
6,8	0,661	0,728	0,841	0,920	1,000	1,065	1,122	1,215
7,2	0,668	0,736	0,852	0,935	1,019	1,088	1,152	1,251
7,6	0,674	0,744	0,863	0,948	1,036	1,109	1,180	1,285
8,0	0,679	0,751	0,872	0,960	1,051	1,128	1,205	1,316
8,4	0,684	0,757	0,887	0,970	1,065	1,146	1,229	1,347
8,8	0,689	0,762	0,888	0,980	1,078	1,162	1,251	1,376
9,2	0,693	0,768	0,896	0,989	1,089	1,178	1,272	1,404
9,6	0,697	0,772	0,902	0,998	1,100	1,192	1,291	1,431
10,0	0,700	0,777	0,908	1,005	1,110	1,205	1,309	1,456
11,0	0,705	0,786	0,922	1,022	1,132	1,233	1,349	1,506
12,0	0,710	0,794	0,933	1,037	1,151	1,257	1,384	1,550



Hình 2.17 - Sơ đồ tính lún theo phương pháp lớp biến dạng tuyến tính có chiều dày hữu hạn

2.7.2 Kiểm tra về lún lệch

Kiểm tra về lún lệch của móng khi cần thiết theo công thức 1.13 và 1.14 ở chương 1 trên đây.

2.7.3 Xác định độ nghiêng của móng khi chịu tải trọng lệch tâm

2.7.3.1 Độ nghiêng của móng chữ nhật

Độ nghiêng của móng khi chịu tải trọng lệch tâm theo sơ đồ tính toán nền ở dạng bán không gian đàn hồi biến dạng tuyến tính xác định như sau:

- Theo phương cạnh lớn của móng l (dọc theo trục dọc):

$$i_e = \frac{1-\mu^2}{E} k_l \frac{P e_l}{(l/2)^3} \quad (2.34)$$

- Theo phương cạnh bé của móng l (dọc theo trục ngang):

$$i_b = \frac{1-\mu^2}{E} k_b \frac{P e_b}{(b/2)^3} \quad (2.35)$$

Trong đó:

P - hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền, (kg);

e_l, e_b - lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc và trục ngang, (cm);

E, μ - lần lượt là mô-đun biến dạng, (kPa) và hệ số Poát-xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén;

k_l, k_b - lần lượt là các hệ số xác định theo bảng 2.10, phụ thuộc vào tỷ số các cạnh của đáy móng.

2.7.3.2 Độ nghiêng của móng tròn

- Khi tính theo sơ đồ tính toán nền ở dạng bán không gian đàn hồi biến dạng tuyến tính xác định theo công thức:

$$i_r = \frac{(1-\mu^2)Pe}{4E r^3} \quad (2.36)$$

- Khi tính theo sơ đồ tính toán nền thuộc loại lớp biến dạng tuyến tính có chiều dày hữu hạn xác định theo công thức:

$$i_r = \frac{1-\mu^2}{E} k_c \frac{Pe}{r^3} \quad (2.37)$$

Trong đó:

e - khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo bán kính đường tròn, (cm);

k_c - hệ số xác định theo bảng 2.11, phụ thuộc vào tỷ số chiều dày lớp đàn hồi và bán kính của móng H/r ;

Các thông số khác như định nghĩa với móng chữ nhật.

**Bảng 2.10 - Hệ số k_1 và k_b
(Bảng C.4 TCVN 9362:2012)**

Hệ số	Hệ số k_1 và k_b ứng với các cạnh của móng chữ nhật $n=l/b$ bằng					
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5,0
k_1	0,55	0,71	0,83	0,97	1,10	1,44
k_b	0,50	0,39	0,33	0,25	0,19	0,13

Chú thích: độ nghiêng của móng có đáy đa giác được tính toán theo công thức 2.34, trong đó lấy bán kính $r = \sqrt{F/\pi}$ với F là diện tích đáy móng đa giác

**Bảng 2.11 - Hệ số k_c
(Bảng C.5 TCVN 9362:2012)**

H/r	0,25	0,5	1	1	> 2
k_c	0,26	0,43	0,63	0,74	0,75