

Bảng (II - 16): Bảng giá trị hệ số K_e trong công thức (II-59) của K.E.Egôrov

2h/b	$\nu = 1$	$\nu = 5$	$\nu = 10$	$\nu = 20$
0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,5	1,02	0,95	0,87	0,82
1,0	0,90	0,69	0,58	0,52
2,0	0,60	0,41	0,33	0,29
3,33	0,39	0,26	0,20	0,18
5,00	0,27	0,17	0,16	0,12

Ví dụ II - 7 : Nền đất gồm hai lớp : lớp trên là cát dày 2m, lớp dưới là bùn. Hãy xác định xem ứng suất nén ép trên mặt tiếp xúc giữa cát và bùn có vượt quá áp lực cho phép đối với bùn là 1 kG/cm^2 hay không, nếu trên mặt lớp đất cát tác dụng tải trọng hình băng với $b = 2\text{m}$ và cường độ phân bố đều $P = 2\text{kG/cm}^2$, cho biết $E_1 = 150 \text{ kG/cm}^2$, $E_2 = 30 \text{ kG/cm}^2$, $\mu_1 = \mu_2 = 0,2$.

Giải : Trước hết xác định hệ số ν :

$$\nu = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{1 - \mu_2^2}{1 - \mu_1^2} = \frac{150}{30} = 5$$

Chiều sâu tương đối : $\frac{2h}{b} = \frac{4}{2} = 2$; Tra theo bảng (II - 16) ta có $K_e = 0,41$

Do đó : $\sigma_{z=h} = 0,41 \cdot P = 0,41 \cdot 2 = 0,82 \text{ kG/cm}^2$

Do đó : ứng suất σ_z tại mặt tiếp xúc giữa hai lớp đất không vượt quá áp lực cho phép đối với đất bùn (1kG/cm^2).

§4. PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TIẾP XÚC DƯỚI ĐÁY MÓNG.

Trong các phần trên chúng ta chỉ mới nghiên cứu bài toán phân bố ứng suất trong đất nền, dưới tác dụng của tải trọng ngoài khác nhau mà ta chưa xét đến vấn đề tải trọng đó đặt trên đất như thế nào. Nhìn chung, trừ các công trình xây dựng bằng đất đắp như đê, đập, nền đường, v.v..., tải trọng bên ngoài không trực tiếp tác dụng lên nền, mà được truyền cho đất thông qua móng. Áp lực do toàn bộ tải trọng của công trình (bao gồm cả trọng lượng bản thân móng) thông qua đáy móng mà truyền tới đất nền như thế gọi là **áp lực đáy móng**. Áp lực này tác dụng trực tiếp trên mặt tiếp xúc giữa đáy móng và nền đất nên người ta còn gọi là **áp lực tiếp xúc**. Muốn xác định được tình hình phân bố ứng suất trong nền đất thì trước hết phải biết được tình hình phân bố áp lực dưới đáy móng như thế nào.

Như các kết quả nghiên cứu cho thấy, sự phân bố áp lực đáy móng phụ thuộc vào nhiều nhân tố như dạng tải trọng đặt trên móng, độ cứng của móng, tính biến dạng dẻo trong đất nền, v.v... Cho đến nay, vẫn chưa có được một phương pháp hoàn chỉnh nào để xác định chính xác sự phân bố áp lực dưới đế móng có xét đến đầy đủ các nhân tố ảnh hưởng đó. Các phương pháp xác định áp lực đáy móng hiện nay thường dùng trong thực tế chỉ là những phương pháp gần đúng. Có hai phương pháp chính, đó là phương pháp hệ số nền và phương pháp nền biến dạng tuyến tính. Phương pháp được dùng rộng rãi hơn cả là phương pháp coi đất nền như một môi trường biến dạng tuyến tính được các nhà khoa học N.M.Gerxevanov và I.A.Amacheret đề xuất đầu tiên (1935) và sau này được V.A.Florin, M.I.Gorbunov-Poxadov và B.N.Jemoskin hoàn chỉnh thêm. Bản chất của phương pháp này là coi nền đất như môi trường biến dạng tuyến tính và có xét đến các chuyển vị đàn hồi của tất cả các điểm nằm trong và nằm ngoài phạm vi chịu tải.

Dựa vào đặc trưng độ cứng, người ta phân chia các móng công trình thành 3 loại : móng mềm, móng cứng và móng có độ cứng hữu hạn.

* Móng mềm: Là móng có khả năng biến dạng hoàn toàn cùng cấp với khả năng biến dạng của đất nền. Áp lực dưới đáy móng lúc này phân bố hoàn toàn giống như tải trọng tác dụng lên móng. Nghĩa là trị số áp lực đáy móng trên mặt đất nền tại mỗi điểm trong phạm vi diện chịu tải đều bằng cường độ của tải trọng tại điểm đó.

* Móng cứng: Là móng có khả năng biến dạng vô cùng bé so với đất nền, hoặc bản thân móng không bị biến dạng, lúc này xuất hiện một phản lực từ phía đất nền tác dụng lên đế móng. Chính phản lực này, một mặt sẽ gây ra các nội lực trong kết cấu móng và mặt khác có phản lực tức là sẽ có một tải trọng tương tự tác dụng lên nền đất có cùng trị số nhưng khác dấu. Vì vậy việc nghiên cứu áp lực dưới đế móng cứng có một ý nghĩa thực tế lớn, để kiểm tra cường độ của móng, tính toán kết cấu móng, tính lún cuối cùng cũng như xác định sự phân bố ứng suất dưới sâu trong nền đất.

* Móng cứng hữu hạn: là loại móng có độ cứng trung gian giữa hai loại móng nói trên. Khả năng biến dạng của loại móng này tuy bé nhưng không phải vô cùng bé so với khả năng biến dạng của đất nền.

Với giới hạn trong giáo trình này, ở đây chỉ trình bày phương pháp xác định sự phân bố ứng suất dưới đáy móng cứng, còn đối với móng mềm và móng có độ cứng hữu hạn sẽ được trình bày trong giáo trình Nền và móng. Để tính toán áp lực dưới đáy móng trong trường hợp này, thông thường người ta xem đáy móng là phẳng. Như vậy, biểu đồ chuyển vị $W_0(x)$ của các điểm ở đáy móng sẽ có dạng hình chữ nhật hoặc hình thang với phương trình: $W_0(x) = A.X + B$ (trường hợp bài toán phẳng) hoặc giới hạn bởi một mặt phẳng có độ nghiêng nhất định với phương trình : $W_0(x,y) = A.x + B.y + C$ (trường hợp bài toán không gian)

Các phương trình cơ bản tính toán ứng suất đáy móng dưới đây được thành lập trên cơ sở các giả thiết sau:

- Móng luôn luôn tiếp xúc với mặt nền, do đó chuyển vị theo đường thẳng đứng của mọi điểm trên mặt nền (trong phạm vi đáy móng) đều bằng độ lún của điểm tương ứng tại đáy móng.

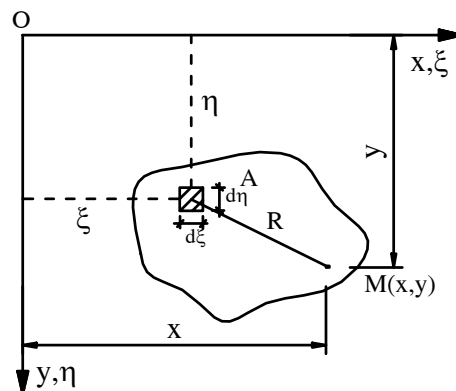
- Giữa tải trọng bên ngoài và phản lực toàn bộ của đất nền đối với móng có sự cân bằng tĩnh học. Phản lực của đất nền có độ lớn bằng áp lực đáy móng, nhưng ngược chiều.

4.1. Trường hợp bài toán không gian:

Xét một điểm A (ξ, η) bất kỳ trên mặt nền trong phạm vi đáy móng F (hình II-29). Vi phân diện tích tại A là $dF = d\xi \cdot d\eta$. Áp lực đáy móng tác dụng trên dF là

$p(\xi, \eta)$. Nếu xem lực này là lực tập trung thì theo công thức (II-4) của J.Boussinesq, dưới tác dụng của lực tập trung $dp = p(\xi, \eta) \cdot d\xi \cdot d\eta$ chuyển vị thẳng đứng dW của một điểm $M(x, y)$ nào đó trên mặt đất nền với $z = 0$ sẽ là:

$$dW = \frac{p(\xi, \eta) \cdot d\xi \cdot d\eta}{\pi \cdot E \cdot R} (1 - \mu^2) \quad (II-60)$$



Hình II-29: Sơ đồ tính trong trường hợp bài toán không gian

Vậy dưới tác dụng của toàn bộ áp lực đáy móng trên toàn bộ diện tích F, thì chuyển vị đứng của điểm M (x, y) trên mặt đất sẽ là:

$$W = \frac{1 - \mu^2}{\pi \cdot E} \iint_F \frac{p(\xi, \eta) d\xi \cdot d\eta}{\sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}} \quad (II-61)$$

Nếu $Ax + By + C$ là phương trình chuyển vị của điểm $M' (x, y)$ tại đáy móng (Vị trí của M' hoàn toàn trùng với M) thì ta có phương trình:

$$\frac{1 - \mu^2}{\pi \cdot E} \iint_F \frac{p(\xi, \eta) d\xi \cdot d\eta}{\sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}} = Ax + By + C \quad (II-62)$$

Ngoài ra, điều kiện cân bằng tĩnh học còn cho ta các phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} \iint_F p(\xi, \eta) \cdot d\xi \cdot d\eta &= P; \\ \iint_F \xi \cdot p(\xi, \eta) d\xi \cdot d\eta &= M(y); \\ \iint_F \eta \cdot p(\xi, \eta) d\xi \cdot d\eta &= M(x); \end{aligned} \right\} \quad (II-63)$$

Trong đó: A, B, C - Các hệ số của phương trình chuyển vị. Khi móng chịu tải trọng trung tâm thì chuyển vị tại mọi điểm đều nhau (tức là không phụ thuộc vào x và y, và $A = B = 0$)

P, M_y, M_x - Ngoại lực và các mômen ngoại lực đối với các trục y và x . Giải các phương trình (II-62) và (II-63), ta sẽ được công thức cho trị số ứng suất đáy móng $p(x, y)$ tại bất cứ điểm nào trên mặt nền trong phạm vi đáy móng.

4.1.1. Trường hợp móng chịu tải trọng thẳng đứng đúng tâm:

Trường hợp này áp lực đáy móng phân bố đều (Hình II-30) và được tính theo công thức sau:

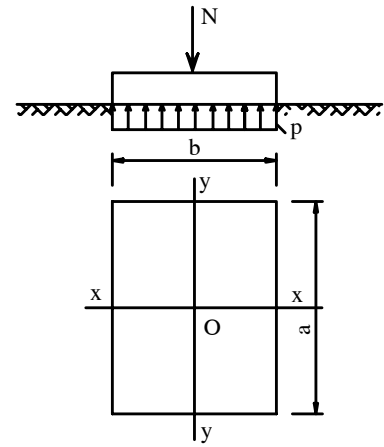
$$P = \frac{N}{F} = \frac{N}{a \cdot b} \quad (\text{II-64})$$

Trong đó: N - Tổng tải trọng thẳng đứng

p - áp lực đáy móng

F - Diện tích đáy móng

a, b - Cạnh dài và cạnh ngắn của móng



Hình II-30

4.1.2. Trường hợp móng chịu tải trọng thẳng đứng lệch tâm hai chiều

Trường hợp tải trọng tác dụng tại điểm B bất kỳ trong phạm vi đáy móng (Hình II-31), áp lực đáy móng tại điểm A bất kỳ ở tại đáy móng được tính theo công thức sau:

$$P = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J_x} \cdot y + \frac{M_y}{J_y} \cdot x \quad (\text{II-65})$$

Trong đó: x, y là tọa độ của điểm A cần tính áp lực đáy móng. Tọa độ x lấy dấu (+) khi cùng phía với e_x đối trục yy và dấu (-) nếu ở phía bên kia trục yy , tọa độ y xét tương tự như trên.

F - Diện tích đáy móng

N - Tổng tải trọng thẳng đứng

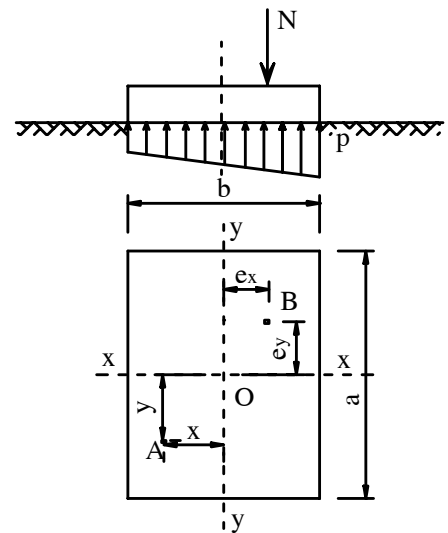
J_x, J_y - Mô men quán tính đối với trục xx và

$$yy: J_x = \frac{b \cdot a^3}{12}; J_y = \frac{a \cdot b^3}{12}$$

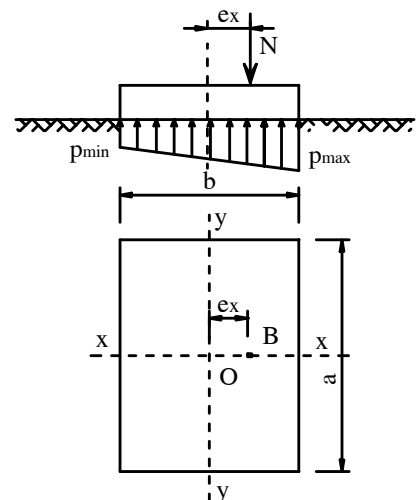
M_x - Mômen đối với trục $x-x, M_x = N \cdot e_y$

M_y - Mômen đối với trục $y-y, M_y = N \cdot e_x$

e_x, e_y - Độ lệch tâm của tải trọng theo trục x và theo trục y



Hình II-31



Hình II-32

4.1.3. Trường hợp móng chịu tải trọng thẳng đứng lệch tâm một chiều

Nếu tải trọng N đặt trên một trục nào đó, chẳng hạn trên trục $x-x$ (Hình II-32), lúc đó $e_y=0$, do đó áp lực tại đáy móng mép A và B được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{F} \left(1 \pm \frac{6e_x}{b}\right) \quad (\text{II-66})$$

4.2. Trường hợp bài toán phẳng

Cũng lập luận tương tự như đối với bài toán không gian, ta cũng có thể viết được các phương trình chuyển vị cân bằng trong trường hợp này.

Áp dụng công thức chuyển vị của một điểm $M(x, 0, 0)$ dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều trên đường thẳng với cường độ $dp = p(\xi) d\xi$ ta có phương trình sau:

$$W = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1-\mu^2}{E} \int_{-b/2}^{+b/2} p(\xi) \ln |x - \xi| d\xi = A \cdot x + B \quad (\text{II - 67})$$

Và các phương trình cân bằng tĩnh học có thể viết như sau:

$$\left. \begin{aligned} \int_{-b/2}^{+b/2} p(\xi) d\xi &= P \\ \int_{-b/2}^{+b/2} \xi p(\xi) d\xi &= M \end{aligned} \right\} \quad (\text{II - 68})$$

Trong đó: b - Chiều rộng đáy móng

A, B - Các hệ số của phương trình chuyển vị

P - Tổng hợp các tải trọng bên ngoài tác dụng lên móng

M - Tổng hợp mômen các lực tác dụng đối với gốc tọa độ O .

Kết hợp giải hai phương trình (II - 67) và (II - 68) ta sẽ được công thức tính áp lực đáy móng $p(x)$.

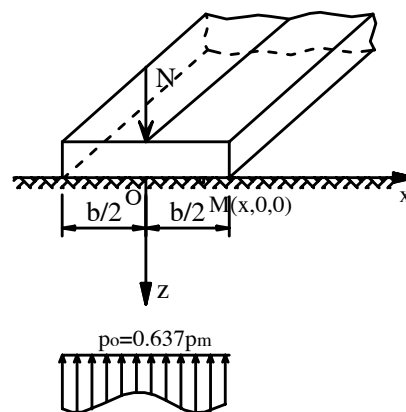
4.2.1. Trường hợp móng cứng hình băng chịu tải trọng trung tâm

Sự phân bố ứng suất dưới đế móng băng cứng (Hình II - 33) được xác định theo công thức sau:

$$p(x) = \frac{2 \cdot p_m}{\pi \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x}{b_1}\right)^2}} \quad (\text{II - 69})$$

Trong đó: p_m - Áp lực trung bình ở đáy móng

y - Khoảng cách từ tâm móng đến điểm đang xét



Hình II-33

b_1 - Nửa chiều rộng móng

Công thức (II - 69) chứng tỏ rằng sự phân bố ứng suất dưới đáy móng bằng cũng tương tự như trường hợp bài toán không gian và có dạng yên ngựa (Hình II - 33). Trị số áp lực tiếp xúc tại trọng tâm tiết diện ngang của móng bằng một trị số không đổi $p_0 = 0,637p_m$, nghĩa là lớn hơn một chút so với trường hợp hình tròn.

Theo kết quả nghiên cứu về ứng suất ở nền dưới đế móng cứng trong bán không gian đàn hồi không đẳng hướng của G.N.Cavin thì sự phân bố áp lực tiếp xúc không phụ thuộc vào tính chất bất đẳng hướng của môi trường và vẫn biểu diễn bằng công thức (II - 69).

4.2.2. Trường hợp móng cứng hình băng chịu tải trọng lệch tâm

Đối với móng hình băng chỉ cần tính áp lực đáy móng cho 1m dài móng, do đó công thức được tính như sau:

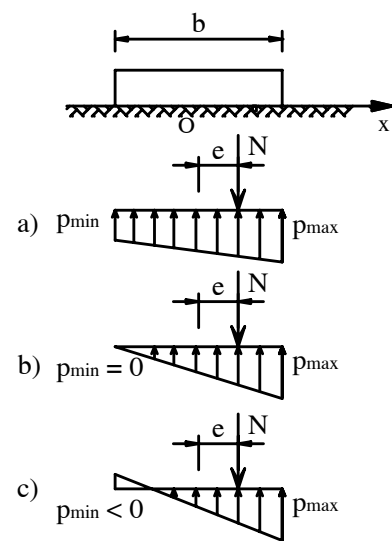
$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{b} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right) \quad (\text{II-70})$$

Tùy theo độ lệch tâm e , biểu đồ áp lực đáy móng sẽ có dạng như sau: (Hình II-34).

Khi $e < b/6$, biểu đồ có dạng hình thang (Hình II-34a)

Khi $e = b/6$, biểu đồ có dạng hình tam giác (Hình II-34b)

Khi $e > b/6$, tồn tại biểu đồ ứng suất âm, tức tại đó đã xuất hiện lực kéo (Hình II-34c)



Hình II-34

Do đất nền không có khả năng chịu kéo

cho nên trong thiết kế móng các công trình thường không để áp lực đáy móng tồn tại dạng biểu đồ âm và biểu đồ tam giác, vì vậy trong quá trình thiết kế cần phải điều chỉnh tải trọng công trình hướng về tâm móng để áp lực đáy móng phân bố càng đều càng tốt.

§ 5. PHÂN BỐ ỨNG SUẤT DO TRỌNG LƯỢNG BẢN THÂN CỦA ĐẤT GÂY NÊN

Ứng suất bản thân của đất hay còn gọi là ứng suất thường xuyên xuất hiện do trọng lượng của lớp đất nằm trên gây nên, ứng suất này phụ thuộc vào dung trọng của đất và chiều sâu điểm đang xét, ứng suất bản thân của đất xác định sự phân bố ứng suất ban đầu trong khối đất nền thiên nhiên trước khi xây dựng.

Nghiên cứu ứng suất bản thân của đất có ý nghĩa rất lớn khi xác định biến dạng nền công trình cũng như khi nghiên cứu các vấn đề về ổn định và độ bền vững của khối đất.