

trình, có khi người ta dùng phương pháp nén trước để giảm độ rỗng ban đầu của đất, làm cho công trình xây dựng lên sau đó ít bị lún.

2.- *Tình trạng kết cấu của đất:* Kết cấu của đất càng bị xáo trộn, thì cường độ liên kết giữa các hạt càng yếu đi, do đó tính nén lún của đất càng tăng. Thực tế đã cho thấy rằng, cùng một loại đất, nhưng nếu kết cấu bị xáo động hay phá hoại thì đất sẽ lún nhiều hơn so với khi kết cấu còn nguyên dạng. Vì vậy khi đào hố móng công trình cần chú ý hết sức bảo vệ sao cho đất dưới đáy hố khỏi bị phá hoại kết cấu.

3.- *Lịch sử chịu nén:* Có thể nhận thấy trên hình (III-1c) với cùng một tải trọng nén p giống nhau, giá trị của hệ số rỗng sẽ khác nhau, tùy theo chỗ nó được xác định theo đường nén ban đầu hay đường nén lại. Đồng thời, cũng có thể thấy rằng tùy theo lúc ban đầu đất được nén đến tải trọng lớn hay bé bao nhiêu mà sẽ có đường nén lại khác nhau. Các đất mà trong lịch sử chưa từng chịu áp lực lớn hơn tải trọng thiết kế hiện nay, thì gọi là đất nén chặt bình thường. Ngược lại, nếu đã bị nén dưới những tải trọng lớn hơn thế gọi là đất quá nén. Do đó khi tính toán lún của nền đất dưới công trình cần phải biết, so với tải trọng thiết kế, đất nền là thuộc loại đất nén chặt bình thường hay quá nén, để chọn đường cong xác định hệ số rỗng e cho thích hợp.

4.- *Tình hình tăng tải:* Tình hình tăng tải bao gồm độ lớn của cấp tải trọng, loại tải trọng và khoảng thời gian giữa hai lần tăng tải. Cấp gia tải càng lớn và tốc độ gia tải càng nhanh thì kết cấu của đất càng bị phá hoại, và khả năng lún của đất càng lớn. Đồng thời với cùng giá trị cấp gia tải, tốc độ gia tải càng lớn thì khả năng biến dạng sẽ càng lớn. Vì vậy, để đánh giá được đúng đắn các số liệu thí nghiệm, cần nén các mẫu đất theo đúng các quy định về độ lớn cấp tải trọng và tốc độ tăng tải có ghi trong các quy trình về thí nghiệm đất. Tải trọng động làm cho đất cát nén chặt nhanh hơn so với đất dính và ngược lại dưới tác dụng của tải trọng tĩnh tính nén lún của đất cát rất yếu so với đất sét.

§ 3. TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CUỐI CÙNG CỦA NỀN ĐẤT

Trong thực tế hiện tượng lún của nền không xảy ra tức thời, mà lại xảy ra trong một thời gian sau đó mới kết thúc. Độ lún của nền đất đạt đến trị số lớn nhất trong một khoảng thời gian nào đó ứng với một cấp tải trọng nhất định gọi là: *Độ lún cuối cùng của nền đất*.

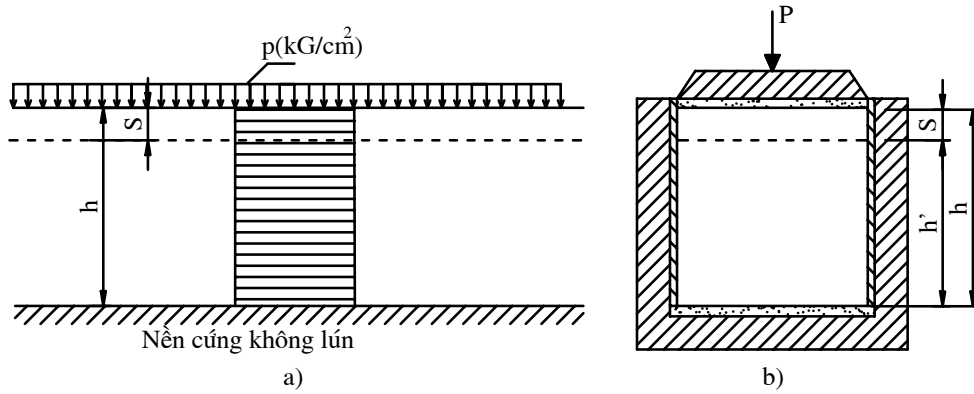
Hiện nay dùng hai phương pháp tính toán độ lún cuối cùng của nền đất đó là: Phương pháp Cộng lún từng lớp và phương pháp Lý thuyết đàn hồi. Cả hai phương pháp này đều dựa trên cơ sở giả thiết đất nền là bán không gian biến dạng tuyến tính, giả thiết này được xem là thỏa mãn điều kiện cho phép áp dụng định luật nén lún và lý thuyết đàn hồi để tính toán độ lún cuối cùng của nền đất.

3.1 Trường hợp cơ bản: Độ lún của đất trong các trường hợp thí nghiệm nén:

3.1.1. Bài toán một chiều:

Giả sử có một lớp đất chịu nén chiều dày là h (nằm trên một nền cứng không nén lún) đang ở trạng thái chịu tải trọng phân bố đều kín khắp trên bề mặt với cường

độ là p_1 , cần xác định độ lún cuối cùng của lớp đất đó khi nó chuyển sang chịu tải trọng phân bố đều p_2 kín khắp trên mặt. Bài toán này được gọi là bài toán một chiều cơ bản. Trong trường hợp này, với sự phân bố của tải trọng như vậy, thì lớp đất đó chỉ có khả năng biến dạng theo chiều thẳng đứng mà không có khả năng nở hông. Vì thế bài toán này cũng chính là bài toán xác định biến dạng của mẫu đất thí nghiệm nén không nở hông (hình III-7b).



Hình III-7: a) Sơ đồ nén lớp đất khi có tải trọng kín khắp
b) Sơ đồ nén mẫu đất trong hộp nén

Để xác định độ lún của đất trong trường hợp này, có thể tính bằng hai cách như sau:

Cách I: Nếu xét một mẫu đất phân tố có diện tích mặt cắt là F và chiều cao trước khi nén lún là h . Sau khi nén lún chiều cao của mẫu đất còn lại là h' (hình III-7b). Vậy lượng lún tương ứng là S được tính như sau :

$$S = \lambda_z \cdot h \quad (\text{III-26})$$

Trong đó: λ_z : là biến dạng tương đối của mẫu đất mà ta có thể tính được theo biểu thức (III-12) và thay $\sigma_z = p$:

$$\lambda_z = \frac{p}{E_0} \cdot \beta \quad (\text{III-27})$$

Do đó độ lún cuối cùng của mẫu đất sẽ là :

$$S = \frac{p \cdot \beta \cdot h}{E_0} \quad (\text{III-28})$$

Cách II: Ở cách tính này với giả thiết, bỏ qua biến dạng đàn hồi của bản thân hạt đất, và xem sự nén lún của mẫu đất chỉ là do sự giảm thể tích lỗ rỗng gây ra, nghĩa là thể tích các hạt đất không thay đổi trước và sau khi nén. Nên có thể viết phương trình sau:

$$F \cdot h \cdot m_1 = F \cdot h' \cdot m_2 \quad (\text{III-29})$$

Trong đó: m_1 và m_2 là thể tích hạt đất trong một đơn vị thể tích ở trạng thái ban đầu và sau khi nén và được xác định theo công thức :

$$m_1 = 1/(1+e_1) \quad , \quad m_2 = 1/(1+e_2)$$

Ở đây e_1 và e_2 là hệ số rỗng của đất trước và sau khi nén lún. Thay m_1 và m_2 vào công thức (III-29) sẽ có :

$$F \cdot h \cdot \frac{1}{1+e_1} = F \cdot h' \cdot \frac{1}{1+e_2} \Rightarrow h' = h \cdot \frac{1+e_2}{1+e_1} \quad (III-30)$$

Từ hình (III-7b) có thể nhận thấy rằng độ lún toàn phần S của đất sẽ bằng hiệu số giữa chiều cao ban đầu của mẫu đất và chiều cao cuối cùng sau khi lún, nghĩa là :

$$S = h - h' \quad (III-31)$$

Từ công thức (III-30) và (III-31) có thể rút ra:

$$S = \frac{e_1 - e_2}{1+e_1} \cdot h \quad (III-32)$$

Nếu chú ý đến định luật nén lún, từ công thức (III-6) có thể viết dưới dạng sau: $e_1 - e_2 = a(p_2 - p_1) = a.p$. Do đó, công thức (III-32) được xác định như sau:

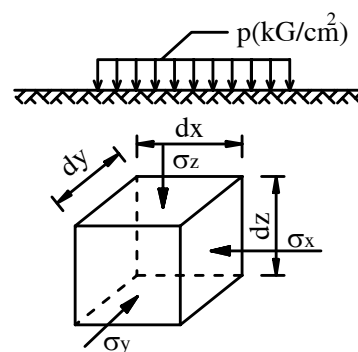
$$S = \frac{a \cdot p}{1+e_1} \cdot h \quad (III-33)$$

Đại lượng $\frac{a}{1+e_1}$ chính là hệ số nén tương đối a_0 của đất, thay hệ số a_0 vào (III-33) thì sẽ có:

$$S = a_0 \cdot p \cdot h \quad (III-34)$$

3.1.2.- Trường hợp bài toán không gian

Phương pháp tính lún, khi áp dụng trong điều kiện bài toán một chiều, do không xét đến biến dạng nở hông của đất nên thường cho kết quả bé hơn thực tế, nhất là khi đất nền thuộc các loại đất sét yếu hoặc các đất sét dẻo, có khả năng nở hông rất nhiều trong khi lún. Thật vậy, khi mặt nền chịu tác dụng của tải trọng công trình, một điểm bất kỳ trong nền sẽ chịu ba thành phần ứng suất phụ thêm pháp tuyến $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ có tác dụng gây ra biến dạng theo ba hướng đó là biến dạng thẳng đứng và biến dạng nở hông. Vì vậy đối với các công trình xây dựng trên các loại đất này, trong nhiều trường hợp, cần tính lún có xét đến biến dạng nở hông của đất.



Hình III-8: Sơ đồ khối đất phân tố khi biến dạng

Để tính lún có xét đến biến dạng nở hông của đất nền, thường xuất phát từ các biểu thức sau đây của lý thuyết đàn hồi, trong đó môđun đàn hồi E được thay bằng môđun tổng biến dạng của đất E_0 .

$$\left. \begin{aligned} \lambda_z &= \frac{1}{E_0} [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] \quad (a) \\ \lambda_y &= \frac{1}{E_0} [\sigma_y - \mu(\sigma_z + \sigma_x)] \quad (b) \\ \lambda_x &= \frac{1}{E_0} [\sigma_x - \mu(\sigma_z + \sigma_y)] \quad (c) \end{aligned} \right\} \quad (III-35)$$

Xét biến dạng thể tích tương đối $\frac{\Delta V}{V}$ của một khối đất phân tố có các cạnh bằng dx, dy, dz (hình III-8):

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{dx(1 + \lambda_x).dy(1 + \lambda_y).dz(1 + \lambda_z) - dx.dy.dz}{dx.dy.dz} \quad (III-36)$$

Giải ra và bỏ qua các đại lượng vô cùng bé bậc cao sẽ có:

$$\frac{\Delta V}{V} = \lambda_x + \lambda_y + \lambda_z \quad (III-37)$$

Mặt khác khi xem biến dạng mẫu đất chỉ do sự giảm thể tích lỗ rỗng gây ra ta có:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \quad (III-38)$$

Cần chú ý rằng giá trị e_2 ở đây cần phải được xác định trong điều kiện nén lún có nở hông của đất.

Thay phương trình (III-35) vào (III-37) và giải chung với (III-38) sẽ được:

$$E_0 = \frac{1 + e_1}{e_1 - e_2} (1 - 2\mu)(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \quad (III-39)$$

Thay E_0 vào (III-35a) sẽ được công thức tính biến dạng tương đối của đất theo trục z trong điều kiện bài toán ba chiều (không gian):

$$\lambda_z = \frac{1}{1 - 2\mu} \left[\frac{\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)}{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z} \right] \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \quad (III-40)$$

Vì vậy độ lún của một lớp đất có chiều dày h trong điều kiện bài toán ba chiều là :

$$S = \lambda_z . h = \frac{1}{1 - 2\mu} \left[\frac{\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)}{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z} \right] \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} . h \quad (III-41)$$

3.1.3 - Trường hợp bài toán phẳng

Đối với trường hợp này, vì $\lambda_y = 0$, nên từ công thức (III-35b) có thể rút ra: $\sigma_y = \mu (\sigma_x + \sigma_z)$ thay σ_y vào công thức (III-41) sẽ được công thức tính độ lún của một lớp đất có chiều dày h trong điều kiện bài toán hai chiều (bài toán phẳng):

$$S = \frac{1}{1-2\mu} \left[\frac{\sigma_z - \mu(\sigma_z + \sigma_x)}{\sigma_z + \sigma_x} \right] \cdot \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot h \tag{III-42}$$

Để tính lún theo các công thức (III-41) và (III-42) thì, như trên đã nói, cần có giá trị e_2 được xác định trong điều kiện nén có nở hông. Nhưng vì thí nghiệm khá phức tạp, nên thông thường vẫn áp dụng kết quả của thí nghiệm nén không nở hông để xác định e_2 nhưng lúc này cần chú ý rằng: Nếu chú ý đến điều kiện nén không nở hông thì :

$$\sigma_x = \sigma_y = \xi \sigma_z = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_z \tag{III-43}$$

Nếu gọi Θ là tổng ứng suất thì :

$$\Theta = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \sigma_z + 2 \cdot \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \sigma_z = \frac{1+\mu}{1-\mu} \sigma_z \tag{III-44}$$

Tương tự đối với bài toán phẳng:

$$\Theta' = \sigma_x + \sigma_z = \frac{1}{1-\mu} \sigma_z \tag{III-45}$$

Vì vậy, khi dùng đường cong nén lún e - p để xác định e_2 dùng trong tính lún có xét đến nở hông thì trên đường cong này phải lấy giá trị của hệ số rỗng e_2 ứng với áp lực p bằng :

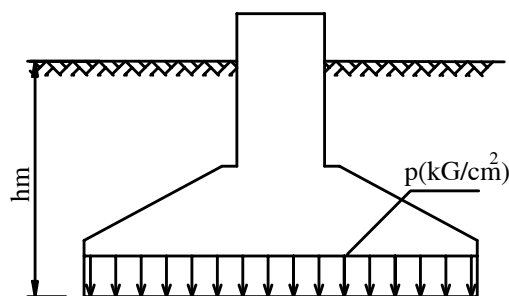
Đối với bài toán không gian : $p = \frac{1-\mu}{1+\mu} \cdot \Theta$

Đối với bài toán phẳng : $p = (1-\mu) \cdot \Theta'$

3.2. Tính toán độ lún cuối cùng của nền đất dưới móng công trình.

3.2.1. Khái niệm về áp lực gây lún:

Áp lực gây lún là áp lực phụ thêm do tải trọng của công trình truyền qua móng xuống đất nền gây ra lún. Trong thực tế, khi xây dựng các công trình thì bao giờ cũng đặt móng của công trình thấp hơn mặt đất, hay nói rõ hơn là đặt móng ở một chiều sâu nhất



Hình III-9

định nào đó trong đất (hình III-9). Vì thế không phải toàn bộ tải trọng do công trình tác dụng trên đáy móng p gây ra lún, mà phần tải trọng gây ra lún được xác định theo công thức sau:

$$\sigma_{gl} = p - \gamma \cdot h_m \quad (III-46)$$

Trong đó: σ_{gl} : gọi là áp lực gây lún;
 γ : dung trọng của đất từ đáy móng trở lên;
 h_m : độ sâu đặt móng.

Sở dĩ áp lực gây lún được xác định theo công thức (III-46) là vì: Khi xây móng do việc đào hố móng, đất nền được giảm tải một phần. Do đó, khi bắt đầu xây móng cho đến khi trọng lượng của phần móng bằng trọng lượng của phần đất đào đi, thì trạng thái ứng suất của nền đất từ đáy móng trở xuống hoàn toàn không thay đổi và do đó nền đất sẽ không bị lún. Nền đất chỉ bị lún khi trọng lượng của móng và công trình lớn hơn trọng lượng khối đất đã bị đào đi, vì thế gọi là: *áp lực gây lún*.

3.2.2. Tính toán độ lún cuối cùng theo phương pháp cộng lún từng lớp:

Nếu lớp đất chịu nén có chiều dày lớn, thì biểu đồ phân bố ứng suất nén σ_z do tải trọng của công trình gây ra, có dạng giảm dần theo chiều sâu một cách rõ rệt và việc sử dụng trực tiếp các công thức của bài toán một chiều sẽ dẫn đến những sai số lớn. Để xác định độ lún trong trường hợp này, có thể áp dụng phương pháp cộng lún từng lớp để tính. Nội dung cơ bản của phương pháp này là đem chia nền đất thành những lớp nhỏ phân tố có chung một tính chất bởi những mặt phẳng nằm ngang, sao cho biểu đồ phân bố ứng suất nén do tải trọng của công trình gây nên trong phạm vi mỗi lớp nhỏ thay đổi không đáng kể và độ lún toàn bộ của nền đất sẽ bằng tổng cộng độ lún của từng lớp nhỏ đã được chia, tức là :

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (III-47)$$

Trong đó : S - độ lún toàn bộ của nền đất;
 S_i - độ lún của lớp phân tố thứ i.

Trong trường hợp bài toán không gian, trị số S_i được tính toán theo công thức sau:

$$S_i = \lambda_{z_i} \cdot h_i = \frac{1}{1 - 2\mu_i} \left[\frac{\bar{\sigma}_{z_i} - \mu_i (\bar{\sigma}_{x_i} + \bar{\sigma}_{y_i})}{\bar{\sigma}_{z_i} + \bar{\sigma}_{x_i} + \bar{\sigma}_{y_i}} \right] \frac{e_{1i} + e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i \quad (III-48)$$

Trong trường hợp bài toán phẳng trị số S_i được tính theo công thức sau:

$$S_i = \frac{1}{1 - 2\mu_i} \left[\frac{\bar{\sigma}_{z_i} - \mu_i (\bar{\sigma}_{z_i} + \bar{\sigma}_{x_i})}{\bar{\sigma}_{z_i} + \bar{\sigma}_{x_i}} \right] \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i \quad (III-49)$$

Trong đó: $\bar{\sigma}_{x_i}, \bar{\sigma}_{y_i}, \bar{\sigma}_{z_i}$ - Thành phần ứng suất pháp trung hình của lớp đất phân tố thứ i, theo chiều x, y, z;

μ_i - Hệ số nở hông của lớp đất phân tố thứ i ;

h_i - Chiều dày của lớp đất phân tố thứ i .

Trong trường hợp bài toán một chiều (Hình III-10), do không xét đến hiện tượng nở hông của đất, nên trị số S_i được tính toán theo biểu thức đơn giản sau đây:

$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i \quad (III-50)$$

Hoặc biểu thức (III-50) còn có thể viết dưới dạng sau:

$$S_i = \frac{\beta_i}{E_{oi}} \cdot p_i \cdot h_i \quad (III-51)$$

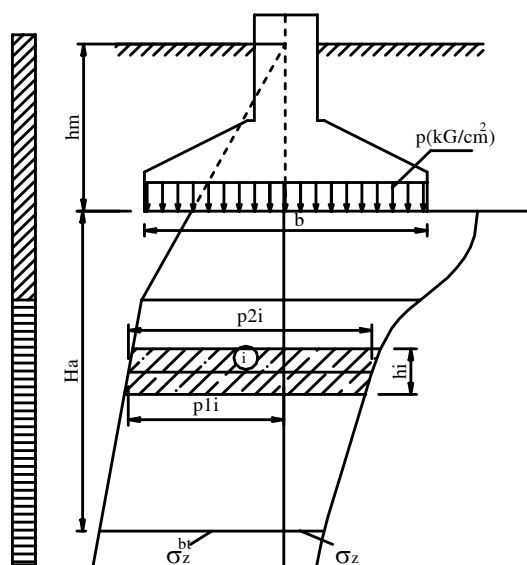
$$S_i = a_{oi} \cdot p_i \cdot h_i \quad (III-52)$$

Trong đó: $p_i = \frac{\sigma_{zi-1} + \sigma_{zi}}{2}$

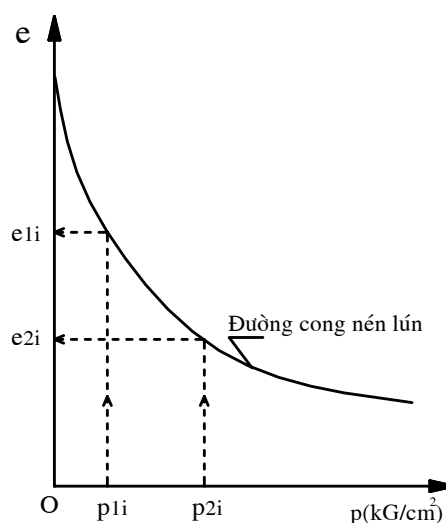
σ_{zi-1} và σ_{zi} - Ứng suất nén ở mặt trên và mặt dưới lớp đất thứ i (hình III-10) của ký hiệu khác như các phần trên đã trình bày.

- Khi tính toán độ lún theo các công thức (III-48), (III-49) và (III-50) các trị số $\bar{\sigma}_{zi}$, $\bar{\sigma}_{xi}$, $\bar{\sigma}_{yi}$ được xác định theo như chương II đã trình bày, còn các trị số μ_i ; e_{1i} ; e_{2i} thì được xác định bằng thí nghiệm.

Dựa vào kết quả thí nghiệm nền đất, có thể xác định được các trị số e_{1i} và e_{2i} (hình III-11). Trị số e_{1i} ứng với trị số áp lực ban đầu p_{1i} được lấy bằng áp lực trung bình của mỗi lớp đất do trọng lượng bản thân của đất, ứng với trạng thái đất nền khi chưa có công trình, còn e_{2i} ứng với trị số áp lực p_{2i} , được lấy bằng tổng áp lực trung bình của mỗi lớp đất do trọng lượng bản thân của đất và do tải trọng ngoài gây ra, ứng với trạng thái đất nền sau khi đã xây dựng công trình.



Hình III-10: Sơ đồ tính toán lún theo phương pháp cộng lún từng lớp



Hình III-11: Biểu đồ thí nghiệm nén lún của đất.

Trị số áp lực p_{li} được xác định theo công thức

$$p_{li} = \sigma_{zi}^{-bt} \quad (III-53)$$

Trong đó
$$\sigma_{zi}^{-bt} = \frac{\sigma_{zi-1}^{-bt} + \sigma_{zi}^{-bt}}{2} \quad (III-54)$$

$$\sigma_{zi}^{-bt} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \quad (III-55)$$

σ_{zi-1}^{-bt} và σ_{zi}^{-bt} - ứng suất ở mặt trên và mặt dưới lớp đất phân tố thứ i , do trọng lượng bản thân của các lớp đất phía trên gây ra;

γ_i - Trọng lượng thể tích (dung trọng) của lớp đất thứ i ;

Khi đất không bão hoà nước thì γ_i là trọng lượng thể tích ứng với độ ẩm tự nhiên. Nhưng nếu đất nằm dưới mực nước ngầm thì biểu thức (III-55) tính γ_i ứng với trọng lượng thể tích của đất đầy nổi ký hiệu là $\gamma_{đn}$. Trị số này được tính theo công thức:

$$\gamma_{đn} = \frac{(\Delta_i - \Delta_{0i}) \gamma_0}{1 + e_i} \quad (III-56)$$

Trong đó: Δ_i và Δ_0 và γ_0 - Tỷ trọng của đất, của nước và dung trọng của nước.

e_i - Hệ số rỗng của đất tại lớp phân tố thứ i .

Xác định trị số e_{2i} thường phức tạp hơn so với e_{1i} vì e_{2i} phụ thuộc vào điều kiện làm việc của đất nền (có nở hông hay không nở hông).

Nếu đất nền có hiện tượng nở hông (ứng với bài toán phẳng và bài toán không gian) thì trị số e_{2i} được xác định như ở mục (3.1.2) và (3.1.3) đã giới thiệu.

Đối với bài toán một chiều (ứng với đất nền không nở hông) trị số p_{2i} được xác định theo công thức sau:

$$p_{2i} = p_i + p_{li} \quad (III-57)$$

Sau khi đã tính toán được các trị số p_{1i} và p_{2i} ứng với từng trường hợp cụ thể thì có thể dễ dàng xác định được các hệ số e_{1i} và e_{2i} trên biểu đồ thí nghiệm nén lún .

Đối với các nước Tây Âu - Bắc Mỹ, khi tính độ lún họ rất ít dùng các biểu thức (III-50), (III-51), (III-52), thay vào đó họ sử dụng công thức sau:

$$S_i = \left[C_1 \log \frac{p}{p_c} + C_2 \log \frac{p_c}{p_0} \right] \frac{h_i}{1 + e_0} \quad (III-58)$$

Nếu $p > p_c \geq p_0$: thì $C_1 = C_c$ và $C_2 = C_r$

Nếu $p_c > p > p_0$: thì $C_1 = C_2 = C_r$

Nếu $p > p_o = p_c$: thì $C_1 = C_2 = C_c$

Lý do họ thường dùng công thức (III-58) là vì, họ cho rằng đường cong nén ở hình (III-1c) và đường cong (1) ở hình (III-2) là không đúng thực tế, cần được hiệu chỉnh lại.

Khi áp dụng phương pháp cộng lún từng lớp để tính độ lún ổn định cuối cùng của toàn bộ nền đất thì cần phải biết các yếu tố liên quan như áp lực gây lún, chiều dày lớp đất cần chia và chiều sâu vùng ảnh hưởng (chịu nén).

- Áp lực gây lún được tính theo công thức (III-46) đã giới thiệu.

- Khi chia nền đất thành những lớp đất nhỏ phân tố, thì cần chú ý đến tính chất không đồng nhất của chúng. Theo lý thuyết thì cần chia sao cho trong phạm vi mỗi lớp đất phân tố, ứng suất σ_z xem như thay đổi không đáng kể. Trong thực tế, chiều dày lớp đất phân tố thường lấy nhỏ hơn hoặc bằng 4/10 chiều rộng đế móng ($h_i \leq 0,4b$). Khi chia lớp cần chú ý rằng, vì biểu đồ phân bố ứng suất ở các chiều sâu gần đáy móng có dạng thay đổi nhiều nên các lớp phân tố ở đây lấy mỏng hơn, còn ở dưới có thể lấy dày hơn.

Một trong những yếu tố quan trọng có ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả tính toán độ lún là việc xác định chiều sâu vùng chịu nén H_a . Nếu trong nền đất dưới đế móng ở một độ sâu trong vùng chịu nén có một tầng cứng (đá) thì trị số H_a lấy bằng toàn bộ chiều dày lớp đất, kể từ đáy móng đến tầng cứng ấy. Còn các trường hợp khác, chiều sâu vùng hoạt động chịu nén được chọn theo điều kiện sau:

$$\sigma_z \leq 0.2\sigma_z^{bt} \quad (III-59)$$

Trong đó σ_z - ứng suất phụ thêm ở độ sâu H_a kể từ đáy móng.

Ví dụ III-1: Xác định độ lún ổn định trong trường hợp không xét đến biến dạng nở hông của móng hình vuông có kích thước $a = b = 400$ cm. Móng đặt ở độ sâu $h = 200$ cm. Áp lực trung bình dưới đế móng $\sigma_0 = 2,36$ kG/cm². Móng được đặt trên lớp á sét dày 320 cm và lớp sét dày hơn 120 cm. Đặc tính cơ lý của đất như sau:

- Đối với á sét: $\gamma = 1,8$ t/m³; $a_{01} = 0,02$ cm²/kG và $\mu_{01} = 0,25$

- Đối với lớp sét; $\gamma = 2,0$ t/m³, $a_{02} = 0,01$ cm²/kG và $\mu_{02} = 0,30$

- Trình tự tính toán như sau:

1/ Vẽ biểu đồ phân bố ứng suất do trọng lượng bản thân của đất. Áp dụng công thức (III-55) sẽ có:

- Ở độ sâu đế móng $z = 0$:

$$\sigma_{z=0}^{bt} = 0,0018 \times 200 = 0,36 \text{ kG/m}^2$$

- Ở độ sâu đế móng $z = 320$ cm (kể từ đế móng):

$$\sigma_{z=320}^{bt} = 0,018 \times 200 + 0,018 \times 320 = 0,936 \text{ kG/cm}^2$$

- Ở độ sâu đế móng $z = 640$ cm (kể từ đế móng):

$$\sigma_{z=640}^{bt} = 0,936 + 0,002 \times 320 = 1,576 \text{ kG/cm}^2$$

- 2/ Xác định áp lực gây lún theo công thức (III-46):

$$\sigma_{gl} = 2,36 - 0,018 \cdot 200 = 2,0 \text{ kG/cm}^2$$

- 3/ Chia chiều sâu vùng chịu nén ở dưới đáy móng thành các lớp đất nhỏ có chiều dày h_i . Dựa vào quy phạm trị số h_i sẽ lấy bằng $0,2b$ hoặc $0,4b$ ở đây chọn $h_i = 0,2b = 0,2 \cdot 400 = 80$ cm.

- 4/ Xác định trị số ứng suất nén phụ thêm σ_{zi} ở các độ sâu khác nhau (kể từ đáy móng). Khi diện chịu tải là hình vuông hoặc hình chữ nhật, trị số σ_{zi} được tính toán theo công thức: $\sigma_{zi} = K_0 \cdot \sigma_{gl}$.

Hệ số K_0 phụ thuộc vào các tỷ số $\frac{a}{b}$ và $\frac{z_i}{b}$, tra theo bảng (II-2). Kết quả tính toán trị số σ_{zi} ở các độ sâu khác nhau được giới thiệu trong bảng (III-2)

Bảng (III-2) Trị số σ_{zi} ở các độ sâu khác nhau ứng với ví dụ (III-1).

Lớp đất	z_i (cm)	$\frac{z_i}{b}$	$\frac{a}{b}$	K_0	σ_{zi} (kG/cm ²)	σ_{zi}^{bt} (kG/cm ²)	E_{oi} (kG/cm ²)	S_i (cm)
Á sét	0	0	1,00	1,000	2,00	0,36	41,50	9,6
	80	0,2	1,00	0,960	1,92			
	160	0,4	1,00	0,800	1,60			
	240	0,6	1,00	0,606	1,212			
	320	0,8	1,00	0,449	0,898	0,936		
Sét	400	1,0	1,00	0,396	0,672		74	1,9
	480	1,2	1,00	0,257	0,514			
	560	1,4	1,00	0,201	0,402			
	640	1,6	1,00	0,160	0,320	1,576		

- 5/ Xác định chiều sâu vùng chịu nén, dựa vào điều kiện (III-59) tại độ sâu $z = 640$ cm thấy điều kiện này thoả mãn.

$$0,320 \leq 0,2 \cdot 1,576 = 0,315 \text{ kG/cm}^2$$

- 6/ Xác định trị số mô đun biến dạng E_{oi} của lớp đất nằm trong vùng chịu nén, theo biểu thức (III-28), (III-33), (III-34) trong đó trị số β lấy như sau: đối với lớp á sét $\beta = 0,83$ còn với sét $\beta = 0,74$.

- Đối với lớp á sét:

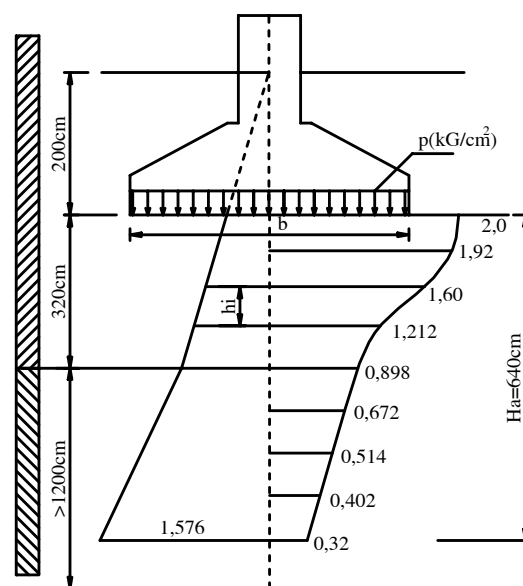
$$E_{01} = \frac{\beta_1}{a_{01}} = \frac{0,83}{0,02} = 41,50 \text{ kG/cm}^2$$

Đối với lớp sét:

$$E_{02} = \frac{\beta_2}{a_{02}} = \frac{0,74}{0,01} = 74 \text{ kG/cm}^2$$

7/ Tính độ lún ổn định theo công thức (III-51)

Độ lún toàn bộ của nền đất bao gồm độ lún lớp á sét và lớp sét nằm trong vùng chịu nén.



Hình III-12: Sơ đồ tính toán độ lún

Độ lún trong phạm vi lớp á sét:

$$S_1 = \frac{0,83}{41,5} \cdot 80 \left[\frac{2,0}{2} + 1,92 + 1,60 + 1,212 + \frac{0,898}{2} \right] = 9,6 \text{ cm}$$

Độ lún trong phạm vi lớp sét:

$$S_2 = \frac{0,74}{74} \cdot 80 \left[\frac{0,898}{2} + 0,672 + 0,514 + 0,402 + \frac{0,32}{2} \right] = 1,9 \text{ cm}$$

Độ lún của toàn bộ nền đất:

$$S = S_1 + S_2 = 9,6 + 1,9 = 11,5 \text{ cm.}$$

3.2.3 Tính toán độ lún cuối cùng bằng cách sử dụng các kết quả của lý thuyết đàn hồi

Như đã trình bày ở trên, mặc dù đất nền không phải là vật thể đàn hồi, ngoài biến dạng đàn hồi, còn có cả biến dạng dư, nhưng lý thuyết đàn hồi vẫn còn có hiệu quả đối với môi trường đất khi tải trọng của công trình tác dụng lên đất nền không lớn lắm. Do đó, khi tính toán độ lún cuối cùng, có thể trực tiếp sử dụng những thành quả đã đạt được trong lý thuyết đàn hồi. Tuy nhiên, để xét đến đặc tính của đất, thì trong tất cả các biểu thức có chứa trị số E (môđun đàn hồi) sẽ được thay bằng trị số môđun biến dạng của đất E_0 .

Như trong chương II đã trình bày, khi nền đất có chiều dày vô hạn, độ lún (chuyển vị thẳng đứng) của những điểm trên mặt đất ($z=0$) nằm cách điểm đặt lực tập trung P một đoạn R, được xác định theo biểu thức của J.Bussinesq:

$$W(x,y,0) = s(x,y,0) = \frac{P(1-\mu_0^2)}{\pi \cdot E_0 \cdot R} \quad \text{(III-60)}$$

Công thức (III-60) là cơ sở để lập các công thức tính toán độ lún ổn định cuối cùng của nền đất cho các dạng của tải trọng bất kỳ.

Trong đó: $S(x,y,0)$ - độ lún của một điểm bất kỳ trên mặt đất có toạ độ x,y .

μ_0, E_0 - Hệ số nở hông, mô đun biến dạng của đất.

3.2.3.1 Tính toán độ lún ổn định của nền đất đồng nhất có chiều dày vô hạn.

Trong trường hợp tải trọng phân bố có cường độ là $p(\xi, \eta)$ trên diện tích F (hình III-13) thì trị số độ lún tại một điểm bất kỳ nằm trên mặt đất, dựa vào biểu thức (III-60) được xác định như sau:

$$S_{(x,y,0)} = \frac{(1-\mu_0^2)}{\pi E_0} \iint_F \frac{p(\xi,\eta).d\xi.d\eta}{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}} \quad (III-61)$$

Dựa vào công thức (III-61), ứng với mỗi loại diện chịu tải cụ thể (hình chữ nhật, hình tròn, v.v.), có thể tìm được các công thức tính toán độ lún như sau :

Đối với diện chịu tải hình chữ nhật chịu tải trọng thẳng đứng và phân bố đều: độ lún tại tâm hình chữ nhật $M(0,0,0)$ sẽ là :

$$S_M^0 = \frac{p(1-\mu_0^2)}{\pi E_0} \int_{-\frac{a}{2}}^{+\frac{a}{2}} \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{d\xi d\eta}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2}} = \frac{2p(1-\mu_0^2)}{\pi E_0} \left[a \ln \frac{\sqrt{a^2 + b^2} + b}{\sqrt{a^2 + b^2} - b} + b \ln \frac{\sqrt{a^2 + b^2} + a}{\sqrt{a^2 + b^2} - a} \right] \quad (III-62)$$

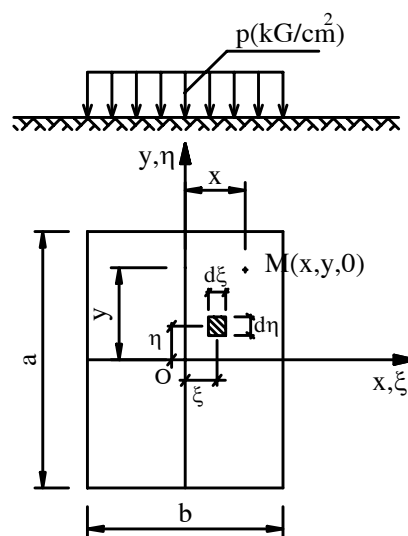
Độ lún trung bình của hình chữ nhật sẽ là:

$$S_m = \frac{2p(1-\mu_0^2)}{\pi E_0} \left[a \ln \frac{\sqrt{a_1^2 + b_1^2} + b_1}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2} - b_1} + b \ln \frac{\sqrt{a_1^2 + b_1^2} + a_1}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2} - a_1} - \frac{2}{3} \cdot \frac{(a_1^2 + b_1^2)^{\frac{3}{2}} - (a_1^3 + b_1^3)}{b_1 \cdot a_1} \right] \quad (III - 63)$$

Trong đó : a và b - cạnh dài và cạnh ngắn của diện chịu tải, a_1 và b_1 - nửa cạnh dài và cạnh ngắn của diện chịu tải.

Phân tích các công thức đã tìm được ở trên, đồng thời kết hợp với những nhận xét trong thực tế qua những thí nghiệm bần nén có kích thước, hình dáng và độ cứng khác nhau ở trong mô hình cũng như ở hiện trường, người ta đưa ra công thức xác định trị số độ lún ổn định đối với diện chịu tải hình chữ nhật như sau:

$$S = \frac{p(1-\mu_0^2).b.\omega}{E_0} \quad (III - 64)$$



Hình III-13: Sơ đồ tính toán độ lún khi tải trọng phân bố

độ lún khi tải trọng phân bố trên diện tích hình chữ nhật

ω - Hệ số đặc trưng cho độ cứng và hình dạng của móng tra bảng (III-3)

Hệ số ω_0 ứng với độ lún lớn nhất tại tâm đối với móng mềm, hệ số ω_c ứng với độ lún ở điểm góc, hệ số ω_m ứng với độ lún trung bình của móng và hệ số ω_{const} ứng với độ lún của móng tuyệt đối cứng.

Bảng (III - 3): Trị số của hệ số ω

Hình dạng móng	ω_c	ω_0	ω_m	ω_{const}
Tròn	0,64	1,00	0,85	0,75
Vuông $\alpha = a / b = 1$	$1/2 \omega_0$	1,12	0,95	0,88
Chữ nhật : $\alpha = a / b$				
1,5		1,36	1,15	1,88
2,0		1,53	1,30	1,22
3,0		1,78	1,53	1,44
4,0		1,96	1,70	1,61
5,0		2,10	1,83	1,52
6,0	$1/2\omega_c$	2,23	1,96	—
7,0		2,33	2,04	—
8,0		2,42	0,12	—
9,0		2,49	2,19	—
10,0		2,53	2,25	2,12
20,0		2,95	2,64	—
30,0		3,23	2,88	—
40,0		3,42	3,07	—
50,0		3,54	3,22	—
100,0		4,00	3,69	—

3.2.3.2. Tính toán độ lún ổn định khi nền đất gồm nhiều lớp.

Trong thực tế nền đất thường gồm nhiều lớp đất có tính chất cơ lý khác nhau, do đó, công thức tính toán độ lún sẽ phức tạp hơn nhiều, để giải quyết vấn đề này, K.E.Egorov đã đề nghị phương pháp tính toán gần đúng bằng cách đổi nền đất gồm nhiều lớp thành nền đất đồng nhất, trong đó mỗi một lớp đất trong nền được coi như kéo dài theo cả hai phía : phía trên đến tận đáy móng còn phía dưới đất vô tận, độ lún của mỗi lớp có thể tính toán theo công thức (III - 64) với hệ số ω được thay bằng hệ số K (theo đề nghị của K.E.Egorov). Độ lún toàn bộ của nền đất chính bằng tổng độ lún của các lớp đất đó.

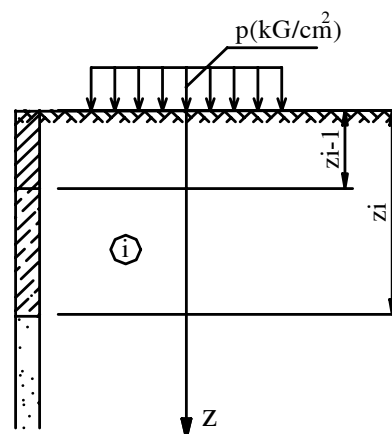
Nếu xét một lớp thứ i trong nền đất, có mặt trên của lớp ở độ sâu z_{i-1} và đáy ở độ sâu z_i (hình III - 14)

Độ lún của lớp đất có chiều dày z_{i-1} là :

$$S_{z_{i-1}} = \frac{p \cdot b (1 - \mu_0^2)}{E_0} K_{i-1} \quad (\text{III - 65})$$

Tương tự, độ lún của lớp đất có chiều dày z_i là :

$$S_{z_i} = \frac{p \cdot b (1 - \mu_0^2)}{E_0} K_i \quad (\text{III - 66})$$



Hình III-14: Sơ đồ tính toán độ lún trong trường hợp nền đất nhiều lớp

Như vậy độ lún của lớp đất đang xét sẽ là :

$$S_i = S_{z_i} - S_{z_{i-1}} = \frac{p \cdot b (1 - \mu_0^2)}{E_0} (K_i - K_{i-1}) \quad (\text{III - 67})$$

Và độ lún của toàn bộ nền đất sẽ là :

$$S = p \cdot b \sum_{i=1}^n \frac{1 - \mu_{0i}^2}{E_{0i}} (K_i - K_{i-1}) \quad (\text{III - 68})$$

Khi trong nền đất có tầng cứng không lún nằm gần mặt đất, để xét đến ảnh hưởng của sự tập trung ứng suất, K.E.Egorov đã đề nghị nhân biểu thức (III - 68) với hệ số hiệu chỉnh M:

$$S = M \cdot p \cdot b \sum_{i=1}^n \frac{1 - \mu_{0i}^2}{E_{0i}} (K_i - K_{i-1}) \quad (\text{III - 69})$$

Hệ số K_i phụ thuộc vào tỷ số a/b , z/b , và M có thể tra trong bảng (III - 4).

Khi xác định độ lún toàn bộ bằng cách cộng từng lớp này, giới hạn của vùng chịu nén cũng lấy theo điều kiện (III - 59) như đã trình bày ở phần trên.

Phương pháp tính lún này của K.E.Egorov đã xét đến ảnh hưởng của nhiều yếu tố như biến dạng nở hông, tính không đồng nhất giữa các lớp đất, chiều dày giới hạn của nền cũng như hiện tượng tập trung ứng suất. Theo kết quả quan trắc thực tế một số công trình, có thể sơ bộ nhận xét rằng phương pháp này cho những kết quả tương đối phù hợp với thực tế.

Dựa vào sở các nguyên lý trên, hiện nay tiêu chuẩn xây dựng TCXD - 45 - 78 đã nêu công thức tính độ lún của nền móng riêng theo sơ đồ tính nền dưới dạng lớp đàn hồi biến dạng tuyến tính có chiều dày hữu hạn như sau :

$$S = p.b.M \sum_{i=1}^n \frac{K_i - K_{i-1}}{E_{0i}} \quad (III - 70)$$

Các ký hiệu như trên đã trình bày, hệ số K_i phụ thuộc vào a/b , h/b tra theo bảng (III - 4), còn hệ số $M = f(h/b)$ tra theo bảng (III - 5).

Cũng tương tự, trong quy phạm tính toán nên các công trình thuỷ lợi đã nêu công thức tính độ lún tại điểm góc của móng trong nền đất đồng nhất có dạng như sau :

$$S = \frac{b.p}{E_0} . K_z \quad (III - 71)$$

Trong đó : K_z hệ số phụ thuộc vào tỷ số: a/b , z/b và μ_0 , các trị số K_z ứng với $\mu_0 = 0,1 - 0,4$ được tra theo bảng (III - 6). Trong quy phạm này cũng đã nêu công thức tính và bảng tính sẵn độ lún trung bình của móng khi trong nền đất xuất hiện tầng đá cứng.

Bảng III - 4: Trị số của hệ số K_i và M

z/b	Hình tròn	Trị số của hệ số K_i khi tỷ số $\alpha = a / b$						Hệ số M
		$\alpha = 1$	$\alpha = 1,5$	$\alpha = 2,0$	$\alpha = 3$	$\alpha = 5$	M. bảng $\alpha = \infty$	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,5
0,2	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104	
0,4	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208	1,4
0,6	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311	
0,8	0,348	0,381	0,395	0,397	0,397	0,412	0,412	1,3
1,0	0,411	0,446	0,476	0,484	0,484	0,484	0,511	
1,2	0,461	0,499	0,543	0,561	0,666	0,566	0,605	1,2
1,4	0,501	0,524	0,601	0,626	0,640	0,640	0,687	
1,6	0,532	0,577	0,647	0,682	0,706	0,708	0,763	1,1
1,8	0,558	0,606	0,688	0,730	0,764	0,772	0,831	
2,0	0,579	0,630	0,722	0,773	0,816	0,830	0,812	
2,2	0,596	0,651	0,751	0,809	0,861	0,885	0,949	
2,4	0,611	0,668	0,776	0,841	0,902	0,932	1,001	
2,6	0,624	0,683	0,798	0,868	0,939	0,977	0,050	
2,8	0,635	0,697	0,818	0,893	0,971	1,018	1,095	
3,0	0,645	0,709	0,836	0,913	1,000	1,057	1,138	
3,5	0,664	0,732	0,869	0,959	1,062	1,138	1,233	

4,0	0,679	0,751	0,879	0,995	1,111	1,205	1,316
4,5	0,691	0,766	0,918	1,022	1,151	1,262	1,390
5,0	0,700	0,777	0,935	1,045	1,183	1,309	1,450

Bảng III - 5: Hệ số M

Các giới hạn của tỷ số $m' = h/b$ hoặc $m' = h/r$	Hệ số M
$0 < m' \leq 0,5$	1,0
$0,5 < m' \leq 1$	0,95
$1 < m' \leq 2$	0,90
$2 < m' \leq 3$	0,80
$3 < m' \leq 5$	0,75

Ví dụ III - 2: Xác định độ lún ổn định theo phương pháp của K.E.Egorov của móng có kích thước $a \times b = 300 \times 300$ cm, áp lực trung bình dưới đế móng $P = 2,36 \text{ kG/cm}^2$. Móng đặt ở độ sâu $h = 200$ cm. Đất nền dưới đế móng gồm hai lớp: lớp trên là lớp á sét có $\gamma_1 = 1,8 \text{ t/m}^3$ và $E_{01} = 100 \text{ kG/cm}^2$, lớp dưới là lớp sét có $\gamma_2 = 2,0 \text{ t/m}^3$ và $E_{02} = 50 \text{ kG/cm}^2$. Lớp trên có chiều dày 2,4m, lớp dưới dày vô tận. Hệ số nở hông chung $\mu_0 = 0,30$.

Giải: Trình tự tính toán như sau:

1. Xác định áp lực gây lún theo công thức (III - 46):

$$\sigma_{gl} = 2,36 - 0,0018 \times 200 = 2,0 \text{ kG/cm}^2$$

2. Xác định vùng chiều sâu chịu nén, ở độ sâu $Z = 540$ cm (kể từ đáy móng) ta có:

$$\sigma_{Z=540}^{br} = 1,39 \text{ kG/cm}^2 \quad ; \quad \text{và} \quad \sigma_{Z=540} = 0,26 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy điều kiện $\sigma_Z \leq 0,2 \cdot \sigma_{Z}^{br}$ được thoả mãn vì:

$$0,26 < 0,2 \times 1,39 = 0,278 \text{ kG/cm}^2$$

Do đó chiều sâu vùng chịu nén $H_a = 540$ cm.

3. Xác định độ lún ổn định theo biểu thức (III-69):

a. Xác định các hệ số K_i theo bảng (III-4), với $\frac{a}{b} = \frac{300}{300} = 1$

$$\text{và} \quad \frac{h}{b} = \frac{240}{300} = 0,80, \quad \text{do đó} \quad K_1 = 0,381.$$

$$\text{Với} \quad \frac{a}{b} = 1 \quad \text{và} \quad \frac{H_a}{b} = \frac{540}{300} = 1,8 \Rightarrow K_2 = 0,606$$

b. Xác định hệ số M. Hệ số M ở đây được lấy bằng 1,0

c. Độ lún ổn định của móng sẽ là :

$$S = 300 \times 2,0(1-0,3^2) \left(\frac{0,381}{100} + \frac{0,606 - 0,381}{50} \right) = 5,0 \text{ cm}$$

Bảng III-6a: Bảng giá trị hệ số K_z trong công thức (III-71)

a/b \ z/b	1,0	1,25	1,5	2,0	3,00	5,00	10,00
$\mu_0 = 0,1$							
0,00	0	0	0	0	0	0	0
0,40	0,090	0,091	0,091	0,091	0,091	0,089	0,095
0,80	0,176	0,177	0,179	0,179	0,178	0,178	0,181
1,20	0,246	0,252	0,255	0,257	0,258	0,275	0,258
1,60	0,299	0,311	0,317	0,323	0,326	0,324	0,324
2,00	0,338	0,358	0,366	0,376	0,383	0,385	0,383
2,40	0,368	0,391	0,404	0,420	0,431	0,433	0,436
2,80	0,391	0,417	0,435	0,456	0,473	0,477	0,478
3,20	0,410	0,440	0,460	0,486	0,507	0,515	0,517
3,60	0,424	0,458	0,481	0,510	0,536	0,550	0,552
4,00	0,436	0,473	0,498	0,532	0,563	0,581	0,583
5,00	0,459	0,500	0,529	0,575	0,616	0,642	0,653
6,00	0,474	0,519	0,552	0,601	0,655	0,691	0,709
8,00	0,494	0,543	0,581	0,634	0,707	0,763	0,794
10,00	0,555	0,619	0,672	0,758	0882	1,040	1,259

Bảng III-6b: Bảng giá trị hệ số K_z trong công thức (III-71)

a/b \ z/b	1,0	1,25	1,50	2,00	3,00	5,00	10,0
$\mu_0 = 0,2$							
0	0	0	0	0	0	0	0
0,40	0,079	0,079	0,081	0,079	0,076	0,077	0,077
0,80,	0,159	0,159	0,161	0,160	0,158	0,156	0,160
1,20	0,227	0,231	0,234	0,234	0,233	0,231	0,232

1,60	0,280	0,289	0,295	0,98	0,398	0,296	0,295
2,00	0,319	0,334	0,343	0,351	0,354	0,355	0,352
2,40	0,349	0,369	0,381	0,394	0,401	0,401	0,401
2,80	0,372	0,396	0,413	0,430	0,442	0,445	0,444
3,20	0,390	0,418	0,337	0,460	0,477	0,482	0,482
3,60	0,405	0,436	0,458	0,484	0,505	0,515	0,515
4,0	0,417	0,451	0,475	0,506	0,532	0,546	0,545
5,00	0,440	0,479	0,507	0,549	0,585	0,670	0,613
6,00	0,456	0,498	0,530	0,575	0,624	0,655	0,668
8,00	0,475	0,522	0,559	0,613	0,676	0,728	0,752
10,00	0,485	0,536	0,576	0,635	0,708	0,780	0,814
∞	0,537	0,599	0,651	0,734	0,854	0,007	0,219

Bảng III-6c: Bảng giá trị hệ số K_z trong công thức (III-71) , $\mu_0 = 0,3$

a/b \ z/b	1,0	1,25	1,50	2,00	3,00	5,00	10,0
0,4	0,064	0,064	0,064	0,063	0,062	0,061	0,061
0,8	0,138	0,137	0,138	0,135	0,133	0,131	0,133
1,2	0,203	0,206	0,206	0,205	0,201	0,201	0,199
1,6	0,255	0,258	0,265	0,266	0,2640	0,260	0,258
2,0	0,293	0,305	0,312	0,317	0,317	0,316	0,311
2,4	0,322	0,340	0,350	0,359	0,362	0,360	0,357
2,8	0,345	0,367	0,381	0,394	0,402	0,401	0,398
3,2	0,364	0,389	0,405	0,424	0,436	0,439	0,434
3,6	0,379	0,407	0,426	0,448	0,464	0,472	0,466
4,0	0,391	0,421	0,443	0,470	0,491	0,500	0,495
5,0	0,414	0,450	0,475	0,512	0,543	0,559	0,560
6,0	0,429	0,469	0,498	0,539	0,582	0,608	0,614
8,00	0,449	0,493	0,527	0,577	0,634	0,680	0,695
10,00	0,459	0,506	0,514	0,599	0,666	0,731	0,756
∞	0,511	0,570	0,619	0,698	0,812	0,958	0,159

Bảng III-6d giá trị số K_z trong công thức (III-71)

a/b \ z/b	1,00	1,25	1,50	2,00	3,00	5,00	10,00
$\mu_0 = 0,4$							
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,046	0,045	0,044	0,043	0,041	0,040	0,041
0,8	0,111	0,108	0,106	0,104	0,101	0,199	0,099
1,2	0,172	0,169	0,170	0,166	0,162	0,158	0,155
1,6	0,220	0,224	0,225	0,223	0,218	0,213	0,209
2,4	0,287	0,299	0,306	0,312	0,312	0,305	0,300
2,8	0,310	0,326	0,336	0,346	0,349	0,343	0,340
3,2	0,324	0,350	0,332	0,374	0,380	0,376	0,368
3,6	0,340	0,371	0,380	0,398	0,410	0,408	0,401
4,0	0,353	0,379	0,392	0,419	0,435	0,458	0,429
5,0	0,376	0,406	0,429	0,458	0,484	0,494	0,489
6,0	0,387	0,425	0,451	0,487	0,522	0,539	0,538
8,0	0,410	0,450	0,480	0,524	0,572	0,610	0,616
10,0	0,423	0,464	0,498	0,547	0,613	0,659	0,677
∞	0,471	0,525	0,570	0,643	0,749	0,888	0,069

3.2.4. Tính toán độ lún có xét đến ảnh hưởng của các móng xung quanh:

Nếu ở bên cạnh hoặc xung quanh móng đang xét có các móng khác thì khi tính toán độ lún, cần phải xét đến ảnh hưởng của các móng đó gây nên.

Để tính lún có xét đến ảnh hưởng của các móng xung quanh, hiện nay thường dùng phương pháp cộng biểu đồ ứng suất.

Nội dung phương pháp cộng biểu đồ ứng suất: Do ảnh hưởng của các móng xung quanh làm cho ứng suất gây lún trong nền đất dưới móng đang xét tăng lên và do đó, độ lún cũng tăng lên. Sau khi đã vẽ được biểu đồ ứng suất gây lún tổng cộng do các móng xung quanh gây ra thì có thể vận dụng phương pháp cộng lún từng lớp để tính độ lún ổn định của móng đang xét (hình III-15).

Phương pháp tính lún có xét đến ảnh hưởng của các móng xung quanh bằng cách cộng biểu đồ ứng suất có ưu điểm là dùng được trong mọi trường hợp tải trọng khác nhau và diện chịu tải bất kỳ.

Theo quy phạm QPXD 45-70, nếu điều kiện sau đây được thoả mãn thì cần thiết phải tính toán độ lún ảnh hưởng của các móng xung quanh.

$$K_a \cdot L_t \leq L_a \quad (III - 72)$$

Trong đó : $K_a = \frac{0,60}{b} (E_0 - 100) + 1$

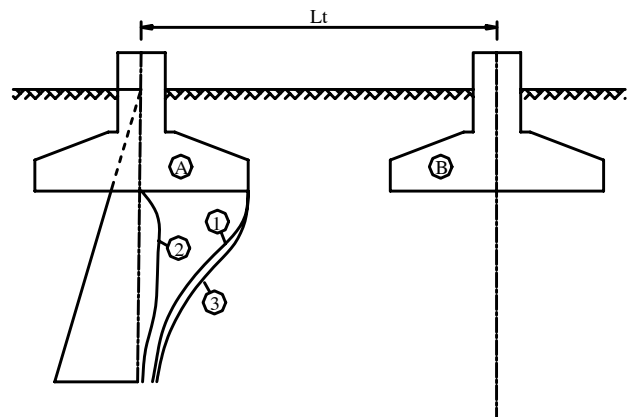
Ở đây : 0,60 - Hệ số có thứ nguyên (cm³/kg);

b - Chiều rộng đế móng gây ra ảnh hưởng (cm);

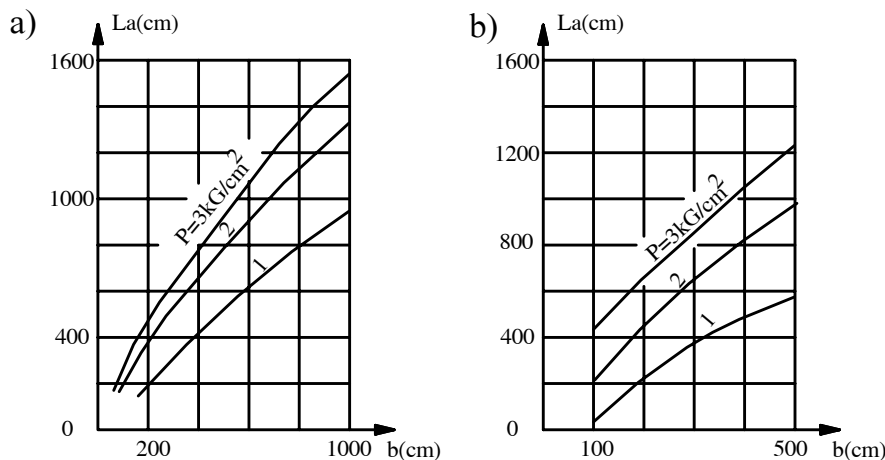
E₀ - Môđun biến dạng trung bình của đất trong phạm vi chiều dày vùng chịu nén (kg/cm²);

L_t - Khoảng cách thực tế giữa các trục móng (cm);

L_a - Khoảng cách được xác định theo biểu đồ (hình III-16).



Hình III-15: Biểu đồ ứng suất gây lún do ảnh hưởng của các móng xung quanh: 1/ Do móng A, 2/ Do móng B gây ra ở móng A, 3/ Biểu đồ tổng cộng



Hình III-16: Biểu đồ xác định trị số L_a

a. Đối với móng hình vuông b, đối với móng hình chữ nhật khi a/b ≥ 7,5

Khi 1 < a/b < 5 thì trị số L_a có thể xác định bằng cách nội suy giữa hai biểu đồ ở hình (III - 16).

Ví dụ III-3: Xác định độ lún của móng băng A có xét đến ảnh hưởng của móng băng B theo phương pháp cộng biểu đồ ứng suất, kích thước và khoảng cách giữa hai móng A và B được chỉ rõ ở hình (III-17).

Đặc điểm và địa chất của đất nền như sau : trên cùng là lớp đất đắp có trọng lượng thể tích $\gamma = 1,7 \text{ T/m}^3$, lớp thứ hai là lớp cát bụi có chiều dày hơn 25m. Tính chất cơ lý của lớp cát bụi như sau: $\Delta = 2,66$, $\gamma = 1,80 \text{ T/m}^3$, $W = 23 \%$, $e_0 = 0,68$, $E_0 = 100 \text{ kG/cm}^2$. ở chiều sâu 4,5 m (kể từ mặt đất) xuất hiện mực nước ngầm. áp lực trung bình dưới đế móng A là $p_A = 1,85 \text{ kG/cm}^2$ và đế móng B là $p_B = 1,95 \text{ kG/cm}^2$.

Trình tự tính toán như sau :

1/ Xác định áp lực gây lún theo công thức (III-46):

- Đối với móng A : $\sigma_{glA} = 1,85 - (0,0017 \times 100 + 0,0018 \times 100) = 1,5 \text{ kG/cm}^2$.

- Đối với móng B : $\sigma_{glB} = 1,95 - (0,0017 \times 100 + 0,0018 \times 100) = 1,6 \text{ kG/cm}^2$.

2/ Xác định chiều dày của mỗi lớp đất phân tố để vẽ biểu đồ ứng suất nén trong phạm vi vùng chịu nén:

$$h_i = 0,4 b = 0,4 \times 280 = 112 \text{ cm}$$

3/ Vẽ biểu đồ phân bố ứng suất nén do bản thân móng A và biểu đồ ứng suất do trọng lượng bản thân của đất gây ra. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng (III-7)

4/ Kiểm tra điều kiện để tính toán độ lún ảnh hưởng. ứng với $p_B = 1,95 \text{ kG/cm}^2$ và $b = 400 \text{ cm}$, tra biểu đồ (hình III - 16) ta có : $L_a = 810 \text{ cm}$. Từ hình (III-17) ta có : $L_t = 600 \text{ cm}$. Dựa vào các số liệu đã có ta tính được:

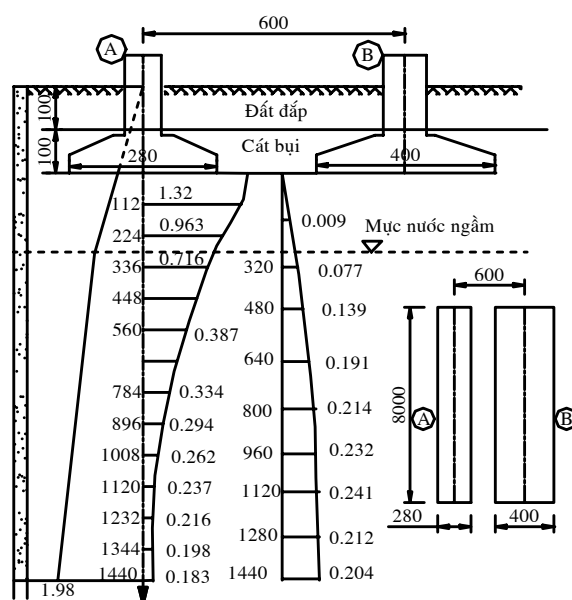
$$K_a = \frac{0,60}{400} (100 - 100) + 1 = 1,0$$

Thay tất cả các trị số đã biết vào điều kiện (III-72) ta thấy thoả mãn :

$$1,00.600 = 600 < 810 \text{ cm}$$

Do đó cần phải tính toán độ lún ảnh hưởng của máy B lên móng A.

5/ Áp dụng phương pháp điểm góc, xác định ứng suất trên trục đi qua trọng tâm của móng A do tải trọng tác dụng trên móng B gây ra. Kết quả tính toán được trình bày trong bảng (III-8).



Hình III-17: Sơ đồ tính toán độ lún ứng với ví dụ III-3

Trị số σ_z và σ_z^{bt} của móng A

Trị số σ_z của móng B gây ra đối ứng với A.

z (m)	σ_z (kG/cm ²)	σ_z^{bt} (kG/cm ²)
0,00	1,500	0,35
1,12	1,322	
2,24	0,963	
2,5	0,885	0,80
3,36	0,716	
4,48	0,561	
5,60	0,459	
6,72	0,387	
7,84	0,334	
8,96	0,291	
10,08	0,262	
11,20	0,237	
12,32	0,216	
13,44	0,189	
14,40	0,183	1,98

z (m)	σ_z (kG/cm ²)
0,00	0,00
1,60	0,009
3,2	0,077
4,80	0,139
6,40	0,090
8,00	0,214
9,60	0,222
11,20	0,221
12,80	0,212
14,40	0,204

Bảng III-8

Bảng III-7

6/ Xác định phạm vi vùng chịu nén. Kiểm tra điều kiện khi z = 14,40 m thấy hoàn toàn thỏa mãn. Thực vậy ở độ sâu z = 14.40 m ta có:

$$\sigma_z = 0,183 + 0,204 = 0,387 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy $0,387 < 0,396$ và do đó chiều sâu vùng chịu nén $H_a = 14,40 \text{ m}$.

7/ Tính toán độ lún ổn định do bản thân móng A và do móng B gây ra đối với móng A.

Do bản thân móng A: áp dụng công thức III - 51 ta có, ở đây lấy $\beta = 0,8$:

$$S_1 = \frac{0,8}{100} \cdot 112 \left(\frac{1,5}{2} + 1,322 + \dots + 0,216 + \frac{0,198}{2} \right) + \frac{0,8}{100} \cdot 160 \cdot \frac{0,198 + 0,183}{2} = 5,91 + 0,15 = 6,06 \text{ cm.}$$

Do móng B gây ra cho móng A:

$$S_2 = \frac{0,8}{100} \cdot 160 \cdot (0,009 + 0,077 + \dots + 0,212 + \frac{0,204}{2}) = 1,77 \text{ cm}$$

Vậy độ lún của móng A thực tế là:

$$S = S_1 + S_2 = 6,06 + 1,77 = 7,83 \text{ cm}$$