

CÔNG THỨC ĐƠN GIẢN TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA MÓNG

GVC, ThS. Lê Anh Hoàng *

I. ĐỘ LÚN MÓNG ĐƠN:

Theo quy phạm 45-78 độ lún móng được tính dựa trên giá trị môđun biến dạng E_0 của đất, chỉ tiêu này cần được xác định từ bàn nén hiện trường, một thí nghiệm phức tạp và khó khăn do đó quy phạm cho phép được suy từ thí nghiệm trong phòng của mẫu đất a_0 theo công thức:

$E_0 = m_k \cdot b_0 / a_0$. Hầu hết các tài liệu địa chất đều không đưa vào hệ số điều chỉnh m_k và đơn giản lấy $b_0 = 0,8$, điều này làm cho giá trị của E_0 nhỏ đi trên 2 lần dẫn đến làm cho giá trị của độ lún tính toán tăng lên hơn 2 lần quá lớn so với thực tế.

Sai lệch lệch chủ yếu trong tính toán là việc tính toán dựa trên ứng suất tại tâm móng. Thiết kế cần phải chia lớp và dùng bảng tra để xác định ứng suất này.

Báo cáo này trình bày một công thức đơn giản hơn nhằm giúp người thiết kế tính nhanh giá trị của độ lún S vẫn dựa trên giá trị E_0 hay E_0 tương đương mà không cần dùng đến bảng tra

Công thức tính độ lún theo QP 45-78 là:

$$s = \frac{0,8}{E_0} \cdot \sum (\sigma_{tbi}^{gl} \cdot h_i) \text{ trong đó tổng số } \sum (\sigma_{tbi}^{gl} \cdot h_i)$$

được xác định từ biểu đồ ứng suất tại tâm và giới hạn bởi chiều sâu nén lún $\sigma_{tbi}^{gl} \leq 0,2 \cdot \sigma_i^{bt}$

. Tính toán này được đơn giản hoá bằng cách lấy tích phân của σ_{tbi}^{gl} theo chiều sâu Z khi xử dụng phần mềm SAMCEF.

Từ bài toán cho móng băng $B=1\text{m}$, suy ra cho móng băng $B>1\text{m}$ sau đó quy đổi cho móng chữ nhật $L \times B$, rõ ràng là sự nội suy này được khẳng định do sự tính toán độ lún đặt trên cơ sở tính diện tích của đường cong ứng suất thẳng đứng, bằng hệ số I_B theo bề rộng B và $I_{(LB)}$ theo tỷ lệ L/B , điều này hoàn toàn hợp lý.

Trong tính toán độ lún do cốt kết, độ sâu chôn móng h_m ảnh hưởng đến tính nén trước và áp lực hữu hiệu của tải trọng, không ảnh hưởng như trong tính độ lún đàn hồi nên trong công thức này không xuất hiện hệ số ID

Ở đây không nói đến tính chính xác của công thức vì hiện nay chưa có công thức tính lún nào được khẳng định là chính xác, ngoài ra vì còn tùy thuộc vào các yếu tố tự nhiên khác. Vấn đề là nó phù hợp với công thức tính do Tiêu Chuẩn Xây Dựng VN đề ra. Nếu so với công thức của Terzaghi sẽ có khác biệt, bởi vì công thức Terzaghi trên cơ sở quan hệ tuyến tính của ε và $\log(p)$ không dùng E_0 như tiêu chuẩn VN, Trong công thức tính lún chúng ta cũng được biết đến công thức lớp tương đương của TSUTÔVIT (Nga) công thức cũng được chính tác giả minh chứng phù hợp với thực tế. Tuy nhiên tính theo công thức này chúng ta cũng phải dùng bản tra suy ra hệ số A_w trong công thức

$$s = \frac{0,8}{E_0} \cdot \sigma_0^{gl} \cdot A_w \cdot B$$

* Giảng viên cơ hữu Khoa Kỹ thuật – Công nghệ, Trường Đại học Mở Tp. HCM.

dựa vào hệ số nở hông m_0 của đất và tỷ số cạnh móng $a=L/B$

Kết quả tác giả tính toán được viết thành công thức:

$$s = 0.12 \frac{p}{E_0} (8 \times B + 3) \cdot \log(6 \cdot \alpha)$$

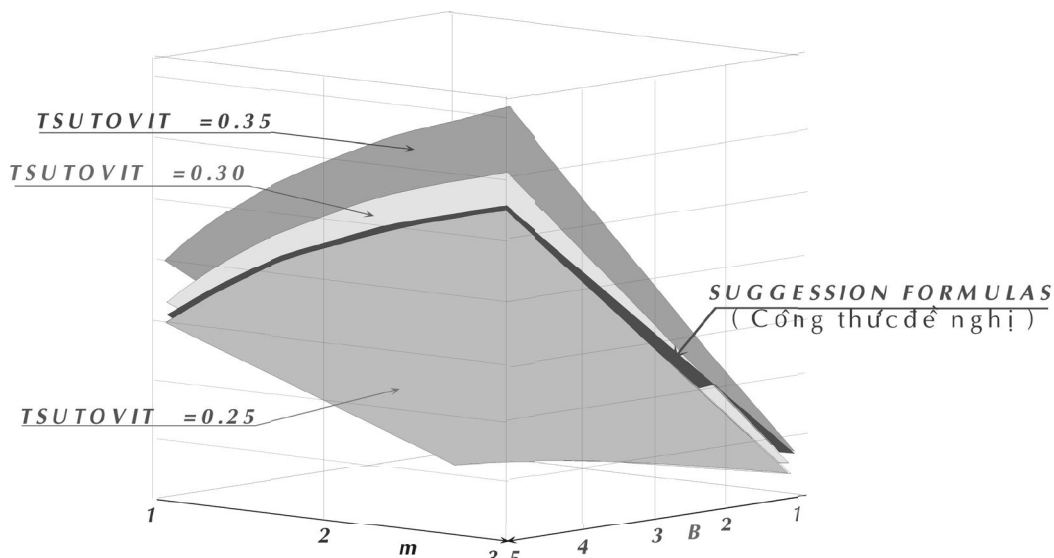
Trong đó:

p – là áp lực gây lún tại đáy móng còn kí hiệu σ_0^{gl} (kPa)

E_0 – Môđun biến dạng của đất hay

tương đương (kPa). Độ lún được tính với độ sâu tính lún là $H_z = L + 1,5 \cdot B$

Đánh giá công thức trên về mặt tiện lợi cho thấy ta có thể tính trực tiếp không cần dùng đến bảng tra. Nếu so sánh với phương pháp lớp tương đương với giá trị khi $\mu_0 = 0,25$ đến $0,30$, và nhỏ hơn khi $\mu_0 = 0,35$ (Sét dẻo). Lâu nay chúng ta cũng biết rằng dùng công thức của STU'TÔVIT thường cho kết quả lớn hơn tính theo quy phạm bởi vì TSU'TÔVIT vẫn xem độ lún tỷ lệ 1 theo B.



Hình 1

Như vậy công thức này nhằm mục đích tính nhanh khi cần phải ước tính độ lún của móng, khi không cần phải tra bảng $k(L/B, Z/B)$ điều mà hầu hết các kỹ sư khi tính toán thường cảm thấy không thoải mái khi phải dùng đến bảng tra này. Ngoài ra điều quan trọng là nó có thể tính cho nhiều kích thước móng khác nhau của $L \times B$ mà hầu như trong tất cả các công trình xây dựng đều có nhiều kích thước móng khác nhau, và cũng từ đó có thể suy ra được sự chênh lệch lún của các móng này.

Phạm vi sử dụng thích hợp là khi nền tương đối đồng nhất hay chênh lệch không lớn, vì ta phải quy ra hệ số tương đương của E_0 , với chiều sâu nén lún dưới đáy móng lấy $= L + 1,5B$.

Thí dụ: Móng $L=1,9\text{m}$, $B=1,5\text{m}$,

$$\alpha = \frac{L}{B} = 1.2 ; p = 263 \text{ kPa}$$

Chiều dày tính lún: $H_z \geq L + 1,5 \cdot B = 4,15\text{m}$

Module biến dạng tương đương:

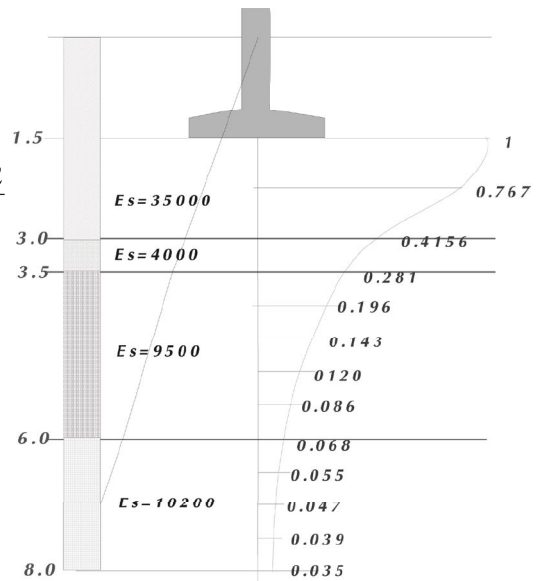
$$E_0 = \frac{35000 \times 1.5 + 4000 \times 0.5 + 9500 \times 2.5 + 10200 \times 2}{1.5 + 0.5 + 2.5 + 2}$$

$$= 15180 \text{ kPa}$$

Độ lún :

$$s = 0.12 \times \frac{263}{15180} \times 15 \times 0.857 = 26.7 \text{ mm}$$

Nếu tính theo quy phạm 45 – 78:



Hình 2

$$S = 0.8 \times 263 \left[\left(\frac{1}{2} + 0.767 + \frac{0.416}{2} \right) \frac{1.5}{35000} + \left(\frac{0.416 + 0.281}{2} \right) \frac{0.5}{4000} + \left(\frac{0.281}{2} + 0.196 + 0.143 + 0.12 + 0.086 + \frac{0.068}{2} \right) \frac{0.5}{10200} + \left(\frac{0.068}{2} + 0.055 + 0.047 + 0.039 + \frac{0.035}{2} \right) \frac{0.5}{10200} \right] = 25.8 \text{ mm}$$

II. ĐỘ LÚN MÓNG CỌC :

Quy phạm TCXD 205 – 1998 hướng dẫn tính toán độ lún của móng cọc dựa trên móng khối quy ước được xác định bằng 2 cách (Phụ lục H-2).

Cách 1^o: Theo Quy phạm cũ dựa theo QP Liên Xô là móng khối quy ước được xác định từ góc xiên $\pi/4$. Theo cách này thì tải trọng N_0^{tc} được truyền xuống tới mũi cọc cộng thêm *trọng lượng móng khối quy ước* W_{qu} , đã dẫn đến rất nhiều khó khăn thậm chí khi tính luôn luôn là không thoả nhất là khi cọc đặt trong đất sét bùn nhão ($B >> I$).

Thí dụ: Đất nền loại Bùn sét ($B > 1$) với các đặc trưng như sau:

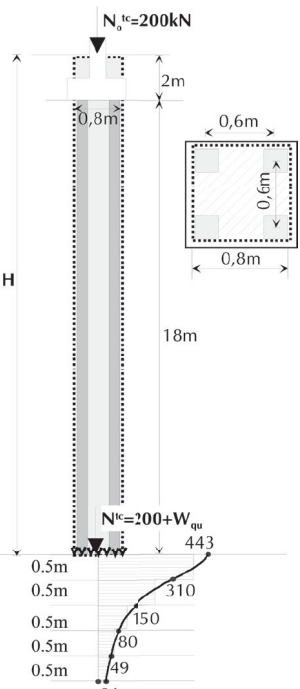
$$= 2^\circ \quad 0^\circ; c = 6 \text{ kPa}; \gamma = 15.5 \text{ kNm}^3; \gamma' = 5.5 \text{ kNm}^3$$

$$a_0 = 0.00045 \text{ m}^2/\text{kN} \text{ (được chia cho hệ số điều chỉnh } m_k = 4.5)$$

Cọc được dùng là 20 20cm dài 18mét mũi cọc đặt tại độ sâu 20mét khả năng chịu tải là $P_a = 60 \text{ kN}$ với hệ số an toàn $K_{at} = 2$. Tải trọng cột là $N_0^{tc} = 200 \text{ kN}$ (Hình 1).

Theo quy phạm tải trọng truyền đến mũi cọc là:

$$N_{tc} = N_0^{tc} + W_{qu} = N_0^{tc} + F_m \cdot \gamma'_{tb} \cdot H$$



HÌNH 1

Áp lực tại mũi cọc:

$$p_m = \frac{N_0^{tc}}{F_m} + \gamma'_{tb} \cdot H, \text{ trong đó: } \gamma'_{tb} = (22-10) = 12 \text{ kN/m}^3$$

Ứng suất phụ thêm (gây lún):

$$\sigma_0^{gl} = p_m - \gamma' \cdot H = \frac{N_0^{tc}}{F_m} + (\gamma'_{tb} - \gamma') \cdot H = \frac{N_0^{tc}}{F_m} + 6,5 \times H$$

Điều này dẫn đến một nghịch lý là “*chiều sâu H càng lớn thì ứng suất phụ thêm càng lớn hơn ban đầu*” và trong điều kiện như trên khi kiểm tra ứng suất tại mũi cọc sẽ không thỏa được điều kiện $p_m < R^{tc}$, đồng thời tính ra độ lún S sẽ lớn hơn S_{gh}

$$\text{Với } A_m = 0.8 \cdot 0.8 = 0.64 \text{ m}^2; H = 20 \text{ m};$$

$$p_m = 552 \text{ kPa} > R^{tc} = 150 \text{ kPa}$$

$$\sigma_0^{gl} = 443 \text{ kPa, tính phân bố cho chiều sâu 2,5 mét (Hình 1)}$$

ta được độ lún:

$$S = a_0 \times \sum \sigma_i \cdot h_i = 0,00045 \left(\frac{443}{2} + 310 + 150 + 80 + 49 + \frac{31}{2} \right) \cdot 0,5 = 0,186 \text{ m}$$

vượt quá giới hạn **8cm**

Thực tế cho thấy sử dụng với tải trọng trên móng gần như **không bị lún**.

Phụ lục **H.2** còn chỉ dẫn xác định ranh giới móng quy ước theo cách 2° trong điều kiện đất đồng nhất dựa trên phương pháp của TERZAGHI. Theo cách này thì tải trọng tại chân cột N_0^{tc} sẽ được truyền xuống trực tiếp tại độ sâu 2/3 chiều dài cọc đồng thời không cộng thêm trong lượng móng khối quy ước. Có nghĩa là tại độ sâu này áp lực sẽ xem là phân

đều theo giá trị: $p_m = \frac{N_0^{tc}}{F_m}$, đồng thời phân bố theo góc $= 30^\circ$ hay đơn

giản hơn theo độ dốc $\frac{1}{2}$. Điều cần lưu ý thêm là theo quan điểm tính lún của TERZAGHI, việc tính lún dựa trên chỉ tiêu là chỉ số nén C_c (*Compression Index*) và tính theo công thức:

$$S = 2,3 \times C_c \cdot \left(\frac{h}{1 + \epsilon_0} \right) \log_{10} \left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \right)$$

Ở đây nếu ta áp dụng quan điểm của TERZAGHI và dùng công thức trước đó thì kết quả cho ra như sau (với góc truyền lực là $\frac{1}{2}$):

$$\text{Áp lực tại móng khối quy ước: } p_m = \frac{200}{0,64} = 321 \text{ kPa}$$

$$\text{Ứng suất phụ thêm: } \sigma_a^{gl} = 312 - 14 \cdot 5,5 = 235 \text{ kPa}$$

$$\text{Phân bố tại vị trí a: } \sigma_a^{gl} = \frac{(0,8)^2}{(1 + 0,8)^2} \times 235 = 47 \text{ kPa}$$

$$\text{Phân bố tại vị trí b: } \sigma_b^{gl} = \frac{(0,8)^2}{(4 + 0,8)^2} \times 235 = 7 \text{ kPa}$$

$$\text{Độ lún: } S = 0,00045 (47 \cdot 2 + 7 \cdot 4) = 0,06 \text{ mét [OK].}$$



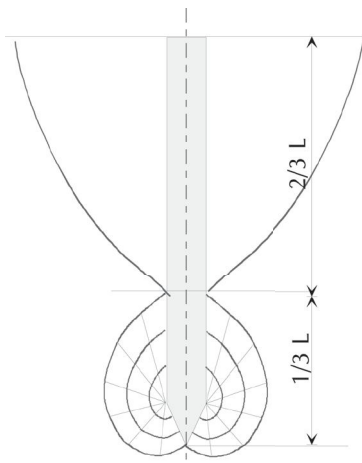
HÌNH 2

Ghi chú: Do ứng suất phụ thêm truyền đến mũi cọc còn quá nhỏ nên chiều dày lớp chịu nén lún chỉ tính cho $6\text{m} = 1/3$ chiều dài cọc

NHẬN XÉT:

1. Việc truyền tải trọng N_o^{tc} đến vị trí $2/3$ chiều dài cọc nhằm bỏ đi cái nghịch lý là “chiều sâu H càng lớn thì ứng suất phụ thêm càng lớn hơn ban đầu” Thực chất đây là cọc ma sát (cọc treo) với sức mang hầu hết là do bám dính xung quanh cọc do đó tải trọng được cân bằng với tổng ma sát này và vì vậy khi đến mũi cọc ứng suất sẽ gần như không còn. Với tải trọng $N = 200\text{kN}$, lực bám dính $c = 6\text{kPa}$, tính cọc như là 1 “bó” (nhóm), cũng theo chỉ dẫn cách tính của TERZAGHI như sau: chu vi bó $U = 4 \times 0,8 = 3,2\text{m}$, diện tích xung quanh $S_{xq} = 3,2 \times 18 = 57,6\text{m}^2$, tổng lực bám dính xung quanh là $F_{xq} = 57,6 \times 6 = 345\text{kN} > N = 200\text{kN}$, khi đó áp lực tại mũi cọc gần như không còn.

2. Quan điểm của TERZAGHI khi xem nhóm cọc lún trong phạm vi $1/3$ chiều dài cọc và trở xuống bên lớp đất dưới có thể hiểu là do ứng suất tập trung lớn tại vùng



HÌNH 3

dưới mũi cọc (HÌNH 3) là vùng cũng có lực bám dính ở mũi cọc tùy thuộc vào ma sát φ . Ngoài ra xem góc truyền lực bằng 30° hay độ dốc $1/2$ có thể là khá lớn cho loại đất bùn sét này, nên chẳng có thể lấy thấp hơn là $(15 - 18)^\circ$ hay độ dốc $1/3$.

KẾT LUẬN:

Hầu như ít nhiều chúng ta đều gặp trường hợp này do địa chất của khu vực đồng bằng Nam bộ đều có chỉ tiêu như trên, do đó để thuận lợi chúng ta ứng dụng theo chỉ dẫn cách 2o với góc truyền lực đơn giản là $1/2$ và tính lún bắt đầu trong phạm vi $1/3$ chiều dài cọc trở xuống. Với cách tính này nếu lấy tích phân ta sẽ được kết quả sau:

$$1. \text{Đài móng vuông } (\alpha = \frac{L}{B} = 1):$$

Áp lực phụ thêm tại độ sâu h:

$$\sigma_i^{gl} = \frac{N_o^{tc}}{(B+h)^2} = \frac{N_o^{tc}}{B^2(1+\lambda)^2}; \text{ với } h = \lambda \times B$$

Độ lún được lấy tích phân đến độ sâu $h = \lambda \times B$ là:

$$S = a_o \cdot \int \sigma_i^{gl} \cdot dh = a_o \cdot \frac{\lambda}{(1+\lambda)} \cdot \frac{N_o^{tc}}{B}$$

$$\lambda = \frac{\text{Chiều dày vùng nén chặt, tính lún } h}{\text{Bề rộng quy ước đài } B}$$

. Khi tính ta có thể lấy $\lambda = (2 \rightarrow 3)$

Với thí dụ trên thì ta có:

$$S = 0,00045 \cdot \frac{3}{1+3} \cdot \frac{200}{0,8} = 0,084\text{m} \text{ [OK]}$$

Về mặt toán học công thức trên tính toán đơn giản và hợp lý hơn là khi ta chia chiều dày chịu nén thành nhiều lớp để tính.

2. Đài móng hình chữ nhật ($\alpha = \frac{L}{B}$ 1):

Áp lực phụ thêm tại độ sâu h:

$$\sigma_i^{gl} = \frac{N_o^{tc}}{(B+h)(L+h)} = \frac{N_o^{tc}}{B^2(1+\lambda)(\alpha+\lambda)}$$

Độ lún được lấy tích phân đến độ sâu

$h = \lambda \times B$ là:

$$S = a_o \cdot \int \sigma_i^{gl} \cdot dh = a_o \cdot \frac{\ln\left(\frac{\alpha(1+\lambda)}{\alpha+\lambda}\right)}{(\alpha-1)} \cdot \frac{N_o^{tc}}{B}$$

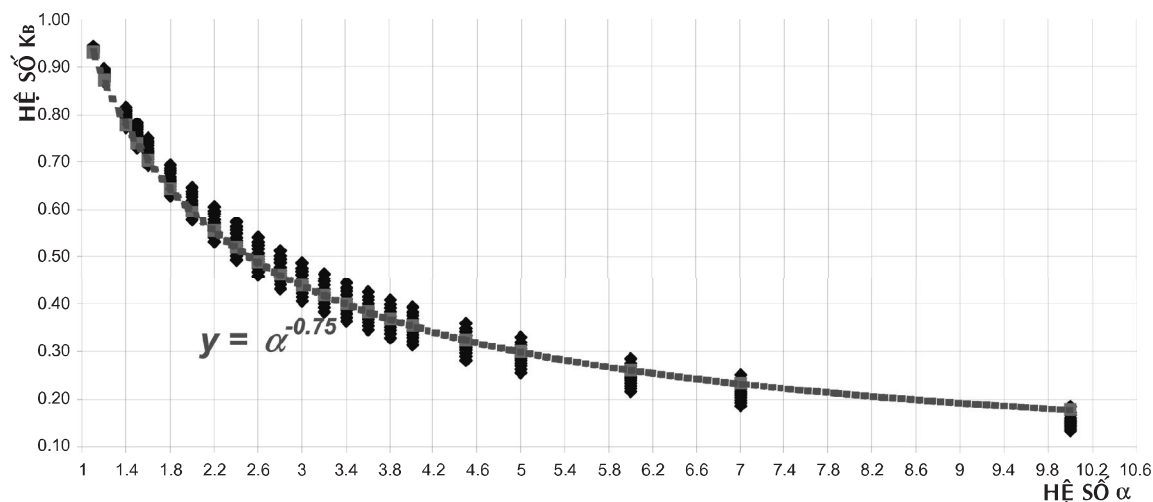
Lập tỷ số:

$$F_B = \frac{S(\text{chủ nhật})}{S(\text{vuông})} = \frac{\ln\left(\frac{\alpha(1+\lambda)}{\alpha+\lambda}\right)}{(\alpha-1)\lambda} (1+\lambda),$$

, số này thay đổi rất ít so với λ , có thể lấy theo bảng tra sau theo hệ số a và l :

$l \rightarrow$ $a \downarrow$	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.5	3	3.5	4	5
1.1	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95
1.2	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.90
1.4	0.77	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.82
1.5	0.73	0.74	0.74	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	0.77	0.77	0.78	0.78
1.6	0.69	0.70	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73	0.74	0.74	0.75
1.8	0.63	0.64	0.64	0.65	0.65	0.66	0.66	0.67	0.68	0.68	0.69	0.69
2	0.58	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65
2.2	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.61
2.4	0.49	0.50	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.54	0.55	0.56	0.56	0.57
2.6	0.46	0.47	0.48	0.48	0.49	0.50	0.50	0.51	0.52	0.52	0.53	0.54
2.8	0.43	0.44	0.45	0.45	0.46	0.47	0.47	0.48	0.49	0.50	0.50	0.51
3	0.41	0.41	0.42	0.43	0.44	0.44	0.45	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49
3.2	0.38	0.39	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.45	0.46
3.4	0.36	0.37	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.42	0.43	0.43	0.44
3.6	0.34	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.38	0.39	0.40	0.41	0.41	0.43
3.8	0.33	0.34	0.34	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41
4	0.31	0.32	0.33	0.34	0.34	0.35	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39

Biểu đồ F_B theo α và λ



Do hệ số F_B thay đổi rất ít so với λ , có thể bỏ qua, khi đó hàm số trên có thể lấy gần đúng là:

$$F_B = \frac{1}{\alpha^{0.75}}$$

Tổng hợp lại cho công thức sau:

$$S = a_o \cdot \frac{\lambda}{(1+\lambda) \cdot \alpha^{0.75}} \cdot \frac{N_o^{tc}}{B}$$

trong đó $\alpha = \frac{L}{B}; \lambda = \frac{h}{B}$

Trong trường hợp lớp đất chịu nén gồm nhiều lớp ta cũng có thể sử dụng công thức trên như sau:

$$S = \frac{N_o^{tc}}{B} \times \sum a_{oi} \cdot \frac{\lambda_i}{(1+\lambda_i)(1+\lambda_{i-1}) \cdot \alpha^{0.75}}$$

trong đó: $\lambda_i = \frac{h_i}{B}$;

h_i : là chiều dày lớp chịu nén thứ i
($h_o = 0$)