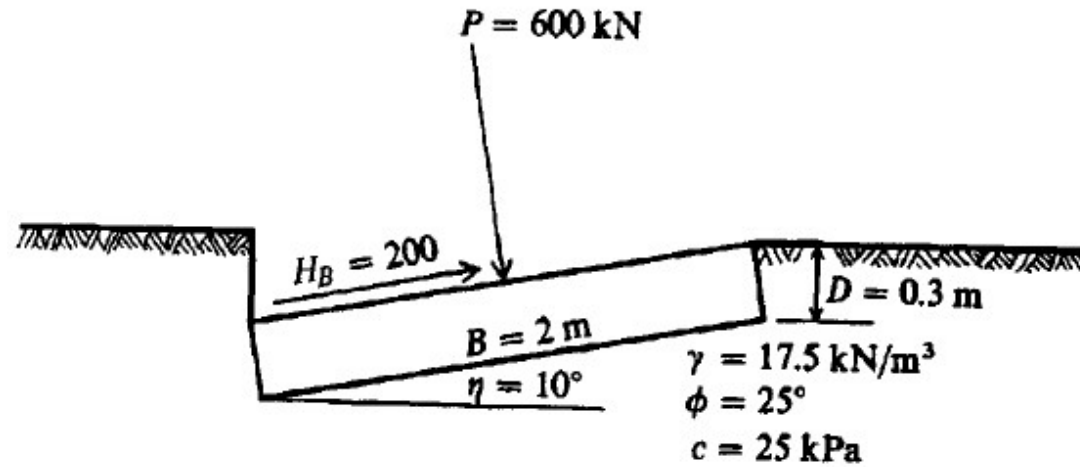




BRINCH HANSEN TAŞIMA GÜCÜ FORMÜLÜ

DOÇ. DR. ERDAL UNCUOĞLU
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
2020





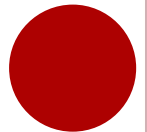
2.0 m x 2.0 m boyutlarındaki kare temelin boyutları, güvenlik katsayısının 3 olduğu durumda, uygulanan yükleri karşılamak için yeterli midir?

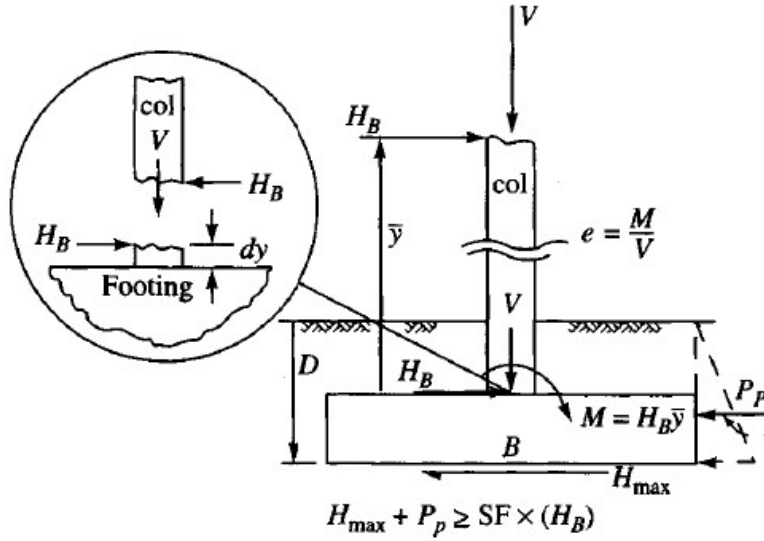
Hansen' in taşıma gücü yaklaşımına getirdiği yenilikler aşağıda sıralanmıştır.

- Yükleme, eksantrik veya eğik ya da hem eksantrik hem eğik olabilir.
- Temel daima sınırlı bir L uzunluğuna sahiptir ve temelin şekli dikdörtgen olmayabilir.
- Temel tabanı ya da zemin yüzeyi eğimli olabilir.

Hansen Taşıma Gücü Eşitliği

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B'N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$





δ = friction angle between
base and soil ($.5\phi \leq \delta \leq \phi$)

$A_f = B'L'$ (effective area)

c_a = base adhesion (0.6 to 1.0c)

Öncelikle; temelin $H_B = 200$ kN değerindeki yatay yük etkisinde kaymaya karşı stabil olup olmadığı kontrol edilir. Burada; dikkat edilirse temel derinliği temelin her iki kenarında farklı derinliktedir. Temel derinliği olarak küçük olan derinlik göz önüne alınarak hesaplama yapılır. 0.3 m' lik temel derinliği boyunca oluşacak pasif direnç hesaplamalarda ihmal edilecektir.

Soruda; temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısı, δ' nın $\delta = \phi$ olarak ve adhezyon katsayısı, c_a 'nın da $c_a = c$ olarak alınacağı belirtilmiştir.

A_f , efektif temel alanı olup bu soruda eksantrik bir yükleme durumu olmadığından

$A_f = 2 \times 2 = 4.0 \text{ m}^2$ olarak göz önüne alınacaktır.

Temel tabanı boyunca kaymaya karşı maksimum direnç, $H_{\max} = V \tan \delta + c_a A_f$ kadar olup $H_{\max} = (600 \times \tan 25) + (25 \times 4) = 379.78 \text{ kN}$ olup $> 200 \text{ kN}$ olduğundan temel sistemi yatayda kaymaya karşı stabildir denilir. Kayma tahkiki için güvenlik katsayısı değeri ise $379.78 / 200 = 1.90$ olarak elde edilir.

Verilen soruda düşey yük taşıma kapasitesi hesaplanırken ilk olarak taşıma gücü katsayıları olan N_c , N_q ve N_γ değerleri elde edilir. Bunun için yapılacak olan ilk şey taşıma gücü katsayılarının hesaplanmasında kullanılacak ϕ açısına karar vermektir. Soruda, $\phi = 25^\circ$ olarak verilmiştir.

For: $L/B \leq 2$ use ϕ_{tr}

$L/B > 2$ use $\phi_{ps} = 1.5 \phi_{tr} - 17^\circ$

$\phi_{tr} \leq 34^\circ$ use $\phi_{tr} = \phi_{ps}$

Verilen soruda;

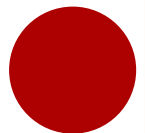
$L/B = 2/2 = 1 \leq 2$ ve $\phi = 25^\circ \leq 34^\circ$ olduğundan $\phi = 25^\circ$ kullanılarak taşıma gücü katsayıları hesaplanır.

Hansen (1970) taşıma gücü katsayıları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanacaktır.

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi = 20.80$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2) = 10.70$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \cdot \tan \phi = 6.80$$



Bu aşamadan sonra taşıma gücü eşitliği içerisinde yer alan derinlik katsayıları, şekil katsayıları, yük eğim katsayıları, zemin yüzeyi eğim katsayıları ve temel tabanı eğim katsayıları hesaplanacaktır. Tabloda verilen eşitlikler; ya sadece düşey yük etkimesi ya da düşey yük ile beraber bir H_B yatay yükünün birlikte etkimesi durumunda uygundur.

Derinlik katsayıları hesaplanmadan önce k katsayısının seçimine karar verilmelidir. Bu amaçla da temel derinliği, D_f ve temel genişliği, B 'nin bilinmesine ihtiyaç vardır.

$$k = D/B \text{ for } D/B \leq 1$$

$$k = \tan^{-1}(D/B) \text{ for } D/B > 1$$

k in radians

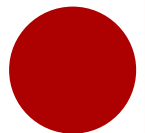
$$D_f / B = 0.3 / 2.0 = 0.15 \leq 1$$

$$k = D_f / B = 0.3 / 2.0 = 0.15$$

$$d_c = 1.06$$

$$d_q = 1.05$$

$$d_\gamma = 1.0$$



Eğim katsayıları hesaplanır ve böylelikle de şekil katsayılarının hesaplanmasına geçilebilir.

$$V + A_f c_a \cot \phi = 600 + 4 \times 25 \times \cot 25^\circ = 814.45$$

Bowles, Hansen Taşıma Gücü Teorisinde kullanılacak eğim katsayılarına ait α üs değerlerinin i_q için 2 ile 3 aralığında ve i_γ için de 3 ile 4 aralığında bir değer kullanılmasını tavsiye etmiştir.

Bu soruda, $\alpha_1 = 3$ ve $\alpha_2 = 4$ olarak kullanılmıştır.

Bu soruda, $\alpha_1 = 3$ ve $\alpha_2 = 4$ olarak kullanılmıştır.

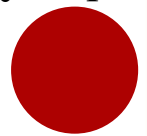
$$i_{q,B} = \left[1 - \frac{0.5 \times 200}{814.45}\right]^{3.0} = 0.675$$

$$i_{c,B} = 0.675 - \frac{1 - 0.675}{10.7 - 1} = 0.641$$

$$i_{\gamma,B} = \left[1 - \frac{\left(0.7 - \frac{10}{450}\right) \times 200}{814.45}\right]^{4.0} = 0.482$$

$\phi=0$ suya doymun kil zemin durumunda; s'_c , d'_c , i'_c , g'_c ve b'_c parametreleri kullanılır.

$\phi=0$ için limit değer $\pi+2 = 5.14 = N_c$ olup $N_q = 1.0$ ve $N_\gamma = 0$ dır.



Şekil katsayıları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilir. Bununla birlikte aşağıdaki hususlara da dikkat edilmelidir.

Düşey yük ile beraber bir H_L yatay yükü etkiyorsa (ve $H_B = 0$ ya da $H_B > 0$ ise) bu durumda şekil ve derinlik katsayıları hem B hem de L boyutu için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Sonrasında; hem B hem de L doğrultusu için elde edilen parametreler ile q_u değeri hesaplanarak küçük olan q_u değeri taşıma gücü olarak seçilir.

s_γ değeri < 0.6 olarak bulunursa 0.6 değeri kullanılır. Bu değer > 0.6 olduğunda hesap sonucu bulunan değer kullanılır.

$$s_{c,B} = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B' i_{c,B}}{L} = 1 + 0.514[2(0.641)]/2 = \mathbf{1.329}$$

$$s_{q,B} = 1 + \sin \phi \left(\frac{B' i_{q,B}}{L} \right) = 1 + \sin 25^\circ [2(0.675)/2.0] = \mathbf{1.285}$$

$$s_{\gamma,B} = 1 - 0.4 \left(\frac{B' i_{\gamma,B}}{L i_{\gamma,L}} \right) = 1 - 0.4[(2 \times 0.481)/(2 \times 1)] = \mathbf{0.808} > 0.60$$

$$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$$

Soruda görüldüğü gibi temel tabanı yatayla 10° lik açı yapmaktadır. Temel tabanının yatay olmadığı belirli bir açı ile zemine oturduğu durumda taşıma gücündeki değişimi ifade eden b katsayıları aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

Aşağıdaki formüllerde yer alan η değeri radyan cinsinden tanımlanmıştır.

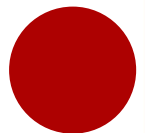
Soruda verilen şekle bakıldığında temelin her iki kenarında da zemin yüzeyinin yatay olduğu ve $\beta=0$ olduğu görülmektedir. Bu nedenle temelin şevde olması durumunda taşıma gücündeki değişimi göz önüne alan g katsayıları $g_c = g_q = g_\gamma = 1.0$ olacaktır.

$$\eta^\circ = 10^\circ = 0.175 \text{ radians}$$

$$b_{c,B} = 1 - \eta^\circ/147^\circ = 1 - 10/147 = \mathbf{0.93}$$

$$b_{q,B} = \exp(-2\eta \tan \phi) = \exp[-2(.175)(\tan 25)] = \mathbf{0.849}$$

$$b_{\gamma,B} = \exp(-2.7\eta \tan \phi) = e^{-2.7 \times 0.175 \times 0.466} = \mathbf{0.802}$$



Elde edilen katsayılar taşıma gücü formülünde yerine konursa aşağıdaki taşıma gücü değeri elde edilecektir.

Güvenlik katsayısının 3 olduğu durum için izin verilebilir taşıma gücü değeri hesaplanmıştır. İzin verilebilir taşıma gücü değeri temel alanı ile çarpılarak düşey tasarım yüküne geçiş yapılır. Bu değer 600 kN ile karşılaştırılarak temel boyutlarının yeterli olup olmadığı değerlendirilir.

$$\begin{aligned} q_{ult} &= 25(20.7)(1.329)(1.06)(0.641)(0.93) + \\ &\quad 0.3(17.5)(10.7)(1.285)(1.05)(0.675)(0.849) + \\ &\quad \frac{1}{2}(17.5)(2.0)(6.8)(0.808)(1.0)(0.481)(0.802) \\ &= 434.6 + 43.4 + 37.1 = 515.1 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$q_a = q_{ult}/3 = 515.1/3 = 171.7 \rightarrow \mathbf{170 \text{ kPa}} \quad (\text{rounding})$$

$$P_{allow} = A_f \times q_a = (B \times L)q_a = (2 \times 2 \times 170) = 680 \text{ kPa} > 600$$

