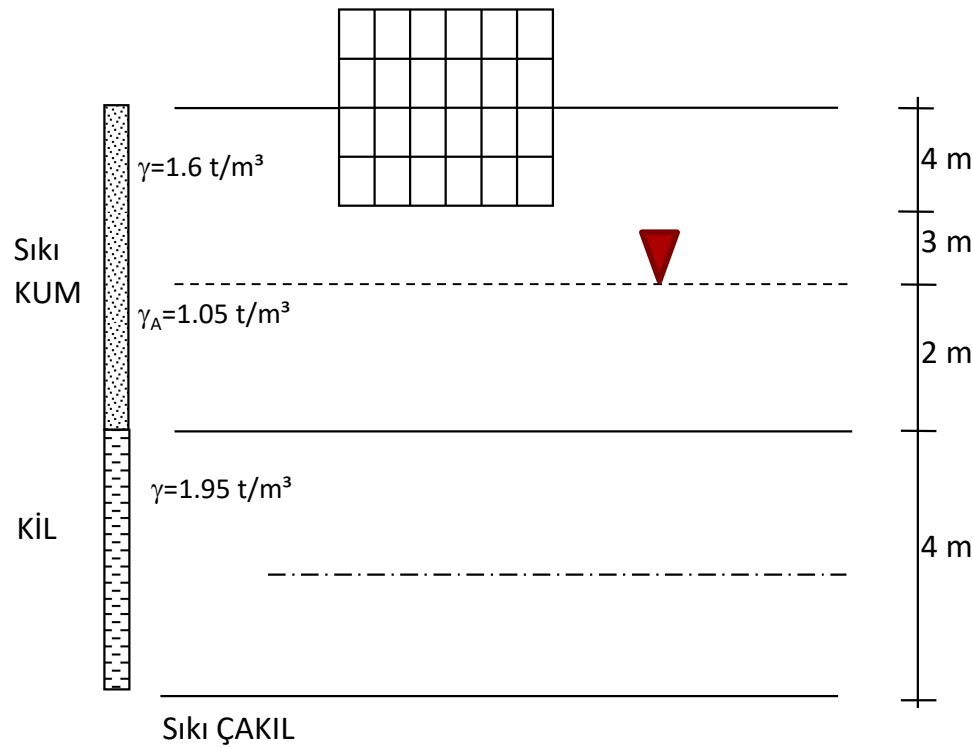




ANİ VE KONSOLİDASYON OTURMALARININ HESABI

DOÇ. DR. ERDAL UNCUOĞLU
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
2020





Yapı, plandaki boyutu 10x20 m olan radye bir temelle taşınmaktadır. Üst yapı ve temel yapısı ağırlığı toplamı 4000 tondur. Temel derinliği 4 metredir. Kıl numunesi üzerinde yapılan drenajsız üç eksenli basınç deneylerinden, $E=200 \text{ kg/cm}^2$ bulunmuştur. Sıkı kum ve çakıl tabakalarının oturmaları ihmal edilebilir. Bu duruma göre temelin merkezi ve köşesi altındaki;

- ✓ Nihai konsolidasyon oturmasını bulunuz,
- ✓ Ani oturmayı bulunuz,

Kıl zeminden alınan numune üzerinde yapılan konsolidasyon deneyinin sonuçları aşağıda verilmiştir.

ΔP , Basınç Kademesi (kg/cm^2)

0.12-0.24

0.24-0.57

0.57-1.13

1.13-2.50

2.50-4.46

4.46-8.92

m_v (cm^2/kg)

0.0313

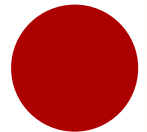
0.0494

0.0336

0.0252

0.0178

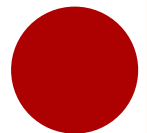
0.0090

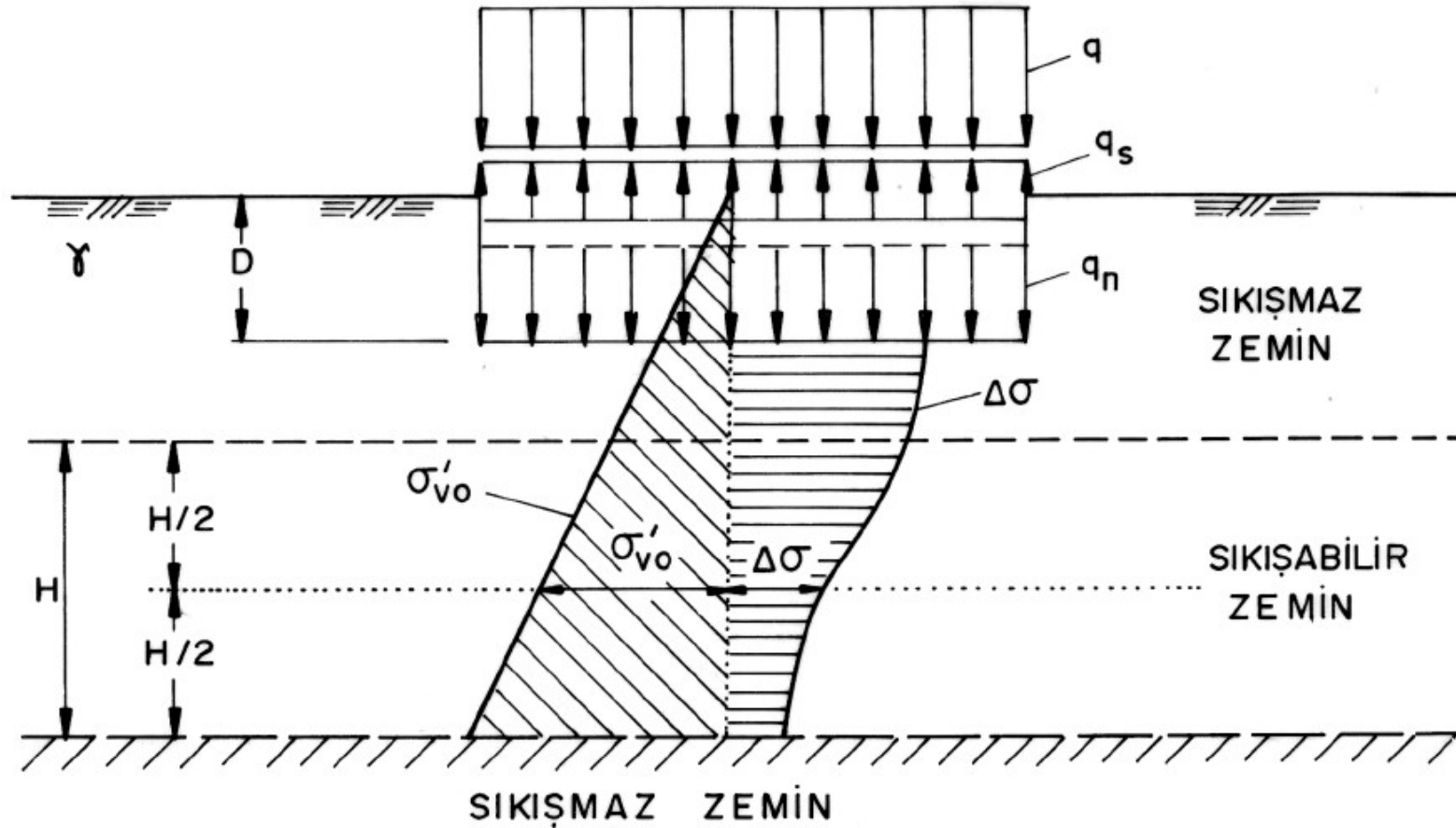


Kil tabakasındaki konsolidasyon oturması, $s_c = m_v \Delta p H$ bağıntısı ile bulunacaktır. Δp , oturma hesaplanacak tabakanın ortasından geçen düzlemin derinliğine göre elde edilen gerilme artışı değeridir. Nihai oturma hesaplarında kullanılacak basınçların efektif basınç olması gerektiği unutulmamalıdır.

Temel merkezi düşeyindeki konsolidasyon oturmasının hesaplanması için gerekli hacimsel sıkışma katsayısı, m_v , $\sigma'_{vo} - \sigma'_{vo} + \Delta p$ aralığı belirlenerek elde edilir. σ'_{vo} , kil tabakası orta düzlemindeki düşey efektif gerilmedir. Δp ya da $\Delta \sigma$ ise kil tabakası orta düzlemindeki yapı yükünden kaynaklı gerilme artışı değeridir.

Oturmaya neden olan net taban basıncı değeri, yapı ağırlığı ve kazı ağırlığı arasındaki farkın temel alanına bölünmesi ile elde edilebilir. Soruda, yapı ağırlığı 4000 ton olarak verilmiştir. Bununla birlikte; yapı, 10.0 m x 20.0 m boyutlarında bir radye temel ile taşınacak olup temel derinliği 4.0 m dir.





- γ : zeminin toplam birim ağırlığı
- D : temel derinliği
- q : brüt zemin gerilmesi (yapı+temel ağırlığının yarattığı gerilme)
- q_s : temel kazısı nedeniyle kaldırılan zeminin sürşarj etkisi, γD
- $q_n = q - q_s$: net zemin gerilmesi
- $\Delta\sigma$: temel seviyesindeki net gerilme artışı nedeniyle sıkışabilir zemin tabakasında düşey gerilme artışı

Yapı inşa edilmeden önce kil tabakasının ortasında geçen düzleme göre efektif gerilme değeri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\sigma'_{\text{vo-11m}} = (7.0 \times 1.60) + (2.0 \times 1.05) + (2.0 \times (1.95-1.00)) = 15.20 \text{ t/m}^2 = 1.52 \text{ kg/cm}^2$$

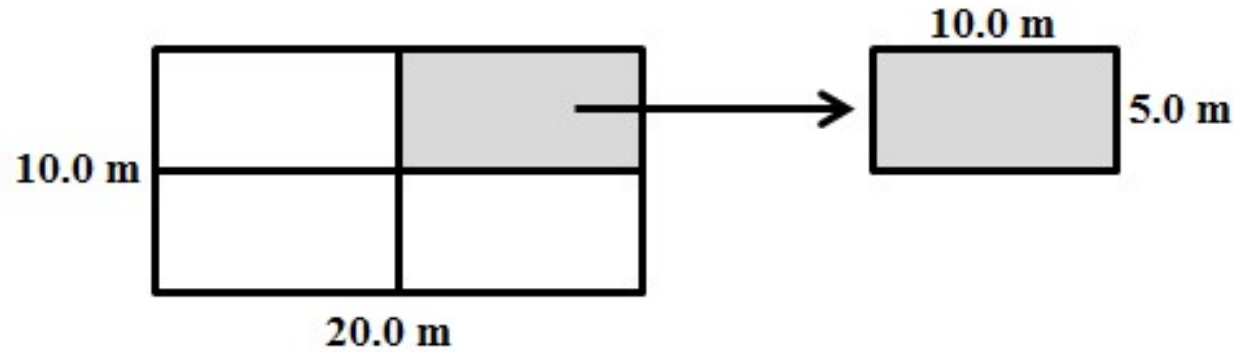
$$W_{\text{hafriyat}} = 10.0 \times 20.0 \times 4.0 \times 1.6 = 1280.0 \text{ ton}$$

$$W_{\text{net}} = 4000 - 1280 = 2720.0 \text{ ton}$$

$$q_{\text{net}} = 2720 / (10 \times 20) = 13.6 \text{ t/m}^2 = 1.36 \text{ kg/cm}^2$$

Net taban basıncı nedeni ile kil tabakasında meydana gelecek gerilme artışları, kil tabakasında konsolidasyon oturmalarına ve ani oturmalara neden olacaktır.

Kil tabakasındaki konsolidasyon ve ani oturma değerleri hem temel merkezi düşeyinde hemde temel köşesi düşeyinde hesaplanarak elde edilen konsolidasyon ve ani oturma değerlerinin toplanması ile toplam oturma miktarı elde edilecektir.



Yapı yükünden dolayı temel merkezi düşeyinde kil tabakası orta düzleminde meydana gelen gerilme artışı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

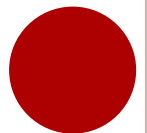
Bu durumda gerilme artışı hesaplanacak derinlik $z = 7.0$ m olacaktır.

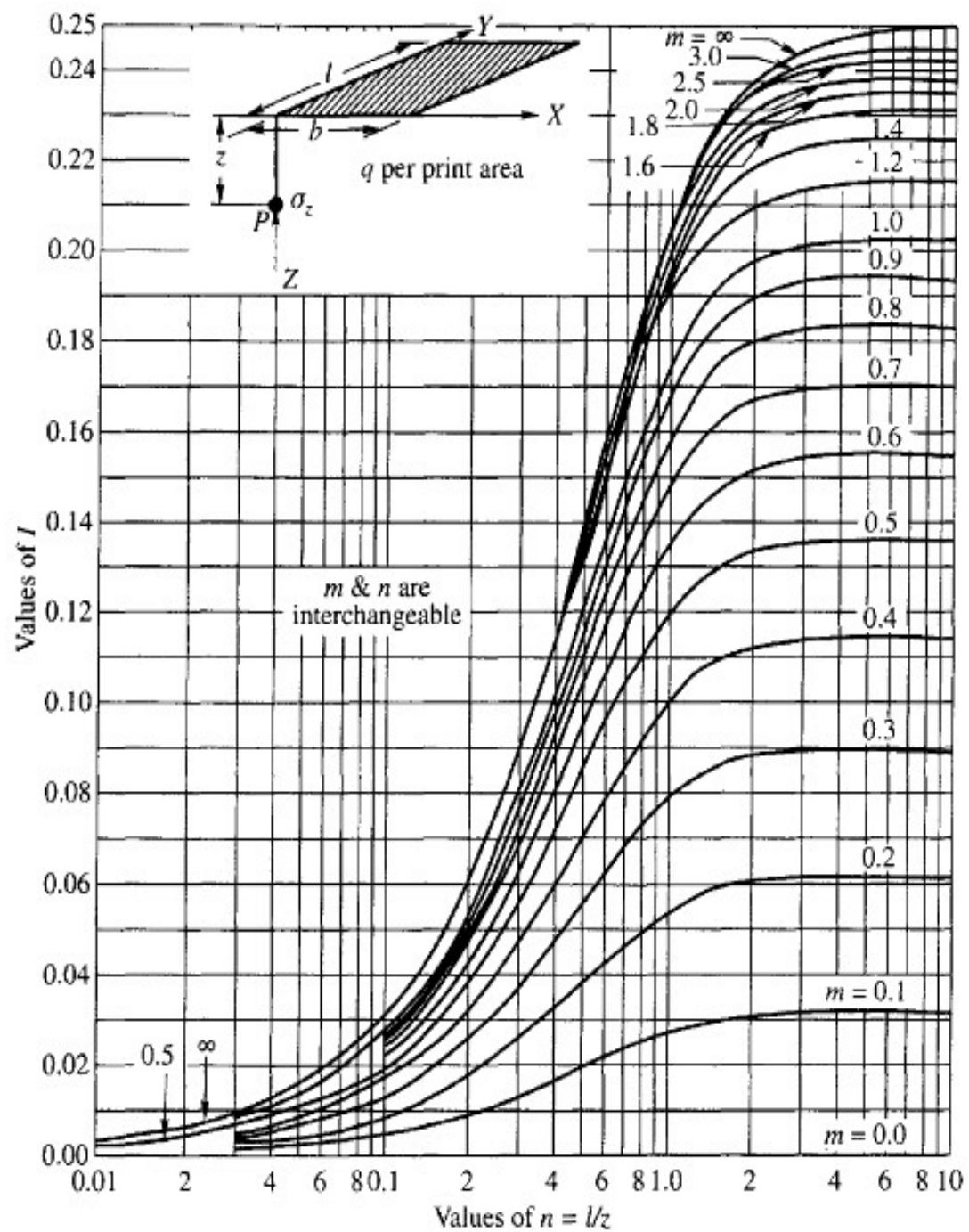
$$m = B/z = 5 / 7 = 0.71$$

$$n = L/z = 10 / 7 = 1.42$$

$I_p = 0.165$ olarak grafikten okunur.

$$\Delta p = q_{\text{net}} \times I_p \times m = 1.36 \times 0.165 \times 4 \approx 0.90 \text{ kg/cm}^2$$





Graph for determining influence value for vertical normal stress σ_z at point P located beneath one corner of a uniformly loaded rectangular area. (After Fadum, 1948)

Yapı yükünden dolayı temel köşesi düşeyinde kil tabakası orta düzleminde meydana gelen gerilme artışı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

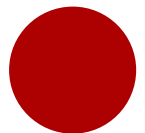
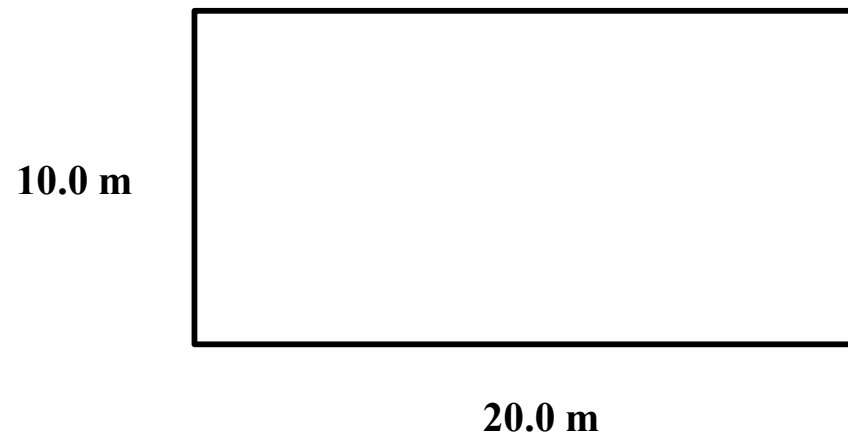
Bu durumda gerilme artışı hesaplanacak derinlik $z = 7.0$ m olacaktır.

$$m = B/z = 10 / 7 = 1.42$$

$$n = L/z = 20 / 7 = 2.85$$

$I_p = 0.225$ olarak grafikten okunur.

$$\Delta p = q_{\text{net}} \times I_p \times m = 1.36 \times 0.225 \times 1 \approx 0.306 \text{ kg/cm}^2$$



$$\sigma'_{vo} = 1.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_{vo} + \Delta p = 1.52 + 0.90 \text{ kg/cm}^2 = 2.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_{vo} - \sigma'_{vo} + \Delta p = 1.52 - 2.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$m_v = 0.0252 \text{ cm}^2/\text{kg} \text{ seçilir.}$$

$$S_{c\text{-merkez}} = 0.0252 \times 0.90 \times 400 = 9.07 \text{ cm}$$

Temel köşesi düşeyindeki oturmanın hesaplanması için gerekli hacimsel sıkışma katsayısı, m_v , $\sigma'_{vo} - \sigma'_{vo} + \Delta p$ aralığı belirlenerek elde edilir.

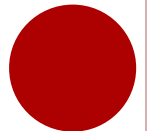
$$\sigma'_{vo} = 1.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_{vo} + \Delta p = 1.52 + 0.306 \text{ kg/cm}^2 = 1.826 \text{ kg/cm}^2$$

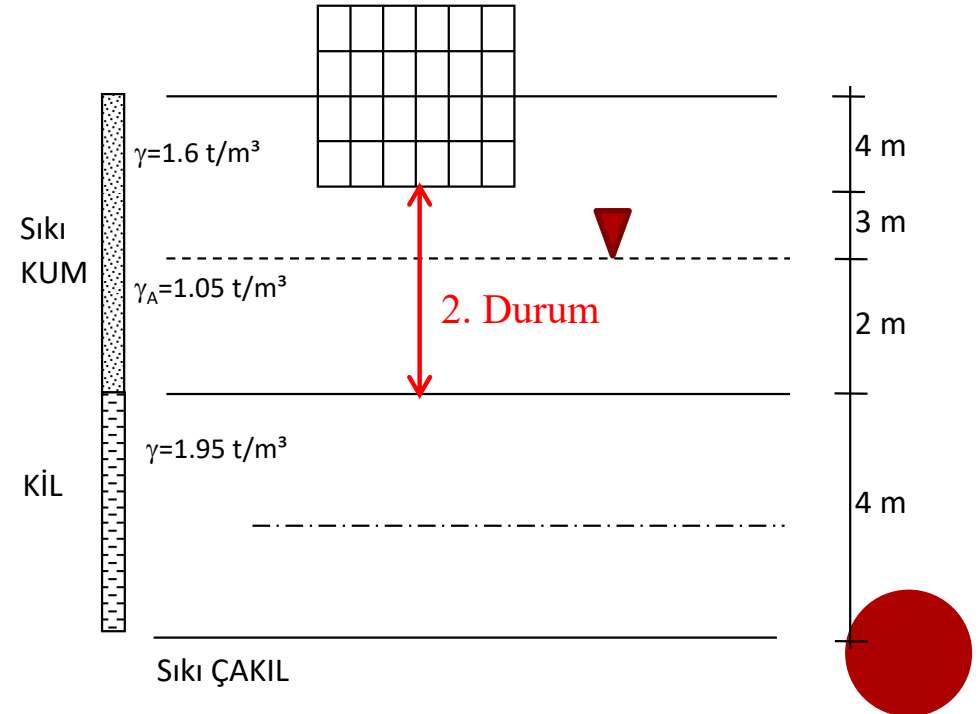
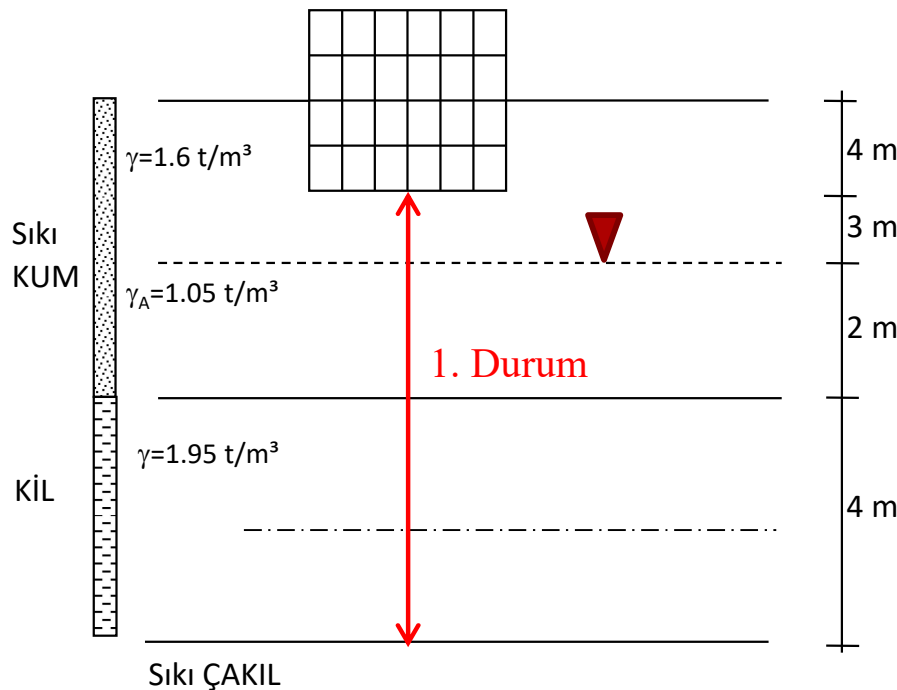
$$\sigma'_{vo} - \sigma'_{vo} + \Delta p = 1.52 - 1.826 \text{ kg/cm}^2$$

$$m_v = 0.0252 \text{ cm}^2/\text{kg} \text{ seçilir.}$$

$$S_{c\text{-köşe}} = 0.0252 \times 0.306 \times 400 = 3.08 \text{ cm}$$



Kil tabakası suya doymun olduğu için poisson oranı, $\mu = 0.5$ olarak alınacaktır. Elastisite teorisinde süperpozisyon prensibi bulunmasından yola çıkılarak önce temel tabanından itibaren kil tabakasının bitimine kadar tüm zeminin kil olduğu kabul edilerek bu duruma karşılık gelen ani oturma miktarı hesaplanarak s_{i-1} elde edilir. Benzer şekilde; temel tabanından itibaren kil tabakasının başlangıcına kadar olan zeminin kil zemin olduğu kabul edilerek bu duruma karşılık gelen ani oturma miktarı hesaplanarak s_{i-2} elde edilir. Her iki ani oturma miktarının farkı alınarak aranan ani oturma miktarı, $s_i = s_{i-1} - s_{i-2}$ bulunur.



Temel merkezi altında kil tabakasında meydana gelecek ani oturma miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

Hesaplamalar, temel taban alanı 4 eşit parçaya bölünerek yapılacağından

$$B' = B / 2 = 10 / 2 = 5 \text{ m}$$

$$L' = L / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ m}$$

Olarak göz önüne alınmalıdır. Derinlik faktörü I_F hesabında ise temelin tam boyutları dikkate alınır.

s_{i-1} hesabı için $z = 9 \text{ m}$ ve $N = H / B' = z / B' = 1.8$ ve $M = L' / B' = 2$ olur. Abakta verilmiş olan değerlere bakıldığında $N = 1.5$ ve $N = 2.0$ değerleri bulunduğundan interpolasyon yapılarak $N = 1.8$ ve $M = 2.0$ ' ye karşılık gelen $I_1 = 0.2586$ ve $I_2 = 0.105$ elde edilir. $\mu = 0.5$ olduğundan $I_s = I_1 = 0.2586$ dir. Fox derinlik faktörü I_F için $L / B = 20 / 10 = 2$ ve $D_f / B = 4 / 10 = 0.4$ olup $I_F = 0.926$ dir.

$q_{\text{net}} = 1.36 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre temel merkezi altında birinci durumdaki ani oturma miktarı;

$$s_{i-1} = 1.36 \times 500 \times \frac{1 - 0.5^2}{200} \times 0.2586 \times 0.926 \times 4 = 2.44 \text{ cm}$$

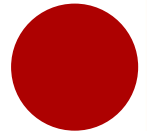
s_{i-2} hesabı için $z = 5 \text{ m}$ ve $N = H / B' = z / B' = 1$ ve $M = L' / B' = 2$ olur. $I_1 = 0.125$ ve $I_2 = 0.109$ olarak abaktan okunur. $\mu = 0.5$ olduğundan $I_s = I_1 = 0.125$ dir. Fox derinlik faktörü I_F için $L / B = 20 / 10 = 2$ ve $D_f / B = 4 / 10 = 0.4$ olup $I_F = 0.926$ dir.

$q_{\text{net}} = 1.36 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre temel merkezi altında birinci durumdaki ani oturma miktarı;

$$s_{i-2} = 1.36 \times 500 \times \frac{1 - 0.5^2}{200} \times 0.125 \times 0.926 \times 4 = 1.18 \text{ cm}$$

$$S_{\text{i-merkez}} = s_{i-1} - s_{i-2} = 2.44 - 1.18 = 1.26 \text{ cm}$$

$$\Sigma S_{\text{merkez}} = 9.07 + 1.26 = 10.33 \text{ cm}$$



Temelin köşesi altında kil tabakasında meydana gelecek ani oturma miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

Hesaplamalar, temel taban alanı 4 eşit parçaya bölünerek yapılacağından

$$B' = B = 10 \text{ m}$$

$$L' = L = 20 \text{ m}$$

Olarak göz önüne alınmalıdır. Derinlik faktörü I_F hesabında ise temelin tam boyutları dikkate alınır.

s_{i-1} hesabı için $z = 9 \text{ m}$ ve $N = H / B' = z / B' = 0.9$ ve $M = L' / B' = 2$ olur. Abakta verilmiş olan değerlere bakıldığında $N = 0.8$ ve $N = 1.0$ değerleri bulunduğundan interpolasyon yapılarak $N = 0.9$ ve $M = 2.0$ ' ye karşılık gelen $I_1 = 0.107$ ve $I_2 = 0.106$ elde edilir. $\mu = 0.5$ olduğundan $I_s = I_1 = 0.107$ dir. Fox derinlik faktörü I_F için $L / B = 20 / 10 = 2$ ve $D_f / B = 4 / 10 = 0.4$ olup $I_F = 0.926$ dir.

$q_{\text{net}} = 1.36 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre temel merkezi altında birinci durumdaki ani oturma miktarı;

$$s_{i-1} = 1.36 \times 1000 \times \frac{1 - 0.5^2}{200} \times 0.107 \times 0.926 \times 1 = 0.505 \text{ cm}$$

s_{i-2} hesabı için $z = 5 \text{ m}$ ve $N = H / B' = z / B' = 0.5$ ve $M = L' / B' = 2$ olur. Abakta verilmiş olan değerlere bakıldığında $N = 0.4$ ve $N = 0.6$ değerleri bulunduğundan interpolasyon yapılarak $N = 0.5$ ve $M = 2.0$ ' ye karşılık gelen $I_1 = 0.041$ ve $I_2 = 0.0825$ elde edilir. $\mu = 0.5$ olduğundan $I_s = I_1 = 0.041$ dir. Fox derinlik faktörü I_F için $L / B = 20 / 10 = 2$ ve $D_f / B = 4 / 10 = 0.4$ olup $I_F = 0.926$ dir.

$q_{\text{net}} = 1.36 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre temel merkezi altında birinci durumdaki ani oturma miktarı;

$$s_{i-1} = 1.36 \times 1000 \times \frac{1 - 0.5^2}{200} \times 0.041 \times 0.926 \times 1 = 0.194 \text{ cm}$$

$$S_{i-\text{köşe}} = s_{i-1} - s_{i-2} = 0.505 - 0.194 = 0.311 \text{ cm}$$

$$\Sigma S_{\text{merkez}} = 3.08 + 0.311 = 3.391 \text{ cm}$$

