

4. KONSOLİDASYON (PRIMARY) OTURMASI

İnce daneli, doymun kohezyonlu zeminlerde oturma zamana bağlı olup ödometre deney verileri yardımı ile hesaplanır. Konsolidasyon deneylerinde, 20 ila 25 mm kalınlıktaki numuneler üzerinde yapılan deneylere göre elde edilen sonuçlar çok temsili olmayabilir.

Birçok durum için oturma en önemli bileşenidir. Konsolidasyon, uygulanan yük sonrası oluşan aşırı boşluk suyu basınçlarının efektif gerilmeye dönüşmesi sonucu oluşan zamana bağlı hacim değişikliğidir. Konsolidasyon oturmaları sonuçlanana kadar (sıfır Δu için) yıllar geçebilir.

Konsolidasyon oturma analizleri konsolidasyon teorisine dayalı olarak yapılır. Bu tip zeminlerde hem ΔH oturmasının miktarının bilinmesi hem de bu oturma büyük bir kısmının meydana gelmesi için geçmesi gerekli süreye ihtiyaç vardır.

Kil zeminlerdeki konsolidasyon oturması hesaplanırken 3 unsurun göz önüne alınması gerekmektedir.

- Zeminin normal konsolide mi yoksa aşırı konsolide mi olduğunun belirlenmesi
- Arazi boşluk oranının (e_0) tahmin edilmesi ve sıkışma indislerinin yeterli doğrulukta tanımlanabilmesi
- H kalınlığındaki tabaka içerisinde ortalama gerilme artışlarının tahmin edilmesi

Arazide, H kalınlığındaki suya doymun bir tabakanın nihai konsolidasyon oturması, S_c , iki şekilde hesaplanabilir.

- ✓ Hacimsel Sıkışma Katsayısı, m_v , ile (e-p eğrisi)

$$S_c = m_v \cdot H \cdot \Delta \sigma'$$

$\Delta \sigma'$; yüklemeden dolayı tabaka ortasındaki ortalama efektif gerilme artışı,

m_v ; konsolidasyon deneyinden, arazideki gerilme artışı durumuna karşılık gelen hacimsel sıkışma katsayısı,

H; Sıkışabilir tabaka kalınlığı

- ✓ Sıkışma İndisi, C_c , ile (e-log σ' eğrisi)

$$S_c = \frac{H}{1 + e_0} C_c \log \frac{\sigma'_2}{\sigma'_1}$$

e_0 ; tabakanın yüklenmeden önceki gerilme durumuna ait boşluk oranı

σ'_1 ; tabaka ortasında, yüklemeden önceki, efektif düşey gerilme,

σ'_2 ; tabaka ortasında, yüklemeden sonraki efektif düşey gerilme,

C_c ; sıkışma indisi.

C_c sıkışma indisi ile, sadece, normal konsolide killerin oturması hesaplanabilir. Çünkü; bu killerde e-log σ' ilişkisi doğrusaldır.

- ✓ Aşırı konsolide killer için

$$p_0 + \Delta p < p_c \quad \text{ise}$$

$$S_c = H \frac{C_s}{1 + e_0} \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

$$p_0 < p_c < p_0 + \Delta p \quad \text{ise}$$

$$S_c = \frac{H}{1 + e_0} C_s \log \frac{p_c}{p_0} + C_c \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_c}$$

C_s ; şişme indeksi,

C_c ; sıkışma indeksi,

p_0 ; $\gamma' \cdot z$ diğer bir ifade ile z derinliğindeki efektif düşey gerilme,

Δp ; z derinliğindeki gerilme artımı,

p_c ; ön konsolidasyon basıncı

Padfield ve Sharrock (1983) ani oturma ve konsolidasyon oturmalarının aşağıdaki mertebelerde gerçekleştiğini vurgulamışlardır.

Aşırı konsolide katı/sert killer

$$S_i = (0.5 - 0.6) S_{cd}$$

$$S_c = (0.5 - 0.4) S_{cd}$$

$$S_i = S_{cd}$$

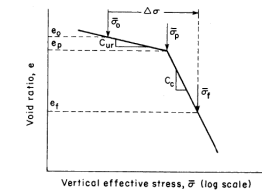
Normal konsolide yumuşak killer

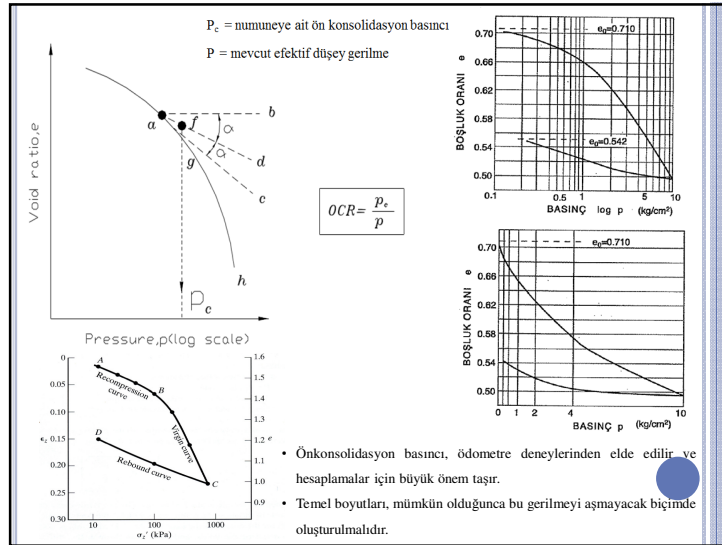
$$S_i = 0.1 S_{cd}$$

$$S_c = S_{cd}$$

$$S_i = 1.1 S_{cd}$$

S_{cd} ; ödometre deneyinden hesaplanan oturma değeridir.





Dikkat edilecek hususlar;

✓ Oturmalar, sıkışabilir zemin tabakasında temel yükleri sonucu ortaya çıkan **net gerilme artışları** ($\Delta\sigma$) cinsinden hesaplanmalıdır.

✓ Hacimsel sıkışma katsayısı m_v değerinin düşey gerilme mertebesi ile değiştiği dikkate alınarak çözümü yapılan problemdeki ön gerilme ve temel yükü nedeni ile ortaya çıkan gerilme aralığı karşısına gelen m_v değeri kullanılmalıdır.

$$\sigma'_1 = \sigma'_{v0}$$

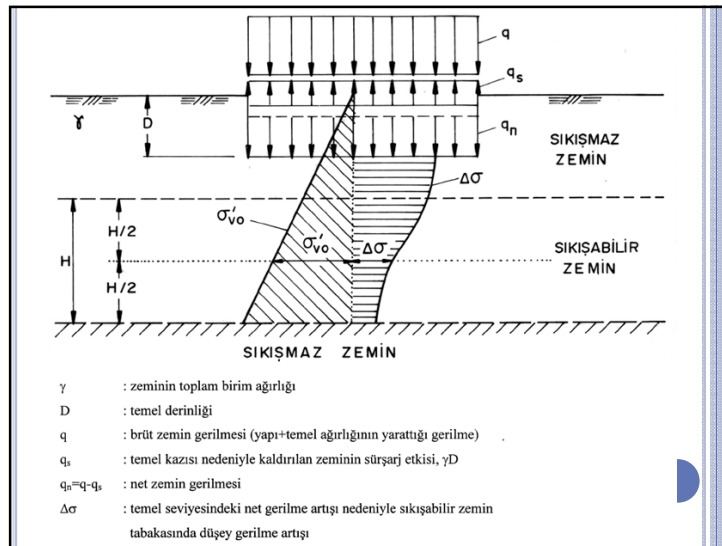
$$\sigma'_2 = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'$$

✓ Sıkışabilir kil katmanı boyunca gerek σ'_{v0} ve gerekse de $\Delta\sigma'$ değerleri değişken olacağından ortalama değerler kil tabakasının ortasındaki değerler olarak hesaplanır.

✓ Sıkışabilir tabaka kalınlığının fazla olması durumunda sıkışabilir katman kalınlığı 3 m.' den az olan tabakalara ayrılır. Her bir tabakanın orta düzleminde efektif düşey gerilme p'_0 tanımlanır. Elastisite Teorisi kullanılarak, temelin merkezinden geçen eksen boyunca, her bir tabakanın merkezinde net temel basıncı q_n nedeni ile meydana gelen düşey gerilme artışı Δp hesaplanır. Her bir tabaka için ortalama elastisite modülü ve diğer zemin

$$S_c = \sum_{i=1}^n S_{ci} = m_{vi} \Delta\sigma'_{1i} H_i \quad S_c = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1 + e_{0i}} C_{c_i} \log \frac{\sigma'_{2i}}{\sigma'_{1i}} \quad m_p = \frac{1}{E_s} \quad \text{constrained modulus of elasticity}$$

✓ Deformasyonun derinlikle değişimi doğrusal olmadığından, çok sayıda ince tabaka kullanan analizler, birkaç kalın tabaka kullanımlara göre daha doğru sonuçlar vermektedir.



Sondaj Logu Bilgileri

Sondaj No: SK-1
 Toplam Kuyu Sonu Derinliği: 50.0 m
 Yeraltı Su Seviyesi: -1.0 m
 Sondaj Konu: 1031.0 m

Derinlik (m)

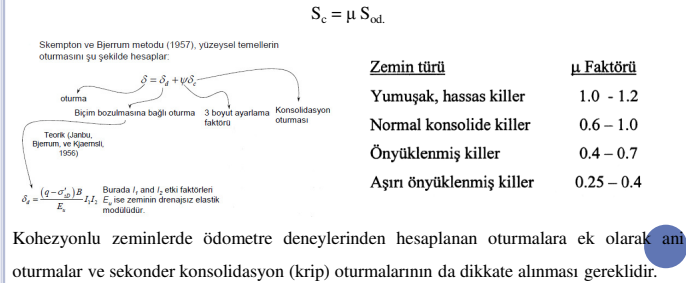
0.00 - 0.50 Bitkisel Toprak
 0.50 - 10.00 Turba (PT)
 10.00 - 16.00 Düşük Plastisiteli Siltli KİL (CL)
 16.00 - 19.00 Siltli KUM (SM)
 19.00 - 50.00 Düşük Plastisiteli Siltli KİL (CL)

Zemin Cinsi

SK-1 Sondaj Kuyusu Numunelerine Ait Konsolidasyon Deney Sonuçları

	10.00 - 10.50 m		13.00 - 13.50		21.00 - 21.50		37.00 - 37.50	
P (kg/cm ²)	m_v (cm ² /kg)	c_v (cm ² /dk)	m_v (cm ² /kg)	c_v (cm ² /dk)	m_v (cm ² /kg)	c_v (cm ² /dk)	m_v (cm ² /kg)	c_v (cm ² /dk)
0.00-0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
0.25-0.50	0.0086	0.1148	0.0104	0.1236	0.0116	0.1149	0.0096	0.1057
0.50-1.00	0.0037	0.1295	0.0103	0.1373	0.0097	0.1499	0.0090	0.1183
1.00-2.00	0.0034	0.1409	0.0068	0.1427	0.0059	0.1891	0.0080	0.1357
2.00-4.00	0.0031	0.1870	0.0073	0.1485	0.0055	0.2084	0.0051	0.1392
4.00-8.00	0.0028	0.2441	0.0050	0.1554	0.0052	0.2293	0.0048	0.1820

Tanımlanan parametreler zemin örneklerinin ödometre deneyi koşullarında yanal deformasyonu önlenmiş haldeki durumunu yansıtmaktadır. Sığ temelerde ise bu durum geçerli olmayıp deformasyonlar üç boyutlu olarak oluşmaktadır. Üç boyutlu deformasyon etkisi Skempton ve Bjerrum (1957) tarafından verilen düzeltme faktörü μ (zemin boşluk suyu parametresi, A ve incelenen problemin geometrisine bağlı) kullanılarak aşağıdaki şekilde düzeltilir.



5. SEKONDER (İKİNCİL) SIKIŞMA

Konsolidasyon oturmasının tamamlanmasının ardından, sabit efektif gerilme altında, zemin yapısının yeni gerilme düzeyine uyması çerçevesinde gelişen oturmadır. Hala mekanizması çok iyi anlaşılmış değildir.

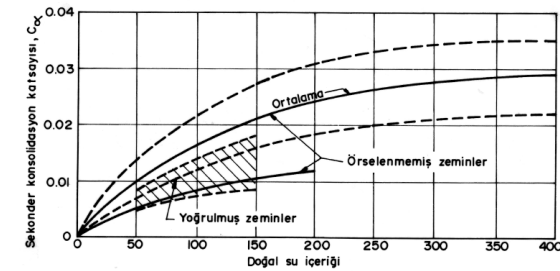
Sekonder oturma, genelde, konsolidasyon oturmasının tamamlanması ile başlar. Bunun anlamı; bu oturma sürecinde aşırı boşluk suyu basınçları sıfır olup oturmanın, sadece, zemin iskeletinin deformasyonundan meydana geliyor olmasıdır.

Özellikle yüksek plastisiteli killer, organik zeminler ve mika içeren zeminler için önemlidir. Aşırı konsolide, düşük plastisiteli inorganik killer için kaygı konusu olmaz.

Sekonder oturmalar ise:

$$S_{se} = HC_{\alpha} \log \frac{t}{t_p}$$

denkleminde hesaplanabilir. Burada S_{se} : sekonder oturma miktarı; C_{α} : sekonder oturma katsayısı; t_p : primer konsolidasyon oturmasının tamamlanma süresi; ve t : konsolidasyon tamamlandıktan sonraki süre, olarak tariflenmektedir. Sekonder oturma katsayısının tipik değerleri Şekil 4.31'de gösterilmiştir (NAVFAC, 1982).



C_{α} Katsayısı Doğal Su İçeriği İlişkisi (NAVFAC 1982)

7. KOHEZYONSUZ ZEMİNLERDE OTURMA

Burland ve Burbridge (1985)

- I_c sıkışabilirlik indeksi, normal konsolide granüler zeminler için, temel taban basıncından etkilenen etki derinliği $z_1 = B^{0.7}$ boyunca ortalama N_{60} darbe sayısına göre tanımlanmaktadır. z_1 ve B (m) birimindedir. I_c 'nin birimi Mpa^{-1} dir.

$$I_c = \frac{1.71}{N_{60}^{1.4}}$$

- Aşırı konsolide granüler zeminler için I_c değeri, normal konsolide granüler zeminler için elde edilen değer $1/3$ ' ü kadardır. ($q \leq \sigma'_p$).
- Burland ve Burbridge, oturma miktarının aşağıdaki eşitlikle elde edilebileceğini belirtmiştir. q , net taban basıncı değeridir.

$$s = q I_c z_1$$

- SPT darbe sayısının $N_{60} > 15$ olduğu yer altı su seviyesi altındaki ince kum ve siltli kumlarda Terzaghi ve Peck tarafından önerilmiş olan düzeltmenin uygulanmış olduğu darbe sayısı kullanılmalıdır.

$$N_{60, \text{corrected}} = 15 + 0.5(N_{60} - 15)$$

- Zeminin, çakıl ya da kumlu çakıl olduğu durumda, Burland ve Burbridge aşağıdaki gösterilen düzeltilmiş darbe sayısının kullanılmasını önermişlerdir.

$$N_{60, \text{corrected}} = 1.25 N_{60}$$

Anlatılan şekilde elde edilen oturma kare temeller içindir. Dikdörtgen ya da şerit temeller için elde edilen bu oturma miktarı f_s katsayısı ile çarpılmalıdır.

$$f_s = \left(\frac{1.25L/B}{0.25 + L/B} \right)^2$$

Elde edilen oturma miktarı, temel tabanından itibaren en az z_1 derinliğine kadar granüler tabaka bulunduğu varsayımı ile tahmin edilen oturma değeridir. Temel tabanı altındaki granüler tabaka kalınlığı, H_s , etki derinliğinden az ise bulunmuş olan oturma miktarı f_l katsayısı ile çarpılmalıdır.

$$f_l = \frac{H_s}{z_1} \left(2 - \frac{H_s}{z_1} \right)$$

Meyerhof (1956)

Meyerhof, Terzaghi-Peck tarafından verilen bağıntıdan ve arazi ölçümlerinden yararlanarak aşağıdaki formülleri önermiştir.

$$B < 1.2 \text{ m} \quad \rho = 20.8 \frac{p}{N}$$

$$B > 1.2 \text{ m} \quad \rho = 31.2 \frac{p}{N} \left(\frac{B}{B + 0.3} \right)^2$$

Radye temeller için

$$\rho = 31.2 \frac{p}{N}$$

Bu eşitliklerde yer alan;

p; net taban basıncı (kg/cm²),

N; temel tabanından itibaren B derinliğindeki N sayılarının ağırlıklı ortalama değeridir.

SORULAR?????