

6. YÜZEYSEL TEMELLER - V

DOÇ. DR. ERDAL UNCULOĞLU
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
2021



1. YÜZEYSEL TEMELLERDE OTURMA

• “1950’li yıllara dek mühendislerin çoğu taşıma gücü yenilmesine karşı yeterli bir emniyet faktörü ile tasarlanan herhangi bir temelin, aşırı oturma yapmayacağı şeklinde yanlış bir anlayışa sahipti” (coduto, 2005)

• **Günümüzde ülkemizdeki yaygın anlayış maalesef halen bu şekildedir!**

• Oysa ki, normal boyutlu sığ temellerde oturma yüzeysel temel hesaplarına hakim olmaktadır.

• Bu ders kapsamında, yapısal yüklerin neden olduğu oturmalarından bahsedilmektedir. Ancak, oturmalar başka sebeplerden dolayı da gerçekleşebilir:

Yeni yerleştirilmiş dolgu

Düşen yer altı su seviyesi

Yakın kazılar

• Bir temelin toplam oturması S ise;

$$S = S_e + S_c + S_s$$

$S_e \rightarrow$ Elastik oturma ya da ani oturma

$S_c \rightarrow$ Konsolidasyon oturması

$S_s \rightarrow$ Sekonder oturma

• Temel tasarımı yapılırken iki farklı taşıma gücü basıncı dikkate alınır.

Kayma göçmesi kriteri için güvenli taşıma gücü basıncı, q_{fs}

Oturma kriteri için güvenli taşıma gücü basıncı, q_s

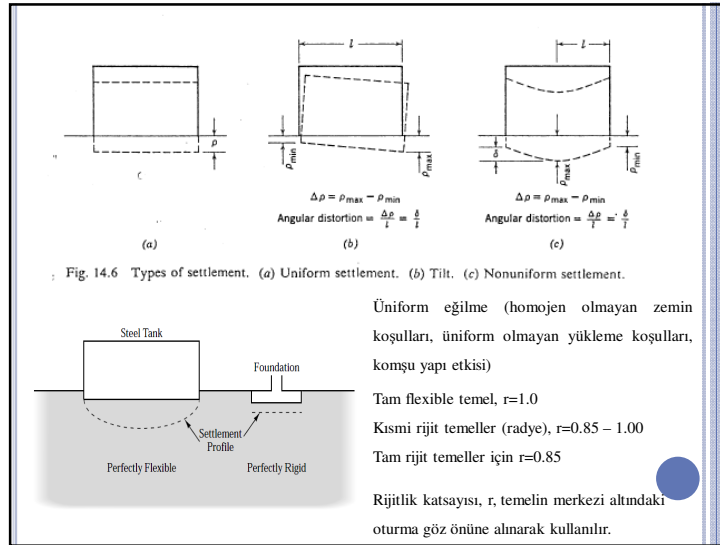
• Temel tasarımı yapılırken, sadece, net taşıma gücü kullanılır. Bu yüzden; tasarımda, q_{fs} ve q_s , ile ilgilenilir.

• Kum zeminlere oturan temellerin nihai taşıma gücü temel genişliğinin artması ile birlikte artacaktır. Deneysel çalışmalar; genişliği 1.20 m. den küçük olan temeller için tasarım kriterinin taşıma gücü olduğunu, buna karşılık genişliği 1.20 m. den büyük temeller için de tasarım kriterinin oturma olduğunu ortaya koymuştur.

• Kil zeminlere oturan temellerin taşıma gücü temel boyutundan bağımsızdır. Dolayısı ile de birim taşıma gücü basıncı teorik olarak belirli bir kil zemin ortamı için sabit kalacaktır. Bununla birlikte; temelin oturması temel boyutunun artması ile artacaktır. Bu durumda; emniyetli taşıma gücüne karar vermek için hem kayma göçmesi hem de oturma kriterlerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

• Temel, sert ya da kati kil veya sıkı zeminlere oturuyorsa genellikle oturma analizi yapılması gerekmez. Yumuşak kil, sıkışabilir silt ve diğer zayıf zeminler orta büyüklükteki basınç değerlerinde dahi oturma yapacaklarından oturma analizi gereklidir.

• Binalar, köprüler, kuleler, enerji santralleri ve benzeri yüksek maliyetli yapılar için temel oturmalarının büyük bir titizlikle tahmin edilmesi gerekmektedir. Dolgular, toprak barajlar, seddeler, palplanşlar ve istinat duvarı gibi yapılar için oturma değerlerinde daha büyük bir hata aralığı tolere edilebilir.



- Eğer bir yapı bir bütün olarak üniform şekilde oturursa yapıda hasar meydana gelmeyecektir. Eğer bu üniform oturma miktarı büyük ise bu durumda yapı servis hatlarında (su-kanalizasyon boruları, elektrik ve telefon hatları) hasarlar oluşabilir. Bu tarz **üniform bir oturma, sadece, temel zemininin homojen olduğu ve yük dağılımının üniform olduğu durumda mümkündür**. Bir yapının bütün olarak düşey yönde bir miktar hareket etmesi ya da rijit bir kütle düzlemi olarak dönmesi yapısal ya da mimari yönden tehlike oluşturmayacaktır. Üniform oturma miktarı, 150 – 300 mm değerini geçtikten sonra su, gaz vb. alt yapı hatlarına zarar verebilir.
- Temelin köşesi ve merkezi altında ya da en az ve en çok yüklü temellerin altında olmak üzere çeşitli noktalar için teorik oturma değerleri hesaplanabilir. Böylelikle; yapıya ait toplam oturma ve birbirine komşu noktalar arasındaki farklı oturma değerleri elde edilebilir.
- Farklı oturma problemi aşağıdaki uygulamalar ile giderilebilir.
 - Farklı oturmalar kabul edilebilir seviyelere gelinceye dek temeller büyütülebilir
 - Temeller bağ kirişi ile birleştirilebilir
 - Radye temel kullanılabilir (rijitlik artar, farklı oturmalar azalır)
 - Derin temeller kullanılabilir.
- Farklı oturma, maksimum toplam oturmanın dörtte üçü olarak da tahmin edilebilir.**

Maximum settlements and differential settlements of buildings in cm. (After McDonald and Skempton, 1955)				Tolerable differential settlement of buildings, mm*	
Sl. no.	Criterion	Isolated foundations	Raft	Criterion	Isolated foundations Rafts
1.	Angular distortion	1/300	1/300	Angular distortion (cracking)	1/300
2.	Greatest differential settlement			Greatest differential settlement	
	Clays	4.0	4.5	Clays	45 (35)
	Sands	3.25	3.25	Sands	32 (25)
3.	Maximum settlement			Maximum settlement	
	Clays	7.5	10.0	Clays	75 75-125 (65-100)
	Sands	5.0	5.25	Sands	50 50-75 (35-65)

*After MacDonald and Skempton (1955) but see also Wahls (1981).

Permissible settlements (1955, U.S.S.R. Building Code)		
Sl.no.	Type of building	Average settlement (cm)
1.	Building with plain brickwalls on continuous and separate foundations with wall length L to wall height H	
	$L/H \geq 2.5$	7.5
	$L/H \leq 1.5$	10.0
2.	Framed building	10.0
3.	Solid reinforced concrete foundation of blast furnaces, water towers etc.	30

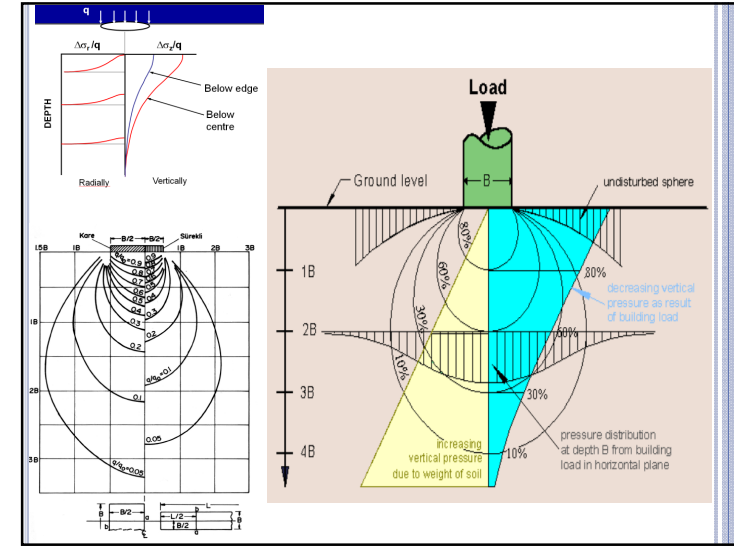
2. GERİLME DAĞILIŞI

Temel Taban Basıncından Dolayı Zemin Kütlesi İçerisinde Oluşan Gerilmeler

Zeminlerde meydana gelecek oturma değerinin tahmin edilebilmesi için uygulanan yükten dolayı zemin kütlesi içerisinde meydana gelecek gerilme artışlarının tahmin edilebilmesi gereklidir.

Zeminlerde düşey gerilmelerin derinlikle olan değişiminin hesaplanmasında Elastisite Teorisi ile üretilmiş abaklar kullanılmaktadır. Elastisite teorisi, izotropik ve homojen bir zemin kabulü yapar. Ancak; yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler gerçekte meydana gelen değerler ile uyum içerisindedir. Yüklü alanın altındaki H derinliği $H=0'$ dan $H \rightarrow \infty'$ a kadardır. Ancak; hesaplamalar için daha doğru olarak $H=0'$ dan $H \rightarrow 4B$ ya da $5B$ gibi bir derinlik göz önüne alınmaktadır.

Rijit temeller altındaki gerilme dağılımları yaklaşık yöntemler kullanılarak da belirlenebilir. Bu yöntemlerden en eski olanı 2:1 eğimle basit yayılım yöntemi ya da diğer adı ile yaklaşık yöntemdir. Oldukça basit olması en büyük avantajıdır.

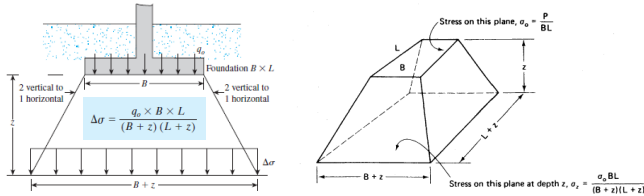


1 Boyutlu Yükleme

Çok büyük bir alana dolgu serilmesi gibi

Yüzeyde uygulanan gerilme = herhangi bir derinlikteki gerilme

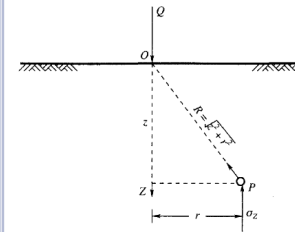
2:1 – Basit ya da Yaklaşık Yöntem



Bu yöntem ile $z = B$ ve $z = 4B$ derinlikleri arasında elde edilen gerilme artışları birçok teorik yöntemle uyumlu sonuç verirken $z = 0$ ile $z = B$ derinliği arasında kullanılması önerilmez.

Boussinesq Yöntemi

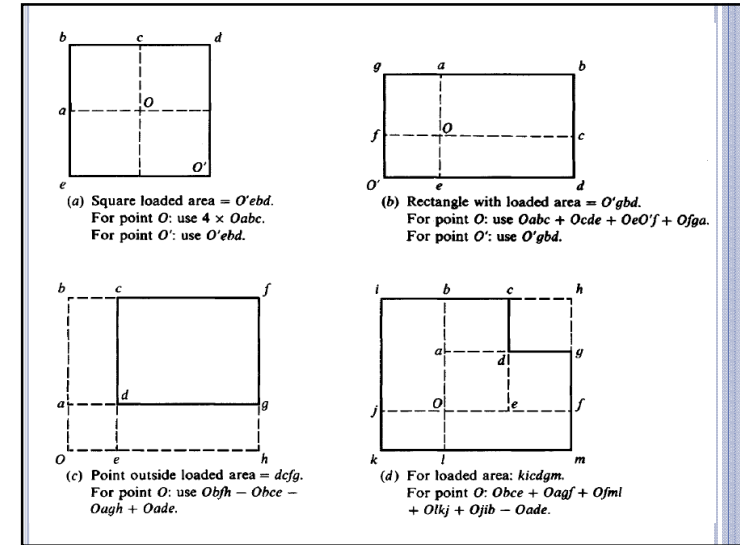
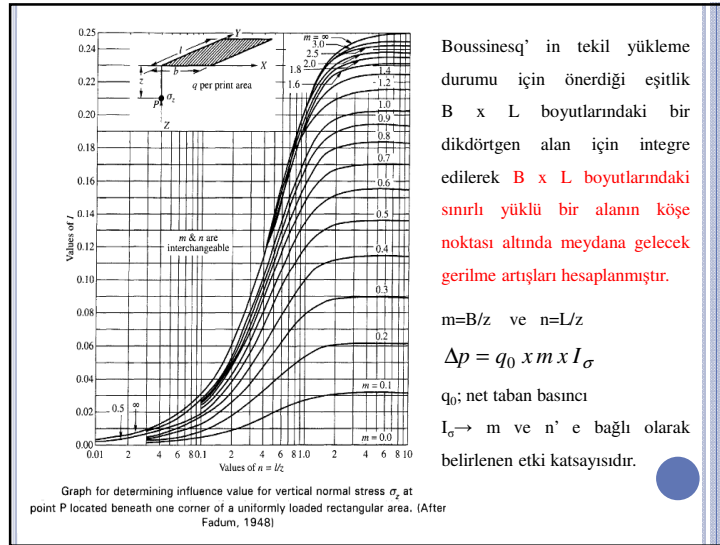
Gerilme artışı, Δp ' nin elde edilmesinde en sık kullanılan eşitliklerden biri Elastisite Teorisi'ne dayanan Boussinesq eşitliğidir. Boussinesq eşitliği; yarı-sonsuz, homojen, izotrop, ağırlıksız bir elastik yarı uzayın yüzeyi üzerinde etkiyen bir tekil yükü göz önüne almaktadır.



Bu eşitlik yaygın olarak aşağıdaki hali ile kullanılır. A_b terimi, r/z oranının fonksiyonu olan etki katsayısıdır.

$$\Delta p = \frac{3Q}{2\pi z^2} \frac{1}{[1 + (r/z)^2]^{3/2}} = \frac{Q}{z^2} A_b$$

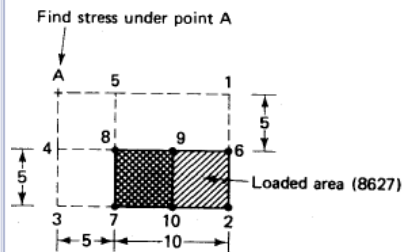
$\pm r/z$	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.750	1.000	1.500	2.000
A_b	0.477	0.466	0.433	0.385	0.329	0.273	0.156	0.084	0.025	0.008



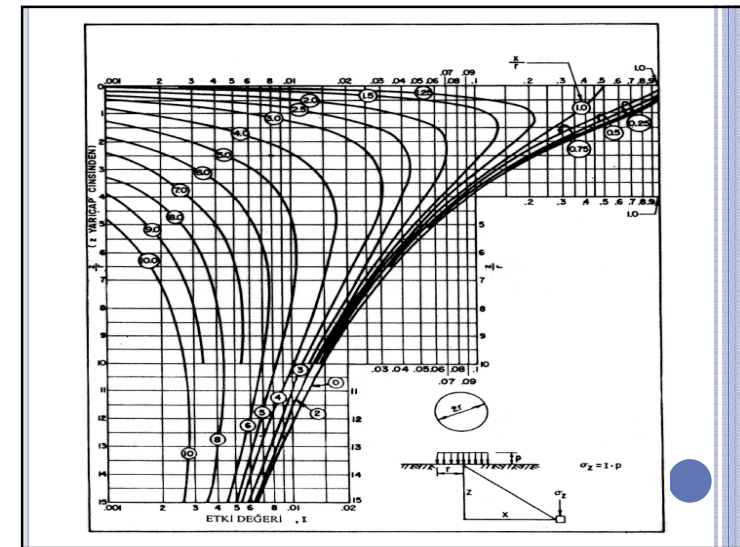
Yüklü alan dışındaki bir noktanın altında oluşan gerilme artışı;

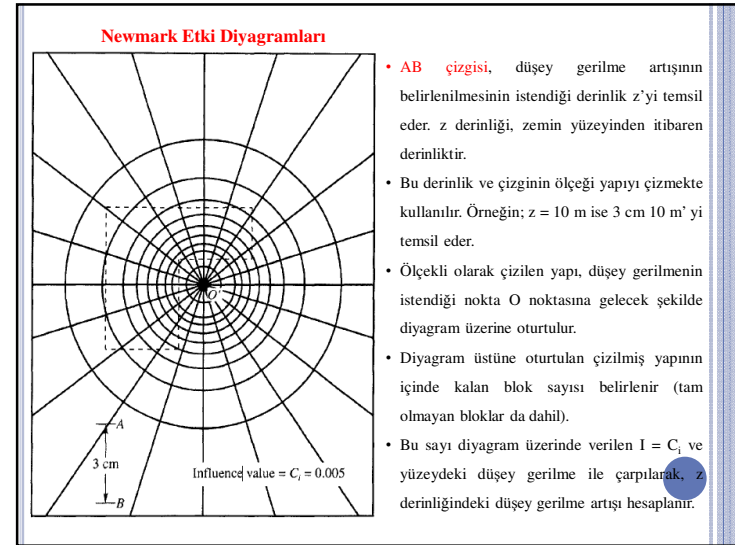
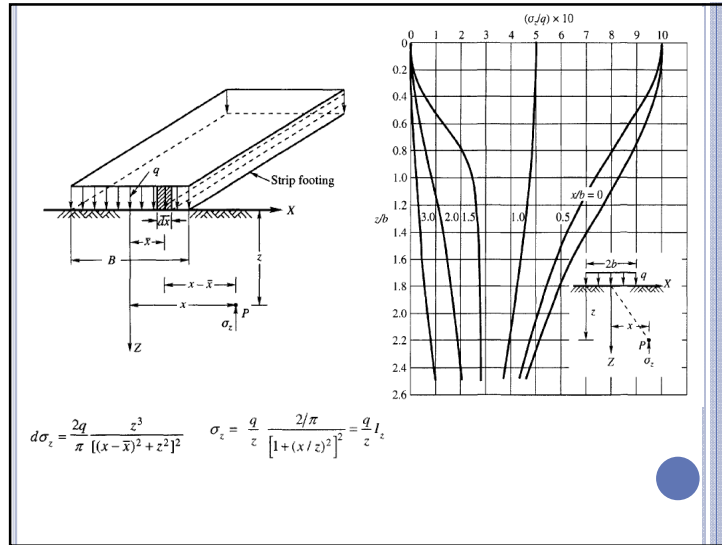
- Bu durumda yapılması gereken, düşey gerilme artışı bulunması istenen noktanın üzerine köşeleri gelecek şekilde fiktif dikdörtgen alanlar oluşturup, sonucu toplama – çıkarma işlemleri vasıtası ile elde etmektir.

5 x 10 m alan, 100 kPa düzgün yayılı yük, A noktasının 5 m altındaki düşey gerilme ?



$$A123 - A164 - A573 + A458$$



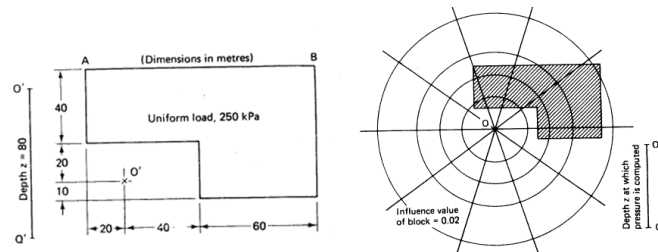


Verilen bina için 80 m derinlikte O' noktasında oluşacak düşey gerilme artışı hesaplayınız.

OQ = 80 m olacak şekilde ölçek oluşturulur ve yüklenen alan bu ölçekle O' noktası merkez olacak şekilde çizilir.

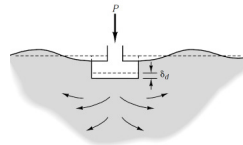
Blok sayısı = yaklaşık 12

$$\Delta p = 12 \times 0.02 \times 250 = 60 \text{ kPa}$$



3. ANİ OTURMA

- Ani oturmalar, yükün uygulanması ile meydana gelen oturmalar. Ani oturma analizleri büyük permeabilite katsayılarına sahip ($>10^{-3}$ m/s) bütün kaba daneli zeminler ile silt ve kil zeminler içeren ve doygunluk derecesi $S_u \leq 90$ olan bütün ince daneli zeminler için uygulanır.
- Kohezyonsuz zeminler üzerinde yer alan temeller yapım aşamasında hemen hemen nihai oturma değerlerine ulaşırlar. Bu tip zeminlerde ani ve konsolidasyon oturmalarının bir arada meydana geldiği düşünülebilir.
- Normal konsolide killerde toplam oturma küçük bir bölümünü oluşturduğundan genellikle ihmal edilir. Aşırı konsolide kil zeminlerde ani oturma ve kohezyonsuz zeminlerdeki toplam oturma Elastisite Teorisi kullanılarak tahmin edilebilir.
- Ani oturma, distorsiyon oturması veya drenajsız oturma olarak da bilinir. Zeminin elastik bir malzeme olarak davrandığı kabulü ile hesaplanır.
- Zamana bağlı olmayan, yüklemenin hemen sonrasında zemin su içeriğinde bir değişiklik olmaksızın ortaya çıkan oturmalar. Zeminin düşük permeabilitesi nedeni ile yükün uygulanmasının hemen ardından zemin hacminde herhangi bir değişim olmaksızın zemin kütle deforme olur.
- Drenajsız young modülü seçimi en zor olan parametredir. Kullanılan Boussinesq yaklaşımı, sabit modül kabulü içermektedir. Killerin drenajsız yüklenmesinde doğruya yakın bir kabul olup, kumlar için geçerli değildir.



Distorsiyon - Drenajsız Oturma

Elastik yarı uzayın **yüzeyi üzerinde** yer alan **B' x L'** boyutlarındaki **dikdörtgen bir alanın köşesi altındaki oturma** Elastisite Teorisine dayalı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_f$$

$$I_s = \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right)$$

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} m I_s I_f$$

q_0 : taban basınç şiddeti, E_s ile aynı birimde,

B' : temel taban alanının en küçük yatay boyutu, ΔH ile aynı birimde,

I_1 □ : etki faktörleri; L' / B' , tabaka kalınlığı H , μ ve temel derinliği D_f e bağlıdır.

E_s ve μ : elastik zemin parametreleridir.

I_f : D_f derinliğinde yer alan bir temel için etki faktörüdür. D / B oranı için gerçek temel genişliği ve derinliği kullanılır.

Bu eşitlik flexible temellere uygulanmaktadır. Rijit temel durumunda, temelin merkezi altındaki ani oturma değeri flexible (esnek) temelin merkezi altında elde edilen oturma değerinin yaklaşık olarak 0.8 katdır. Bowles, oturma faktörü I_s 'in bu tip temeller için hesaplanandan yaklaşık %7 az olacağını belirtmiştir.

Values or value ranges for Poisson's ratio μ

Type of soil	μ
Clay, saturated	0.4–0.5
Clay, unsaturated	0.1–0.3
Sandy clay	0.2–0.3
Silt	0.3–0.35
Sand, gravelly sand	–0.1–1.00
commonly used	0.3–0.4
Rock	0.1–0.4 (depends somewhat on type of rock)
Loess	0.1–0.3
Ice	0.36
Concrete	0.15
Steel	0.33

Value range* for the static stress-strain modulus E_s for selected soils

Field values depend on stress history, water content, density, and age of deposit

Soil	E_s , MPa
Clay	—
Very soft	2–15
Soft	5–25
Medium	15–50
Hard	50–100
Sandy	25–250
Glacial till	—
Loose	10–150
Dense	150–720
Very dense	500–1440
Loess	15–60
Sand	—
Silty	5–20
Loose	10–25
Dense	50–81
Sand and gravel	—
Loose	50–150
Dense	100–200
Shale	150–5000
Silt	2–20

*Value range is too large to use an "average" value for design

μ	Soil type
0.4–0.5	Most clay soils
0.45–0.50	Saturated clay soils
0.3–0.4	Cohesionless—medium and dense
0.2–0.35	Cohesionless—loose to medium

Equations for stress-strain modulus E_s by several test methods

E_s in kPa for SPT and units of q_c for CPT; divide kPa by 50 to obtain ksi. The N values should be estimated as N_{60} and not N_{10} .

Soil	SPT	CPT
Sand (normally consolidated)	$E_s = 500(N + 15)$ $= 7000 \sqrt{N}$ $= 6000N$	$E_s = (2 \text{ to } 4)q_c$ $= 8000 \sqrt{q_c}$ $---$
	$1E_s = (15000 \text{ to } 22000) \ln N$	$*E_s = 1.2(1)^2 + 2q_c$
Sand (saturated)	$E_s = 250(N + 15)$	$E_s = Fq_c$
		$e = 1.0 \quad F = 3.5$ $e = 0.6 \quad F = 7.0$
Sands, all (norm. consol.)	$*E_s = (2500 \text{ to } 2900)N$	
Sand (overconsolidated)	$\dagger E_s = 40000 + 1050N$ $E_{s(OCR)} = E_{s(OCR)}$	$E_s = (6 \text{ to } 30)q_c$
Gravelly sand	$E_s = 1200(N + 6)$ $= 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $= 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15$	
Clayey sand	$E_s = 320(N + 15)$	$E_s = (3 \text{ to } 6)q_c$
Silts, sandy silt, or clayey silt	$E_s = 300(N + 6)$	$E_s = (1 \text{ to } 2)q_c$
	If $q_c < 2500$ kPa use $1E_s = 2.5q_c$ 2500 < q_c < 3000 use $E_s = 4q_c + 5000$ where:	
	$E_s = \text{constrained modulus} = \frac{E_s(1-\mu)}{(1+\mu)(1-2\mu)} = \frac{1}{m_s}$	$E_s = (3 \text{ to } 8)q_c$
Soft clay or clayey silt		

I_1 etki faktörleri

Merkez altındaki oturma için $B' = B / 2$ ve $L' = L / 2$,

Köşe altındaki oturma için $B' = B$ ve $L' = L$,

$N = H / B'$

$M = L' / B'$

Tabloda, farklı N ve M katsayısı değerlerine karşılık I_s etki faktörünün hesaplanması için I_1 ve I_2 değerleri verilmiştir.

I_1 , μ ve L / B oranına bağlı olarak, bir D_f derinliğinde yer alan temel için oturma miktarının azaltılmasını sağlar.

SORULAR?????

