

Normal Konsolidasyon Deneylerinden Prekonsolidasyon (Ön Konsolidasyon) Basıncının Tayini

Yazan :

Şener ARDA
İnş. Yük. Müh.

○

2) Kurak veya yarı kurak iklimlerde zeminin mevcut suyunu kaybetmesi esnasında meydana gelen gerilmeler.

3) Arz kabuğunun hareketinden doğan volkanik basınçlar,

4) Evvelce mevcut olup zamanla çekilen (eriyen) buzulun yüklemesi,

5) Diğer faktörler.

Genellikle herhangi bir zeminin prekonsolidasyon yükünün tayini

konsolidasyon deneyi neticesi elde edilen boşluk oranı (e) ve tatbik edilen basıncın logaritmasıyla ($\log p$) çizilen konsolidasyon eğrisinden (e-logp eğrisi) elde edilmektedir. Bu eğri zeminin tasman probleminde kullanıldığı için mevcut olan bilgiden prekonsolidasyon basıncının değerini bulmak daha pratik bir durum göstermektedir. Dolayısıyla yazımızda konsolidasyon deneyi neticelerinden prekonsolidasyon karakterini tayin edecek metodlar üzerinde durulacaktır. Ancak deney neticelerine tesir eden faktörlerin bu arada belirtilmesi faydalı olacaktır.

Deney neticelerine tesir eden faktörler :

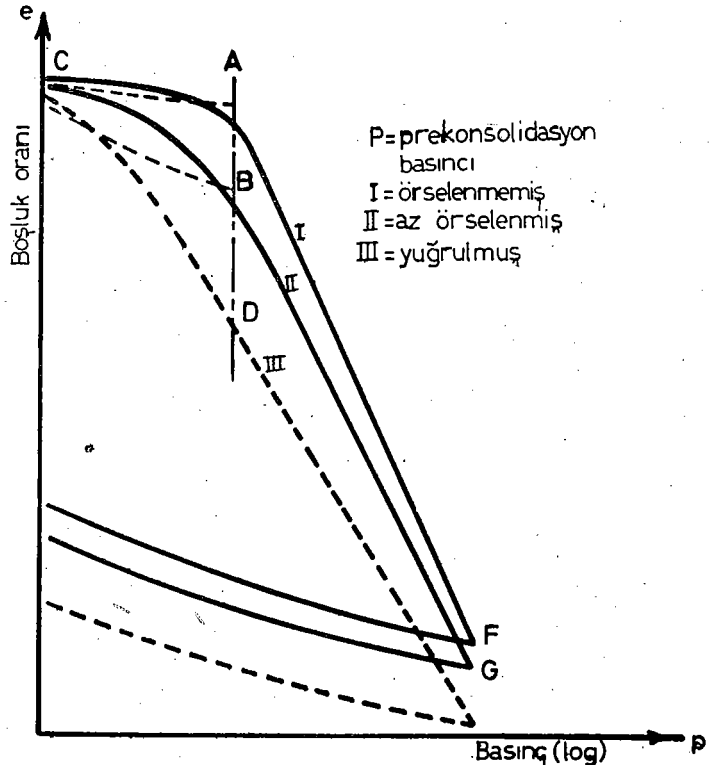
Evvelce bir yüklemeye maruz kalıp zamanla herhangi bir sebepten ötürü bu yüklemenin nihayete ermesinden sonra zeminin karakterinde önemli değişiklikler olduğu görülür. Öyleki bu değişiklikler çoğunlukla o zeminle ilgili problemlere bambaşka bir çözüm yolu icabettirir. Dolayısıyla herhangi bir zemin problemiyle karşılaşıldığı zaman ilk akla gelecek soru zeminin evvelce bir prekonsolidasyon yüküne maruz kalıp kalmadığını araştırmak olmalıdır.

Prekonsolidasyon basıncını kısaca tanımlayacak olursak; zeminin bütün jeolojik tarihi boyunca maruz kaldığı en büyük basıncı denilebilir. Ancak bu basıncın zemine tesir edebilecek kıfayette uzun bir süre kalması gereklidir. Böyle bir basıncın etkisini taşıyan zeminin tasmanında oldukça belirli bir azalma ve kesme mukavemetinde ise artma görülür. Zemin indeks değerleri ise tamamen değişir. Şöyleki; zeminin değişik kotalarda sahip olduğu su muhtevası plastik limitine çok yakındır.

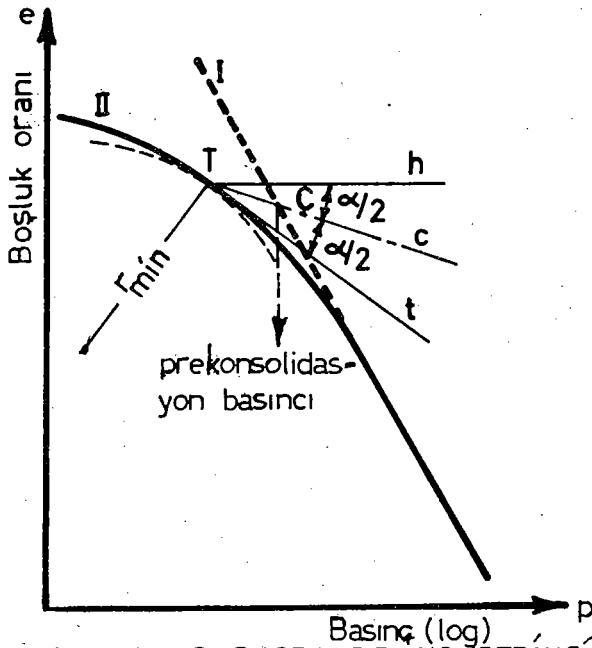
Zeminin karakterlerinde değişikliğe sebep olan prekonsolidasyon olayının izahı değişik araştırmacılar tarafından çeşitli yönlerde izah edilmiştir. Örneğin, CASAGRANDE (1932) bu olayı zeminin makro strüktüründe vuku bulan bir takım değişikliklerle izah ederken, TERZAGHI (1941) bunu kil zerrelere etrafındaki adsorbe suyun bir fonksiyonu olarak kabul etmektedir. Son günlerde ise kilin mikro-strüktürünün incelenmesi neticesi araştırmacılar bu olayı adsorbe su ile çevrili olan kil zerreleri arasındaki enerji alışverişine bağlamaktadır. LAMBE (1965).

Tabiatla prekonsolidasyon olayına sebep olan tabii kuvvetler aşağıdaki şekilde meydana gelir.

1) Zeminin üzerinde evvelce mevcut olan ve zamanla aşınarak taşınan toprak tabakasının basıncı.



Şekil 1. ÖRSELENMENİN KONSOLİDASYON EĞRİSİNE TESİRİ (Rütledege, 1944)



Şekil 2. CASAGRANDE KONSİTRİKSİYONU
(Casagrande, 1936)

1) Numunenin Örselenmesi :

Killer tabiatında birbirine eşit olmayan ana gerilmelerin etkisi altındadır. Numunenin yerinden alınması, laboratuvar getirilmesi ve deneye hazırlanması esnasında bu ana gerilmeler arasındaki oran tamamen değişir.

Numune örselenmesinin konsolidasyon deneyine tesiri bir çok araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Özellikle RUTLEDGE (1944) ve SCHMERTMANN (1955)'in yaptığı deneyler ve neticeler konumuzla yakından ilgilidir.

Şekil : 1'de aynı zemine ait yoğrulmuş, hafif örselenmiş, pratik olarak hiç örselenmemiş üç numunenin konsolidasyon deney neticeleri görülmektedir. Bu deneyin ışığı altında araştırmacıların vardıkları sonuç şöyle özetlenebilir.

Örselenme :

1) Zeminin belli bir yük altında sahip olması gereken boşluk oranını azaltır.

2) Zeminin evvelce tesiri altında kalmış olduğu prekonsolidasyon basıncının tesirinden ötürü sahip olduğu karakteristik eğriliği gizler.

3) Konsolidasyon eğrisinin düz çizgi görünüşünde olan kısmının (Virjin çizgisi) eğimi örselenmenin

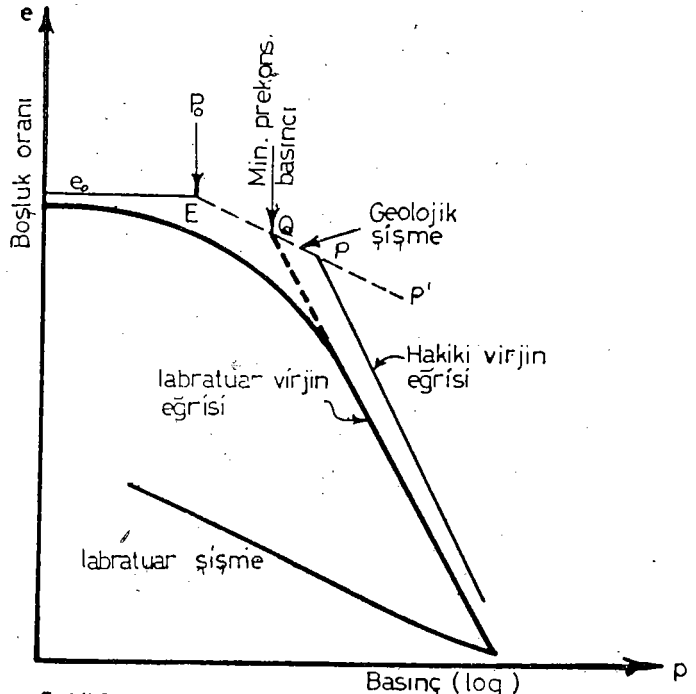
çoğalmasıyla orantılı olarak çoğalır. Diğer bir deyimle örselenme neticesi belli bir basınç aralığındaki sıkışma fazlaladır.

2) Yükartırma Oranı :

Normal olarak konsolidasyon deneylerinde tatbik edilen yük artırma oranı birdir. Yani $(P_i + 1 - P_i)/P_i = 1.0$ dir. (P = Basınç, i = sıra indeksi). Küçük oranlar için numunenin sıkışma hızı çoğunlukla toprağın geçirgenliğinin bir fonksiyonudur. Oysaki büyük yük artırma oranlı deneylerde sıkışma hızı toprağın plastik direncinin bir fonksiyonu olmaktadır. Yük artırma oranının prekonsolidasyon basıncının tayininde önemi büyüktür. Şöyleki halihazırdaki metodlar yük artırma oranı bir olan deneyler için tavsiye edilmektedir.

3) Yükün Tatbik Müddeti :

Zemin yapısındaki plastik direnç ve hidrodinamik tesirler neticesi yük tatbikat müddeti oldukça önemli bir rol oynar. Bu süre uzadıkça, sekonder konsolidasyonun katkısı da oldukça çoğalır.



Şekil 3. MINIMUM PREKONSOLIDASYON BASINCININ TAYİNİ
(SCHMERTMAN, 1955)

Bu üç faktörün yanısıra numunenin gaz muhteviyatı, laboratuvar ısısı ve nemi, deneyin yapıldığı alet ve numunenin çapı deney neticesinde tesir ederler.

Prekonsolidasyon Basıncının Tayini İçin Tavsiye Edilen Metodlar :

Jeolojik Araştırma : Prekonsolidasyon basıncını araştırırken zeminin jeolojik tarihi hakkında araştırma yapmak zorunludur. Bilhassa jeomorfoloji ilminin ortaya çıkardığı tahmin ve hakikatler bu mevzuda oldukça emin bir kılavuzdur. Bu satırların yazarının Ankara Killeri hakkında yaptığı bir araştırma neticesi Zemin Mekaniği Laboratuvarı deneylerinden elde edilen değerlerle bu havalı için jeomorfolojik araştırma yapmış olan Sayın Profesör Oguz Erol'un verdiği değerler oldukça yaklaşıklık durumdadır. ARDA (1966).

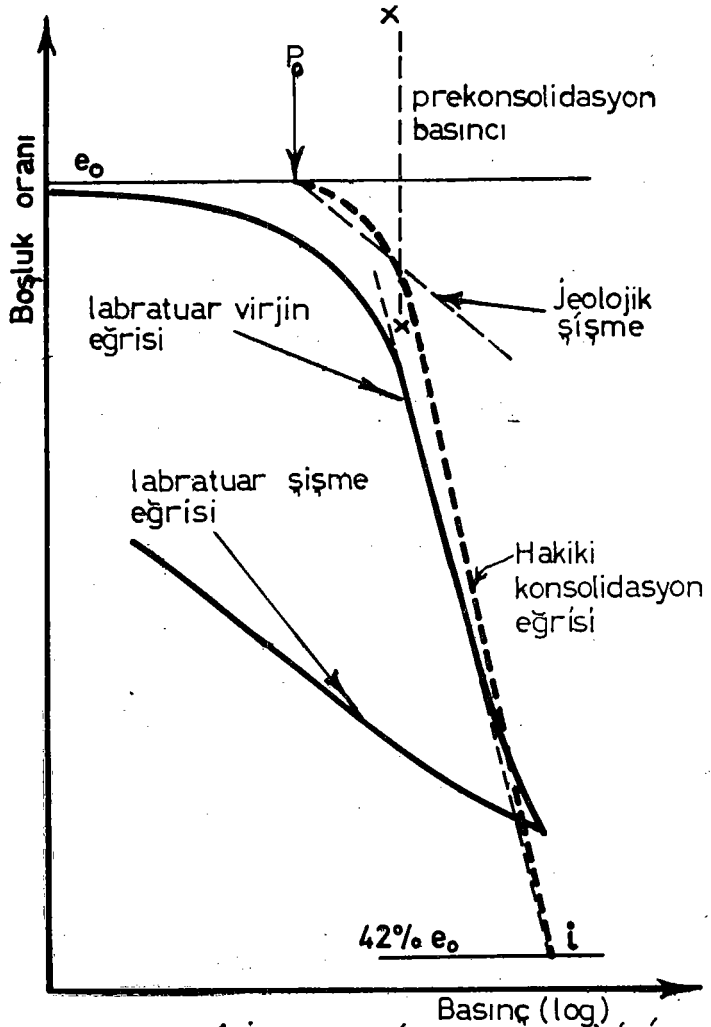
1) CASAGRANDE Konstrüksiyonu :

Değişik zeminlerden alınan bir çok numune üzerinde yapılan deneyler neticesi killi zeminler için prekonsolidasyon basıncı aşağıda izah edilen metotla bulunabilir. CASAGRANDE (1936). Şekil : 2'de metod gösterilmektedir.

Şekilde işaret edildiği gibi konsolidasyon eğrisi iki kısma ayrılabilir. Büyük basınçlara doğru elde edilen düz çizgi kısmı (virjin çizgisi) (I) ve küçük basınçlardaki eğriliksel kısım. (II)

İlk önce eğri üzerinde yarıçapı en küçük olan nokta bulunur. Bu noktanın bulunmasında gerek zeminin jeolojik tarihi hakkındaki bilgiler alınmalı, gerekse geometrik olarak bulunmasındaki hassasiyeti artırmak için bu noktanın eğrilik yarıçapını bir aydınlar kâğıdı üzerinde belirterek diğer noktaların eğrilik dereceleriyle mukayese etmek faydalıdır.

Bulunan bu noktadan (T), basınç koordinatına paralel olacak bir yatay çizgi (h) ve eğriye bu noktada teğet olan çizgi (t) çizilir. (t) ve (h) çizgilerinin meydana getirdiği (α) açısının açısı ortayı (b) çizilir. Virjin çizgisi (I) bu açı ortayı kesene kadar uzatılır. İki çizginin kesiştiği noktaya (Q) tekabül eden basınç



Şekil 4. HAKİKİ KONSOLİDASYON EGRİSİNİN ELDE EDİLMESİ (Schmertman 1955)

aranılan prekonsolidasyon basıncıdır.

Bu metod ancak inorganik killeri için kullanılabilir. Zira organik killerde konsolidasyon eğrisi değişik bir karakter arzeder.

Netice olunarak denilebilir ki CASAGRANDE KONSTRÜKSİYONU belli bir dönüm noktası olan ve virjin kısım eğimi oldukça dik olan konsolidasyon eğrileri için کافی hassasiyettedir.

2) Minimum Prekonsolidasyon Basıncı :

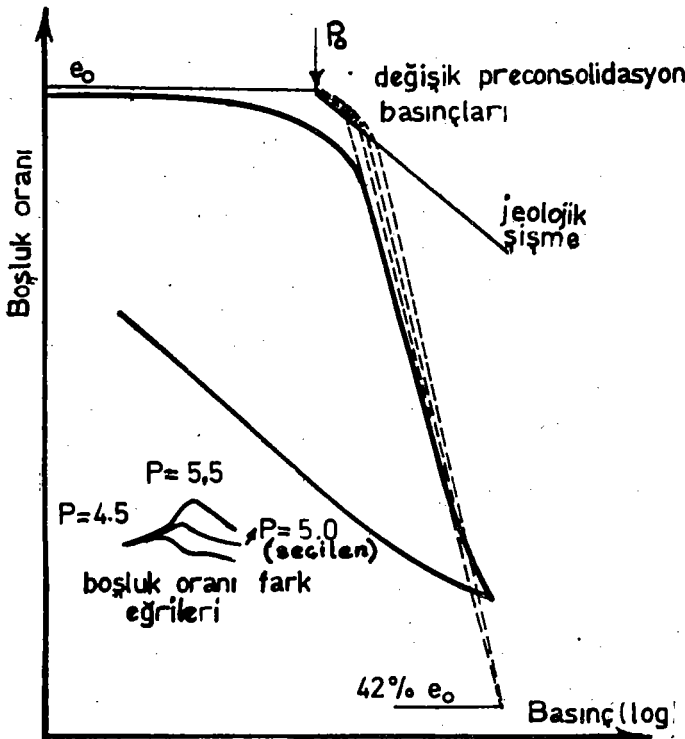
Bu metotla hernekadar aranılan prekonsolidasyon basıncı bulunmuyorsa da bu basıncın sahip olabilece-

ği en küçük değer bulunur ki bu da zeminin evvelce bir prekonsolidasyona tâbi olup olmadığını göstermesi yönünden faydalıdır.

Şekil : 3'de metod gösterilmektedir.

Bu şekilde (E) noktası zeminin alındığı derinlikteki toprak tabakasının üstünde bulunan tabakanın basıncına (P_0) ve boşluk oranına (e_0) tekabül eder. (EP) çizgisi zeminin evvelce maruz kaldığı prekonsolidasyon yükünün kalkmasından ötürü boşluk oranındaki artışı (şişme) gösterir.

Bu çizgi laboratuvar deneyinde elde edilen yük boşaltma çizgisine paralel çizilerek elde edilmiştir. Her



Şekil 5 SCHMERTMAN METODU
(Schmertman 1967)

ne kadar bu iki çizginin eğimi arasında fark varsa da, bu neticeye ihmal edilecek derecede az tesir eder.

Laboratuvar virjin çizgisinin uzantısının jeolojik şişme çizgisiyle kesişme noktasına tekabül eden basınç (P_{min}) her durumda prekonsolidasyon basıncından küçüktür. Zira Şekil 1'den anlaşılacağı gibi örselenmemiş numunenin virjin eğrisi örselenmiş numunenin daima sağındadır. Dolayısıyla hakiki prekonsolidasyon basıncı (P) her durumda (P_{min}) dan daha büyüktür.

Muhtemel Minimum Prekonsolidasyon basıncının tayini için tavsiye edilen metod aşağıdadır. RUTLEDGE (1944), SCHMERTMANN (1955)

- 1) Laboratuvar konsolidasyon ve şişme eğrileri elde edilir.
- 2) P_0 ve e_0 değerleri hesap edilerek E noktası bulunur.
- 3) E noktasından laboratuvar boşaltma (şişme) çizgisine bir paralel çizilir.
- 4) Laboratuvar virjin çizgisi uzatılır.
- 5) Jeolojik şişme çizgisiyle virjin çizgisinin kesişme noktası (Q)

Minimum Prekonsolidasyon basıncına tekabül eder.

Eğer bu değer (P_{min}) numunenin (P_0) basıncından büyükse zemin prekonsolidasyona uğramıştır. Aksi halde normal kil olarak kabul edilir.

3) SCHMERTMANN Metodu :

Bu metodun esas kısmı aşağıdaki kabule dayanır. Laboratuvar deneyleri neticesi herhangi bir inorganik kilin örselenmemiş, az örselenmiş ve örselenmiş vs. numuneleri üzerinde yapılan deneylerden elde edilen konsolidasyon eğrileri pratik olarak aynı bir noktada kesişirler. Bu kesişme noktasının boşluk oranı ilk boşluk oranı (e_0) in % 40 ile % 46'sı arasında değişmektedir. SCHMERTMANN ortalama olarak bunu % 42 e_0 olarak kabul etmektedir.

Deneyler neticesi elde edilen diğer bir gerçek ise örselenme dereceleri farklı (aynı zemine ait) iki konsolidasyon eğrisi arasındaki boşluk oranları farkı; küçük basınç değerleri için azken, prekonsolidasyon

basıncına kadar basıncını verecek durumda olmalıdır.

Yukarda izah edilen tabii konsolidasyon eğrisinden faydalanarak Prekonsolidasyon basıncı bulunabilmir. Bu ise SCHMERTMANN Metodu diye isimlendirdiğimiz metottur.

SCHMERTMANN Metodu

(Şekil : 5)

1) Evvelce izah edilmiş olan Minimum Prekonsolidasyon basıncı bulunur.

2) Minimum Prekonsolidasyon basıncından büyük olmak üzere bir prekonsolidasyon basıncı tahmin edilir.

3) Tahmin edilen prekonsolidasyon basıncına göre zeminin Tabii konsolidasyon eğrisi çizilir.

4) Laboratuvar konsolidasyon eğrisiyle tahmini olarak çizilen tabii konsolidasyon eğrisi arasındaki boşluk oranları farkı (Δe) ile karşıt basınçlara göre çizilecek olan (Δe -logp) eğrisi elde edilir.

5) Bu işlem değişik prekonsolidasyon basınçları tahmin edilerek tekrar edilir.

6) Değişik Tabii konsolidasyon eğrileri içinde en simetrik (Δe -logp) eğrisine sahip olanı hakiki Tabii konsolidasyon eğrisi olarak kabul edilir. Dolayısıyla buna tekabül eden tahmini Prekonsolidasyon basıncı aranan Prekonsolidasyon basıncıdır.

Bu yazıda izah edilen metodlar normal konsolidasyon deneylerinden faydalanarak zeminin prekonsolidasyon karakterini çıkarmak için tavsiye edilen metodlardır. Geometrik CASAGRANDE metodunun kolaylığının yanısıra SCHMERTMANN metodunun zeminin özelliklerinden daha fazla faydalanılmasından ötürü daha emniyetli oluşu bir gerçektir. Diğer taraftan basit bir işlemle minimum prekonsolidasyon basıncının anlaşılması, dolayısıyla zeminin normal veya prekonsolide olup olmadığının bilinmesi oldukça faydalı bir bilgidir. Herne kadar bu metodlardan başka BURMISTER (1959), SOYDEMİR (1963) değişik metodlar tavsiye etmekteyse de bunlar bilhassa ilmi araştırmalarda özel olarak prekonsolidasyon (Devamı sahife 28, sütun 2 de)