

T. C.
NAFIA VEKALATI
Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü

Zemin Mekaniği Laboratuvarı Deney Klavuzu
No : 1



DSİ Matbaası
Ankara — 1959

DSİ Umum Müdürü
Süleyman DEMİREL

Araştırma Fen Heyeti Müdürü
Fuat ŞENTÜRK

Zemin Mekaniği Laboratuvar Müdürü v.
Ayhan ACATAY

ÖN SÖZ

Bu broşür ne hiç bilmeden ne de iyi bilen elemanlar için hazırlanmıştır. Esas gayemiz deneyleri tanıyan fakat yapmak için üzerinde çalışması gerekenlere bu uğraşmalarında yardımcı olmaktır. Muhakkak ki deneylerin yapılmasının doğruluk derecesi aletleri iyi tanımağa bağlıdır. Aletlerin tanınması ise şekilleri incelemekle değil bizzat görmekle çok daha kolay olacaktır. Aletler hakkında geniş bilgi verilmeyecek bu broşürü okumazdan evvel tavsiyemiz her aletin muhtelif uzuvlarıyla vazifelerini iyi bir şekilde öğrenmek olacaktır. Aksi halde anlatılan mevzular hiç bir kıymet ifade etmeyecektir. Zaten bu esasa dayanarak deneylerin daha ziyade büyük hatalar doğuran gözden kaçabilecek hususiyetleri üzerinde durmaya çalışacaktır.

A.A.

NUMUNELERİN ELLE VE GÖZLE AYRILMASI VE SONDAJ PROFİLLERİNİN ÇİZİMİ

Bu deneyin iyi yapılması tecrübeye bağlıdır. Sondajlardan veya herhangi bir yerden muhtelif derinliklerden alınan numuneler takriben bir litrelik kavanozlar içinde olur. Kavanozların kapakları parafinlenmiş ve etrafına band sarılmış olmalıdır. Bu bozulmuş numunelerin tanınması dokunma, görme, koklama gibi basit ameliyelerle yapılır. Numune içinde karşılaşılan muhtelif tip malzemeler ve bunların tanınması için basit kaideler şunlardır:

1- Yabancı katıklar

Numune içinde tuğla kırıkları, tahta parçaları ve organik artıklar bulunabilir. Bunların fazlalık veya azlığı zihnen bir mukayese yapılarak tayin olunur.

2-Organik maddelerin tayini:

İçinde fazla organik madde olan numuneler siyah bir renge sahiptirler. Fena kokarlar. Üzerine bir iki damla asit dökülürse kükürtlü hidrojen verirler. Kükürtlü hidrojen fena kokusundan derhal tanınabilir.

3- Kum, çakıl tayini:

Kum ve çakıl miktarı sadece dokunma ve gözle anlaşılır.

4-Silt kil tayini

- a) Dokunma ile: Kil ele fazla yapışır. Silt yapışmaz.
- b) Shake ile: Numunelerden alınan bir parça elde örselenir, tabii suyu yüze çıkar ve bir parlaklık hasil olur. Bekletilirse bu parlaklık kumda çabuk siltte biraz geç kaybolur.
- c) Süddastüspansiyon yaparak:
Numune suda eritilir, karıştırılır. Kum takriben bir dakikada, silt 4 ila 8 dakikada, kil 7-8 saatte çöker.

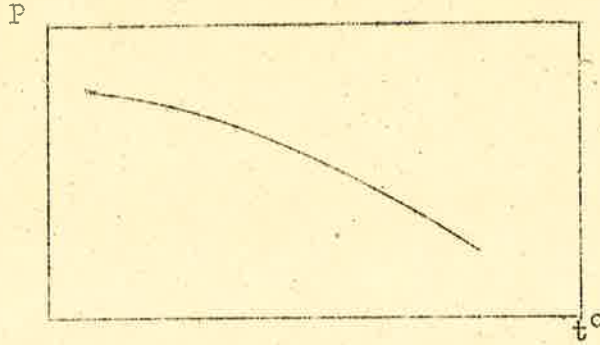
Böylece numunenin cinsi ve katkılarına göre sınıflandırma yapıldıktan sonra hazırlanan bir tabloya yazılır ve sondaj profili derinliklere göre çizilir.

ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ

(Dane birim Hacim Ağırlığı)

İngilizce Specific Gravity diye isimlendirilen dane birim hacim ağırlığı ~~bu~~ boşluk kalmak üzere bütün daneler tarafından doldurulması halindeki ağırlığıdır. Hemen bütün zemin özelliklerinin tayininde yardımcı unsur olarak kullanılır.

(Piknometre) Balon jeje: Ağırlığı belli bir cam kabtır. Bu cam kabın ölçekli yerine kadar su doldurularak muhtelif derecelerde tartılır. ~~bu~~ tartılır ve muhtelif derecelere göre ağırlığı gösteren bir eğri/edilir. Dolayısıyla istenen hararettteki piknometre + su ağırlığını bu eğri vasıtasıyla hemen tayin etmek mümkündür.



Deneyin yapılışı: Su + piknometre + W_2 ağırlığı bilinen piknometre içine tartılan W_1 ağırlığındaki 105° lik fırında kurutulmuş numune konur. Üzerine piknometrenin yarısına kadar saf su eklenir. Şişe çalkalanarak numune su içinde iyice eritilir. Sonra hava tulumbasına bağlanıp havası emilerek eriyik içindeki erimiş hava dışarı çıkartılır. Üzerine tekrar işaretli yere kadar su doldurulur. Piknometre etrafındaki fazla su sünger kâğıdı ile kurulur. Son olarak $W_3 = \text{Su} + \text{piknometre} + \text{numune}$ ağırlığı ölçülür:

W_1 = kuru numune ağırlığı

W_2 = Ölçülen suhnette su + şişe ağırlığı

W_3 = Su + şişe + numune ağırlığı

ise, dane birim hacim ağırlığı

$$\gamma_s = \frac{W_1}{W_1 + W_2 - W_3} \quad \text{tür.}$$

$W_1 + W_2 + W_3$ etüd edilirse numunun hacmidir.

Deneyin incelikli olması için dikkat edilmesi gereken hususlar:

- 1- Deneyin incelikli olması için aynı numune üzerinde üç deney yapılır ve esas değer olarak bu üç deney neticesinin ortalaması alınır.
- 2- Numune su içinde tam erimelidir.
- 3- Kuru olarak alınan miktarın doğruluğunu kontrol için deneyden sonraki numune bir kaba konarak suyu uçurulup kurutulur ve kuru numune ağırlığı tekrar tartılır.
- 4- Havanın emilmesi takriben 8-10 dakika sürmeli, arada vakum cihazının musluğu açılarak içeriye hava vermelidir.
- 5- 500-om3 lük piknometreler için 50 ile 150 gr lük numune kifayet eder.

Değişik usuller:

- 1- Şayet piknometre + su ağırlığını muhtelif derecelere göre gösteren ölçü çizilmemişse, bu ağırlık yapılan ayrı bir tartımla bulunabilir.
- 2- Numune kuru numune olmayabilir. Bu halde alınan numunenin kuru ağırlığının tayini için deneyden sonra mutlaka kurutulması gerekir.

Su muhtevasının tayini

Esası:

Su muhtevası: Bir numune içindeki toplam su ağırlığının kuru toprak ağırlığına oranıdır. Hemen hemen bütün diğer deneylerin başlangıcı sayılır.

Deney laboratuarda ve şantiyede muhtelif tarzda yapılır. Laboratuarda bir gün vakit alan ve gayet incelikli olan su muhtevası tayininde arazide aynı incelik istenmiyebilir. Arazide çalışmaya başta gelir. Bu hale göre deneyin yapılacağı laboratuarda ve şantiyede olmak üzere ilki şantiyede yapılır.

I- Laboratuarda: (Etüvde kurutma yoluyla)

Zeminden bir miktar alınıp tartılır. Bunun için numune dara ağırlığı belli bir kap içine konur ve $W_2 =$ zemin + dara ağırlığı tartılır. Dara ağırlığı $W =$ ise zeminin tabii haldaki ağırlığı $W_1 = W_2 - W$ dir. Numune bu haliyle 105° de en aşağı altı saat kurutulur. Kurutma sıcaklığı bu dereceden aşağı olursa su buharlaşmaz, fazla olursa numune içindeki kristallerin yapısı bozulur ve kristal suyu uçar. Kurutmadan sonra $W_3 =$ kuru ağırlık + dara tartılır. Kuru ağırlık $W_1 = W_3 - W$ dir. Buna göre su muhtevası :

$$\% \text{ su} = \frac{\text{Su ağırlığı}}{\text{Kuru ağırlık}} \times 100 = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W} \times 100$$

III- Şantiyede su muhtevası tayini

a) Piknometre metodu

Bu iş için kullanılan piknometre bir cam kavanozla bunun üstüne ters kapanan huni şeklinde bir kapaktan ibarettir. Kapak vidalı/üstünde bir deliği vardır ve kavanoz üstüne bir lastik conta ile oturur.

Deneyin yapılışı:

Piknometre içine önce su konarak $W_1 = S_u + \text{şişe}$ tartılır. W tabii zemin ağırlığı bir kap içinde tartılarak bulunur. Numunenin bütün boşluklarının su ile dolması için su içinde iyice emiktir, piknometre içine konur üzerine su doldurulur ve $W_2 = S_u + \text{şişe} + \text{zemin}$ tartılır. Bu metotta γ bilinmelidir. ~~Bilimsel 2,60 - 2,65~~ alınır. Bulunan değerlere göre su muhtevası:

$$w_s = \frac{(\gamma - 1)W - \gamma(W_2 - W_1)}{\gamma(W_2 - W_1)} \quad \text{dir.}$$

Bu metod çabukluk isteyen işlerde kâfi prezisyonla işimizi görebilir.

b) Muhtelif kurutma sistemleri tatbik olunarak su muhtevası tayini:

Deneyin hesaplanış tarzı aynen laboratuardakine benzer yalnız kurutma sistemi değişiktir

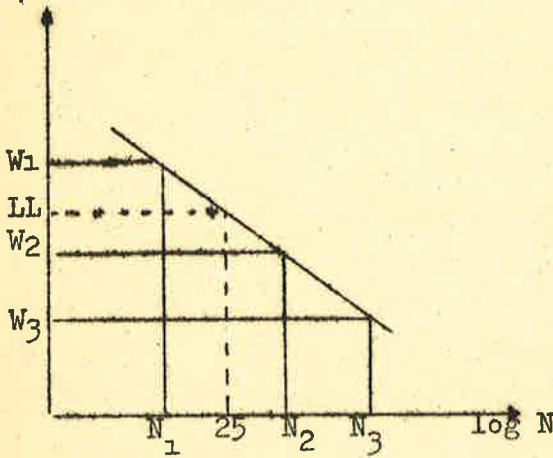
1- Sobâ veya gaz ocağı üzerinde kurutma.

Bu durumda zeminin kristal bünyesi bozular. Şayet kurutma zamanının tayini için etüvle mukayeseler yapılırsa hatanın en az olması için gerekli kurutma müddeti tayin edilebilir ve böylelikle hata % 10 a kadar düşürülebilir. Meselâ fitilli gaz ocakları için 2 kg lık numunede 12 dakikalık bir kurutma kâfi gelebilir.

2- Alkol veya saf benzinle kurutma.

Numune bir kap içine alınır üzerine alkol veya saf benzin dökülüp yakılır. İşlem bir kaç sefer tatbik edilirse numunenin kuruduğu kabul edilebilir.

absiste alınır noktalar işaretlenirse hepsinin bir doğru üzerinde çıktığı görülür.



Bu özelliğe istinaden herhangi su muhtevalarında N kapanma düşme sayıları tesbit edilerek doğru bulunur. Bu doğru üzerinde $N = 25$ düşme tokabül eden su muhtevası LL dir.

Deneyin yapılışında muhtelif basit çalışmalar şunlardır:

Numune ufak bir pota içinde spatula ile ufak darbelerle karıştırılır. Her kapanmadan sonra numuneye su ilave edelâr. Düşürme kabı temizlenir.

Deneyin incelikli olması için:

1- N düşme sayıları birbirine yakın olmamalıdır. Zira doğrunun tayinindeki hassasiyet kaybolur.

2- Düşme sayılarında 40stan yukarı değere ulaşılmamalıdır.

3- Numuneyi düşme kabına koymazdan evvel kaptaki herhangi bir ıslaklık veya bir evvelki deneyden kalma numune artığı bulunmamalıdır. Aksi halde tabanda kayma hasil olarak erken kapanma müşahode edilir.

4- Gerek bıçakla yarık açılmadan evvel gerekse açıldıktan sonra üst yüzey perdelanmalıdır.

Plastik Limit tayini

Değer bakımından LL den daha küçüktür. Tayini için hiçbir hususi alete ihtiyaç yoktur. Numune kâfi derecede suyla yoğrulduktan sonra elle makarnalar yapılır. Numunenin ihtiva ettiği elle yoğrulup gittikçe uçurularak veya kuru katkı yapıp katılaştırılarak deneye veya makarna yapmaya takriben 3 mm lik çapta yüzey çatlakların ve kopmaların hasil olduğu duruma kadar devam edilir. Numunenin bu andaki su muhtevası bize plastik limiti verir.

Deneyin incelikli olması için

1- Numunenin yoğrulması düzgün bir satıh tercihan cam üzerinde yapılmalıdır.

2- Makarnalar el ayası ile hafif hafif ezmeden yuvarlanmalıdır.

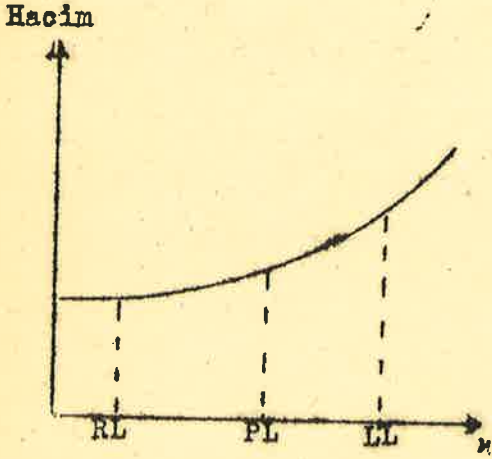
3- Elde herhangi bir yağlılık ve kir bulunmamalıdır. Aksi halde plastik limite geldiği halde kopma olmaz

4- Bilhassa yağlı killerde cama yapışma olur. Kopmaya tesir eden bu pürüzlerin sık sık kuru bir bezle temizlenmesi gerekir.

5- Plastik hale yaklaşmış numuneye kuru katkı yapılırken katkının yüzeyde kalıp yalancı gatlaklar hasil etmesi önlenmelidir.

Rötre limiti tayini

Rötre limiti killerin su kaybetmelerinden dolayı hacim küçülmesinin vaki olmamaya başladığı andaki muhtevasıdır. Bir diyagramla gösterirsek bir kildâ su muhtevası küçüldükçe hacmin küçüldüğünü, mayyen bir sınırdan sonra su muhtevasının azalmasına mukabil hacmin azalmadığını görürüz. İşte bu sabit değer başlangıcındaki su muhtevası rötre limitinden ibarettir.



Deneyin yapıışı:

Alınan numune su ilavesi ile plastik hale getirilip gayet mütecamis karıştırılır. Karıştırılan numune cam bir kurutma kabına içinde hiç bir hava kabarcığı kalmıyacak tarzda doldurulur. Etüve 105° de kurutulur. Numune kurutma kabından çıkartılıp tartılır ve civa içine batırılarak hacmi ölçülür. Hacim ölçümü için numuneyi üç iğnesi vasıtasıyla civa içine batıran hususi bir cam levha kullanılır. Taşan civa ağırlığı civa özgül ağırlığına bölünerek hacim tayin edilir.

Tartımlarda:

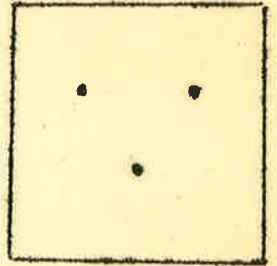
W_k = Numunenin kuru ağırlığı

V = Numunenin hacmi

γ_s = Dane birim hacim ağırlığı ise

Rötre limiti:

$$RL = \frac{V}{W_k} - \frac{1}{\gamma_s} \text{ dir.}$$



Deney neticesinin sıhhatli olması için:

- 1- Numunenin cidara yapışmasını önlemek için kurutma kabının cidarı hafifçe parafinlenir.
- 2- Kurutma müddeti kâfi uzunlukta olmalıdır.
- 3- Ağırlık ölçmeleri sıhhatli olmalıdır.

Atterberg Limitlerinin Ehemmiyeti:

- 1- Şayet tabii su muhtevası PL e çok yakınsa temel için çok iyidir.
- 2- Aynı LL e malik iki kilden PI büyük olan numunenin permeablitesi daha az ve kuru haldeki mukavemeti daha fazladır.
- 3- Plastiklik endisinin büyümesi kilin yağlılığını küçülmesi yavanlığını gösterir.
- 4- RL in yoğrulup ve yoğrulmadan tayini arasında fark olması bize zeminin iskelet yapıda olduğunu gösterir.
- 5- LL ve PL in havada kurutulup tayin edilmesi ile etüvde kurutulup tayin edilmesi arasında fark olması kilin organik olmaması hakkında fikir verir. Şayet fark % 30 u aşyorsa kil organik kildir.
- 6- Tabii su muhtevasını tayin edebildiğimize göre limitler bize zeminin tabii durumu hakkında bilgi verir.

**ELEME SURETİ İLE GRANÜLOMETRE EĞRİSİNİN
TAYİNİ**

Esası:

Granülometri: Bir zemin numunesi içindeki tanelerin çaplarına ve bu çaptaki miktarın ağırlıklarına göre sıralanmasıdır. Tane çaplarını muayyen bir küçüklüğe kadar en iyi ayırabilen, muayyen açıklıktaki deliklere malik elek serileridir. Deneyin esası gittikçe küçülen çaplara göre dizilen elekler üzerinde kalan malzemenin tartılmasına bağlıdır.

Deneyin yapılışı:

Bütün bir havzanın karakteristiklerini göstermek şartile alınan numune laboratuarda ya elle kuarte edilerek veya mekanik bir ayırıcı vasıtasile ayrılarak elek analizi için istenen miktara indirilir. Bu değer en az ince kum için 100 ila 200 gr, kaba çakıllı kumlar için 1 ila 2 kg, kaba kum için 200 ila 500 gr dir. Ancak bu az miktarlar emniyetli olmadığından daha fazla miktarlar almak tercihe şayandır.

Ayırmadan sonra elek dara ağırlıkları ölçülür. En kabandan en inceye doğru alt alta dizilir. Elek serisinin en altında gözeneksiz bir kap ve en üstte de bir kapak bulunur.

Nümunne tartılır en üstteki eleğe konur. Şayet topaklanmalar varsa elle ezilir ve eleklerin hepsine ister elle ister bir elek makinası vasıtasile ileri geri veya dairevik yatay hareketler verilir. Eleme 8-10 dakika sürebilir. Eleme bittikten sonra her elek üstünde kalan nümunne ile birlikte tartılarak kalan zemin miktarları bulunur. Şayet çok iri çakıllar varsa ayrıca tartılarak ilâve edilmelidir. Deney neticesinde her elek üstünde kalan miktarların toplamı ilk alınan nümunne ağırlığına eşit olmalıdır. Fakat bu hal pek nadirdir. Gerek eleme gerekse tartma sırasında malzeme kaybına mani olmak hemen hemen imkânsızdır. Kayıp için kabul edilebilir değer en fazla % 03 tür.

Deneyin hesap tarzı ilişik olarak verilmiştir. Hesap neticesinde son kalana ve tane çaplarına göre granülometri eğrisi çizilir. Şunu anlatmak faydalı olur ki kalan yüzde toplamı denince o çapa kadar daha iri malzeme ağırlığının toplam malzeme ağırlığına oranı demektir. Granülometri eğrisi çizildikten sonra bu eğriden efektif çap D_{10} ve üniformluk sayısı $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ tayin edilir, D_{10} tanelerin % 10 unun kendisinden daha küçük olduğu çaptır. D_{60} ise % 60 ın küçük olduğu çaptır. Üniformluk sayısı ise bu iki çapın birbirine oranıdır. Bu değer bire ne kadar yaklaşırsa nümunne içindeki tanelerin çapları birbirine o kadar yakındır.

ISLAK ELEK ANALİZİ

Şayet nümunede 200 no.lu elekten geçen malzeme çoksa ve ~~numune~~ daha ziyade kile yaklaşıyorsa nümunenin parçalanması ve elenmesi çok zorlaşır. Bu halde nümuneden tartılan belirli bir miktar su içine konarak ıslatılır ve tanelerin kısmen ayrılması sağlanır. Bu ıslak malzeme 200 No.lu elekten üzerine su dökülerek elenir. 200 üstünde kalan malzeme fırında kurutulularak aynen evvelce anlatılan usulle elenir.

Deney neticelerinin sıhhatli olması için:

- 1 - Alınan nümunne zeminin bütün özelliklerini gösterebilmelidir.
- 2 - Nümunne içindeki topaklar elle parçalandıktan sonra elde malzeme kalmamalıdır.
- 3 - Elek üstünde kalan kısmın terazi kefesine boşaltılarak tartılması iyi değildir, fazla kayıp olur. En iyisi kalan kısımlar eleklerle beraber tartılmalı ve elek ağırlığı bundan çıkarılıp kalan miktar bulunmalıdır.
- 4 - Eleme yapılırken eleklerle yatay hareketler verilmeli düşey hareketlerden kaçınılmalıdır. Hafif tanelerin uçuşması önlenmelidir.
- 5 - Tartılarda itina gösterilmelidir.

Netice ve faydaları:

Granülometri eğrisi, üniformluk sayısı ve efektif çap zeminini tanımamız için çok gereklidir. Granülometri eğrisinden zeminin çakıl, kum, silt veya kilden hangisini daha fazla ihtiva ettiği açıkça görülür. Eğrinin eğiminin dik olduğu çaplarda tanelerin miktarı daha fazladır.

Üniformluk sayısı vasıtasile zeminin homofenliği, su geçirme kabiliyeti, boşluk oranı, porozitesi hakkında kabaca bir fikir elde edilebilir.

Efektif çap zeminin soğurma kabiliyetini bildirir.

HİDROMETRİK ANALİZ

Esası:

Elek analizi belli bir çapa kadar mümkündür. Bu son çap 200 No.lu eleğinki olup 0,074 m/m dir. Bundan daha ufak delikli elek yapmak imalat bakımından imkânsızdır. Halbuki killerin çapları bu miktardan daha ufaktır. İşte 200 numaralı eleğin altına geçen malzeme üzerinde çapı ve 1/4 çaptan küçük tanelerin yüzdesini tayin edebilmek için hidrometrik analizden faydalanılır. Deney 200 no.lu elekten geçen malzeme üzerinde yapılır.

Deneyin yapılışı:

Alınan bir miktar nümune fırında kurutulduktan sonra havanda ezilerek inceltilir, 200 numaralı elekten elenir. Alta geçen kısımdan 50 gram tartılır. Aynı bir kap içine konur üzerine saf su ilâve edilir ve elle karıştırılarak bulamaç hale getirilir. Bu bulamaç içine kilin koagülasyonuna mani olmak daha doğrusu tanelerin birbirine yapışmasını önlemek için ayırıcı madde konur. Bu madde için en çok kullanılanlar:

Daxad 23: 1 gr. miktarının 10 cm³ de eritilerek elde edilen mahlûlün 2 cm³ ü bu deney için kâfi gelir.

Calgan: Bu da Daxad gibi patentli bir madde olup saf su içinde hidrometre okuması 40 a kadar eritilir. Eriyiğin 10 cm³ ü kâfi gelir.

Sodyum oksalat: 5 lik criyikten 100 cm³ katılır.

Sodyum Silikat: Toz halinde olan bu maddenin 10- 20 gramı kâfi gelir.

Bu maddelerden herhangi biri kullanılabilir.

Ayırıcı madde ilâvesinden sonra nümune mekanik karıştırıcıya konur ve takriben 15 dakika karıştırılır. Bir litrelik cam mezûre boşaltılır. Damıtık su ilâvesile 1000 cm³ e tamamlanır. Mezûrün ağzı olukla kapatılarak birkaç saat üst edilir. Bırakılan nümune içine areometre konarak muayyen zaman fasılalarında ölçümler yapılır. Her okuma esnasında bu sıdıklığı nümune yanındaki su dolu bir cam mezûr içinden ölçülür.

Bulunan neticelerden abaklar ve hesaplar yardımı ile tane çaplarının yüzde miktarlarına ve tane çaplarına geçilir. Neticede nümune bir kaba boşaltılıp kurutulur ilk alınan ağırlık kontrol edilir.

Deneyin incelikli olması için:

1 - Nümunenin elle ezilmesi sırasında hiçbir kayba mahal verilmemeli ele yapışan malzeme bir pipetle su vererek temizlenmelidir.

2 - Nümune fazla kireç ihtiva ediyorsa içine asit katılıp kireci eritmeli ve nümune bir kap içinde çöktürülerek üstteki asitli su bir pipet vasıtasıyla çekilmelidir. Birkaç defa tekrarlanan su verip pipetle çekmeden sonra asit kalıp kalmadığı turnusol kağıdı ile kontrol edilmeli kalmadığı anlaşılınca deneye devam etmelidir. Neticede kurutmadan sonraki ağırlık kaybı bize yaklaşık olarak ağırlık kaybını verir.

Asit kattıktan sonra habbeler çıkmayınca kadar karıştırmak gerekir.

3 - Karıştırıcı, nümune parçalarından bir pipetle iyice temizlenmelidir.

4 - Mezür alt üst yapılırken el hiç dışarı kaçma olmayacak tarzda kapatılmalıdır.

5 - Hidrometre ilk iki dakikalık okumalar için nümune içinde bırakılır, sonraki her okumada yediden içeriye konur. Aksi halde hidrometre üzerine taneler çökerek yanlış okumalar yapılır.

6 - Hidrometre çıkartıldıktan sonra yanda su dolu başka bir mezür içinde bırakılır.

7 - Hidrometre okumalardan 15-20 saniye evvel yavaş yavaş ve ortadan indirilmeli, okumadan sonra da aynı hassasiyetle çıkarılmalıdır.

8 - Okumalar için uygun zamanlar şu şeklide seçilmelidir:
15 Saniye, 30 saniye, 1 dak., 2 dak., 5 dak., 10 dak., 20 dak., 40 dak., 1 saat, 2 saat, 6 saat, 24 saat.

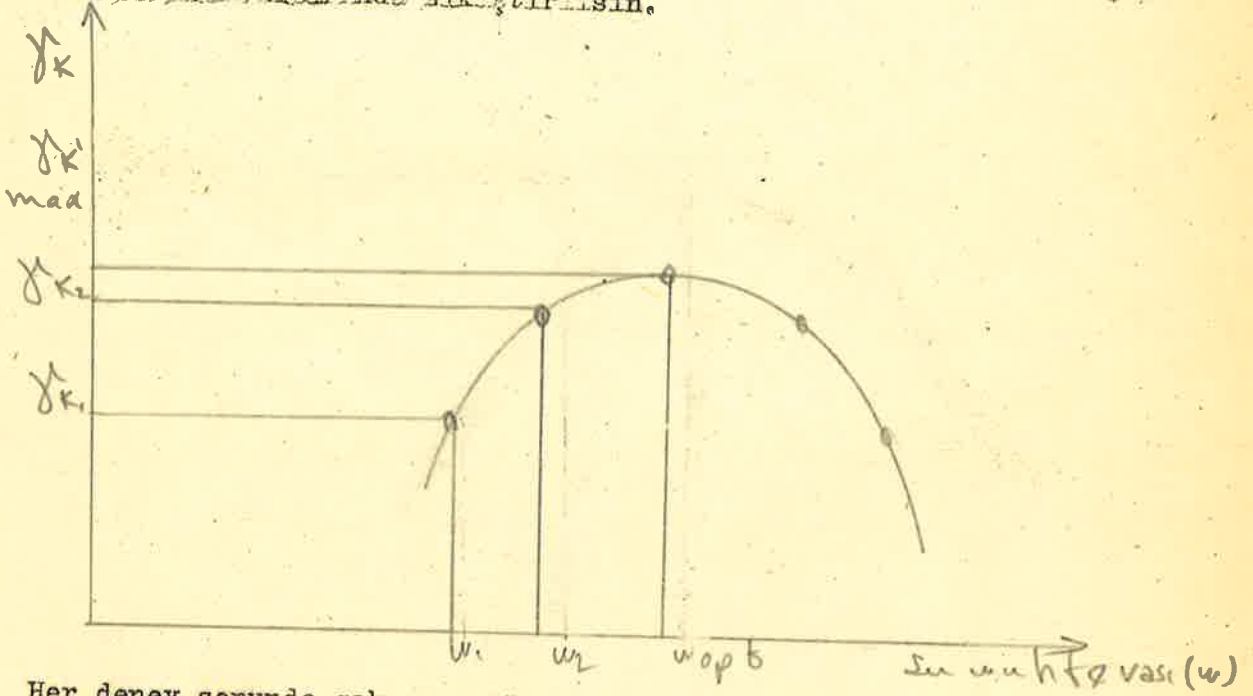
9 - Okumalara D_{10} 'a kadar devam etmelidir.

KOMPAKSİYON DENEYİ

Esası:

Bir zemin, hacmi sabit bir kaba konup aynı seviyeden düşen tokmak darbeleri ile sıkıştırılsın. İkinci sefer aynı zemin aynı şartlar altında yalnız su muhtevası değiştirilerek sıkıştırılsın. Görülür ki bu iki halde sıkışan toprak miktarında azalma veya çoğalma gibi bir fark görülür.

Farz edelim ki aynı nümune böyle iki değil bir çok de-
ğişik su muhtevalarında sıkıştırılsın.



Her deney sonunda sıkışmış nümunenin su muhtevası ve kuru birim ağırlığı tayin edilsin ve şekildeki gibi koordinat sisteminde birer nokta olarak işaretlensin. Görülürki su muhtevası muayyen sınıra kadar arttıkça γ_k da artar. Su muhtevası bu sınırı geçince γ_k azalır. İşte bu dönüm noktasına tekabül eden su muhtevasına optimum su muhtevası denir. Baraj ve sedde gibi sıkıştırma tatbik edilen inşaatlarda toprağın optimum su muhtevasında olmasına dikkat edilir.

Proktor deneyi denilen kompaksiyon deneyinin gayesi optimum su muhtevasını bulmaktır.

Deney muhtelif sıkıştırma tokmakları ile ve muhtelif hacimlerde yapılabilir. Bunlar arasında en fazla kullanılanı:

Standart Proktor. Sıkıştırma tokmağının ağırlığı 5,5 libere düşüş yüksekliği 1 Foot ve sıkıştırma silindirin yüksekliği 4,5 inch çapı 4 inch tir. Sıkıştırma üç tabakada yapılır ve her tabakaya 25 tokmak darbesi verilir.

Bundan başka burada anlatılması lüzumsuz C.B.R ve modified proktor neveleri de vardır.

Deneyin yapılışı:

Nümune Amerikan standardına göre 4, İngiliz standardına göre 7 numaralı elekten elenir. Tabii halde zeminin su muhtevasının takriben % 6-8 civarında olduğu kabul edilir. Deney için nümunedan 4 kg. alınır Silindirin alt tablası takılır ve silindir içine sıkıştıktan sonra $\frac{1}{3}$ silindir yüksekliğini alabilecek kadar nümune konur. Tokmak 25 sefer düşürülür. İkinci sıkıştırma tabakasından evvel sıkışmamış nümuneyi koyabilmek ve fazla hacmi içine alabilmesi için silindirin üstüne kolye takılır; nümune konur ve tekrar 25 darbe ile sıkıştırılır. Aynı şekilde üçüncü tabakada sıkıştırılır. Yalnız bu üçüncü tabaka sıkıştıktan sonra nümunenin üst seviyesi silindirin üst seviyesinden 0,5 santim kadar yüksekte olmalıdır.

Bu artık kolye çıkartıldıktan sonra çelik bir bıçakla gayet düzgün kesilir. Buna ağırlığı belli olan silindirik nümune ile tartılarak hacmi bilindiğinden yaş tayin edilir. Düzeltilen ve tartılan nümune üzerinde penetrasyon tecrübesi yapılır. Bu deneyde kesit alanı belli bir çubuk nümune içine saniyede bir inchlik bir hızla üç inch sokulur. Gösterdiği direnç aletin yaylı olmasından dolayı hemen göstergeden okunur.

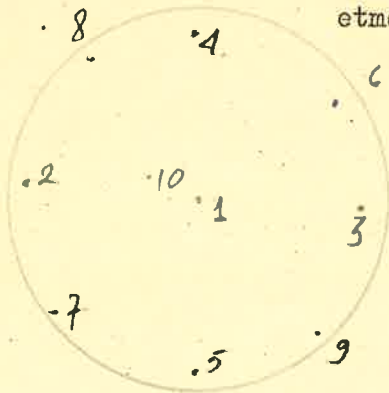
Bu ameliyelerden sonra nümune silindirden hidrolik bir kriko vasıtasıyla çıkarılır. Alt ve üstten iki nümune alınarak su muhtevaları tayin edilir.

$$Y_k = \frac{Y_{\text{yaş}}}{1 + v}$$

den Y_k kuru lar tayin olunarak, evvelce zikredilen noktalardan biri bulunmuş olur. Böylece nümuneye daha fazla su vererek müteaddit deneyler yapılır. Her biri için elde olunacak noktalarla parabol eğri belirir. Eğrinin maksimum noktasına tekabül eden su muhtevası optimum su muhtevasıdır. Bu su muhtevası belli bir sıkıştırma enerjisinde o nümunenin en fazla sıkışabileceği durumdur.

Deneyin incelikli olması için:

- 1- Deneye başlamadan evvel yapılan elemelerde elek üstünde kalan miktar nümunenin % 25 ini aşmamalıdır. Kalanın % 25 olmasına kadar Wapt için orijinal vasfını kaybetmiyen nümune üzerinde aksi halde başka tip deney yapmak gerekir.
- 2- Sıkıştırmada her tabaka 1/3 yükseklikte olmalıdır.
- 3- Tokmağın düşüşü rastgele olmamalı önce ortadan başlamalı karşılıklı olarak yanlarda devam etmeli onuncu vuruşta tekrar ortaya gelmelidir. Onuncu vuruşa kadar şekildeki gibi gösterilebilir. Mütebaki vuruşlar için aynı şekilde hareket etmelidir.



- 4- Tokmak her kalkışında klavuzun üst sınırına değmelidir.
- 5- Su muhtevasının tayini için alınan nümuneler alt ve üstten ortalaması hepsini karakterize edebilecek tarzda alınmalıdır.
- 6- Yaka çıkartılırken fazla zorlanmamalı sıkışmış nümune içine doğru kırıklar hasil olmasına meydan verilmemelidir.
- 7- Sıkışmış nümunenin üst yüzünü düzeltme ince tabakalar halinde dıştan içe doğru kesilerek yapılmalıdır.
- 8- Tartma yaparken altlık çıkartılmamalıdır.

9- Her deney tekrarı su muhtevası takriben % 3 arttırdıktan sonra yapılmalıdır.

10- Eğrinin iyi belirebilmesi için en az beş deney yapılmalıdır. Şayet ağırlıkta düşme geç vaki olursa en yüksek noktadan sonra iki olacak tarzda deney sayısı artırılmalıdır.

PERMEABLİTE DENEYİ

Esası:

Bir zemin için suyun akışı o zeminin cinsine bağlıdır. Bizce mühim olan bu akışın hızıdır. Bu hızı permeablite katsayısı denir ve k harfi ile gösterilir. Katsayının tayini için kullanılan deney aletlerine permeametre denir.

İki tip permeametre vardır:

- 1- Sabit seviyeli: Geçirimli zeminler için kullanılır.
- 2- Düşen seviyeli: Geçirimsiz zeminler için kullanılır.

Bu alâtların birincisi kumlar için ikincisi ise silt ve killer için iyi netice verir.

Deneylerin yapılışı:

- 1- Sabit seviyeli permeablite deneyi.

Esası zeminin sabit bir hidrolik yük altında geçirdiği su miktarını etüd etmektir. A kesit alanı ve L yüksekliği belli bir nümunenin bir t zaman aralığında geçirdiği su miktarı Q, su yükü h ise permeablite katsayısı

$$k = \frac{Q}{A \times \frac{h}{L} \times t} \quad \text{dir.}$$

Deney iki tip numune üzerinde yapılabilir:

- a) Örselenmemiş numune
- b) Örselenmiş numune

Örselenmemiş numune permeablite kabı içine zeminden alınarak konur. Diğer işlemler her iki numune üzerinde aynıdır.

Örselenmiş numune permeablite deneyinin hazırlanışı:

Alet birbirine geçirilip vidalarla tesbit edilebilan iki silindirle hepsinin altına güne vidalarla tesbit edilen bir altlık (huni) dan ibarettir. Üst silindirde bir savak bulunup hidrolik yükün sabit kalmasını sağlar. Alt silindirde üç tane piyezometre lülesi vardır.

Alt silindirin altına madeni bir parâz taş kenur. Nümunenin delikleri tıkamaması için üzerine bir sünger kâğıdı ve sünger kâğıdı üzerine de nümuneler konur.

Nümune yüksekliği kap içinde işaretlenmiş olup takriben 10 cm.dir. Alt silindirin altındaki ters huninin borusuna lâstik takılarak içerideki havanın çıkması için su verilir. Su nümune yüzüne çıkıncaya kadar beklenir. Su verilmesi kesilir ve nümune üzerine de bir süzgeç kâğıdı ve en üste 6~7 cm yakanmış iri çakıl konur. Çakılın vazifesi kabarmaya mani olmaktır. Çakılın permeablite katsayısı sonsuz farzedilebilir. Üst silindir takıldıktan sonra üstten su verilmeye başlanır. Alttan akan su bir mezure alınır. Devamlı olarak üstten su verilir böylece hidrolik yükün sabit kalması sağlanır. Muayyen zaman fasılalarile 1000 cm³ lük eprüvetin dolma müddeti bir kronometre vasıtasile ölçülür. Bulunan dolma zamanlarının eşit olmasına kadar su akıtılır. Sonunda bulunan değerden q , A , i , t belli olduğundan k tayin edilebilir.

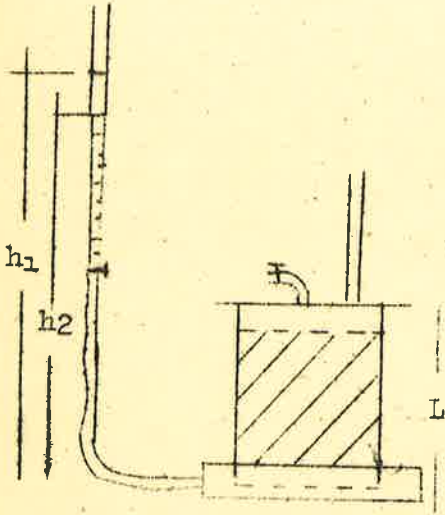
Burada bahsedilen alet sabit seviyeli permeometrelerin hemen hemen en basitlerinden biridir. Aletler arasında detaylı bir münakaşaya girmek mevzuumuz haricidir. Deneyin yapılışı ufak nüans farkları ile hemen hemen hepsinde aynıdır.

Deneyde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- 1- Piyezometre borulara takılmıyacaksa lülelere birer lâstik boru geçirilip uçları sıkılarak suyun akmasına mani olunmalıdır. Bu borulardaki ufak bir kayıp i nin ve q nun değişimine tesir eder.
- 2- Nümuneye alttan su verilerek içindeki havanın tamamen çıkması sağlanmalıdır. Su verilen hazne fazla yüksekte olmamalıdır.
- 3- Altlık alete takılırken karşılıklı vidalar sıra ile sıkılmalı su geçirmeyen bir birleştirme elde edilmelidir.
- 4- Üste konan çakıl yakanmış olmalı sünger kâğıdınının çakıl üzerindeki tozlardan tıkanmasına meydan vermemelidir.
- 5- Üstten su verilirken huni içinde toplanabilecek hava ufak bir cam çubuk sokulmak suretile dışarı çıkartılmalıdır.
- 6- Gerek alttan gerek üstten su verilirken yavaş vermeli kabı sarsmamalıdır. Böyle hallerde nümune içinde kanakıklar hasil olur. ve suyu bir boru gibi aşağıya indirir ki bulunacak permeablite katsayısı tamamen yanlıştır.

B- Değişen seviyeli permeablite deneyi:

Silt ve killeri için kullanılır. Çeyrek bir zeminde geçirimsizlik katsayısı çok küçük olursa alta geçen suyu sabit seviyelide olduğu gibi toplamak imkânsızlaşır. Hatta geçen su buharlaşarak hiç elde etmemek de mümkündür. Ölçümü için şu tarzda hareket edilir.



Bozulmamış numune üzerinde yapılacaksa numune permeabilite kabı içine alınır, bozulmuş numune üzerinde yapılacaksa:

Numune optimum su muhtevasına getirilir. Aynı proktor deneyindeki gibi üç tabaka halinde sıkıştırılır.

Aletin esası altına bir parâz taşı takılmış proktor silindirinden ibarettir. Numune bu silindir içinde aynı proktor deneyinde olduğu gibi sıkıştırılır. Alt tabla çıkartılır, numunenin üst yüzü gayet iyi düzeltilir silindir ters çevrilerek bir

parâz taş ve bir lüle ile dışarı irtibatla olan bir altlık üzerine oturtulur. Proktor silindirinin parâz taşının üstüne de bir musluk ihtiva eden ikinci bir üst levha takılır. Altlık diğer bir alt ve üstü kapalı proktor kabına bağlanır. Bu ikincisinin üstünde bir basınçlı hava supabı ile manometre vardır. Silindir yarısına kadar su ile doldurularak üstten basınçlı hava verilir. Su numune içine nüfuz ederek onu doyma hale getirir ve içindeki havanın çıkmasına sağlar. Muayyen müddet sonra manometre silindiri çıkarılır ve bir lastik boru vasıtasile yüksekliği belirlenmiş bir cam boruya bağlanır. Muayyen bir h_1 seviyesinde zaman başlangıcı tesbit edilir. Kâfi su inmesi önde edilinceye kadar beklenir t_2 anında cam borudaki yükseklik h_2 ise

$$k = 2,3 \frac{a \times L}{A(t_2 - t_1)} \times \log \frac{h_1}{h_2} \quad \text{dir}$$

- a = Cam borunun kesit alanı
- A = Numune kesit alanı
- L = Numune yüksekliği
- h_1 = İlk su yüksekliği
- h_2 = İkinci halde su yüksekliği

Deney esnasında dikkat edilecek hususlar:

- 1- Numune permeametre içine yerleştirilirken optimum su muhtevasında olmalıdır.
- 2- Üst yüz düzeltilirken bağakla üstüne tatbik edilerek cilalanmasına meydan vermemelidir. Düzeltme sadece keserek olmalıdır.
- 3- Basınçlı su verirken çok yüksek değerler çıkararak numunenin alt kısmının bozulmasına sebep olmamalıdır. Bu iş için 40 p.s.i veya 3 kg/cm³ lük basınç kâfi gelir.
- 4- Cam borunun hareket etmesi, lastik borunun ayak altında olması, numune içinde hava kalması neticeye fena tesir eder.

KONSOLIDASYON DENEYİ

Esası:

Verilen muhtelif yüklere göre killerde vaki olan çökme miktarının ve zamanının tayinidir.

Üzerine bir yük konan kil tabakası sonsuz zamanda vaki olan bir çökme gösterir. Şayet yükler değiştirilirse çökme değerleri de değişir. Odometre aleti bu esastan istifade edilerek hazırlanmıştır. Tabiati kısmen taklit edebilmek için numune bir ring içine konarak yanlara genişlemesi önlenir. Basınç altında doymun numunenin boşluklarında ihtiva ettiği suyun serbestçe dışarı çıkabilmesi için alt ve üste paraz taş konur. Ayrıca numunenin kurumasını önlemek maksadıyla ring, numune ve paraz taş sistemi su dolu bir kap içine konur. Kuvvet numune yüzeyine bir manivela sistemi ile ve bir bilya vasıtasıyla aktarılır. Bu bilyaya 1/100 mm veya 1/1000 inç'lik çökmeleri ölçebilen bir saat dayanır.

Bu sistemle verilen bir yük altında numunenin ne kadar çöktüğü tayin edilebilir. Ayrıca bu çökmelerin ne kadar zamanda vaki olduğunun bulunması bir kronometreye ihtiva gösterir. Şu halde deneyin icrası numuneye yük verilmeden sonra muayyen zamanlarda çökme miktarlarının okunmasıdır.

Deneyin Yapılışması:

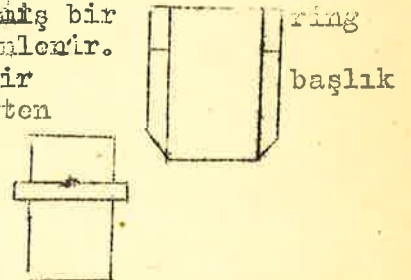
Deney iki tip numune üzerinde de yapılabilir.

- Örselenmemiş numune üzerinde
- Örselenmiş numune üzerinde

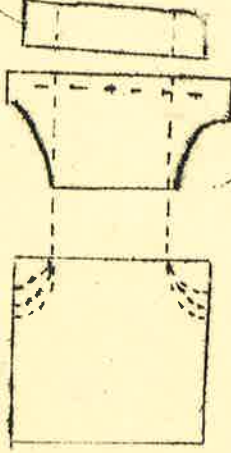
Örselenmemiş numunenin deneyi örselenmiş numune üzerinde yapılan deneyin bir hususi hali olduğundan ikinci durum anlatılmaya çalışılacaktır.

Gelen numuneye önce proktorda yapıldığı gibi muhtemel sıkışma örselenmiş numunenin örselenmemiş numunedeki olan tek farkıdır. Sonraki işlemler birbirinin aynıdır.

Evvelce bahsedilen ring ağzına bir başlık takıldıktan sonra numune içine örselenmeye mani olacak tarzda kolayca girmevini temin maksadıyla bir pistonla itilir. Numune ring içine dolduktan sonra alt tarafı bir kıl, testeresi ile kosulip spatula ile düzeltilir. Sonra çukurtalı bir silindir vasıtasıyla düzenlenmiş bir silindir vasıtasıyla itilerek diğer taraf da düzeltilir. Bu dolu silindirle iterken numune ile arasına bir süzgeç kâğıdı konur. Diğer taraf da düzeltildikten sonra süzgeç kâğıdı ile yüzey kapatılır, başlık çıkartılır, iki başta paraz taşların uygun vaziyette olması sağlanır. Sünger kâğıtları çıkartılıp ring paraz taşlarına beraber altteki yerine oturtulur.

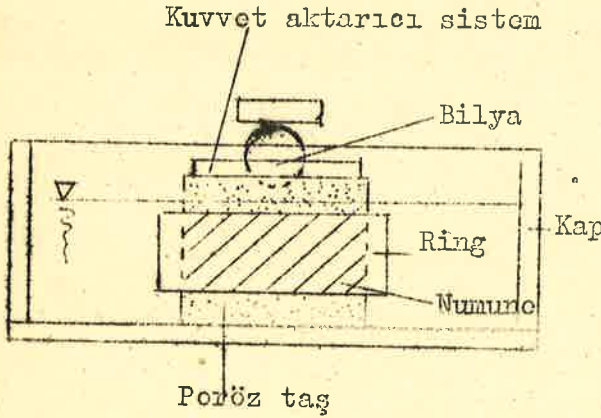


Ancak bu ~~gösterge~~ isteyen bir iştir. Laboratuvarlarda
eksəri başka türlü hareket edilir. Numune ~~sağlam~~ sonra
bir hidrolik kriko vasıtasıyla ~~sağlam~~ çıkartılır. Ringin ağız



lığı takılır ve numune üstüne ~~oturtulur~~
tutulur alt kısımları hafif hafif
yontularak ve üstten çok ufak basınç-
lar verilerek numunenin ring içine
girmesi sağlanır. Bu usul diğerine
nazaran hiç te incelikli değildir
ancak numunenin bezuk kısımlarının
görülebilmesinden dolayı eksəri
tercih edilir. Yontma işini yapan
operatörün tecrübeli ve sabırlı
bir şahıs olması gerekir.

Ring içindeki numune poröz taş-
larla yerine konduktan sonra kap
içine su konur. Bilya üstteki madeni
tağın yuvasına oturtulur saat takı-
lır ve göstergesi sıfıra getirilir.
Numune bu hali ile, doygun olması
için bir veya iki gün su içinde
kendi haline bırakılır. Bu arada
numune kabarır kabarma miktarı
saatten okunarak kaydedilir. Saat
tekrar sıfıra getirilir ve aletin
manivelasına istenen yük konur.
Yükleme yapılır yapılmaz kronometreye
basılır 5 saniye, 15 saniye, 30 saniye,
bir dakika gibi muayyen zamanlarda
saat okumaları yapılarak kaydedilir.
Uzun bir zaman fasılasından sonra
bu belli yük için artık çökme hasil
olmaz. Bu fasıla genel olarak
24 saattir. İlk aralıktan sonra
tekrar yarı bir yükleme tatbik olunur,
aynı ölçümlere devam edilir. Bu
yüklemeler gittikçe arttırılarak arada
numune üzerinden yükün kalması
halinde vakti kabarmaları etüd edile-
bilmek için arada belirli yüklerle
boğaltma yapılır ve sonra gene yük-
lemeye devam edilir.



Deney esnasında dikkat edilecek hususlar

1- Ring numune içine sağa sola yalpa yapmayacak tarzda
dikkatle ve statik olarak itilmelidir. Pistonla iterken gayet ringde
hava çakaracak delik yoksa (odometre ringlerinde bulunmaz) itiş
aralarında üstteki kısmı kaldırıp sıkışan havanın kile bir basınç
tatbik etmesi önlenir.

Şayet numune yontularak ring içine alınıyorsa yontma ring
çapından biraz daha büyük olmalı, fazlalık ring itilerek telâfi
edilmelidir.

2- Ring içindeki numune yüzeylerinin düzeltilmesi itinâ ile yapılmalıdır. Zira 1. mm . lik kısılmaları gösterebilen saatin okumaları çok hatalı olur.

3- Ringin ağız kısmı keskin ve kertiksiz olmalıdır.

4- Kap içine su gayet yavaş dökülmeli su yüzeyinde dalgalanmalar olmamalıdır.

5- Poröz taşlar numune alt ve üstüne ringe dayanmayacak şekilde gayet düzgün oturtulmalıdır.

6- Yükleme yapılırken ağırlıklar gayet yavaş kenmalı yukardan düşürülmemelidir. Ayrıca manivelanın sarsıntı yapmamasına dikkat etmelidir.

7- Evvelden tayin edilen zamanlarda yapılan okumalar tam anında olmalıdır. Şayet o anda okuma yapılamazsa okuma yapılan zaman, değerin yanına ufak bir net şeklinde yazılmalıdır.

8- Yüklü olan konsolidasyon aletlerine dokunmaktan, yaslanmaktan veya yahlarında sarsıntılı aletleri çalıştırmaktan kaçınılmalıdır.

9- Numune ringle beraber, ilk anda, doygun halinde, deney bitiminde ve kurutulduktan sonra ayrı, ayrı tartılıp yazılmalıdır.

Bu deneyin hesapları diğerlerine nazaran daha kompleks olduğundan burada anlatılmıyacaktır. Ayrıca muhtelif deney tipleri hakkında bilgi vermek lüzumsuzdur.

Zemin mekaniğinin en mühim deneylerinden biri olan konsolidasyon deneyi yapılışının her safhasında azami dikkat ister. Bu yüzden deneyi yapan şahsın hiç bıkmadan ve hiç bir safhayı ihmal etmeden çalışması gerekir. Çünkü arada ufak bir ihmal en aşağı lo gün alan bir deneyin mahvına sebep olacaktır.

TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

Esası:

Tek eksenli basınç deneyi ile killerde serbest basınç direnci tayin edilir. Örselenmemiş numuneler için q_u harfi ile, örselenmiş numuneler için q_u' harfi ile gösterilir. Serbest basınç direnci tabiatteki şartlara uymamasına rağmen gerek bir takım mukayeseler yapabilmemiz gerekse killerin kohezyonunu yaklaşık olarak tayin edebilmemiz bakımından hayli ehemmiyeti haizdir.

Deneyin esası numuneye tatbik edilen kuvvetin hasıl edeceği kısalmalara bağlı olarak çizilmesinedeyanır. Bu iş için muhtelif tip aletler kullanılır. Bir kısmı ilerde anlatılacak üç eksenli deney aletine benzer. Diğer bir kısmı ise yukarıda bahsedilen eğriyi kendiliğinden çizer. İlk tip aletin esası ilerde verileceğinden burada ikinci tip aletten bahsedilecektir.

Alet bir kol vasıtasıyla yaya tatbik edilen kuvveti numuneye aktarır. Yaya bağlı bir kol ve ucunda bir kalem bulunur. Numune kısaldıka kalem alta geçirilen bir kâğıt üzerinde yaya bağlı olarak bir eğri çizer. Eğriden abaklar vasıtasıyla gökme ve basınç tayin olunur.

Deneyin hazırlanışı ve yapılışı

Önce numune bir ring içine bir pistonla itilerek sokulur. Ring içine giren numunenin alt tarafı kıl testeresi ile kesilip spatula ile düzeltilir. Numune düzeltilen taraftan bir piston vasıtasıyla itilerek ring içinde 8 cm lik bir yükseklik alınca durulur. Diğer uç da aynı tarzda kesilip düzenlenir. Numune dışarı çıkartılır. Şayet oyuk başlık kullanılacaksa her seferinde düzeltilen uçlar gizintili bir başlık çevrilerek oyuk hale getirilir. Silindir, numune aletin iki başlığı arasına getirilip hafif tomasta duracak tarzda sıkıştırılır. Alete geçirilen kâğıda kolun kalemi çıkartılarak başlangıç noktası işaretlenir. Sonra kuvvet kolu etmeye başlanır. Zamanla, tatbik edilen kuvvet yüzünden numune boyu kısalır. Şişme ve yüzeyde 45° lik çatlaklar hasıl olur. Kırılma noktası eğrinin dönməsinden veya kuvvet tatbik edilmese dahi numunenin kısalmakta devam etmesi ile anlaşılır. Kuvvet boşaltılır, eğrinin çizildiği kâğıt üzerine numunenin şekli çizilir.

Çizilen eğrinin etüdü ise abaklarla olur. Kullanılan her yay için bir katsayı vardır ve bellidir. Eğrinin başlangıcı abanın sıfır noktasına getirilir. Teğet olduğu abak eğrilerinden birinin doğme noktasına göre düzeyde okuduğumuz sayının yay faktörü ile çarpımı bize $lb/inch^2$ olarak basıncı ve yatayda okuduğumuz sayı da gökmeyi yani kısalmayı verir.

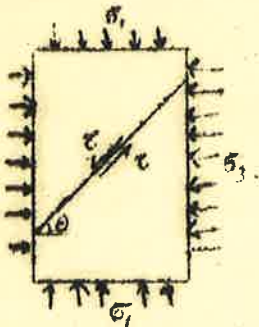
Deneyde dikkat edilecek hususlar

- 1- Numunenin hazırlanışında aynen Konsolidasyon deneyindeki hususlara riayet etmelidir.
- 2- Oyuk başlık kullanmak kenarlarda çatlaklar doğurup yanlış değer vereceğinden şayanı tercih değildir.
- 3- Numune ringden çıkartıldıktan sonra silindir piston üzerinden alınırken alt taraf hafif hafif itilerek ayrılmalıdır.
- 4- Numunenin ringden kolaylıkla çıkabilmesini sağlamak için ring ince parafine yağlanmalıdır.
- 5- Kuvvet tatbik edilirken sabit bir hızla verilmeli, arada bekleme olmamalı, kesintili çalışmamalıdır.
- 6- Yay seçilirken kuvvet bakımından numunenin mukavemetine uygun olmalıdır.

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

Esası:

Tek eksenli basıncın geliştirilmiş şekli olup tabiat şartlarına daha fazla uygunluğu sağlar. Deney için aynen tek eksenlideki numune kullanılır. Farka şudur ki, numune serbest olmayıp etrafına bir basınç tatbik edilir bu basıncın muhtelif değerlerinde numunenin kırılması hesaplanır. Bir numune kesiti alalım ve bu basınçlarda numunenin kırıldığını farzedelim.



Kırılma düzlemi AB olsun. Tam kırılma anında bu düzleme etkiyen kayma gerilmesi s ve c gerilmeleri yardımı ile 1 ve 3 mohr daireleri denen bir takım daireler çizilerek bulunabilir. Bu dairelerin ortak teğeti bir doğru olarak çıkar ki denklemini

$$s = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \text{ dir.}$$

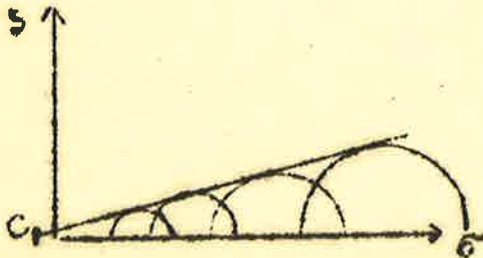
s : kayma mukavemeti

c : kohezyon

σ : basınç gerilme

ϕ : içsel sürtünme açısıdır.

Deneyin yapılışındaki gayemiz c ve ϕ nin tayinidir.



Deney muhtelif arazi şartlarına göre iki tipte yapılabilir:

- a) Çabuk (drenajsız)
- b) Yavaş (drenajlı)

Hızlı deneylerde, ikiye ayrılır:

- 1- Konsolidasyonlu çabuk deney
- 2- Konsolidasyonsuz çabuk deney.

Çabuk deneylerde numune içindeki boşluklardaki suyun basıncının aldığı değerler mühim değildir. Yavaş deneyde bunun daima sıfırda kalması istenir.

Biz bunlardan en fazla kullanılanı, hızlı deneyi anlatacağız.

Deney aleti: Anlatılan drenajsız deney olduğundan alette boşluk suyu basıncını ölçecek tertibat yoktur. Aletin esası bir hücre içine konan numune üzerine 6, yanıl basınçları ile 6 asal gerilmesinin tatbikine dayanır. Bunun için de bir hazne içindeki havaya basınç tatbik olunur. Haznenin altında su vardır ve bu su bağlayıcı bir beru üzerindeki musluk açılırsa hücreye dalar. Bu suyun basıncı hava üzerine tatbik edilen basıncın aynadır. Hücre cam bir üstüvaneden ibarettir. Alt kısım aletin sehpa üzerindeki yuvaya oturur ve vidalarla tesbit edilir. Üst kısımda içerdeki suyu dışarı kaçırmıyacak tarzda bir piston kolu ile cam üstüvaneye iyice raptedilmiş kapak vardır. Piston kolu bilya vasıtasıyla kuvvet verici sisteme dayanır. Verici sistemde bir ringte okuma deformasyonlarla kuvvet tayin edilir. Alet muhtelif tiplere göre elle veya elektrikle işliyebilir. Ayrıca bazısında kuvvet tatbik hızına ayarlayan bir tertibat da bulunabilir.

Deneyin hazırlanması:

Numune önceki deneylerde anlatıldığı gibi bir ring içinde çapı 1,5 inç ve yüksekliği 3 inç olacak tarzda hazırlanır. Sehpa üzerindeki aynı çapta bir kaide üzerine alüminyum bir dolu silindir konarak oturtulur. Üste kuvvetin tatbik edileceği bir dolu silindir konur. Numunenin etrafına bir lastik kalıf geçirilir ve içeriye su sızmasını için lastik kalıf alttan, üstten ikişer lastik bandla raptedilir. Basınç hücre basıncını biraz geçecek şekilde verilir. Şeffaf silindir (perspex) numune üzerine geçirilir. Başlık yerine oturtulur. Vidaları sıkılır. Ölçmeleri ölçen saat yerine takılır. Musluk açılarak hücre içine su gönderilir, bu anda üst başlıktaki hava deliği açılır ve içerdeki bütün hava çıkarınca kapatılır. Hava musluğu açılarak hücre basıncı istenen değere getirilir. Yay deformasyonlarını ve numune kısalmalarını ölçen saatler sıfıra getirilir.

Bütün bu hazırlıklar bittikten sonra her şeyin tamam olup olmadığı tekrar kontrol edilir ve yük tatbikine başlanır. Numune kısalmasının her belli değerinde yay deformasyonu okumaları yapılarak yazılır. İyi bir hazırlık olarak okumaların yazılacağı kâğıda okuma yapılması gereken ölçme değerleri evvelden kaydedilmelidir.

Kuvvet arttıllığa delayısiyle numune kısıılır ve şişer. Kırılma hasıl olduktan sonra yay saati okumaları düşmeye başlar. Bilâhare hava musluğu açılır, basınç sıfıra indirilir, su hazneye aktarılır: Hücre sökülür. Çıkartılan numuneden su muhtevası alınır.

Deney esnasında dikkat edilecek hususlar:

- 1- Numunenin hazırlanışı evvelce anlatılan ihtimamlarla yapılmalıdır.
- 2- Lastik kılıfta hiç bir delik bulunmamalıdır.
- 3- Alt ve üstü konan lastik halkalar ihtimamla yerleştirilmeli numune üzerine kağıp kazmasına meydan verilmemelidir.
- 4- Lastik kılıfın düzgün olarak geçirilebilmesi için kılıf önce ortasındaki delik bir lastik boruya bağla içi boş silindire geçirilmeli, lastik borudan havası emilmeli, numune üzerine düzgün olarak indirilip lastiğin kenarları borudan çıkartılıp numune sardırılmalıdır.
- 5- Deneye bağlamazdan evvel numuneye kuvvet tatbik eden pistonun tam dayanmasına dikkat etmelidir. Zira hücre içindeki basınç pistonu itererek bizi her zaman yamaltabilir.
- 6- Deney sona erip hücre suyu boşaltıldıktan sonra ilk olarak numune gökmelerini ölçen saat çıkartılmalıdır. Eksori unutulmuş bu husus saatin kırılmasına sebep olabilir.

Deneyin ehemmiyeti:

Üç eksenli basınç deneyi Zemin Mekaniği Laboratuvar deneylerinin hemon hemon en mühimlerindenidir. Bu deneyde yapılacak hata ilerde gele bilyük zararlara sebep olabilir. Delayısiyle deneyin her safhasında azami dikkat ve itina sarfetmelidir.