



T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TEKNİK ARAŞTIRMA VE KALİTE KONTROL DAİRESİ BAŞKANLIĞI



KOHEZYONLU ZEMİNLERDE KONSOLİDASYONLU - DRENAJSIZ (CU) VE KONSOLİDASYONLU - DRENAJLI (CD) DENEYLERİ

Dr. Vehbi ÖZAYDIN

KASIM 2007



DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TEKNİK ARAŞTIRMA VE KALİTE KONTROL DAİRESİ BAŞKANLIĞI



**KOHEZYONLU ZEMİNLERDE KONSOLİDASYONLU -
DRENAJSIZ (CU) VE
KONSOLİDASYONLU - DRENAJLI (CD)
DENEYLERİ**

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki yayın hakları DSI'ye aittir. Her hakkı saklıdır. Hiç bir bölümü ve paragrafı kısmen veya tamamen ya da özet halinde, fotokopi, faks veya başka herhangi bir şekilde çoğaltılamaz, dağıtılamaz. Normal ölçüyü aşan iktibaslar yapılamaz. Normal ve kanuni iktibaslarda kaynak gösterilmesi zorunludur.

ÖNSÖZ

Bu kitapta kohezyonlu zeminlerde konsolidasyonlu-drenajsız (CU) ve konsolidasyonlu-drenajlı (CD) deneylerinin nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Bu amaçla ASTM (American Society for Testing and Materials) D 4767-2002 “Kohezyonlu zeminlerde konsolidasyonlu-drenajsız (CU) üç eksenli sıkıştırma deneyi için standard deney metodu“ ve BS (British Standards) 1377: Bölüm 8: 1990 “Kayma dayanımı deneyleri (Etkili gerilme)” Türkçeleştirilmiştir. Ayrıca, Bu standartlara göre örnek CU ve CD deneyleri ilâve edilmiştir. Kitap sonunda, bu talimatların çevirisinde kullanılmış bazı İngilizce terimlerin Türkçe karşılıkları verilmiştir.

Bu kitabın, bu deneyi gerçekleştiren DSİ Bölge Lâboratuvarları ve diğer kamu ve özel lâboratuvarlara ışık tutacağı inancındayım. Bu talimatlarda olabilecek basım hatalarını ve önerileri aşağıdaki adreslere bildirilmesini rica ederim.

Dr. Vehbi ÖZAYDIN
DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi
Başkan Yardımcısı
Tel 0 312 399 2793
Faks 0 312 399 2795
ozaydin@dsi.gov.tr
ozaydin@hotmail.com

İÇİNDEKİLER

BS 1377: BÖLÜM 8: 1990, KAYMA DAYANIMI DENEYLERİ (ETKİLİ GERİLME)	1
1 AMAÇ	1
2 DENEY KRİTERİ	2
3 ALETLER	3
4 NUMUNE HAZIRLANMASI	10
5 DOYURMA	12
6 KONSOLİDASYON	14
7 BOŞLUK BASINCININ ÖLÇÜMÜ İLE KONSOLİDASYONLU-DRENAJSIZ (CU) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA BASINCI DENEYİ	18
8 BOŞLUK BASINCININ ÖLÇÜMÜ İLE KONSOLİDASYONLU-DRENAJLI (CD) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA BASINCI DENEYİ	23
ASTM D 4767-2002: KOHEZYONLU ZEMİNLERDE KONSOLİDASYONLU - DRENAJSIZ (CU) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA DENEYİ İÇİN STANDARD DENEY METODU	29
1 AMAÇ	29
2 KAYNAKLAR	29
3 TERİMLER	30
4 ÖNEM VE KULLANIM	30
5 CİHAZLAR	30
6 DENEY NUMUNESİNİN HAZIRLANMASI	33
7 NUMUNENİN HÜCREYE YERLEŞTİRİLMESİ	34
8 YÖNTEM	35
9 NUMUNENİN ÇIKARILMASI	38
10 HESAPLAMALAR	39
11 RAPOR	42
12 HASSASİYET VE SAPMA	43
13 ANAHTAR KELİMELER	43
DEĞİŞİKLİKLERİN ÖZETİ	43
ÇEVİRİDE KULLANILAN BAZI İNGİLİZCE TERİMLERİN TÜRKÇE KARŞILIKLARI	44
KAYNAKLAR	44
EK: ÖRNEK CU VE CD DENEYİ	45

BS 1377: BÖLÜM 8: 1990, KAYMA DAYANIMI DENEYLERİ (ETKİLİ GERİLME)

1 AMAÇ

1.1 Genel

BS 1377'nin bu bölümü, doymun zemin numuneleri için etkili kayma dayanımı parametrelerinin belirlenmesi için bir yöntem belirtir. Bu amaçla, isotropik konsolidasyon sonrası, sabit çevre basıncında, eksenel birim şekil değişimi artırılır. Bu deneyler silindir şeklinde, çapları 38 mm den 100 mm ye kadar ve boyları çapının iki katı olan zemin numunelerine uygulanır.

Numune hazırlama ve deney yapma için bu standardın tüm bölümlerinde BS 1377: Bölüm 1: "Genel gerekler ve numune hazırlama" kaynak olarak kullanılmaktadır.

Not BS 1377, 9 bölümden oluşmaktadır.

1.2 Tanımlar

Bu bölümde kullanılan terimler ve tanımlar BS 1377: Bölüm 1'deki tanımlara ilâve olarak verilmiştir:

1.2.1 Deviatör gerilme ($\sigma_1-\sigma_3$): Büyük ve küçük asal gerilmeler arasındaki farktır yani üç eksenli deneyinde asal gerilme farkı.

1.2.2 Birim şekil değişimi ϵ (toplam boy kısalması): Boyuttaki değişiklik. İlk referans boyutları, oran veya yüzde olarak ifade edilir.

1.2.3 Hücre basıncı: Numuneye isotropik gerilme uygulayan hücre akışkanının basıncı. Eksenel sıkışma basıncı deneylerinde, toplam küçük asal gerilmedir ve σ_3 ile gösterilir.

1.2.4 Boşluk basıncı (u): Üç eksenli deneyinde katı parçaların arasındaki boşluklarda oluşan suyun basıncı.

1.2.5 Geri basınç (u_b): Numune boşluklarındaki akışkanlara doğrudan uygulanan basınç.

1.2.6 Etkili çevre basıncı: Hücre basıncı ile boşluk suyu arasındaki fark.

1.2.7 Etkili konsolidasyon basıncı: Konsolidasyon aşaması sırasında boşluk akışkanı drene olurken, hücre basıncı ile geri basınç arasındaki farktır, yani σ_3-u_b .

1.2.8 Kopma: Kopma anındaki gerilme kriteri aşağıda verilmiştir:

a) En büyük deviatör gerilme. ($\sigma_1-\sigma_3$)_f ile gösterilen büyük gerilme farkı.

b) En büyük etkili asal gerilme oranı (σ_1/σ_3).

c) Kayma devam ederken, sabit boşluk basıncı oluştuğunda (drenajsız) veya hacimde değişiklik olmadığında (drenajlı). Her iki durumdaki sabit kayma gerilmesi.

1.2.9 Kayma dayanımı: Kopma anında kopma düzlemindeki kayma gerilmesi (τ_f) yani en büyük kayma direnci.

1.2.10 Kopma anındaki etkili gerilmelerin Mohr daireleri: Kopma anındaki etkili gerilmelerin durumunu gösteren Mohr daireleri. Mohr dairelerinin çapları, kopma anındaki büyük ve küçük etkili asal gerilme ile belirlenir.

1.2.11 Etkili kayma dayanımı parametresi: Kopma anındaki bir dizi etkili gerilmeye karşılık çizilen Mohr daireleri üzerinden geçirilen Mohr-Coulomb etkili gerilme teğetinin eğimi ve y eksenini kestiği nokta.

1.2.12 Etkili gerilme terimi olarak kayma direnci açısı ϕ' : Mohr-Coulomb etkili gerilme teğetinin eğimi (Madde 1.2.13 Not).

1.2.13 Etkili gerilme terimi olarak kohezyon c' : Mohr-Coulomb etkili gerilme teğetinin y eksenini kestiği nokta.

1.2.14 Boşluk basıncı katsayıları A ve B: Uygulanan toplam gerilme değişimine karşılık drenaja müsaade edilmeden, boşluk basıncında aşağıdaki eşitlikler ile verilen değişimler:

$$\Delta u = B[\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$$

Burada,

Δu boşluk basıncındaki değişim,
 $\Delta \sigma_3$ toplam küçük asal gerilmedeki değişim,
 $(\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)$ deviyatör gerilmesindeki değişim,
A ve B boşluk basıncı katsayılarıdır.

Not Doygun zeminlerde (çok sert zeminler hariç), B teorik olarak 1 e eşittir.

1.2.15 Kopma anındaki boşluk basıncı katsayısı (A_f): Kopma anındaki A katsayısının değeri.

1.2.16 Gerilme rota parametreleri (s' ve t'): Aşağıdaki eşitlikler ile verilen gerilme rota parametreleri (etkili gerilme terimleri cinsinden):

$$s' = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$$

$$t' = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

2 DENEY KRİTERİ

2.1 Genel

2.1.1 Sıkıştırma basıncı deneyi

BS 1377 nin bu bölümünde iki tip sıkıştırma basıncı verilmiştir:

- Boşluk basıncı ölçümü ile konsolidasyonlu-drenajsız (CU) üç eksenli sıkıştırma basıncı deneyi:** Başlangıçta değeri bilinen etkili gerilmeye maruz bırakılan numunenin drenajsız kayma dayanımını veren deney. Kayma aşamasındaki boşluk basıncı değişimleri, boşluk katsayısı A dan belirlenir. Bir dizi deneyden sonra kopma anındaki etkili kayma mukavemet parametreleri c' ve ϕ' bulunur.
- Hacim değişimi ölçümü ile konsolidasyonlu-drenajlı (CD) üç eksenli sıkıştırma basıncı deneyi:** Numunedeki boşluk suyunun serbest olarak drenaj olduğu, drenajlı kayma dayanımının belirlendiği deney. Bir dizi deneyden sonra kopma anındaki etkili kayma mukavemet parametreleri c' ve ϕ' bulunur.

Çok ağır derecede aşırı konsolide edilmiş killer hariç, bir çok zeminler için c' ve ϕ' parametreleri, bu iki tip deneyle belirlenir.

Her iki deney üç aşamada gerçekleştirilir:

- Doyurma (Madde 5),
- Konsolidasyon (Madde 6),
- Sıkıştırma basıncı (Madde 7 ve 8).

İlk iki aşama ile numuneye sıkıştırma basıncı aşaması için istenilen etkili gerilmeye getirilir ve her iki deney için aynıdır. Konsolidasyonlu-drenajsız için sıkıştırma aşaması Madde 7'de, konsolidasyonlu-drenajlı sıkıştırma basıncı aşaması ise Madde 8'de açıklanmıştır.

Anlatılan yöntem, mekanik yük çerçevesinde, sıkıştırma basıncı için birim şekil değişim kontrollü cihazla ilgilidir. Alternatif olarak, hidrolik üç eksenli hücrelerinde ana prensipler sağlanmak şartıyla (yöntem detaylarda değişebilir) kullanılabilir.

Numune hazırlama ve yerleştirme Madde 4'te verilmiştir.

2.1.2 Drenaj tipi

Drenaj geri basınç sistemine olan bağlantılara (Madde 3.3) bağlı olarak bir uçtan veya her iki uçtan olabilir. Çok düşük geçirgenliği olan numunelerde, deney süresini azaltmak için, yanal filtre kağıdı (Madde 3.2.h) numunenin silindirik yüzeylerine sarılabilir. Bu işlem ile drenaj, aynı anda numune çevresine ilâve olarak tek veya her iki uçtan gerçekleşir.

2.1.3 Etkili konsolidasyon basıncı

Etkili mukavemet parametrelerinin bulunması, bir dizi deneye bağlıdır. Deneyler, aynı numuneler üzerinde, numunenin arazide maruz kaldığı düzey etkili gerilme (σ_v) aralığını kapsayan etkili gerilme konsolidasyonlarında gerçekleştirilir. Üç numune kullanılacaksa, etkili konsolidasyon basıncı genellikle aşağıdaki değerler seçilir:

$$\frac{\sigma_v}{2}, \sigma_v \text{ ve } 2\sigma_v$$

Not Sıkıştırılmış numunelerde etkili konsolidasyon basıncı, arazideki en yüksek etkili gerilme (σ_v) nin $\frac{1}{2}$, 1 ve 2 katı alınabilir.

2.2 Deney şartları

Seçilen deney metodu (Madde 2.1.1 a ve b) ve deney öncesi aşağıdaki deney şartları belirlenmelidir:

- Deney numunesinin ebadı,
- Deneye tabii tutulacak numune sayısı,
- Drenaj tipi,
- Kullanıldı ise yanal drenaj için düzeltmeler,
- Doyurma metodu veya doyurmanın iptal edilip edilmediği,
- Etkili hücre çevre basıncı,
- Kopma için kriter Madde 1.2.8'e göre seçilmelidir.

2.3 BS 1377: Bölüm 1'in gerekleri

BS 1377: Bölüm 1'in uygun yerleri bu standard için de kullanılabilir.

2.4 Çevre ve güvenlik

Bu deneyler, sıcaklık değişiminin \pm % 2 °C arasında olan laboratuvarlarda gerçekleştirilebilir. (BS 1377: Bölüm 1: 1990, Madde 6.1). Tüm cihazlar doğrudan güneş ışığı, yerel sıcaklık ve kuraklık kaynağı etkisi altında kalmamalıdır.

Tehlike uyarısı: BS 1377'nin bu bölümünde belirtilen donanımları kullananlar basınç kazanları ile ilgili yönetmelikleri bilmelidir. Özellikle üç eksenli hücre ve yardımcı donanımları emniyetli çalışma basıncının üzerinde kullanılmamalıdır.

3 ALETLER

3.1 Deney numunesinin hazırlanması için aletler

3.1.1 Örselenmemiş numune

BS 1377: Bölüm 1: 1990 da Madde 8.2.1'den Madde 8.2.4'e kadar anlatılmıştır.

3.1.2 Sıkıştırılmış numuneler

Örselenmiş numunelerin hazırlanması için cihazlar ve sıkıştırma veya çıkarma ile deney yapılması BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 7.2'de anlatılmıştır.

3.1.3 Genel cihazlar

Aşağıdaki aletler numunenin hazırlanması ve büyüklüğünün ölçümü için yeterlidir:

- Numuneyi % 0,03 hassasiyetle tartabilecek terazi,
- Su içeriğinin bulunması için BS 1377: Bölüm 2: 1990 Madde 3.2'de belirtilen cihazlar.

3.2 Üç eksenli hücre ve elemanları

Üç eksenli hücrenin detayları ve elemanları aşağıdaki gibi olmalıdır:

- a) Numunenin büyüklüğüne uygun boyutlarda, deneyi gerçekleştirebilecek iç çalışma basıncında havası alınmış suyun kullanımına uygun **üç eksenli hücre** (Not 1). Gaz hücreye basınç vermek için kullanılmamalıdır.

Not 1 BS 1377: Bölüm 1: Madde 5.2'de anlatılan havası alınmış hücre akışkanı olarak kullanılabilir. Damıtık ve iyonize edilmiş sular, çeşitli contalarda korozyon etkisine sahip olduklarından kullanılmamalıdır.

Şekil 1'de gösterilen hücre, aşağıdaki parçaları sağlamalıdır:

- 1) Hücre üst plâkası korozyona dayanıklı malzemeden yapılmış olmalıdır ve hava çıkış tıkaçı ile kapama-ayarlar pistonu girişi bulunmalıdır.
- 2) Numuneye aksenal sıkıştırma kuvveti uygulamak için yükleme pistonu. Deney sırasında pistonun yanal bükülmesi ihmal edilebilir olmalıdır. Piston veya conta ile piston girişi arasındaki sürtünme, hücre boş iken pistonun kendi ağırlığı ile serbestçe hareket edebilecek kadar az olmalıdır (Not 2). Piston ve borusu veya conta arasındaki açıklık, hücreden sızıntıyı en az düzeyde tutmalıdır (Not 3).

Not 2 Piston mükemmel derecede temiz ve hafifçe yağlanmış olmalıdır.

Not 3 Piston girişindeki sürtünme ve pistonu geçen hücre akışkanının sızıntısı, hücre sıvısını kapsayacak şekilde castor yağı tabakası hücreye verilerek azaltılabilir.

- 3) Silindir şeklinde hücre gövdesi. Numuneyi yerleştirmek için çıkarılabilir olmalı ve üst ile alt plâkalara yeterince contalanmalıdır (Not 4).

Not 4 Silindir deney sırasında, numunenin görülebilmesi için şeffaf maddeden veya üzerinde penceresi bulunan malzemeden yapılmalıdır.

- 4) Hücre tabanı, korozyona dayanıklı sert malzemeden yapılmış ve giriş noktaları içermelidir, Şekil 1. Her girişe vana veya deney için vana kullanılmayacaksa tıkaç konulmalıdır. Girişler aşağıdaki gibi birleştirilebilir:

- i) Tabandan boşluk basıncı aygıtlarına (boşluk basıncı vanası olarak gösterilmiştir),
- ii) Üst başlık drenaj hattından geri basınç sistemine (geri basınç vanası olarak gösterilmiştir),
- iii) Hücre basıncından hücre basınç sistemine (hücre basınç vanası olarak gösterilmiştir),
- iv) Tabandan ikinci bir bağlantı (taban drenaj vanası olarak gösterilmiştir) (Not 5).

Not 5 Üç eksenli deneyinde etkili gerilme için hücre tabanına iki vana konulması tercih edilir. Tabanda tek vanalı hücre kullanılabilir. Fakat bu yöntem bazı düzenlemeler yapılmalıdır. Tek vanalı hücre kullanıldı ise rapor edilmelidir.

- v) Boşluk basıncı ölçüm aygıt bloğundan yıkama sistemine (yıkama sistem vanası olarak gösterilmiştir).

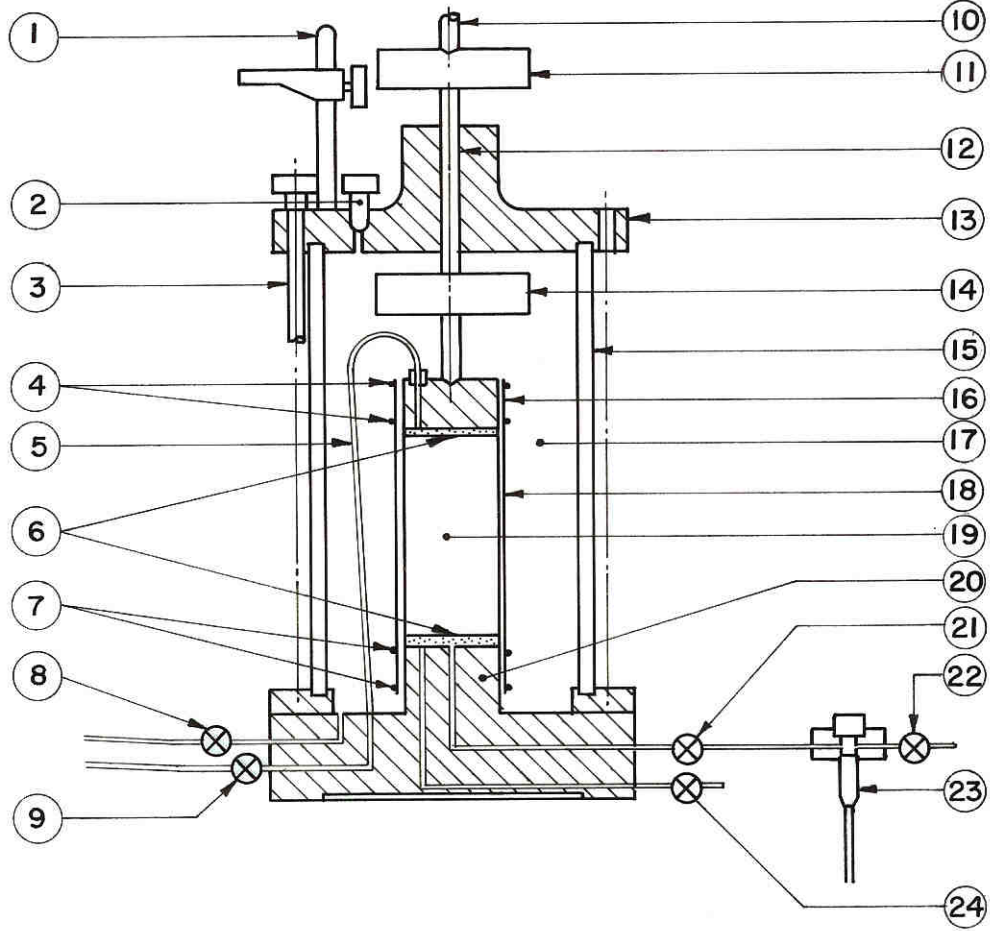
Taban, numune ile aynı çapta, yatay dairesel yüzeyli olmalıdır. Silindir olan yüzeyler düzgün olmalı, çizik olmamalıdır.

- 5) Numune üst başlığı hafif ağırlıkta, geçirgen olmayan, korozyona dayanıklı malzemeden yapılmış, yeterince sert ve yük altında deformasyonu numuneye göre ihmal edilebilir olmalıdır. Başlıkta drenaj deliği olmalıdır. Bu delik hücre tabanındaki geri basınç girişine bağlanmalıdır. Bağlantı hortumu esnek ve 2,5 mm iç çapından büyük olmamalıdır. Hortum su geçirmemeli ve iç basınçtan dolayı genişleme katsayısı her 1 kPa'lık artış için 0,001 mL/m yi geçmemelidir. Başlığın silindir şeklindeki yüzeyi düzgün olmalı ve çizik bulunmamalıdır. Başlık ile yükleme pistonu arasında kendiliğinden ayarlanabilir yuva olmamalıdır (Not 6).

Not 6 Çelik topun yerleşebileceği 60° lik açı ile merkezi konik oyuk veya piston ucunun yarım küre olması yeterlidir.

- b) **Açma-kapama vanaları** en büyük çalışma basıncına sızıntı olmadan dayanmalıdır. Operasyon sırasında ihmal edilebilir hacim değişmesi olmalıdır (Not 7).

Not 7 Politetrafluoroethelen (PTFE) top vanalar uygundur.



- | | |
|---|---|
| 1. Aksel deformasyon ölçme elemanı için destek ve çıkması | 10. Piston |
| 2. Hava çıkış tıkaçı | 11. Kuvvet ölçüm aygıtı için alternatif yer |
| 3. Bağlantı çubukları | 12. Piston girişi veya conta |
| 4. Oringler | 13. Hücre üstü |
| 5. Drenaj hattı | 14. Kuvvet ölçüm aygıtı için alternatif yer |
| 6. Poroz diskler | 15. Hücre gövdesi |
| 7. Oringler | 16. Üst başlık |
| 8. Hücre basınç vanası | 17. Havası alınmış basınçlı su |
| 9. Geri basınç vanası | 18. Membran |
| | 19. Zemin numunesi |
| | 20. Taban plâkası |
| | 21. Boşluk basınç vanası |
| | 22. Yıkama sistem vanası |
| | 23. Boşluk basınç transduseri |
| | 24. Taban drenaj vanası |

Şekil 1 - Üç eksenli hücrenin parçaları

- c) Numuneyi sarmak için yüksek yoğunluklu lateks veya benzer geçirgen olmayan malzemeden yapılmış **membran**. Gerilmemiş iç çapı numune çapının % 90'ından küçük ve ayrıca numune çapından büyük olmamalıdır. Boyu, numune boyundan 50 mm daha uzun olmalıdır (Not 8).

Not 8 Kullanılan membranlar genelde doğal lateks lastiğinden üretilmişlerdir. 50 mm çapına kadar olan numuneler için 0,2 mm kalınlık uygundur. Büyük numuneler için kalınlık artırılmalıdır. Araları yağlanmış iki veya daha fazla membran, köşeli parçacıklı zeminler veya uzun süreli deneyler için kullanılabilir.

Her deneyde kullanılmamış, delik olmayan membran kullanılmalıdır. Membranlar kullanılmadan önce havası alınmış suda 1 gece bırakılmalıdır.

- d) Membranı üst ve alt başlığa bağlamak için **dört lâstik oring**. Her iki uca ikişer tane bağlanmalıdır. Gerilmemiş oring çapı numune çapının % 80 ile % 90'ı arasında olmalıdır. Gerildiğinde defolu veya çatlak olmamalıdır.

- e) Numune ebadına uygun **membran gerdiricisi**.

- f) Açılabilir silindirik şekilde **oring gerdiricisi**. Üst ve alt tabana oring yerleştirildiğinde, üst ve alt başlıktan drenaja müsaade etmelidir.

- g) Zemin numunesinin üst ve alt başlıkları arasına konan **poroz diskler**. Çapları numune çapları ile aynı ve yüzeyleri düz olmalıdır. Geçirgenlikleri zemin numunesinden büyük olmalıdır ve en büyük eksenel basıncına dayanabilmelidir (hücre basıncı ve uygulanan eksenel yük) (Not 9). Poroz diskler her kullanımdan önce, zemin numuneleri ile dolu olup olmadığı kontrol edilmelidir. Her kullanımdan önce en az 10 dakika damıtık suda kaynatılmalıdır ve havası alınmış su içinde kullanıma hazır bekletilmelidir.

Not 9 Poroz seramik veya sinterlenmiş bronz diskler uygundur.

- h) **Yanal filtre kağıdı**. Whatman 54¹ filtre kağıdından yapılmış olmalıdır (bulunabilirse). Numune yüzeyinin % 50'sinden fazlasını kaplamamalıdır (Not 10).

Not 10 Yanal filtre kağıtları sadece düşük geçirgen katsayılı zeminlerde, numune yarıçapına eşit uzaklıktaki en uzun drenaj mesafesini azaltmak için kullanılmalıdır.

3.3 Basınç sistemleri ve yardımcı cihazlar

Basınç sistemleri ve yardımcı cihazlar aşağıdaki gibi olmalıdır:

- a) Hücre içene ve numune drenaj hortumuna istenilen basıncı uygulamak ve istenilen basınçta tutmak için kullanılan **iki bağımsız sistem** (hücre ve geri basınç sistemi olarak adlandırılır). İstenilen basıncı \pm % 0,5 hassasiyetle sabit tutacak kapasitede olmalıdır (Not 1). Hava-su sistemi kullanılacaksa basınç balonu havayı sudan ayırmalıdır.

Not 1 Basınç sistemleri kendiliğinden karşılanan cıva kaplarına bağlıdır (BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 5.3.2'de verilen uyarılara bakınız), hava basınç regülatörlerine, hücre basıncı ölü ağırlığına ve yağ basınç regülatörleri başarılı olarak kullanılmaktadır. Su temin etme ve alma kapasiteleri, numuneye giren veya çıkan, hücre sızıntısını veya drenajını sağlayacak kapasitede olmalıdır.

- b) Hücre ve geri basınç ölçümü için bağımsız **kalibrasyonlu basınç ölçme elemanı** (Not 2). Kalibrasyon verileri açıkça görülmelidir. Ölçme elemanı her iki basınç sistemine uygun vana veya vanalarla daimi olarak bağlanmalıdır. Alternatif olarak, her ölçme elemanı kendi basınç değerini gösterecek şekilde iki bağımsız olabilir.

Not 2 50 kPa'dan daha küçük basınç ölçümü için cıva manometresi veya kalibrasyonlu basınç transduseri kullanılmalıdır.

- c) **Kalibrasyonlu boşluk suyu ölçüm cihazı**. Hava alma parçası ile hava alma bloğuna monte edilmiş, 1 kPa okuyabilen elektrikli basınç transduseri. Bloğun bir tarafı hücre tabanındaki boşluk basıncı vanasına diğer tarafı ise yıkama sistem vanasına bağlanmış olmalıdır. Tüm parça kapandığı zaman hücre tabanındaki girişten su giriş ve çıkışına müsaade etmemelidir. Boşluk basıncı parçaları ihmal edilebilir miktardaki suyu numuneye veya numuneden alabilir.

- d) **Kalibrasyonlu hacim değişimi göstergesi** (büret veya transduser) geri basınç hattına bağlanmalıdır (Not 3, Not 4 ve Not 5).

¹ Bu ürün için adres: BSI, Linford Wood, Milton Keynes MK 14 6LE

Not 3 38 mm çapındaki numuneler için kullanılan bütretler normal olarak 50 cm³ ü geçmemelidir. 100 m ve daha büyük çaplı numuneler için 100 cm³ hacimli bütret uygundur. Küçük hacim değişimleri ölçüldüğünde, örneğin çok sert zemin veya yüksek hassasiyet gerektiğinde, küçük bütretler kullanılarak gerekli şartlar elde edilebilir. Çok sıkışabilen zeminler örneğin turba gibi, su takviyesi yapılması için büyük bütretler kullanılmalıdır.

Not 4 Basıncı parafin bütretler hassa okumalar için uygundur. Elektronik okuma veya kayıt etme sistemi var olan, uygun aralıktaki transduserli hacim değişimi birimi ve hassasiyeti yeterlidir. Hassas işlerde veya fark basıncı küçük olduğu durumlarda, bütretteki su ile daha küçük yoğunluklu parafin arasındaki ara bölgenin hareketinden dolayı basınç değişimleri dikkate alınmalıdır.

Not 5 Bu yolla kullanılan hacim değişimi cihazı, numune tamamen doyduğu zaman numunenin hacim değişimini gösterir.

e) Atmosfere açık, 0,2 mL okunabilen **cam bütret**. Buharlaşmayı önleyebilmek için atmosfere açık kısmında, ince tabaka renklendirilmiş parafin kullanılmalıdır.

Not 6 Bu cihaz sadece geri basınç sisteminin ihtiyaç duyulmadığı doygun zeminlerde gereklidir ve kalibreli hacim değişimi cihazına alternatif olarak kullanılır.

f) Her basınç sisteminin parçalarını hücreye birleştiren uygun hortumlar. İç basınçtan dolayı, hortumların genişleme katsayısı, her 1 kPa'lık basınç artışında 0,001 mL/m uzunluğu geçmemelidir.

g) 1 saniye hassasiyetli **süre ölçme cihazı**.

h) BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 5.2'de anlatılan **havası alınmış temiz su kaynağı**.

i) **Silikon gres veya petrol peltesi**.

Not 7 Tüm sistem parçalarının uygun yerleştirilmesi Şekil 2'de gösterilmiştir.

3.4 Sıkıştırma basıncı deney cihazları

İlave sıkıştırma basıncı aletleri aşağıda açıklanmıştır:

a) Numuneye uygun aralıklardaki hızla aksel deformasyon uygulayabilen **makine** (Not 1). Makine deplasmanının gerçek hızı, yükleme kaldırıldığı zamanki istenen değerden \pm % 10'dan fazla değişmemelidir. Makine deney için yeterli aksel deformasyonu sağlamalıdır.

Not 1 0,001 mm/dakika dan 0,5 mm/dakika hız aralığını veren makineler uygundur.

b) Numunenin aksel deformasyonunu **ölçen araçlar**. Okunabilirliği 0,01 mm olmalıdır. Boyu ise numune boyunun üçte birinden küçük olmamalıdır. Kalibreli mikrometreler veya deplasman transduseri veya BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 4.2.1.3'e uygun cihazlardan olabilir.

c) Uygun kapasitede, BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 4.2.1.6'ya uygun, **kalibrasyonlu kuvvet ölçüm cihazları** (Not 2 ve Not 3). Dışa monteli cihazlar, kendi ağırlığını numuneye hissettirmemek için sıkıştırma makinasının üst tarafından desteklenmelidir. Kuvvet ölçüm cihazları üç eksenli hücre içine monte edilmişse, numunenin aksel deformasyonu belirlendiği zaman kendi sıkışabilirliği de hesaba katılmalıdır.

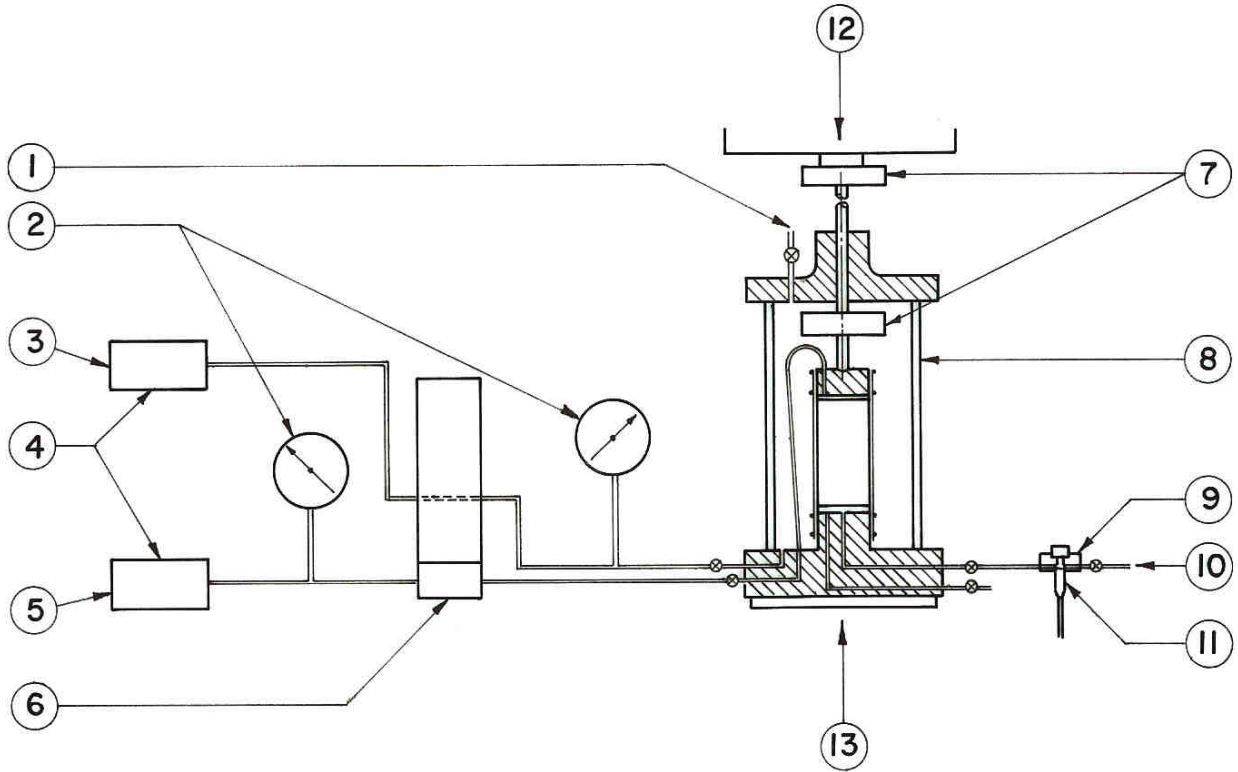
Not 2 Kuvvet ölçüm cihazı, yük halkası, yük transduseri veya üç eksenli hücre içerisine monte edilebilen batık yük transduseri olabilir.

Not 3 Çeşitli aralıklarda kalibrasyonlu kuvvet ölçüm cihazları bulunmalıdır. BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 4.2.16'da belirtilenler arasından numuneler için en uygun olanı seçilmelidir.

3.5 Cihazın hazırlanması ve kontrol

3.5.1 Genel

Üç eksenli deneyler için kullanılan cihazlar, kullanımdan önce özenli denetim ve kontrole tabii tutulmalıdır. Madde 3.5.2'den Madde 3.5.6'ya kadar olan kontroller, hücre basıncına, geri basınca ve boşluk basıncı sistemine düzenli aralıklarla uygulanmalıdır. Bu sistemlere olan kontroller iki tiptedir: tüm kontrol ve rutin kontrol. Tüm kontrol aşağıdaki durumlarda yapılmalıdır (Madde 3.5.2, Madde 3.5.3 ve Madde 3.5.5):



- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Hava çıkışı | 7. Yük ölçme aygıtı için alternatif yer |
| 2. Basınç ölçme elemanı | 8. Üç eksenli hücre |
| 3. Hücre basıncı | 9. Hava alma bloğu |
| 4. Basınç sağlayıcı sistem | 10. Yıkama sistemi |
| 5. Geri basınç | 11. Boşluk basıncı transduseri |
| 6. Hacim değişim göstergesi | 12. Yükleme çerçevesi |
| | 13. Yükleme yönü |

Şekil 2 - Üç eksenli deney cihazının genel yerleştirilmesi

- Cihaza yeni parça ilâve edildiğinde,
- Cihazın belli bir sistemi çıkarıldığında, veya tamir edildiğinde,
- Üç ayı geçmeyen aralıklarla.

Rutin kontroller (Madde 3.5.4 ve Madde 3.5.6) ise her deney öncesi yapılmalıdır

Kontroller öncesi, basınç sistemi ve birleştirme hatları BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 5.2'ye uygun olarak yeni havası alınmış su ile doldurulmalıdır (Not).

Not Vida tipi el pompası (kontrol silindiri) basınç sistemini yıkama ve kontrolü için kullanılabilir.

Her deney öncesi Madde 3.5.7'de anlatılan yöntem poroz ortam için yapılmalıdır.

3.5.2 Hücre basınç sistemi (tüm kontrol)

Hücre basınç sistemi ve üç eksenli hücrenin basınç deneyi, gerekli en yüksek deney basıncı, deney sırasında Madde 3.3.a'da belirtilen hususları, sınırlar içinde tutabilmesi için yapılmalıdır.

3.5.3 Geri basınç sistemi (tüm kontrol)

3.5.3.1 Yeni havası alınmış suyu hacim değişimi cihazından ve numunenin drenaj hattından (numune üst başlığı veya tabandan) geri basınç birleştirme hattına boşaltılır. Bu işlemde, hacim değişimi göstergesinin en az iki kez, en alt ve en üst hareket mesafesi boyunca hareket ettirilerek numune üst başlığı veya tabandan geçmesi sağlanır ve basınç sisteminden yeni havası alınmış suyun dolması sağlanır.

3.5.3.2 Su geçirmez tıkaç ile drenaj hattı girişi contalanır.

3.5.3.3 Drenaj hattı vanası açıkken geri basınç sistemine 750 kPa basınç verilir ve kararlı hale gelince hacim değişimi göstergesi kaydedilir.

3.5.3.4 Sistem basınçlı olarak en az 12 saat bırakılır ve hacim değişimi göstergesi kaydedilir.

3.5.3.5 Her iki okuma arasındaki okuma farkı, hortumların genişlemesinden dolayı olan hacim değişimi çıkarıldıktan sonra, 0,1 mL yi geçmiyorsa, sistemde kaçak olmadığı kabul edilir ve deney yapılmaya hazırdır.

3.5.3.6 Düzeltilmiş fark 0,1 mL yi geçerse, kaçakları bulmak için Madde 3.5.3.5 de anlatılanlar sağlanıncaya kadar Madde 3.5.3.1'den Madde 3.5.3.4'e kadar anlatılanlar tekrar edilir.

3.5.4 Geri basınç sistemi (rutin kontrol):

Aşağıda anlatılan kontroller Madde 3.5.6'da verilen boşluk basıncı sistemi rutin kontrolü gibi aynı anda yapılabilir:

- Madde 3.5.3.1'de anlatıldığı gibi geri basınç hattı ve drenaj bağlantıları yıkanır. Drenaj vanaları kapatılır.
- Geri basınç sistemine 750 kPa basınç verilir ve hacim değişimi göstergesi 5 dakika sonra kaydedilir.
- Madde 3.5.3.4'ten Madde 3.5.3.6'ya kadar anlatılanlar tekrarlanır.

3.5.5 Boşluk basınç sistemi (tüm kontrol)

3.5.5.1 Transduser bağlama bloğu ile yıkama sistemi arasındaki vana açılır. Tüm sistem havası alınmış su doldurulduktan sonra havası alınmış yeni su bağlama bloğu ile hücre tabanından geçirilir ve taban girişinden dışarı çıkması sağlanır.

3.5.5.2 Hücre, drenaj hattı numune başlığına sıkıştırmamaya özen gösterilerek, hücre tabanına güvenli şekilde yerleştirilir.

3.5.5.3 Yıkama sisteminden havası alınmış su ile transduser bağlama bloğundan hücre üzerindeki hava alma vanası açılır ve hücre doldurulur.

3.5.5.4 Transduser bağlama bloğundan çıkış tıkaçı çıkarılır ve hücre tabanındaki boşluk basıncı vanası kapatılır.

3.5.5.5 Çıkış tıpa deliğine yumuşak sabun solüsyonu enjekte edilir. Boşluk basıncı vanası açılarak suyun hücrenin o boşluğundan yıkama sistemi vanası açılarak havası alınmış su kaynağında ki suyun akması sağlanır.

3.5.5.6 Su çıkmaya devam ederken, hava çıkış tıpası transduser bağlama bloğuna vidalanır. Hücre tekrar doldurulur ve hücre üzerindeki hava çıkış tıpası kapatılır.

3.5.5.7 Taban plâkası drenaj vanası açılır ve yaklaşık 500 mL havası alınmış suyun tabandan akması sağlanır (Not).

Not: Böylece sistemde bulunabilecek hava veya hava içerebilecek su transduser bağlama bloğundan uzaklaştırılması sağlanır.

3.5.5.8 Sisteme tekrar 700 kPa basınç verilir ve tekrar 500 mL suyun taban plâkası drenaj vanasından akması sağlanır.

3.5.5.9 Sistem en az 12 saat basınçlı bırakılır.

3.5.5.10 Bu süre sonunda, kaçaklar kontrol edilir. Bulunamazsa 500 mL suyun taban plâkası drenaj vanasından akıtılır (Not). Kaçaklar açıkça görülebiliyorsa, nerede olduğu bulunur ve yukarıda anlatılan yöntem tekrarlanır.

Not Kaçaklar, göz yerine çok hassas hacim değişimi cihazına bağlanarak ta bulunabilir.

3.5.5.11 Kontrollerden sistemde kaçak olmadığı sonucu çıkarsa, transduser bağlama bloğundaki yıkama sistemi vanası kapatılır. Basınç düşürüldükten sonra hücre hava çıkışının açılmasıyla hücreden hücre basıncı vanası yoluyla su drenaj edilir.

3.5.5.12 Hücre gövdesi çıkartılır. Taban plâkası üzerindeki boşluk basınç ölçüm girişi su geçirmez tıkaç ile hava kalmayacak şekilde contalanır.

3.5.5.13 Yıkama sistem vanası açılır. Taban plâkası ve boşluk basınç transduserine limitler dahilinde elde edilebilir en yüksek basınç uygulanır.

3.5.5.14 Transduser bağlama bloğu üzerindeki yıkama sistemi vanası kapatılır ve boşluk basınç okuması kaydedilir.

3.5.5.15 Boşluk basınç okuması en az 6 saat boyunca sabit kalırsa, boşluk basınç bağlantılarında hava ve kaçak olmadığı kabulü yapılır.

3.5.5.16 Basınç okumasındaki azalma sistemde kaçak olduğunu gösterir. Bu kaçak belirlenir. Sistemde hava ve kaçak olmadığı sonucuna varılıncaya kadar Madde 3.5.5.1'den Madde 3.5.5.14'e kadar olan tüm boşluk sistem kontrolleri tekrarlanır.

3.5.6 Boşluk basınç sistemi (rutin kontrol)

3.5.6.1 Madde 3.5.5.1'den 3.5.5.11'e kadar olan anlatılan yöntemler uygulanır.

3.5.6.2 Hücre gövdesi çıkarılır. Taban plâkası, deney numunesi yerleştirmeye hazır olana kadar kesilmiş uygun membran kullanılarak ve oringle korunarak havası alınmış su ile örtülü tutulur.

3.5.7 Poroz ortam

3.5.7.1 Suyun serbestçe akabilmesi için poroz diskler kontrol edilir. Zemin numunesi ile tıkanmış olan diskler kullanılmaz.

Kullanımdan önce en az 30 dakika saf suda kaynatılır. Daha sonra havası alınmış suda kullanıma hazır bekletilir.

3.5.7.2 Tıraşlama sonrası yanal drenaj için filtre kağıtları havası alınmış suya birkaç dakikalığına daldırılır. Numuneye bağlanmadan önce, filtre kağıtları üzerindeki fazla suyun drenaj olması sağlanır.

4 NUMUNE HAZIRLANMASI

4.1 Genel

4.1.1 Amaç

Yöntem orijinal zemin numunesinden silindirik şeklindeki deney numunesi hazırlamayı ve numune üç eksenli cihazına yerleştirmeyi kapsar. Yöntem her iki etkili gerilme deneyi olan konsolidasyonlu-drenajsız (CU) ve konsolidasyonlu-drenajlı (CD) deneylerine uygulanır. Numune uçları eksene dik ve yüksekliği çapının iki katı olmalıdır. En büyük dane çapı numune çapının beşte birinden fazla olmamalıdır (Not).

Not: Deney sonrası numunede büyük parça bulunursa, bunların boyutu ve kütlesi rapor edilmelidir.

Zemin numunesi örselenmemiş veya BS 1377: Bölüm 1: 1990'da ki hazırlama metotlarına göre özel şartlarda sıkıştırılmış olabilir.

Numune, deneyler için dağınıklık etkisini en alt düzeyde tutmak için hassas bir şekilde hazırlanmalıdır.

4.1.2 Prensipler

4.1.2.1 Örselenmiş numuneler: Örselenmiş numuneler, numune yapısı ve su içeriği en alt düzeyde bozulacak şekilde hazırlanmalıdır (Not 1). Hazırlama metodu numune ile aynı çaplı tüpten veya numune çapından daha büyük çaplı tüpten veya blok numune olmasına göre değişir.

Not 1 Numuneden nem kaybı, hemen ince bir plâstik film tabakası ile sarılmak suretiyle önlenebilir.

Numune, numune alma tüpünden veya kabından çıkarıldığında, çok dikkatli gözlem yapılmalıdır. Yerel yumuşak ve bozulmuş kısımlara; büyük danelerin bulunup bulunmadığına; veya diğer uniform olmayan hususlar rapor edilmelidir. Bu hususlardan kaçınılamıyorsa numune hazırlama bırakılır ve başka bir numune hazırlama metodu kullanılır.

Not 2 Bazı durumlarda yerel yumuşak ve bozulmuş kısımlar, büyük daneler vb şeylerin bulunması, zemini temsil bakımından küçük numunelerden daha iyidir.

4.1.2.2 Sıkıştırılmış numuneler: Sıkıştırma değeri arazide istenilen sıklığa bağlıdır ve aşağıdaki metotlardan birisi ile yapılmalıdır:

a) Belirli su içeriğinde, molt içerisine, belirlenen sıkıştırma çabasıyla,

b) Belirli su içeriğinde, molt içerisine, belirlenen kuru yoğunluğu elde etmek için sıkıştırma.

Not: Küçük numunelerin tıraşlanarak veya büyük çaplı numunelerin hazırlanması her iki metoda göre olabilir. Genelde, tek bir numune hazırlama için b metodu uygulanır. Sıkıştırma için zemin numunesi hazırlama BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 7.7'de anlatılmıştır.

4.1.3 Yöntem

4.1.3.1 Örselenmemiş numuneler

4.1.3.1.1 BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 8.3'e uygun, aynı iç çapa sahip numune tüpünden numune hazırlanır.

4.1.3.1.2 BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 8.4'e uygun, hazırlanan numune çapından daha büyük numune alma tüpünden numune hazırlanır.

4.1.3.1.3 BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 8.5'e uygun, blok malzemedden numune hazırlanır.

4.1.3.2 Örselenmiş numuneler

4.1.3.2.1 BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 7.7.4'e uygun, deney numunesinden daha büyük sıkıştırılmış, bir veya daha fazla numune hazırlanır.

4.1.3.2.2 BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 7.7.5'e uygun, büyük çaplı sıkıştırılmış numune hazırlanır, örneğin 100 mm.

4.1.3.2.3 Bir tane sıkıştırılmış veya küçük çaplı örselenmiş numune hazırlanır. Zemin, ayrılabilir kalıba en az üç tabaka olarak yerleştirilir ve her tabaka tokmak ile sıkıştırılır. İstenilen numune yoğunluğuna ulaşmak için işlem kontrollü gerçekleştirilir. Zemin, ayrılabilir kalıptan çıkarılmadan üç eksenli taban plâkasına yerleştirilir.

4.1.3.2.4 Üç eksenli tabanında sıkıştırılmış numune hazırlanır. İçerisine membran takılı ayrılabilir kalıp üç eksenli hücre tabanına yerleştirilir. Numune çapına göre, Madde 4.1.3.2.2 veya Madde 4.1.3.2.5'te anlatılanlara göre zemin molt içerisine tabakalar halinde sıkıştırılır. Membranın zedelenmemesine ve üzerinde delik açılmamasına dikkat edilmelidir. Hücreye yerleştirmek için ayrılabilir molt dikkatlice çıkarılır.

4.1.4 Ölçümler

Madde 4.1.3'e göre hazırlanan numunelerde kütle yoğunluğu \pm % 1 hassasiyetle ölçülebilmesi için aşağıdaki ölçümler yeterli hassasiyetle yapılmalıdır:

a) Uzunluk L_0 (mm),

b) Çap D_0 (mm),

c) Kütle m_0 (mm)

Not Eklerdeki forma bakınız.

4.2 Deney numunesinin yerleştirilmesi

4.2.1 Madde 4.1 de anlatılan yöntemlerden birine göre hazırlanan üç eksenli deney numunesi yerleştirilmesi için yöntem Madde 4.2.2'den Madde 4.2.13'e kadar anlatılmıştır. Madde 4.1.3.2.4'e göre hazırlanmış numuneler için ise Madde 4.2.6'da anlatılan yöntem ile başlanır.

4.2.2 Hava kalmayacak şekilde üç eksenli taban plâkası üzerindeki ince bir su tabakası üzerine suya doygun poroz diskler yerleştirilir. Fazla sular silinir.

4.2.3 Numune vakit geçirmeden hava kalmayacak şekilde yerleştirilir.

4.2.4 Üzerindeki fazla su alınmış suya doymuş poroz disk numune üzerine yerleştirilir.

4.2.5 Yanal drenaj kullanılacaksa, fazla suyun doymuş filtre kağıdından drenaj olması sağlandıktan sonra numunenin yüzeyine sarılır (Not). Yavaşça vurularak hava kabarcıkları yok edilir. Yanal drenajın poroz diskler üzerine gelmesi sağlanır.

Not: Zeminlerdeki boşluk vakumu, filtre kağıdını genelde tutar. Bazen filtre kağıdını numuneyi tabana yerleştirmeden önce sarmak daha uygun olur.

4.2.6 Numune etrafındaki fazla suyun drenaj olması sağlandıktan sonra, membran gerdiriciler kullanılarak, ıslak membran yerleştirilir. İki oring kullanılarak kılıf taban plâkasına bağlanır (Not). Yukarı doğru yavaş yavaş vurularak membran ile numune arasında kalan hava kabarcıkları çıkarılır.

Not Plâka ve üst başlığın eğik yüzeylerine sürülecek lâstik gresi bağlantıyı kolay gerçekleşmesini sağlar.

4.2.7 İki tane oring, üst yükleme başlığını birleştiren drenaj başlığına konur.

4.2.8 Geri basınç vanası açılarak (Şekil 1) üst başlığa su gelmesi sağlanır ve başlık poroz diskler üzerine aralarında hava olmadan yerleştirilir. Ayrılabilen halka gerdiriciler kullanılarak, iki tane oring ile membran üst başlık üzerine yerleştirilir (Madde 4.2.6 Not 1).

4.2.9 Numune ekseninin hizada olmasına dikkat edilir ve üst başlıktaki drenaj hattının hücre gövdesinin kapanmasına mani olunur.

4.2.10 Yükleme pistonu ile hücre gövdesi numunenin üst başlığına dikkatlice yerleştirilir. Hizada olması pistonun yavaşça üst başlığın yüzeyine temas ettirilmesiyle kontrol edilir.

4.2.11 üç eksenli hücre, hücredeki tüm hava, hücre üzerindeki hava çıkış deliğinden çıkarılarak, havası alınmış su ile doldurulur (Şekil 1). Hücre çalkantıya müsaade etmeden mümkün olan en kısa sürede doldurulur. Pistondan sızabilecek suyu önlemek için piston yağı gibi davranması amacıyla caster yağ tabakası, suyun en üst tabakasına eklenebilir.

4.1.12 Hava çıkış tıpası basıncı atmosferik tutmak amacıyla açık bırakılarak hücre basınca hazır olana kadar bekletilir.

4.1.13 Doyurma yöntemleri ile hemen ilk hücre basınç artışı uygulanır (Madde 5.3 veya Madde 5.4).

5 DOYURMA

5.1 Genel

Doyurmanın amacı numunedeki tüm boşlukları su ile doldurmaktır. Bu genellikle boşluklardaki bütün havanın su içinde çözünmesini sağlayacak boşluk basıncını artırmakla sağlanır. Boşluk basıncı iki şekilde artırılır:

- Numuneye su basıncı (geri basınç) uygulayarak ve küçük pozitif etkili basınç sağlamak için aynı zamanda hücre basıncını artırarak,
- Sadece hücre basıncı artırılarak.

Doyurma aşamasında çelişen iki şart göz önünde bulundurulmalıdır:

- Uygulanan etkili basınç numunenin fazla ön basınç veya fazla konsolidasyona uğratacak kadar yüksek olmamalıdır,
- Etkili basınç genişleme potansiyeli olan zeminlerde genişlemeyi önlemek için belli bir seviyeden aşağıda olmalıdır (bu özellik araştırılmamış ise uygun ölçümler yapılmalıdır).

Bu bölümde iki doyurma yöntemi açıklanacaktır. Hücre ve geri basıncı yavaş yavaş artırarak doyurma Madde 5.3'de (Not 1 ve Not 2); sabit nem içeriğinde doyurma Madde 5.4'de (Not 3) açıklanacaktır.

Not 1 Doyurma derecesi boşluk basıncı katsayısı B ile bulunur ve B nin 0.95 e eşit veya fazla olması durumunda doymuşluğun sağlanmış olduğu kabul edilir.

Not 2 Bu yöntemde hücre basıncı ve geri basınç aynı anda artırılır.

Not 3 Bu yöntem numunenin genişlemesi kayma sırasında boşluk suyu basınç değişimleri gibi ölçülen değerleri etkileyecekse gereklidir. Gerekliliği zaman geri basınç uygulanan yöntemden çok daha uzundur.

5.2 Hücre ve geri basıncı

Aksi belirtilmedikçe a dan d ye kadar anlatılanlar tüm doyurma işlerinde uygulanır:

- a) Geri basınç sisteminden numuneye uygulanan su BS1377: Bölüm 1 :1 990: Madde 5.2'ye uygun temiz ve havası alınmış olmalıdır.
- b) Hücre basıncı artışı 50 kPa'ı geçmemeli; veya basınç deneyi için numunenin konsolide olacağı etkili basıncı (istenilen etkili konsolidasyon basıncı) geçmemeli, aksi belirtilmedikçe küçük olanı seçilmelidir (Not 1).

Not 1 B 0.80 e kadar 50 kPa'lık hücre basınç artışı ve bundan sonra 100 kPa artışlar birçok zemin çeşidi için (istenilen etkili konsolidasyon basıncı 100 kPa'dan büyük olmak şartıyla) uygun bulunmuştur.

- c) Hücre ve geri basınç arasındaki fark istenilen etkili deney basıncını veya 20 kPa'ı geçmemeli (küçük olanı seçilir) ve 5 kPa'dan az olmamalıdır (Not 2).

Not 2 10 kPa fark genişlemenin önemli olmadığı zeminler için uygun bulunmuştur.

- d) Genişleme potansiyeli olan zeminler için, basınç farkı genişlemeyi önleyecek etkili basınçtan veya 5 kPa' dan az olmamalıdır (hangisi büyük ise)

Not 3 Boşluk basıncında veya hacimde değişiklikler gözlemlenince, değişmeyen durum elde edildiğinde okumaları zamana göre çizmek uygun olur

5.3 Hücre ve geri basıncı artırarak doyurma

5.3.1 Genel

Bu metot ile hücre ve geri basınç artışı sıra ile uygulanır. Hücre basıncı artışları sırasında numunenin içine ve dışına drenaj müsaade edilmez ve toplam basıncın her seviyesinde bulunan boşluk suyu katsayısı B değeri ile mümkün olur.

Geri basınç numuneye üstten veya her iki uçtan uygulanır. Her iki uçtan geri basınç artışında geri basınç vanası ile toplam basınç vanası geri basınç sistemine bağlanır.

5.3.2 Yöntem

Bu yöntem şu şekildedir (Eklerdeki forma bakınız):

- a) Geri basınç vanası veya vanaları ile yıkama sistemi vanası kapatılır. İlk hücre artış değerini ayarlar tamamlanınca uygulanır (Madde 5.2.b).
- b) Boşluk basıncı sabit değere ulaşınca kadar beklenir (Madde 5.2 Not 3) ve kayıt edilir. Boşluk basıncı hissedilir şekilde azalır (büyük ihtimalle ilk artıştan sonra) sabitlenmesi beklenmeden yani boşluk basıncı sıfıra ulaşmadan c şikkına geçilir
- c) Hücre basıncı 50 kPa artırılır ve b şikkı uygulanır. Boşluk basıncı kararlı hale gelirse, değer kaydedilir ve boşluk basınç artışı (δu , kPa) hesaplanır. B değeri şu formülden hesaplanır:

$$B = \frac{\delta u}{50}$$

B değeri 0,95'e eşit veya büyük olunca numune doymuş sayılır ve konsolidasyon aşamasına (Madde 6.2) geçilir. Aksi taktirde d'den j'ye kadar olan şıklar uygulanır.

- d) Geri basınç vanası ve yıkama sistemi vanası kapalı kalacak şekilde geri basınç sistemindeki basınç hücre basıncındaki basınçtan düşük olacak şekilde artırılır (Madde 5.2.c ve 5.2.d) (bu safhadaki boşluk basıncı tasarlanan geri basınçtan daha yüksek ise hücre basıncında ilâve artış veya artışlar yapılabilir taki ilgili basınç sabitlenen boşluk basıncını aşınca veya B değeri 0.95'e eşit veya büyük oluncaya kadar).

Sabit değere ulaşınca yani birleştirme doğrusunun genişlemesinden sonra geri basınç doğrusu hacim değişimi göstergesi (V_1) in okuma değeri kayıt edilir.

- e) Geri basınç vanası (her iki uçtan doyurmalı ise taban drenaj vanası ile birlikte) açılır ve numuneye hissettirilir.
- f) Boşluk basıncı ve hacim değişimi göstergeleri gözlemlenir. Boşluk basıncı uygulanan geri basınca eşit olunca (üstten doyurunca ve yan drenaj kullanılmadığında), ve hacim değişimi göstergesi suyun numuneye hareketini durduğunu gösterirse (hem u_2 hem de V_2) kayıt edilir. Geri basınç (ve uygunsu taban drenaj) vanası kapatılır. Boşluk sabitleninceye kadar gözlemlenir.,
- g) Gerekirse numunenin içine giren su hacmi hesaplanır (V_2-V_1).

- h) Hücre basıncını uygun $\delta\sigma_3$ değeri kadar artırılır (Madde 5.3.2.b). Boşluk basıncındaki (δu) değişimler Madde 5.3.2.b'deki gibi gözlemlenir. Dengeye ulaşıncaya, boşluk basıncı katsayısı B'yi şu formülden hesaplanır:

$$B = \frac{\delta u}{\delta\sigma_3}$$

- i) d ve h ye kadar olan basamakları numune doyuncaya kadar tekrarlanır. Boşluk basıncı 12 saat veya gece sonunda değişmez ve B değeri 0,95'e eşit veya daha büyük olursa numune doymuş kabul edilir. Bazı sert kılcal çatlaklı killerde bu durum elde edilemez ve B 0,90 değeri d'den h'ye kadar anlatılan şekilde üç hücre basıncı geri basınç artışı ile değişmiyorsa, doymuş kabul edilir.
- j) Gerekliyse numunenin içine giren toplam su hacmi, g'deki gibi hesaplanır.

Not Her artış sonundaki B ye karşılık hücre basıncı grafiği veya boşluk basıncının hücre basıncına karşılık grafiği çizilebilir

5.4 Sabit nem içeriğinde doyurma

5.4.1 Genel

Bu yöntemde numuneye su girişi ve çıkışına müsaade edilmez. Doymuluk sadece hücre basıncı artışı ile sağlanır.

5.4.2 Yöntem

Yöntem aşağıda açıklanmıştır:

- Hücre basıncını 50 kPa veya 100 kPa artırılır.
- Boşluk basıncının dengeye gelmesi beklenir (Madde 5.3.2.f).
- İlave eşit büyüklükteki hücre basıncı uygulanır, boşluk basıncındaki değişimler Madde 5.4.2.a ve Madde 5.4.2.b'deki gibi kayıt edilir. B değerini hesap edilir.
- Numune Madde 5.3.2.i'deki gibi herhangi bir durum oluşursa doymuluğa erişmiş kabul edilir.

Doymun numune istenilen etkili basınçta konsolidasyona bırakmaya hazırdır.

6 KONSOLİDASYON

6.1 Genel

Konsolidasyon aşaması doyurma aşamasından hemen sonra başlar (Bölüm 5) ve aynı cihazlar kullanılır. Bu deneyler için numunenin konsolidasyonu isotropiktir. Konsolidasyon aşamasının amacı numuneyi basınç deneyinin uygulanacağı etkili basınç durumuna getirmektir. Konsolidasyon aşamasında elde edilecek veri ile kayma sırasında uygulanacak birim şekil değiştirme hızı ve numunenin boyutları bulunur.

Numunedeki etkili basınç istenilen hücre basıncının artırılması ve etkili boşluk basıncının uygun geri basınç değerine düşürülmesi ile olur. Geri basınç doyurma aşamasının son basamağındaki boşluk basıncından aşağıya düşürülmemelidir veya 300 kPa olmalıdır (hangisi büyükse).

6.2 Konsolidasyon aşaması

Konsolidasyon aşaması tamamlanınca, geri basınç vanası (Şekil 1) kapalı tutulur ve final boşluk basıncı ve hacim değişimi göstergeleri kayıt edilir.

Konsolidasyon yöntemi şu şekildedir (Eklerdeki forma bakınız):

- Hücre basıncı sisteminde hücre basıncı σ_3 kadar artırılır ve gerekliyse etkili konsolidasyon basıncını vermek için geri basıncı şu şekilde ayarlanır:

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u_b$$

- Boşluk basıncı kararlı değere (u , kPa) ulaşıncaya kayıt edilir.

Not 1 Dengeye ulaşıldığında boşluk basıncı zamana göre kayıt edilerek çizilir.

Not 2 Dağıtılacak fazla boşluk basıncı ($u_i - u_b$) dir.

- Hacim değişimi gösterge okumasını kaydedilir. Uygun zamanda (sıfır saate) geri basınç vana veya vanalarını açarak konsolidasyona başlanır.

d) Uygun zaman aralıklarında hacim değişimi göstergesi okunur.

Not 3 Uygun karekök zaman aralığı 0, 0,25, 0,5, 1, 2,25, 4, 9, 12,25 16, 25, 36, 64 dakika ve 2, 4, 8, 16, 24 saattir. Bu zamanlar işaretlendiğinde eşit aralıklar meydana getirirler ama çok çabuk sıkışan numuneler için daha sık okumalar alınmalıdır. Okumalar karekök zaman/sıkıştırma eğrisini uygun hassasiyetle çizebilecek değişik uzun zaman aralıklarında alınabilirler.

e) Önemli hacim değişimi olmayıncaya kadar ve fazla boşluk basıncı en az % 95 dağılıncaya kadar konsolidasyona devam edilir.

$$U = \frac{u_i - u}{u_i - u_b} * 100 \% \geq 95$$

Burada,

U konsolidasyon derecesi (%),

u ise t zaman aralığında okunan boşluk basıncıdır

f) Konsolidasyon tamamlanınca hacim değişimi göstergesi kayıt edilir ve konsolidasyon aşaması boyunca toplam hacim değişimi (ΔV_c) hesaplanır. Boşluk basıncı u_c (kPa) de kaydedilir.

g) Konsolide olmuş numune CU (Bölüm 7) veya CD (Bölüm 8) deneyi için hazırdır.

6.3 Hesaplar ve Çizimler

Eklerdeki foruma bakınız.

6.3.1 Konsolidasyon sonrası numune boyutu şu formülden hesaplanır (Nota):

a) Hacim $V_c = V_o - \Delta V_c$

b) Alan $A_c = A_o \left[1 - \frac{2}{3} \frac{\Delta V_c}{V_o} \right]$

c) Uzunluk $L_c = L_o \left[1 - \frac{1}{3} \frac{\Delta V_c}{V_o} \right]$

Burada,

V_c konsolidasyon hacmi (cm^3),

V_o numunenin ilk hacmi (cm^3),

ΔV_c konsolidasyon aşamasındaki numuneden çıkan su hacmi (cm^3),

A_c numunenin konsolidasyondan sonraki kesit alanı (mm^2),

A_o numunenin ilk kesit alanı (mm^2),

L_c numunenin konsolidasyondan sonraki uzunluğu (mm),

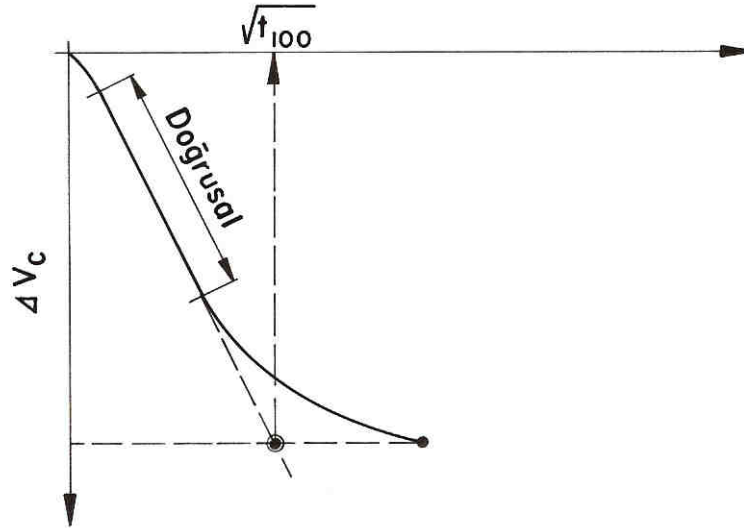
L_o numunenin ilk uzunluğudur (mm).

Not Doyurma sırasındaki hacim değişimi önemli ise tahmin edilmelidir, yani numunenin boyu ve ΔV_c değişimlerini hücre içindeki hayali bir doğrudan ölçerek bulunabilir.

6.3.2 Hacim değişimi karekök zaman grafiği çizilir.

Not: Yüzde boşluk suyu dağılıması zamanın logaritması olarak da çizilebilir (ölçüldü ve uygunsa).

6.3.3 Hacim değişimi-karekök zaman grafiğinin ilk kısmındaki düzgünlükten en uygun doğru çizilir (bu kısım genellikle hacim değişiminin ilk % 50 si içindedir). Son çizimlerden de yatay bir doğru çizilir ve kesişme noktaları $\sqrt{t_{100}}$ ü verir, Şekil 3. Buradan t_{100} hesaplanır.



Şekil 3 - İdeal üç eksenli konsolidasyon eğrisi

6.3.4 İsootropik konsolidasyon için (Nota bakınız) konsolidasyon katsayısı değeri aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$C_{vi} = \frac{1.65D_c^2}{\lambda t_{100}}$$

Burada,

D_c konsolidasyon sonrası numune çapıdır (mm) ve $D_c = \sqrt{\frac{4A_c}{\pi}}$ den bulunur;

λ drenaj koşullarına ve boyuna bağlı bir katsayıdır ve numunenin çap oranı (r) ye bağlı olarak Çizelge 1'den bulunur.

Not Bu şekilde bulunan C_{vi} değeri mühendislik oturmalarında kullanılamaz çünkü yan drenaj kullanıldığında çok büyük farklar meydana gelir.

Çizelge 1 - C_v ve kopma zamanı faktörleri

Konsolidasyon aşamasında drenaj şartı	λ değeri		F değeri (r = 2 için)	
	L / D = 2	L / D = r	Drenajlı deney	Drenajsız deney*
Tek uçtan	1	$r^2/4$	8.5	0.53
Her iki uçtan	4	r^2	8.5	2.1
Yan kenar ve tek uçtan	80	$3.2(1+2r)^2$	14	1.8
Yan kenar ve iki uçtan	100	$4(1+2r)^2$	16	2.3

*Sadece hassas olmayan plâstik deformasyonlu zeminler için

6.3.5 İsootropik konsolidasyon için hacim sıkışmasının katsayı değeri (gerekli ise) şu eşitlikten hesaplanır (m^2/MN):

$$m_{vi} = \frac{\Delta V_c / V_o}{u_i - u_c} * 100$$

Burada,

ΔV_c numunenin konsolidasyondan dolayı olan hacim değişimi (cm^3),

V_o numunenin ilk hacmi (cm^3),

u_i konsolidasyon başlangıcındaki boşluk basıncı (kPa),

u_c konsolidasyon sonundaki boşluk basıncıdır (kPa).

6.3.6 Yükleme aşamasındaki deney zamanı t_f (dakika) şu formülden hesaplanır

$$t_f = F t_{100}$$

Burada,

F drenaj koşullarına ve yükleme denet tipine (CU veya CD) bağlı bir katsayıdır.

Drenajlı deneyler için F nin değeri ve plâstik şekilde deforme olan hassas olmayan numune üzerindeki drenajsız deney için Çizelge 1'e bakılır (Not 1 ve 2). Sert kılcal çatlaklı zeminler ve hassas zeminler için drenaj deneyi için verilen katsayıları drenajlı ve drenajsız deneyler için de kullanılabilir.

Not 1 Pratik amaçlar için kabul edilen F faktörü fazla boşluk basıncının % 95 dağılmasına neden olan kaymaya bağlıdır.

Not 2 Göreceli yüksek geçirgenli numunelerde hesaplanan kopma zamanı çok çabuktur. Kopma zamanı t_{100} 2 saatten az olmamalıdır.

6.3.7 Numune için deformasyon hızı ε_f şu şekilde bulunur:

- Sadece kopma anındaki şart (Madde 1.2.8) önemli ise, birim şekil değişim ε_f kırılma anından bulunur.
- Yaklaşık eşit aralıklı ara okumaları, her birinde gerekli sabitlenen boşluk basıncı var ise, her okuma arasındaki birim şekil değişimi ε_f dir.

Not Bu metot deneyden gerilme yörüngesi bulunacak ise gereklidir.

6.3.8 Eksenel yükleme hızı d_r (mm/dakika) şu şekilde bulunur:

$$d_r = \frac{\varepsilon_f L_c}{t_f}$$

Burada,

L_c konsolide olmuş numunenin boyu (mm),

ε_f deney numunesi için önemli birim şekil değiştirmesi,

t_f ise önemli deney zamanıdır (dakika).

Buradan makinenin maksimum yükleme hızı bulunur.

Not "Makine yükleme hızı" her vites ayarı için üretici tarafından sıfır yük altında makine çalışırkenki hızdır. Yük altındaki gerçek hız bu değerden daha az olabilir. Yük ölçme aletinin deformasyonu ve yükleme çerçevesinden dolayı "Kapanma boşluk hızı" makine hızından daha azdır. Numunenin gerçek eksenel yükleme hızı "Kapanma boşluk hızı" dir. Bu ve çok hassasiyet gerekli ise nominal makine yükleme hızı arasındaki fark için tolerans verilmelidir

7 BOŞLUK BASINCININ ÖLÇÜMÜ İLE KONSOLİDASYONLU-DRENAJSIZ (CU) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA BASINCI DENEYİ

7.1 Genel

Bu deneyde, sıkıştırma basıncı sırasında hücre basıncı sabit tutularak, numune kopana kadar belli bir hızda yükleme yapılır. Numunelerden su çıkışına müsaade edilmediğinden, sıkıştırma basıncı esnasında su içeriği sabit kalır. Boşluk basıncındaki değişimler genellikle numunenin tabanından ölçülür. Yükleme, fazla boşluk basıncının dengelenmesini sağlayacak yavaş bir hızla yapılır.

Madde 7.2 ile Madde 7.6 arasında anlatılan deney yöntemi, üç eksenli hücrede doyurulan ve Madde 6'da anlatılan, konsolidasyonla istenilen etkili gerilmeye getirilen numunelere uygulanır.

BS 1377: Bölüm 1'in gerekleri, bu deney metodunun uygun yerlerinde uygulanır.

7.2 Sıkıştırma basıncı aşaması

7.2.1 Doğunluk ve konsolidasyon farklı yerde yapılmışsa deney hücresi sıkıştırma basıncı makinasına yerleştirilir.

7.2.2 Makina plâkaları, yükleme plâkaları numunenin tepesine yaklaşıncaya kadar ya elle veya motorla ayarlanır. Yük halkasının değeri ilk okuma olarak kaydedilir.

Not : Bu yöntem, pistonu etki eden hücre basıncı ve piston basıncının sürtünmesinin birleştirilmiş etkisine müsaade eder. Yükleme cihazını ölçeceği ilk okuma değeri sıfır olacak şekilde ayarlanmalıdır.

7.2.3 Sıkıştırma basıncı makinasının hızı Madde 2.3.8'de hesaplanan hıza en yakın değere ve bu değerden daha yüksek olmayacak şekilde ayarlanır.

7.2.4 Piston, çok hassas bir şekilde ayarlanarak, numunenin üzerindeki yerine oturması sağlanır. Pistonun uygun şekilde oturduğu ve çok az miktarda numuneye eksenel yük verildiği kontrol edilir.

7.2.5 Eksenel deformasyon ölçerin numunenin en az % 25 boyu kadar düşey deformasyonu ölçecek ve ilk değer sıfır olacak şekilde ayarlanır.

7.2.6 Geri basınç vana veya vanalarının kapalı; hücre basıncı vanasının ve boşluk basıncı ölçen cihaz vanasının açık olduğu kontrol edilir.

7.2.7 Aşağıdaki değişkenlerin ilk değerleri kaydedilir :

- Zaman ve saat,
- Deformasyon göstergesi,
- Kuvvet okuma cihazı,
- Boşluk basıncı,
- Hücre basıncı,

7.2.8 Yükleme başlatılır ve kronometre çalıştırılır.

7.2.9 Deformasyon göstergesi, kuvvet halkası ve boşluk basıncı değerleri belli aralıklarla okunur. En az 20 okuma alınarak gerilme-boy eğrisi kırılmayı verecek şekilde çizilir (Not 1, 2 ve 3)

Not 1 Küçük boy değişiminde aniden kırılan çok sert zeminlerde okumalar belli boy değişiminden ziyade belli zaman aralığında alınmalıdır.

Not 2 Hücre basıncının sabit olduğundan emin olmak için düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir.

Not 3 Geçen zaman ile yükleme hızı aralıklarla kontrol edilmelidir.

7.2.10 Deviatör gerilme ($\sigma_1 - \sigma_3$) (kPa) ve etkili asal gerilme oranı (σ_1' / σ_3') hesap edilir. Madde 7.4'te anlatıldığı gibi, yatay eksene birim şekil değişimi ε (%), düşey eksene ise ($\sigma_1 - \sigma_3$) ve (σ_1' / σ_3') çizilir.

Not: Aynı zamanda, boşluk basıncında boy değişimine (ε %), karşılık çizilebilir. İstenirse gerilme rotası t' ve s' de boy değişimine karşılık çizilebilir (Madde 7.4.i).

7.2.11 Aşağıdaki şartlardan biri sağlanırsa deney sonlandırılır (Madde 1.2.8):

- En yüksek deviatör gerilme,
- En yüksek etkili asal gerilme oranı,
- Sabit kayma gerilmesi ve sabit boşluk basıncı,

Yukarıdaki şartlardan herhangi biri oluşmazsa, deneye boy değişiminin % 20'si kadar devam edilir. Bu durumda kayma dayanımı değeri rapor edilmez.

7.2.12 Sıkıştırma basıncı aşaması durdurulur ve boşluk basıncı vanası kapatılır. Yıkama sistemi vanası açılarak transduser korunur.

7.3 Deneyin sonu

7.3.1 Numunenin çıkartılması

Sıkıştırma basıncı işlemi biter bitmez numune üç eksenli cihazdan, poroz diskten fazla su almaması için hemen çıkartılır. Numunenin çıkartılması aşağıdaki gibi yapılmalıdır :

- Geri basınç vanası veya vanaları ve boşluk anası kapatılır (Şekil 1),
- Eksenel kuvvet pistonu çıkartılır,
- Hücre basıncı sıfıra düşürülür ve su hücreden akıtılır,
- Hücre sökülür ve numune çıkarılır,
- Numune üst başlığı, membran, poroz disk ve kullanılmışsa yan drenaj filtresi çıkartılır,
- Numunenin kopma şekli çizilir.

7.3.2 Son ölçümler

7.3.2.1 Numune tartılır ve konsolidasyon işlemi sonundaki V_c (Madde 6.3.1) kullanılarak birim ağırlık hesap edilir.

7.3.2.2 BS 1377: Bölüm 2: 1990 Madde 3.2'ye göre tüm numune sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutularak su içeriği bulunur. Numune büyük ise numune etüve konulmadan parçalara ayrılır.

7.4 Hesaplamalar

(Eklerdeki forma bakınız).

- Eksenel birim şekil değişimi aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_c}$$

Burada,

L_c konsolidasyon sonundaki numune boyu (mm),

ΔL ise deformasyon ölçer ile sıkıştırma işlemi sırasında numunenin ilk ve son boyu arasındaki farktır (mm).

Not 1 BS Standardlarına göre, birim şekil değişimi toplam değişimdir.

- Numunenin eksenine dik kesit alanı A_s (mm²) numunenin silindir şeklinde kırıldığı kabul edilerek aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$A_s = \frac{A_c}{1 - \varepsilon}$$

Burada,

A_c numunenin ilk kesit alanıdır.

Not 2 Yukarıdaki eşitlik kullanılırken, tamamen doymuş numunede yapılan konsolidasyonlu-drenajsız deneydeki yüzde hacim değişiminin sıfır olduğu kabulü yapılır.

- Hücre basıncına ek eksenel kuvvet P (N) aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$P = (R - R_o) C_r$$

Burada,

R kuvvet ölçüm cihazından okunan değer (bölüntü veya rakam),

R_o kuvvet ölçüm cihazından okunan ilk değer (bölüntü veya rakam),

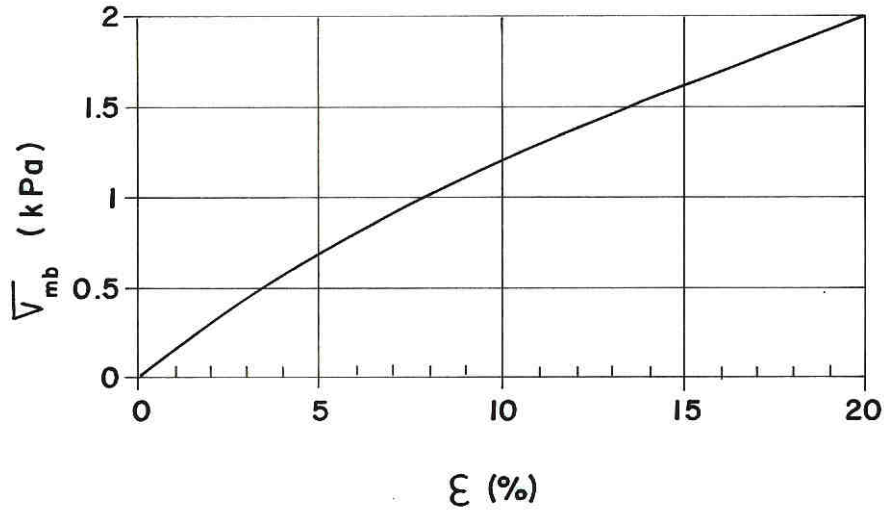
C_r ise kuvvet ölçüm cihazının kalibrasyon sabitidir.

d) Uygulanan aksenal gerilme $(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ yani ölçülen asal gerilme farkı veya deviatör gerilme aşağıdaki formülden hesaplanır (kPa):

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_m = \frac{P}{A_s}$$

e) Membran düzeltme katsayısı σ_{mb} Şekil 4'te verilen eğri kullanılır. Bu eğri 0,2 mm membran kalınlığında ve 38 mm çapında numuneler için geçerlidir. Bu şartlardan başka membran ve numune çapı kullanılırsa, aşağıdaki eşitlik ile düzeltilmelidir (kPa):

$$\sigma_{mb} = \left(\frac{38}{D}\right) * \left(\frac{t_m}{0,2}\right)$$



Şekil 4 - Membran düzeltme eğrisi²

Burada,

D numune başlangıçtaki çapı (mm),

t_m ise birden fazla da olabilecek membranların kalınlığıdır (mm).

f) Yanal drenaj yapılmışsa ve aksenal birim şekil değişimi 0,02 (% 2) yi geçmişse drenaj düzeltme katsayısı σ_{dr} aşağıdaki çizelgeden bulunur:

Çizelge 2 - Yanal drenaj filtreleri için düzeltme

Numune çapı (mm)	38	50	70	100	150
σ_{dr} (kPa)	10	7	5	3,5	2,5
Not: Ara değerler enterpolasyon ile bulunabilir					

² Şekil 4'te verilen eğrinin denklemi aşağıda verilmiştir:

$$\sigma_{mb} = -0,004 \varepsilon^2 + 0,18 \varepsilon$$

Burada, $\varepsilon = 0,05$ yani % 5 ise ε yerine 5 yazıldıktan sonra D ve t_m düzeltmeleri yapılmalıdır.

Not Eksenel sıkıştırma basıncı sırasında membranın ve yanal drenajların davranışı çok karışıktır ve nasıl bir düzeltme yapılacağı konusunda bir fikir birliği yoktur. Yukarıdaki çizelgede verilen değerler basitleştirilmiş kabuller ve uzlaşmış verilere dayanır.

g) Düzeltilmiş deviatör gerilme $(\sigma_1 - \sigma_3)$ aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = (\sigma_1 - \sigma_3)_m - \sigma_{mb} - \sigma_{dr}$$

h) Büyük asal gerilme σ_1 aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\sigma_1 = (\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$$

Burada,

σ_3 hücre basıncıdır.

i) Etkili büyük ve küçük asal gerilmeler aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u$$

Burada

u boşluk basıncıdır.

j) Etkili asal gerilme oranı (σ_1' / σ_3') hesaplanır:

k) Boşluk basıncı katsayısı A aşağıdaki formülden hesaplanır :

$$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

Burada,

u_0 numunenin sıkıştırma basıncı işlemi basıncındaki boşluk basıncıdır.

l) Gerekli ise, gerilme rotası parametreleri s' ve t' aşağıdaki formüllerden hesaplanır :

$$s' = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2}$$

$$t' = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

7.5 Grafikler

- Gerilme - birim şekil değişimi eğrisi. Yatay eksene eksenel birim şekil değişimi (% olarak) ve dikey eksene ise deviatör gerilme çizilir.
- Boşluk basıncı değişimi (a) da açıklanan grafiğe, yatay eksene eksenel birim şekil değişimi, dikey eksene boşluk basıncı değeri çizilebilir. Sıkıştırma aşamasındaki ilk boşluk suyu değeri açıkça belirtilmelidir.
- Etkili asal gerilme oranı σ_1' / σ_3' dikey eksene, birim şekil değişimi ise yatay eksene çizilir.
- Kopmanın en yüksek deviatör gerilme veya etkili asal gerilme oranı veya sabit deviatör gerilme veya boşluk suyundan mı olduğu düzgün bir doğru çizilerek belirlenir (a dan c ye kadar). Bu değere karşılık gelen eksenel birim şekil değişimi değeri belirtilir.

Not Bazen en yüksek değer iki nokta arasında olabilir.

e) Etkili gerilmenin Mohr daireleri,

f) Gerilme rota değerlerinden t' dikey eksene, s' ise yatay eksene çizilir.

7.6 Sonuçların gösterimi

7.6.1 Genel

Deneyin türü ve BS 1377: Bölüm 8: 1990 Madde 4, Madde 5, Madde 6 ve Madde 7'ye göre yapıldığı belirtilmelidir. BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 9'da verilen uygun bilgilerle, boşluk basıncı ölçülerek konsolidasyonlu- drenajsız deney yapıldığı belirtilmelidir.

Deney bir veya birden fazla numunede yapılmışsa her numune için Madde 7.6.2'de belirtilen bilgileri içermelidir.

7.6.2 Tek numune

Her bir numune için aşağıdakiler belirtilmelidir:

- Numunenin derinliği ve yönelimi,
- İlk numune boyutları,
- İlk su içeriği ve birim hacim ağırlığı,
- Yan drenaj kullanılıp kullanılmadığı,
- Numuneyi doyurma metodu ve basınç artışları,
- Doyurma işlemi sonundaki boşluk basıncı, hücre basıncı ve boşluk basıncı katsayısı B,
- Konsolidasyon aşamasındaki hücre basıncı, geri basınç ve etkili basınç ,
- Konsolidasyon aşaması sırasındaki boşluk basıncı ve yüzde boşluk suyu dağılımı,
- Konsolidasyon aşamasındaki karekök zamana karşılık çizilen hacim değişimi veya hacimsel birim şekil değişimi,
- Eksenel yükleme hızı (mm/dakika veya saatteki yüzde birim şekil değişimi),
- Sıkıştırma basıncı aşaması başındaki boşluk basıncı ve etkili gerilme,
- Numunenin nasıl koptuğu,
- Kopma anındaki eksenel birim şekil değişimi, deviatör gerilme basıncı ile etkili büyük ve küçük asal gerilmeler,
- Kopma anındaki etkili asal gerilme oranı,
- Deney sonrasında numunenin kopma şeklini gösterir resim,
- Deviatör gerilmeden çıkarılan düzeltme katsayıları ve miktarları,
- Son su içeriği ve birim hacim ağırlık,
- Madde 7.5 de belirtilen grafikler.

7.6.3 Birden fazla numune

Aynı zeminden birden fazla numunede kayma değerlerini analiz için değişik etkili basınçta deney yapılırsa Madde 8.6.2'de belirtilen veriler gruplanmalı ve hepsi birden rapor edilmelidir.

Not 1 Madde 8.5'de verilen grafikler her bir numune için ayrı ayrı veya aynı eksende grup olarak verilebilir.

Not 2 Etkili gerilme değerlerinin elemanları olan kayma dayanımı parametreleri c' (kPa) ve ϕ' ($^{\circ}$) aşağıdaki anlatılan yolla bulunur (fakat Not 3).

Madde 1.2.8'de belirtilen, seçilen kopma kriterlerine göre s' ve t' grafiğindeki noktalardan en iyi doğru çizilir.

t' nün ekseni kestiği nokta t'_0 (kPa) bulunur.

Doğrunun yatayla olan θ açısı derece cinsinden bulunur.

Kayma dayanımı değerleri aşağıdaki eşitliklerden hesap edilir.

$$\sin \phi' = \tan \theta$$

$$c' = \frac{t'_0}{\cos \phi'}$$

Not 3 Aynı zeminden hazırlanan deney numuneleri gerilme-birim şekil değişimi ve diğer özelliklerde farklılık gösterebilir. Tüm malzemeyi temsil eden kayma dayanımı parametreleri tayin edilirken zorluk çekilebilir.

Not 4 Kayma dayanımı parametreleri, Mohr dairelerine çizilen teğet doğrunun eğimi (ϕ') ve doğrunun düşey eksenini kestiği noktadan (c') da bulunur.

8 BOŞLUK BASINCININ ÖLÇÜMÜ İLE KONSOLIDASYONLU-DRENAJLI (CD) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA BASINCI DENEYİ

8.1 Genel

Bu deneyde sıkıştırma basıncı sırasında hücre basıncı sabit tutularak, numune kopana kadar bilinen eksenel deformasyon ile yükleme yapılır (birim şekil değiştirme kontrollü). Numuneden serbest su çıkışına müsaade edilir. Deney boşluk basıncı değişimlerinin ihmal edilebileceği kadar düşük kesme hızında gerçekleştirilir. Bu deney için gerekli olan birim şekil değişimi, aynı koşullar altında yapılan CU deneyinden çok daha yavaş olmalıdır. Etkili çevre basıncı değişmez çünkü boşluk basıncı hemen hemen sabit kalır. Numunenin içine giren veya çıkan su hacmi, geri basınç hattına bağlanan hacim değişimi cihazı ile ölçülür ve kayma sırasında numunenin hacim değişimine eşittir. Boşluk basıncı drenajın etkinliğini kontrol için tabandan kontrol edilir.

Madde 8.2 ile Madde 8.6 arasında anlatılan deney yöntemi, üç eksenli hücrede doyurulan ve Madde 6'da anlatılan, konsolidasyonla istenilen etkili gerilmeye getirilen numunelere uygulanır.

BS 1377: Bölüm 1 in gerekleri, bu deney metodunun uygun yerlerinde uygulanır

8.2 Sıkıştırma basıncı aşaması

8.2.1 Doygunluk ve konsolidasyon farklı yerde yapılmışsa deney hücresi sıkıştırma makinasına yerleştirilir.

8.2.2 Makina plâkaları, yükleme plâkaları numunenin tepesine yaklaşıncaya kadar ya elle veya motorla ayarlanır. Yük halkasının değeri ilk okuma olarak kaydedilir.

Not Bu yöntem, pistonu etki eden hücre basıncı ve piston basıncının sürtünmesinin birleştirilmiş etkisine müsaade eder. Yükleme cihazını ölçeceği ilk okuma değeri sıfır olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8.2.3 Sıkıştırma makinasının hızı Madde 6.3.8 de hesaplanan hıza en yakın değere ve bu değerden daha yüksek olmayacak şekilde ayarlanır.

8.2.4 Piston, çok hassas bir şekilde ayarlanarak, numunenin üzerindeki yerine oturması sağlanır. Pistonun uygun şekilde oturduğu ve çok az miktarda numuneye eksenel yük verildiği kontrol edilir.

8.2.5 Eksenel deformasyon ölçerinin numunenin en az % 25 boyu kadar düşey deformasyonu ölçecek ve ilk değer sıfır olacak şekilde ayarlanır.

8.2.6 Hücre basıncı ile geri basınç vana veya vanalarının açık olması sağlanır; boşluk basıncı ölçen cihaz vanası da açılır (Şekil 1).

8.2.7 Aşağıdaki değişkenlerin ilk değerleri kaydedilir (Ekteki formlar):

- Zaman ve saat,
- Deformasyon göstergesi,
- Kuvvet okuma cihazı,
- Hacim değişimi göstergesi
- Boşluk basıncı,
- Hücre basıncı,

8.2.8 Yükleme başlatılır ve kronometre çalıştırılır.

8.2.9 Deformasyon göstergesi, kuvvet halkası ve boşluk basıncı değerleri belli aralıklarla okunur. En az 20 okuma alınarak gerilme-birim şekil değişimi eğrisini verecek şekilde çizilir (Not 1, 2 ve 3)

Not 1 Küçük birim şekil değişimlerinde aniden kopan çok sert zeminler için gerekli olan okumalar boy değişiminden ziyade düzenli aralıklarla alınmalıdır.

Not 2 Boşluk basıncı 8.2.11'de belirtilen limitler dışında her zaman kaydedilmesi gerekli değildir.

Not 3 Hücre basıncı ve geri basıncın sabit olduğu, aralıklarla kontrol edilmelidir ve gerekli ise ayarlanmalıdır.

Not 4 Geçen zaman ile yükleme hızı aralıklarla kontrol edilmelidir.

8.2.10 Deviatör gerilme ($\sigma_1 - \sigma_3$) (kPa) Madde 8.4'de anlatıldığı gibi hesaplanır ve deney devam ederken birim şekil değişimi (%) yatay eksene, ($\sigma_1 - \sigma_3$) düşey eksene çizilir.

Not Hacimsel birim şekil değişim veya numunenin hacim değişimi de birim şekil değişimine karşılık çizilebilir.

8.2.11 Boşluk basıncı düzenli aralıklarla kontrol edilir ve geri basınçtan, etkili hücre basıncının % 4 den fazla değişirse, birim şekil değişimi hızı % 50 veya daha fazla azaltılır.

8.2.12 Aşağıdaki şartlardan biri açıkça sağlanırsa deney sonlandırılır:

- En büyük deviatör gerilme,
- Kesme deformasyonu, sabit hacim ve sabit kayma gerilmesi elde edilene kadar.

Not : Yukarıdaki şartlardan herhangi bir oluşmazsa, deneye birim şekil değişimin % 20 si kadar devam edilir. Bu durumda kayma dayanımı değeri rapor edilmez.

8.2.13 Sıkıştırma basıncı aşaması durdurulur. Boşluk basıncı vanası ve geri basınç vanası kapatılır. Yıkama sistemi vanası açılarak transduser korunur.

8.3 Deneyin Sonu

8.3.1 Numunenin çıkartılması

Sıkıştırma basıncı işlemi biter bitmez numune üç eksenli cihazdan, poroz diskten fazla su almaması için hemen çıkartılır.

Numunenin çıkartılması aşağıdaki gibi yapılmalıdır :

- Geri basınç vanası veya vanaları ile boşluk suyu vanası kapatılır (Şekil 1),
- Eksenel kuvvet pistonu çıkartılır,
- Hücre basıncı sıfıra düşürülür ve su hücreden akıtılır,
- Hücre sökülür ve numune çıkarılır,
- Numune üst başlığı membran, poroz disk ve kullanılmışsa yan drenaj çıkartılır,
- Numunenin kopma şekli çizilir.

8.3.2 Son Ölçümler

8.3.2.1 Tüm numune tartılır ve son hacim ($V_c - \Delta V$) kullanılarak numunenin son yoğunluğu hesap edilir. Burada V_c konsolidasyon sonundaki hacim, ΔV ise sıkıştırma basıncı aşamasındaki hacim değişimidir.

8.3.2.2 Numune sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulur su içeriği bulunur. Numune büyük ise numune etüve konulmadan en az 2 parçaya ayrılır.

8.4 Hesaplamalar

a) Eksenel birim şekil değişimi aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\varepsilon = \Delta L / L_c$$

Burada,

L_c konsolidasyon sonundaki numune boyu (mm),

ΔL ise deformasyon ölçer ile sıkıştırma basıncı işlemi sırasında numunenin ilk ve son boyu arasındaki farktır (mm).

Not 1 BS Standardlarına göre, birim şekil değişimi toplam değişimdir.

b) Sıkıştırma basıncı sonucundaki hacimsel birim şekil değişimi, ε_v :

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_c}$$

Burada,

ΔV sıkıştırma basıncı başlangıcından itibaren numunenin hacim değişimi (Not 2),

V_c ise sıkıştırma başlangıcındaki konsolide olmuş numunenin hacmidir

NOT 2 Kullanılan + veya – gösterimi şu şekildedir: sıkışma gerilmesi yani hacim azalması (sıkıştırma basıncı veya konsolidasyon) + ile hacim azalması ise (genişleme veya şişme) – ile gösterilir.

c) Numunenin eksenine dik kesit alanı A_s numunenin silindirik şeklinde kırıldığı kabul edilerek aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$A_s = \frac{1 - \varepsilon_v}{1 - \varepsilon} A_c$$

Burada,

A_c sıkıştırma basıncı aşaması başlangıcındaki eksene dik alandır (mm^2).

d) Hücre basıncına ek aksenal kuvvet P (N) aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$P = (R - R_0) C_r$$

Burada,

R kuvvet ölçüm cihazından okunan değer (bölüntü veya rakam),

R_0 kuvvet ölçüm cihazından okunan ilk değer (bölüntü veya rakam),

C_r ise kuvvet ölçüm cihazının kalibrasyon sabitidir.

e) Uygulanan aksenal gerilme ($\sigma_1 - \sigma_3$)_m ölçülen ana gerilme farkı veya deviatör gerilme aşağıdaki formülden hesaplanır (kPa):

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_m = \frac{P}{A_s} * 1000$$

f) Membran düzeltme katsayısı σ_{mb} Şekil 4'te verilen eğri kullanılır. Bu eğri 0,2 mm membran kalınlığında ve 38 mm çapında numuneler için geçerlidir. Bu şartlardan başka membran ve numune çapı kullanılırsa, aşağıdaki eşitlik ile düzeltilmelidir (kPa)³:

$$\sigma_{mb} = \left(\frac{38}{D} \right) * \left(\frac{t_m}{0,2} \right)$$

Burada,

D numune başlangıçtaki çapı (mm),

t_m ise birden fazla da olabilecek membranların kalınlığıdır (mm).

g) Yanal drenaj yapılmışsa ve aksenal boy değişimi 0,02 (% 2) yi geçmişse drenaj düzeltme katsayısı σ_{dr} Çizelge 2'den bulunur:

Not 3 Aksenal sıkıştırma basıncı sırasında membranın ve yanal drenajların davranışı çok karışıktır ve nasıl bir düzeltme yapılacağı konusunda bir fikir birliği yoktur. Yukarıdaki çizelgede verilen değerler basitleştirilmiş kabuller ve uzlaşmış verilere dayanır.

h) Düzeltilmiş deviatör gerilme ($\sigma_1 - \sigma_3$) aşağıdaki formülden hesaplanır (kPa):

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = (\sigma_1 - \sigma_3)_m - \sigma_{mb} - \sigma_{dr}$$

i) Büyük asal gerilme σ_1 aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\sigma_1 = (\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$$

Burada,

σ_3 hücre basıncıdır (kPa).

³ Şekil 4'te verilen eğrinin denklemi aşağıda verilmiştir:

$$\sigma_{mb} = -0,004 \varepsilon^2 + 0,18 \varepsilon$$

Burada, $\varepsilon = 0,05$ yani % 5 ise ε yerine 5 yazıldıktan sonra D ve t_m düzeltmeleri yapılmalıdır.

j) Etkili büyük ve küçük asal gerilmeler aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u$$

Burada,

u boşluk basıncıdır.

k) Gerekli ise, gerilme rotası parametreleri s' ve t' aşağıdaki formüllerden hesaplanır:

$$s' = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2}$$

$$t' = \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}$$

8.5 Grafikler

a) Birim şekil değişimi yatay eksene, gerilme düşey eksene çizilmek şartıyla gerilme birim şekil değişimi (% olarak) grafiği çizilir. Kopma en büyük deviator gerilme ile ifade ediliyorsa, en yüksek gerilme noktalarının düzgünce birleştirileceği bir eğriden bulunur (Not). Karşılık gelen eksenel birim şekil değişimi eğriden bulunur.

Not En büyük gerilme bazen iki noktanın arasında olabilir.

b) a daki yatay eksenini kullanarak düşey eksene hacim değişimi miktarının (cm^3 veya hacimsel birim şekil değişimi ε_v) noktalandığı hacim değişimi eğrisi çizilir.

c) Kopma şeklinin de belirtildiği etkili gerilmenin Mohr daireleri.

8.6 Sonuçların Gösterimi

8.6.1 Genel

Deneyin türü ve BS 1377: Bölüm 8: 1990 Madde 4, Madde 5, Madde 6 ve Madde 8'ye göre yapıldığı belirtilmelidir. BS 1377: Bölüm 1: 1990 Madde 9'da verilen uygun bilgilerle, hacim değişimi ölçülerek konsolidasyonlu - drenajlı deney yapıldığı belirtilmelidir.

Deney bir veya birden fazla numunede yapılmışsa her numune için Madde 8.6.2 belirtilen bilgileri içermelidir

8.6.2 Tek numune

Her bir numune için aşağıdakiler belirtilmelidir:

- Numunenin derinliği ve yönelimi,
- İlk numune boyutları,
- İlk su içeriği ve birim hacim ağırlığı,
- Yan drenaj kullanılıp kullanılmadığı,
- Numuneyi doyurma metodu ve basınç artışları,
- Doyurma işlemi sonundaki boşluk basıncı, hücre basıncı ve boşluk basıncı katsayısı B,
- Konsolidasyon aşamasındaki hücre basıncı, geri basınç ve etkili basınç ,
- Konsolidasyon aşaması sırasındaki boşluk basıncı ve yüzde boşluk suyu dağılımı,
- Konsolidasyon aşamasındaki karekök zamana karşılık çizilen hacim değişimi veya hacimsel birim şekil değişimi,
- Eksenel yükleme hızı (mm/dakika veya saatteki yüzde birim şekil değişimi),
- Sıkıştırma basıncı aşaması başındaki boşluk basıncı ve etkili gerilme,
- Numunenin nasıl koptuğu,
- Kopma anındaki eksenel birim şekil değişimi, deviator gerilme basıncı ile etkili büyük ve küçük asal gerilmeler,

- n) Deney sonrasında numunenin kopma şeklini gösterir resim,
- o) Deviyör gerilmeden çıkarılan düzeltme katsayıları ve miktarları,
- p) Son su içeriği ve birim hacim ağırlık,
- q) Madde 8.5'de belirtilen grafikler.

8.6.3 Birden Fazla Numune

Aynı zeminden birden fazla numunede kayma değerlerini analiz için değişik etkili basınçta deney yapılmışsa 8.6.2'de belirtilen veriler gruplanmalı ve hepsi birden rapor edilmelidir.

Not 1 Madde 8.5'de verilen grafikler her bir numune için ayrı ayrı veya aynı ekseninde grup olarak verilebilir.

Not 2 Etkili gerilme değerlerinin elemanları olan kayma dayanımı parametreleri c' (kPa) ve ϕ' ($^{\circ}$) aşağıda anlatılan yolla bulunur (fakat Not 3).

Seçilen kopma kriterine göre s' ve t' grafiğindeki noktalardan en iyi doğru çizilir.

t' nün ekseni kestiği nokta t'_0 bulunur.

Doğrunun yatayla olan θ açısı derece cinsinden bulunur.

Kayma dayanımı değerleri aşağıdaki eşitliklerden hesap edilir.

$$\sin \phi' = \tan \theta$$

$$c' = \frac{t'_0}{\cos \phi'}$$

Not 3 Aynı zeminden hazırlanan deney numuneleri gerilme-birim şekil değişimi ve diğer özelliklerde farklılık gösterebilir. Tüm malzemeyi temsil eden kayma dayanımı parametreleri tayin edilirken zorluk çekilebilir.

Not 4 Kayma dayanımı parametreleri Mohr dairelerine çizilen teğet doğrunun eğimi (ϕ') ve doğrunun düşey ekseni kestiği noktadan (c') da bulunur.

ASTM D 4767-2002: KOHEZYONLU ZEMİNLERDE KONSOLİDASYONLU - DRENAJSIZ (CU) ÜÇ EKSENLİ SIKIŞTIRMA DENEYİ İÇİN STANDARD DENEY METODU⁴

1 AMAÇ⁵

1.1 Bu deney, örselenmiş ve örselenmemiş kohezyonlu silindirik şeklindeki zemin numunesinin mukavemet ve gerilme-birim şekil değiştirme arasındaki ilişkinin bulunmasını kapsar. Numuneler, isotropik olarak konsolide edilip ve drenaja müsaade edilmeden sabit hızla aksenal deformasyon (birim şekil değiştirme kontrollü) yapılarak sıkıştırma basıncıyla kesilirler.

1.2 Bu deney metodu, toplam ve etkili gerilmelerin; ve aksenal sıkıştırma basıncı ile aksenal yük, aksenal deformasyon ve boşluk suyu basıncı ölçümlerinin hesaplanmasını sağlar.

1.3 Bu deney metodu, Mohr mukavemet zarfı ve Young's Modulus gibi kohezyonlu zeminlerin mukavemet ve deformasyon özellikleri hakkında yararlı bilgiler sağlar. Genel olarak, üç tane zemin numunesi, değişik etkili konsolidasyon gerilmesine tabii tutularak, mukavemet zarfını belirlemek için deneye tabii tutulur.

1.4 Deney sonuçlarının yorumlanması ve değerlendirilmesi için mukavemet zarflarının belirlenmesi ve ilişkilerin geliştirilmesi bu deney metodunun amaçlarından değildir. Sonuçlar tecrübeli ve yeterli kişiler tarafından yapılmalıdır.

1.5 Standardda SI birimleri kullanılmaktadır, inç-pound değerleri ise yaklaşık olarak verilmiştir.

1.6 Bu standard zararlı malzemeler, çalışma ve araçlar içeriyor olabilir. Bu standard, var ise bile kullanımı ile ilgili tüm güvenlik önlemlerini kapsamamaktadır. Uygun güvenlik tedbirleri, sağlık önlemleri ve kullanımla ilgili yasal sınırlar, bu standardı kullanan kişilerin sorumluluğu altındadır.

2 KAYNAKLAR

2.1 ASTM Standardları

- D 422 Zeminlerin dane dağılımı analizi için metot⁶
- D 653 Zemin, kaya ve katkılı akışkanlarla ilgili terimler²
- D 854 Zeminlerin **bağıl yoğunluğu (özgül ağırlığı)** için deney metodu²
- D 1587 Zeminlerden ince **duvarlı** tüple numune alınması²
- D 2166 Kohezyonlu zeminlerde tek aksenal sıkıştırma basıncı deneyi²
- D 2216 Zemin, kaya ve toprakların su içeriğinin laboratuvar deneyleri ile belirlenmesi için metot²
- D 2435 Zeminlerin tek yönlü konsolidasyon özellikleri için deney metodu²
- D 2487 Zeminlerin mühendislik amaçları için sınıflandırılması²
- D 2850 Kohezyonlu zeminlerin üç aksenal sıkıştırma basıncı deneyinde mukavemetin konsolidasyonsuz – drenajsız olarak belirlenmesi için deney metodu²
- D 3740 Mühendislikte tasarım ve yapım için kullanılmak üzere zemin ve kayacın deneyleri ve/veya muayenesinde görevlendirilecek kuruluşlarda aranacak asgari şartlar²
- D 4220 Zemin numunelerinin saklanması ve taşınması için yöntemler²
- D 4318 Zeminlerin likit limit, plâstik limit ve plastisite indeksi için deney metodu²
- D 4753 Zemin ve kaya deneylerinde kullanılan terazilerin değerlendirilmesi, seçimi ve özellikleri ile ölçüğü²

⁴ Bu deney metodu, ASTM D-18 Zemin ve Kaya Komitesi yetkisindedir ve D18.05 Zemin Mukavemeti ve Yükleme Alt Komitesi doğrudan sorumludur. Mevcut baskı 10 Kasım 1995 tarihinde değiştirilmiş ve Nisan 1996 da basılmıştır. İlk baskısı D 4767-88'de yapılmıştır.

⁵ Düzeltilmiş bölümlerin özeti bu standardın sonunda verilmiştir.

⁶ ASTM Yıllığı, Cilt: 04.08

3 TERİMLER

3.1 Tanımlar

Bu standardda kullanılan terimlerin tanımları D 653 ile uyumlu olmalıdır.

3.2 Bu standardda kullanılan terimlerin tanımları

3.2.1 Geri basınç

Numunede boşluk suyuna, numunenin boşluklarında bulunan havanın sıkıştırılmasıyla su içerisine solüsyon olarak katılması, böylece numunenin doygunluk yüzdesinin artırılması için uygulanan basınç.

3.2.2 Etkili konsolidasyon gerilmesi

Hücre basıncı ile numunenin kayma işlemi sırasındaki boşluk suyu basıncı arasındaki fark.

3.2.3 Kopma

Deney numunesi için kopma anındaki gerilme şartı. Kopma, genellikle en yüksek asal gerilme farkı (en yüksek deviatör gerilme) veya % 15 birim şekil değişiminde asal gerilme farkı (deviatör) gerilme. Deney anında hangisi ilk önce elde edilmişse, o değer alınır. Zemin davranışına ve arazi uygulamalarına bağlı olarak, diğer uygun kopma kriteri tanımlanabilir. Örneğin en yüksek etkili gerilme oranı σ_1/σ_3 veya % 15 birim şekildeğişimi dışında seçilen asal gerilme farkı (deviatör gerilme)

4 ÖNEM VE KULLANIM

4.1 Üç eksenli sıkıştırma basıncında doygun zeminin kayma mukavemeti uygulanan gerilmeye, konsolidasyon süresine, birim şekil değişim hızına ve zeminin geçmişte maruz kaldığı gerilmelere bağlıdır.

4.2 Bu deneyde, kayma karakteristiği drenajsız olarak ölçülür. Arazideki belli gerilmeler altında konsolide olmuş ve gerilme artışları ile daha fazla konsolide olmaya fırsat bulamamış drenajsız yükleme koşulların geliştiği durumları temsil eden bir deneydir.

Not 1 Kayma deneyi öncesi konsolidasyona müsaade edilmeyen deney için D 2850 veya D 2166'ya bakınız.

4.3 Deneyde boşluk suyu basıncının ölçülmesi ile deneyde belirlenen kayma dayanımı değeri, etkili gerilmeler cinsinden de ifade edilebilir. Böyle ifade edilen parametreler arazideki tam drenajın geliştiği koşulları veya yükleme ile boşluk suyu basıncının azaldığı koşulları temsil etmektedir.

4.4 Deney sonunda kayma dayanımı toplam gerilme (drenajsız) veya etkili gerilme (drenajlı) olarak bulunur ve genellikle stabilite analizlerinde, toprak basıncı hesaplamalarında ve temel tasarımlarında kullanılır.

Not 2 Bu deney metodunda, hassasiyet ve eğilim vardır. Bu deneyin hassasiyeti kişisel beceriye, kullanılan cihazların uygunluğuna ve yeteneğine bağlıdır. D 3740 deneyini gerçekleştirebilen lâboratuvarlar, bu deney için yeterli sayılırlar. Bu deneyin uygunluğu bir kaç faktöre bağlıdır. D 3740'ta bu faktörlerden bazıları değerlendirilmiştir.

5 CİHAZLAR

5.1 Geçerli deneyler gerçekleştirmek için aşağıda belirtilen cihazlar gereklidir:

5.2 Eksenel yükleme cihazı

Elektrik motoru ile çalışan bir pres (vitesli bir hidrolik yükleme sistemi) veya herhangi bir sıkıştırma aygıtı olabilir. Önemli olan aygıtın yeterli kapasitede olması ve eksenel birim şekil değişme (yükleme) hızının Madde 8.4.2'de anlatıldığı gibi kontrol altında tutulabilmesidir. Yükleme sırasında uygulanan yük seçilen değerden \pm % 1'den fazla sapmamalıdır. Deney sırasında sistemde gelişen titreşim, numune boyutlarında herhangi bir değişime sebep olmayacak kadar küçük olmalıdır. Ayrıca cihazın titreşimi, drenaj vanaları kapalı iken gelişen boşluk suyu basıncını da etkilememelidir.

Not 3 Yeteri derecede vibrasyonun olup olmadığı, deneyin yapıldığı hızda, yükleme cihazı üzerine konacak bir bardak su içinde dalga oluşmaması ile anlaşılabilir.

5.3 Eksenel yük ölçüm cihazı

Ölçme aleti; yük halkası, elektronik yük hücresi veya hidrolik yük hücresi olabilir. Başka bir yük ölçme aleti kullanılacak ise, burada anlatılan hassasiyette olmalıdır. Yük ölçme aleti, yükleme sisteminin bir parçası da olabilir. Eksenel yük ölçme aleti, uygulanan yükü kopma anındaki yükün %1 hassaslığında ölçebilmelidir. Yük ölçme aleti üç eksenli hücre içine monte edilmiş ise, bu durumda ölçme aleti, yatay kuvvetlerden ve çevre basıncının şiddetinden etkilenmeyecek hassaslıkta olmalıdır.

5.4 Üç eksenli basınç hücresi

Üç eksenli hücre kapasitesinin; etkili konsolidasyon gerilmesi ile geri basınç toplamının verilen çalışma basıncına eşit olacak şekilde olmasını sağlanmalıdır. Hücre, silindir ile ayrılmış, bir üst metal plâka ve taban plâkası içermelidir. Silindir, uygulanacak basınçlara dayanabilecek özellikteki herhangi bir malzemeden yapılabilir. Deney sırasında, numune davranışlarının gözlenebilmesi için saydam olmalıdır. Saydam değilse üzerinde numunenin gözlenebilmesi için penceresi bulunmalıdır. Üst plâkasında hava alma vanası olmalıdır. Hücrede hava bulunduğunda bu vana ile tahliye olmalıdır. Taban plâkasında, hücre içine basınç sıvısının doldurulması için giriş bulunmalıdır. Ayrıca numunenin boşluk suyu basıncı, drenajı ve doyurulması için girişler de bulunmalıdır. Bunların numune başlığı ile bağlantıları olmalıdır.

5.5 Eksenel yük pistonu

Hücrenin tepesinden geçen eksenel yük pistonu ve contası, sürtünmeden dolayı eksenel yükte oluşacak ek eksenel yük, kopma anındaki eksenel yükün % 0,1'ini geçmeyecek şekilde yapılmış olmalıdır. Pistonun yatay yöndeki eğilmesi de ihmal edilebilir küçük ölçekte olmalıdır.

Not 4 İki adet doğrusal topun pistonu yönlendirmek için kullanılması sürtünmeyi azaltmak ve doğrultuyu tutturabilmek için tavsiye edilir.

Not 5 Yatay eğilmeyi azaltmak için bir çok lâboratuvar en küçük piston çapı olarak numune çapının 1/6 sını kullanmaktadır.

5.6 Basınç ve vakum kontrol cihazları

Hücre ve geri basınç kontrol cihazları; etkili konsolidasyon basıncının 200 kPa'dan düşük olduğu durumlarda, ± 2 kPa; 200 kPa'dan büyük olduğu durumlarda ise, ± 1 kPa duyarlılıkta basınç uygulayabilmeli ve bu basınçlar sabit tutulabilmelidir. Vakum kontrol cihazı ± 2 kPa aralığında vakum basıncını uygulayabilmeli ve sabit tutulabilmelidir. Cihazlar kendiliğinden sönmüleyici civa kapları, pnematik basınç ayarları, pnematik basınç ve vakum kontrolünün birleşiminden meydana gelen cihaz veya gerekli basıncı uygulayabilen ve sabit tutabilen herhangi diğer aygıtlar olabilir. Bu deney birkaç gün sürebildiğinden hücre basıncı ve geri basınç sistemlerinde hava/su basıncı kontrollü düzenekler önerilmemektedir.

5.7 Basınç ve vakum aygıtları

Hücre basıncı, geri basınç ve vakum ölçme aygıtları; Madde 5.6'da verilen toleranslar mertebesinde ölçü yapabilmelidir. Ölçme cihazları Bourdon manometresi, basınç manometresi, elektronik basınç transduseri veya herhangi bir basınç ölçeri olabilir. Önemli olan, aygıtın verilen toleranslara uygun ölçüm yapabilmesidir. Hücre basıncını ve geri basıncı ölçmek için sistemden ayrı bir ölçme cihazı kullanılıyorsa aynı basınç kaynağına karşı aynı anda kalibre edilmelidir. Hücre ve geri basınçlar, numunenin orta yüksekliğinden okunduğu için ölçme cihazının kalibrasyonu hücre ve geri basınç sistemi içindeki hidrolik sıvının üst seviyesini yansıtacak şekilde yapılmalıdır.

5.8 Boşluk suyu basıncı ölçüm sistemleri

Bu ölçme aygıtı Madde 5.6'da açıklanan toleranslara uygun ölçüm yapabilmelidir. Drenajsız kayma deneyinde boşluk suyu basıncı ölçülürken numune içine ve dışına su kaçaşı mümkün olan en küçük seviyede olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için katı diyaframlı elektronik basınç transduseri veya sıfır göstergeli aygıt kullanılmalıdır. Elektronik basınç transduseri ile boşluk suyu basıncı direk olarak okunabilir. Sıfır göstergeli aygıt ise basınç kontrolü su/civa seviyesini sabit bir seviyede tutmak için sürekli ayarlanmalıdır. Her iki ölçüm aygıtı aşağıdaki şartı sağlamalıdır:

$$\left(\frac{\Delta V/V}{\Delta u} \right) = 3,2 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{kN} \quad (1)$$

Burada,

ΔV boşluk suyu basıncı değişimlerinden dolayı boşluk suyu ölçüm sisteminin hacmindeki değişme, mm^3 ,

V numunenin toplam hacmi, mm^3 ,

Δu boşluk basıncındaki değişme kPa.

Not 6 İstenen koşulları sağlamak için numune ve ölçme aygıtı arasındaki tüp kısa, et kalınlığı fazla (kalın duvarlı) ve küçük delikli olmalıdır. Termoplâstik, bakır ve paslanmaz çelik tüplerin kullanımı önerilmektedir.

5.9 Hacim değişimi ölçüm aygıtları

Numune içine giren veya dışına çıkan suyun miktarı, toplam numune hacminin \pm % 0,05 hassaslığında ölçülebilmelidir. Hacim ölçme aygıtı genelde geri basınç sistemine bağlanmış bir bürettir. Ancak gerekli hassaslığa sahip elektronik bir hacim ölçme aygıtı da kullanılabilir. Kullanılan aygıt, en büyük geri basınca dayanabilecek özellikte olmalıdır.

5.10 Deformasyon komparatörü

Eksenel deformasyon, genelde numunenin tepesinde bulunan pistonun aşağıya hareketinin ölçümü sonucunda belirlenir. Bu hareket, numunenin başlangıçtaki uzunluğunun en az % 0,25'i hassaslığında ölçülebilmelidir. Deformasyon ölçeri, numune ilk yüksekliğinin en az % 20'si kadar ölçme aralığına sahip olmalıdır. Bu gösterge, lineer değişken transduseri, mikrometre veya aynı şartları sağlayan diğer bir ölçü aygıtı olabilir.

5.11 Numune başlığı ve tabanı

Başlık ve taban, numunenin iki uçtan su alıp vermesini sağlayacak şekilde rijit, paslanmaz ve geçirimsiz bir malzemeden yapılmış olmalıdır. Poroz diskle tam temas sağlanması için drenaj sağlayan kesimleri dışında düzgün ve dairesel yüzeyleri olması gerekir. Başlığın ağırlığının mümkün olduğu ölçüde az olması gerekir. Bununla birlikte, başlık ve taban plâkasının toplam ağırlığı kopma anındaki eksenel yükün % 10'u kadar olabilir. Ancak, bu toplam ağırlık, kopma anındaki eksenel yükün % 0,5'inden fazla veya 50 g dan fazla ise, uygulanan eksenel yüke, boşluk ve taban plâkası ağırlığı için düzeltme yapılmalıdır. Başlığın ve taban plâkasının çapı numunenin deney öncesindeki çapına eşit olmalıdır. Taban plâkası, numunenin yanal hareket ve oynama yapmasını önlemek için, numune başlığının biçimi de eksenel yüke bağlı olarak oluşabilecek eksantrik hareket 1,3 mm'den fazla olmayacak şekilde yapılmalıdır. Piston ucu ile numune başlığının temas ettiği alanın biçimi, yükleme sırasında eksenden kaçmayı en küçük tutacak şekilde olmalıdır. Numune taban plâkasının ve başlığının silindirik yüzeyi, numuneye geçirilen membran ile hem çok sıkı temas etmeli hem de membrana zarar vermeyecek şekilde olmalıdır.

5.12 Poroz diskler

Numunenin her iki ucundan drenajı sağlamak için poroz diskler kullanılmalıdır. Bu disklerin geçirimsizliği ince kum düzeyinde olmalıdır (1×10^{-4} cm/s). Disklerin tıkanmaması için bunlar düzgün olarak; ultrasonik kaynatma ve fırçalama ile temizlenmelidir.

5.13 Filtre kağıtları bantları ve diskleri

Filtre kağıdı bantları deneyde gerekli olan zamanı azaltmak için birçok lâboratuvar tarafından kullanılmaktadır. Filtre kağıdı diskleri; numuneyle eşit çaptaki poroz taş ile numune arasına yerleştirilir. Böylece poroz disklerin tıkanması önlenecektir. Deneyde filtre kağıtları ve diskleri kullanılacaksa kullanılacak olan bu kağıdın suda çözülmemeyen cinsten olması gerekir. 550 kPa normal basınç için filtre kağıdının geçirgenlik katsayısı 1×10^{-5} cm/s' den az olmamalıdır. Çember geriliminden sakınmak için, filtre kağıdı numune çevresinin % 50 sinden fazla kısmını kaplamamalıdır. Eksenel filtre bantları için deviatör gerilme düzeltmesinde kullanılan eşitlik Madde 10.3.3.1'de verilmiştir.

Not 7 Whatman 54 nolu kağıt veya eşdeğeri, istenen geçirimsizlik ve dayanıklılık özelliklerini sağlamaktadır.

5.14 Membran

Numunenin içine konduğu kauçuk kılıf, hücre sıvısının numune içine sızmasını önlemek amacı ile kullanılır. Kauçuk kılıflar; kullanılmadan önce kontrol edilmeli, üzerinde yırtık ve delik olanlar atılmalıdır. Numunede en küçük ek gerilme oluşması için gerdirilmemiş kauçuk kılıfların çapı numune boyutunun % 90 ile % 95'i arasında olmalıdır. Kauçuk kılıfın kalınlığı numune çapının % 1'ini geçmemelidir. Kauçuk kılıf, numune başlığına ve taban plâkasına kauçuk halkalar ile sıkıca tutturulmalıdır. Bu nedenle bu kauçuk halkaların gerdirilmemiş çapı numune başlığının ve taban plâkası çapının % 75 ile % 85'i arasında olmalıdır. Kılıfın rijitliği ile ilgili deviatör gerilme düzeltmesinde kullanılan eşitlik Madde 10.3.3.2'de verilmiştir.

5.15 Vanalar

Vanaların açılıp kapanması sırasında belirebilen hacim değişimleri, numunenin hacim değişimine ve boşluk suyu basınçlarının ölçümü sırasında hatalı okumalar alınmasına neden olabilir. Bu nedenle, drenaj sistemindeki vanalar, kullanımları sırasında numunede çok küçük hacim değişimleri oluşturacak tipte

olmalıdır. Vanaların kapalı konumdaki boşluk suyu basınç sistemindeki basınç değişimi, vananın açılıp kapanması sırasında 0,7 kPa'dan büyük değilse bu vana uygun vana olarak kabul edilir. Tüm vanalar, herhangi bir sızıntı oluşturmayacak şekilde uygulanan basınçlara direnebilmelidir.

Not 8 Küresel vanaların en küçük hacim değişimi oluşturdukları saptanmıştır. Ancak en küçük hacim değişimini sağlayan başka tip vanalar da kullanılabilir.

5.16 Numune ebatlarını ölçüm ağıtları

Yükseklik ve çap ölçümünde kullanılan aletler, toplam boyutun \pm % 0,1 hassasiyetinde ölçme kapasitesinde olmalıdır. Kullanımları sırasında da numuneyi örselememelidir.

Not 9 Çevresel ölçüm şerit metreler, kumpas ile çap ölçümü için önerilmektedir.

5.17 Kaydediciler

Deney verileri el ile kaydedilir. Bunun yanı sıra elektronik dijital veya analog kayıt tutucular da kullanılabilir. Elektronik kayıt tutucu kullanılıyorsa ölçme aygıtının bilinen girdi standartları boyunca kalibrasyonu yapılmış olmalıdır.

5.18 Numune çıkartıcısı

Numune çıkartıcı; numunenin tüpe giriş yönü doğrultusunda, uniform bir itme ile numuneyi en küçük örseleme ile çıkartabilecek kapasitede olmalıdır. Numune aksenal yönde çıkartılmıyorsa, bu durumda yer çekiminin, numunede eğilme gerilmelerine neden olmamasına dikkat edilmelidir. Numunenin çıkartılması sırasındaki koşullar numunenin hangi yönden çıkartılması gerektiğini belirleyebilir. Ancak önemli olan, çıkartılma sırasında numune üzerinde en az örselenmenin oluşmasıdır.

5.19 Süre ölçme cihazı

Konsolidasyon verilerinin (Madde 8.3.3) elde edilmesi sırasında kullanılan süre ölçme cihazı (kronometre) geçen süreyi 1 saniye mertebesinde ölçebilecek kapasitede olmalıdır.

5.20 Terazi

Kullanılan terazi, 0,01g duyarlıkta, deney ağırlığının % 0,1 hassaslığında veya daha hassas olmalıdır.

5.21 Su havası alma aygıtı

Numuneyi doyurmak için kullanılan suda çözülmüş hava; kaynatma veya vakum ortamına püskürtme ile veya numuneyi yeterli derecede doyumayı sağlayabilecek diğer bir metotla alınabilir.

5.22 Deneyin yapıldığı ortam

Deney ortamı, ısı değişiminin \pm 4 °C'den fazla olmadığı ve doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan koşullarda olmalıdır.

5.23 Yardımcı aletler

Numune düzeltme bıçağı, tıraşlama bıçağı, kıl testere, çelik gönye, numune hazırlama tornası, sıkıştırılmış numuneyi hazırlama cihazları, membran, oring, su içeriği kapları ve veri kağıdı hazır bulundurulmalıdır.

6 DENEY NUMUNESİNİN HAZIRLANMASI

6.1 Numune boyutları

Numunenin en küçük çapı en az 33 mm olan bir silindir şeklinde, ortalama yüksekliğin ortalama çapa oranı 2 ile 2,5 arasında olmalıdır. Yükseklik ve çapla ilgili tek ölçümler, yükseklik ve çap ölçüm ortalamalarından % 5'den fazla sapmamalıdır. En büyük dane boyutu, numune çapının 1/6'sından küçük olmalıdır. Deneyin tamamlanmasından sonra, numune gözle incelenecek ve istenenden iri dane varsa bu durum deney veri kağıdında rapor edilecektir (Madde 11.1.23).

Not 10 Deneyden sonra gözle iri dane saptanır ise, deney numunesine D 422 deney metoduna göre dane dağılım analizi yapılacak ve gözle görülen iri danenin teyidi yapılacaktır. Dane boyu dağılım analiz sonucu ayrıca rapor edilecektir (Madde 11.1.4).

6.2 Örselenmemiş numuneler

Örselenmemiş numune, daha büyük bir örselenmemiş numuneden veya D 1587'ye göre veya kabul görmüş diğer yöntemlerle hazırlanır. Numunelerin saklanması ve taşınması Grup C zeminler için D 4220'ye göre yapılmalıdır. Tüpten çıkartılan numune yanlarından düzeltme yapılmadan, sadece düşey eksenine dik olarak iki ucundan düzgün bir şekilde kesilmek sureti ile deneye hazırlanabilir. Bu işlem yapılırken zemin

karakterinin bozulmamasına özen gösterilmelidir. Numune su içeriğinin değişmemesi için hazırlama olabildiğince hızla gerçekleştirilmelidir. Numune çıkarma aletinin numune üzerinde gözle görülür bir sıkıştırma oluşturduğu saptanırsa; bu örselenmeyi önlemek için numune tüpü boyuna kesilmeli ve/veya enine uygun parçalara bölünmelidir. Numune, su içeriğini kaybetmemesi için nem odasında hazırlanmalıdır. Yontma işlemi sırasında numunede bulunabilecek çakılların çıkartılması numune yüzeyinde boşlukların oluşmasına neden olur. Böyle boşluklar yontma sırasında çıkmış kırıntılarının yoğrulması ile doldurulmalıdır. Numune en küçük bozulma ile yontulabiliyorsa, eksenel tıraşlama tornası kullanmak şartıyla numunenin çapı deney yapılabilecek çapa küçültülebilir. Numunenin deney yapılabilmesi için istenen çapa getirilmesinden sonra numune tıraşlama silindirene yerleştirilir ve kıl testere veya diğer uygun bir kesici ile numune boyu deneye girecek yükseklikte kesilir. Yüzeyi çelik gönye ile düzeltilir. Bu sırada yontulmuş numune parçalarından bir veya daha fazla D 2216'ya göre su içeriği deneyi yapılır. Madde 5.16 ve 5.20'de açıklanan aygıtların kullanımı ile numune ağırlığı ve boyutları belirlenir. Aralarında 120 derece açı olacak şekilde en az üç adet yükseklik ölçümü yapılır, numune yüksekliğinin dörtte bir noktalarından en az üç tane çap ölçümü belirlenir ve numunenin ortalama yükseklik ve çap değerleri bulunur.

6.3 Sıkıştırılmış numune

Sıkıştırılmış numune için gerekli zemin, istenen su içeriğini sağlayacak şekilde su ile karıştırılmalıdır. Zemine su ilâve ederken, sıkıştırma işleminden önce su karıştırılmış malzeme kapalı bir kap içinde 16 saat bekletilmelidir. Sıkıştırılmış numune boyutları Madde 6.1'de verilen dairesel kesitli ve ortadan yarıklı kalıp içinde en az 6 tabaka halinde hazırlanmalıdır. Numunenin istenen yoğunlukta sıkıştırılması ise iki metotla yapılabilir: 1) Bilinen hacme istenen miktarda malzeme (gerekli yoğunluğu sağlayacak miktarda malzeme) yoğrularak veya darbelerle sıkıştırılarak, 2) İstenilen yoğunluğu vermesi için her tabakaya gelmesi gereken darbe sayısı, her darbe için gerekli kuvvet ve tabaka sayısı belirlenerek. Her tabakanın üst yüzeyi bir sonraki tabakayı oluşturacak malzeme eklenmeden önce çizilmelidir. Sıkıştırma işleminde kullanılan tokmak çapı kalıp çapının yarısı kadar veya daha küçük olmalıdır. Numune ve yüzeyleri eksenine dik olarak hazırlandıktan sonra kalıp sökülür ve Madde 5.16 ile 5.20'de belirtildiği gibi numunenin kütlesi ve boyutları belirlenir. Artan malzemedan bir veya daha fazla D 2216'ya göre su içeriği ölçümü yapılır.

Not 11 Genelde, kalıp içinde sıkıştırılan numunenin, kalıptan çıkarıldığı zamanki şişmesinden dolayı istenilen yoğunluktan fazla yoğunluğa sahip olduğu gözlenmiştir.

7 NUMUNENİN HÜCREYE YERLEŞTİRİLMESİ

7.1 Hazırlama

Numuneyi üç eksenli hücreye yerleştirmeden önce aşağıdaki hazırlıkların yapılması gereklidir:

7.1.1 Membranın delik olup olmadığı kontrol edilmelidir.

7.1.2 Membran, gerdiricinin üstüne geçirilmeli veya yuvarlanarak numuneye geçirilecekse numune başlığına veya taban plâkasına rulo şeklinde halka olarak yerleştirilmelidir.

7.1.3 Poroz disklerin veya drenaj tüplerinin tıkalı olup olmadığı; içinden hava veya su gönderilerek kontrol edilmelidir.

7.1.4 Hücre tabanına; basınç-kontrol, hacim ölçme sistemleri ve boşluk suyu basıncı ölçme aygıtı bağlanmalıdır.

7.2 Deneyin doyurma aşamasının; ıslak veya kuru drenaj sistemlerinden hangisi ile başlanacağına bağlı olarak numune Madde 7.2.1 ve Madde 7.2.2'de anlatılan metotlardan birisine uygun olarak yerleştirilir. Burada, başlangıçtaki doygunluk derecesi % 90'dan az olan numuneler için kuru yerleştirme metodu önerilmektedir. Bu yöntemde geri basıncı vermeden önce numune içindeki hava dışarı atılır ve gereken durumlarda numunenin istenen doygunluk derecesine ulaşması için geri basınç düşürülür.

Not 12 Suyu görünce önemli oranlarda şişme gösteren numunelerin doyurulmasında da kuru yöntemin kullanılması önerilir. Islak metot kullanılacaksa numunenin yerleştirilmesinden sonra numune boyutları belirlenmelidir. Bu durumda membranın çift kalınlığı, kullanılıyorsa kağıt filtre bandınının çift kalınlığı, numune başlığının taban plâkasının poroz taşlarla beraber yükseklikleri belirlenmelidir. Böylece bu değerler ölçüm sonuçlarından çıkartılarak numunenin gerçek boyutu belirlenir.

7.2.1 Yaş yerleştirme metodu

7.2.1.1 Drenaj kanalları ve boşluk suyu basıncı ölçme sistemi, havası alınmış su ile doldurulur.

7.2.1.2 Poroz diskler, en az 10 dakika kaynatmak sureti ile suya doyurulur ve oda sıcaklığında soğutulur.

7.2.1.3 Doyurulmuş poroz disk, üzerindeki serbest su silindikten sonra taban plâkasına yerleştirilir. Sonra numune, poroz diskin üzerine konur ve numune üzerine ikinci poroz disk ve numune başlığı yerleştirilir. Numunenin, poroz disklerin ve numune başlığının, taban plâkası üzerinde merkezlendiğinden emin olunur.

Not 13 Poroz diskle numune arasına filtre kağıdı konulacak ise; filtre kağıtları yerine konmadan önce nemlendirilir.

7.2.1.4 Numunenin çevresi filtre kağıdı ile kaplanacaksa, bu filtre kağıtları konulmadan önce ıslatılmalıdır. Numunenin çevre gerilmesine maruz kalmasını önlemek için numune çevresinin en fazla % 50'si fazlası düşey filtre bantı ile kaplanmamalıdır.

7.2.1.5 Madde 7.3'deki işlemlere başlanır.

7.2.2 Kuru yerleştirme metodu

7.2.2.1 Hücrenin drenaj sistemi kurutulur. Bu işlem numunenin yerleştirilmesinden önce sisteme kuru hava üfletilmesi ile sağlanabilir.

7.2.2.2 Numuneyi yerleştirmeden önce poroz diskler etüvde kurutulur, desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar soğutulur.

7.2.2.3 Kuru poroz disk taban plâkası üzerine yerleştirilir. Daha sonra numunenin üzerine ikinci kuru poroz disk ve numune başlığı yerleştirilir. Gerekirse numune ve poroz diskler arasına kuru filtre kağıdı yerleştirilebilir. Numune başlığının ve numunenin taban plâkası üzerine merkezli konulduğundan emin olunmalıdır.

Not 14 İstenirse, kuru filtre kağıtları poroz disk ile numune arasına konabilir.

7.2.2.4 Numune çevresinde filtre kağıdı kullanılacaksa, kağıt küçük bir bant ile tutturulabilir.

7.3 Numune çevresine membran geçirilir ve iki adet oring ile taban plâkasına ve numune başlığına sızıntı olmayacak şekilde tespit edilir. Bu işlem sırasında numune başlığının ve taban plâkasının düşey yüzeylerine (ince bir tabaka) silikon sürülerek sızıntı olması önlenir. Filtre kağıdı kullanılacaksa kağıdın temas ettiği yüzeylerin silikonlanmaması gerekir.

7.4 Üst drenaj borusu yerine bağlanır. Numune ve numune başlığının düşeyliği (aynı hizada olması) kontrol edilir. Kuru yerleştirme metodu kullanılıyorsa, numune ve başlığının aynı hizada olmasını sağlamadan önce, konsolidasyon basıncını aşmayacak şekilde yaklaşık 35 kPa kısmi vakum uygulanır. Bu emme uygulamasından sonra numunede hizalamadan sapma (eksantriklik) varsa, basınç kaldırılır. Tekrar numune ve başlık aynı hizaya getirilir ve kısmi basınç tekrar uygulanır. Islak yerleştirme metodu kullanılıyorsa numune ile başlığın düşeyliği kısmi vakum kullanılmadan yapılır.

8 YÖNTEM

8.1 Doğunluk öncesi

Üç eksenli hücrenin kurulmasından sonra, doyurma öncesi aşağıdaki işlemler yapılır:

8.1.1 Eksenel yük pistonu numune başlığının üzerine uygun bir şekilde oturacak biçimde yerleştirilir. Uygun oturmayı sağlamak için birkaç deneme yapılabilir. Piston ile numune başlığı aynı hizada olmalıdır. Bu işlem sırasında numuneye tahmin edilen kopma yükünün % 0,5'inden fazla eksenel yük uygulanmamalıdır. Piston numune ile temas ettiğinde (yerine yerleştirildiğinde) boy kısalması ölçümünün ilk okuması alınır.

8.1.2 Hücre, içinde hava kalmayacak şekilde hücre sıvısı ile doldurulur.

8.2 Doayurma

Doyurma işleminin amacı; numunenin istenmeyen gerilmelere maruz kalmadan ve numunenin şişmesine müsaade edilmeden bütün boşluklarının su ile doldurulmasıdır. Doayurma işlemi genellikle, çözelti içine hava girmemesi için numune boşluk suyuna geri basıncın uygulanması ile yapılır. Doayurma işlemi iki yoldan yapılır: 1) Numuneye ve kuru drenaj sistemine vakum uygulayarak (boşluklara, poroz disklere, boşluk suyu basıncı sistemi, filtre kağıdı veya yatak ve diskler) ve sonra vakum uygularken numuneye ve sisteme havası alınmış su gönderilir, 2) Poroz disklerin kaynatılması ve numunenin yerleştirilmesinden önce sisteme suyun göndererek. Havanın çözeltiye dönüştürülmesi zaman ve basıncın bir fonksiyonudur. Bu nedenle, geri basınç uygulamadan önce mümkün olduğu ölçüde havanın dışarı atılması, çözeltiye girmesi gereken havanın azalmasına ve doayurma işlemi için gerekli olacak geri basıncın azalmasına neden olacaktır. Böylece fazla zaman harcanmayacaktır. Ayrıca, drenaj sisteminde geri basınç uygulamasından önce numune içinde kalan hava; doayurma işleminde havası alınmış su kullanılırsa, daha kolay çözeltiye karışacaktır. Aynı zamanda havası alınmış suyun kullanılması gerekli zamanın kısalmasına ve daha az geri basınç

kullanılmasına neden olacaktır. Doyurma işlemi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Burada aşağıdaki yöntem önerilmektedir:

8.2.1 Başlangıç kuru drenaj sistemi ile olması

Numunenin tepesine uygulanan emme en büyük seviyeye çıkartılır. Mukavemetin belirlenmesi sırasında kullanılan etkili konsolidasyon gerilmesi uygulanan en büyük vakumdan az ise; hücreye düşük kısmi vakum uygulanmalıdır. Numuneye uygulanan kısmi vakum ile hücre sıvısına uygulanan basınç arasındaki fark, deneydeki etkili konsolidasyon gerilmesini hiçbir zaman aşmamalıdır. Ancak numune içinden geçen akımı sağlamak için de 35 kPa'dan az olmamalıdır. Daha sonra 20 kPa'dan daha az bir vakum altında 10 dakika süreyle havası alınmış suyun numunenin tabanından tepesine doğru yükselmesi sağlanır.

8.2.1.1 İşlemin bu bölümünde, numunenin tabanında en az 13 kPa pozitif etkili gerilmenin sürekli bulunması gerekir. Numunenin tepesine bağlı olan büret içinde su görüldüğü zaman, numunenin tabanındaki vana kapatılır ve büret havası alınmış su ile doldurulur. Daha sonra numunenin tepesinden uygulanan vakum, büretteki atmosfer basıncına kadar düşürülür. Bu işlemi yaparken aynı anda hücre basıncı eşit miktarda artırılır. Bu işlem yavaş gerçekleştirilmeli ve böylece numunenin tabanı ile tepesi arasındaki boşluk suyu basıncı farkı dengede tutulmalıdır. Tabandaki boşluk suyu basıncının kararlı hale geldiği noktada geri basınç Madde 8.2.3'de anlatıldığı gibi uygulanır. Denge durumu kontrol edilir, numuneye gelen drenaj vanaları kapatılır ve boşluk suyu basıncı değişimi dengeli hale gelene kadar ölçülür. Basınç değişimi hücre basıncının % 5'inden az ise boşluk suyu basıncının dengeye geldiği kabul edilir.

Not 15 Doygun killerde süzülme gerekli değildir. Su, numune tepesinden ve tabanından aynı anda verilebilir.

8.2.2 Başlangıçta doyurulmuş drenaj sistemi

Numune tepesine bağlanan büret havası alınmış su ile doldurduktan sonra hücre basıncı 35 kPa veya daha az miktarda uygulanır ve numunenin drenaj vanaları açılır. Numunenin tabanındaki boşluk suyu basıncı dengeye eriştiğinde (Madde 8.2.1) veya büret okuması değişmediğinde geri basınç uygulanır.

8.2.3 Geri basıncın uygulanması

Aynı anda kademeli olarak hücre ve geri basınç artırılır. Büret içindeki havası alınmış suyun numune içine girebilmesi için bu sırada drenaj vanaları açık olmalıdır. Geri basıncı uygularken numunenin istenmeyen ön gerilmelere maruz kalmasını önlemek için basınç kademeli olarak artırılır ve kademeler arasında, boşluk suyu basıncının denge durumuna gelmesi için yeterli zaman aralığı sağlanır. Her kademedeki basınç aralığı, o kademedeki istenen etkili konsolidasyon basıncına ve bir sonraki kademedeki numunenin ulaşması istenen % doyum derecesine bağlı olarak 35 kPa ile 140 kPa arasındaki bir değerde seçilmelidir. Hücre basıncı ile geri basınç arasındaki fark, geri basınç uygulaması sırasında 35 kPa'ı geçmemelidir. Ancak, uygulama sırasında numunenin şişmesi kontrol edilmek isteniyorsa, bu durumda basınç farkı 35 kPa'ı geçebilir. Basınç sabitleştiği zaman hücre ve geri basınç arasındaki fark, \pm % 5 aralığında, basınç artımı \pm % 2 aralığında olmalıdır. Geri basınç artım kademelerinden sonra, veya tüm geri basıncın uygulanmasından sonra, denge durumu kontrol edilmelidir. Bunun için drenaj vanaları kapatılır. 1 dakika aralıklarla boşluk suyu basıncı değişimleri ölçülür. Değişim hücre basıncı ile geri basıncın arasındaki farkın % 5'inden az ise diğer bir geri basınç artım kademesine geçilebilir veya doyurma işlemi tamamlanmışsa bunu belirlemek için boşluk suyu basınç parametresi B (Madde 8.2.4) ölçülür. B değeri 0,95'e eşit veya büyükse ve geri basınç artışına rağmen B değeri değişmiyorsa numune doyum konuma gelmiş kabul edilir.

Not 16 Doyurmanın belirlenmesinde kullanılan boşluk suyu basıncı parametresi B, aynı zamanda zeminin sertliğinin bir göstergesidir. Numunenin doyum derecesi %100 ise, sertliğin azalması ile B değerinin ölçümleri yükselecektir. Bundan dolayı, yumuşak zemin numunesi deneye tabii tutulduğunda, % 95 B değeri, % 100 den daha küçük bir doyum gösterir.

Not 17 Sıkıştırılmış numuneyi doymak için gerekli geri basınç, ıslak yerleştirmede kuru yerleştirmeye göre çok daha yüksek olabilir ve bu 1400 kPa'a kadar yükselebilir.

Not 18 Bir çok laboratuvarında hücre basıncı ile çevre basıncı arasında küçük farkları yakalamak için diferansiyel basınç regülatörü ve transduserler kullanılmaktadır.

8.2.4 Boşluk suyu basınç parametresi B'nin ölçülmesi

Boşluk suyu basınç parametresi B, Madde 8.2.4.1'den Madde 8.2.4.4'e kadar anlatılanlara uygun olarak belirlenir ve aşağıdaki formülle tanımlanır:

$$B = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3} \quad (2)$$

Burada,

Δu drenaj vanaları kapalı durumda iken hücre basıncındaki değişimlere bağlı olarak boşluk suyu basıncında beliren değişim,

$\Delta \sigma_3$ hücre basıncındaki değişimdir.

8.2.4.1 Drenaj vanaları kapatılır, boşluk suyu basıncı kaydedilir ve hücre basıncı 70 kPa artırılır.

8.2.4.2 Yaklaşık iki dakika sonra, oluşan boşluk suyu basıncı belirlenir ve kaydedilir. Birçok numunede hücre basınç artımına ilk olarak boşluk suyu basıncında düşme gözlenir. Daha sonra zaman içinde boşluk suyu basıncında yavaş bir artış gözlenecektir. Bu durum oluştuğunda, Δu değerleri zamana karşı noktalanır ve boşluk suyu basıncındaki değişim olarak asimtotik boşluk suyu basıncı kullanılır. Δu 'deki büyük miktardaki artışlar veya Δu 'nin $\Delta \sigma_3$ 'den büyük değerler kazanması hücre sıvısının numune içine sızdığını (kaçak olduğunu) belirler. Δu 'deki düşüş ise, hücre dışındaki boşluk suyu basıncı ölçme sistemindeki bir kaçığın belirticidir.

8.2.4.3 B değeri yukarıdaki Eşitlik 2 ile hesaplanır.

8.2.4.4 B değerinden önce bulunan etkili konsolidasyon basıncı yeniden uygulanır. Bu uygulama, hücre basıncını 70 kPa artırmak veya geri basıncı 70 kPa arttırmak suretiyle sağlanır. Geri basıncın artması ile B değeri artmaya devam ediyorsa geri basınç arttırılmaya devam edilir. B değeri 0,95'e eşit veya büyükse veya B'ye karşı geri basınç grafiği B'nin artık artmayacağını gösteriyorsa konsolidasyon aşamasına geçilebilir.

8.3 Konsolidasyon

Deneydeki konsolidasyon aşamasının amacı; kayma mukavemeti ölçümü sırasında olması gereken etkili konsolidasyon basıncı altındaki drenajlı durumda numunenin denge durumuna erişmesidir. Konsolidasyonun ne zaman tamamlanacağını belirlemek için kullanılan veriler ve deneyin kesme kısmında kullanılan birim şekil değişimi hesaplamasında kullanılan veriler konsolidasyon sırasında elde edilir. Konsolidasyon işlemi aşağıdaki gibidir:

8.3.1 Deneyin doyurma aşaması bittiğinde, eksenel yük pistonu numune başlığı ile temas haline getirilir ve deformasyon komparatörünün değeri okunur ve kaydedilir. Uygulama esnasında kopma sırasındaki tahmin edilmiş eksenel yükün % 0,5'ini aşmamaya dikkat edilir. Okumayı kaydettikten sonra piston az miktarda numune başlığının üstüne kaldırılır ve piston bu durumda kilitlenir.

8.3.2 Numunenin drenaj vanaları kapalı durumda geri basıncı en büyük seviyede sabit tutulur ve hücre basıncını, hücre basıncı ile geri basınç arasındaki fark değeri istenen etkili konsolidasyon basıncına eşdeğer olana kadar arttırılır. Çevre drenajı için filtre bantları kullanılıyorsa konsolidasyonun kademeli olması gerekir ve yük artış oranı ikiyi geçmemelidir.

8.3.3 Başlangıç büret okuması alınır, daha sonra drenaj vanaları açılır ve numune iki ucundan büretlere yollarılır. Belirli zaman aralıklarında (0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 4, 8, 15, 30 dakika ve 1, 2, 4, 8 saat) büret gözlenir, okumalar alınır ve kaydedilir. 15 dakika büret okumasından sonra aynı anda deformasyon komparatörünün değeri okunur ve kaydedilir. Bu işlem için piston çok dikkatli bir şekilde numune başlığı ile temas haline getirilmelidir. Komparatör ve büret okumaları zamanın kareköküne karşı noktalanırsa okumaların yapıldığı zaman aralıkları grafikten kolayca ayarlanarak bölünür (0,09, 0,25, 0,49, 1, 4, 9 dakika gibi). Zemin tipine bağlı olarak zamana karşı hacim değişimini uygun bir şekilde belirlemek için okuma yapılan zaman aralıkları değiştirilebilir.

Not 19 Başlangıçtaki yüksek hidrolik eğim nedeniyle ince malzeme numuneden yıkanıp kaçabilir. Bu durumu önlemek için hücre basıncı toplam basınca kadar kademeli olarak arttırılır. Bu işlem daha önce yapıldıysa, verilerin kaydı toplam basınca ulaşıldıktan sonra yapılır.

8.3.4 Büret ve deformasyon ölçer okumaları, geçen zamanın karekök değerlerine karşı veya logaritmik ölçekte yapılmış zaman değerlerine karşı bir grafik şeklinde hazırlanır. Konsolidasyon en az bir logaritmik çevrim tamamlanana veya birincil konsolidasyonun % 100'e eriştiği noktadan sonra bir gece kadar D 2435'e göre devam ettirilir. Deformasyon ölçer okumalarına bağlı olarak konsolidasyonun sonuna değin büret ve deformasyon ölçer eğrilerinin eğimindeki belirgin bir sapma, hücre içindeki sıvının numunenin içine sızdığının bir belirtisidir ve deney durdurulmalıdır.

8.3.5 D 2435'de anlatılan yöntem uygun olarak % 50 birincil konsolidasyon için gerekli zamanı (t_{50}) belirlenir.

8.4 Kesme

Kesme sırasında, hücre basıncı sabit tutulur. Eksenel yük pistonu ile sabit hızda numuneye yük uygulanır. Kesme sırasında numuneden su drenajına izin verilmez.

8.4.1 Eksenel yükleme öncesi

Eksenel yük uygulanmadan önce yapılacak işlemler:

8.4.1.1 Uygun vanaların açılıp kapanmasıyla, numune izole edilir. Böylece, kesme sırasında numune boşluk suyu basıncı boşluk suyu ölçüm aygıtında ölçülür ve drenaja müsaade edilmez.

8.4.1.2 Hücre, eksenel yükleme aygıtı ile aynı hizaya getirilir. Eksenel yükleme aygıtı, eksenel yükleme ölçüm aygıtı ve üç eksenli hücre ile aynı hizaya getirilir. Böylece kesme sırasında pistonun yanal kuvvetlerin gelmesi önlenmiş olur.

8.4.1.3 Piston, numune başlığı ile temas haline getirilir. Piston ile numune başlığı aynı hizada olmalıdır. Bu işlemi yaparken dikkat edilmesi gereken, uygulanabilecek eksenel yükün kopmayı oluşturacak tahmini yükün % 0,5'inden fazla olmamasıdır. Eksenel yük ölçme aygıtı üç eksenli hücrenin dışına monte edilmişse, hücre basıncı piston üzerine yukarı doğru bir kuvvet oluşturacaktır. Bu kuvvet de eksenel yüke karşı çalışacaktır. Böyle durumda kesme aşamasına, piston numune başlığı ile temas etmeden önce piston hemen numune başlığının üzerinde iken başlanır ve (1) başlangıçtaki piston sürtünmesi ve hücre basıncının pistonu yukarıya doğru itmesi ölçülür ve kaydedilir. Bunları göz önüne alarak daha sonra eksenel yüklemeye düzeltme yapılır veya (2) eksenel yük ölçme aygıtı, bu sürtünme ve yukarı itkiyi karşılayacak şekilde ayarlanır. Piston aşağı doğru inerken, numune başlığına temas etmeden önceki eksenel yük ölçme aygıtındaki okumaların değişimi, kopmayı oluşturacak tahmini yükün % 0,1 'ini aşmamalıdır. Eksenel yük okuma aygıtı hücrenin içine monte edilmiş ise piston sürtünmesi ve pistonun yukarı itilmesi için herhangi bir düzeltme gerekli değildir. Bununla birlikte hücre içi eksenel yük ölçeri harici bir deformasyon belirleyici ile birlikte kullanılıyorsa, deformasyon okumalarına düzeltme yapmak gerekli olabilir. İki durumda da, piston numune başlığı ile hemen temas etmeden önce ilk boşluk suyu basıncını, piston numune başlığı ile temas ettiğinde deformasyon ölçerinin ilk okuması alınır ve değerler kaydedilir.

8.4.1.4 Boşluk suyu basıncının denge durumu kontrol edilir ve kaydedilir. Numuneye giden drenaj vanaları kapatılır. Denge sağlanana kadar boşluk suyu basınç değişimleri kaydedilir. Değişim hücre basıncının % 5'inden az ise boşluk suyu basıncının dengeye geldiği varsayılır.

8.4.2 Eksenel yükleme

Eksenel yükleme hızı kopma anında boşluk suyu basınçlarının dengelenmesini sağlayacak hızda uygulanmalıdır. Kopma % 4'den sonra oluşacak ise, bu durumdaki birim şekil değişimi hızı $\dot{\epsilon}$ aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\dot{\epsilon} = \frac{\%4}{10t_{50}} \quad (3)$$

Burada,

t_{50} Madde 8.3.5'den elde edilmiş % 50 konsolidasyona erişmek için hesaplanmış zaman değeridir.

Kopmanın % 4'ten daha küçük birim şekil değişiminde oluşacağı tahmin ediliyorsa, uygun birim şekil değişim hızı yukarıdaki Eşitlik 3'te % 4 yerine uygun değeri yerleştirme koşulu ile saptanabilir. Bu birim şekil değişim hızı; etkili mukavemet teğetlerini belirlemek için gerekli aralıkta, doğru etkili gerilme rotasını verecektir.

8.4.2.1 Yük, deformasyon ve boşluk suyu basıncı değerleri, 0,1 artımlarla % 1 birim şekil değişime ulaşana kadar, daha sonra ise her % 1'de kaydedilir. Gerilme-birim şekil değişim eğrisini çizilebilmek için yeterli aralıklarla okuma yapılır. Böylece deneyin ilk safhalarında ve kopmayı doğru çok sık oturumaların alınması gerekebilir. % 15 birim şekil değişime kadar yüklemeye devam edilir. Ancak deviatör gerilme % 20 düşüş gösterdiğinde veya en yüksek deviatör gerilmeden sonra % 5 ilâve eksenel birim şekil değişim gözlemlendiğinde yükleme durdurulabilir.

Not 20 Sıfır göstergeli elle ayarlanan aygıt kullanıldığında, drenajsız kesme için sürekli bir dikkat gösterilmelidir.

9 NUMUNENİN ÇIKARILMASI

9.1 Kesme işlemi tamamlanınca, aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

9.1.1 Eksenel yük kaldırılır ve hücre ile geri basınç sifıra eşitlenir.

9.1.2 Numune drenaj vanası kapalı tutularak, numune poroz disklerden su emmeye vakit bulmadan, hızla aygıttan çıkarılır.

9.1.3 Membran çıkartılır (ve kullanıldı ise filtre kağıdı bantları veya numune kafesi) ve D 2216'ya göre numunenin su içeriği belirlenir. (Membran kaldırıldığında numune üzerinde kalan serbest sular, su içeriği deneyi öncesi silinmelidir). İndeks özellikleri deneyi için tıraşlamadan elde edilen malzeme miktarı az olduğu durumlarda (örneğin numune çapı tüp çapı ile aynı ise) indeks özellikleri deneyi için malzeme alınmadan önce numune tartılmalıdır ve numuneyi temsil edecek miktar en son su içeriğini bulmak için kullanılmalıdır. Tüm numune (veya belli miktarı) etüve konulmadan önce, kopma tipi çizilmeli veya fotoğrafı çekilmelidir (kayma düzlemi, eğilmesi vb).

10 HESAPLAMALAR

10.1 Deney öncesi numune özellikleri

Toplam numunenin kuru ağırlığı kullanılarak, numunenin başlangıçtaki su içeriği, katı danelerin hacmi, boşluk oranı, doygunluk derecesi ve kuru birim hacim ağırlığı hesaplanır ve kaydedilir. Numune hacmi Madde 6.2 veya Madde 6.3'de yapılan ölçümler kullanılarak hesaplanır. Katıların hacmi; numunenin kuru ağırlığının, zemin özgül ağırlığına (Not 20) ve suyun yoğunluğuna bölünmesiyle hesaplanır. Boşluk oranı, boşluk hacmini dane hacmine bölerek hesaplanır. Burada boşluk hacmi, numune tüm hacminden, katıların hacminin çıkartılması ile elde edilen değer olarak kabul edilecektir. Numunenin kuru birim hacim ağırlığı, numune kuru ağırlığının numune hacmine bölünmesiyle hesaplanır.

Not 21: Numune özgül ağırlığı deneyi D 854'e göre veya önceki deney sonuçlarına göre tahmin edilecektir.

10.2 Konsolidasyon sonrası numune özellikleri

Konsolidasyon sonrası numune yüksekliği ve alanı aşağıdaki gibi hesaplanır:

10.2.1 Numunenin konsolidasyon sonrası yüksekliği H_0 aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$H_0 = H_0 - \Delta H_0 \quad (4)$$

Burada,

H_0 numunenin ilk yüksekliği,

ΔH konsolidasyon sonrasında numunede gelişen boy değişimidir.

10.2.2 Konsolidasyon sonrası numune kesit alanı, A_c aşağıda açıklanan metotlardan birinin kullanılması ile hesaplanır. Hangi metodun kullanılacağı ya deneyden elde edilen kayma verilerine göre (hangi durumda Metot A'nın kullanılacağı) ya da tecrübeli bir teknisyenin hangi metodun daha temsili olacağına karar vermesine göre seçilecektir. Diğer bir yol da iki metottan hesaplanan değerlerin ortalaması ile bulunan alanın kullanılmasıdır.

10.2.2.1 Metot A

$$A_c = (V_0 - \Delta V_{sat} - \Delta V_c) / H_c \quad (5)$$

Burada,

V_0 başlangıçtaki numune hacmi,

ΔV_c konsolidasyon sırasında numunede oluşan hacim değişimidir ve büret okumalarından belirlenir.

ΔV_{sat} doyurma işlemi sırasında numunede gelişen hacim değişimi olup aşağıdaki formülle hesaplanacaktır:

$$\Delta V_{sat} = 3V_0 [\Delta H_s / H_0]$$

Burada,

ΔH_s doyurma işlemi sırasında numune boy değişimidir.

10.2.2.2 Metot B

$$A_c = (V_{wf} + V_s) / H_c \quad (6)$$

Burada,

V_{wf} numunenin son su içeriği değerine bağlı suyun son hacmi,

V_s katıların hacmi (aşağıdaki formülle bulunur) :

$$V_s = w_s / (G_s \cdot \rho_w)$$

Burada,

w_s numunenin kuru kütlesi,

G_s katıların özgül ağırlığı,

ρ_w suyun yoğunluğudur.

10.2.3 Konsolidasyon sonrası numunenin hesaplanan boyutları kullanılarak; ve su içeriği konsolidasyon sonrası ve son su içeriğinin aynı olduğu kabul edilirse, konsolidasyon boşluk oranı ve doyumluk yüzdesi hesaplanmalıdır.

Not 22 Numune zaman içinde drenaj kanallarından ve poroz taşlardan su çekecektir. Bu etki çok fazla ise Metot A'nın kullanılması daha uygun olur.

Not 23 Bu test metodunda, eşitliklerin yazımında sıkışma ve konsolidasyon pozitif olarak kabul edilmiştir.

10.3 Kesme verileri

10.3.1 Eksenel birim şekil değişimi ε_1 her okuma için aşağıdaki formülle bulunur:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_c} \quad (7)$$

Burada,

ΔH yükleme sırasında numune yüksekliğinde oluşan değişimdir ve deformasyon okumalarından belirlenir, H_c konsolidasyon sonrası numunenin yüksekliğidir.

10.3.2 Uygulanan eksenel yük için kesit alanı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$A = \frac{A_c}{(1 - \varepsilon_1)} \quad (8)$$

Burada,

A_c konsolidasyon sonrası numunenin ortalama kesit alanı,

ε_1 verilen eksenel yük için eksenel boy kısalmasıdır.

Not 24 Burada hesaplanan kesit alanı numunenin kesme sırasında düzgün dairesel silindir şeklinde boyunun kıaldığı farz edilerek bulunmuştur. Daha hassas kesit alanı, kesme işlemi sonrası numune üzerinde yapılacak ölçümlerle bulunabilir.

10.3.3 Uygulanan bir eksenel yük için asal gerilme farkı (deviatör gerilme) $\sigma_1 - \sigma_3$ aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{P}{A} \quad (9)$$

Burada,

P uygulanan eksenel yük (Madde 8.4.1.3 e göre kaldırma ve piston sürtünmesine karşılık düzeltilmelidir),

A yüke karşılık gelen kesit alanıdır.

10.3.3.1 Filtre kağıdı için düzeltme

Asal gerilme farkında (deviatör gerilme) filtre kağıt bantlarının dayanımı nedeniyle % 5'den fazla hata oluşursa numunenin bütünü boyunca uzanan eksenel filtre kağıt bantları için hesaplanan asal gerilme farkına düzeltme uygulanır.

1) % 2'den büyük birim şekil değişimleri için düzeltme aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{K_{fp} P_{fp}}{A_c} \quad (10)$$

Burada,

$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ deviatör gerilmeden çıkartılmak üzere kullanılacak olan düzeltme,

K_{fp} filtre kağıdının kapladığı çevrenin bir birimi için filtre kağıdının taşıdığı yük,

P_{fp} filtre kağıdının kapladığı çevre (numune yüzeyi),

A_c konsolidasyondan sonraki numunenin kesit alanıdır.

2) Birim şekil değişiminin %2 veya daha düşük değerlerinde aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{50\varepsilon_1 K_{fp} P_{fp}}{A_c} \quad (11)$$

Burada,

ε_1 ondalık türünden eksenela birim boy değişimi, diğer terimler bir önceki madde ile aynıdır.

Not 25 Üç eksenli deneylerde genellikle kullanılan filtre kağıtları için K_{fp} değeri yaklaşık olarak 0,19 kN/m olarak alınır.

10.3.3.2 Membran için düzeltme

Membran nedeniyle deviatör gerilmeye oluşan hata % 5'i geçerse aşağıdaki formül kullanılarak düzeltme yapılır:

$$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{4E_m t_m \varepsilon}{D_c} \quad (12)$$

Burada,

$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ deviatör gerilmeye çıkarılmak üzere hesaplanan düzeltme değeri,

$$D_c = \sqrt{\frac{4A_c}{\pi}} \text{ konsolidasyon sonrası numune çapı,}$$

E_m membranda kullanılan kauçuğun elastisite modülü,

t_m membranın kalınlığı,

ε_1 ondalık türünden eksenel birim şekil değişimidir.

(1) Membranı oluşturan malzemenin elastisite modülü, 15 mm'lik membranın ince bir çubuğa asılması ve asılan kauçuk membran tabanına bir başka ince bir çubuk geçirip membranın gerdirilmesi ve bu gerdirilme sırasında birim deformasyon için gerekli yükün ölçülmesi ile bulunabilir. Modül aşağıdaki denklemle hesaplanabilir:

$$E_m = (F / A_m) / (\Delta L / L) \quad (13)$$

Burada,

E_m membranın elastisite modülü,

F membranı gerdirmek için kullanılan kuvvet,

L membranın gerdirmeden önceki boyutu,

ΔL F kuvveti nedeni ile membran boyunda oluşan fark,

$$A_m = 2 t_m \cdot W_s = \text{membranın alanı}$$

Burada,

t_m membranın kalınlığı,

W_s halkanın enidir.

Not 26 Latex malzemelerin tipik E_m değeri 1400 kPa dır.

Not 27 Filtre kağıt bantları ve membran için düzeltme, bunların kopma sırasındaki basitleştirilmiş davranışları üzerinde hesaplanmıştır. Gerçekte kopma sırasında bunların davranışı oldukça karmaşıktır. Bu nedenle gerçek düzeltme veren benimsenmiş bir düzeltme yoktur.

10.3.4 Etkili küçük asal gerilme σ_3' aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\sigma_3' = \sigma_3 - \Delta u \quad (14)$$

Burada,

σ_3 etkili konsolidasyon basıncı,

Δu uygulanan aksenal yük için boşluk suyu basıncıdır.

10.4 Asal gerilme farkı (deviatör gerilme) ve oluşan boşluk suyu basıncına karşı aksenal birim şekil değişimi grafiklerin çizilmesi

Deviatör gerilme ve boşluk suyu basıncı ile aksenal birim şekil değişimi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik hazırlanır. Burada deviatör gerilme ve boşluk suyu basınçları düşey, aksenal birim şekil değişimi yataya işaretlenir. Madde 3.2.3'te anlatılanlara uygun olarak kopma anındaki deviatör gerilme ve aksenal birim şekil değişim seçilir.

10.5 $p' - q$ diyagramı

$p' = \frac{(\sigma'_1 + \sigma'_3)}{2}$ ve $q = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$ değerleri hesaplanarak, aynı ölçekteki grafik kağıdına, q düşey, p' ise yataya çizilir. Verilen bir aksenal yük için p' aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$p' = \frac{[(\sigma_1 - \sigma_3) + 2\sigma'_3]}{2} \quad (15)$$

Burada,

$\sigma_1 - \sigma_3$ deviatör gerilme,

σ'_3 etkili küçük asal gerilmedir.

10.6 Büyük ve küçük asal gerilmeler, toplam gerilmelerden σ_{1f} ve σ_{3f} ve etkili gerilmelerden σ'_{1f} ve σ'_{3f} aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\sigma_{3f} = \text{Etkili konsolidasyon gerilmesi} \quad (16)$$

$$\sigma_{1f} = (\sigma_1 - \sigma_3) \text{ kopma anında} + \sigma_{3f} \quad (17)$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma_{3f} - \Delta u_f \text{ ve} \quad (18)$$

$$\sigma'_{1f} = (\sigma_1 - \sigma_3) \text{ kopma anında} + \sigma'_{3f} \quad (19)$$

Burada,

Δu_f kopma anında oluşan boşluk suyu basıncıdır.

10.7 Mohr gerilme daireleri

Aynı ölçekte yatay eksene normal gerilmeler, düşey eksene ise kayma gerilmeleri noktalanarak ve orijin sıfır seçilerek etkili ve toplam gerilmeler cinsinden gerilme daireleri oluşturulur. Toplam gerilmeler kullanılarak çizilen dairenin yarı çapı deviatör gerilmenin yarısına eşdeğer olarak çizilir ve merkezi küçük ve büyük asal gerilmeler toplamının yarısıdır. Etkili gerilmenin Mohr dairesi de aynı düşünce ile hazırlanır. Yalnız burada etkili Mohr dairesinin merkezi etkili küçük ve büyük gerilmelerin toplamının yarısıdır.

11 RAPOR

11.1 Rapor aşağıdaki bilgileri içermelidir:

11.1.1 Zemin sınıflamasını da içeren numunenin gözlemsel tanımı ve örselenmemiş, sıkıştırılmış veya başka bir şekilde hazırlama bilgileri,

11.1.2 D 4318'e göre bulunan likit limit ve plâstik limit değeri,

11.1.3 D 854'e göre bulunan özgül ağırlığı,

11.1.4 D 422'ye göre bulunan dane dağılımı analizi,

11.1.5 Numunenin başlangıçtaki kuru birim hacim ağırlığı, boşluk oranı, su içeriği (numunenin su içeriği tüm numune üzerinden mi yoksa küçük parçalar ile mi belirlendiği belirtilecek), doyunluk derecesi,

Not 28 D 854'e göre bulunan özgül ağırlık, doyunluk hesaplamasında gereklidir. Özgül ağırlık için kabul edilmiş bir değer de raporda belirtilmek kaydıyla kullanılabilir,

11.1.6 Numunenin ilk yüksekliği ve çapı,

11.1.7 Numuneyi doyurma biçimi (kuru veya yaş),

11.1.8 Toplam geri basınç,

- 11.1.9** Doyurma sonunda boşluk suyu basıncı parametresi B,
- 11.1.10** Etkili konsolidasyon gerilmesi,
- 11.1.11** % 50 birincil konsolidasyon tamamlanma zamanı,
- 11.1.12** Konsolidasyon sonrasındaki numune kuru birim hacim ağırlığı, boşluk oranı, su içeriği ve doygunluk derecesi,
- 11.1.13** Konsolidasyon sonrası numune kesit alanı ve hangi yöntemle belirlendiği,
- 11.1.14** Kullanılan kopma kriteri,
- 11.1.15** Kullanılan kopma anındaki asal gerilme farkı (deviatör gerilme) değeri ve kopma anındaki etkili küçük ve büyük asal gerilmeler (membran ve filtre kağıdı için düzeltmeler yapılmışsa bunlar belirtilecek),
- 11.1.16** Kopma anındaki eksenel birim şekil değişimi % olarak,
- 11.1.17** Numuneye uygulanan kesme hızı (dakikada % olarak),
- 11.1.18** Madde 10.4'te belirtildiği gibi asal gerilme farkı (deviatör gerilme) ve boşluk suyu basıncına karşı eksenel birim şekil değişimi ile çizilen eğri,
- 11.1.19** Madde 10.5'te belirtilen $p' - q$ diyagramı,
- 11.1.20** Toplam ve etkili gerilmelere göre çizilmiş Mohr gerilme daireleri (isteğe bağlı),
- 11.1.21** Kopmanın olduğu yüzeyin eğim açısı (isteğe bağlı),
- 11.1.22** Deneyden sonraki numunenin kopma krokisi, kopmayı belirleyecek şekilde çizilmeli veya fotoğraflanmalı,
- 11.1.23** Deneyde karşılaşılan olağan dışı olaylarla ilgili açıklamalar (numunenin kopma şeklini etkileyen içindeki çakıllar, ağaç kökleri veya numunede önceden varolan kayma yüzeyleri gibi).

12 HASSASİYET VE SAPMA

12.1 Hassasiyet

Bu deney metodunun hassasiyetini belirlemek için veriler değerlendirilmiştir. Ayrıca, D18.05 alt komitesi, bu deney metodunun kullanıcılarından geçerli veri beklemektedir.

12.2 Sapma

Bu deney metodunun kabul edilmiş bir referans değeri yoktur. Bundan dolayı sapma bulunamaz.

13 ANAHTAR KELİMELER

13.1 Geri basınç doyurması, kohezyonlu zemin, konsolidasyonlu drenajsız mukavemet, birim şekil değişimi kontrollü yükleme, gerilme-birim şekil değişimi ilişkisi, toplam ve etkili gerilmeler.

DEĞİŞİKLİKLERİN ÖZETİ

Bu deney metodunun birçok bölümü değişmiştir. Böylece, bu deney metodu D 2850 ve D 2166'ya benzer kelimeler içermektedir.

Bu deney metodunun bazı bölümleri, deney metodunun daha iyi anlaşılabilmesi için değiştirilmiştir. Özellikle, ilâve yönlendirmeler yerleştirme bölümüne yapılmıştır. B faktörü ile ilgili kısımlar genişletilmiştir. Diğer genel iyileştirmeler yapılmıştır.

Hassasiyet için bazı şartlar, bu deney metodunun istenilen hassasiyeti için değiştirilmiştir.

ÇEVİRİDE KULLANILAN BAZI İNGİLİZCE TERİMLERİN TÜRKÇE KARŞILIKLARI

İngilizce	Türkçe
Abscissa	Yatay eksen
Air bleed plug	Hava çıkış tıkaçı
Apparatus	Cihaz
Back pressure	Geri basınç
Base pedestal	Taban plâkası
Bias	Eğilim
Compression	Sıkıştırma basıncı
Confining	Çevreleme
Consolidation	Konsolidasyon
Condition	Şart
Convenient	Elverişli
De-aerating block	Hava alma bloğu
De-aired	Havası alınmış
Deformation	Deformasyon (şekil değiştirme)
Density	Yoğunluk
Device	Aygıt
Differential	Fark
Dimension	Boyut
Directly	Doğrudan
Displacement	Deplasman, (yer değiştirme)
Distilled	Damıtık
Disturbance	Çalkantı
Disturbed	Örselenmiş
Drainage line	Drenaj hattı
Effective	Etkili
Envelope	Teğet
Equipment	Donanım
Failure	Kopma
Flaws	Kusur
Flushing	Yıkama
Frame	Çerçeve
Gauges	Ölçme elemanı
Indicator	Gösterge
Initial	Başlangıç
Ionized	İyonize edilmiş
Isotropic	İzotropik
Line	Hat
Load ring	Yük halkası
Maintain	Sürdürme, (sabit tutmak)
Major	Büyük
Membrane	Membran

İngilizce	Türkçe
Minor	Küçük
Ordinate	Düşey
O ring	Oring
Path	Rota
Peak	Pik
Pedestal	Taban
Piston bush	Piston girişi
Plug	Tıkaç
Pore pressure	Boşluk basıncı
Porous disk	Poroz disk
Port	Giriş
Pressure	Basınç
Principle stress	Asal gerilme
Recess	Oyuk
Requirement	Gerek
Resistance	Direnç
Scratch	Çizik
Seal	Conta
Secured	Emniyete alınmış
Shear	Kayma (kesme)
Shear force	Kesme kuvveti
Shear strength	Kayma dayanımı
Side drain	Yanal drenaj
Size	Ebat
Specific gravity	Özgül ağırlık
Suitable	Uygun
Steady	Kararlı
Strain	Birim şekil değişimi
Strength	Mukavemet (dayanım)
Stress	Gerilme
Stress path	Gerilme rotası
Tie roads	Bağlantı çubukları
Timer	Süre ölçme cihazı
Top cap	Üst başlık
Transducer	Transduser
Transducer mounting block	Transduser bağlama bloğu
Tubing	Hortum
Undisturbed	Örselenmemiş
Uniform	Uniform (yeknesak)
Void	Boşluk
Volume change indicator	Hacim değişimi göstergesi

KAYNAKLAR

- ASTM D 4767 Standard test method for consolidated undrained triaxial compression test for cohesive soils, 2002:
- British Standard Methods of test for Soils for civil engineering purposes. Part 8: Shear strength tests (effective stress), 1990.
- TS 1900-2 “İnşaat mühendisliğinde zemin lâboratuvar deneyleri - Bölüm 2: Mekanik özelliklerin tayini”, TSE, Mart 2006.

EK: ÖRNEK CU VE CD DENEYİ





CU/CD KONSOLİDASYON DENEY FORMU

Laboratuvar no -
Numuneyi gönderen Zemin Mekaniği Lab. Önü

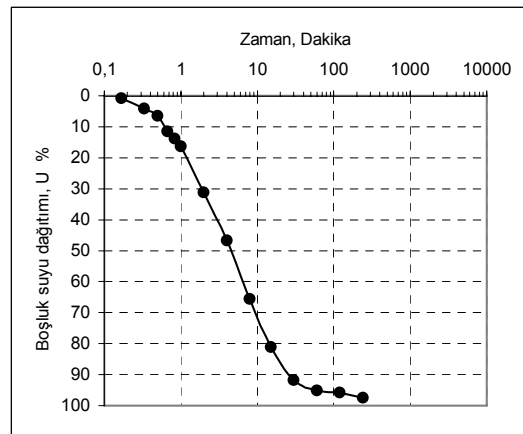
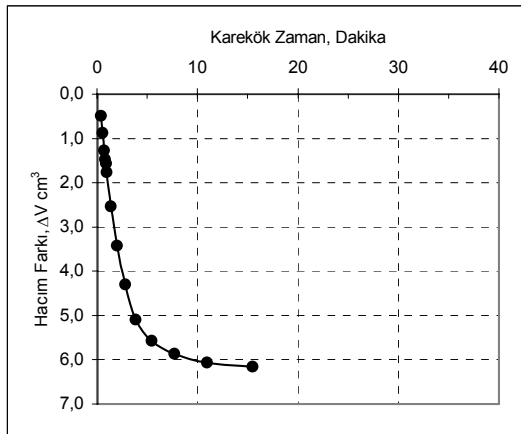
Ait olduğu proje -
Kuyu veya sondaj No -
Numune No -
Derinlik, m -
Tarih 26.02.03
Saat 13:00
Deneydeki numune sırası 1

Konsolidasyon çevre basıncı, σ_3	500
Konsolidasyon başlangıcı ters basınç, u_b	340
Konsolidasyon için gerekli etkili konsolidasyon basıncı, $\sigma_3' = \sigma_3 - u_b$	160
Boşluk suyu basıncının sabit kaldığı değer, u_i	462

Geçen Süre t Dakika	\sqrt{t}	Hacim		Boşluk Suyu Basıncı		
		Okuma	Fark	u	$u_i - u$	$U = (u_i - u) / (u_i - u_b) * 100$
0	0,000		0,00	462	0	0,00
0,167	0,409		0,49	461	1	0,82
0,333	0,577		0,88	457	5	4,10
0,500	0,707		1,27	454	8	6,56
0,667	0,817		1,47	448	14	11,48
0,833	0,913		1,57	445	17	13,93
1	1,000		1,76	442	20	16,39
2	1,414		2,54	424	38	31,15
4	2,000		3,42	405	57	46,72
8	2,828		4,30	382	80	65,57
15	3,873		5,09	363	99	81,15
30	5,477		5,58	350	112	91,80
60	7,746		5,87	346	116	95,08
120	10,954		6,07	345	117	95,90
240	15,492		6,16	343	119	97,54
480	21,909					
600	24,495					
720	26,833					
960	30,984					
1200	34,641					
Konsolidasyon hacim değişimi, ΔV_e , cm ³				6,16		

Dağıtılan fazla boşluk suyu basıncı, $u_i - u_b$	122	$\epsilon_{v0} = \Delta V_e / V_0$	0,0314	$V_e = V_0 \cdot \Delta V_e$	190,19
Konsolidasyon sonundaki boşluk suyu basıncı, u_c	343	$A_c = A_0 (1 - 2\epsilon_{v0}) / 3$	1922,43	$m_w = 1000 \epsilon_{v0} / (u_i - u_c)$ (m ² /MN)	0,264
		$D_c = (4A_c / \pi)^{0.5}$	49,47	$C_v = 1.65 \cdot D_c^2 / (\lambda t_{100})$ (m ² /yıl)	3,685
		$L_c = L_0 (1 - \epsilon_{v0} / 3)$	98,95		

λ	F	t_{100}	$t_c = F \cdot t_{100}$	ϵ_r	$d_r = \epsilon_r \cdot L_c / t_c$
80	1,8	13,7	24,66	0,0400	0,1605
			120,0000	0,0400	0,0330





CU KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-	A_c , mm ²	1922,43	Tarih	26.02.03
Numuneyi gönderen		L_c , mm	98,95	Saat	17:00
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü	σ_3 , kN	500	Kırma hızı, mm/dakika	0,0250
Kuyu veya sondaj no	-	u_0 (kN)	343	σ_{dr} , kN	7,0
Numune no	Araştırma Numunesi	ΔL (mm)	0,21	Deneideki numune sırası	1
Derinlik, m	-				

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$	Ring Okuması	P	u	u-u ₀	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s	σ_{dr} ($\dot{}$)	σ_{mb} ($\dot{}$)	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$	σ_1' $\sigma_1 - u$	σ_3' $\sigma_3 - u$	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	mm ²		N	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa			kPa	kPa
0,00	0,00	1922,4		0	343	0	0,0	0,0	0,0	0,0	500,0	157,0	157,0	1,000		157,0	0,0
0,21	0,21	1926,5		79	347	4	41,0	0,0	0,0	41,0	541,0	194,0	153,0	1,268	0,0976	173,5	20,5
0,42	0,42	1930,6		223	365	22	115,5	0,0	0,1	115,4	615,4	250,4	135,0	1,855	0,1906	192,7	57,7
0,63	0,64	1934,7		296	377	34	153,0	0,0	0,1	152,9	652,9	275,9	123,0	2,243	0,2224	199,4	76,4
0,84	0,85	1938,9		337	383	40	173,8	0,0	0,1	173,7	673,7	290,7	117,0	2,484	0,2303	203,8	86,8
1,05	1,06	1943,0		369	388	45	189,9	0,0	0,2	189,7	689,7	301,7	112,0	2,694	0,2372	206,9	94,9
1,26	1,27	1947,2		387	391	48	198,7	0,0	0,2	198,5	698,5	307,5	109,0	2,821	0,2418	208,3	99,3
1,47	1,49	1951,4		398	394	51	204,0	0,0	0,3	203,7	703,7	309,7	106,0	2,922	0,2504	207,8	101,8
1,68	1,70	1955,6		406	396	53	207,6	0,0	0,3	207,3	707,3	311,3	104,0	2,993	0,2557	207,7	103,7
1,89	1,91	1959,9		411	398	55	209,7	0,0	0,3	209,4	709,4	311,4	102,0	3,053	0,2627	206,7	104,7
2,10	2,12	1964,1		416	399	56	211,8	7,0	0,4	204,4	704,4	305,4	101,0	3,024	0,2739	203,2	102,2
2,31	2,33	1968,4		418	400	57	212,4	7,0	0,4	205,0	705,0	305,0	100,0	3,050	0,2781	202,5	102,5
2,52	2,55	1972,7		419	401	58	212,4	7,0	0,4	205,0	705,0	304,0	99,0	3,070	0,2830	201,5	102,5
2,73	2,76	1977,0		421	402	59	213,0	7,0	0,5	205,5	705,5	303,5	98,0	3,097	0,2871	200,7	102,7
2,94	2,97	1981,3		424	402	59	214,0	7,0	0,5	206,5	706,5	304,5	98,0	3,107	0,2857	201,3	103,3
3,15	3,18	1985,6		426	404	61	214,5	7,0	0,5	207,0	707,0	303,0	96,0	3,156	0,2947	199,5	103,5
3,36	3,40	1990,0		427	405	62	214,6	7,0	0,6	207,0	707,0	302,0	95,0	3,179	0,2995	198,5	103,5
3,57	3,61	1994,4		429	405	62	215,1	7,0	0,6	207,5	707,5	302,5	95,0	3,184	0,2988	198,8	103,8
3,78	3,82	1998,8		429	405	62	214,6	7,0	0,6	207,0	707,0	302,0	95,0	3,179	0,2995	198,5	103,5
3,99	4,03	2003,2		431	405	62	215,2	7,0	0,7	207,5	707,5	302,5	95,0	3,184	0,2988	198,7	103,7
4,20	4,24	2007,6		434	406	63	216,2	7,0	0,7	208,5	708,5	302,5	94,0	3,218	0,3022	198,2	104,2

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	A_s	Ring	P	u	u-u ₀	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	σ_1'	σ_3'	σ_1'/σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$
mm	%	$A_c/(1-\varepsilon)$ mm ²	Okuması	N	kPa	kPa	P/A _s kPa	(°)	(°)	kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	$\sigma_1 - u$ kPa	$\sigma_3 - u$ kPa			kPa	kPa
4,41	4,46	2012,1		435	406	63	216,2	7,0	0,7	208,5	708,5	302,5	94,0	3,218	0,3022	198,2	104,2
4,62	4,67	2016,6		436	406	63	216,2	7,0	0,8	208,5	708,5	302,5	94,0	3,218	0,3022	198,2	104,2
4,83	4,88	2021,1		438	406	63	216,7	7,0	0,8	208,9	708,9	302,9	94,0	3,223	0,3015	198,5	104,5
5,04	5,09	2025,6		439	406	63	216,7	7,0	0,8	208,9	708,9	302,9	94,0	3,222	0,3016	198,5	104,5
5,25	5,31	2030,1		441	406	63	217,2	7,0	0,8	209,4	709,4	303,4	94,0	3,227	0,3009	198,7	104,7
5,46	5,52	2034,7		442	406	63	217,2	7,0	0,9	209,4	709,4	303,4	94,0	3,227	0,3009	198,7	104,7
5,67	5,73	2039,3		445	406	63	218,2	7,0	0,9	210,3	710,3	304,3	94,0	3,237	0,2996	199,2	105,2
5,88	5,94	2043,9		447	406	63	218,7	7,0	0,9	210,8	710,8	304,8	94,0	3,242	0,2989	199,4	105,4
6,09	6,15	2048,5		449	406	63	219,2	7,0	1,0	211,2	711,2	305,2	94,0	3,247	0,2983	199,6	105,6
6,30	6,37	2053,2		452	407	64	220,1	7,0	1,0	212,2	712,2	305,2	93,0	3,281	0,3017	199,1	106,1
6,51	6,58	2057,8		452	407	64	219,7	7,0	1,0	211,6	711,6	304,6	93,0	3,276	0,3024	198,8	105,8
6,72	6,79	2062,5		454	407	64	220,1	7,0	1,0	212,1	712,1	305,1	93,0	3,280	0,3018	199,0	106,0
6,93	7,00	2067,2		455	406	63	220,1	7,0	1,1	212,0	712,0	306,0	94,0	3,256	0,2971	200,0	106,0
7,14	7,22	2071,9		458	406	63	221,0	7,0	1,1	213,0	713,0	307,0	94,0	3,266	0,2958	200,5	106,5
7,35	7,43	2076,7		460	406	63	221,5	7,0	1,1	213,4	713,4	307,4	94,0	3,270	0,2952	200,7	106,7
7,56	7,64	2081,5		462	406	63	222,0	7,0	1,1	213,8	713,8	307,8	94,0	3,275	0,2946	200,9	106,9
7,77	7,85	2086,3		464	406	63	222,4	7,0	1,2	214,2	714,2	308,2	94,0	3,279	0,2941	201,1	107,1
7,98	8,06	2091,1		467	406	63	223,3	7,0	1,2	215,1	715,1	309,1	94,0	3,289	0,2928	201,6	107,6
8,19	8,28	2095,9		468	406	63	223,3	7,0	1,2	215,1	715,1	309,1	94,0	3,288	0,2929	201,5	107,5
8,40	8,49	2100,8		469	406	63	223,3	7,0	1,2	215,0	715,0	309,0	94,0	3,287	0,2930	201,5	107,5
8,61	8,70	2105,7		470	406	63	223,2	7,0	1,3	214,9	714,9	308,9	94,0	3,287	0,2931	201,5	107,5
8,82	8,91	2110,6		473	406	63	224,1	7,0	1,3	215,8	715,8	309,8	94,0	3,296	0,2919	201,9	107,9
9,03	9,13	2115,5		475	405	62	224,5	7,0	1,3	216,2	716,2	311,2	95,0	3,276	0,2867	203,1	108,1
9,24	9,34	2120,4		478	406	63	225,4	7,0	1,3	217,1	717,1	311,1	94,0	3,310	0,2902	202,5	108,5
9,45	9,55	2125,4		479	406	63	225,4	7,0	1,4	217,0	717,0	311,0	94,0	3,309	0,2903	202,5	108,5
9,66	9,76	2130,4		482	405	62	226,2	7,0	1,4	217,9	717,9	312,9	95,0	3,293	0,2846	203,9	108,9
9,87	9,97	2135,4		484	405	62	226,7	7,0	1,4	218,3	718,3	313,3	95,0	3,297	0,2841	204,1	109,1
10,08	10,19	2140,5		485	405	62	226,6	7,0	1,4	218,2	718,2	313,2	95,0	3,296	0,2842	204,1	109,1
10,29	10,40	2145,5		487	405	62	227,0	7,0	1,4	218,5	718,5	313,5	95,0	3,300	0,2837	204,3	109,3
10,50	10,61	2150,6		490	404	61	227,8	7,0	1,5	219,4	719,4	315,4	96,0	3,285	0,2781	205,7	109,7

ΔL mm	$\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	σ_1' $\sigma_1 - u$ kPa	σ_3' $\sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$ kPa	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ kPa
10,71	10,82	2155,8		492	403	60	228,2	7,0	1,5	219,7	719,7	316,7	97,0	3,265	0,2730	206,9	109,9
10,92	11,04	2160,9		495	404	61	229,1	7,0	1,5	220,6	720,6	316,6	96,0	3,298	0,2766	206,3	110,3
11,13	11,25	2166,1		497	404	61	229,4	7,0	1,5	220,9	720,9	316,9	96,0	3,301	0,2761	206,5	110,5
11,34	11,46	2171,3		499	403	60	229,8	7,0	1,5	221,3	721,3	318,3	97,0	3,281	0,2711	207,6	110,6
11,55	11,67	2176,5		500	403	60	229,7	7,0	1,6	221,2	721,2	318,2	97,0	3,280	0,2713	207,6	110,6
11,76	11,88	2181,7		502	402	59	230,1	7,0	1,6	221,5	721,5	319,5	98,0	3,260	0,2663	208,8	110,8
11,97	12,10	2187,0		504	402	59	230,5	7,0	1,6	221,9	721,9	319,9	98,0	3,264	0,2659	208,9	110,9
12,18	12,31	2192,3		508	401	58	231,7	7,0	1,6	223,1	723,1	322,1	99,0	3,254	0,2600	210,6	111,6
12,39	12,52	2197,6		508	401	58	231,2	7,0	1,6	222,5	722,5	321,5	99,0	3,248	0,2606	210,3	111,3
12,60	12,73	2202,9		512	402	59	232,4	7,0	1,6	223,8	723,8	321,8	98,0	3,283	0,2637	209,9	111,9
12,81	12,95	2208,3		514	401	58	232,8	7,0	1,7	224,1	724,1	323,1	99,0	3,264	0,2588	211,0	112,0
13,02	13,16	2213,7		516	400	57	233,1	7,0	1,7	224,4	724,4	324,4	100,0	3,244	0,2540	212,2	112,2
13,23	13,37	2219,1		517	400	57	233,0	7,0	1,7	224,3	724,3	324,3	100,0	3,243	0,2541	212,1	112,1
13,44	13,58	2224,6		519	399	56	233,3	7,0	1,7	224,6	724,6	325,6	101,0	3,224	0,2493	213,3	112,3
13,65	13,79	2230,1		522	399	56	234,1	7,0	1,7	225,4	725,4	326,4	101,0	3,231	0,2485	213,7	112,7
13,86	14,01	2235,6		524	398	55	234,4	7,0	1,7	225,7	725,7	327,7	102,0	3,212	0,2437	214,8	112,8
14,07	14,22	2241,1		527	398	55	235,2	7,0	1,8	226,4	726,4	328,4	102,0	3,220	0,2429	215,2	113,2
14,28	14,43	2246,7		528	398	55	235,0	7,0	1,8	226,3	726,3	328,3	102,0	3,218	0,2431	215,1	113,1
14,49	14,64	2252,2		529	398	55	234,9	7,0	1,8	226,1	726,1	328,1	102,0	3,217	0,2433	215,0	113,0
14,70	14,86	2257,9		531	398	55	235,2	7,0	1,8	226,4	726,4	328,4	102,0	3,219	0,2429	215,2	113,2
14,91	15,07	2263,5		533	398	55	235,5	7,0	1,8	226,7	726,7	328,7	102,0	3,222	0,2426	215,3	113,3
15,12	15,28	2269,2		535	398	55	235,8	7,0	1,8	227,0	727,0	329,0	102,0	3,225	0,2423	215,5	113,5
15,33	15,49	2274,9		537	397	54	236,1	7,0	1,8	227,2	727,2	330,2	103,0	3,206	0,2376	216,6	113,6
15,54	15,70	2280,6		539	397	54	236,3	7,0	1,8	227,5	727,5	330,5	103,0	3,209	0,2374	216,8	113,8
15,75	15,92	2286,4		542	398	55	237,1	7,0	1,9	228,2	728,2	330,2	102,0	3,237	0,2410	216,1	114,1
15,96	16,13	2292,1		544	397	54	237,3	7,0	1,9	228,5	728,5	331,5	103,0	3,218	0,2364	217,2	114,2
16,17	16,34	2298,0		546	396	53	237,6	7,0	1,9	228,7	728,7	332,7	104,0	3,199	0,2317	218,4	114,4
16,38	16,55	2303,8		548	396	53	237,9	7,0	1,9	229,0	729,0	333,0	104,0	3,202	0,2315	218,5	114,5
16,59	16,77	2309,7		549	395	52	237,7	7,0	1,9	228,8	728,8	333,8	105,0	3,179	0,2273	219,4	114,4
16,80	16,98	2315,6		551	394	51	238,0	7,0	1,9	229,1	729,1	335,1	106,0	3,161	0,2227	220,5	114,5

ΔL mm	$\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	σ_1' $\sigma_1 - u$ kPa	σ_3' $\sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$ kPa	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ kPa
17,01	17,19	2321,5		553	394	51	238,2	7,0	1,9	229,3	729,3	335,3	106,0	3,163	0,2224	220,6	114,6
17,22	17,40	2327,5		556	394	51	238,9	7,0	1,9	230,0	730,0	336,0	106,0	3,169	0,2218	221,0	115,0
17,43	17,61	2333,5		558	394	51	239,1	7,0	1,9	230,2	730,2	336,2	106,0	3,172	0,2215	221,1	115,1
17,64	17,83	2339,5		561	394	51	239,8	7,0	1,9	230,9	730,9	336,9	106,0	3,178	0,2209	221,4	115,4
17,85	18,04	2345,6		562	394	51	239,6	7,0	1,9	230,7	730,7	336,7	106,0	3,176	0,2211	221,3	115,3
18,06	18,25	2351,6		564	394	51	239,8	7,0	2,0	230,9	730,9	336,9	106,0	3,178	0,2209	221,4	115,4
18,27	18,46	2357,8		565	394	51	239,6	7,0	2,0	230,7	730,7	336,7	106,0	3,176	0,2211	221,3	115,3
18,48	18,68	2363,9		567	393	50	239,9	7,0	2,0	230,9	730,9	337,9	107,0	3,158	0,2166	222,4	115,4
18,69	18,89	2370,1		570	393	50	240,5	7,0	2,0	231,5	731,5	338,5	107,0	3,164	0,2160	222,8	115,8
18,90	19,10	2376,3		571	393	50	240,3	7,0	2,0	231,3	731,3	338,3	107,0	3,162	0,2162	222,7	115,7
19,11	19,31	2382,6		573	393	50	240,5	7,0	2,0	231,5	731,5	338,5	107,0	3,164	0,2160	222,8	115,8
19,32	19,53	2388,9		574	392	49	240,3	7,0	2,0	231,3	731,3	339,3	108,0	3,142	0,2119	223,6	115,6
19,53	19,74	2395,2		576	391	48	240,5	7,0	2,0	231,5	731,5	340,5	109,0	3,124	0,2074	224,7	115,7
19,74	19,95	2401,5		578	391	48	240,7	7,0	2,0	231,7	731,7	340,7	109,0	3,126	0,2072	224,8	115,8
19,95	20,16	2407,9		580	391	48	240,9	7,0	2,0	231,9	731,9	340,9	109,0	3,127	0,2070	224,9	115,9
20,16	20,37	2414,3		582	390	47	241,1	7,0	2,0	232,1	732,1	342,1	110,0	3,110	0,2025	226,0	116,0
20,37	20,59	2420,8		584	391	48	241,2	7,0	2,0	232,2	732,2	341,2	109,0	3,131	0,2067	225,1	116,1
20,58	20,80	2427,3		587	390	47	241,8	7,0	2,0	232,8	732,8	342,8	110,0	3,117	0,2019	226,4	116,4
20,79	21,01	2433,8		587	390	47	241,2	7,0	2,0	232,2	732,2	342,2	110,0	3,111	0,2024	226,1	116,1
21,00	21,22	2440,3		590	390	47	241,8	7,0	2,0	232,8	732,8	342,8	110,0	3,116	0,2019	226,4	116,4
21,21	21,44	2446,9		592	390	47	241,9	7,0	2,0	232,9	732,9	342,9	110,0	3,117	0,2018	226,5	116,5

$$\sigma_{mb} = N \cdot (-40\varepsilon^2 + 18\varepsilon) \cdot 1.9 \cdot t/D$$

KOPMA ANINDAKİ

σ_3 , kN	500,0
σ_1 , kN	720,9
ε , %	11,25
A_s , mm ²	2166,1
P, N	497

u, kPa	404
$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$, kPa	229,4
σ_{dr} , kPa	7,0
σ_{mb} , kPa	1,5
$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$, kPa	220,9

σ_1' , kPa	316,9
σ_3' , kPa	96,0
σ_1' / σ_3' , kPa	3,301
Kopma seçimi	EAGO

DG = Deviyatör Gerilme

EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı

SBB = Sabit Boşluk Basıncı

SH = Sabit Hacim



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CU KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-	A_c , mm ²	1918,49	Tarih	07.03.03
Numuneyi gönderen		L_c , mm	98,85	Saat	17:00
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü	σ_3 , kN	600	Kırma hızı, mm/dakika	0,0500
Kuyu veya sondaj no	-	u_0 (kN)	349	σ_{dr} , kN	7,0
Numune no	Araştırma Numunesi	ΔL (mm)	0,21	Deneideki numune sırası	2
Derinlik, m	-				

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$	Ring Okuması	P	u	u-u ₀	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s	σ_{dr} ($\dot{}$)	σ_{mb} ($\dot{}$)	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$	σ_1' $\sigma_1 - u$	σ_3' $\sigma_3 - u$	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	mm ²		N	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa			kPa	kPa
0,00	0,00	1918,5		0	349	0	0,0	0,0	0,0	0,0	600,0	251,0	251,0	1,000		251,0	0,0
0,21	0,21	1922,6		27	350	1	14,0	0,0	0,0	14,0	614,0	264,0	250,0	1,056	0,0714	257,0	7,0
0,42	0,42	1926,7		289	359	10	150,0	0,0	0,1	149,9	749,9	390,9	241,0	1,622	0,0667	316,0	75,0
0,63	0,64	1930,8		396	369	20	205,1	0,0	0,1	205,0	805,0	436,0	231,0	1,887	0,0976	333,5	102,5
0,84	0,85	1934,9		465	379	30	240,3	0,0	0,2	240,2	840,2	461,2	221,0	2,087	0,1249	341,1	120,1
1,05	1,06	1939,1		501	387	38	258,4	0,0	0,2	258,2	858,2	471,2	213,0	2,212	0,1472	342,1	129,1
1,26	1,27	1943,3		519	394	45	267,1	0,0	0,2	266,9	866,9	472,9	206,0	2,295	0,1686	339,4	133,4
1,47	1,49	1947,5		531	402	53	272,7	0,0	0,3	272,4	872,4	470,4	198,0	2,376	0,1946	334,2	136,2
1,68	1,70	1951,7		539	409	60	276,2	0,0	0,3	275,9	875,9	466,9	191,0	2,444	0,2175	328,9	137,9
1,89	1,91	1955,9		543	414	65	277,6	0,0	0,3	277,3	877,3	463,3	186,0	2,491	0,2344	324,6	138,6
2,10	2,12	1960,1		548	419	70	279,6	7,0	0,4	272,2	872,2	453,2	181,0	2,504	0,2572	317,1	136,1
2,31	2,34	1964,4		551	424	75	280,5	7,0	0,4	273,1	873,1	449,1	176,0	2,552	0,2746	312,5	136,5
2,52	2,55	1968,7		554	428	79	281,4	7,0	0,4	274,0	874,0	446,0	172,0	2,593	0,2883	309,0	137,0
2,73	2,76	1973,0		568	432	83	287,9	7,0	0,5	280,4	880,4	448,4	168,0	2,669	0,2960	308,2	140,2
2,94	2,97	1977,3		568	434	85	287,3	7,0	0,5	279,8	879,8	445,8	166,0	2,685	0,3038	305,9	139,9
3,15	3,19	1981,6		568	435	86	286,6	7,0	0,5	279,1	879,1	444,1	165,0	2,692	0,3081	304,5	139,5
3,36	3,40	1986,0		568	437	88	286,0	7,0	0,6	278,4	878,4	441,4	163,0	2,708	0,3160	302,2	139,2
3,57	3,61	1990,4		570	438	89	286,4	7,0	0,6	278,8	878,8	440,8	162,0	2,721	0,3192	301,4	139,4
3,78	3,82	1994,8		571	440	91	286,2	7,0	0,6	278,6	878,6	438,6	160,0	2,741	0,3266	299,3	139,3
3,99	4,04	1999,2		573	442	93	286,6	7,0	0,7	279,0	879,0	437,0	158,0	2,766	0,3334	297,5	139,5
4,20	4,25	2003,6		574	443	94	286,5	7,0	0,7	278,8	878,8	435,8	157,0	2,776	0,3372	296,4	139,4

ΔL mm	$\varepsilon=\Delta L/L_c$ %	A_s $A_c/(1-\varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$ kPa	σ_1' σ_1-u kPa	σ_3' σ_3-u kPa	σ_1'/σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$ kPa	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ kPa
4,41	4,46	2008,1		576	444	95	286,8	7,0	0,7	279,1	879,1	435,1	156,0	2,789	0,3404	295,6	139,6
4,62	4,67	2012,6		579	446	97	287,7	7,0	0,8	279,9	879,9	433,9	154,0	2,818	0,3465	294,0	140,0
4,83	4,89	2017,0		580	446	97	287,5	7,0	0,8	279,8	879,8	433,8	154,0	2,817	0,3467	293,9	139,9
5,04	5,10	2021,6		583	448	99	288,4	7,0	0,8	280,6	880,6	432,6	152,0	2,846	0,3528	292,3	140,3
5,25	5,31	2026,1		585	449	100	288,7	7,0	0,8	280,9	880,9	431,9	151,0	2,860	0,3560	291,4	140,4
5,46	5,52	2030,7		587	450	101	289,1	7,0	0,9	281,2	881,2	431,2	150,0	2,875	0,3592	290,6	140,6
5,67	5,74	2035,2		589	451	102	289,4	7,0	0,9	281,5	881,5	430,5	149,0	2,889	0,3623	289,8	140,8
5,88	5,95	2039,8		591	452	103	289,7	7,0	0,9	281,8	881,8	429,8	148,0	2,904	0,3655	288,9	140,9
6,09	6,16	2044,4		593	453	104	290,1	7,0	1,0	282,1	882,1	429,1	147,0	2,919	0,3687	288,0	141,0
6,30	6,37	2049,1		595	454	105	290,4	7,0	1,0	282,4	882,4	428,4	146,0	2,934	0,3718	287,2	141,2
6,51	6,59	2053,7		597	454	105	290,7	7,0	1,0	282,7	882,7	428,7	146,0	2,936	0,3714	287,3	141,3
6,72	6,80	2058,4		600	454	105	291,5	7,0	1,0	283,4	883,4	429,4	146,0	2,941	0,3704	287,7	141,7
6,93	7,01	2063,1		602	455	106	291,8	7,0	1,1	283,7	883,7	428,7	145,0	2,957	0,3736	286,9	141,9
7,14	7,22	2067,9		605	456	107	292,6	7,0	1,1	284,5	884,5	428,5	144,0	2,976	0,3761	286,2	142,2
7,35	7,44	2072,6		607	456	107	292,9	7,0	1,1	284,8	884,8	428,8	144,0	2,977	0,3758	286,4	142,4
7,56	7,65	2077,4		609	457	108	293,2	7,0	1,1	285,0	885,0	428,0	143,0	2,993	0,3789	285,5	142,5
7,77	7,86	2082,2		611	457	108	293,4	7,0	1,2	285,3	885,3	428,3	143,0	2,995	0,3786	285,6	142,6
7,98	8,07	2087,0		615	458	109	294,7	7,0	1,2	286,5	886,5	428,5	142,0	3,018	0,3805	285,2	143,2
8,19	8,29	2091,8		616	458	109	294,5	7,0	1,2	286,3	886,3	428,3	142,0	3,016	0,3808	285,1	143,1
8,40	8,50	2096,7		619	458	109	295,2	7,0	1,2	287,0	887,0	429,0	142,0	3,021	0,3798	285,5	143,5
8,61	8,71	2101,5		622	458	109	296,0	7,0	1,3	287,7	887,7	429,7	142,0	3,026	0,3789	285,9	143,9
8,82	8,92	2106,4		623	458	109	295,8	7,0	1,3	287,5	887,5	429,5	142,0	3,024	0,3792	285,7	143,7
9,03	9,14	2111,4		626	459	110	296,5	7,0	1,3	288,2	888,2	429,2	141,0	3,044	0,3817	285,1	144,1
9,24	9,35	2116,3		629	459	110	297,2	7,0	1,3	288,9	888,9	429,9	141,0	3,049	0,3808	285,4	144,4
9,45	9,56	2121,3		632	459	110	297,9	7,0	1,4	289,6	889,6	430,6	141,0	3,054	0,3799	285,8	144,8
9,66	9,77	2126,3		635	459	110	298,6	7,0	1,4	290,3	890,3	431,3	141,0	3,059	0,3790	286,1	145,1
9,87	9,98	2131,3		638	459	110	299,3	7,0	1,4	290,9	890,9	431,9	141,0	3,063	0,3781	286,5	145,5
10,08	10,20	2136,3		639	459	110	299,1	7,0	1,4	290,7	890,7	431,7	141,0	3,062	0,3784	286,3	145,3
10,29	10,41	2141,4		642	459	110	299,8	7,0	1,4	291,4	891,4	432,4	141,0	3,066	0,3775	286,7	145,7
10,50	10,62	2146,5		644	459	110	300,0	7,0	1,5	291,6	891,6	432,6	141,0	3,068	0,3773	286,8	145,8

ΔL mm	$\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	σ_1' $\sigma_1 - u$ kPa	σ_3' $\sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$ kPa	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ kPa
10,71	10,83	2151,6		647	459	110	300,7	7,0	1,5	292,2	892,2	433,2	141,0	3,073	0,3764	287,1	146,1
10,92	11,05	2156,7		650	459	110	301,4	7,0	1,5	292,9	892,9	433,9	141,0	3,077	0,3756	287,4	146,4
11,13	11,26	2161,9		653	459	110	302,0	7,0	1,5	293,5	893,5	434,5	141,0	3,082	0,3748	287,8	146,8
11,34	11,47	2167,1		655	459	110	302,2	7,0	1,5	293,7	893,7	434,7	141,0	3,083	0,3745	287,9	146,9
11,55	11,68	2172,3		658	459	110	302,9	7,0	1,6	294,3	894,3	435,3	141,0	3,088	0,3737	288,2	147,2
11,76	11,90	2177,5		661	459	110	303,6	7,0	1,6	295,0	895,0	436,0	141,0	3,092	0,3729	288,5	147,5
11,97	12,11	2182,8		663	459	110	303,7	7,0	1,6	295,1	895,1	436,1	141,0	3,093	0,3727	288,6	147,6
12,18	12,32	2188,1		666	458	109	304,4	7,0	1,6	295,8	895,8	437,8	142,0	3,083	0,3685	289,9	147,9
12,39	12,53	2193,4		669	459	110	305,0	7,0	1,6	296,4	896,4	437,4	141,0	3,102	0,3712	289,2	148,2
12,60	12,75	2198,8		671	458	109	305,2	7,0	1,6	296,5	896,5	438,5	142,0	3,088	0,3676	290,3	148,3
12,81	12,96	2204,1		674	458	109	305,8	7,0	1,7	297,1	897,1	439,1	142,0	3,092	0,3668	290,6	148,6
13,02	13,17	2209,5		677	458	109	306,4	7,0	1,7	297,7	897,7	439,7	142,0	3,097	0,3661	290,9	148,9
13,23	13,38	2214,9		679	458	109	306,6	7,0	1,7	297,9	897,9	439,9	142,0	3,098	0,3659	290,9	148,9
13,44	13,60	2220,4		680	458	109	306,3	7,0	1,7	297,5	897,5	439,5	142,0	3,095	0,3663	290,8	148,8
13,65	13,81	2225,9		683	458	109	306,8	7,0	1,7	298,1	898,1	440,1	142,0	3,099	0,3656	291,1	149,1
13,86	14,02	2231,4		686	458	109	307,4	7,0	1,7	298,7	898,7	440,7	142,0	3,104	0,3649	291,3	149,3
14,07	14,23	2236,9		688	458	109	307,6	7,0	1,8	298,8	898,8	440,8	142,0	3,104	0,3648	291,4	149,4
14,28	14,45	2242,4		690	457	108	307,7	7,0	1,8	298,9	898,9	441,9	143,0	3,090	0,3613	292,5	149,5
14,49	14,66	2248,0		693	457	108	308,3	7,0	1,8	299,5	899,5	442,5	143,0	3,094	0,3606	292,7	149,7
14,70	14,87	2253,6		696	456	107	308,8	7,0	1,8	300,0	900,0	444,0	144,0	3,084	0,3566	294,0	150,0
14,91	15,08	2259,3		698	456	107	308,9	7,0	1,8	300,1	900,1	444,1	144,0	3,084	0,3565	294,1	150,1
15,12	15,30	2264,9		700	456	107	309,1	7,0	1,8	300,2	900,2	444,2	144,0	3,085	0,3564	294,1	150,1
15,33	15,51	2270,6		702	455	106	309,2	7,0	1,8	300,3	900,3	445,3	145,0	3,071	0,3529	295,2	150,2
15,54	15,72	2276,4		704	455	106	309,3	7,0	1,8	300,4	900,4	445,4	145,0	3,072	0,3528	295,2	150,2
15,75	15,93	2282,1		707	455	106	309,8	7,0	1,9	300,9	900,9	445,9	145,0	3,076	0,3522	295,5	150,5
15,96	16,15	2287,9		710	455	106	310,3	7,0	1,9	301,5	901,5	446,5	145,0	3,079	0,3516	295,7	150,7
16,17	16,36	2293,7		713	455	106	310,9	7,0	1,9	302,0	902,0	447,0	145,0	3,083	0,3510	296,0	151,0
16,38	16,57	2299,5		715	455	106	310,9	7,0	1,9	302,0	902,0	447,0	145,0	3,083	0,3509	296,0	151,0
16,59	16,78	2305,4		718	454	105	311,4	7,0	1,9	302,5	902,5	448,5	146,0	3,072	0,3471	297,3	151,3
16,80	17,00	2311,3		720	454	105	311,5	7,0	1,9	302,6	902,6	448,6	146,0	3,073	0,3470	297,3	151,3

ΔL mm	$\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	σ_1' $\sigma_1 - u$ kPa	σ_3' $\sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$ kPa	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ kPa
17,01	17,21	2317,2		723	454	105	312,0	7,0	1,9	303,1	903,1	449,1	146,0	3,076	0,3464	297,5	151,5
17,22	17,42	2323,2		725	454	105	312,1	7,0	1,9	303,1	903,1	449,1	146,0	3,076	0,3464	297,6	151,6
17,43	17,63	2329,2		728	454	105	312,6	7,0	1,9	303,6	903,6	449,6	146,0	3,080	0,3458	297,8	151,8
17,64	17,85	2335,2		730	454	105	312,6	7,0	1,9	303,7	903,7	449,7	146,0	3,080	0,3458	297,8	151,8
17,85	18,06	2341,3		732	453	104	312,7	7,0	1,9	303,7	903,7	450,7	147,0	3,066	0,3424	298,9	151,9
18,06	18,27	2347,4		735	453	104	313,1	7,0	2,0	304,2	904,2	451,2	147,0	3,069	0,3419	299,1	152,1
18,27	18,48	2353,5		736	453	104	312,7	7,0	2,0	303,8	903,8	450,8	147,0	3,066	0,3424	298,9	151,9
18,48	18,69	2359,6		738	452	103	312,8	7,0	2,0	303,8	903,8	451,8	148,0	3,053	0,3390	299,9	151,9
18,69	18,91	2365,8		742	452	103	313,6	7,0	2,0	304,7	904,7	452,7	148,0	3,059	0,3381	300,3	152,3
18,90	19,12	2372,0		743	451	102	313,2	7,0	2,0	304,3	904,3	453,3	149,0	3,042	0,3352	301,1	152,1
19,11	19,33	2378,3		745	451	102	313,3	7,0	2,0	304,3	904,3	453,3	149,0	3,042	0,3352	301,1	152,1
19,32	19,54	2384,5		748	451	102	313,7	7,0	2,0	304,7	904,7	453,7	149,0	3,045	0,3348	301,3	152,3
19,53	19,76	2390,9		751	450	101	314,1	7,0	2,0	305,1	905,1	455,1	150,0	3,034	0,3310	302,6	152,6
19,74	19,97	2397,2		753	450	101	314,1	7,0	2,0	305,1	905,1	455,1	150,0	3,034	0,3310	302,6	152,6
19,95	20,18	2403,6		755	450	101	314,1	7,0	2,0	305,1	905,1	455,1	150,0	3,034	0,3310	302,6	152,6
20,16	20,39	2410,0		757	450	101	314,1	7,0	2,0	305,1	905,1	455,1	150,0	3,034	0,3310	302,6	152,6
20,37	20,61	2416,4		759	449	100	314,1	7,0	2,0	305,1	905,1	456,1	151,0	3,020	0,3278	303,5	152,5
20,58	20,82	2422,9		763	449	100	314,9	7,0	2,0	305,9	905,9	456,9	151,0	3,026	0,3269	303,9	152,9
20,79	21,03	2429,4		765	448	99	314,9	7,0	2,0	305,9	905,9	457,9	152,0	3,012	0,3237	304,9	152,9
21,00	21,24	2436,0		765	448	99	314,0	7,0	2,0	305,0	905,0	457,0	152,0	3,007	0,3246	304,5	152,5
21,21	21,46	2442,6		765	448	99	313,2	7,0	2,0	304,2	904,2	456,2	152,0	3,001	0,3255	304,1	152,1

$$\sigma_{mb} = N * (-40\varepsilon^2 + 18\varepsilon) * 1.9 * t/D$$

KOPMA ANINDAKİ

σ_3 , kN	600,0
σ_1 , kN	896,4
ε , %	12,53
A_s , mm ²	2193,4
P, N	669

u, kPa	459
$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$, kPa	305,0
σ_{dr} , kPa	7,0
σ_{mb} , kPa	1,6
$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$, kPa	296,4

σ_1' , kPa	437,4
σ_3' , kPa	141,0
σ_1' / σ_3' , kPa	3,102
Kopma seçimi	EAGO

DG = Deviyatör Gerilme

EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı

SBB = Sabit Boşluk Basıncı

SH = Sabit Hacim



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekanikliği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CU/CD KONSOLIDASYON DENEY FORMU

Laboratuvar no -
Numuneyi gönderen Zemin Mekanikliği Lab. Önü

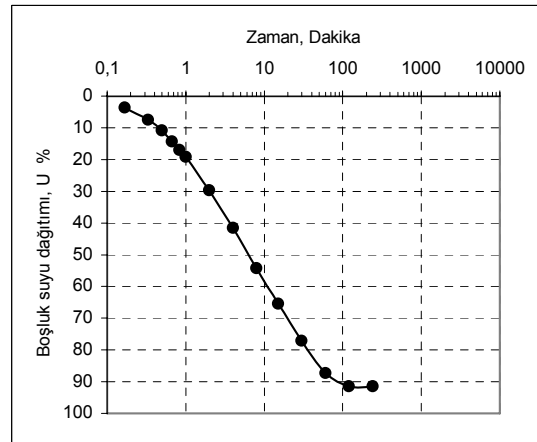
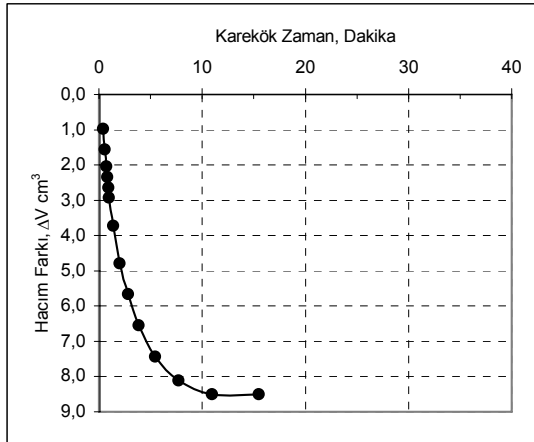
Ait olduğu proje Araştırma
Kuyu veya sondaj No -
Numune No -
Derinlik, m -
Tarih 12.03.03
Saat 13:00
Deneydeki numune sırası 3

Konsolidasyon çevre basıncı, σ_3	700
Konsolidasyon başlangıcı ters basınç, u_b	340
Konsolidasyon için gerekli etkili konsolidasyon basıncı, $\sigma_3^* = \sigma_3 - u_b$	360
Boşluk suyu basıncının sabit kaldığı değer, u_i	646

Geçen Süre t Dakika	\sqrt{t}	Hacim		Boşluk Suyu Basıncı		
		Okuma	Fark	u	$u_i - u$	$U = (u_i - u) / (u_i - u_b) * 100$
0	0,000		0,00	646	0	0,00
0,167	0,409		0,98	635	11	3,59
0,333	0,577		1,57	623	23	7,52
0,500	0,707		2,05	613	33	10,78
0,667	0,817		2,35	602	44	14,38
0,833	0,913		2,65	594	52	16,99
1	1,000		2,93	587	59	19,28
2	1,414		3,72	555	91	29,74
4	2,000		4,79	519	127	41,50
8	2,828		5,67	480	166	54,25
15	3,873		6,55	446	200	65,36
30	5,477		7,44	410	236	77,12
60	7,746		8,12	379	267	87,25
120	10,954		8,51	366	280	91,50
240	15,492		8,51	366	280	91,50
480	21,909					
600	24,495					
720	26,833					
960	30,984					
1200	34,641					
Konsolidasyon hacim değişimi, ΔV_e , cm ³				8,51		

Dağıtılan fazla boşluk suyu basıncı, $u_i - u_b$	306	$\varepsilon_{vol} = \Delta V_e / V_0$	0,0433	$V_e = V_0 - \Delta V_e$	187,84
Konsolidasyon sonundaki boşluk suyu basıncı, u_c	366	$A_c = A_0(1 - 2\varepsilon_{vol})^2$	1906,76	$m_{vi} = 1000\varepsilon_{vol} / (u_i - u_c)$ (m ² /MN)	0,155
		$D_c = (4A_c / \pi)^{0,5}$	49,27	$C_{vi} = 1,65 * D_c^2 / (\lambda * t_{100})$ (m ² /yıl)	4,471
		$L_c = L_0(1 - \varepsilon_{vol} / 3)$	98,56		

λ	F	t_{100}	$t_r = F * t_{100}$	ε_r	$d_r = \varepsilon_r * L_c / t_r$
80	1,8	11,2	20,16	0,1200	0,5866
			120,0000	0,1200	0,0986





DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CU KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-	A_c , mm ²	1906,76	Tarih	13.03.03
Numuneyi gönderen		L_c , mm	98,56	Saat	17:00
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü	σ_3 , kN	700	Kırma hızı, mm/dakika	0,0250
Kuyu veya sondaj no	-	u_0 (kN)	366	σ_{dr} , kN	7,0
Numune no	Araştırma Numunesi	ΔL (mm)	0,21	Deneideki numune sırası	3
Derinlik, m	-				

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	A_s	Ring	P	u	u-u ₀	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	σ_1'	σ_3'	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	mm ²	Okuması	N	kPa	kPa	P/A _s	(°)	(°)	kPa	kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$	$\sigma_1 - u$	$\sigma_3 - u$		kPa	kPa
0,00	0,00	1906,8		0	366	0	0,0	0,0	0,0	0,0	700,0	334,0	334,0	1,000		334,0	0,0
0,21	0,21	1910,8		0	369	3	0,0	0,0	0,0	0,0	700,0	331,0	331,0	1,000	-78,5944	331,0	0,0
0,42	0,43	1914,9		0	370	4	0,0	0,0	0,1	-0,1	699,9	329,9	330,0	1,000	-52,6467	330,0	0,0
0,63	0,64	1919,0		6	373	7	3,1	0,0	0,1	3,0	703,0	330,0	327,0	1,009	2,3231	328,5	1,5
0,84	0,85	1923,2		27	375	9	14,0	0,0	0,2	13,9	713,9	338,9	325,0	1,043	0,6480	331,9	6,9
1,05	1,07	1927,3		260	398	32	134,9	0,0	0,2	134,7	834,7	436,7	302,0	1,446	0,2375	369,4	67,4
1,26	1,28	1931,5		367	420	54	190,0	0,0	0,2	189,8	889,8	469,8	280,0	1,678	0,2845	374,9	94,9
1,47	1,49	1935,6		439	441	75	226,8	0,0	0,3	226,5	926,5	485,5	259,0	1,875	0,3311	372,3	113,3
1,68	1,70	1939,8		481	445	79	248,0	0,0	0,3	247,7	947,7	502,7	255,0	1,971	0,3190	378,8	123,8
1,89	1,92	1944,0		514	468	102	264,4	0,0	0,3	264,1	964,1	496,1	232,0	2,138	0,3863	364,0	132,0
2,10	2,13	1948,3		535	480	114	274,6	7,0	0,4	267,2	967,2	487,2	220,0	2,215	0,4266	353,6	133,6
2,31	2,34	1952,5		551	488	122	282,2	7,0	0,4	274,8	974,8	486,8	212,0	2,296	0,4440	349,4	137,4
2,52	2,56	1956,8		564	496	130	288,2	7,0	0,4	280,8	980,8	484,8	204,0	2,376	0,4630	344,4	140,4
2,73	2,77	1961,1		577	503	137	294,2	7,0	0,5	286,8	986,8	483,8	197,0	2,456	0,4778	340,4	143,4
2,94	2,98	1965,4		585	508	142	297,7	7,0	0,5	290,2	990,2	482,2	192,0	2,511	0,4894	337,1	145,1
3,15	3,20	1969,7		594	513	147	301,6	7,0	0,5	294,0	994,0	481,0	187,0	2,572	0,4999	334,0	147,0
3,36	3,41	1974,1		601	518	152	304,4	7,0	0,6	296,9	996,9	478,9	182,0	2,631	0,5120	330,4	148,4
3,57	3,62	1978,4		607	520	154	306,8	7,0	0,6	299,2	999,2	479,2	180,0	2,662	0,5147	329,6	149,6
3,78	3,84	1982,8		613	523	157	309,2	7,0	0,6	301,5	1001,5	478,5	177,0	2,704	0,5207	327,8	150,8
3,99	4,05	1987,2		618	526	160	311,0	7,0	0,7	303,3	1003,3	477,3	174,0	2,743	0,5275	325,7	151,7
4,20	4,26	1991,6		624	529	163	313,3	7,0	0,7	305,6	1005,6	476,6	171,0	2,787	0,5333	323,8	152,8

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	A_s	Ring	P	u	u-u ₀	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	σ_1'	σ_3'	σ_1'/σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$
mm	%	$A_c/(1-\varepsilon)$ mm ²	Okuması	N	kPa	kPa	P/A_s kPa	($\dot{\quad}$) kPa	($\dot{\quad}$) kPa	kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	$\sigma_1 - u$ kPa	$\sigma_3 - u$ kPa			kPa	kPa
4,41	4,47	1996,1		629	531	165	315,1	7,0	0,7	307,4	1007,4	476,4	169,0	2,819	0,5368	322,7	153,7
4,62	4,69	2000,5		632	533	167	315,9	7,0	0,8	308,2	1008,2	475,2	167,0	2,845	0,5419	321,1	154,1
4,83	4,90	2005,0		638	534	168	318,2	7,0	0,8	310,4	1010,4	476,4	166,0	2,870	0,5412	321,2	155,2
5,04	5,11	2009,5		642	535	169	319,5	7,0	0,8	311,7	1011,7	476,7	165,0	2,889	0,5423	320,8	155,8
5,25	5,33	2014,0		646	537	171	320,7	7,0	0,8	312,9	1012,9	475,9	163,0	2,920	0,5465	319,5	156,5
5,46	5,54	2018,6		650	538	172	322,0	7,0	0,9	314,1	1014,1	476,1	162,0	2,939	0,5475	319,1	157,1
5,67	5,75	2023,1		654	538	172	323,3	7,0	0,9	315,4	1015,4	477,4	162,0	2,947	0,5454	319,7	157,7
5,88	5,97	2027,7		658	538	172	324,5	7,0	0,9	316,6	1016,6	478,6	162,0	2,954	0,5433	320,3	158,3
6,09	6,18	2032,3		661	539	173	325,2	7,0	1,0	317,3	1017,3	478,3	161,0	2,971	0,5453	319,6	158,6
6,30	6,39	2037,0		665	540	174	326,5	7,0	1,0	318,5	1018,5	478,5	160,0	2,990	0,5463	319,2	159,2
6,51	6,61	2041,6		669	541	175	327,7	7,0	1,0	319,7	1019,7	478,7	159,0	3,010	0,5474	318,8	159,8
6,72	6,82	2046,3		673	542	176	328,9	7,0	1,0	320,8	1020,8	478,8	158,0	3,031	0,5485	318,4	160,4
6,93	7,03	2051,0		678	542	176	330,6	7,0	1,1	322,5	1022,5	480,5	158,0	3,041	0,5457	319,3	161,3
7,14	7,24	2055,7		680	542	176	330,8	7,0	1,1	322,7	1022,7	480,7	158,0	3,042	0,5454	319,3	161,3
7,35	7,46	2060,4		685	542	176	332,5	7,0	1,1	324,3	1024,3	482,3	158,0	3,053	0,5426	320,2	162,2
7,56	7,67	2065,2		688	542	176	333,1	7,0	1,1	325,0	1025,0	483,0	158,0	3,057	0,5415	320,5	162,5
7,77	7,88	2069,9		693	541	175	334,8	7,0	1,2	326,6	1026,6	485,6	159,0	3,054	0,5358	322,3	163,3
7,98	8,10	2074,7		696	541	175	335,5	7,0	1,2	327,3	1027,3	486,3	159,0	3,058	0,5347	322,6	163,6
8,19	8,31	2079,6		700	541	175	336,6	7,0	1,2	328,4	1028,4	487,4	159,0	3,065	0,5329	323,2	164,2
8,40	8,52	2084,4		704	542	176	337,7	7,0	1,2	329,5	1029,5	487,5	158,0	3,085	0,5341	322,8	164,8
8,61	8,74	2089,3		708	542	176	338,9	7,0	1,3	330,6	1030,6	488,6	158,0	3,092	0,5324	323,3	165,3
8,82	8,95	2094,2		711	541	175	339,5	7,0	1,3	331,2	1031,2	490,2	159,0	3,083	0,5283	324,6	165,6
9,03	9,16	2099,1		714	541	175	340,1	7,0	1,3	331,8	1031,8	490,8	159,0	3,087	0,5274	324,9	165,9
9,24	9,38	2104,0		718	541	175	341,3	7,0	1,3	332,9	1032,9	491,9	159,0	3,094	0,5257	325,5	166,5
9,45	9,59	2109,0		722	540	174	342,3	7,0	1,4	334,0	1034,0	494,0	160,0	3,087	0,5210	327,0	167,0
9,66	9,80	2114,0		725	539	173	343,0	7,0	1,4	334,6	1034,6	495,6	161,0	3,078	0,5171	328,3	167,3
9,87	10,01	2119,0		728	539	173	343,6	7,0	1,4	335,2	1035,2	496,2	161,0	3,082	0,5162	328,6	167,6
10,08	10,23	2124,0		731	538	172	344,2	7,0	1,4	335,7	1035,7	497,7	162,0	3,072	0,5123	329,9	167,9
10,29	10,44	2129,0		735	539	173	345,2	7,0	1,4	336,8	1036,8	497,8	161,0	3,092	0,5137	329,4	168,4
10,50	10,65	2134,1		738	539	173	345,8	7,0	1,5	337,3	1037,3	498,3	161,0	3,095	0,5128	329,7	168,7

ΔL mm	$\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	A_s $A_c / (1 - \varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	σ_1' $\sigma_1 - u$ kPa	σ_3' $\sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3'	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$ kPa	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ kPa
10,71	10,87	2139,2		743	538	172	347,3	7,0	1,5	338,8	1038,8	500,8	162,0	3,092	0,5076	331,4	169,4
10,92	11,08	2144,3		744	538	172	347,0	7,0	1,5	338,5	1038,5	500,5	162,0	3,089	0,5082	331,2	169,2
11,13	11,29	2149,5		749	538	172	348,5	7,0	1,5	339,9	1039,9	501,9	162,0	3,098	0,5060	332,0	170,0
11,34	11,51	2154,7		752	537	171	349,0	7,0	1,5	340,5	1040,5	503,5	163,0	3,089	0,5022	333,2	170,2
11,55	11,72	2159,9		756	536	170	350,0	7,0	1,6	341,5	1041,5	505,5	164,0	3,082	0,4979	334,7	170,7
11,76	11,93	2165,1		759	535	169	350,6	7,0	1,6	342,0	1042,0	507,0	165,0	3,073	0,4942	336,0	171,0
11,97	12,14	2170,3		763	534	168	351,6	7,0	1,6	343,0	1043,0	509,0	166,0	3,066	0,4899	337,5	171,5
12,18	12,36	2175,6		767	535	169	352,5	7,0	1,6	343,9	1043,9	508,9	165,0	3,084	0,4914	337,0	172,0
12,39	12,57	2180,9		771	534	168	353,5	7,0	1,6	344,9	1044,9	510,9	166,0	3,078	0,4871	338,4	172,4
12,60	12,78	2186,3		773	534	168	353,6	7,0	1,6	344,9	1044,9	510,9	166,0	3,078	0,4871	338,5	172,5
12,81	13,00	2191,6		776	534	168	354,1	7,0	1,7	345,4	1045,4	511,4	166,0	3,081	0,4864	338,7	172,7
13,02	13,21	2197,0		779	534	168	354,6	7,0	1,7	345,9	1045,9	511,9	166,0	3,084	0,4857	338,9	172,9
13,23	13,42	2202,4		783	533	167	355,5	7,0	1,7	346,8	1046,8	513,8	167,0	3,077	0,4815	340,4	173,4
13,44	13,64	2207,8		785	533	167	355,6	7,0	1,7	346,8	1046,8	513,8	167,0	3,077	0,4815	340,4	173,4
13,65	13,85	2213,3		789	532	166	356,5	7,0	1,7	347,8	1047,8	515,8	168,0	3,070	0,4773	341,9	173,9
13,86	14,06	2218,8		791	531	165	356,5	7,0	1,7	347,8	1047,8	516,8	169,0	3,058	0,4745	342,9	173,9
14,07	14,28	2224,3		795	532	166	357,4	7,0	1,8	348,7	1048,7	516,7	168,0	3,075	0,4761	342,3	174,3
14,28	14,49	2229,8		799	532	166	358,3	7,0	1,8	349,6	1049,6	517,6	168,0	3,081	0,4749	342,8	174,8
14,49	14,70	2235,4		802	531	165	358,8	7,0	1,8	350,0	1050,0	519,0	169,0	3,071	0,4714	344,0	175,0
14,70	14,91	2241,0		805	531	165	359,2	7,0	1,8	350,4	1050,4	519,4	169,0	3,073	0,4709	344,2	175,2
14,91	15,13	2246,6		807	530	164	359,2	7,0	1,8	350,4	1050,4	520,4	170,0	3,061	0,4680	345,2	175,2
15,12	15,34	2252,3		810	530	164	359,6	7,0	1,8	350,8	1050,8	520,8	170,0	3,064	0,4675	345,4	175,4
15,33	15,55	2258,0		813	529	163	360,1	7,0	1,8	351,2	1051,2	522,2	171,0	3,054	0,4641	346,6	175,6
15,54	15,77	2263,7		817	529	163	360,9	7,0	1,8	352,1	1052,1	523,1	171,0	3,059	0,4630	347,0	176,0
15,75	15,98	2269,4		820	528	162	361,3	7,0	1,9	352,5	1052,5	524,5	172,0	3,049	0,4596	348,2	176,2
15,96	16,19	2275,2		823	529	163	361,7	7,0	1,9	352,9	1052,9	523,9	171,0	3,064	0,4619	347,4	176,4
16,17	16,41	2281,0		826	528	162	362,1	7,0	1,9	353,2	1053,2	525,2	172,0	3,054	0,4586	348,6	176,6
16,38	16,62	2286,8		829	528	162	362,5	7,0	1,9	353,6	1053,6	525,6	172,0	3,056	0,4581	348,8	176,8
16,59	16,83	2292,7		832	527	161	362,9	7,0	1,9	354,0	1054,0	527,0	173,0	3,046	0,4548	350,0	177,0
16,80	17,05	2298,6		835	527	161	363,3	7,0	1,9	354,4	1054,4	527,4	173,0	3,048	0,4543	350,2	177,2

ΔL mm	$\varepsilon=\Delta L/L_c$ %	A_s $A_c/(1-\varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	u kPa	u-u ₀ kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$ kPa	σ_1' σ_1-u kPa	σ_3' σ_3-u kPa	σ_1'/σ_3' kPa	$A = \frac{u - u_0}{\sigma_1 - \sigma_3}$ kPa	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$ kPa	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ kPa
17,01	17,26	2304,5		838	526	160	363,6	7,0	1,9	354,7	1054,7	528,7	174,0	3,039	0,4511	351,4	177,4
17,22	17,47	2310,4		840	526	160	363,6	7,0	1,9	354,6	1054,6	528,6	174,0	3,038	0,4512	351,3	177,3
17,43	17,68	2316,4		843	526	160	363,9	7,0	1,9	355,0	1055,0	529,0	174,0	3,040	0,4507	351,5	177,5
17,64	17,90	2322,4		846	525	159	364,3	7,0	1,9	355,3	1055,3	530,3	175,0	3,030	0,4475	352,7	177,7
17,85	18,11	2328,5		849	526	160	364,6	7,0	1,9	355,7	1055,7	529,7	174,0	3,044	0,4499	351,8	177,8
18,06	18,32	2334,5		852	525	159	365,0	7,0	2,0	356,0	1056,0	531,0	175,0	3,034	0,4466	353,0	178,0
18,27	18,54	2340,6		855	524	158	365,3	7,0	2,0	356,3	1056,3	532,3	176,0	3,025	0,4434	354,2	178,2
18,48	18,75	2346,8		857	523	157	365,2	7,0	2,0	356,2	1056,2	533,2	177,0	3,012	0,4407	355,1	178,1
18,69	18,96	2353,0		859	523	157	365,1	7,0	2,0	356,1	1056,1	533,1	177,0	3,012	0,4409	355,0	178,0
18,90	19,18	2359,2		863	522	156	365,8	7,0	2,0	356,8	1056,8	534,8	178,0	3,005	0,4372	356,4	178,4
19,11	19,39	2365,4		865	522	156	365,7	7,0	2,0	356,7	1056,7	534,7	178,0	3,004	0,4373	356,4	178,4
19,32	19,60	2371,7		869	521	155	366,4	7,0	2,0	357,4	1057,4	536,4	179,0	2,997	0,4337	357,7	178,7
19,53	19,82	2378,0		871	521	155	366,3	7,0	2,0	357,3	1057,3	536,3	179,0	2,996	0,4338	357,6	178,6
19,74	20,03	2384,3		873	521	155	366,1	7,0	2,0	357,1	1057,1	536,1	179,0	2,995	0,4340	357,6	178,6
19,95	20,24	2390,7		876	521	155	366,4	7,0	2,0	357,4	1057,4	536,4	179,0	2,997	0,4337	357,7	178,7
20,16	20,45	2397,1		878	521	155	366,3	7,0	2,0	357,3	1057,3	536,3	179,0	2,996	0,4338	357,6	178,6
20,37	20,67	2403,5		882	520	154	367,0	7,0	2,0	358,0	1058,0	538,0	180,0	2,989	0,4302	359,0	179,0
20,58	20,88	2410,0		885	519	153	367,2	7,0	2,0	358,2	1058,2	539,2	181,0	2,979	0,4271	360,1	179,1
20,79	21,09	2416,5		888	519	153	367,5	7,0	2,0	358,5	1058,5	539,5	181,0	2,980	0,4268	360,2	179,2
21,00	21,31	2423,0		891	518	152	367,7	7,0	2,0	358,7	1058,7	540,7	182,0	2,971	0,4238	361,4	179,4
21,21	21,52	2429,6		894	518	152	368,0	7,0	2,0	358,9	1058,9	540,9	182,0	2,972	0,4235	361,5	179,5

$$\sigma_{mb}=N*(-40\varepsilon^2+18\varepsilon)*1.9*t/D$$

KOPMA ANINDAKİ

σ_3 , kN	700,0
σ_1 , kN	1037,3
ε , %	10,65
A_s , mm ²	2134,5
P, N	738

u, kPa	539
$(\sigma_1-\sigma_3)_m$, kPa	345,8
σ_{dr} , kPa	7,0
σ_{mb} , kPa	1,5
$(\sigma_1-\sigma_3)_c$, kPa	337,3

σ_1' , kPa	498,3
σ_3' , kPa	161,0
σ_1'/σ_3' , kPa	3,095
Kopma seçimi	EAGO

DG = Deviyatör Gerilme

EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı

SBB = Sabit Boşluk Basıncı

SH = Sabit Hacim



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



SU İÇERİĞİ DENEYİ FORMU

Laboratuvar no - Deney tarihi -
 Numuneyi gönderen Zemin Mekaniği Lab Önü Deneyi yapan E Serin
 Ait olduğu proje Araştırma numunesi Kontrol eden Dr. V. Özaydın

Sıra No	Numune No	Kap No	Kap W ₁ , g	Kap+yaş numune W ₂ , g	Kap+kuru numune W ₃ , g	Su miktarı W ₂ -W ₃ , g	Kuru numune W ₃ -W ₁ , g	$W_n = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1}$ %	Düşünceler
1	CU Deney sonrası 1	86	48,8	480,9	413,7	67,2	364,9	18,4	Yaş = 432,1 g
2	CU Deney sonrası 2	73	50,4	478,8	416,5	62,3	366,1	17,0	Yaş = 428,4 g
3	CU Deney sonrası 3	103	50,4	477,6	415,4	62,2	365,0	17,0	Yaş = 427,2 g
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



ETKİLİ ÜÇ EKSENLİ KIRMA (ÖZET)

Laboratuvar no	-	Numune boyu, L_0 , cm	10,0
Numuneyi gönderen	-	Numune çapı, D_0 , cm	5,0
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü	Numune kesit alanı, A_0 , cm^2	19,63
Kuyu veya sondaj no	-	Numune hacmi, V_0 , cm^3	196,35
Numune No	Araştırma	Drenaj	Çevre ve tek çıkış
Derinlik, m	-	Yoğunluk, γ_s , g/cm^3	2,75
Denei tipi	CU		

DOYURMA	Numune No	Tabii birim ağırlık γ_n g/cm^3	Su içeriği W_n %	Yaş malzeme ağırlığı g	Boşluk oranı $e_0 = \gamma_s / \gamma_d - 1$	Doygunluk $S = W_n \gamma_s / e_0$ %	Hücre Basıncı σ_3 kPa	Ters Basıncı u_b kPa	Boşluk Suyu Basıncı u kPa	B	Numuneye Giren Su Hacmi V cm^3
	1	2,10	13,5	412,3	0,49	76,3	450	340	420	0,82	33,0
2	2,10	13,5	412,3	0,49	76,3	450	340	417	0,79	31,4	
3	2,10	13,5	412,3	0,49	76,3	450	340	422	0,82	31,4	
4											

KONSOLIDASYON	Numune No	Kırma Hücre Basıncı σ_3 kPa	Boşluk Suyu Basıncı u_i kPa	Boşluk Suyu Basıncı u_c kPa	Numuneden Çıkan Su Hacmi ΔV_c cm^3	Dağılıma Yüzdesi U %	Kon. Süresi Δt Dakika	t_{100} Dakika	F	t_f Dakika	Muhtemel Kırılma ε_f %
	1	500	462	343	6,2	97,5	156	13,7	1,8	120,0	4
2	600	541	349	6,8	95,6	1051	17,7	1,8	120,0	8	
3	700	646	366	8,5	91,5	240	11,2	1,8	120,0	12	
4											

(Eğer $t_c < 120$ ise $t_f = 120$)

KONSOLIDASYON	Numune No	λ	ε_{vol}	A_c	D_c	L_c	V_c	m_{vi}	c_{vi}	Muhtemel Kesme Hızı $\varepsilon_f^* L_c / t_f$ mm/dakika	Kesme Hızı d_f mm/dakika
	1	80	0,0316	1922,16	49,47	98,95	190,15	0,265	3,684	0,0330	0,0250
2	80	0,0346	1918,16	49,42	98,85	189,55	0,180	2,846	0,0659	0,0500	
3	80	0,0433	1906,83	49,27	98,56	187,85	0,155	4,471	0,0986	0,0250	
4											

KIRMA	Numune No	Denei Sonu $\varepsilon = \Delta L / L_c$ %	$\varepsilon_v = \Delta V / V_c$ %	Kesme Gözlemdi	Yük F N	Boşluk Suyu Basıncı u cm^3	Deviyör Gerilme $(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	Eksenel Gerilme $\sigma_1 = \sigma_3 + (\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	Etkili Eksenel Gerilme $\sigma_1' = \sigma_1 - u$ kPa	Etkili Yan Gerilme $\sigma_3' = \sigma_3 - u$ kPa	Oran σ_1' / σ_3' kPa	Denei Sonu Nem %
	1	11,25	EAGO	497	404	220,9	720,9	316,9	96,0	3,30	18,4	
2	12,53	EAGO	669	459	296,4	896,4	437,4	141,0	3,10	17,0		
3	10,65	EAGO	738	539	337,3	1037,3	498,3	161,0	3,10	17,0		
4												

	Kohezyon kPa	Kesme Açısı ϕ °
Toplam Gerilme	47,4	14,1
Etkili Gerilme	14,7	28,2
Gerilme Rotası	13,1	28,2

Numunenin Kırılma Şekli			
1. Numune	2. Numune	3. Numune	4. Numune

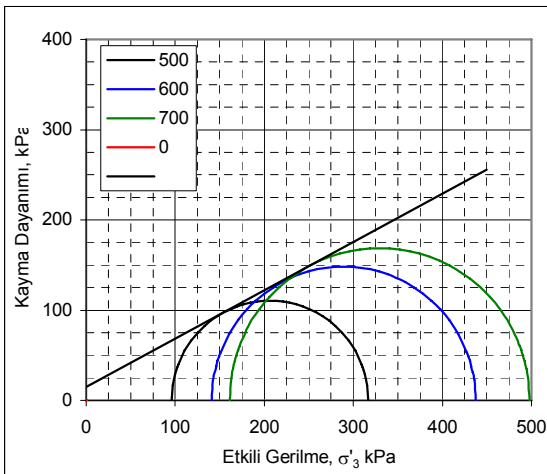
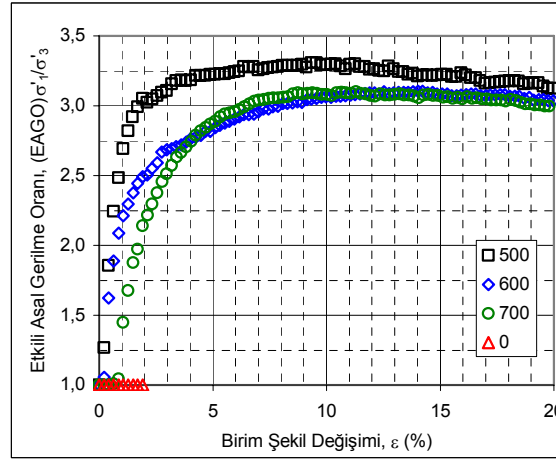
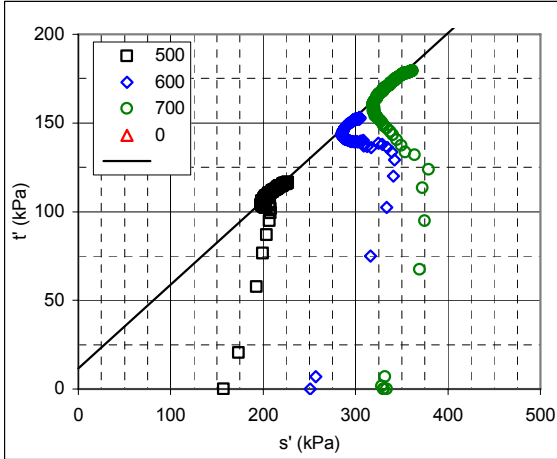
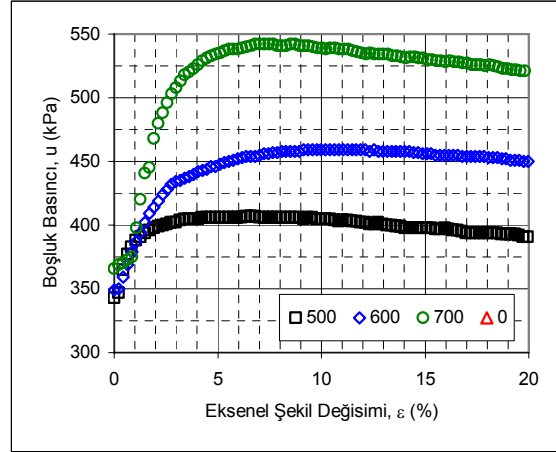
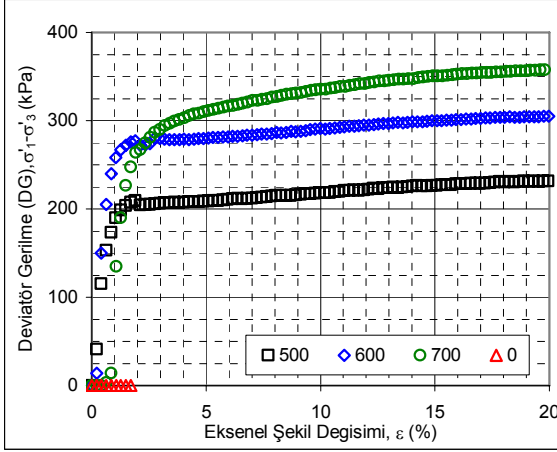
DG = Deviyör Gerilme, EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı, SBB = Sabit Boşluk Basıncı



ÜÇ EKSENLİ (ETKİLİ) DENEYİ FORMU

Laboratuvar no -
Numuneyi gönderen -
Ait olduğu proje Zemin Mekaniği Lab. Önü
Kuyu veya sondaj nc-

Numune no -
Derinlik, m -
Numune tipi -
Deney tipi -
Araştırma Numunesi
Örselemiş
CU



Yükleme hızı (mm/dakika) =	0,025	0,050	0,025	
B =	0,82	0,79	0,82	
ε =	11,25	12,53	10,65	
σ₃ =	500	600	700,0	
(σ₁-σ₃) _c =	220,9	296,4	337,3	
σ₁ =	720,9	896,4	1037,3	0,0
u _b =	340	340	340	
u =	404	459	539	
σ'₁ =	316,9	437,4	498,3	0,0
σ'₃ =	96,0	141,0	161,0	0,0
Deney Bitişi =	EAGO	EAGO	EAGO	

Efektif Gerilmeye Göre

$$C' \text{ (kPa)} = 14,7$$

$$\phi' \text{ (}^\circ\text{)} = 28,2$$

s' ve t' ne Göre

$$C' \text{ (kPa)} = 13,1$$

$$\phi' \text{ (}^\circ\text{)} = 28,2$$



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CD KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-
Numuneyi gönderen	-
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü
Kuyu veya sondaj no	-
Numune no	Araştırma Numunesi
Derinlik, m	-

A_c , mm ²	1924,36
L_c , mm	99,00
σ_3 , kN	500
V_c ml	190,48
ΔL (mm)	0,21
u , kN	340

Tarih	-
Saat	-
Kırma hızı, mm/dakika	0,01200
σ_{dr} , kN	0,0
Deneideki numune sırası	1

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	$\varepsilon_v = \Delta V / V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1' = \sigma_1 - u$	$\sigma_3' = \sigma_3 - u$	σ_1' / σ_3'	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	%	mm ²	Okuması	N	ΔV	P / A_s	($\hat{\cdot}$)	($\hat{\cdot}$)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0,00	0,00	16,280	1611,1		0	31,01	0,0	0,0	0,0	0,0	500,0	160,0	160,0	1,000	160,0	0,0
0,21	0,21	16,227	1615,5		105	30,91	65,0	0,0	0,0	65,0	565,0	225,0	160,0	1,406	192,5	32,5
0,42	0,42	16,180	1619,9		226	30,82	139,5	0,0	0,1	139,4	639,4	299,4	160,0	1,872	229,7	69,7
0,63	0,64	16,023	1626,4		271	30,52	166,6	0,0	0,1	166,5	666,5	326,5	160,0	2,041	243,3	83,3
0,84	0,85	15,923	1631,8		305	30,33	186,9	0,0	0,1	186,8	686,8	346,8	160,0	2,167	253,4	93,4
1,05	1,06	15,765	1638,4		329	30,03	200,8	0,0	0,2	200,6	700,6	360,6	160,0	2,254	260,3	100,3
1,26	1,27	15,718	1642,8		348	29,94	211,8	0,0	0,2	211,6	711,6	371,6	160,0	2,323	265,8	105,8
1,47	1,48	15,666	1647,4		367	29,84	222,8	0,0	0,3	222,5	722,5	382,5	160,0	2,391	271,3	111,3
1,68	1,70	15,508	1654,0		384	29,54	232,2	0,0	0,3	231,9	731,9	391,9	160,0	2,449	275,9	115,9
1,89	1,91	15,461	1658,5		396	29,45	238,8	0,0	0,3	238,4	738,4	398,4	160,0	2,490	279,2	119,2
2,10	2,12	15,408	1663,1		409	29,35	245,9	0,0	0,4	245,6	745,6	405,6	160,0	2,535	282,8	122,8
2,31	2,33	15,356	1667,8		422	29,25	253,0	0,0	0,4	252,6	752,6	412,6	160,0	2,579	286,3	126,3
2,52	2,55	15,303	1672,4		433	29,15	258,9	0,0	0,4	258,5	758,5	418,5	160,0	2,615	289,2	129,2
2,73	2,76	15,256	1677,0		441	29,06	263,0	0,0	0,5	262,5	762,5	422,5	160,0	2,641	291,3	131,3
2,94	2,97	15,151	1682,8		452	28,86	268,6	0,0	0,5	268,1	768,1	428,1	160,0	2,676	294,1	134,1
3,15	3,18	15,046	1688,5		460	28,66	272,4	0,0	0,5	271,9	771,9	431,9	160,0	2,699	295,9	135,9
3,36	3,39	15,046	1692,3		469	28,66	277,1	0,0	0,6	276,6	776,6	436,6	160,0	2,729	298,3	138,3
3,57	3,61	14,999	1696,9		477	28,57	281,1	0,0	0,6	280,5	780,5	440,5	160,0	2,753	300,3	140,3
3,78	3,82	14,946	1701,7		485	28,47	285,0	0,0	0,6	284,4	784,4	444,4	160,0	2,777	302,2	142,2
3,99	4,03	14,946	1705,5		492	28,47	288,5	0,0	0,7	287,8	787,8	447,8	160,0	2,799	303,9	143,9
4,20	4,24	14,894	1710,3		499	28,37	291,8	0,0	0,7	291,1	791,1	451,1	160,0	2,819	305,5	145,5

ΔL	$\varepsilon=\Delta L/L_c$	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1'=\sigma_1-U$	$\sigma_3'=\sigma_3-U$	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$
mm	%	%	$A_c \cdot (1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$	Okuması	N	ΔV	P/A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4,41	4,45	14,841	1715,2		506	28,27	295,0	0,0	0,7	294,3	794,3	454,3	160,0	2,839	307,1	147,1
4,62	4,67	14,841	1719,0		512	28,27	297,9	0,0	0,8	297,1	797,1	457,1	160,0	2,857	308,5	148,5
4,83	4,88	14,841	1722,8		518	28,27	300,7	0,0	0,8	299,9	799,9	459,9	160,0	2,874	309,9	149,9
5,04	5,09	14,794	1727,6		525	28,18	303,9	0,0	0,8	303,1	803,1	463,1	160,0	2,894	311,5	151,5
5,25	5,30	14,794	1731,5		531	28,18	306,7	0,0	0,8	305,8	805,8	465,8	160,0	2,911	312,9	152,9
5,46	5,52	14,689	1737,5		537	27,98	309,1	0,0	0,9	308,2	808,2	468,2	160,0	2,926	314,1	154,1
5,67	5,73	14,689	1741,4		542	27,98	311,2	0,0	0,9	310,3	810,3	470,3	160,0	2,940	315,2	155,2
5,88	5,94	14,637	1746,4		547	27,88	313,2	0,0	0,9	312,3	812,3	472,3	160,0	2,952	316,1	156,1
6,09	6,15	14,584	1751,4		553	27,78	315,7	0,0	1,0	314,8	814,8	474,8	160,0	2,967	317,4	157,4
6,30	6,36	14,584	1755,4		559	27,78	318,4	0,0	1,0	317,5	817,5	477,5	160,0	2,984	318,7	158,7
6,51	6,58	14,584	1759,4		564	27,78	320,6	0,0	1,0	319,6	819,6	479,6	160,0	2,997	319,8	159,8
6,72	6,79	14,584	1763,4		569	27,78	322,7	0,0	1,0	321,6	821,6	481,6	160,0	3,010	320,8	160,8
6,93	7,00	14,537	1768,4		573	27,69	324,0	0,0	1,1	323,0	823,0	483,0	160,0	3,018	321,5	161,5
7,14	7,21	14,537	1772,4		578	27,69	326,1	0,0	1,1	325,0	825,0	485,0	160,0	3,031	322,5	162,5
7,35	7,42	14,537	1776,5		583	27,69	328,2	0,0	1,1	327,1	827,1	487,1	160,0	3,044	323,5	163,5
7,56	7,64	14,484	1781,7		587	27,59	329,5	0,0	1,1	328,3	828,3	488,3	160,0	3,052	324,2	164,2
7,77	7,85	14,484	1785,8		593	27,59	332,1	0,0	1,2	330,9	830,9	490,9	160,0	3,068	325,5	165,5
7,98	8,06	14,432	1791,0		598	27,49	333,9	0,0	1,2	332,7	832,7	492,7	160,0	3,079	326,4	166,4
8,19	8,27	14,432	1795,1		602	27,49	335,3	0,0	1,2	334,1	834,1	494,1	160,0	3,088	327,1	167,1
8,40	8,48	14,432	1799,3		606	27,49	336,8	0,0	1,2	335,6	835,6	495,6	160,0	3,097	327,8	167,8
8,61	8,70	14,432	1803,5		611	27,49	338,8	0,0	1,3	337,5	837,5	497,5	160,0	3,110	328,8	168,8
8,82	8,91	14,432	1807,7		616	27,49	340,8	0,0	1,3	339,5	839,5	499,5	160,0	3,122	329,7	169,7
9,03	9,12	14,379	1813,0		619	27,39	341,4	0,0	1,3	340,1	840,1	500,1	160,0	3,126	330,1	170,1
9,24	9,33	14,379	1817,3		623	27,39	342,8	0,0	1,3	341,5	841,5	501,5	160,0	3,134	330,7	170,7
9,45	9,55	14,379	1821,5		628	27,39	344,8	0,0	1,4	343,4	843,4	503,4	160,0	3,146	331,7	171,7
9,66	9,76	14,327	1826,9		631	27,29	345,4	0,0	1,4	344,0	844,0	504,0	160,0	3,150	332,0	172,0
9,87	9,97	14,327	1831,2		636	27,29	347,3	0,0	1,4	345,9	845,9	505,9	160,0	3,162	333,0	173,0
10,08	10,18	14,327	1835,6		640	27,29	348,7	0,0	1,4	347,3	847,3	507,3	160,0	3,170	333,6	173,6
10,29	10,39	14,327	1839,9		643	27,29	349,5	0,0	1,4	348,0	848,0	508,0	160,0	3,175	334,0	174,0
10,50	10,61	14,327	1844,3		647	27,29	350,8	0,0	1,5	349,4	849,4	509,4	160,0	3,183	334,7	174,7

ΔL mm	$\varepsilon=\Delta L/L_c$ %	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$ %	A_s $A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	Hacim ΔV mL	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$ kPa	$\sigma_1'=\sigma_1-U$ kPa	$\sigma_3'=\sigma_3-U$ kPa	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$ kPa	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ kPa
10,71	10,82	14,327	1848,6		651	27,29	352,1	0,0	1,5	350,7	850,7	510,7	160,0	3,192	335,3	175,3
10,92	11,03	14,327	1853,1		654	27,29	352,9	0,0	1,5	351,4	851,4	511,4	160,0	3,196	335,7	175,7
11,13	11,24	14,327	1857,5		659	27,29	354,8	0,0	1,5	353,3	853,3	513,3	160,0	3,208	336,6	176,6
11,34	11,45	14,327	1861,9		662	27,29	355,5	0,0	1,5	354,0	854,0	514,0	160,0	3,213	337,0	177,0
11,55	11,67	14,327	1866,4		665	27,29	356,3	0,0	1,6	354,7	854,7	514,7	160,0	3,217	337,4	177,4
11,76	11,88	14,327	1870,9		669	27,29	357,6	0,0	1,6	356,0	856,0	516,0	160,0	3,225	338,0	178,0
11,97	12,09	14,280	1876,4		673	27,20	358,7	0,0	1,6	357,1	857,1	517,1	160,0	3,232	338,5	178,5
12,18	12,30	14,327	1879,9		677	27,29	360,1	0,0	1,6	358,5	858,5	518,5	160,0	3,241	339,3	179,3
12,39	12,52	14,327	1884,5		680	27,29	360,8	0,0	1,6	359,2	859,2	519,2	160,0	3,245	339,6	179,6
12,60	12,73	14,280	1890,1		683	27,20	361,4	0,0	1,6	359,7	859,7	519,7	160,0	3,248	339,9	179,9
12,81	12,94	14,280	1894,7		686	27,20	362,1	0,0	1,7	360,4	860,4	520,4	160,0	3,252	340,2	180,2
13,02	13,15	14,280	1899,4		689	27,20	362,8	0,0	1,7	361,1	861,1	521,1	160,0	3,257	340,5	180,5
13,23	13,36	14,280	1904,0		693	27,20	364,0	0,0	1,7	362,3	862,3	522,3	160,0	3,264	341,1	181,1
13,44	13,58	14,280	1908,7		696	27,20	364,6	0,0	1,7	362,9	862,9	522,9	160,0	3,268	341,5	181,5
13,65	13,79	14,280	1913,4		699	27,20	365,3	0,0	1,7	363,6	863,6	523,6	160,0	3,273	341,8	181,8
13,86	14,00	14,227	1919,3		702	27,10	365,8	0,0	1,7	364,0	864,0	524,0	160,0	3,275	342,0	182,0
14,07	14,21	14,227	1924,0		705	27,10	366,4	0,0	1,8	364,7	864,7	524,7	160,0	3,279	342,3	182,3
14,28	14,42	14,227	1928,8		708	27,10	367,1	0,0	1,8	365,3	865,3	525,3	160,0	3,283	342,7	182,7
14,49	14,64	14,227	1933,6		713	27,10	368,7	0,0	1,8	367,0	867,0	527,0	160,0	3,294	343,5	183,5
14,70	14,85	14,227	1938,4		715	27,10	368,9	0,0	1,8	367,1	867,1	527,1	160,0	3,294	343,5	183,5
14,91	15,06	14,227	1943,2		717	27,10	369,0	0,0	1,8	367,2	867,2	527,2	160,0	3,295	343,6	183,6
15,12	15,27	14,227	1948,1		720	27,10	369,6	0,0	1,8	367,8	867,8	527,8	160,0	3,299	343,9	183,9
15,33	15,48	14,227	1953,0		723	27,10	370,2	0,0	1,8	368,4	868,4	528,4	160,0	3,302	344,2	184,2
15,54	15,70	14,227	1957,9		728	27,10	371,8	0,0	1,8	370,0	870,0	530,0	160,0	3,312	345,0	185,0
15,75	15,91	14,227	1962,8		730	27,10	371,9	0,0	1,9	370,1	870,1	530,1	160,0	3,313	345,0	185,0
15,96	16,12	14,227	1967,8		732	27,10	372,0	0,0	1,9	370,1	870,1	530,1	160,0	3,313	345,1	185,1
16,17	16,33	14,227	1972,8		734	27,10	372,1	0,0	1,9	370,2	870,2	530,2	160,0	3,314	345,1	185,1
16,38	16,55	14,227	1977,8		737	27,10	372,6	0,0	1,9	370,8	870,8	530,8	160,0	3,317	345,4	185,4
16,59	16,76	14,227	1982,9		741	27,10	373,7	0,0	1,9	371,8	871,8	531,8	160,0	3,324	345,9	185,9
16,80	16,97	14,227	1987,9		743	27,10	373,8	0,0	1,9	371,9	871,9	531,9	160,0	3,324	345,9	185,9

ΔL	$\varepsilon=\Delta L/L_c$	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1'=\sigma_1-u$	$\sigma_3'=\sigma_3-u$	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$
mm	%	%	$A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$	Okuması	N	ΔV	P/A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$	kPa	kPa		kPa	kPa
17,01	17,18	14,227	1993,0		746	27,10	374,3	0,0	1,9	372,4	872,4	532,4	160,0	3,327	346,2	186,2
17,22	17,39	14,227	1998,1		748	27,10	374,3	0,0	1,9	372,4	872,4	532,4	160,0	3,328	346,2	186,2
17,43	17,61	14,227	2003,3		751	27,10	374,9	0,0	1,9	373,0	873,0	533,0	160,0	3,331	346,5	186,5
17,64	17,82	14,227	2008,4		754	27,10	375,4	0,0	1,9	373,5	873,5	533,5	160,0	3,334	346,7	186,7
17,85	18,03	14,227	2013,6		756	27,10	375,4	0,0	1,9	373,5	873,5	533,5	160,0	3,334	346,7	186,7
18,06	18,24	14,227	2018,9		759	27,10	376,0	0,0	2,0	374,0	874,0	534,0	160,0	3,338	347,0	187,0
18,27	18,45	14,227	2024,1		761	27,10	376,0	0,0	2,0	374,0	874,0	534,0	160,0	3,338	347,0	187,0
18,48	18,67	14,227	2029,4		764	27,10	376,5	0,0	2,0	374,5	874,5	534,5	160,0	3,341	347,3	187,3
18,69	18,88	14,227	2034,7		765	27,10	376,0	0,0	2,0	374,0	874,0	534,0	160,0	3,338	347,0	187,0
18,90	19,09	14,227	2040,0		768	27,10	376,5	0,0	2,0	374,5	874,5	534,5	160,0	3,341	347,2	187,2
19,11	19,30	14,227	2045,4		770	27,10	376,5	0,0	2,0	374,5	874,5	534,5	160,0	3,340	347,2	187,2
19,32	19,52	14,227	2050,8		773	27,10	376,9	0,0	2,0	374,9	874,9	534,9	160,0	3,343	347,5	187,5
19,53	19,73	14,227	2056,2		775	27,10	376,9	0,0	2,0	374,9	874,9	534,9	160,0	3,343	347,5	187,5
19,74	19,94	14,227	2061,7		778	27,10	377,4	0,0	2,0	375,4	875,4	535,4	160,0	3,346	347,7	187,7
19,95	20,15	14,227	2067,1		780	27,10	377,3	0,0	2,0	375,3	875,3	535,3	160,0	3,346	347,7	187,7
20,16	20,36	14,227	2072,6		782	27,10	377,3	0,0	2,0	375,3	875,3	535,3	160,0	3,346	347,6	187,6
20,37	20,58	14,227	2078,2		785	27,10	377,7	0,0	2,0	375,7	875,7	535,7	160,0	3,348	347,9	187,9
20,58	20,79	14,227	2083,7		786	27,10	377,2	0,0	2,0	375,2	875,2	535,2	160,0	3,345	347,6	187,6
20,79	21,00	14,227	2089,3		790	27,10	378,1	0,0	2,0	376,1	876,1	536,1	160,0	3,351	348,0	188,0
21,00	21,21	14,227	2095,0		792	27,10	378,0	0,0	2,0	376,0	876,0	536,0	160,0	3,350	348,0	188,0
21,21	21,42	14,227	2100,6		795	27,10	378,5	0,0	2,0	376,4	876,4	536,4	160,0	3,353	348,2	188,2

$$* \sigma_{mb}=N*(-40\varepsilon^2+18\varepsilon)*1.9*t/D$$

KOPMA ANINDAKİ

σ_3 , kN	500,0
σ_1 , kN	864,1
ε , %	14,00
A_s , mm ²	1919,3
P, N	702

u, kPa	340
$(\sigma_1-\sigma_3)_m$, kPa	365,8
σ_{dr} , kPa	0,0
σ_{mb} , kPa	1,7
$(\sigma_1-\sigma_3)_c$, kPa	364,1

σ_1' , kPa	524,1
σ_3' , kPa	160,0
σ_1'/σ_3' , kPa	3,276
Kopma seçimi	SH

DG = Deviyatör Gerilme

EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı

SBB = Sabit Boşluk Basıncı

SH = Sabit Hacim



CU/CD KONSOLİDASYON DENEY FORMU

Laboratuvar no -
Numuneyi gönderen Zemin Mekanikliği Lab. Önü

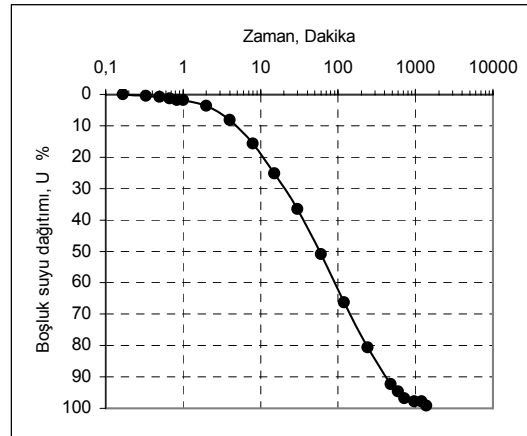
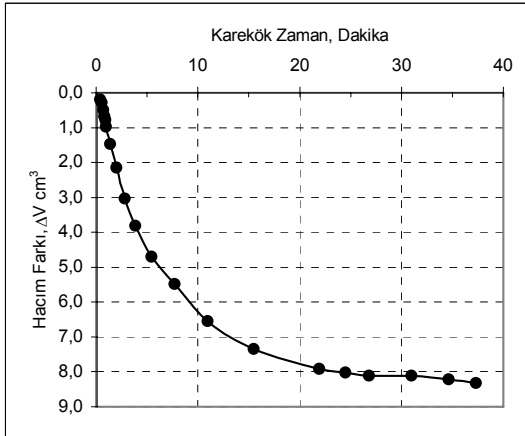
Ait olduğu proje Araştırma
Kuyu veya sondaj No -
Numune No -
Derinlik, m -
Tarih -
Saat -
Deneydeki numune sırası 2

Konsolidasyon çevre basıncı, σ_3	600
Konsolidasyon başlangıcı ters basınç, u_b	340
Konsolidasyon için gerekli etkili konsolidasyon basıncı, $\sigma_3' = \sigma_3 - u_b$	260
Boşluk suyu basıncının sabit kaldığı değer, u_i	562

Geçen Süre t Dakika	\sqrt{t}	Hacim		Boşluk Suyu Basıncı		
		Okuma	Fark	u	$u_i - u$	$U = (u_i - u) / (u_i - u_b) * 100$
0	0,000		0,00	562	0	0,00
0,167	0,409		0,20	562	0	0,00
0,333	0,577		0,29	561	1	0,45
0,500	0,707		0,49	560	2	0,90
0,667	0,817		0,68	559	3	1,35
0,833	0,913		0,78	558	4	1,80
1	1,000		0,98	558	4	1,80
2	1,414		1,47	554	8	3,60
4	2,000		2,15	544	18	8,11
8	2,828		3,03	527	35	15,77
15	3,873		3,82	506	56	25,23
30	5,477		4,70	481	81	36,49
60	7,746		5,48	449	113	50,90
120	10,954		6,55	415	147	66,22
240	15,492		7,34	383	179	80,63
480	21,909		7,92	357	205	92,34
600	24,495		8,02	352	210	94,59
720	26,833		8,12	347	215	96,85
960	30,984		8,12	345	217	97,75
1200	34,641		8,22	345	217	97,75
1392	37,310		8,32	342	220	99,10
Konsolidasyon hacim değişimi, ΔV_c , cm ³			8,32			

Dağıtılan fazla boşluk suyu basıncı, $u_i - u_b$	222	$\varepsilon_{vo} = \Delta V_c / V_0$	0,0424	$V_c = V_0 - \Delta V_c$	188,03
Konsolidasyon sonundaki boşluk suyu basıncı, u_c	342	$A_c = A_0(1 - 2\varepsilon_{vo})$	1908,03	$m_v = 1000\varepsilon_{vo} / (u_i - u_c)$ (m ² /MN)	0,193
		$D_c = (4A_c / \pi)^{0,5}$	49,29	$C_v = 1.65 * D_c^2 / (\lambda * t_{100})$ (m ² /yıl)	78,907
		$L_c = L_0(1 - \varepsilon_{vo} / 3)$	98,59		

λ	F	t_{100}	$t_r = F * t_{100}$	ε_r	$d_r = \varepsilon_r * L_c / t_r$
1	8,5	50,8	431,80	0,0700	0,0160
			120,0000	0,0700	0,0575





DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CD KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-
Numuneyi gönderen	-
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü
Kuyu veya sondaj no	-
Numune no	Araştırma Numunesi
Derinlik, m	-

A_c , mm ²	1908,03
L_c , mm	98,59
σ_3 , kN	600
V_c ml	188,03
ΔL (mm)	0,21
u , kN	340

Tarih	-
Saat	-
Kırma hızı, mm/dakika	0,01200
σ_{dr} , kN	0,0
Deneideki numune sırası	2

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	$\varepsilon_v = \Delta V / V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1' = \sigma_1 - u$	$\sigma_3' = \sigma_3 - u$	σ_1' / σ_3'	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	%	mm ²	Okuması	N	ΔV	P / A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0,00	0,00	17,481	1574,5		0	32,87	0,0	0,0	0,0	0,0	600,0	260,0	260,0	1,000	260,0	0,0
0,21	0,21	17,481	1577,8		68	32,87	43,1	0,0	0,0	43,1	643,1	303,1	260,0	1,166	281,5	21,5
0,42	0,43	17,481	1581,2		231	32,87	146,1	0,0	0,1	146,0	746,0	406,0	260,0	1,562	333,0	73,0
0,63	0,64	17,391	1586,3		315	32,70	198,6	0,0	0,1	198,5	798,5	458,5	260,0	1,763	359,2	99,2
0,84	0,85	17,327	1591,0		374	32,58	235,1	0,0	0,2	234,9	834,9	494,9	260,0	1,904	377,5	117,5
1,05	1,07	17,274	1595,4		418	32,48	262,0	0,0	0,2	261,8	861,8	521,8	260,0	2,007	390,9	130,9
1,26	1,28	17,221	1599,9		454	32,38	283,8	0,0	0,2	283,5	883,5	543,5	260,0	2,091	401,8	141,8
1,47	1,49	17,167	1604,4		481	32,28	299,8	0,0	0,3	299,5	899,5	559,5	260,0	2,152	409,8	149,8
1,68	1,70	17,066	1609,8		503	32,09	312,5	0,0	0,3	312,2	912,2	572,2	260,0	2,201	416,1	156,1
1,89	1,92	17,066	1613,3		523	32,09	324,2	0,0	0,3	323,8	923,8	583,8	260,0	2,246	421,9	161,9
2,10	2,13	17,013	1617,9		539	31,99	333,2	0,0	0,4	332,8	932,8	592,8	260,0	2,280	426,4	166,4
2,31	2,34	16,960	1622,4		552	31,89	340,2	0,0	0,4	339,8	939,8	599,8	260,0	2,307	429,9	169,9
2,52	2,56	16,859	1628,0		563	31,70	345,8	0,0	0,4	345,4	945,4	605,4	260,0	2,328	432,7	172,7
2,73	2,77	16,806	1632,6		574	31,60	351,6	0,0	0,5	351,1	951,1	611,1	260,0	2,350	435,6	175,6
2,94	2,98	16,806	1636,2		583	31,60	356,3	0,0	0,5	355,8	955,8	615,8	260,0	2,369	437,9	177,9
3,15	3,20	16,753	1640,8		592	31,50	360,8	0,0	0,5	360,3	960,3	620,3	260,0	2,386	440,1	180,1
3,36	3,41	16,753	1644,4		600	31,50	364,9	0,0	0,6	364,3	964,3	624,3	260,0	2,401	442,2	182,2
3,57	3,62	16,652	1650,1		608	31,31	368,5	0,0	0,6	367,9	967,9	627,9	260,0	2,415	443,9	183,9
3,78	3,83	16,652	1653,7		616	31,31	372,5	0,0	0,6	371,9	971,9	631,9	260,0	2,430	445,9	185,9
3,99	4,05	16,598	1658,4		623	31,21	375,7	0,0	0,7	375,0	975,0	635,0	260,0	2,442	447,5	187,5
4,20	4,26	16,545	1663,2		629	31,11	378,2	0,0	0,7	377,5	977,5	637,5	260,0	2,452	448,7	188,7

ΔL	$\varepsilon = \Delta L/L_c$	$\varepsilon_v = \Delta V/V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1' = \sigma_1 - U$	$\sigma_3' = \sigma_3 - U$	σ_1'/σ_3'	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$
mm	%	%	$A_c \cdot (1 - \varepsilon_v)/(1 - \varepsilon)$ mm ²	Okuması	N	ΔV mL	P/A_s kPa	($\dot{\quad}$) kPa	($\dot{\quad}$) kPa	kPa	$(\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$ kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4,41	4,47	16,492	1668,0		637	31,01	381,9	0,0	0,7	381,2	981,2	641,2	260,0	2,466	450,6	190,6
4,62	4,69	16,439	1672,8		644	30,91	385,0	0,0	0,8	384,2	984,2	644,2	260,0	2,478	452,1	192,1
4,83	4,90	16,439	1676,5		650	30,91	387,7	0,0	0,8	386,9	986,9	646,9	260,0	2,488	453,5	193,5
5,04	5,11	16,391	1681,2		656	30,82	390,2	0,0	0,8	389,4	989,4	649,4	260,0	2,498	454,7	194,7
5,25	5,33	16,391	1685,0		662	30,82	392,9	0,0	0,8	392,0	992,0	652,0	260,0	2,508	456,0	196,0
5,46	5,54	16,338	1689,9		669	30,72	395,9	0,0	0,9	395,0	995,0	655,0	260,0	2,519	457,5	197,5
5,67	5,75	16,338	1693,7		675	30,72	398,5	0,0	0,9	397,6	997,6	657,6	260,0	2,529	458,8	198,8
5,88	5,96	16,338	1697,5		680	30,72	400,6	0,0	0,9	399,6	999,6	659,6	260,0	2,537	459,8	199,8
6,09	6,18	16,285	1702,5		687	30,62	403,5	0,0	1,0	402,6	1002,6	662,6	260,0	2,548	461,3	201,3
6,30	6,39	16,285	1706,4		693	30,62	406,1	0,0	1,0	405,1	1005,1	665,1	260,0	2,558	462,6	202,6
6,51	6,60	16,231	1711,3		698	30,52	407,9	0,0	1,0	406,9	1006,9	666,9	260,0	2,565	463,4	203,4
6,72	6,82	16,231	1715,2		703	30,52	409,9	0,0	1,0	408,8	1008,8	668,8	260,0	2,572	464,4	204,4
6,93	7,03	16,231	1719,2		709	30,52	412,4	0,0	1,1	411,3	1011,3	671,3	260,0	2,582	465,7	205,7
7,14	7,24	16,184	1724,1		713	30,43	413,5	0,0	1,1	412,5	1012,5	672,5	260,0	2,586	466,2	206,2
7,35	7,46	16,184	1728,1		718	30,43	415,5	0,0	1,1	414,4	1014,4	674,4	260,0	2,594	467,2	207,2
7,56	7,67	16,130	1733,2		723	30,33	417,2	0,0	1,1	416,0	1016,0	676,0	260,0	2,600	468,0	208,0
7,77	7,88	16,077	1738,3		728	30,23	418,8	0,0	1,2	417,6	1017,6	677,6	260,0	2,606	468,8	208,8
7,98	8,09	16,077	1742,3		733	30,23	420,7	0,0	1,2	419,5	1019,5	679,5	260,0	2,614	469,8	209,8
8,19	8,31	16,077	1746,3		739	30,23	423,2	0,0	1,2	422,0	1022,0	682,0	260,0	2,623	471,0	211,0
8,40	8,52	16,024	1751,5		744	30,13	424,8	0,0	1,2	423,5	1023,5	683,5	260,0	2,629	471,8	211,8
8,61	8,73	16,024	1755,6		748	30,13	426,1	0,0	1,3	424,8	1024,8	684,8	260,0	2,634	472,4	212,4
8,82	8,95	15,971	1760,8		754	30,03	428,2	0,0	1,3	426,9	1026,9	686,9	260,0	2,642	473,5	213,5
9,03	9,16	15,971	1765,0		758	30,03	429,5	0,0	1,3	428,2	1028,2	688,2	260,0	2,647	474,1	214,1
9,24	9,37	15,971	1769,1		762	30,03	430,7	0,0	1,3	429,4	1029,4	689,4	260,0	2,652	474,7	214,7
9,45	9,59	15,923	1774,3		767	29,94	432,3	0,0	1,4	430,9	1030,9	690,9	260,0	2,657	475,5	215,5
9,66	9,80	15,923	1778,5		772	29,94	434,1	0,0	1,4	432,7	1032,7	692,7	260,0	2,664	476,4	216,4
9,87	10,01	15,923	1782,7		776	29,94	435,3	0,0	1,4	433,9	1033,9	693,9	260,0	2,669	476,9	216,9
10,08	10,22	15,923	1786,9		780	29,94	436,5	0,0	1,4	435,1	1035,1	695,1	260,0	2,673	477,5	217,5
10,29	10,44	15,923	1791,2		785	29,94	438,3	0,0	1,4	436,8	1036,8	696,8	260,0	2,680	478,4	218,4
10,50	10,65	15,870	1796,6		790	29,84	439,7	0,0	1,5	438,3	1038,3	698,3	260,0	2,686	479,1	219,1

ΔL	$\varepsilon=\Delta L/L_c$	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1'=\sigma_1-U$	$\sigma_3'=\sigma_3-U$	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$
mm	%	%	$A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$	Okuması	N	ΔV	P/A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
10,71	10,86	15,870	1800,9		793	29,84	440,3	0,0	1,5	438,9	1038,9	698,9	260,0	2,688	479,4	219,4
10,92	11,08	15,870	1805,2		798	29,84	442,1	0,0	1,5	440,6	1040,6	700,6	260,0	2,694	480,3	220,3
11,13	11,29	15,817	1810,7		804	29,74	444,0	0,0	1,5	442,5	1042,5	702,5	260,0	2,702	481,3	221,3
11,34	11,50	15,817	1815,0		806	29,74	444,1	0,0	1,5	442,5	1042,5	702,5	260,0	2,702	481,3	221,3
11,55	11,72	15,817	1819,4		811	29,74	445,8	0,0	1,6	444,2	1044,2	704,2	260,0	2,708	482,1	222,1
11,76	11,93	15,817	1823,8		815	29,74	446,9	0,0	1,6	445,3	1045,3	705,3	260,0	2,713	482,6	222,6
11,97	12,14	15,817	1828,2		820	29,74	448,5	0,0	1,6	446,9	1046,9	706,9	260,0	2,719	483,5	223,5
12,18	12,35	15,763	1833,8		823	29,64	448,8	0,0	1,6	447,2	1047,2	707,2	260,0	2,720	483,6	223,6
12,39	12,57	15,763	1838,3		828	29,64	450,4	0,0	1,6	448,8	1048,8	708,8	260,0	2,726	484,4	224,4
12,60	12,78	15,763	1842,8		832	29,64	451,5	0,0	1,6	449,8	1049,8	709,8	260,0	2,730	484,9	224,9
12,81	12,99	15,710	1848,4		836	29,54	452,3	0,0	1,7	450,6	1050,6	710,6	260,0	2,733	485,3	225,3
13,02	13,21	15,710	1853,0		839	29,54	452,8	0,0	1,7	451,1	1051,1	711,1	260,0	2,735	485,6	225,6
13,23	13,42	15,710	1857,5		844	29,54	454,4	0,0	1,7	452,7	1052,7	712,7	260,0	2,741	486,3	226,3
13,44	13,63	15,710	1862,1		848	29,54	455,4	0,0	1,7	453,7	1053,7	713,7	260,0	2,745	486,8	226,8
13,65	13,85	15,710	1866,7		852	29,54	456,4	0,0	1,7	454,7	1054,7	714,7	260,0	2,749	487,3	227,3
13,86	14,06	15,710	1871,4		855	29,54	456,9	0,0	1,7	455,1	1055,1	715,1	260,0	2,751	487,6	227,6
14,07	14,27	15,662	1877,1		859	29,45	457,6	0,0	1,8	455,9	1055,9	715,9	260,0	2,753	487,9	227,9
14,28	14,48	15,662	1881,7		863	29,45	458,6	0,0	1,8	456,8	1056,8	716,8	260,0	2,757	488,4	228,4
14,49	14,70	15,662	1886,4		868	29,45	460,1	0,0	1,8	458,3	1058,3	718,3	260,0	2,763	489,2	229,2
14,70	14,91	15,662	1891,2		871	29,45	460,6	0,0	1,8	458,8	1058,8	718,8	260,0	2,764	489,4	229,4
14,91	15,12	15,662	1895,9		875	29,45	461,5	0,0	1,8	459,7	1059,7	719,7	260,0	2,768	489,9	229,9
15,12	15,34	15,609	1901,9		879	29,35	462,2	0,0	1,8	460,4	1060,4	720,4	260,0	2,771	490,2	230,2
15,33	15,55	15,662	1905,5		883	29,45	463,4	0,0	1,8	461,6	1061,6	721,6	260,0	2,775	490,8	230,8
15,54	15,76	15,609	1911,5		886	29,35	463,5	0,0	1,8	461,7	1061,7	721,7	260,0	2,776	490,8	230,8
15,75	15,98	15,609	1916,3		890	29,35	464,4	0,0	1,9	462,6	1062,6	722,6	260,0	2,779	491,3	231,3
15,96	16,19	15,609	1921,2		894	29,35	465,3	0,0	1,9	463,5	1063,5	723,5	260,0	2,783	491,7	231,7
16,17	16,40	15,609	1926,1		896	29,35	465,2	0,0	1,9	463,3	1063,3	723,3	260,0	2,782	491,7	231,7
16,38	16,61	15,609	1931,0		900	29,35	466,1	0,0	1,9	464,2	1064,2	724,2	260,0	2,785	492,1	232,1
16,59	16,83	15,609	1936,0		904	29,35	466,9	0,0	1,9	465,1	1065,1	725,1	260,0	2,789	492,5	232,5
16,80	17,04	15,556	1942,2		905	29,25	466,0	0,0	1,9	464,1	1064,1	724,1	260,0	2,785	492,0	232,0

ΔL	$\varepsilon=\Delta L/L_c$	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$	A_s $A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$	Ring Okuması	P	Hacim ΔV	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$ P/A _s	σ_{dr} ($\dot{\quad}$)	σ_{mb} ($\dot{\quad}$)	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$	σ_1 $(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$	$\sigma_1'=\sigma_1-u$	$\sigma_3'=\sigma_3-u$	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$
mm	%	%	mm ²		N	mL	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa		kPa	kPa
17,01	17,25	15,556	1947,2		910	29,25	467,3	0,0	1,9	465,4	1065,4	725,4	260,0	2,790	492,7	232,7
17,22	17,47	15,556	1952,2		914	29,25	468,2	0,0	1,9	466,3	1066,3	726,3	260,0	2,793	493,1	233,1
17,43	17,68	15,556	1957,2		918	29,25	469,0	0,0	1,9	467,1	1067,1	727,1	260,0	2,797	493,5	233,5
17,64	17,89	15,556	1962,3		921	29,25	469,3	0,0	1,9	467,4	1067,4	727,4	260,0	2,798	493,7	233,7
17,85	18,11	15,556	1967,4		925	29,25	470,2	0,0	1,9	468,2	1068,2	728,2	260,0	2,801	494,1	234,1
18,06	18,32	15,556	1972,6		928	29,25	470,5	0,0	2,0	468,5	1068,5	728,5	260,0	2,802	494,3	234,3
18,27	18,53	15,556	1977,7		932	29,25	471,3	0,0	2,0	469,3	1069,3	729,3	260,0	2,805	494,6	234,6
18,48	18,74	15,503	1984,1		936	29,15	471,7	0,0	2,0	469,8	1069,8	729,8	260,0	2,807	494,9	234,9
18,69	18,96	15,503	1989,4		938	29,15	471,5	0,0	2,0	469,5	1069,5	729,5	260,0	2,806	494,8	234,8
18,90	19,17	15,503	1994,6		942	29,15	472,3	0,0	2,0	470,3	1070,3	730,3	260,0	2,809	495,1	235,1
19,11	19,38	15,503	1999,9		946	29,15	473,0	0,0	2,0	471,0	1071,0	731,0	260,0	2,812	495,5	235,5
19,32	19,60	15,503	2005,2		949	29,15	473,3	0,0	2,0	471,3	1071,3	731,3	260,0	2,813	495,6	235,6
19,53	19,81	15,503	2010,5		952	29,15	473,5	0,0	2,0	471,5	1071,5	731,5	260,0	2,814	495,8	235,8
19,74	20,02	15,455	2017,0		956	29,06	474,0	0,0	2,0	472,0	1072,0	732,0	260,0	2,815	496,0	236,0
19,95	20,24	15,455	2022,4		959	29,06	474,2	0,0	2,0	472,2	1072,2	732,2	260,0	2,816	496,1	236,1
20,16	20,45	15,455	2027,8		963	29,06	474,9	0,0	2,0	472,9	1072,9	732,9	260,0	2,819	496,4	236,4
20,37	20,66	15,455	2033,2		966	29,06	475,1	0,0	2,0	473,1	1073,1	733,1	260,0	2,820	496,5	236,5
20,58	20,87	15,455	2038,7		969	29,06	475,3	0,0	2,0	473,3	1073,3	733,3	260,0	2,820	496,6	236,6
20,79	21,09	15,455	2044,2		971	29,06	475,0	0,0	2,0	473,0	1073,0	733,0	260,0	2,819	496,5	236,5
21,00	21,30	15,455	2049,7		971	29,06	473,7	0,0	2,0	471,7	1071,7	731,7	260,0	2,814	495,8	235,8
21,21	21,51	15,455	2055,3		971	29,06	472,4	0,0	2,0	470,4	1070,4	730,4	260,0	2,809	495,2	235,2

$$* \sigma_{mb} = N * (-40\varepsilon^2 + 18\varepsilon) * 1.9 * t/D$$

KOPMA ANINDAKİ

σ_3 , kN	600,0
σ_1 , kN	1069,7
ε , %	18,74
A_s , mm ²	1984,1
P, N	936

u, kPa	340
$(\sigma_1-\sigma_3)_m$, kPa	471,7
σ_{dr} , kPa	0,0
σ_{mb} , kPa	2,0
$(\sigma_1-\sigma_3)_c$, kPa	469,7

σ_1' , kPa	729,7
σ_3' , kPa	260,0
σ_1'/σ_3' , kPa	2,807
Kopma seçimi	SH

DG = Deviyör Gerilme

EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı

SBB = Sabit Boşluk Basıncı

SH = Sabit Hacim



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CU/CD KONSOLIDASYON DENEY FORMU

Laboratuvar no -
Numuneyi gönderen Zemin Mekaniği Lab. Önü

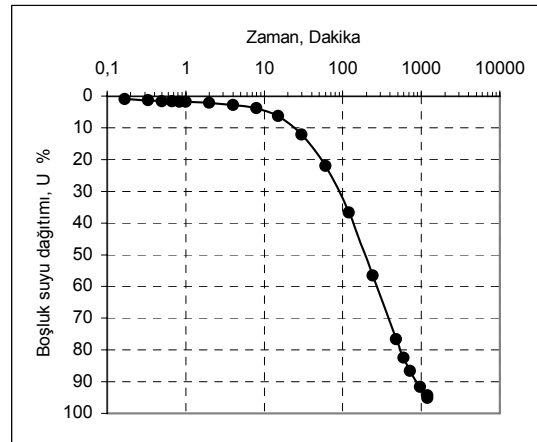
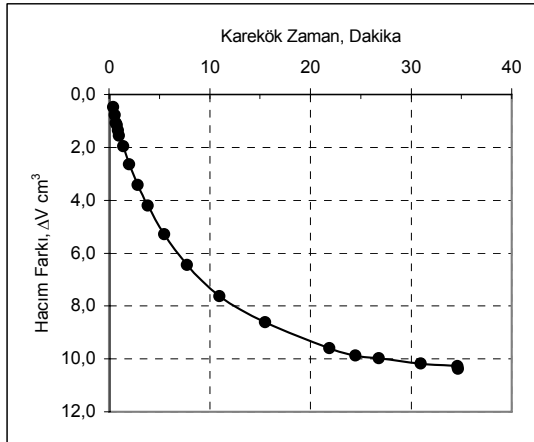
Ait olduğu proje Araştırma
Kuyu veya sondaj No -
Numune No -
Derinlik, m -
Tarih -
Saat -
Deneydeki numune sırası 3

Konsolidasyon çevre basıncı, σ_3	700
Konsolidasyon başlangıcı ters basınç, u_b	340
Konsolidasyon için gerekli etkili konsolidasyon basıncı, $\sigma_3^* = \sigma_3 - u_b$	360
Boşluk suyu basıncının sabit kaldığı değer, u_i	653

Geçen Süre t Dakika	\sqrt{t}	Hacim		Boşluk Suyu Basıncı		
		Okuma	Fark	u	$u_i - u$	$U = (u_i - u) / (u_i - u_b) * 100$
0	0,000		0,00	651	2	0,64
0,167	0,409		0,49	650	3	0,96
0,333	0,577		0,78	649	4	1,28
0,500	0,707		1,08	648	5	1,60
0,667	0,817		1,17	648	5	1,60
0,833	0,913		1,37	647	6	1,92
1	1,000		1,57	647	6	1,92
2	1,414		1,96	646	7	2,24
4	2,000		2,64	644	9	2,88
8	2,828		3,42	641	12	3,83
15	3,873		4,21	633	20	6,39
30	5,477		5,28	615	38	12,14
60	7,746		6,46	584	69	22,04
120	10,954		7,63	538	115	36,74
240	15,492		8,61	476	177	56,55
480	21,909		9,59	413	240	76,68
600	24,495		9,88	395	258	82,43
720	26,833		9,98	382	271	86,58
960	30,984		10,17	366	287	91,69
1200	34,641		10,27	358	295	94,25
1201	34,655		10,37	355	298	95,21
Konsolidasyon hacim değişimi, ΔV_e , cm^3				10,37		

Dağıtılan fazla boşluk suyu basıncı, $u_i - u_b$	313	$\varepsilon_{vol} = \Delta V_e / V_0$	0,0528	$V_e = V_0 - \Delta V_e$	185,98
Konsolidasyon sonundaki boşluk suyu basıncı, u_c	355	$A_c = A_0(1 - 2\varepsilon_{vol})^2$	1894,36	$m_{vi} = 1000\varepsilon_{vol} / (u_i - u_c)$ (m^2/MN)	0,177
		$D_c = (4A_c / \pi)^{0,5}$	49,11	$C_{vi} = 1,65 * D_c^2 / (\lambda t_{100})$ ($m^2/yıl$)	69,820
		$L_c = L_0(1 - \varepsilon_{vol} / 3)$	98,24		

λ	F	t_{100}	$t_r = F * t_{100}$	ε_r	$d_r = \varepsilon_r * L_c / t_r$
1	8,5	57	484,50	0,1000	0,0203
			120,0000	0,1000	0,0819





DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



CD KAYMA DAYANIMI DENEYİ FORMU

Laboratuvar no	-
Numuneyi gönderen	-
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü
Kuyu veya sondaj no	-
Numune no	Araştırma Numunesi
Derinlik, m	-

A_c , mm ²	1894,36
L_c , mm	98,24
σ_3 , kN	700
V_c ml	185,98
ΔL (mm)	0,21
u , kN	340

Tarih	-
Saat	-
Kırma hızı, mm/dakika	0,01200
σ_{dr} , kN	0,0
Deneideki numune sırası	3

ΔL	$\varepsilon = \Delta L / L_c$	$\varepsilon_v = \Delta V / V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1 - \sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1' = \sigma_1 - u$	$\sigma_3' = \sigma_3 - u$	σ_1' / σ_3'	$s' = (\sigma_1' + \sigma_3') / 2$	$t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$
mm	%	%	mm ²	Okuması	N	ΔV	P / A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0,00	0,00	18,620	1541,6		0	34,63	0,0	0,0	0,0	0,0	700,0	360,0	360,0	1,000	360,0	0,0
0,21	0,21	18,620	1544,9		1	34,63	0,6	0,0	0,0	0,6	700,6	360,6	360,0	1,002	360,3	0,3
0,42	0,43	18,620	1548,2		20	34,63	12,9	0,0	0,1	12,8	712,8	372,8	360,0	1,036	366,4	6,4
0,63	0,64	18,620	1551,6		50	34,63	32,2	0,0	0,1	32,1	732,1	392,1	360,0	1,089	376,1	16,1
0,84	0,86	18,567	1555,9		258	34,53	165,8	0,0	0,2	165,7	865,7	525,7	360,0	1,460	442,8	82,8
1,05	1,07	18,518	1560,2		364	34,44	233,3	0,0	0,2	233,1	933,1	593,1	360,0	1,648	476,6	116,6
1,26	1,28	18,464	1564,6		427	34,34	272,9	0,0	0,2	272,7	972,7	632,7	360,0	1,757	496,3	136,3
1,47	1,50	18,357	1570,1		471	34,14	300,0	0,0	0,3	299,7	999,7	659,7	360,0	1,833	509,9	149,9
1,68	1,71	18,497	1570,8		514	34,40	327,2	0,0	0,3	326,9	1026,9	686,9	360,0	1,908	523,5	163,5
1,89	1,92	18,201	1580,0		548	33,85	346,8	0,0	0,3	346,5	1046,5	706,5	360,0	1,963	533,3	173,3
2,10	2,14	18,147	1584,5		575	33,75	362,9	0,0	0,4	362,5	1062,5	722,5	360,0	2,007	541,3	181,3
2,31	2,35	18,093	1589,0		603	33,65	379,5	0,0	0,4	379,1	1079,1	739,1	360,0	2,053	549,5	189,5
2,52	2,57	18,045	1593,4		626	33,56	392,9	0,0	0,4	392,4	1092,4	752,4	360,0	2,090	556,2	196,2
2,73	2,78	18,045	1596,9		647	33,56	405,2	0,0	0,5	404,7	1104,7	764,7	360,0	2,124	562,3	202,3
2,94	2,99	17,937	1602,5		668	33,36	416,8	0,0	0,5	416,3	1116,3	776,3	360,0	2,157	568,2	208,2
3,15	3,21	17,830	1608,2		686	33,16	426,6	0,0	0,5	426,0	1126,0	786,0	360,0	2,183	573,0	213,0
3,36	3,42	17,830	1611,7		702	33,16	435,6	0,0	0,6	435,0	1135,0	795,0	360,0	2,208	577,5	217,5
3,57	3,63	17,830	1615,3		718	33,16	444,5	0,0	0,6	443,9	1143,9	803,9	360,0	2,233	581,9	221,9
3,78	3,85	17,781	1619,8		733	33,07	452,5	0,0	0,6	451,9	1151,9	811,9	360,0	2,255	585,9	225,9
3,99	4,06	17,728	1624,5		746	32,97	459,2	0,0	0,7	458,5	1158,5	818,5	360,0	2,274	589,3	229,3
4,20	4,28	17,674	1629,2		761	32,87	467,1	0,0	0,7	466,4	1166,4	826,4	360,0	2,296	593,2	233,2

ΔL mm	$\varepsilon=\Delta L/L_c$ %	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$ %	A_s $A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$ mm ²	Ring Okuması	P N	Hacim ΔV mL	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$ P/A _s kPa	σ_{dr} ($\dot{\quad}$) kPa	σ_{mb} ($\dot{\quad}$) kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$ kPa	σ_1 $(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$ kPa	$\sigma_1'=\sigma_1-U$ kPa	$\sigma_3'=\sigma_3-U$ kPa	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$ kPa	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ kPa
4,41	4,49	17,674	1632,9		774	32,87	474,0	0,0	0,7	473,3	1173,3	833,3	360,0	2,315	596,6	236,6
4,62	4,70	17,674	1636,5		786	32,87	480,3	0,0	0,8	479,5	1179,5	839,5	360,0	2,332	599,8	239,8
4,83	4,92	17,620	1641,3		798	32,77	486,2	0,0	0,8	485,4	1185,4	845,4	360,0	2,348	602,7	242,7
5,04	5,13	17,620	1645,0		809	32,77	491,8	0,0	0,8	491,0	1191,0	851,0	360,0	2,364	605,5	245,5
5,25	5,34	17,572	1649,6		821	32,68	497,7	0,0	0,8	496,8	1196,8	856,8	360,0	2,380	608,4	248,4
5,46	5,56	17,572	1653,4		831	32,68	502,6	0,0	0,9	501,7	1201,7	861,7	360,0	2,394	610,9	250,9
5,67	5,77	17,572	1657,1		842	32,68	508,1	0,0	0,9	507,2	1207,2	867,2	360,0	2,409	613,6	253,6
5,88	5,99	17,464	1663,1		853	32,48	512,9	0,0	0,9	512,0	1212,0	872,0	360,0	2,422	616,0	256,0
6,09	6,20	17,464	1666,9		862	32,48	517,1	0,0	1,0	516,2	1216,2	876,2	360,0	2,434	618,1	258,1
6,30	6,41	17,410	1671,8		872	32,38	521,6	0,0	1,0	520,6	1220,6	880,6	360,0	2,446	620,3	260,3
6,51	6,63	17,410	1675,6		882	32,38	526,4	0,0	1,0	525,4	1225,4	885,4	360,0	2,459	622,7	262,7
6,72	6,84	17,357	1680,5		890	32,28	529,6	0,0	1,0	528,6	1228,6	888,6	360,0	2,468	624,3	264,3
6,93	7,05	17,357	1684,4		901	32,28	534,9	0,0	1,1	533,8	1233,8	893,8	360,0	2,483	626,9	266,9
7,14	7,27	17,357	1688,3		909	32,28	538,4	0,0	1,1	537,3	1237,3	897,3	360,0	2,493	628,7	268,7
7,35	7,48	17,308	1693,2		918	32,19	542,2	0,0	1,1	541,1	1241,1	901,1	360,0	2,503	630,5	270,5
7,56	7,70	17,308	1697,1		927	32,19	546,2	0,0	1,1	545,1	1245,1	905,1	360,0	2,514	632,5	272,5
7,77	7,91	17,255	1702,1		936	32,09	549,9	0,0	1,2	548,7	1248,7	908,7	360,0	2,524	634,4	274,4
7,98	8,12	17,255	1706,1		945	32,09	553,9	0,0	1,2	552,7	1252,7	912,7	360,0	2,535	636,4	276,4
8,19	8,34	17,255	1710,1		954	32,09	557,9	0,0	1,2	556,7	1256,7	916,7	360,0	2,546	638,3	278,3
8,40	8,55	17,201	1715,2		963	31,99	561,5	0,0	1,2	560,2	1260,2	920,2	360,0	2,556	640,1	280,1
8,61	8,76	17,201	1719,2		970	31,99	564,2	0,0	1,3	562,9	1262,9	922,9	360,0	2,564	641,5	281,5
8,82	8,98	17,147	1724,3		977	31,89	566,6	0,0	1,3	565,3	1265,3	925,3	360,0	2,570	642,6	282,6
9,03	9,19	17,147	1728,4		986	31,89	570,5	0,0	1,3	569,2	1269,2	929,2	360,0	2,581	644,6	284,6
9,24	9,41	17,147	1732,5		994	31,89	573,7	0,0	1,3	572,4	1272,4	932,4	360,0	2,590	646,2	286,2
9,45	9,62	17,093	1737,7		1002	31,79	576,6	0,0	1,4	575,3	1275,3	935,3	360,0	2,598	647,6	287,6
9,66	9,83	17,093	1741,8		1009	31,79	579,3	0,0	1,4	577,9	1277,9	937,9	360,0	2,605	648,9	288,9
9,87	10,05	17,045	1747,0		1018	31,70	582,7	0,0	1,4	581,3	1281,3	941,3	360,0	2,615	650,7	290,7
10,08	10,26	17,045	1751,1		1024	31,70	584,8	0,0	1,4	583,3	1283,3	943,3	360,0	2,620	651,7	291,7
10,29	10,47	17,045	1755,3		1032	31,70	587,9	0,0	1,4	586,5	1286,5	946,5	360,0	2,629	653,2	293,2
10,50	10,69	17,045	1759,5		1039	31,70	590,5	0,0	1,5	589,0	1289,0	949,0	360,0	2,636	654,5	294,5

ΔL	$\varepsilon=\Delta L/L_c$	$\varepsilon_v=\Delta V/V_c$	A_s	Ring	P	Hacim	$(\sigma_1-\sigma_3)_m$	σ_{dr}	σ_{mb}	$(\sigma_1-\sigma_3)_c$	σ_1	$\sigma_1'=\sigma_1-U$	$\sigma_3'=\sigma_3-U$	σ_1'/σ_3'	$s'=(\sigma_1'+\sigma_3')/2$	$t'=(\sigma_1-\sigma_3)/2$
mm	%	%	$A_c*(1-\varepsilon_v)/(1-\varepsilon)$	Okuması	N	ΔV	P/A_s	($\dot{\quad}$)	($\dot{\quad}$)	kPa	kPa	$(\sigma_1-\sigma_3)+\sigma_3$	kPa	kPa	kPa	kPa
10,71	10,90	17,045	1763,8		1045	31,70	592,5	0,0	1,5	591,0	1291,0	951,0	360,0	2,642	655,5	295,5
10,92	11,12	16,991	1769,1		1053	31,60	595,2	0,0	1,5	593,7	1293,7	953,7	360,0	2,649	656,8	296,8
11,13	11,33	16,991	1773,4		1059	31,60	597,2	0,0	1,5	595,6	1295,6	955,6	360,0	2,655	657,8	297,8
11,34	11,54	16,991	1777,7		1065	31,60	599,1	0,0	1,5	597,5	1297,5	957,5	360,0	2,660	658,8	298,8
11,55	11,76	16,991	1782,0		1071	31,60	601,0	0,0	1,6	599,4	1299,4	959,4	360,0	2,665	659,7	299,7
11,76	11,97	16,937	1787,5		1078	31,50	603,1	0,0	1,6	601,5	1301,5	961,5	360,0	2,671	660,8	300,8
11,97	12,18	16,937	1791,8		1083	31,50	604,4	0,0	1,6	602,8	1302,8	962,8	360,0	2,674	661,4	301,4
12,18	12,40	16,937	1796,2		1090	31,50	606,8	0,0	1,6	605,2	1305,2	965,2	360,0	2,681	662,6	302,6
12,39	12,61	16,937	1800,6		1095	31,50	608,1	0,0	1,6	606,5	1306,5	966,5	360,0	2,685	663,2	303,2
12,60	12,83	16,884	1806,2		1100	31,40	609,0	0,0	1,7	607,4	1307,4	967,4	360,0	2,687	663,7	303,7
12,81	13,04	16,937	1809,4		1107	31,50	611,8	0,0	1,7	610,1	1310,1	970,1	360,0	2,695	665,1	305,1
13,02	13,25	16,884	1815,1		1111	31,40	612,1	0,0	1,7	610,4	1310,4	970,4	360,0	2,696	665,2	305,2
13,23	13,47	16,884	1819,6		1116	31,40	613,3	0,0	1,7	611,6	1311,6	971,6	360,0	2,699	665,8	305,8
13,44	13,68	16,884	1824,1		1122	31,40	615,1	0,0	1,7	613,4	1313,4	973,4	360,0	2,704	666,7	306,7
13,65	13,89	16,835	1829,7		1127	31,31	616,0	0,0	1,7	614,2	1314,2	974,2	360,0	2,706	667,1	307,1
13,86	14,11	16,835	1834,2		1132	31,31	617,2	0,0	1,7	615,4	1315,4	975,4	360,0	2,709	667,7	307,7
14,07	14,32	16,835	1838,8		1138	31,31	618,9	0,0	1,8	617,1	1317,1	977,1	360,0	2,714	668,6	308,6
14,28	14,54	16,781	1844,6		1141	31,21	618,6	0,0	1,8	616,8	1316,8	976,8	360,0	2,713	668,4	308,4
14,49	14,75	16,835	1848,0		1145	31,31	619,6	0,0	1,8	617,8	1317,8	977,8	360,0	2,716	668,9	308,9
14,70	14,96	16,835	1852,7		1151	31,31	621,3	0,0	1,8	619,5	1319,5	979,5	360,0	2,721	669,7	309,7
14,91	15,18	16,781	1858,5		1156	31,21	622,0	0,0	1,8	620,2	1320,2	980,2	360,0	2,723	670,1	310,1
15,12	15,39	16,781	1863,2		1160	31,21	622,6	0,0	1,8	620,8	1320,8	980,8	360,0	2,724	670,4	310,4
15,33	15,60	16,781	1867,9		1164	31,21	623,1	0,0	1,8	621,3	1321,3	981,3	360,0	2,726	670,7	310,7
15,54	15,82	16,781	1872,7		1166	31,21	622,6	0,0	1,8	620,8	1320,8	980,8	360,0	2,724	670,4	310,4
15,75	16,03	16,728	1878,7		1170	31,11	622,8	0,0	1,9	620,9	1320,9	980,9	360,0	2,725	670,5	310,5
15,96	16,25	16,728	1883,5		1192	31,11	632,9	0,0	1,9	631,0	1331,0	991,0	360,0	2,753	675,5	315,5
16,17	16,46	16,728	1888,3		1188	31,11	629,1	0,0	1,9	627,3	1327,3	987,3	360,0	2,742	673,6	313,6
16,38	16,67	16,728	1893,1		1189	31,11	628,1	0,0	1,9	626,2	1326,2	986,2	360,0	2,739	673,1	313,1
16,59	16,89	16,728	1898,0		1188	31,11	625,9	0,0	1,9	624,0	1324,0	984,0	360,0	2,733	672,0	312,0
16,80	17,10	16,728	1902,9		1189	31,11	624,8	0,0	1,9	622,9	1322,9	982,9	360,0	2,730	671,5	311,5



DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



ETKİLİ ÜÇ EKSENLİ KIRMA (ÖZET)

Laboratuvar no	-	Numune boyu, L_0 , cm	10,0
Numuneyi gönderen	-	Numune çapı, D_0 , cm	5,0
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü	Numune kesit alanı, A_0 , cm^2	19,63
Kuyu veya sondaj no	-	Numune hacmi, V_0 , cm^3	196,35
Numune No	Araştırma	Drenaj	Tek çıkış
Derinlik, m	-	Yoğunluk, γ_s , g/cm^3	2,74
Deney tipi	CD		

DOYURMA	Numune No	Tabii birim ağırlık	Su içeriği	Yaş malzeme ağırlığı	Boşluk oranı	Doygunluk	Hücre Basıncı	Ters Basınç	Boşluk Suyu Basıncı	B	Numuneye Giren Su Hacmi
		γ_n g/cm^3	W_n %	g	$e_0 = \gamma_s / \gamma_d - 1$	$S = W_n \gamma_s / e_0$ %	σ_3 kPa	u_b kPa	u kPa		V cm^3
	1	2,10	13,5	412,3	0,48	76,9	450	340	419	0,82	32,5
	2	2,10	13,5	412,3	0,48	76,9	450	340	424	0,86	36,3
	3	2,10	13,5	412,3	0,48	76,9	450	340	424	0,86	36,4
	4										

KONSOLIDASYON	Numune No	Kırma Hücre Basıncı	Boşluk Suyu Basıncı	Boşluk Suyu Basıncı	Numuneden Çıkan Su Hacmi	Dağılım Yüzdesi	Kon. Süresi	t_{100}	F	t_f	Muhtemel Kırılma
		σ_3 kPa	u_i kPa	u_c kPa	ΔV_c cm^3	U %	Δt Dakika	t_{100} Dakika		$F t_{100}$ Dakika	ϵ_f %
	1	500	454	337	5,9	100,0	3833	22,4	8,5	190,4	4
	2	600	562	340	8,3	98,9	1391	50,8	8,5	431,8	7
	3	700	653	340	10,4	95,1	1464	57,0	8,5	120,0	10
	4										

(Eğer $t_f < 120$ ise $t_f = 120$)

KONSOLIDASYON	Numune No	λ	ϵ_{vol}	A_c	D_c	L_c	V_c	m_{vi}	c_{vi}	Muhtemel Kesme Hızı	Kesme Hızı
			$\Delta V_c / V_0$	$A_0(1 - 2\epsilon_{vol}/3)$ mm^2	$(4A_c/\pi)^{0.5}$ mm	$L_0(1 - \epsilon_{vol}/3)$ mm	$V_0 - \Delta V_c$ cm^3	$1000\epsilon_{vol}/(u_i - u_c)$ m^2/MN	$1.65 \cdot D_c^2 / (\lambda \cdot t_{100})$ $m^2/year$	$\epsilon_f \cdot L_c / t_f$ mm/dakika	d_f mm/dakika
	1	1	0,0300	1924,16	49,50	99,00	190,45	0,257	180,463	0,0208	0,0120
	2	1	0,0423	1908,16	49,29	98,59	188,05	0,190	78,912	0,0160	0,0120
	3	1	0,0530	1894,16	49,11	98,23	185,95	0,169	69,813	0,0819	0,0120
	4										

KIRMA	Numune No	Deney Sonu	Kesme Gözlemdi	Yük	Boşluk Suyu Basıncı	Deviatör Gerilme	Eksenel Gerilme	Etkili Eksenel Gerilme	Etkili Yan Gerilme	Oran	Deney Sonu Nem
		$\epsilon = \Delta L / L_c$ %	$\epsilon_v = \Delta V / V_c$ %	F N	u cm^3	$(\sigma_1 - \sigma_3)_c$ kPa	$\sigma_1 = \sigma_3 + (\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	$\sigma_1' = \sigma_1 - u$ kPa	$\sigma_3' = \sigma_3 - u$ kPa	σ_1' / σ_3' kPa	%
	1	14	SH	702	340	364,1	864,1	524,1	160,0	3,28	16,9
	2	18,74	SH	936	340	469,7	1069,7	729,7	260,0	2,81	17,4
	3	17,96	SH	1195	340	619,2	1319,2	979,2	360,0	2,72	15,3
	4										

	Kohezyon	Kesme Açısı
	kPa	°
Toplam Gerilme		
Etkili Gerilme	55,0	22,5
Gerilme Rotası	62,8	22,6

Numunenin Kırılma Şekli			
1. Numune	2. Numune	3. Numune	4. Numune

DG = Deviatör Gerilme, EAGO = Etkili Asal Gerilme Oranı, SBB = Sabit Boşluk Basıncı

08.FR.41 REV.NO/TARİHİ: 00/-



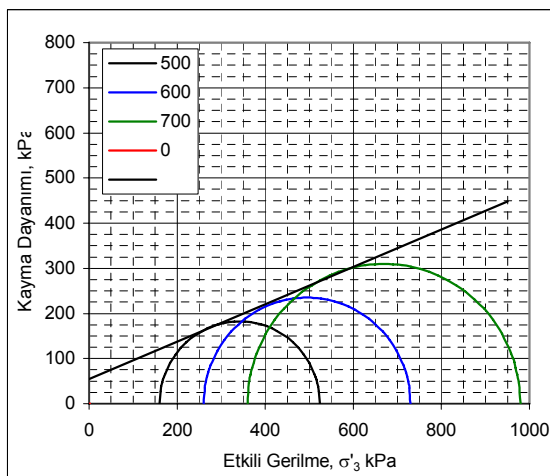
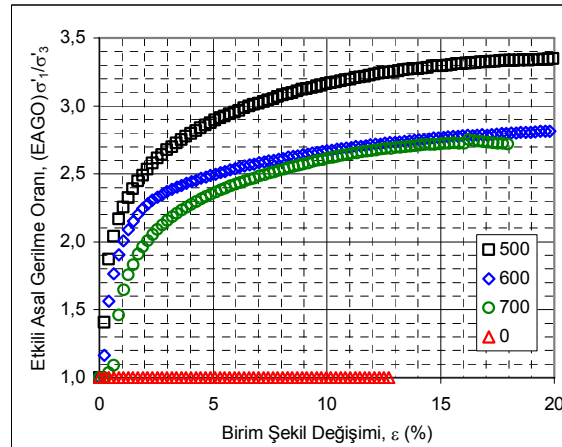
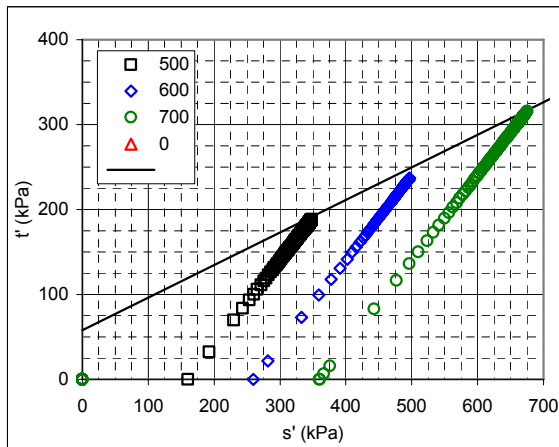
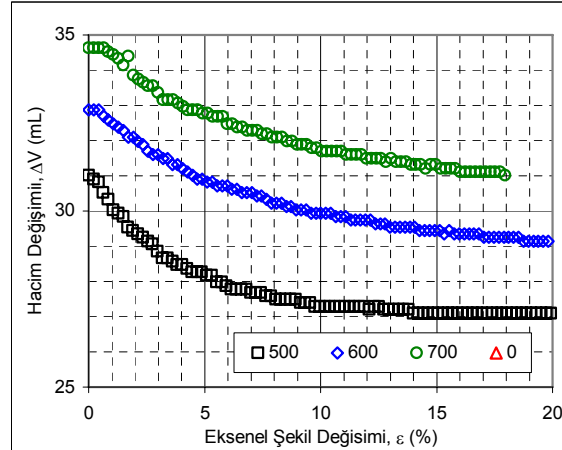
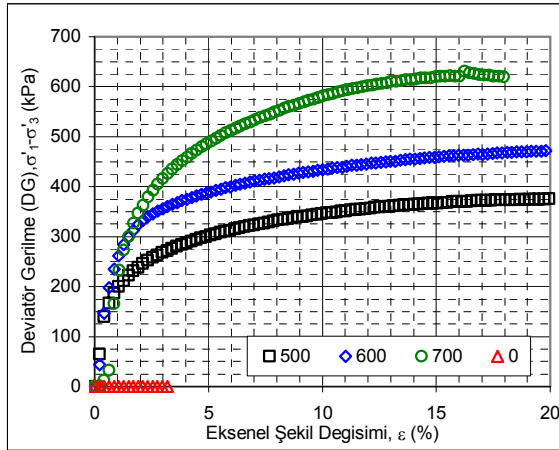
DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı
Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğü



ÜÇ EKSENLİ DENEYİ FORMU (CD)

Laboratuvar no	-
Numuneyi gönderen	-
Ait olduğu proje	Zemin Mekaniği Lab. Önü
Kuyu veya sondaj no	-

Numune no	Araştırma Numunesi
Derinlik, m	-
Numune tipi	Örselenmiş
Deneysel tip	CD



B =	0,82	0,86	0,86	
U (%) =	100,0	99,1	95,2	
Hız (mm/min)	0,0120	0,0120	0,0120	
ε =	14,00	18,74	17,96	
σ₃ =	500	600	700	
(σ₁-σ₃)_c =	364,1	469,7	619,2	
σ₁ =	864,1	1069,7	1319,2	
u_b =	340	340	340	
u =	-	-	-	
σ'₁ =	524,1	729,7	979,2	
σ'₃ =	160,0	260,0	360,0	
Deneysel Bitişi =	SH	SH	SH	

Efektif Gerilmeye Göre

C' (kPa) =	55,0
φ' (°) =	22,5

s' ve t' ne Göre

C' (kPa) =	62,8
φ' (°) =	22,6