

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ENDİREKT (DOLAYLI) ÇEKME DAYANIMI (BRAZILIAN) DENEYİ

GENEL BİLGİLER

Aynı doğrultuda birbirlerinden uzaklaşan zıt yönlerdeki kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeye “Çekme Gerilmesi” denir. Çekme gerilmesi kayaçların boylarında uzamaya, enlerinde ise daralmaya neden olur. Her iki ucundan çekilen bir numunenin yenildiği andaki gerilme değerine “Çekme Dayanımı” denir (σ_t). Çekme dayanımı, kayaçların mekanik özelliklerinden birisidir. Birçok kayaç; birisi çekme asal gerilmesi, diğeri basma asal gerilmesi olan iki eksenli gerilme alanı içerisinde, tek eksenli basma kuvveti ve çekme sonucu kırılır. Çekme dayanımı genel olarak zedelenmemiş sağlam kayanın ayırtkanlığı, sınıflaması ve tanımı için kullanılmakla birlikte bu değer, bazı tasarım problemlerinde de girdi olarak kullanılır.

Kayaçların çekme dayanımını belirlemek için uygulamada “Direkt Çekme” ve “Endirekt Çekme (Brazilian)” olarak tanımlanan iki deney yöntemi bulunmaktadır. “Direkt Çekme Deneyi”nin uygulanmasındaki bazı zorluklardan dolayı daha çok “Endirekt Çekme Deneyi” tercih edilmektedir.

DENEYİN YAPILIŞI

I – Amaç:

ISRM 1981 standartında yapılan bu deneyin amacı, kayaçların tek eksenli çekme dayanımlarının dolaylı yoldan belirlenmesidir. Deneyin özü, yuvarlak disk şeklindeki numuneler üzerine düşey yönde basma kuvveti uygulandığında, numunenin yatay yönde oluşan çekme kuvveti neticesinde kırılması esasına dayanır.

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

II – Deney numuneleri:

Deney için 10 adet yuvarlak disk şeklinde numune kullanılır (Şekil 1). Numune kalınlıkları kendi yarıçaplarına eşit olmalıdır (kalınlık / çap = 1 / 2). Numune çapları en az 54,7 mm (NX) olmalıdır. Numune yüzeyleri birbirine paralel ve düşey eksene dik olmalıdır. Numune alt ve üst yüzeyleri 0.25 mm içinde düzgün olmalıdır.



Şekil 1: Disk şeklinde kayaç numuneleri

III – Deney Düzeneği:

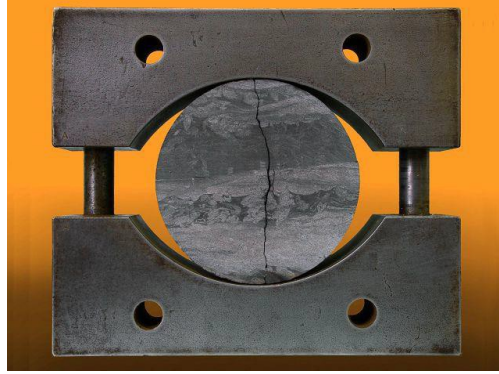
1. Numune üzerine düşey yük uygulayabilecek ve bu yükleri ölçebilecek bir **hidrolik pres**;
2. Disk şeklindeki numunenin çap olarak zıt (yanal) yüzeylerine bir yay boyunca, kırılma anında yaklaşık olarak 10° açıyla temas sağlayacak şekilde tasarlanmış **2 adet çelik çene** (Şekil 2);
3. Yük ve deformasyonu otomatik olarak kaydedecek program veya kalemli kaydedici.

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI



Şekil 2: Çelik çeneler ve deney numunesi

IV – Deneyin Yapılışı:

1. Standartlara uygun olarak hazırlanan 10 adet numunenin, kumpas yardımıyla çap (**D**) ve kalınlıkları (**L**) ölçülerek kaydedilir.
2. Her numunenin tabakalaşma doğrultusu ve bu doğrultuya göre yükleme yönü kaydedilir.
3. Numune, çelik çeneli aygıt içerisine, her ikisinin dönme eksenleri çakışacak şekilde yerleştirilir. Bu durumda yük, numunenin alt ve üst yüzeylerine dik olarak ve çapı boyunca uygulanabilecektir (Şekil 3).
4. Numune üzerine düşey yük devamlı ve sabit bir yükleme hızıyla uygulanır. Yükleme hızının **0,2 kN / saniye** (20,4 kgf / saniye) olarak, zayıf kayaları 15 – 30 saniyede kırarak şekilde uygulanması önerilmektedir.

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

5. Yük ve deformasyon kaydedicisi ile donatılmış bir test makinasında, ilk kırılmanın tam olarak belirlenmesi için deney süresince kayıt alınmalıdır. Numune kırıldığı andaki yük değeri okunarak kaydedilir (F_c). Bazı durumlarda, ilk kırılmadan sonra çatlamış numunenin hala yüke dayandığı ve yükün artmaya devam ettiği gözlenir. Bu yüzden ilk kırılma anının tespiti gerçek F_c değerinin bulunması adına önemlidir. Kaydedici dikkatle izlenmelidir.
6. Numune kırıldıktan sonra şekli çizilir ve kırılma düzlemleri açıkça gösterilir.
7. Kayacın tek eksenli çekme dayanımı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

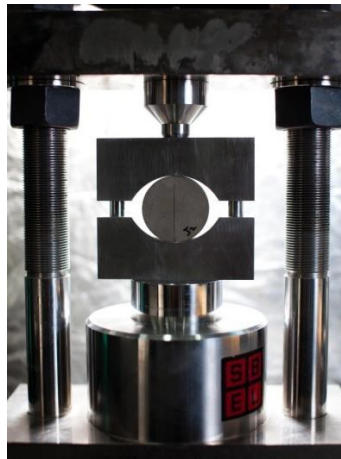
$$\sigma_t = 2 * F_c / \pi * D * L ; \text{ veya } \sigma_t = 0.636 * F_c / * D * L$$

σ_t : Numunenin tek eksenli çekme dayanımı; kgf / cm^2

F_c : Yenilme anındaki yük; kgf

D : Numunenin çapı; cm

L : Numunenin kalınlığı; cm



Şekil 3: Endirekt çekme dayanımı deney düzeneği

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KAYNAKLAR

Ceylanođlu, A., 1996, Kaya Mekanikđi Laboratuvar Deneyleri, T.C. C.Ü. yayınları Ders Notları, 26-29 s.

Emir, E., 2014, Kaya Mekanikđi Ders Notları, ESOGÜ Maden Müh. Ders Notları, 13 s.

ISRM, 1981. Rock Characterization, Testing and Monitoring: ISRM suggested Methods. E.T. Brown (ed.), Pergamon Press, 178-184 s.

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

SORULAR

- 1) Deneyi rapor formatına uygun şekilde kendi cümleleriniz ile anlatınız (20 Puan).
- 2) Direkt ve endirekt çekme deneylerini kıyaslayınız. Uygulamada neden endirekt çekme dayanımı deneyi tercih edilmektedir? Tartışınız (30 puan)
- 3) 4 farklı kayaç numunesi üzerinde yapılan endirekt çekme dayanımı deneyi sonucunda bulunan kırılma yükleri ve kullanılan numune boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre kayaçların çekme dayanımını hesaplayınız. (50 puan)

Kayaç Numuneleri	Kırılma Yüğü (Fc) (kN)	Numune Çapı (D) (mm)	Numune Kalınlığı (L) (mm)	Çekme Dayanımı (σ) (kgf / cm ²)	Çekme Dayanımı (σ) (MPa)
Traverten	7,no	53,30	27,10		
Kireçtaşı	6,no	53,50	26,80		
Andezit	14,no	54,20	27,50		
Granit	21,no	53,60	28,10		

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

NOTLAR:

- Tablolardaki “**Kırılma Yüğü**” sütunundaki virgülden sonraki kısma her öğrenci **kendi öğrenci numarasının son 2 hanesini** yazıp, hesaplamaları öyle yapacaktır.
- Farklı kaynaklarda çekme dayanımı ile ilgili σ_c , τ_c , σ_t , τ_0 gibi değişik simgelere rastlayabilirsiniz. Birçok mühendislikle ilgili formülde karşılaşılabileceğiniz bu farklılıklar önemli olmayıp, arananın simge değil istenilen değer olduğunu göz önünde bulundurunuz.
- $1 \text{ Mpa} = 10,2 \text{ kgf} / \text{cm}^2 = 1 \text{ N} / \text{mm}^2$
 $1 \text{ kN} = 1000 \text{ N} = 102 \text{ kgf}$
- Deney ile ilgili föyün sisteme geç yüklenmesinden dolayı deney raporlarının son teslim zamanı **2 Ocak Salı günü saat 17:00’dir**. Söz konusu saatten sonra getirilen raporlar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Serkan İNAL

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

TRABZON - 2023