

Kil İçeren Zayıf Kayalarda İğne Penetrasyon Direnci Kullanılarak Tek Eksenli Sıkışma Dayanımının Kestirimi

Estimation of Uniaxial Compressive Strength of Clay-bearing Weak Rocks Using Needle Penetration Resistance

Zeynal Abiddin ERGÜLER, Reşat ULUSAY

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara (resat@hacettepe.edu.tr)

ÖZ

Kaya dayanımının belirlenmesi, deney standartlarının öngördüğü koşulları sağlayacak boyutlarda hazırlanmış örnekler üzerinde deney yapılmasını gerekli kılmaktadır. Tek eksenli sıkışma dayanımı, kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında ve değişik tasarım yaklaşımlarında kullanılan önemli bir parametredir. Ancak tek eksenli sıkışma dayanımının tayini için deney standartları veya önerilmiş deney yöntemleri tarafından istenen NQ veya NX çaplı karot örnekleri özellikle zayıf ve ince tabakalı kil içeren kayalardan çoğu kez hazırlanamamaktadır. Tek eksenli sıkışma dayanımı deneyiyle ilgili diğer bir husus da, örnek hazırlama için gerekli süre ve harcanan efordur. Bu güçlükler ve sınırlamalar nedeniyle, tek eksenli sıkışma dayanımının kestirimi için nokta yükleme deneyi ve Schmidt çekici deneyi (ISRM, 1981), disk makaslama dayanım indeksi deneyi (Ulusay vd., 2001) vb. gibi diğer pratik deneysel yöntemler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, kil içeren zayıf kayaların kuruma-ıslanma süreçlerinden kısa sürede etkilenmeleri ve bozunmaya karşı oldukça duyarlı olmaları nedeniyle, bu tür kayalardan söz konusu pratik deneyler için küçük boyutta örneklerin hazırlanması bile oldukça güç olabilmektedir. Geçtiğimiz yıllarda tek eksenli sıkışma dayanımının hızlı ve ucuz bir şekilde tahmini amacıyla Japonya'daki bir üretici kuruluş (www.maruto-group.co.jp) tarafından iğne penetrometresi adı verilen bir deney aleti geliştirilmiş olup, bu alet bozunma derinliğinin değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmıştır (Oyama ve Chigira, 1999). Ancak aleti üreten kuruluşun tek eksenli sıkışma dayanımının iğne penetrometresi direncinden belirlenmesi için esas aldığı veri tabanı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada, tek eksenli sıkışma dayanımının iğne penetrasyon direnci değerlerini esas alan görgül bir ilişkiden kestirimi amacıyla Türkiye'nin 18 farklı yerinden alınmış kil içeren kaya türleri (çamurtaşı, silttaşı, marn ve ignimbirit) üzerinde yoğun bir laboratuvar deney programı gerçekleştirilmiştir. Deneyler havada kurutulmuş, suya doymuş ve %90-100 görelî nem odasında bekletilmiş örnekler üzerinde yapılmış ve 700 g ağırlığında SH-70 model bir iğne penetrometresi ile elektronik kontrollü yükleme ünitesi kullanılmıştır. Deneye tabî tutulan her örnekte 3 ile 10 arasında iğne penetrasyonu deneyi gerçekleştirilmiş olup, değerlendirmelerde elde edilen sonuçların ortalama değerleri kullanılmıştır. 120 örnekte iğne penetrasyon direnci ölçülmüş ve tek eksenli sıkışma dayanımı tayin edilmiştir. Daha sonra tek eksenli sıkışma dayanımı ile iğne penetrasyon direnci arasında görgül bir ilişkinin geliştirilmesi için gerek bu çalışmada elde edilen deney sonuçları, gerekse penetrometreyi üreten kuruluşa ait veri tabanı birlikte kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Bu iki parametre arasında kuru, suya doymuş ve %90-100 görelî nem koşulları için ayrı ayrı görgül eşitlikler elde edilmiştir. Yapılan F-testlerine göre Şekil 1'de verilen görgül eşitliğin bu iki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı ve 0.87 gibi yüksek korelasyon katsayısına sahip bir ilişkiyi temsil ettiği anlaşılmaktadır. Son aşamada ise, bu görgül eşitlikten tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri deneylerden belirlenen değerlerle karşılaştırılmıştır (Şekil 2). Bu karşılaştırma, tek eksenli sıkışma dayanımının iğne penetrasyon direnci değerlerinden oldukça yüksek bir performansla kestirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İğne penetrasyon direnci, Tek eksenli sıkışma dayanımı, Görgül ilişki

ABSTRACT

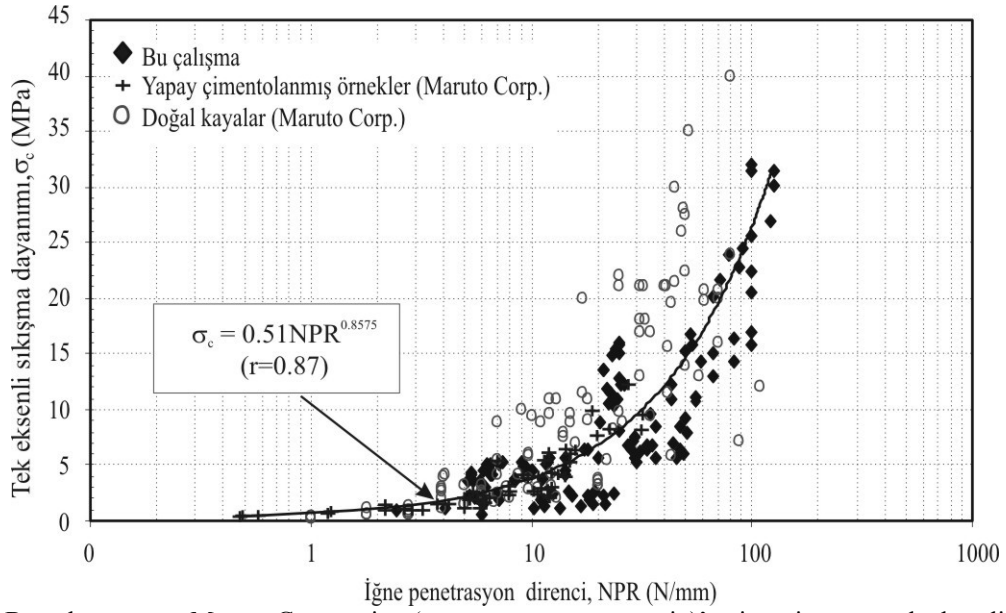
Measurement of rock strength requires testing which must be carried out on test specimens of particular sizes in order to fulfill testing standards. The uniaxial compressive strength (UCS) is an important parameter in rock mass classification and various design approaches. But NQ or NX sizes core samples recommended by testing standards or suggested methods for UCS determinations cannot always be obtained particularly from weak, stratified (thinly bedded) and clay-bearing rocks. Another aspect of the conventional UCS test is the amount of time and labor necessary for sample preparation. Due to these difficulties and limitations, some other practical experimental methods such as point load test and Schmidt hammer test (ISRM, 1981), block punch strength index test (Ulusay et al., 2001) etc. have been developed in order to indirectly estimate the UCS. However, preparation of small specimens from clay-bearing weak rocks for these simple index tests is also difficult, because they heavily disintegrate due to wetting and drying processes within relatively short time and are highly prone to weathering. In recent years, a new and non-destructive testing device called needle penetrometer was developed by a manufacturer in Japan (www.maruto-group.co.jp) for quick and cheap estimation of UCS and it was also used for assessing the depth of weathering (Oyama and Chigira, 1999). However, the database used for the estimation of the UCS from needle penetration resistance by the manufacturer is rather limited.

In this study, a comprehensive testing program was conducted on clay-bearing rocks (mudstone, siltstone, marl and ignimbrite) obtained from 18 different locations in Turkey in order to establish a prediction equation to estimate the UCS from needle penetration resistance (NPR). The experiments were carried out on oven-dried and water saturated samples, and samples waited in the room with 90-100 % relative humidity. A SH-70 model needle penetrometer of 700 g weight was employed and UCS tests were performed by electronically controlled loading frame. The number of NPR readings from each specimen was between 3 and 10 and the mean of these readings was considered in the assessments. The NPR and UCS values were determined on a total of 120 specimens. Both the test results from this study and the data from the manufacturer were employed in the statistical assessments for establishing a prediction model between UCS and NPR. The equations were found for dried, saturated and 90-100 % relative humidity conditions separately. Combination of all test data was also statistically evaluated. Based on the F-test, the equation given in Figure 1 indicates a statistically significant correlation of 0.87 between UCS and NPR. Finally the UCS values estimated from this equation and those from UCS tests were compared (Figure 2). This comparison suggests that the suggested equation shows a good prediction performance for estimation of UCS when the needle penetration device is used.

Key Words: *Needle penetration resistance, Uniaxial compressive strength, Empirical relationship*

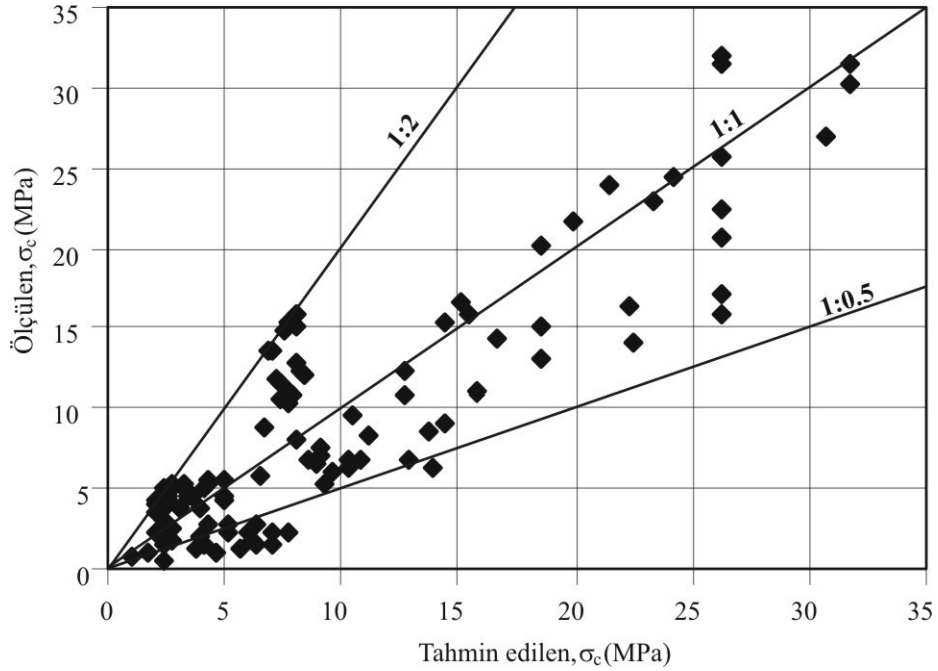
Değinilen Belgeler

- ISRM, 1981. ISRM Suggested Methods: Rock Characterization, Testing and Monitoring. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press, London, 211 pp.*
- Oyama, T., and Chigira, M., 1999. Weathering rate of mudstone and tuff on old unlined tunnel walls. Engineering Geology, 55, 15-27.*
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., and Sülükçü, S., 2001. Draft ISRM suggested method for determining block punch strength index (BPI), International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 38, 1113-1119.*



Şekil 1. Bu çalışmaya ve Maruto Corporation (www.maruto-group.co.jp)'a ait veriye göre tek eksenli sıkışma dayanımı ile iğne penetrasyon direnci arasındaki ilişki.

Figure 1. Relationship between UCS and NPR based on data from this study and Maruto Corporation (www.maruto-group.co.jp).



Şekil 2. Çalışılan kil içeren kaya türleri için deneysel olarak tayin edilmiş ve görgül eşitlikten belirlenmiş tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerinin karşılaştırılması.

Figure 2. Comparison between measured and predicted values of UCS of the studied clay-bearing rocks.