

A New Empirical Approach considering Strength Reducing Curve Zone for Predicting of Strength of Rock Masses

Özge S. Dinç¹, HarunSönmez H², K. Erçin Kasapoğlu², Aycan Coskun², M. Celal Tunusluoğlu¹

¹ Canakkale Onsekizmart University, Department of Geological Engineering, Applied Geology Division, Çanakkale, Turkey ²Hacettepe University, Department of Geological Engineering, Applied Geology Division, 06800 Beytepe, Ankara, Turkey (E-mail: haruns@hacettepe.edu.tr)

Researchers have focused on developing empirical equations for predicting stress-strain behavior of a rock mass, including based on measurements of the discontinuity patterns yoğunlaşmışlardır (Yudhbir et al., 1983; Ramamurty, 1986; Aydan and Dalgıç, 1998; Kalamaris and Bieniawski, 1995; Sheorey, 1997, Hoek and Brown, 1997 ect.). However, most of these equations consider uniaxial compressive strength of rock material (UCS_i) as a scale parameter. At this point, the question of “which one is the best for prediction of the strength of a rock mass?” cannot be definitively answered. Each of them tried to represent their original database. For this reason, an empirical equation in a unique reducing curve form has limited application in generalizing on the prediction of UCS_{RM} from hard rock mass to soft rock mass. But these characterization schemes may not explicitly include the strength and deformability of rock material may play some important role on the strength behavior of particularly soft rock mass. A granite and a marl rock masses may be divided by same discontinuity pattern with same surface properties. For these two cases, it can be said that the values of GSI (Hoek and Brown, 1997 may be evaluated as same. For these two cases, the unique strength reducing ratios on UCS_i are obtained to predict UCS_{RM} when the proposed empirical equations in literature are considered. However, the degree of strength reducing on UCS_i may be expected higher for granite rock mass because full scale post-failure behaviors of hard and soft rock masses will be different. In literature, this situation was firstly discussed by Müller (1963) and Vardar (1977 and 1989). The empirical equation proposed by Vardar (1989) considers types of rock material not only as a scale parameter but also in the degree of reducing on UCS_i . However, the properties of discontinuities such as weathering, infilling, roughness were not considered in the empirical approach proposed by Vardar (1989). In this study, a new empirical approach was developed by considering the stress-strain curve from intact rock to crashed rock masses proposed by Muller (1963). While the structure of rock mass defined by structure rating of Sonmez and Ulusay (1999), the UCS_i and elastic modulus of rock material (E_i) were used together for defining the strength reducing zone. This study is a part of ongoing project of TUBITAK No.108Y002

Kew words: *deformation, strength, rock mass*

References

- Aydan, Ö. and Dalgic, S. (1998) Prediction of deformation behaviour of 3 lanes Bolu tunnels through squeezing rocks of North Anotolian Fault Zone (NAFZ), Reg. Symp. Sedimentary Rock Engineering, Taipei, pp.228-233.
- Hoek E, Brown ET. 1997. Practical estimates of rock mass strength. Int J Rock Mech Min Sci, 34 (8), 1165-1186.
- Kalamaris G.S., Bieniawski Z.T. 1995. A rock mass strength concept for coal incorporating the effect of time. Proc. of 8th Int. Cong. Rock Mechanics. ISRM, Balkema, Rotterdam, 1, 1995:295-302
- Müller, L. 1963. Felsbau Band I. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Ramamurthy, T. 1986. Stability of rock mass, 8th Annual Lecture. Indian Geotech. J., 1986. pp.1-74.
- Sheorey P.R. 1997. Empirical Rock Failure Criteria. Balkema, Rotterdam, 1997, 176 pp.
- Sönmez H, Ulusay R. 1999. Modifications to the geological strength index (GSI) and their applicability to stability of slopes. Int J Rock Mech Min Sci 1999;(36),743-760.
- Vardar, M. 1989. Die Auswirkung der ingenieurgeologisch-felsmechanischen Verhältnisse auf die Planung und Verwirklichung der Istanbul Abwasserstollen in Geologie Felsmechanik Felsbau (ed. Egger, P., Fecker, E., Reik, G.) Festkolloquium L. Müller-Salzburg 1988. Trans Tech Publications, Clausthal.
- Yudhbir, Lemanza, W. and Prinzl, F. An empirical failure criterion for rock masses. Proc. of the 5th International Congress Society of Rock Mechanics Melbourne, 1, 1983. pp.B1-B8.

Kaya Kütlelerinin Dayanımının Belirlenmesi için Eğrisel İndirgeme Zonunu Dikkate Alan Yeni Bir Ampirik Yaklaşım

Araştırmacılar kaya kütlesinin dayanım-deformasyon davranışının belirlenmesine yönelik süreksizlik özelliklerinin ölçümüne dayanan ampirik eşitliklerin geliştirilmesine yönelik ampirik yaklaşımlar üzerinde yoğunlaşmışlardır (Yudhbir vd., 1983; Ramamurty, 1986; Aydan ve Dalgıç, 1998; Kalamaris ve Bieniawski, 1995; Sheorey, 1997, Hoek ve Brown, 1997 vb.). Bu eşitliklerin büyük çoğunluğunda kaya malzemesinin tek eksenli sıkışma dayanımı (UCS_i) ölçek parametresi olarak dikkate alınmaktadır. Bu noktada “hangi ampirik ölçütün kestirim performansı en iyisidir?” sorusu kesin olarak cevaplanamamaktadır. Her biri kendi orijinal veritabanını temsil etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle, tek bir indirgeme eğrisi şeklindeki bir ampirik eşitlik UCS_{RM} 'nin belirlenmesine yönelik sınırlı bir genelleme kapasitesine sahiptir. Bu yaklaşımlar özellikle yumuşak kaya kütlelerinin dayanım davranışında önemli rolü olan kaya malzemesinin dayanım ve deformasyon özelliklerini içermemektedir. Örneğin, bir granit kaya kütlesi ve bir marn kütlesi bir birleri ile özdeş süreksizlik ağına sahip olabilirler. Bu iki kaya kütlesi için GSI (Hoek ve Brown, 1997) değerlerinin aynı olduğu söylenebilir. Bu durumda literatürdeki ampirik yaklaşımlarla UCS_i üzerinde tek bir indirgeme oranı elde edilecektir. Yenilme sonrası yumuşak ve sert kaya kütlelerinin gerilim deformasyon davranışlarının farklı olmalarından dolayı granit kaya kütlesi için daha yüksek bir indirgeme oranı beklenmelidir. Literatürde bu durum ilk olarak Müller (1963) ve Vardar (1989) tarafından tartışılmıştır. Vardar (1989) tarafından önerilen eşitlikte kaya malzemesinin türünü sadece bir ölçek parametresi olarak değil aynı zamanda indirgeme oranının derecesinde de dikkate almaktadır. Ancak Vardar (1989) tarafından önerilen eşitlikte bozunma, pürüzlülük ve dolgu gibi süreksizlik özellikleri dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada, Müller (1963) tarafından önerilen sağlam kayadan tümüyle kırılmış kaya kütesine kadar tanımlayan gerilim-deformasyon eğrisi kullanılarak yeni bir ampirik yaklaşım geliştirilmiştir. Kaya kütesinin yapısı Sönmez ve Ulusay (1999)'un yapısal puan (SR) kullanılarak tanımlanırken, UCS_i ve kaya malzemesinin elastik modülü (E_i) ise dayanım indirgeme zonunun tanımlanmasında kullanılmıştır. Bu çalışma devam eden TÜBİTAK 108Y002 nolu. projenin bir parçasıdır.

Anahtar kelimeler: *dayanım, deformasyon, kaya kütlesi*