

KİLLİ KAYALARDA İLERLEYİŞ GÖSTEREN YENİLME MEKANİZMALARININ ÜÇ-BOYUTLU AYRIK MODELLEME YAKLAŞIMLA İNCELENMESİ

Özge Dinç Göğüş^a, Luc Scholtès^b

^aİstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Türkiye

^b Université de Lorraine, CNRS, GREGU, Laboratoire GeoRessources, Nancy Fransa
(osgedc@gmail.com)

ÖZ

Birçok jeotekniksel mühendislik probleminde sıklıkla karşılaşılmasından dolayı, killi kayaların etki eden yükler altında mikro yapısının nasıl evrildiğinin anlaşılması son derece önemlidir. Örneğin bu tür kayalar, düşük hidrolik iletkenlikleri ve yüksek radyonüklit tutma kapasiteleri nedeniyle çok sayıda radyoaktif atık depolama projelerinde potansiyel depolama kayası olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada, killi kayalarda gelişen yenilme mekanizmaları ve deformasyon süreçlerini incelemek için zenginleştirilmiş bir ayrık elemanlar modelleme yaklaşımı önerilmiştir. Killi kayaların genel davranışında etkili olmasından ötürü malzeme anizotropisi, sayısal modelde önceden belirlenen bir mikro yapısal özellik olarak doğrudan dikkate alınmıştır. Yade açık kaynaklı DEM yazılımına uygulanan bu model, tek bir düzlemde anizotropi gösteren ve günümüzde ulusal Fransız radyoaktif atık depolama ajansı (ANDRA) tarafından incelenen Kallovo-Oxfordiyen (COx) kilaşını temsil edecek şekilde kalibre edilmiştir. Önerilen modelin performansını sınamak amacıyla çok sayıda iki eksenli ve üç eksenli deney simülasyonları yapılmıştır. Elde edilen sayısal sonuçlar, laboratuvar gözlemleriyle karşılaştırılmış ve bunların gerilim-deformasyon davranışı ve yenilme paternleri açısından birbirleriyle son derece uyumlu olduğu görülmüştür. Dahası sonuçlar, mevcut hasarın gerilim-deformasyon eğrisinin yenilme noktasından çok daha önce geliştiğini ve düşük gerilim koşulları altında (0.1 MPa) çekme mikro çatlaklanmalarıyla, yüksek gerilim koşullarında (20 MPa) ise tetiklenmenin makaslama mikro çatlaklanmasıyla başladığını göstermiştir. Ayrıca gerilim-deformasyon eğrisinin yenilme noktasından önce gelişen bu mikro çatlakların konum ve yönelim dağılımlarının, kayadaki makaslama birim deformasyonun birikerek oluşturduğu zonlarla bir etkileşim içinde olduğu görülmüştür. Mikro çatlaklanmadan kaynaklanan ve deformasyon sürecinin erken aşamalarında beliren bu makaslama bantları, yenilme sonrasında malzemede oluşan makaslama bantının yönelimiyle de uyumlu bir yönelim sunmaktadır. Genel olarak, bu tür mikro mekanizmaların (mikro çatlaklanma ve birim deformasyon birikmesi vb.) daha iyi anlaşılması, kayalarda laboratuvar ya da yapısal ölçekte gelişen yenilme süreçlerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalara bir temel sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: DEM, makaslama bantı, mikro çatlaklanma, killi kayalar, ilerleyiş gösteren yenilme

INVESTIGATION OF PROGRESSIVE FAILURE MECHANISMS TAKING PLACE IN ARGILLACEOUS ROCKS THROUGH A THREE-DIMENSIONAL DISCRETE MODELLING APPROACH

Özge Dinç Göğüş^a, Luc Scholtès^b

^aIstanbul Technical University, Geological Engineering, Istanbul Turkey

^bUniversity of Lorraine, CNRS, GREGU, Georessources Laboratory, Nancy France
(osgedc@gmail.com)

ABSTRACT

Understanding how the microstructure of argillaceous rocks evolves under loading is essential considering their ubiquity in numerous critical geotechnical engineering problems. For instance, such rock types are considered as potential hosts in many radioactive waste disposal projects due to their low hydraulic conductivity and high retention capacity for radionuclides. In this study, we propose to investigate the failure mechanisms and deformation processes taking place in argillaceous rocks through an extended discrete element modelling approach. In particular, because of its importance with respect to the overall behavior of argillaceous rocks, material anisotropy is explicitly taken into account in the numerical model as a pre-defined microstructural feature. The model, implemented in the open source software Yade Open DEM, is calibrated to be representative of the Callovo Oxfordian (COx) claystone, a transversely isotropic argillaceous rock currently considered by the French national radioactive waste management agency (ANDRA). A number of biaxial and triaxial compressive test simulations are performed to illustrate the capability of the proposed model. The numerical results are compared to laboratory observations and are shown to be in good agreement in terms of stress-strain response and failure patterns. Furthermore, the results point out that damage develops long before the yielding point of the stress-strain curve and that it originates predominantly from tensile microcracking under low confining stress (0.1 MPa), while shear microcracking is the local driving mechanism under high confinement (20 MPa). In addition, it is observed that the location and orientation distributions of these microcracks nucleating before the yielding point of the stress-strain curve are associated to well identified zones of localized shear strain within the medium. These shear bands caused by microcracking and appearing at an early stage of the deformation process present a preferential orientation which seems to be correlated to the shear band developing within the medium at failure. Overall, a better understanding of these micromechanisms (e.g. microcracking and strain localization) can provide a basis for studies aiming at predicting rock failure processes at the laboratory or structure scales.

Keywords: DEM, shear band, microcracking, argillaceous rocks, progressive failure