

EAGLEFORD ŞEYLİNİN ANİZOTROPİK ELASTİK VE POROVİSKOELASTİK ÖZELLİKLERİNİN SONDAJ ÇAMURU VE ÇATLATMA SIVILARINA KARŞI DUYARLILIĞI

Sezer Sevinç

Söğütözü Mah. 2180. Cad. No:86 06100 Çankaya/Ankara
(ssevinc@tpao.gov.tr)

ÖZ

Kasyon değişim kapasitesi yüksek olan illit-smektit türü kil minerallerinin sıvılarla temas halinde bulunduğu kimyasal bir etkileşime girdikleri uzun zamandır bilinmektedir. Petrol endüstrisinde, şeyl formasyonları sondaj işlemlerinden hidrolik çatlatmaya kadar uzun bir zaman diliminde değişik kimyasal bileşime sahip çatlatma sıvıları ve sondaj çamurlarıyla temas halinde kalmaktadır. Bu yüzden Şeyl gaz/petrol sondajı, sitimülasyonu ve üretiminde başarı, sıvı etkileşiminin şeyl jeomekaniğine etkisini tahmin etmeye bağlıdır.

Bu çalışma Eagleford Şeylinin zamana bağlı deformasyonun sıvı etkisine göre değişimini incelemektedir. Depolanma süreçlerine bağlı olarak şeyller özgün içsel yapıları nedeniyle anizotropik özellikler gösterirler. UPV (Ultrasonik Pulse Velocity) testleri enine ve izotropik yönlerde elastic anizotropiyi şiddetini ölçmek için yapıldı ve Thomsen katsayıları cinsinden; ϵ % 21 (P dalgası anizotropisi) ve γ % 14 (S dalgası anizotropisi) olarak hesaplandı. Strese ve sıvı etkisine bağlı elastic modüller yeni ve özgün bir yöntem olan IDSTD (Inclined Shear Testing Device) kullanılarak hesaplandı. Suya doymun örneklerin dekana doymun örneklerle göre dayanımlarının değişik çevresel basınçlar altında %3,7 oranlarda daha düşük olduğu gözlemlendi. Eagleford Şeylinin düşük illit/smektit oranının sıvı etkisinin açığa çıkmasına engel olduğunu düşünülmektedir. Sıvı etkisinin poroviskoelastik özelliklere etkisinin saptanabilmesi için sürüme (creep) testleri kuru örnek, su ve dekana doymun örneklerde yapıldı. Testler sonucunda Eagleford Şeylinin her koşulda yüksek sürüme deformasyonu gösterdiği görüldü. Suya doymun örnek en yüksek deformasyonu gösterirken kuru örnek en az deformasyona uğrayan örnek olduğu gözlemlendi. Gerinim (strain) ve zaman eğrileri en iyi şekilde zamanın üslü fonksiyonu, $\epsilon = Bt^n$, şeklinde karakterize edilirken, n , sürüme deformasyonunun toplam deformasyona katkısını ifade etmektedir ve kayacın sürüme eğiliminin ölçüsüdür. Bu çalışmanın sonuçları yatay kuyu dizaynı, hidrolik çatlatma ve kuyu sismik analizleri için gerekli girdileri analiz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eagle Ford, Şeyl, Ankonvansiyonel, Poroviskoelastisite, Anizotropi, Mineraloji

POROVISCOELASTICITY OF THE EAGLEFORD SHALE DEPENDING ON THE DRILLING MUD AND FRACTURING FLUID CHEMISTRY

Sezer Sevinc

Söğütözü Mah. 2180. Cad. No:86 06100 Çankaya/Ankara
(ssevinc@tpao.gov.tr)

ABSTRACT

It is well-known that chemically active clay minerals make shale mechanical properties highly sensitive when it is in contact with fluids. From the drilling process to hydraulic fracturing, shale formation is exposed to fracturing fluid and drilling mud with various chemical compositions. Therefore, a key point of success in shale gas/oil drilling, stimulation and production is to estimate the effects of various fluids on the geomechanical properties of shales. This study focuses on the time-dependent mechanical properties of one facies of the Eagleford Shale and fluid effects on its properties.

Poroviscoelasticity of the Eagleford Shale was investigated under three subjects: anisotropic elastic properties, stress-dependent poroelastic properties and time-dependent creep deformation. Shales display acoustic anisotropy that reflects their intrinsic properties due to their depositional processes. Ultrasonic pulse velocity tests were performed to measure acoustic anisotropy to quantify the elastic moduli in isotropic and transverse directions. Inclined Direct Shear Testing Device, enables the quantification of stress-dependent anisotropic elastic and poroelastic properties of small size shale samples. The IDSTD setup allows taking acoustic velocities during the loading stages to estimate the stress-dependent geomechanical properties. The design of IDSTD provides fluid circulation to observe the effects of different fluids on shale mechanical properties and strength. In addition, creep tests were performed to quantify the poroviscoelastic properties. Dry, and decane and water exposed shale samples were tested under several confining pressure and axial loading steps. The magnitude of anisotropy reflected by the Thomsen's coefficients is reaching up to 21% in ϵ (P wave anisotropy) and 14% in γ (S wave anisotropy). Anisotropy of the corresponding engineering moduli reached up to 28% in E, 19% in G, 14% in ν and 20% in Biot pore pressure coefficient (α). The results showed some degree of sensitivity to fluid contact. The IDSTD tests exhibited that water circulated tests on shale samples have less strength than the decane circulated ones. The difference is 3.7% for 6.89MPa tests and 3.1% for 13.79MPa tests in confining pressures, respectively. The low difference is related to low amount of chemically active clay minerals, illite and smectite.

The Eagleford Shale samples displayed creep behavior for all conditions. Water saturated sample had the largest creep deformation. Decane exposed and dry tested samples followed subsequently. Strain and time relation was best characterized by power-law function of time, $\epsilon = Bt^n$, where n determines the contribution of the time dependent deformation to the total strain, a measure of creep tendency of the rock. The outcomes of this study are essential inputs for well planning, hydraulic fracturing design as well as wellbore seismic measurements.

Keywords: Eagle Ford, Shale, Unconventional, Poroviscoelasticity, Anisotropy, Mineralogy