

蛇紋岩の摩擦挙動に対する間隙水圧の影響

EFFECT OF PORE PRESSURE ON THE FRICTIONAL BEHAVIORS OF SERPENTINITE

岡崎 啓史^{1*}, 片山 郁夫¹, 高橋 美紀²

OKAZAKI, Keishi^{1*}, KATAYAMA, Ikuo¹, TAKAHASHI, Miki²

¹ 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻, ² 産総研 活断層・地震研究センター

¹Hiroshima University, ²Geological Survey of Japan, AIST

西南日本やカスケディアなどの比較的若く暖かいスラブが沈み込むような場所ではスロースリップイベント、超低周波地震、深部低周波微動などのスロー地震活動が非常に活発である。これらスロー地震の多くは地震発生域の下限付近もしくは下限より若干深部で帯状に分布し発生していることからプレート境界型地震との関連が注目されている。スロー地震の震源域は、地震波速度の低速異常や高ポアソン比で特徴づけられ、それらの発生領域には高間隙水圧下で蛇紋岩が存在することが示唆されている。蛇紋岩は古くから脱水脆性化説に注目されて多くの研究がなされているが、スロー地震発生域のような安定領域でなおかつ高間隙水圧条件を再現した変形実験はほとんど行われていない。このように観測的背景からスロー地震発生域のレオロジーは盛んに議論されているが、物質科学的背景からはスロー地震の発生メカニズムを検証するのに十分なデータは示されていない。そこで本研究では特に摩擦強度に対する間隙水圧の影響について定量的なデータの取得をめざした。

実験には広島大学に設置されているガス圧式高温高压変形試験機を用いた。この試験機は温度 800 以下、封圧および間隙水圧 200MPa 以下の条件で岩石の三軸変形・透水実験を行うことができる。試料には長崎県西彼杵変成帯から採取した間隙率およそ 0.1% の等方的なアンチグライト蛇紋岩を直径 20mm、長さ 40mm の円筒形に加工したものに 30° に傾斜した模擬断層面を入れたものを用いた。実験は室温にて軸変位速度 1 μ m/s、封圧 150MPa の条件で三軸摩擦試験を行い試料にかかる剪断応力を測定した。間隙圧は実験ごとに初期値を 50 から 145MPa に設定し、水およびアルゴンガスを用いることにより間隙流体依存性も調べた。

実験中の剪断応力は変形が進むにつれて上昇しピークに至り、そして緩やかに減少して定常応力状態に至った。その後変形中に間隙水圧を急上昇させると剪断応力は緩やかに減少し、やがて新たな定常剪断応力状態に至った。同様に間隙水圧を急減少させた場合は剪断応力は緩やかに上昇し新たな定常剪断応力状態へ移行した。これら間隙水圧変化に対する剪断応力変化は有効圧(封圧-間隙水圧)変化と相関することから、クーロンの摩擦則及び有効圧の法則が成り立っていることを示している。剪断応力と有効圧の関係から摩擦係数を計算すると、間隙流体として水を使用した場合は摩擦係数 μ が 0.51、アルゴンを用いた場合は 0.66 と湿潤条件では乾燥条件(アルゴン)と比較して摩擦係数が 23% ほど小さくなった。これは結晶表面に水分子が付着し、薄層を形成して潤滑材のような働きをしているからだと推察される。

以上の結果から、間隙水圧の上昇に伴う有効圧の減少、水の存在による摩擦係数の低下、という 2 種類の蛇紋岩の強度を弱体化させる効果が確認できた。これは、沈み込み帯における水の不均一な分布や水の移動などによりプレート境界面の強度が部分的に弱化している可能性を示唆している。このような不均一性がプレート境界面における地震やスロー地震を発生させるアスペリティの形成に関わっている可能性がある。

キーワード: 蛇紋岩, 間隙水圧, 摩擦係数, 変形実験, スロー地震

Keywords: Serpentinite, Pore pressure, Friction coefficient, Deformation experiment, Slow earthquakes