

高間隙水圧下における蛇紋岩の弾性波速度 Elastic-wave velocity of serpentinites under high pore-fluid pressure

原田 裕也¹, 片山 郁夫^{1*}, 河野 義生²
Yuya Harada¹, Ikuo Katayama^{1*}, Yoshio Kono²

¹ 広島大学地球惑星システム学, ² カーネギー研究所

¹Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, ²Geophysical Laboratory, Carnegie Institution of Washington

蛇紋岩はかんらん岩に比べ著しく遅い弾性波速度や高いポアソン比を持つため、沈み込み帯でみられる地震波低速度層や高ポアソン比領域の原因として注目されている。しかしながら、関東下や西南日本のプレート境界で報告されるポアソン比 0.31 は、蛇紋岩（アンチゴライト 0.28）の存在だけでは説明がつかず、その領域には蛇紋岩に加え流体が共存している可能性が高い。そこで、本研究では間隙流体圧下における弾性波速度の測定システムの開発を行い、蛇紋岩の弾性波速度に対する間隙水圧の効果を定量的に検証することを試みた。

実験は広島大学設置の容器内透水変形試験機を用い、封圧 10-200MPa、間隙水圧 10-100MPa、室温の条件で行った。試料は円柱状（直径 20mm、長さ 10mm）に整形し、端面は平面研削盤により 0.005mm 以内の精度で平行度を整えた。試料の上面には圧電素子を貼付したステンレスを配置し、下面には音響インピーダンスの低いテフロンを配置することにより、反射法を用いて弾性波を測定した。なお、弾性波のトリガーは 5V で入力し、サンプルの上面と下面で反射する波形の相互相関から travel-time を見積もり、弾性波速度を計算した。

間隙水圧をかけない無水の条件では、蛇紋岩の弾性波速度は封圧の増加に従い P 波 S 波とも上昇し、 V_p/V_s は若干減少した。これは封圧の増加に伴い、蛇紋岩中に潜在していた微小クラックが閉じたためと考えられる。水圧下での実験では、間隙水圧と封圧の差を一定にした場合、弾性波速度はほぼ変化せず、有効圧が成り立っていると考えられる。封圧一定のもと間隙水圧のみを変化させた場合、間隙水圧の増加に従い P 波 S 波とも遅くなり、 V_p/V_s は若干増加する。この結果は O'Connell and Budiansky (1974) が報告しているクラックモデルと調和的であり、含水条件ではクラック密度の増加により V_p/V_s は高くなるのに対し、無水の条件では V_p/V_s は低くなる。

今回の実験により、間隙水圧を上昇させると蛇紋岩の弾性波速度は遅くなり、ポアソン比は高くなることが分かったが、その変化幅は非常に小さい。間隙水圧を 10MPa から 100MPa に変化させた場合、ポアソン比は 0.278 から 0.281 に上昇し、その変化幅は 0.003 である。沈み込み帯でみられる高ポアソン比領域は 0.31 であることから、蛇紋岩に比べ約 0.03 のポアソン比の上昇が必要であるが、今回測定したような空隙率の低い蛇紋岩ではいくら間隙水圧を増加させてもそのような高ポアソン比を発生することは難しい。このことは、沈み込み帯でみられる高ポアソン比領域では、岩石が破壊することにより空隙率が上昇し、そのような空隙を流体が充填しポアソン比が異常に高くなっていると予想される。

キーワード: 弾性波速度, 間隙水圧, V_p/V_s , 蛇紋岩

Keywords: Elastic-wave velocity, pore-fluid pressure, V_p/V_s , serpentinite