

ガス圧試験機を用いた沈み込み帯岩石の弾性波速度測定

Measurement of the elastic wave velocity of rocks in subduction zones with the gas medium high pressure apparatus

玉井 速汰^{1*}, 武藤 潤¹, 長濱 裕幸¹, 石川 正弘²Hayata Tamai^{1*}, Jun Muto¹, Hiroyuki Nagahama¹, Masahiro Ishikawa²¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ² 横浜国立大学大学院環境情報研究院¹Department of Geology, Graduate School of Science, Tohoku Univ., ²Graduate School of Environment and Information Science, Yokohama National University

様々な地点での地震学的観測 (Nakajima et al., 2001 など) や, 室内実験による定量的な弾性波速度測定 (Nishimoto et al., 2005 など) によって, 地下深部の速度構造が明らかになってきている。地震波トモグラフィーから, 東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0) のすべり域では, 地震波速度が高いことがわかっている (Zhao et al., 2011)。従って, 沈み込み帯の不均質性が断層のすべりに大きな影響を与えていると考えられる。地震の地震発生の理解のためには, 沈み込み帯を構成する岩石の定量的な弾性波速度測定によって, 沈み込み帯のプレート境界の物性を明らかにする必要がある。本研究では, 静水圧性に優れ, 温度や間隙水圧も制御可能であるガス圧試験機を用いて, 高圧下で弾性波速度測定システムを構築し, 沈み込み帯の岩石の弾性波速度測定結果を紹介する。

本研究では, 2 MHz の出力波を使用した透過法を用いて弾性波速度を測定した。これを 10^9 sampling/s でオシロスコープで記録した。圧力容器内には, 圧電素子を貼りつけた 2 つの金属治具で岩石試料を挟み込んだものが設置されている。試料は高さ 15–40 mm, 直径 20 mm である。金属治具や速度既知のガラスを用いて測定システムの校正を行った。また, 封圧 200 MPa まで, 加圧・減圧時について, 斑れい岩と花崗岩の V_p , V_s を測定した。約 100 MPa までは封圧の上昇に伴い, 急激に弾性波速度が増加した。100 MPa 以上では弾性波速度の上昇率は一定でゆるやかになった。同じ封圧においても, 岩石の V_p , V_s は, 加圧時よりも減圧時の方が高かった。これは, 加圧で閉じたクラックが, 再び減圧時に加圧時と同じように開くとは限らないためと考えられている (Birch 1960)。Hacker and Abers (2004) による任意の温度, 圧力および岩石組成における弾性波速度を計算するプログラムから求められた斑れい岩と花崗岩の弾性波速度と, 本実験で実際に測定された速度を比較した。封圧とともに弾性波速度が大きく増加する 100 MPa 以下では, 封圧が低いほど理論値と実測値との差が見られ, それより高圧下では, 理論値と実測値はほぼ一致した。このプログラムによって計算される弾性波速度には, クラックの影響が含まれておらず, 岩石を構成する鉱物の弾性波速度の圧力依存性を考慮されている。従って, 本研究では 100 MPa 程度で岩石中のクラックが閉じ, それより高圧では, 速度に影響しなくなったと考えられる。一方, 固体圧試験機で行われた先行研究では, 400 MPa 程度まで封圧の増加に伴う弾性波速度の急激な上昇が見られ, クラックが比較的高圧下まで閉じない可能性を示している。従って, 沈み込み帯浅部などの低圧下においては, 静水圧性の高いガス圧試験機による測定が適していることを示唆している。また, ガス圧試験機では実験できない 200 MPa 以上の圧力での岩石の弾性波速度については, クラックが閉じきった後の弾性波速度は, 封圧上昇により, 一定に上昇することを利用して見積もることができる。沈み込み帯における岩石の弾性波速度測定から得られた, 物性値について紹介する。

キーワード: 弾性波速度, ガス圧試験機, クラック, 沈み込み帯岩石, 地震波トモグラフィー, 反射法地震探査

Keywords: elastic wave velocity, gas medium high pressure apparatus, microcrack, rocks in subduction zones, seismic tomography, reflection survey