

オマーンオフィオライトの苦鉄質岩を用いた静水圧下での 比抵抗・地震波速度・空隙率の同時測定

谷本和優 赤松祐哉 片山郁夫 (広島大学 理学部 地球惑星システム学)

Simultaneous measurements of resistivity, seismic velocity and porosity of mafic samples collected from the Oman ophiolite during hydrostatic compressional experiments

Kazumasa Tanimoto, Yuya Akamatsu, Ikuo Katayama

(Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University)

Abstract

In order to examine the effects of crack properties on electrical resistivity and seismic velocity, we conducted simultaneous measurements of electrical resistivity, seismic velocity and porosity at brine-saturated hydrostatic pressures using mafic crustal rocks from the Oman ophiolite. Seismic velocity, resistivity and porosity were measured under confining pressure up to 200 MPa and pore pressure fixed at 1 MPa using NaCl solution (Fig.1). Electrical resistivity was calculated from the impedance and phase difference between current and voltage that were obtained by two terminal method, and seismic velocities (V_p , V_s) were measured by a pulse transmission method using piezoelectric transducers with a resonant frequency of 2 MHz. Porosity was calculated by initial porosity measured by pycnometer before compaction, and volume change of pore fluid after compaction using a syringe pump. The resistivity and velocity of the samples increase systematically with increasing confining pressure owing to the closure of cracks, as monitored by changes in porosity. We calculated the crack density and aspect ratio based on the velocity measurements and the effective medium theory, and the electrical resistivity was inferred from the crack porosity and connectivity according to the percolation model. The experimental velocity and resistivity

results are consistent with the model calculations in terms of crack density, aspect ratio and connectivity. We applied a combined velocity-resistivity model to the geophysical logging and borehole data for the oceanic crust in Hole 504B. Our inversion results indicate that seismic and resistivity structure in the oceanic crust can be explained by crack density and connectivity.

要旨

電気比抵抗や地震波速度へのクラックの効果を調べるために、本研究ではオマーンオフィオライトの苦鉄質岩を用いた静水圧下での比抵抗・地震波速度・空隙率の同時測定を行った。実験は図1で示す様な同時測定システムを開発し行った。サンプルを0.5 mol/LのNaCl溶液を用いて間隙水圧1 MPa一定で飽和させた後、封圧を200MPaまで段階的に上昇させ各圧力での物性値を測定した。比抵抗は2端子法、地震波速度はパルス透過法を用いて測定した。空隙率は圧密により押し戻された溶液の量から算出した。

実験結果として比抵抗と地震波速度は封圧増加とともにクラックが閉じることで系統的に増加する結果が得られた(図2)。そこで各物性値に影響を与えるクラックの特性を地震波速度は有効媒質理論から、比抵抗はパーコレーションモデルを用いて考えた。その結果、図3が示す様に実験で得られた各物性値は理論モデルでおよそ説明することができ地震波速度はクラックの量と形状が、比抵抗はそれらに加えてクラック同士の連結性が効いていることを検証することができた。最後に今回用いた比抵抗と地震波速度の関係を表したジョイントモデルをHole 504Bと呼ばれる掘削孔で得られた観測データに応用した。計算の結果、図4が示すように地震波速度構造はクラックの量が、比抵抗構造はクラックの連結性を用いることでおよそ説明できることがわかった。

図 1

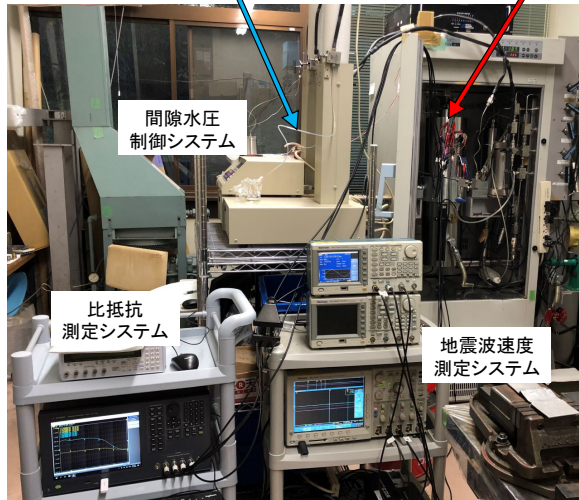
比抵抗・地震波速度・空隙率の同時測定システム

〈間隙流体〉

- ・サンプルをNaCl溶液 (0.5 mol/L) で飽和させた
- ・間隙水圧は1MPa一定にした

〈静水圧下での圧縮実験〉

- ・広島大学の容器内変形透水試験機を用いた
- ・封圧は3MPaから200 MPaまで上昇させた



〈サンプルアセンブリ〉

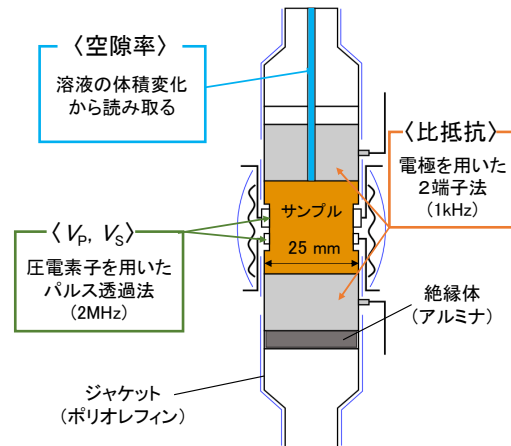
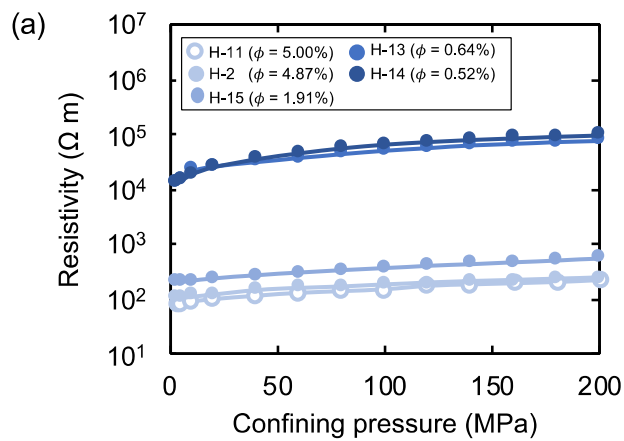
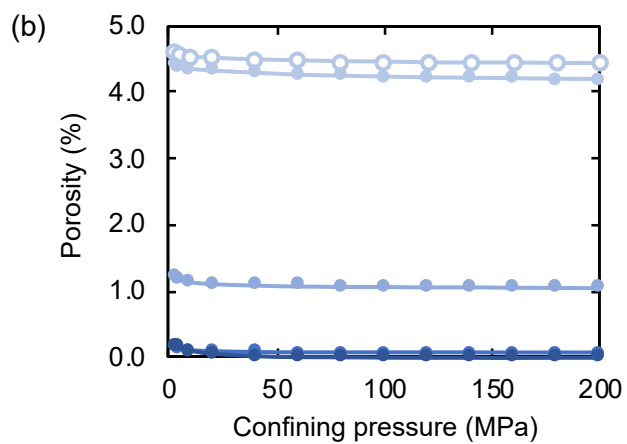


図 2

〈Result of resistivity and porosity〉





〈Result of seismic velocity〉

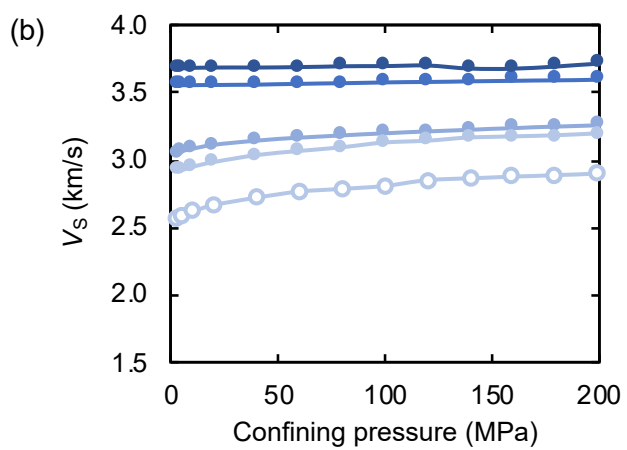
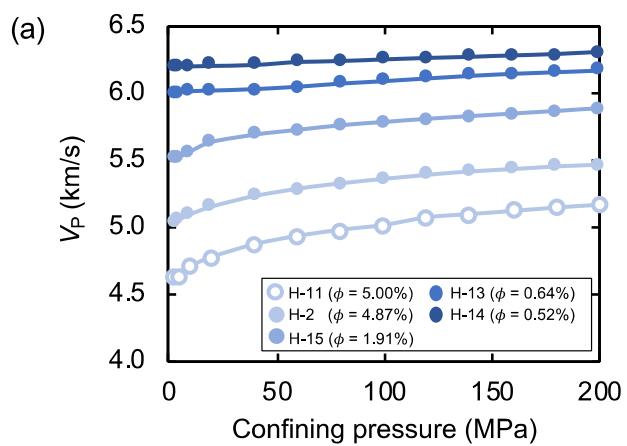
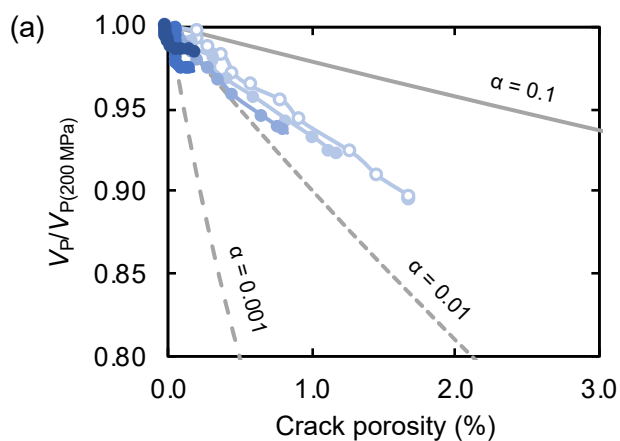


図 3

〈Compressional and shear wave velocity normalized to those determined at 200 MPa as a function of crack porosity〉



〈Relationship between electrical resistivity and compressional wave velocity〉

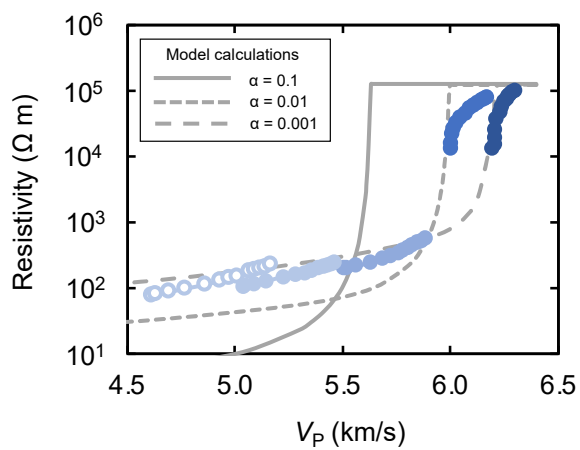


Figure 4

