

野島断層の透水性構造 - 兵庫県津名郡北淡町舟木露頭の解析 -

Permeability structure of Nojima fault : analyses of Funaki outcrop in Hokudan, Hyogo Prefecture

溝口 一生[1], 廣瀬 丈洋[2], 嶋本 利彦[3]

Kazuo Mizoguchi[1], Takehiro Hirose[2], Toshihiko Shimamoto[3]

[1] 京大・理・地球惑星, [2] 京大・理・地鉱, [3] 京大・院・理・地鉱

[1] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ, [2] Graduate School of Science, Kyoto University, [3] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

舟木露頭では、野島断層破碎帯は厚さ30~110 mmの粘土質断層ガウジ及び厚さ1.2 mの花崗岩質断層角礫から構成されている。本研究では、間隙圧振動法を用いて、これらの断層岩及び母岩の花崗岩と砂岩の透水係数を100 MPa以下の有効封圧 P_e の下で測定した。断層ガウジの透水係数は P_e の増加と共に顕著に減少し、 $P_e = 100$ MPaでは 10^{-18} m²以下となる。一方、断層角礫は圧力下でも流体を通しやすく、 10^{-15} m²のオーダーであった。また P_e のサイクルの影響は、断層ガウジと断層角礫とで大きく異なる。講演では、実験結果の重要性を断層の高速摩擦との関連で論じたい。

断層の透水性構造は、地殻内の流体移動、断層のレオロジーと地震の発生過程、石油・天然ガスの断層シール問題、などに関連して非常に重要である。しかし、断層岩の透水係数については測定例が少ない上に、測定条件も限られている。本研究は、地下浅所から深部に至る様々な条件下で、断層帯の透水性構造を調べるプロジェクトの一貫としておこなった。測定には、京都大学で開発中のガス圧式高温高压変形・透水試験機を用いておこなった。本研究では、透水性測定システムを確立するために、間隙圧振動法を用いて室温下でおこなった。この方法は、試料の片側の間隙圧を周期的に振動させ、もう一方で間隙圧の変化を測定して透水係数を求める方法である (Kranzほか, 1990; Fischer, 1992)。この方法は、温度変化などの影響をフーリエ変換で除去できることから、高温高压下における透水係数の精密測定に適している。間隙流体、圧媒体としては、窒素ガスを用いた。

実験に用いた試料は、野島断層の舟木露頭で採取した。淡路島北西部では野島断層を境に、東側には白亜紀の花崗岩類、西側には第三系の神戸層群や大阪層群が分布する。舟木露頭では東側から、破碎を受けた花崗岩、幅1.2 mの断層角礫、幅3~10 cmの粘土質断層ガウジ、そして大阪層群の砂礫層が見られる。透水係数の測定を行ったのは、粘土質断層ガウジ及び断層角礫、母岩の花崗岩及び神戸層群の砂岩である。粘土質断層ガウジや断層角礫など軟弱な岩石は内径20 mmの銅チューブを用い、円柱状の試料を露頭において採取した。花崗岩や砂岩などの固結した岩石については、実験室に持ち帰り円柱状に整形した。実験は、間隙圧を20 MPaで一定として、100 MPa以下の有効封圧 P_e の下、透水係数の測定をおこなった。

実験の結果、すべての岩石の透水係数は P_e の増加に伴い、指数関数的に減少した。しかし、その減少率は、試料ごとによりかなりの違いが見られた。粘土質断層ガウジ及び花崗岩の透水係数は、 P_e の増加に伴い顕著な減少が見られ、 $P_e = 100$ MPaにおいては 10^{-18} m²以下の低い値を示した。一方断層角礫及び神戸層群の砂岩では P_e の変化による影響があまり見られず、ほぼ 10^{-15} m²のオーダーの値を示した。このことから地下深部において断層角礫と砂岩は水などを含む流体の通り道となり、粘土質断層ガウジ及び花崗岩は流体の流れに対し障壁となることが推定される。

また実験結果から粘土質断層ガウジに関しては、透水係数は過去の高い封圧に大きく影響を受けることが明らかになった。昇圧時における低封圧下の透水係数は、 10^{-16} m²以上の高い値を示すのに対し、封圧最高時及び降圧時の透水係数は 10^{-18} m²付近の低い値を維持する。このことから粘土質断層ガウジの透水係数は圧力履歴に影響されることが分かった。地表の削剥などにより岩石の深度が浅くなる場合、より地下深部での圧力の影響をそのまま保持している可能性が示唆される。他の岩石においても降圧時の透水係数は昇圧時のものより小さい傾向は見られたが、その差は粘土質断層ガウジに比べると小さかった。

Lachenbruch(1980)は断層帯の透水係数が 10^{-18} m²以下の場合、地震性断層運動時時の摩擦発熱に伴う間隙水圧の上昇が起こりうることを示した。今回の実験結果から、断層のすべりが粘土質断層ガウジと断層角礫の間で起こったとした場合、間隙水圧の上昇は起こらない可能性が示される。しかし、実際の地下深部においては、熱水からの鉱物の沈澱により空隙などは充填され、断層角礫のように空隙を多く持つ岩石の透水性は変化すると考えられる。近い将来、高温熱水条件下で透水係数の測定をおこない、溶解・析出などが断層の強度回復と透水性に与える影響を調べたい。