

難透水性岩石を用いた断層すべり運動に伴う流量変化の考察 Dynamic change of flow rate in impermeable fault rock

谷川 亘^{1*}, 廣瀬 丈洋¹, 向吉 秀樹²

TANIKAWA, Wataru^{1*}, HIROSE, Takehiro¹, HIDEKI, Mukoyoshi²

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² (株) マリン・ワーク・ジャパン

¹JAMSTEC/Kochi Institute for Core Sample Research, ²Marine Works Japan LTD.

巨大地震の発生に伴う地下水流量や化学的な性質の急激な変動現象が、断層帯近傍や温泉施設において、数多く観測されている。その原因の一つとして、断層帯の急激な透水性構造の変化が挙げられる。また地震すべりに伴う断層帯の水理特性の変化は、断層すべり過程や地震発生サイクル過程にも大きな影響を及ぼす。しかし、断層すべりに伴い断層帯の水理学的性質が変化する物理化学的プロセスはほとんどわかっていない。

そこで本研究では、地震すべりに伴う断層帯の水理特性の変化する過程を明らかにするために、高知コア研究所に設置してある回転式摩擦実験装置を用いた室内実験により考察を行った。本実験は二つの円筒形試料(内径9 mm、外径25 mm、長さ20 mm)を摩擦実験装置にセットして、垂直荷重を与えた状態で片側を固定して、もう片側を回転することによってせん断変形を再現する。さらに、円筒形試料の中心部から一定圧力に制御した窒素ガスを放射状に流して、試料のせん断(回転)中からせん断後にかけての流量変化を測定することにより、透水係数を推定する。いずれの摩擦実験も庵治花崗岩を用いて、垂直荷重は2 MPa、すべり変位量は1.5m、回転速度は0.076 mm/s から190 mm/s の範囲で一定に制御して行った。庵治花崗岩の透水係数は、断層を模擬した状態($10^{-16} \text{ m}^2 \sim 10^{-18} \text{ m}^2$)では未変形の状態(10^{-19} m^2)に対して1~3桁ほど高い値を示した。

ほとんどの摩擦実験において、断層すべりに伴い流量の変化が認められた。また、すべり直前の透水係数が 10^{-17} m^2 より低いときはせん断中に流量が増加し、反対に高いときは減少する傾向が認められた。流量はせん断終了直後から減少し、10分間ほどで10%減少しその後ほぼ一定値に収束した。一方、すべり速度が50mm/sより早い実験条件では流量は増加した。せん断終了後に流量が減少する原因としては、摩擦発熱に伴うすべり面の熱膨張、つまりせん断後の冷却による開口幅の減少による透水係数の減少が考えられる。一方、流量が増加する原因としては、同じく摩擦発熱に起因する窒素ガスの粘性率の増加が考えられる。

同じすべり速度条件では、せん断変形中の平均流量は摩擦係数に比例する傾向が認められた。すべり面は部分的にシート状に変形した透水性の低い細粒摩擦物(断層ガウジ)に覆われている。シート状の細粒摩擦物は低い摩擦係数を示すと考えられることから、すべり面を覆うガウジの割合が多くなると、摩擦係数と透水係数が同時に低下しかつ流量が減少することが考えられる。すべり表面積に対するガウジの割合だけでなく、ガウジの連結度合いも摩擦係数と透水係数に影響を与えるものと考えられる。本結果を応用することにより、将来、断層帯の流量測定をもとにして摩擦係数を推定できるかもしれない。

キーワード: 透水係数, 摩擦発熱, 摩擦, 地震, 断層, 流量

Keywords: permeability, frictional heating, wear, earthquake, fault, flow rate