

モンモリロナイトの摩擦ヒーリング効果における湿度の影響 Effect of humidity on frictional healing of montmorillonite

手塚 寛^{1*}; 片山 郁夫¹

TETSUKA, Hiroshi^{1*}; KATAYAMA, Ikuo¹

¹ 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻

¹Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University

同じ震源域から周期的に発生する地震について、地震の繰り返し発生モデルが提唱されている (Shimazaki and Nakata, 1980)。その一つに、非地震時に一定の割合で応力が増加し、ある一定の応力に達すると地震が発生するというモデル (時間予測モデル) がある。このモデルは、南海地震などの長期予測にも使用されている。非地震時の応力増加の割合は、摩擦ヒーリング効果 (摩擦面が静止しているとき、時間の経過とともに摩擦強度が回復する効果) に支配される。海溝型地震の発生する沈み込み帯での摩擦挙動を考えると、海洋性堆積物に特徴的で低い摩擦係数を示すスメクタイトの性質が重要となる (Ikari et al., 2007; Ujiie et al., 2013)。また、沈み込み帯では、流体の分布の不均質が想定されるので、湿度の影響を考慮することが必要である (Zhao et al., 2009)。石英岩や石英・アルミナ・ソーダ石灰ガラスの粉末を試料に用いた研究では、湿度の上昇に伴い摩擦ヒーリング効果が強まるという結果が得られている (Dieterich and Conrad, 1984; Frye and Marone, 2002; Scuderi et al., 2014)。しかし、先行研究では、スメクタイトなどの粘土鉱物については調べられていない。そこで、本研究では、高温二軸摩擦試験機を用いて、スメクタイトの一種であるモンモリロナイトの摩擦ヒーリング効果における湿度の影響を調べた。

本実験では、静止時間を 10・30・100・300・1000・3000 秒と変化させてヒーリング効果を確認した。垂直応力は 15MPa、せん断すべり速度は 3 μ m/s で一定に保ち、定常摩擦に達した後、スライド - ホールド - スライド試験を行った。試料にはモンモリロナイトを用いた。また、比較のために石英を用いた実験も行った。実験は 4 つの異なる湿度の条件で行った。(1) 常温下で水槽を用いて純水の中で行った実験、(2) 常温常湿下での実験、(3) 試料を 100℃で 24 時間乾燥させた後、常温常湿下で行った実験、(4) 試料を 100℃で 24 時間乾燥させた後、実験中もヒーターで 100℃を維持しながら行った高温摩擦実験の 4 つである。それぞれの相対湿度は (1) 100%, (2) 20-60%, (3) (2) よりも小、(4) 0% 程度である。

実験の結果、モンモリロナイトにおける摩擦ヒーリング効果は、湿度が高いほど小さくなることが分かった。モンモリロナイトのヒーリング速度 β は、乾燥状態では 0.008 程度であったが、水に飽和した状態では 0.0005 程度となり、ほぼ 1 桁の差が見られた。モンモリロナイトの摩擦ヒーリング効果が湿度と負の相関を示す原因として、湿度が高いほどモンモリロナイトの層間が広がり、層間の結合力が弱まって、真の接触部のせん断強度が低下することが考えられる。

湿度が高くモンモリロナイトが多く存在する領域では、摩擦ヒーリング効果が小さいため、非地震時の応力回復量が著しく小さい。水に飽和している条件で有効垂直応力を 100MPa とした場合、100 年間静止したとしても応力の回復量は、 ~ 0.5 MPa と予想される。これは石英の 1/25 程度となる。このため、湿度が高くモンモリロナイトが多く存在する領域では地震の再来周期が長いことが予想される。

キーワード: スメクタイト, 摩擦のヒーリング効果, 湿度

Keywords: smectite, frictional healing, humidity