

二成分混合ガウジの大変位摩擦実験に伴う “弱い断層” の形成

Formation of weak faults during large shear deformation experiments of bimineral mixtures

大橋 聖和^{1*}, 廣瀬 丈洋², 嶋本 利彦³Kiyokazu Oohashi^{1*}, Takehiro Hirose², Toshihiko Shimamoto³¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所, ³ 中国地震局地質研究所¹ Graduate School of Science, Chiba University, ² Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³ Institute of Geology, China Earthquake Administration

内陸活断層やプレート境界断層などの成熟した大断層は、短・長期的に弱い強度を持つことが熱流量や応力方位、熱異常の測定などから示唆されている (e.g., Lachenbruch & Sass, 1980, Zoback, 2000, Kano et al., 2006)。このような“弱い断層”を作る一つの説明として、一般的な造岩鉱物よりも強度の低い物質が潤滑剤として機能しているという考えがあり、その検証のために低強度物質を混ぜた二成分混合ガウジの摩擦実験が数多くなされてきた (e.g., Moore & Lockner, 2011)。しかしながら既存の実験の多くは変位量 (歪量) が小さく、天然の大断層に相当する大歪条件下での研究例は少ない。一方で、成熟した天然の断層帯では特定の鉱物の配列・濃集したすべり面がしばしば観察され、このような組織が断層帯の強度低下に影響を及ぼすことが指摘されている (Collettini et al., 2009)。そのため、組織発達のメカニズムとそれに伴う強度変遷の理解には、低歪から大歪条件まで連続的に力学特性と組織を対比させることが重要である。そこで著者らは剪断歪を無限大に与えられる回転剪断式摩擦試験機を用いて二成分混合ガウジの変形実験を様々な変位速度条件下で行い、剪断歪量-微細組織-摩擦強度の関係性に関する研究を行っている。本発表では、乾燥 (大気) 条件下で行ったグラファイト-石英混合ガウジと、乾燥・水飽和条件下で行ったスメクタイト (Na-bentonite) -石英混合ガウジの2種類についてこれまでの結果を報告する。

乾燥条件下で実験を行ったグラファイト-石英混合ガウジは、動的弱化的起らない低速領域を含め実験を行ったすべての速度域において数 m のすべり距離で明瞭な強度弱を示した。低・中速領域では、量比 10-30 vol % の混合ガウジは剪断歪み量 () = 200 程度までは純粋石英に相当する高い摩擦係数 ($\mu = 0.5-0.7$) であったのに対し、さらなるすべりに伴い急激に強度が低下し、 $\mu = 2000-10000$ で約半分の摩擦強度 ($\mu = 0.2-0.5$) にまで低下した。組織観察によると、すべり弱化的は粉碎の著しい変形集中帯の形成と、その内部に発達するグラファイトの配列した薄いすべり面 (Y 面) の出現に対応する。これにより、低歪時には量比約 30 % を境に緩やかに低下していた強度-量比曲線は、大歪後には約 10 % を境に急激に減少するシグモイド曲線へと進化する。一方で水飽和条件下のスメクタイト混合ガウジは、150 $\mu\text{m/s}$ 以下の低速では明瞭なすべり弱化的を示さないが、実験開始直後の低歪条件から量比約 30 % を境に急激に低下するシグモイド型の強度-量比曲線を示す。また、mm/s 以上の中・高速条件下においては熱的もしくは機械的な pressurization process に起因する顕著なすべり弱化的を示した (大橋・廣瀬, 2013, 本大会)。いずれの試料も断層中に著しい粉碎を伴った変形集中帯は存在しないが、円柱形母岩との縁に薄いスメクタイトの配列が認められた。大気条件下のスメクタイト混合ガウジは著しい粉碎を伴うことが一般的であり、高速 (1.3 m/s) および低速 (150 $\mu\text{m/s}$) の両実験では、厚いスメクタイトの濃集層 (segregation zone) の形成が認められた。以上をまとめると、グラファイト-石英混合ガウジおよび乾燥条件下でのスメクタイト-石英混合ガウジは粉碎と弱い鉱物の濃集、再配列によってすべりが局所化し、強度の低下は歪み量に依存する。一方で水飽和条件下のスメクタイト-石英混合ガウジは大きな組織発達を伴わずに (粉碎を必要とせず) 瞬時にすべりが局所化し、歪み量依存性はほとんど見られない。発表では、これらの異なる2つのプロセスが何に起因するのかについても検討を行う。

[引用文献]

Lachenbruch, A. H., and J. H. Sass (1980), Heat-flow and energetics of the San-Andreas fault zone, *J. Geophys. Res.*, 85 (Nb11), 6185-6222, doi:10.1029/JB085iB11p06185.Zoback, M. D. (2000), Strength of the San Andreas, *Nature*, 405, 31-32, doi:10.1038/35011181.Kano, Y., Mori, J., Fujio, R., Ito, H., Yanagidani, T., Nakao, S., Ma, K-F. (2006), Heat signature on the Chelungpu fault associated with the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L14306, doi:10.1029/2006GL026733.Collettini, C., A. Niemeijer, C. Viti, and C. Marone (2009), Fault zone fabric and fault weakness, *Nature*, 462, 907-910, doi:10.1038/nature08585.Moore, D. E., and D. A. Lockner (2011), Frictional Strengths of Talc-Serpentine and Talc-Quartz Mixtures, *J. Geophys. Res.*, 116, B01403, doi:10.1029/2010JB007881.

大橋・廣瀬 (2013), スメクタイト質断層の中速度領域における動的強度弱化的とその地震学的重要性, 本大会。

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SIT38-01

会場:304

時間:5月23日 11:00-11:15

キーワード: 断層弱化, グラファイト, スメクタイト, 断層ガウジ, 摩擦実験

Keywords: Fault weakening, Graphite, Smectite, Fault gouge, Friction experiment