

アンチゴライト蛇紋岩の変形強度に対する方位依存性 — 変形実験回収試料の微細組織観察結果 — Anisotropic strength and deformation behavior of antigorite serpentinite

浦田 義人^{1*}, 安東 淳一¹, 曾田 祐介²

URATA, Yoshito^{1*}, ANDO, Jun-ichi¹, SODA, yusuke²

¹ 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻, ² 金沢大学フロンティアサイエンス機構

¹Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, ²Frontier Science Organization, Kanazawa University

はじめに 近年の地震波速度の解析から、沈み込み帯付近において蛇紋岩の存在が示唆されている(例えば、Kawakatsu and Watada, 2007)。また、沈み込み帯において海溝に平行な方向に地震波伝播速度異方性が確認されており(例えば、Jeffrey et al., 2002)、この原因を、転位クリープにより塑性変形したアンチゴライト蛇紋岩の格子選択配向(LPO)によって説明する研究例が報告されている(例えば、Mookherjee and Stixrude, 2009)。これらの研究は、アンチゴライトの塑性変形がプレートの沈み込みやウェッジマントルの対流などに対して重要な役割を果たしている可能性を示唆している。しかし現時点では、アンチゴライトの塑性変形特性は十分に解明されていない。

一般に、LPOを示す程に強く塑性変形した岩石には顕著な面構造と線構造が形成される。面構造が発達した片岩では、その塑性変形強度は最大圧縮軸方向に対する面構造の角度(以後、方位角)によって変化する(例えば、Nasseri et al., 2003)。この塑性変形強度に対する方位角依存性を調べた変形実験結果によると、方位角が0°と90°の場合に試料強度は最大となり、30~45°の場合に最小となる。また、方位角による試料強度の変化量は岩石種によって大きく異なる。そこで本研究ではLPOを有し面構造と線構造が発達しているアンチゴライト蛇紋岩を試料として用い、方位角を変化させた変形実験を行い力学強度の把握を行っている。更に、回収試料の微細組織観察を行う事で、アンチゴライト蛇紋岩の塑性変形特性の解明を進めている。

変形実験 変形実験に用いた試料は、飛騨外縁帯に露出する八方超苦鉄質岩体を構成するアンチゴライト蛇紋岩である。この試料は、(001)面が面構造に平行に、[010]が線構造に平行に位置するLPOを示す(Watanabe et al., 2011から引用)。この試料から、方位角が0°、30°、90°となる様な直径約5mm、高さ約8mmの円柱をくり抜いて実験試料とした。また、0°と30°の試料に関しては線構造が最大剪断応力方向に平行になる様に作成している。実験は広島大学理学研究科に設置されている固体圧式変形実験装置を用いて、約 1.7×10^{-5} /sの定歪速度実験を行った。温度と圧力の条件はそれぞれ、500℃、1GPaである。

結果 0°、30°、90°における最大圧縮強度の平均値はそれぞれ、約870MPa、約450MPa、約600MPaである。0°の試料強度は30°の試料強度に比べて約2倍の値を示す。また、0°の試料強度は90°の試料強度よりも大きな値を示す。この結果から、アンチゴライトの塑性変形強度は方位角によって大きく異なる事が分かった。また、ほとんどの実験で変形の最終段階において応力降下が生じた。回収試料の微細組織観察の結果、以下の事が明らかとなった。1)0°と30°の回収試料において顕著なキンク組織が確認された。2)このキンク組織の軸は常に面構造と線構造に対してほぼ直行する方向に発達している。そして、3)キンク組織の軸部分に脆性破壊が生じている。4)90°の回収試料においては、圧縮軸方向に対してほぼ平行な割れ目が無数に発達する。

塑性変形特性の考察 変形実験で得られた最大圧縮強度の異方性は、以下の様なアンチゴライトの塑性変形特性によって生じると考察できる。アンチゴライトの塑性変形は(001)面が[010]方向へすべる事で進行する。その際、他の結晶面や他の結晶軸方向へのすべりは生じない。その結果、このすべりが阻害される条件ではアンチゴライトの塑性変形は不均質となり、キンク形成へと進む。このキンクの形成が、変形実験の最終段階に生じた応力降下の原因となる。また、面構造に対して引張り応力が働いている際には(001)面に垂直な割れ目によって容易に破断する。この考察は、アンチゴライトにおいては[010](001)のすべり系の臨界分解剪断応力値が他のすべり系よりも極端に小さい事を示唆しており、アンチゴライトは塑性変形時に von Mises の条件を満たす事が困難となる。従って、アンチゴライト蛇紋岩は転位クリープのみの塑性変形では、大きな歪に至らないと考えられる。

キーワード: アンチゴライト蛇紋岩, 変形実験, SEM, 変形メカニズム

Keywords: Antigorite Serpentinite, Deformation Experiment, SEM, Deformation Mechanism