転位が岩石非弾性に与える影響：アナログ多結晶体を用いた転位クリープ下での強制振動実験

Effects of dislocations on rock anelasticity: *In-situ* forced oscillation experiments during the dislocation creep using analogue polycrystals

*佐々木 勇人¹、武井 康子¹、McCarthy Christine²、鈴木 彩子

*Yuto Sasaki¹, Yasuko Takei¹, Christine McCarthy², Ayako Suzuki

1. 東京大学地震研究所、2. コロンビア大学ラモント・ドアティ地質研究所

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University

岩石の非弾性は地震波の分散と減衰を引き起こすため、その解明は地震学的にも重要である。しかし、転位が非弾性に与える影響については、実験上の難しさから、わずかな研究しかなく [1, 2] よく分かっていない。そこで我々は、ボルネオール（有機物結晶 [3]）の多結晶体を用いて、転位由来の非弾性の振る舞いを実験的に解明することを目指している。ボルネオール多結晶体の流動則は、差応力 1 MPa 付近で拡散クリープから転位クリープへと遷移し、転位クリープ後の試料には、転位による粒界移動が認められる。そこで、転位クリープさせた試料の非弾性を測定したところ、転位クリープさせていないものに比べて 100 Hz 以下のヤング率が顕著に減少することが分かった。減衰スペクトルにも若干の増大が認められたが、転位による非弾性緩和の主要部分は、強制振動実験の上限周波数である 100 Hz と超音波周波数（ 10^6 Hz）の間にあることも分かり、減衰スペクトルの顕著な変化を直接捉えることはできていない。また、非弾性測定中に転位の消滅が生じていると思われるヤング率の回復を観測した [4, 5]。これらの実験では、非弾性測定をクリープ実験とは別の装置で行う必要があったため、非弾性測定の前に試料の除荷や冷却が必要で、その際に転位の回復などが生じる可能性があった。そこで、本研究では、転位クリープ中にその場で非弾性測定を行う新しい実験システムの開発を行った。

まず、すでに得られているクリープカーブから、転位クリープ中の転位密度の変化を推定した。転位の速度が差応力に比例することを仮定し、オロワンの関係式を用いて歪速度から転位密度を推定した。その結果、軸荷重を加えた後、試料中の転位密度は増加ののち減少に転じることが明らかになった。これは、試料のつぶれが速く、荷重一定の条件下では差応力が低下してしまうためである。非弾性のその場測定実験を行い、このような転位密度の変化に対応した変化を捉えることで、転位が非弾性に与える影響をより定量的に調べられると期待できる。そこで、試料を高差応力下で転位クリープさせることのできる変形実験装置に、微小な振動応力を加えるための圧電アクチュエータを取り付けた。また、微小振動の変位を高精度で測定できるレーザー変位計を取り付けた。ブランクテストによって、高差応力下で、微小振幅の強制振動実験が行えることを確認した。今後、アナログ試料を用いて非弾性のその場測定実験を行う計画である。

[1] Guéguen *et al.* (1989), Q^{-1} of forsterite single crystals, *Phys. Earth Planet. Inter.*

[2] Farla *et al.* (2012), Dislocation damping and anisotropic seismic wave attenuation in Earth's upper mantle, *Science*.

[3] Takei (2000), Acoustic properties of partially molten media studied on a simple binary system with a controllable dihedral angle, *J. Geophys. Res. Solid Earth*.

[4] 佐々木ほか (2017), 転位が岩石の非弾性に与える影響：有機多結晶体を用いたアナログ実験, アブストラクト (SIT28-P02), 日本地球惑星科学連合2017年大会。

[5] Sasaki *et al.* (2017), Effects of dislocations on polycrystal anelasticity, Abstract (MR21B-0443), 2017 AGU Fall Meeting.

キーワード：非弾性、粘弾性、転位、地震波減衰、多結晶、アナログ実験

Keywords: anelasticity, viscoelasticity, dislocation, seismic attenuation, polycrystal, analog experiment