

Development of a giant rock friction apparatus for understanding faulting phenomena over broad spatiotemporal scales

*Futoshi YAMASHITA¹, Eiichi Fukuyama^{2,1}, Kurama Okubo¹, Sumire Maeda¹

1. NIED, 2. Graduate School of Engineering, Kyoto University

地震の原因である断層摩擦すべりは、時間的にも空間的にも幅広いスケールに渡る現象であり、その統一的な理解のためには、観測・理論・実験等による多角的なアプローチが必要である。空間スケールに関する特徴に注目すると、観測と実験それぞれで推定された規模の異なる地震の応力降下量が広いスケールで調和的である (McLaskey et al., 2014; Yoshimitsu et al., 2014) 一方で、岩石の摩擦特性が断層面の大きさに依存して変化する、すなわち岩石摩擦のスケール依存性が実験的・理論的に指摘されており (Yamashita et al., 2015; Noda, 2023)、より広範なスケールでの検証が必要とされている。時間スケールに関しても、数秒～数分で断層すべりが停止する通常の地震から数ヶ月間に渡り断層がすべり続けるスロースリップまでの広範に渡るスケールの現象が、隣接した、また一部は重複した地域で発生する複雑性が議論されている (例えばNishikawa et al., 2023)。また、ゆっくりとした震源核形成から高速な動的断層破壊への遷移過程を観察するには、現在のところ実験的アプローチ以外に手段がないが、その詳細な観察のためには震源の臨界核サイズを内包する模擬断層が必要とされる。さらに、大型岩石摩擦実験により、すべり量の累積に伴う断層面形状の発達が震源核形成及び断層破壊過程に影響を与えることも明らかとなっており (例えばYamashita et al., 2018; Xu et al., 2023)、断層面の空間不均質性を考慮に入れた検討が求められている。以上の理由から、我々はさらに大規模な模擬断層を長距離ですべらせる摩擦実験が必要と考え、それを可能とする新たな巨大岩石摩擦試験機を開発した。

実験ではインド産の変はんれい岩からなる一対の岩石試料を使用しており、一方の長さは6.0 m、もう一方の長さは7.5 mである。幅及び高さは共通で、それぞれ0.5 m, 0.75 mである。図に示す通り、長い試料の上に短い試料を積み重ね、試験機のフレーム内に収めて実験をおこなう。したがって接触面（模擬断層面）のサイズは長さ6.0 m × 幅0.5 mである。模擬断層面は初期表面の凹凸が面全体に渡って50 μ m以内に収まるよう研磨されている。上側試料と試験機フレームの間に設置した6本の油圧ジャッキによって垂直荷重が加えられ、それぞれのジャッキに個別に荷重計が接続されている。垂直載荷ジャッキ1本あたりの最大載荷量は2 MNであるため、模擬断層面へ与えられる最大垂直応力は12 MN/3 m² = 4 MPaである。断層にせん断荷重を与えるためのジャッキが下側試料西側のフレームに固定されている。下側試料は低摩擦ローラーの上に設置されているため、せん断載荷ジャッキが与えるせん断荷重は模擬断層面のみが支えることとなる。このせん断載荷ジャッキの最大載荷量は12 MNである。載荷速度は0.01 mm/sから1 mm/sの間で自由に設定可能であり、最大変位距離は1 mである。垂直応力1 MPa、載荷速度0.01 mm/sの条件で予備実験をおこなったところ、多数のスティックスリップイベントを観測した。イベント発生にともなうせん断荷重降下量及びロードポイントにおける変位量から実験系の剛性を概算したところ、3.5±0.5 GN/mと推定された。断層すべりに伴い発生する局所的な現象を詳細にモニターするため、断層面近傍に二軸半導体ひずみゲージ（共和電業 KSN-2-120-F3-11）を44枚、三軸半導体ひずみゲージ（共和電業 SKS-30282）を44枚設置、さらにAE計測用の圧電素子センサー（オリンパス V103-RM）を64個設置した。これらのセンサーを用いた測定により、断層すべりに伴う幅広い時空間スケールの現象を把握するとともに、すべり量の累積に伴う変遷を調査していく予定である。

