

# 半割れを再現する世界最大の岩石摩擦実験

巨大地震災害研究領域 地震津波発生基礎研究部門 山下太

地震理解PJ

## Point

- 公表されているものの中では世界最大となる岩石摩擦実験装置を使った研究を推進
- 断層面にかかる力を精密に制御することで断層の部分すべり（半割れ）の意図的な再現に成功
- すべり残り部分が時間をおいて連鎖的にすべるイベントの再現とそのメカニズムの理解に向けて研究を継続

## 概要

南海トラフでは甚大な被害を及ぼす巨大地震が繰り返し発生しており、その対策が喫緊の課題となっています。しかしながら過去の発生履歴によると、その発生パターンは単純ではありません。例えば宝永地震では南海トラフ全域が一度にすべったのに対し、安政東海・南海地震や昭和東南海・南海地震では、東側がすべった後、時間を差おいて西側がすべるといった複雑なパターンで地震が発生しています。そもそも、なぜ断層のすべりが途中で停止するのかも完全には解明できていないため、その物理メカニズムの理解に向けた研究が必要とされています。防災科研では、そのような複雑な断層すべりがどのように発生し推移するかを示すシナリオ作成に向けた研究を進めており、その一環として大型の岩石試料を使った実験研究を行っています。使用しているのは、公表されているものの中では世界最大となる岩石摩擦実験装置（図1）で、岩石試料の接触面（模擬断層面）の大きさは長さ6 m×幅0.5 mです。地中の圧力を再現するため6本の垂直載荷ジャッキで押さえつけ、せん断載荷ジャッキで低摩擦ローラーに載った下側試料の端面を押し、断層をすべらせる力（せん断応力）を加えています。そしてせん断応力が断層面の摩擦強度を越えたところから断層がすべり始め、それが広がって断層全体がすべります。このような単純なせん断実験では、毎回、断層の端からすべりが始まり、その場所を制御することはできませんでした。この状況は従来の小規模な岩石摩擦実験でも同様です。一方、本試験機は6本の垂直載荷ジャッキを個別に制御することが可能であり、その機能を使って任意の場所から断層をすべらせることができます。具体的には、せん断応力を臨界近くに保った状態で、任意の垂直載荷ジャッキの荷重をわずかに下げます。するとそのジャッキ付近からすべりが始まり、断層に沿って伝播していきます（図2左）。これは

断層内に高圧力の流体が流入したことと力学的には同等であり、2024年能登半島地震も同様のメカニズムで発生したと考えられています。我々はさらにこのような実験を組み合わせることで断層面上の力の分布を制御し、断層すべりを途中で止めることに成功しました（図2右）。また、断層沿いの力の分布を解析し、そのすべりの停止が弾性エネルギーの不足であることを定量的に確認しました。このような実験と解析は、大規模な岩石試料と精密な力の制御によって初めて可能となったものです。

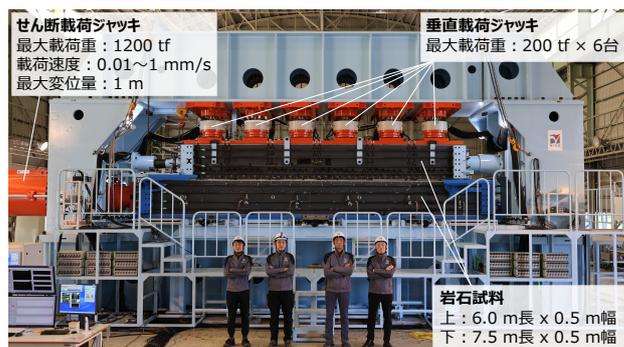


図1 世界最大規模の岩石摩擦実験装置

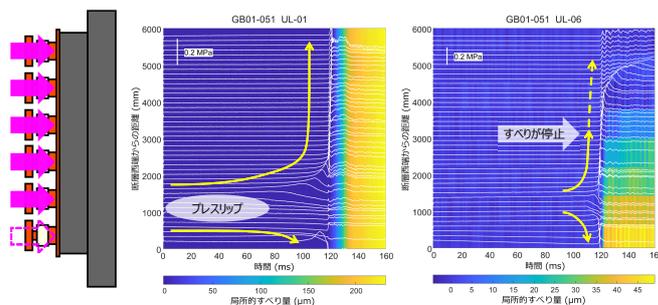


図2 実験で再現された全割れの地震（左）と半割れの地震（右）

## 今後の展望・方向性

上記の通り、途中で断層のすべりを止めることが可能となり、その物理メカニズムの理解が進んでいます。それが可能となった理由の一つは大きな岩石試料を用いたことですが、大型化は必ずしもメリットばかりではありません。図2に示した計測データは岩石試料の側面に設置したセンサーによって収録されたものですが、断層の幅が広いいため、内部で起きている現象が十分な解像度で把握できていません。この問題を解決するため、実験結果に影響を与えない極めて細い溝を

模擬断層面上に掘り、その中にひずみを計測できる特殊な光ファイバーを埋め込んで断層内部で起きている現象をモニターする取り組みを進めています。さらに今後は、すべり残りの部分が連鎖的にすべるイベントの再現と、そのメカニズムの解明に向けた実験研究を進めていきます。そして得られた知見を数値シミュレーション等に導入し、巨大地震の発生・推移シナリオ構築に役立てていく予定です。

