

## 電気抵抗を通してみる模擬断層の接触状態 Contact state of simulated fault via electrical resistance

山下太<sup>1\*</sup>, 福山英一<sup>1</sup>, 溝口一生<sup>2</sup>, 柳谷俊<sup>3</sup>

Futoshi Yamashita<sup>1\*</sup>, Eiichi Fukuyama<sup>1</sup>, Kazuo Mizoguchi<sup>2</sup>, Takashi Yanagidani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所, <sup>2</sup> 電力中央研究所, <sup>3</sup> 所属なし

<sup>1</sup>NIED, <sup>2</sup>CRIEPI, <sup>3</sup>None

地震は断層面の摩擦すべりであり、そのすべりを制御する要因の一つである摩擦強度を接触状態を保持したまま非破壊にモニターできれば、岩石の摩擦特性および断層の摩擦すべりメカニズムの解明に向けた重要な情報を得られるであろう。そのようなモニタリングを可能とする物理量として、筆者らは断層面の電気抵抗に着目し、岩石試料間の模擬断層面の電気抵抗を連続的にモニターするための測定システムを開発した(山下他, 2010)。このシステムを用いたこれまでの実験で、高速せん断摩擦試験機(Shimamoto and Tsutsumi, 1994; Mizoguchi and Fukuyama, 2010)に設置した岩石試料の模擬断層面の電気抵抗が、断層面に加わる垂直応力の増加や摩擦溶融層の発生にともなって減少したことを確認している。ただしこれまでは、試験機の構造的な制限により高速せん断摩擦試験中の測定をおこなえなかったため、摩擦すべり時の断層面の接触状態は不明なままであった。しかし2010年12月に試験機に改良を加え、高速せん断摩擦試験中であってもスリッピングを通して回転側の試料からも信号を取り出すことが可能となった。さらに、岩石試料の電気抵抗測定においてエレクトロメータの高抵抗測定機能を使用した測定の有効性を確認できたので、これを用いて摩擦すべり時の断層面の電気抵抗モニタリングを実施した。

使用したエレクトロメータ(Keithley 6514)は、最大250Vの電圧を印加し、210Gまでの抵抗値を測定可能である。2端子測定のため、測定結果には接触抵抗および岩石試料そのものの抵抗値が含まれるが、接触面の持つ抵抗値が非常に高いためそれらの影響は低いと考えた。まず、垂直応力変化にともなう模擬断層面の抵抗変化をモニターした。用いた試料は円柱形のGabbro試料(インド産)で、直径は25mm、長さはおよそ30mmである。それぞれの試料の断層面ではない側の端面に導電性テープを用いて電極を設置した。垂直応力は一定圧力で300s保持した後、0MPaから8MPaの間で0.5MPaずつ変化させた。0MPaでの抵抗値はエレクトロメータでは測定不能であったことから、このときの断層面が持つ抵抗値は210G以上であると考えられる。0.5MPaでの抵抗値は約90Gであったが、垂直応力の増加にともない抵抗は減少し、8MPaでは約30Gまで減少した。これは垂直応力の増加によって断層面の真の接触面積が増加し、断層面の抵抗値が減少したことを示していると考えられる。次に、低速の摩擦すべり時の電気抵抗モニタリングを実施した。試料は加圧試験と同一の試料を用い、垂直応力は3MPa、すべり速度は $5.3 \times 10^{-3}$  m/sで一定に保った。摩擦強度(垂直応力に対するせん断応力の比)は摩擦すべり開始直後に0.8まで上昇した後、すべり弱を示し、その後0.2から0.6の間で変動した。電気抵抗は摩擦すべり開始後に130Gから8Gまで減少した後、10Gから30Gの間で変動した。摩擦強度と電気抵抗の変化を比較すると、摩擦強度の増加に対して電気抵抗の減少(あるいはその逆)が観察された。これは断層の真の接触面積が増加することで摩擦強度の増加および電気抵抗の減少が引き起こされたためと考えられる。次に、摩擦溶融層の発生をともなう高速の摩擦すべり試験をおこなった。垂直応力は3MPa、すべり速度は1.3m/sとし、最終的なすべり量は52mであった。摩擦すべり開始後の約1秒間に断層は最初のすべり弱を示し、その後、Hirose and Shimamoto (2005)によって示されたような摩擦溶融層の発生に関連する2度目のすべり強化と2度目のすべり弱を示した。電気抵抗は、摩擦すべり開始直後に約70Gから3Gまで減少し、最終的に1Gまで減少し続けた。すべり初期の電気抵抗変化について詳細に調査すると、最初のすべり弱から2度目のすべり強化への遷移にともない、電気抵抗の減少率が上昇していることが明らかになった。これはアスペリティ等に局所的に発生した溶融が互いにつながり始めた段階を示していると考えられる。その後、断層の強度が2度目のピークに達するとともに電気抵抗の減少が一時的に止まっており、断層全体に溶融が行き渡った状況を示していると解釈できる。その後も摩擦溶融層の成長に関連する変化と考えられる段階的な電気抵抗の減少を確認できた。今後さらに詳細な解析をおこなうとともに、透過弾性波によるモニタリング結果(福山他, 本連合大会)とも比較し、定量的な議論をおこないたい。

キーワード: 電気抵抗, 断層, 摩擦, 摩擦溶融, 高速せん断摩擦試験

Keywords: Electrical resistance, Fault, Friction, Frictional melting, High-velocity rotary-shear frictional test