

高速摩擦実験からみた1999年台湾・九分二山地すべりの誘発と高速すべり

Triggering and catastrophic sliding of the 1999 Jiufengershan landslide in view of high-velocity friction experiments

矢野 香那子^{1*}, 嶋本 利彦¹, 大橋 聖和¹, Jia-Jyun Dong², Chyi-Tyi Lee²

Kanako Yano^{1*}, Toshihiko Shimamoto¹, Kiyokazu OOHASHI¹, Jia-Jyun Dong², Chyi-Tyi Lee²

¹広島大学, ²国立中央大学

¹Hiroshima University, ²National Central University

九分二山 (Jiufengershan) 地すべりは、1999年9月21日に起こった集集(Chi-Chi)地震により引き起こされた壊滅的な巨大地すべりの一つである。九分二山地すべりは震央から北北東に位置しており、第三紀堆積岩の巨大岩塊が層理面に沿って1 km以上もの距離をすべり落ちた。我々は、壊滅的な地すべりの誘発と高速すべりのメカニズムを明らかにするために、九分二山地すべり地から採取した頁岩ガウジと粘土質断層ガウジを用いて、すべり速度を0.01~1.3m/sの幅で変化させて高速摩擦試験を行った。実験には、低速-高速摩擦試験機(高速二号機)を使用した。垂直応力は、九分二山地すべり物質の厚さ30-50mの最大厚の荷重に対応した垂直応力である0.8 MPaを使用した。

粘土質断層ガウジは斜面上部に位置する単斜構造(Wang et al., 2003)の近くの小さな断層帯から採取した。この論文ではflexural slip foldingに起因する層面断層を報告しているが、我々は層面断層の試料を採取することはできなかった。実験では層理面を切る粘土質断層ガウジと、地域北部から採取した頁岩サンプルを砕いて作った頁岩ガウジを用いて実験をおこなった。すべりは砂岩と頁岩の境界で起こった可能性が高いので、強度の低い頁岩が摩擦の性質を支配していると考えられる。XRD解析により鉱物組成を調べると、粘土質断層ガウジは石英、長石、カオリナイト、イライト、スメクタイト、クロライトを含んでいる。また頁岩もほぼ同じ鉱物組成だったが、イライトとクロライトのピークがわずかに強かった。

全ての実験結果において、ピーク摩擦と、その後続くすべり弱化距離 (slip-weakening distance, D_c) で特徴付けられる顕著なすべり弱化 (slip weakening) と非常に低い定常摩擦がみられた。含水状態での頁岩と粘土質断層ガウジは、すべり速度1m/s以上において定常摩擦が0.1以下という、超低摩擦を示した。一方で乾燥状態での粘土質断層ガウジの場合では0.2から0.3を示した。このような高速での低摩擦は、集集地震により誘発された壊滅的な九分二山地すべりの高速すべりを引き起こしたものと考えられる。すべり弱化距離はどの実験においても10 m程度であった。ピーク摩擦係数は粘土質断層ガウジにおいて、乾燥状態で0.7-0.9、含水状態では0.2-0.3であった。含水状態の頁岩ガウジでは1m/s以上で0.15以下まで減少した。また実験前と実験後で鉱物組成に変化はみられなかった。

頁岩で摩擦が非常に低くなったのは驚きであった。ピーク摩擦係数は粘土質断層ガウジの半分ほどしかなく、摩擦角約 11° に対応する。この値は実際の斜面の傾斜 $20 - 36^\circ$ よりもかなり小さい。Wang et al. (2003)は、九分二山地すべり地帯において地すべり以前に単斜構造や座屈褶曲 (バックリング) といった特有の構造を認めており、彼らはこのような構造は斜面が不安定なことに起因して形成されたことを提唱し、斜面は薄い砂岩層によって支えられていて、砂岩層が崩壊することで地すべりを引き起こしたと説明している。我々の使用した頁岩サンプルは地すべり地に分布するごく一般的な岩石であり、斜面の至る所に存在する。我々の実験結果は、Wangら

の観察結果と見解を支持する。

引用文献：

Wang, W. N., Chigira, M. and Furuya, T. (2003). Geological and geomorphological precursors of the Chiu-fen-erh-shan landslide triggered by the Chi-chi earthquake in central Taiwan, Eng. Geol., 69, 1-13.

キーワード:九分二山地すべり

Keywords: Jiufengershan landslide