

2008年6月14日岩手・宮城内陸地震による荒砥沢ダム地すべりの高速長距離運動機構
 Rapid and long runout mechanism of the Aratozawa Dam Landslide triggered
 by the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008

○福岡浩・宮城豊彦・Igwe Ogbonnaya・古林竜治
 ○Hiroshi FUKUOKA, Toyohiko MIYAGI,
 Ogbonnaya IGWE, Ryuji FURUBAYASHI

The Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 induced a number of landslides in the epicentral area. Among those, the Aratozawa dam landslide is the largest one, which has 45 million m³ volume and about 100 m depth. Inclination of the sliding surface is only 2 degrees. Maximum runout distance of the major landslide blocks is about 300 m, and their velocity is estimated faster than 1 m/s. In order to study the rapid and long runout mechanism, authors investigated the site and collected pumice and mudstone samples from the landslide toe. Undrained ring shear tests revealed that both samples showed reduced strength after long shear displacement or cyclic loading, which could explain the landslide behavior.

1. はじめに

2008年6月14日に発生した平成20年岩手・宮城内陸地震(M_{jma}=7.2)では震央域およびその周辺で極めて多くの地すべりが発生した。その中でも最大規模の地すべりは荒砥沢ダム上流で発生したもので、長さ約1,400 m、幅約800m、推定土量約7,000万m³、平均すべり面深度は約100mである。発生前後の写真測量から最大水平移動距離は約300mで、主移動方向はダム湖方向よりやや左側(東側)で小規模起伏地形に乗り上げて停止した。航空機搭載レーザースキャナーの測量からすべり面傾斜は5°以下で非常に低角度であると推定された。のちにボーリング結果から2度という低角度であること、すべり土塊は主にパミス層と泥岩層からなることがわかった。すべり面は地質境界か泥岩中にあるとされている。

荒砥沢ダム直下の民宿のオーナーが地震発生直後5分程度でダム堤体上に上り「滝のように土砂が(滑落崖から)降り落ちていた」のを目撃したが、主要な地すべり土塊の移動は既に停止していたことを確認した。このことから、移動速度については、1 m/s以上あったと推定される。荒砥沢ダムに設置されている地震計により記録された加速度波形には本震、余震以外に地すべりと思われる震動が長時間記録されているが、地すべり主要土塊が小起伏地形に衝突して停止した時刻については判別できなかった。

2. 現地試料採取とリングせん断試験

地質断面が得られる前に現地調査を行い、ダム湖に面した末端付近で見られたパミス質の土砂および中央側線沿いの末端腹筋で見られた破碎された泥岩を採取した。パミス質の試料について、非排水条件下で地震波形の载荷を行ったが、過剰間隙水圧は間隙圧比にして8割程度まで発生したものの、移動距離は約1cmで波形载荷後に運動を継続するまでには至らなかった。上記試験の前に試料を完全乾燥させたこと、パミスは多孔質で表面および内部に気泡を多く持っていることから飽和度が十分でなかったことが一因と思われる。約2度の超緩傾斜面で長距離運動するためには、ほとんど完全な液状化に到達しなければ難しい。一方、せん断応力を単調増加させた非排水せん断試験では定常状態のせん断抵抗は30 kPaであった。100m深のすべり面垂直応力は約1.3MPaあると考えられ、地下水位とすべり面はほぼ同じ深度である場合、見かけの摩擦角は約2°となり高速長距離運動もある程度説明できる。

一方、泥岩試料中の強風化試料に対して主に垂直応力の正弦波計を载荷する非排水繰り返し载荷試験を行ったところ、過剰間隙水圧が累積し、最終的に連続して運動する様子が再現できた。これは、実際の現場では加速しうることを意味しており、泥岩試料でも極めて緩傾斜のすべり面で高速運動しうることを示すことが出来た。