

流動性崩壊の危険度予測

Risk Assessment of Fluidized Landslides

京都大学防災研究所 福岡 浩

背景と目的

(1) 三次クリープの研究

珪砂と粘土の混合砂を用いて水圧制御の破壊試験を行い、豪雨時に於ける三次クリープ破壊の試験を繰り返し、福岡が1985年に発見した速度と加速度の間のべき乗関係のメカニズムを調べてきたが、それらのデータを元に三次クリープ挙動を再現できる数値モデルを構築した。定応力定速度条件下の排水せん断試験結果を基に、せん断応力-せん断変位を表す指数関数モデルに水圧を含んだモデルを提案した。このモデルは、福岡輝旗の地すべり崩壊時刻予知法で知られる傾向、すなわち、応力一定条件下で間隙水圧を一定の速度で上昇させるよう制御した試験により生じた加速過程、速度-加速度のべき乗関係、速度の逆数の減少傾向を再現できた。さらにこのモデルは応力-変位関係を破壊強度に達するせん断変位で正規化したせん断変位の指数関数を用いて表現しているが、関数を定義する定数によって α とAがともに表されることを示した。

(3) 全球降雨観測データを用いた土砂災害予報警報に関する研究

降雨観測用 TRMM 観測衛星による全球準リアルタイム降雨データの精度が土砂災害の予報警報にも応用が可能になる程度に向上したため、試験的に防府市土砂災害時の TRMM データを土壌雨量指数の計算で用いられるタンクモデルに入れ、さらに簡便な方法で水位を推定するシミュレーション方法を検討した。

検討内容および結果・考察

(1) 水圧を徐々に一定レートで上昇させ、三次クリープ破壊を起こす際に A 値と α 値にリニアな関係があること等の知見を得ていたが、 α 値の意味について、大きいほど破壊に近づいた際の土粒子骨格のコラプスの挙動が顕著になり大きな加速度が得られやすいと論じた。大きい過圧密比で α が小さくなる傾向がみられ、三次クリープ期間が長くなる傾向も示唆された。既往のせん断応力増大試験との比較から、 $\alpha - \log A$ 関係の比例係数の違いについても本論文で提案したモデルにより説明が可能であることが示された。また、今後の研究の方向性として、降雨観測衛星による観測データと土壌雨量指数を組み合わせ、本研究で得られた $\alpha - A$ 値関係を組み合わせることにより東南アジアで地すべりハザードマップと早期警戒システムを構築することの可能性について論じた。

(3) TRMM 衛星によるマルチセンサーシステムの全球データから任意の地域を切り出し、タンクモデルによる早期警戒を行うモデルを検討したが、タンクモデル自体、降雨浸透中の地下水位との関係が学術的に確立されたものではないために実務に応用するにあたりさらに検討が必要であるという結論に達した。

参考論文

- Dok, A., H. Fukuoka (2012): Tertiary creep reproduction in back-pressure-controlled ring-shear test and predicting final failure time of rainfall-induced landslides. In: "Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through Improved Understanding," Proc. 11th Int'l & 2nd North American Symp. on Landslide (A.A. Balkema, peer reviewed).
- Dok, A. and H. Fukuoka (2013): Tertiary creep reproduction by back-pressure-controlled test in DPRI-7. In: "Landslide Science and Practice: Risk Assessment, Management and Mitigation," Springer Verlag, (in print, peer-reviewed).
- Fukuoka, H., and A. Dok (2013): Precursor Process and Triggering Mechanism of Rapid Landslides under Extreme Weather Conditions, and an Attempt of ICT-Based Participatory Joint Mapping of Past Landslides with Experts in Developing Countries. *Journal of Disaster Research*. Vol. 8, No.1, pp. 165-166.
- Dok, H. Fukuoka, and Y. Hong (2012): TRMM Applications for Rainfall-Induced Landslide Early Warning. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 14, EGU2012-13650, EGU General Assembly 2012.
- H. Fukuoka, D. Karnawati, and A. Dok (2012): Critical displacement for unlimited displacement of earthquake-induced landslides. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 14, EGU2012-14341, 2012, EGU General Assembly 2012.
- Atitkagna Dok, Hiroshi Fukuoka, Takeshi Katsumi, Toru Inui (2012): Numerical modeling on tertiary creep behavior of extreme rainfall-induced landslides with TRMM application for landslide early warning. AGU Fall Meeting 2012, Abstract NH31B-1607 (Poster Presentation).