

## 伏野地すべり地における地震時の間隙水圧変動

## Fluctuations in pore-water pressures triggered by earthquakes at the Busuno landslide

大沢 光<sup>1\*</sup>, 岡本 隆<sup>2</sup>, 松浦 純生<sup>3</sup>, 阿部 和時<sup>4</sup>

Hikaru Osawa<sup>1\*</sup>, Takashi Okamoto<sup>2</sup>, Sumio Matsuura<sup>3</sup>, Kazutoki Abe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院生物資源科学研究科, <sup>2</sup> 森林総合研究所, <sup>3</sup> 京都大学防災研究所, <sup>4</sup> 日本大学生物資源科学部

<sup>1</sup> Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University, <sup>2</sup> Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), <sup>3</sup> Disaster Prevention Research Institute (DPRI), Kyoto University, <sup>4</sup> Bioresource Sciences, Nihon University

### 1. 背景

近年、わが国において地すべり災害を引き起こした地震として、新潟県中越地震（2004年, M6.8）や新潟県中越沖地震（2007年, M6.8）岩手・宮城内陸地震（2008年, M7.2）などがある。地震によって難透水性の地すべり地の地盤がせん断・圧縮応力を繰り返し受けると、過剰間隙水圧と想定される水圧変動が観測されることがあり、これによる斜面の不安定化が指摘されている。

岡本ら（2006）は地すべり地の現地観測により、地震時に間隙水圧がスパイク状に変化することを示した。しかし、例えばどのような揺れに対して間隙水圧が鋭く反応するのかといった、地震動と間隙水圧変動の定量的な関係については言及していない。そこで、本研究では地すべり地における地震動の振動特性と間隙水圧変動の関係について、現地観測データをもとに解析をおこなった。

### 2. 観測・解析方法

筆者らは第三紀層の再活動型地すべり地である新潟県上越市伏野峠地区地すべり（以下、伏野地すべり地）にて観測をおこなっている。

#### ・地震

本研究では2004年新潟県中越地震（EQ1）およびその最大余震（EQ1'）、2007年新潟県中越沖地震（EQ2）、2011年長野県北部地震（EQ3）およびその最大余震（EQ3'）、以上の5つの地震動について解析をおこなった。伏野地すべり地では2010年から地震観測を開始したためEQ3およびEQ3'は実測できたが、それ以前の地震データ（EQ1、EQ1'、EQ2）は実測値が無い。そこでそれらは、伏野地すべり地から約10km離れた防災科学技術研究所 K-net 安塚 (NIG 024) の観測値に司・翠川 (1999) による断層最短距離の距離減衰式を適用して伏野地すべり地での最大加速度・最大速度を推定した。また、観測した地震波の応答をみるため、応答スペクトルを求めた。

#### ・間隙水圧

伏野地すべり地は移動の様式から上部・中部・下部ブロックに分けられ、このうち中部ブロックに間隙水圧計を埋設し、10分間隔の観測をおこなった。EQ1,1'の観測時は5基の間隙水圧計をすべり面近傍に設置したが、その後、全ての計器が積雪荷重により圧壊したため下部ブロックに新たに2基を埋設し、EQ3,3'時はこの2基を用いて観測した。また、間隙水圧計の観測が10分間隔となっているため、地震発生時から記録時まで時間差が生じ、観測値のまま使うことにより過剰間隙水圧値を過小に見積もることが予想された。この点を改善するため、地震後の消散過程より減衰曲線を作成し、ピーク時の間隙水圧を推定した。ただし、この減衰曲線の適用範囲は上昇した間隙水圧にのみ適用した。

### 3. 結果と考察

a>地震時の間隙水圧変動から、地震を契機に間隙水圧がスパイク状に変動（過剰間隙水圧）していることがわかった。そして、その変動方向は上昇箇所と下降箇所に分かれた。間隙水圧の減衰曲線より推定した間隙水圧変動値は、EQ3時に最大14.2 kPa、最低3.3 kPaとなった。

b>地すべり地にて地震と間隙水圧が同時に観測されたのはEQ3,3'時のため、特にEQ3,3'に注目する。EQ3の最大加速度は南北成分・東西成分に比べて上下成分が低いことが特徴的であり、EQ3'時も同様に上下成分のみ低い傾向であった。フーリエ解析の結果から、南北・東西成分は周期分布がよく似ており、卓越周期は0.3秒付近にどちらも分布していることがわかった。上下方向は0.05-1秒の間の広い周期帯で優勢であり、卓越周期は2.8秒であった。

c>EQ3以外の地震動による間隙水圧変動は大きくて3kPa以下であることから、EQ3時の水圧変動が極端に大きいことがわかる。その要因としてEQ3,3'発生時には地すべり土塊上に3mの積雪があり、積雪層の長期載荷によるすべり層の圧密という要因が重なり大きな水圧変動を起こした可能性が推察される。

d>5つの地震時における間隙水圧変動と地震波各成分の関係を解析したところ、地震前後の間隙水圧変動と相関関係にあるのは上下方向の最大加速度・最大速度・卓越周期と高い相関を示した。

以上の結果から、最大加速度以外にも最大速度や卓越周期、また地震動の卓越方向が間隙水圧変動に影響を及ぼす可能性があることがわかった。

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HDS06-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 18:15-19:30

## 引用文献

岡本隆・松浦純生・浅野志穂・竹内美次 (2006):活動中の地すべり地における中越地震発生時の移動および間隙水圧変動特性, 日本地すべり学会誌, Vol.43, No.1, pp.20-26.

司宏俊・翠川三郎 (1999):断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造形論文集, 第 523 号, pp.63-70.

キーワード: 地震動, 過剰間隙水圧, 最大加速度

Keywords: seismic motions, excess pore water pressure, peak ground acceleration