

2011年東北地方太平洋沖地震で火山灰質土分布域に生じた地すべり機構に係る実験的検討

日本大学工学部 学生会員 ○小田 力也・大橋 猛文
正会員 梅村 順

1. はじめに

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の際、福島県白河市周辺の火山灰質粘性土分布域では、比較的規模の大きな地すべりが8箇所で発生した。これらのうち5箇所では現地調査の結果、那須火山起原の火山成堆積物中に挟在する埋没土壌中に発達する風化軽石層にすべり面が形成されたことが判った。

そこで本研究では、これら地すべりのうち、白河市葉ノ木平および小田川矢部屋地すべり地から、埋没土壌とそれに挟在する風化軽石層を採取した。そして、これらを対象に一面せん断試験を実施して、その結果から地すべりのメカニズムを検証した。

2. 葉ノ木平および矢部屋地すべりの概要と試料

葉ノ木平地すべりと小田川矢部屋地すべりの位置を、図-1に示す。葉ノ木平地すべりは、発生域の長さが約120m、幅が約70mで葉ノ木平団地西側に位置する六反山山頂付近を頂部に生じ、北北東から東へ向きを変えながら、葉ノ木平団地を横切って約120m滑動し、対岸の丘陵に衝突した。図-2に、この地すべり周辺の地質模式柱状図を示す。一方、矢部屋地すべりは、発生域の長さが約70m、幅約50mと、長さ約40m、幅約40mの2つの地すべりが並列している。いずれも舌状地尾根部から南南東方向に崩れ、崩壊土砂は250m流下した。図-3に、この地すべり周辺の地質模式柱状図を示す。

両地すべり地とも、特徴的なスコリア層を鍵層に対応させることができる。また、矢部屋地すべりでは、上位の埋没土壌の起伏が大きく、一部、テフラ層全てを侵食した痕跡が残されている。

写真-1は、葉ノ木平地すべりで堆積した移動体の状況であるが、移動体の底部に特徴的なスコリア層が乱されることなく保存されていた。矢部屋地すべりにも葉ノ木平地すべり同様、移動体底部にスコリア層が保存されていた。また、発生域にはすべり面上に、埋没土壌に挟在する軽石質火山灰層が露出していた。矢部屋地すべりでは、起伏の激しい上位の埋没土壌のために、一部位置を確認できないところもあるが、他の3箇所の地すべりも併せて、葉ノ木平地すべりとほぼ同様であった。これらのことから、すべり面がこの埋没土壌中の軽石質火山灰層に形成されたことは、ほぼ間違いないと判断できた。

試験では上述した現地調査で得た定性的な知見のうち、この軽石質火山灰層が、上下位の層準に比べてせん断強さが小さく、かつ、長距離滑動するような脆性的な性質を呈することを、定量的に確認することを目指した。



図-1 葉ノ木平・小田川矢部屋地すべり位置図

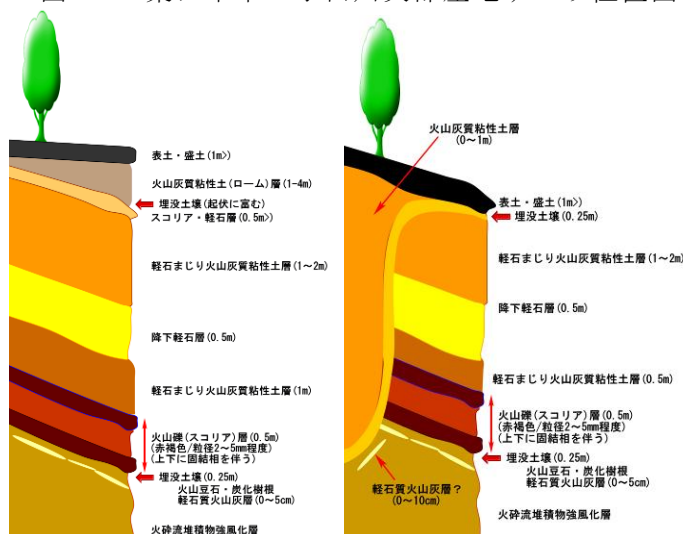


図-2 葉ノ木平地すべり 周辺地質模式柱状図
図-3 矢部屋地すべり 周辺地質模式柱状図



写真-1 葉ノ木平地すべりの移動体底面の状況



写真-2 アクリル製リングを持ちいた供試体の作製

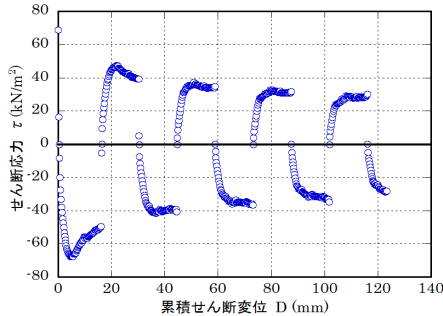


図-6 葉ノ木平地すべり
軽石質火山灰層試料
繰返しせん断試験結果例

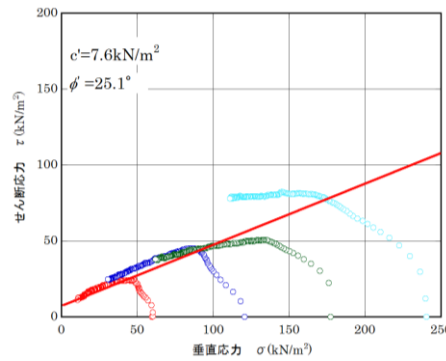


図-4 葉ノ木平地すべり
軽石質火山灰層 $\tau - \sigma$ 曲線

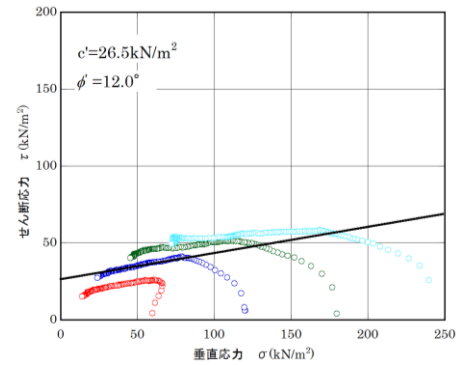


図-5 葉ノ木平地すべり
埋没土壌 $\tau - \sigma$ 曲線

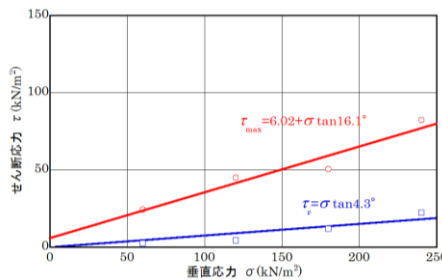


図-7 葉ノ木平地すべり
軽石質火山灰試料
ピーク強度と残留強度の比較

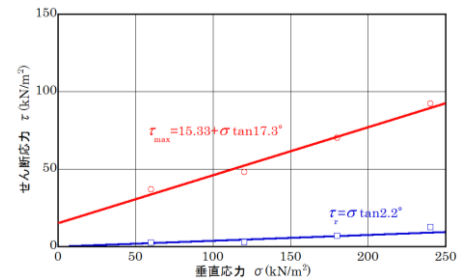


図-8 矢部屋地すべり
軽石質火山灰試料
ピーク強度と残留強度の比較

3. 試験方法

試験には、一面せん断試験装置を用いた。試験ではまず、採取した乱さない試料から、直径6cm、高さ2cmの標準の大きさの供試体を、カッターリングを用いて作成した。なお、軽石質火山灰層試料は、埋没土壌に数mmの厚さで狭在しているので、写真-2に示すように、アクリル製のリングを用いて、せん断面の位置に火山灰層が入るように確認しながら進めた。次いで、装置に供試体をセットし、所定の載荷圧で3t法を目安に圧密を行った。

せん断過程は定体積条件で、まず、通常の試験を行い、その後、そのままの供試体で、繰返し試験を実施した。せん断過程での上載圧は、地すべりの規模を考慮して、葉ノ木平地すべり試料では、60、120、180、240 kN/m²、小田川矢部屋地すべりでは60、120、180、240、300kN/m²とした。また、通常、繰返し試験共、せん断箱間隔は0.20mm、せん断変位速度0.20mm/minとし、繰返し試験では、せん断変位7mmでの両振り繰返しとした。

4. 試験結果と脆性度

図-4は、葉ノ木平地すべり軽石質火山灰層試料、図-5は、同地すべり埋没土壌層試料の定体積一面せん断試験結果である。 $\tau - \sigma$ 関係を比較すると、埋没土壌層は軽石質火山灰層に較べて延性的な挙動を呈した。これから軽石質火山灰層が脆性的に破壊すると判断でき、この層にすべり面が形成された可能性を裏付ける結果であった。一方、図-6は、葉ノ木平地すべり軽石質火山灰層の繰返し試験結果である。この結果から、図-7、8は、ピーク強度破壊規準線と、残留強度破壊規準線を、葉ノ木平地すべり、小田川矢部屋地すべりそれぞれについて比較したものである。通常、脆性度は、一軸圧縮強さを用いて表すが、ここでは、これら破壊規準線の比で表した。即ち、葉ノ木平地すべり、矢部屋地すべりはそれぞれ、

$$St = \frac{\tau_{\max}}{\tau_r} = \frac{81.4}{\sigma} + 3.84, \quad St = \frac{\tau_{\max}}{\tau_r} = \frac{399.1}{\sigma} + 8.11$$

となり、脆性度は葉ノ木平地すべりで概ね4以上、矢部屋地すべりで大無為概ね8以上であった。

従来、海溝型の地震では、地形の凸部で斜面崩壊を生じ、谷地形では殆ど崩壊を生じない、と言われてきた。しかし、ここで対象とした葉ノ木平地すべりをはじめとする地すべりは、谷地形で生じたものであると共に、長距離滑動した点で特徴的な事象であった。これまで殆ど記録されていなかった、海溝型地震に伴う地すべりとして、今後その危険度評価をはじめとする防災対策に向け、ここで実施したような定量的な事象の把握、および、これらの結果に基づく再現と評価を、地震動と関連付けて進めていく必要があると考えている。

参考文献

1)梅村順(2011):平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震およびその関連地震に伴い福島県で発生した斜面崩壊の概要、日本地すべり学会研究発表会講演概要集, CD盤。