

## 新鮮な再滑動地すべりの変形プロセス - 塩の川地すべりのIT地盤傾斜計及び変位ベクトル観測結果に基づく推定 -

### Deformation process estimate of a remobilized landslide based on IT Ground Tiltmeter observation and displacement vector

宇都 忠和<sup>1\*</sup>, 千田容嗣<sup>1</sup>, 藤澤和範<sup>2</sup>, 山中僚<sup>3</sup>, 二瓶昭弘<sup>3</sup>, 高梨俊行<sup>4</sup>, 西條敦志<sup>5</sup>, 藤元亮<sup>6</sup>

Tadakazu Uto<sup>1\*</sup>, Yoji Chida<sup>1</sup>, Kazunori Fujisawa<sup>2</sup>, Ryo Yamanaka<sup>3</sup>, Akihiro Nihei<sup>3</sup>, Toshiyuki Takanashi<sup>4</sup>, Atsushi Nishijo<sup>5</sup>, Ryo Fujimoto<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人土木研究所, <sup>2</sup> NEXCO 総研 (前 土木研究所), <sup>3</sup> 国土交通省東北地方整備局, <sup>4</sup> 川崎地質株式会社, <sup>5</sup> 曙ブレーキ工業株式会社, <sup>6</sup> 日本工営株式会社

<sup>1</sup> Public Works Research Institute (PWRI), <sup>2</sup> Nippon Expressway RI (formerly PWRI), <sup>3</sup> MLIT, <sup>4</sup> Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., <sup>5</sup> Akebono Brake Industry Co., Ltd., <sup>6</sup> Nippon Koei Co., Ltd.

地盤傾斜計による地すべりの移動観測は、これまで数多く実施されてきたが、回転速度を変位速度と併せて定量的に比較した事例は少ない。本稿では、再滑動地すべりにおいて、IT地盤傾斜計、光波測距儀による移動杭観測、空中写真や地形図の判読を併せて用い、地すべり土塊の変形プロセスを推定した事例を紹介する。

吾妻火山東麓には、複数の地すべり地形が分布する(原田, 1983など)が、そのうち、塩の川地すべりは、比高が最大約70mに達する明瞭な滑落崖を持つ活動的な地すべりである。基盤と地すべり土塊は第四紀安山岩で構成され、層厚7~11mの凝灰岩層が、弱層としてすべり面の形成に関係したと考えられている。地すべり上部では、原平坦面がよく保存されており、2列~4列の分離小丘・陥没帯が認められる。ただし、地すべり全体を横断している陥没帯は滑落崖直下のものを除いては1列のみであり、地すべり上部は部分的に断裂を受けながらも、ブロックの細分化は極端には進んでいない。一方、地すべり下部は末端部の河川侵食の影響を受け、傾斜30~37°程度で平坦面は残されていない。なお、ボーリングコアでは旧河道堆積物が認められ、過去の河道位置の根拠とされる。

2006年5月から地盤伸縮計、2009年6月から移動杭観測も加えての監視が開始された。それ以来最大5カ年にわたる観測データが蓄積されている。頭部滑落崖の地盤伸縮計では、年間350mm(約1.0mm/日)の変動速度であり、豪雨時や融雪期には変動速度が変化しながらも、年度ごとにはほぼ一定となっている。移動杭観測での観測結果から概算すると、沈降変位成分の卓越する頭部に関しては約120年(図中式(1))、水平変位成分の卓越する末端部に関しては90年(図中式(2))で、概ね100年前後で現在の地すべり地形が形成されると試算できる。ただし、移動土塊末端の河川侵食の影響は考慮していない。

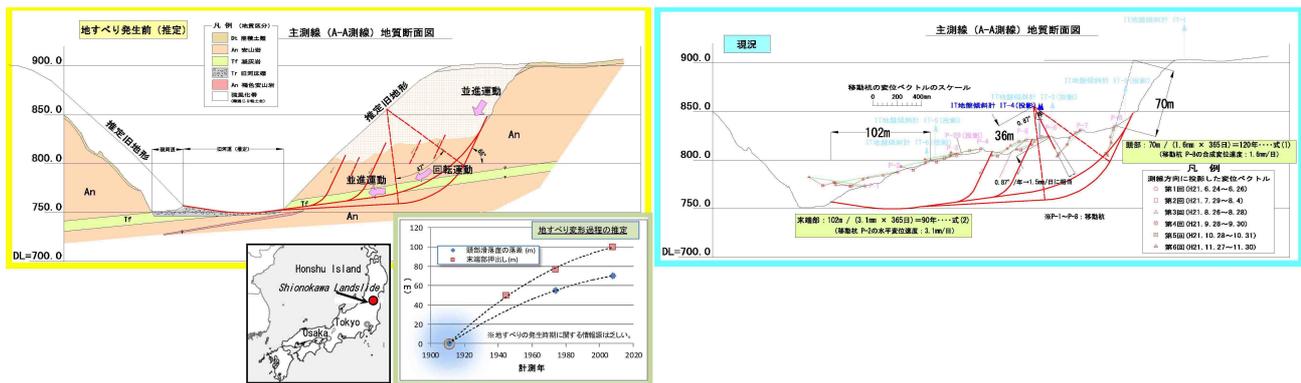
国土地理院の5万分1地形図「福島」、2万5千分1地形図「土湯温泉」、空中写真から、過去の地形変遷を参照した。1911年の5万分1地形図では河川の屈曲も地すべり地形も記載されていない。1945年の米軍による空中写真では、地すべり地形と河川の屈曲の両方が認められる。地形図上では、1972年の空中写真に基づく1973年の2万5千分1地形図で初めて地すべり地形が記載されている。これらの情報源から、末端部の河川の屈曲と、地すべり滑落崖の落差を読み取り、変遷を推定してグラフとして図に付した。

塩の川地すべりには、土木研究所および曙ブレーキ工業株式会社、川崎地質株式会社の共同研究により開発したIT地盤傾斜計(土木研究所ほか、2009)を、「特殊な地すべり環境下で使用する観測装置の開発研究会」(共同研究の改名)により、地すべりの主滑落崖背後から下部にかけて6基設置し、1時間おきの観測を実施している。主滑落崖背後に設置した1基を除いて、いずれも傾斜変動が記録され、後方回転運動と前方回転運動の両方の挙動をする計器が認められる。最も大きな傾動を示すのがIT-4であり、年間0.87°(3117秒)の速度で、滑落崖側に向かい後方回転運動している。図のように半径36mの円での回転運動を想定すると、543mm/年(1.5mm/日)となり、実際の移動杭観測での動き(移動杭P-6で1.9mm/日)と、オーダーとして合致している。

このように、IT地盤傾斜計および移動杭観測による変位ベクトルを組合せて、塩の川地すべりの発生時から現在までの地すべり土塊の変形プロセスを、整合的に推定した。つまり、初生時には急激な変位は顕著ではなく、並進すべりと回転すべりを複合して内部構造を残したまま、徐々に変形してきたと推定される。断面形状の変化から推定すると、安全率が徐々に上昇し、変位速度は徐々に緩やかとなったかもしれない。

再滑動地すべりへのIT地盤傾斜計の適用は、本調査地のように、回転運動の成分を持つ場合は有効性が高いと考えられる。ただし、今回、平坦面の部分的に残された分離小丘周辺に設置した地盤傾斜計IT-4では、変形プロセスとよく合致した観測データが得られたが、その他の地盤傾斜計では、谷側に累積する傾斜(IT-3, IT-5)あるいは、傾動の断続的な回帰(IT-2)が認められている。並進運動をする地すべり、あるいは、分解されつつある再滑動地すべりのIT地盤傾斜計の配置については、十分な検討を行い、地すべり活動を代表する動きを観測するための注意が必要である。

参考文献：(独)土木研究所、川崎地質(株)、曙ブレーキ工業(株)、坂田電機(株)、(株)共和電業: 厳しい条件下での使用に耐える地すべり観測装置の開発 共同研究報告書、独立行政法人土木研究所、共同研究報告書 第393号、2009



キーワード: 地すべり, IT 地盤傾斜計測システム, 回転すべり, 変位ベクトル, 変形プロセス  
 Keywords: landslide, IT Ground Tiltmeter System, rotational slide, displacement vector, deformation process