

IC タグ杭を利用した斜面防災

鈴木 茂之

岡山大学大学院自然科学研究科



本研究は地すべりの変位を継続的に観測し、進行を系統的にモニタリングする技術を検討したものである。基準となる杭を地すべり区域外の変位しない地点と、地すべり土塊内に設置し、変位を2008年10月から2010年5月にかけて長期間観測した。ICタグ入り杭を用いたことから、次のような利点が得られた。ICタグに杭番号が記憶されているため、杭の識別が容易で作業時間が大きく短縮できる。計測値も記憶されているため、変位量の確認が現場で出来る。これらの利点は担当者が代わる際特に有効である。また、光波測量儀により精密な変位量を得たところ、細かくは多方向に動きながら、全体としてすべりの主方向に変位していることが明らかになった。

地すべり変位，ICタグ入り杭，長期モニタリング

1. はじめに

斜面災害の主要なひとつに地すべり災害がある。地すべり災害を低減するにあたって、その課題の一つとして地すべり土塊の挙動の監視・モニタリングが挙げられる。これまでにも伸縮計等を用いたモニタリングシステムが利用されてきたが、このようなモニタリングシステムは通常、緊急性の高い地すべりを主たる対象として行われる場合がほとんどである。しかしながら、このような緊急度の高い事象は比較的まれにしか発生しない。地すべりの多くは潜在的である。そして、潜在的な地すべり土塊は従来、その危険性の低さからモニタリングの対象とはみなされてこなかった。

しかしながら、このような従来の対応の仕方では十分でなくなりつつある。近年、突発的な激しい降雨（いわゆるゲリラ豪雨）が頻発するようになってきている。このような豪雨は潜在的でリスクが低いと考えられていた地すべり土塊をも滑動させ、災害を発生させる可能性がある。それゆえ潜在的な地すべり土塊に対してもモニタリングする必要が生じている。その手法として、これまで用いられてきた伸縮計等によるシステムを用いることは原理的に可能であるが、従来の手法によるモニタリング（伸縮計

等を利用）では高コストになることが考えられる。すなわち、現状において、このような潜在的な地すべりをモニタリングする手法の開発は不十分なままであると考えられる。

これまでの手法に替わる地すべり土塊のモニタリングシステムとして、我々はICタグを組み込んだ特殊な杭を用いる手法の開発を進めている。このシステムの開発では潜在的な地すべり土塊を長期間にわたって低いコストでモニタリングすることを目指している。ICタグ入り杭を用いることにより、長期間のモニタリングにおけるデータの維持・管理が容易なものになることは開発当初より十分に期待されていた。しかしながら、このシステムで実際に地すべりの挙動を捕まえることが可能であるのか否かは明らかではなかった。本研究ではこの点を明らかにするために、岡山県西部、高梁市川上町に分布する三畳系成羽層群分布域で生じている地すべり土塊を観測地域として、ICタグ入り杭を用いた地すべりの挙動の観測（モニタリング）を実際に行った。

なお本研究は岡山大学大学院環境生命科学研究科教授：西垣誠，(株)ePI-NET：横山慶三，土質工学(株)：橘徹，(株)ePI-NET：原田竜一，(株)リプロ：岡田謙吾，開成工業(株)：横田渉による共同研究で行われたものである。

2. 地すべり観測の手法

本研究における、地すべり土塊の挙動の観測（モニタリング）にあたっては、IC タグに加えて、計測ポイントを示すターゲットを組み込んだ杭を用いた（図-1）。杭の位置を、対象とした地すべり土塊の外に設定した不動点を基準として、光波測量儀（トータルステーション）を用いて測定し、地すべり土塊の挙動を観測（モニタリング）した（図-2）。計

測地点である地すべり発生の危険性が潜在している土塊上の5箇所に杭を設置し（図-3）、およそ1～2カ月に1度の頻度で測定を行った。なお、観測地域周辺には標高 200～400m 程度のなだらかな山地・丘陵地が広がる。また地質としては周辺には三畳系陸成層である成羽層群が分布する。成羽層群の分布域には地すべりが頻発することが知られている^{1) 2)}。

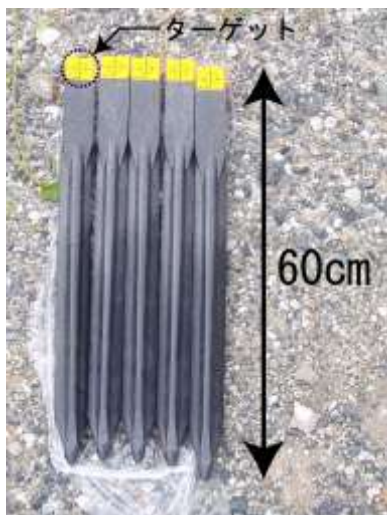


図-1 IC タグ入り杭

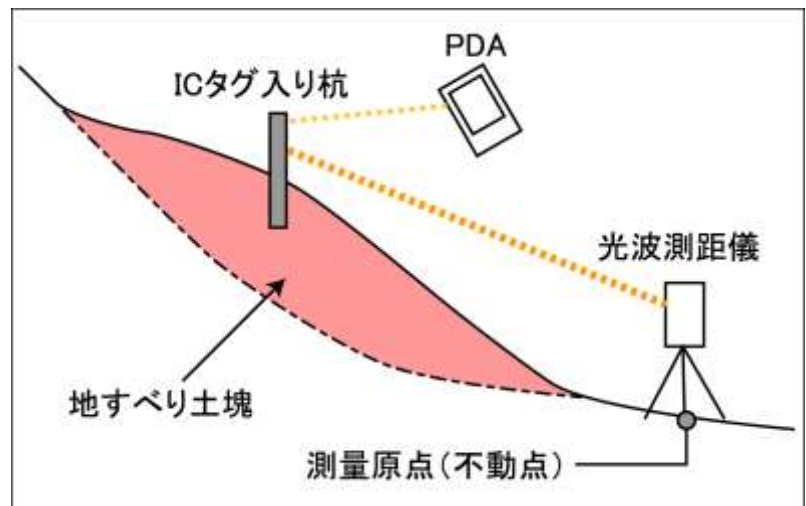


図-2 観測概略図

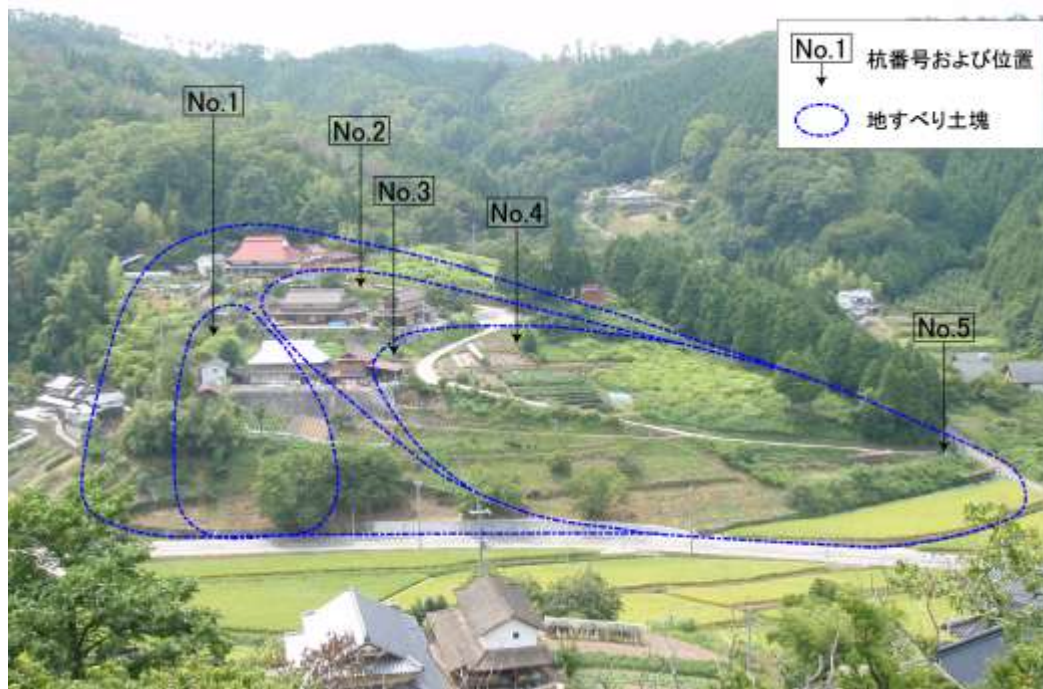


図-3 IC タグ入り杭 設置箇所の地形状況

3. 主な観測結果およびその検討

観測（杭位置の測定）は2008年10月から2010年5月まで、計13回行われた。設置した杭No.1から杭No.5の主たる観測結果は図-4のようにまとめられる。図-4には計測第1回目の位置を原点(0点)として、x-y平面上で杭が測量原点から見てどのように移動しているかを示したものである。

杭No.1は東方への移動が卓越している。計測期間において、およそ30mm程度の変位が記録されている。

杭No.2は全体として北方へ変位が記録されている。計測期間において、およそ15mm程度の変位が記録されている。杭No.3は全体として北東方ないし東北東方へ変位が記録されている。計測期間において、およそ20~30mm程度の変位が記録されている。杭No.4は北東方への動きが卓越している。計測期間において、およそ40mm程度の変位が記録されている。杭No.5も北東方への動きが顕著に表れている。計測期間において、およそ40mm程度の変位が記録されている。

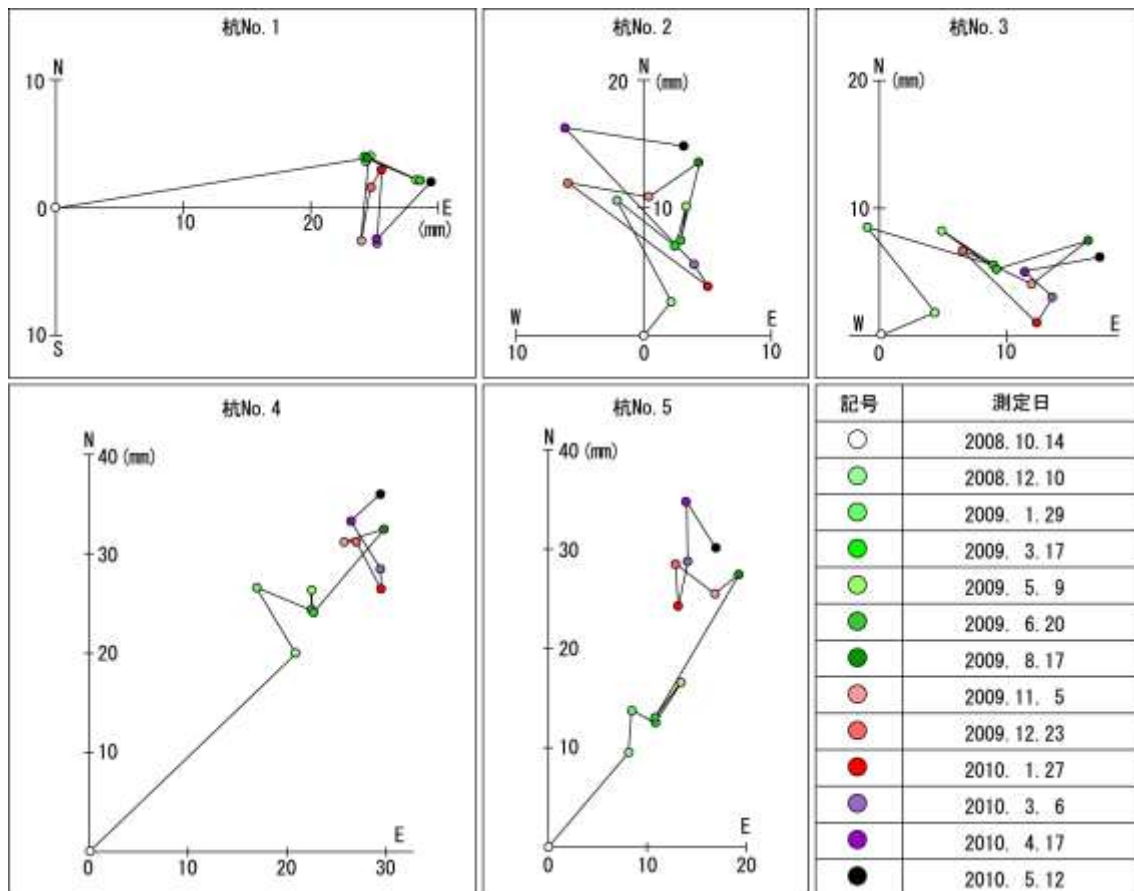
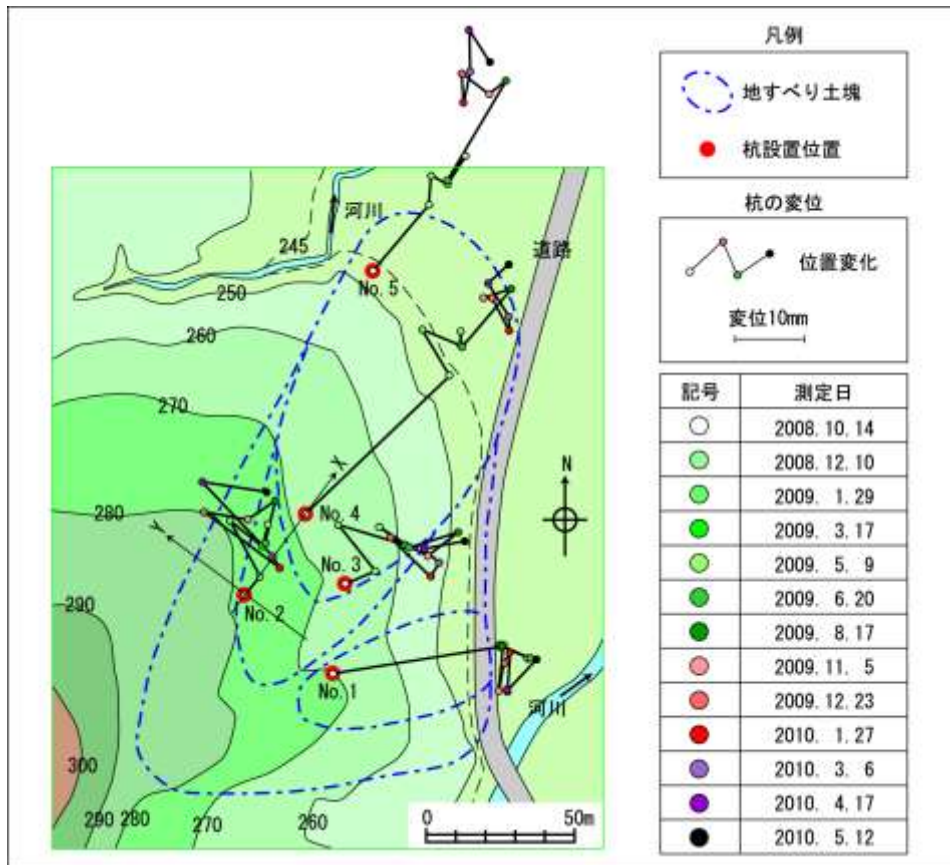


図-4 観測結果（杭位置の測定結果）

図-5に杭の各杭の変位と地すべり地形との関係を示す。同じ地すべり土塊内であっても、その動きは場所ごとにかなり異なる場合があることが読み取れる。杭No.1, 杭No.4, 杭No.5については、想定される地すべり土塊の移動方向と整合的な変位が明

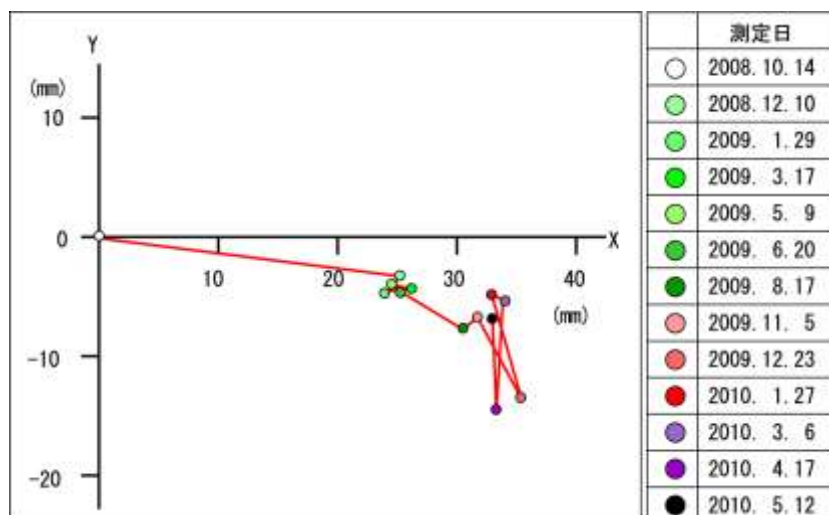
瞭に生じている。その一方で、杭No.2および杭No.3の変位は、地すべり地形から想定される動きとは異なり、滑動する方向と直交方向の変位が目立つ。特に杭No.2ではその傾向が顕著に表れている。



図－5 杭の変位と地すべり地形との関係

観測結果（杭位置の測定結果）を利用した事例のひとつとして、杭 No. 2 を基準として杭 No. 4 の位置変化を表したものを図－6 に示す。すなわち、この図は杭 No. 2 から見たときに杭 No. 4 がどのように動いているか、その想定的な変位を示したものである。これは No. 2 と No. 4 とを結ぶ線分、およびそれと直

交する線分の2方向の伸縮計を設置したのと類似したデータを与えることが想定される。杭 No. 2 と杭 No. 4 杭との間に頭部境界面がある土塊が滑り方向（+X）とともに、直交方向（-Y）にもある程度変位していることがわかる。



図－6 杭 No. 2 を基準とした杭 No. 4 の位置変化
(XY 座標については図－4 参照)

4. まとめと今後の課題

本研究により、IC タグ入り杭を用いた手法で地すべり土塊の挙動を把握できることが判明した。IC タグ入り杭の機能を活用することにより、潜在的な地すべりに対する長期にわたるモニタリングを、より容易かつ効果的に行うことができる。

本研究の実施を通じて、IC タグを使用することで次のような維持管理上の利点が得られることが判明した。IC タグ入り杭は、雑草等で視認が困難な場合でも計測器に近づけると認識が可能であり、設置箇所に不案内であっても速やかに計測に取り掛かることが可能である。また IC タグ入り杭を用いることにより、毎年計測業務の受注業者が変わっても現場での計測記録データと、発注者での記録データとの確

認が容易にできる。

今後の課題として、本研究では十分に検討できなかったデータ管理ないし維持管理上の利点について実証的な検証、および斜面災害が発生した後の対応としてのデジタルカメラによる三次元災害地形図作成システムとの連携が挙げられる。

〈参考文献〉

- 1) 田中元・山田琢哉・鈴木茂之 (2006) 成羽層群地すべりの特徴—“破碎炭質層”とすべり面の形成・発達との関係—, 応用地質 47, 259-268
- 2) 田中元・山田琢哉・横田修一郎・鈴木茂之 (2007) 岡山県, 成羽層群の小褶曲構造に規制された地すべりとその内部構造, 応用地質 48, 232-240