

地すべり地の極微小移動現象の観測

愛媛大学 学生会員 ○大竹秀典 愛媛大学 フェロー 森伸一郎

1. はじめに

現在の地すべり調査では、地すべり土塊の領域と深さの特定は、地表の変状観測、鉛直ボーリングによる地質判定、傾斜計による変位計測などのほか、経験によることも多い。これらを高密度に行えば三次元形状の把握が可能であるが、多くの時間と費用が必要である。地表の変状観測においては、地表面に変状が現れていないと領域の特定は難しい。また、ゆっくり移動する地すべり地では、傾斜計やワイヤー式伸縮計に変位が現れるのに長期間必要となる。そこで、対策施工がされた地すべり地において、移動領域と不動領域にセンサーを複数個設置し、長時間の微動測定を行った。高密度に観測のできる微動測定で移動現象を観測できれば、正確な地すべり領域の特定や短期間での移動量の把握、対策施工後のモニタリングなどの簡易で安価な手法となる。

地すべり地の多くは山間地に存在し、微動レベルが非常に小さく、微動計と収録機の電気ノイズ以下になることも少なくない¹⁾。微動状態での速度振幅を線形加速度法による積分を行った変位振幅は $1\mu\text{m}$ を下回る。例えば 1 年間のすべり変位が $3\text{ cm}\sim 4\text{ cm}$ ($3000\mu\text{m}\sim 4000\mu\text{m}$) の地すべり地では、1 日あたり $8\sim 11\mu\text{m}$ 変位することになる。つまり、変位が $1\mu\text{m}$ 以上であれば 1 日で複数回の極微小移動現象の観測が十分に可能であると考えられる。また、地すべりは雨季に移動量が多くなるため、雨季に観測を行えばより多くの極微小移動現象を観測することが可能である。

2. 測定対象および測定方法

極微小移動現象観測を実施した地すべり地は愛媛県大洲市佐賀畑と高知県長者の 2 地区の地すべり地である。本論文では、四国でも地すべり活動が大規模、大変位で長期間にわたり対策が継続して行われている長者地すべり地を対象に報告する。図-1 に長者地すべり地の主要な地すべり区域の平面図を示す。図-1 に示す全 18 地点で単点測定を行っている。そのうち極微小移動現象観測を行ったのは P2, P3, P7, P10, P18 の計 5 地点である。P2, P18 は地すべり領域外である。

3. 極微小移動現象の観測結果

極微小移動現象の観測は 2010 年 6 月 25 日、26 日に高知県池川観測所で合計 200 mm 以上の大雨を観測したことを機に 2010 年 7 月 2 日 19:30 から 7 月 4 日 16:30 までの 45 時間、サンプリング周波数 100 Hz で 30 分間の記録を 1 セットとする連続観測として行い、90 セットのデータを得た。測定には 0.5 Hz $\sim$ 20 Hz でほぼ平坦な周波数特性を有する速度計 CR4.5-2S と計測器

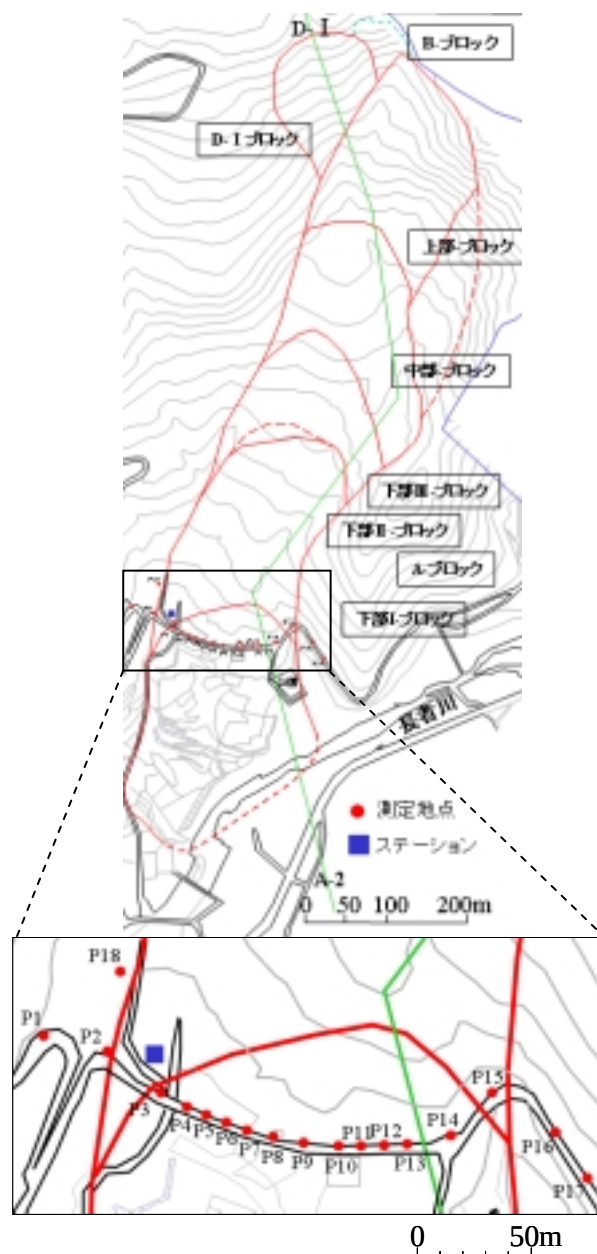


図-1 長者地すべり地の平面図

GEODAS-12-USB-24ch を用いた。また、同時に転倒ます型雨量計にて長者地区の雨量を観測した。

3 日 17:00 から約 10 分間に 2 個の極微小移動現象を観測した。そのうち、17:02 に観測した極微小移動現象を図-2 に示す。雨量は測定開始から合計 11mm であった。P2, P3, P18 の 3 地点で同時刻に正に凸の特異波形を観測したが、P7, P10 の地点では同様の波形は観測されなかった。この度の観測では、香川県西部 M2.6 と高知県東部 M1.8 の 2 個の微小地震も同時に観測した²⁾。地震動は地すべり領域の中央に向かうにつれて最大振幅が大きくなり、3 成分のすべてに波形が現れる。また、観測地点が離れているため同時刻に人工振動を観測することは難しく、P3, P4 の特異波形のようにある特定成分にのみ振動を与えることは難しいと考えられる。よって、この特異波形は特定領域内の極微小移動現象によるものであると考えられる。図-3 に微動状態の初期変位で基準化を行った変位のオービット図を示す。速度時刻歴の積分には線形化速度法を用いた。図-3 (e) を見ると水平方向に約 3 μm 移動していることがわかる。これらより、微動計を用いて極微小移動を観測できる可能性が十分にあることがわかった。

4. 結論

高知県長者地すべりにおいて長時間の微動観測を行い以下のことがわかった

- (1) 微動計を用いて極微小移動現象を観測した。
- (2) 地すべり地での微動は非常に小さく、極微小移動現象の観測は可能であると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、平成 22 年度砂防・地すべり技術センター研究助成によりました。また、高知県土木部には情報提供と観測への協力を戴きました。長者地区の区長はじめ地元の方にはお世話になりました。記して謝意を表します。

参考文献：1) 森 伸一郎, 大竹 秀典：微動測定による地すべり面深さの推定, 第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集 CD-ROM, 2010.11

2) 森 伸一郎, 大竹 秀典, 船越 徹也：微小地震観測による地すべり地の地震応答特性, 地盤工学会四国支部平成 22 年度技術研究発表会講演概要集, pp75-76, 2010.10

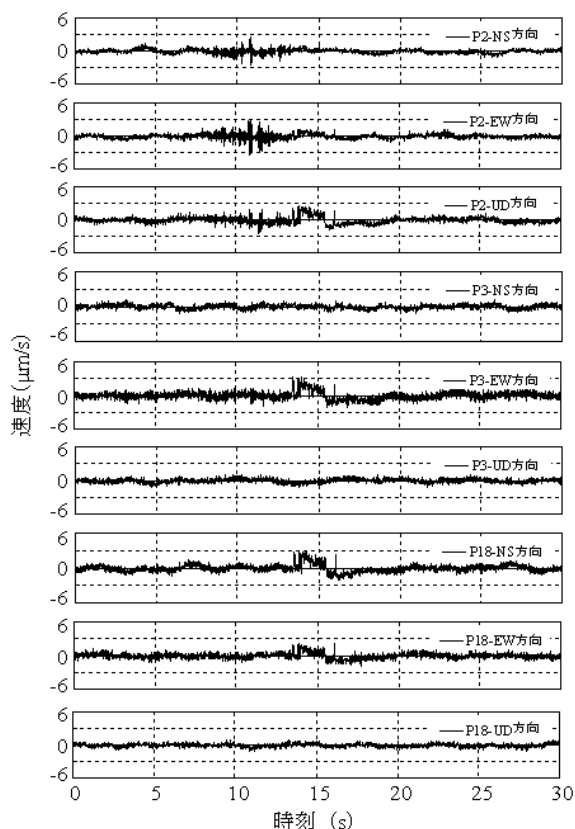


図-2 2010 年 7 月 3 日 17:02 に観測した特異波形の速度時刻歴波形

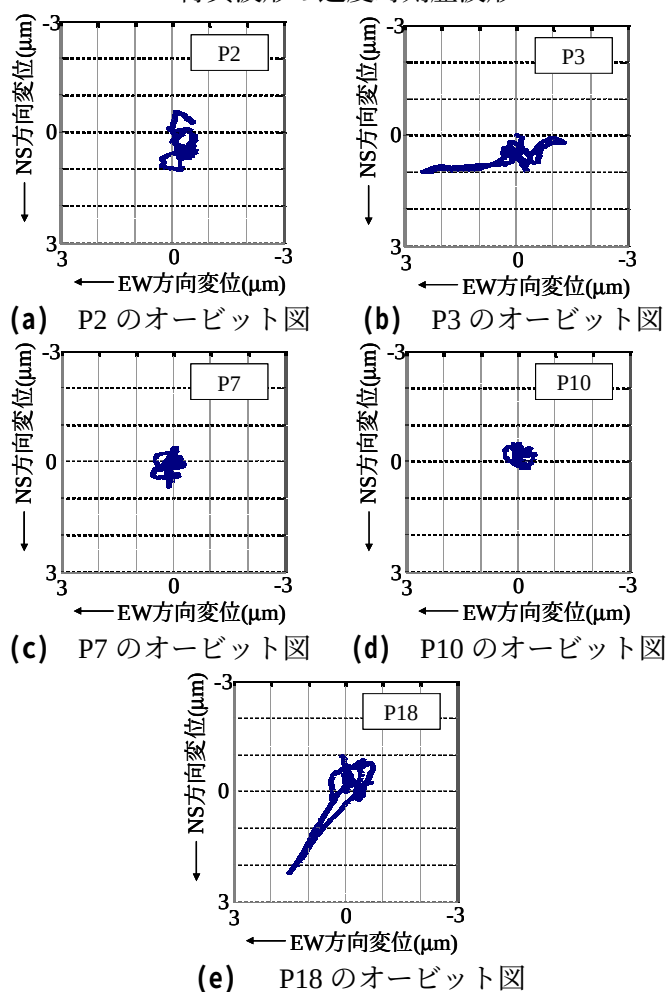


図-3 極微小移動現象の変位オービット図