

GPS による地すべり変位計測 ～山口県向津具半島における適用～

山口大学工学部 学 ○宇都宮俊貞 学 松田浩朗 正 清水則一

常盤地下工業(株) 正 瀬原洋一

宇都興産コンサルタント(株) 大田清栄 中原孝夫

山口県農林部 舌崎恵勝

1. はじめに

GPS 変位モニタリングシステム^{1),2)}を地すべり対策工事に対する効果判定のための道具として用いることを目的として、以下のことを検討した。

- ①実際に地すべり現場で長期間連続運用し、その際の問題点を明確にする。
- ②GPS による計測方法と他の地すべり計測方法との経済的な比較をする。
- そして最後に③地すべり観測・管理業務への適用・実用化についての課題を取りまとめる。

2. 観測対象地すべり地

観測を行う地すべり地は、山口県油谷町仏崎西地区 J ブロック (農林省所管地すべり防止区域) である (図-1)。仏崎西地区は、多数の地すべりブロックから構成され、地すべり抑止のためこれまで集水井、集水ボーリング工、サンドパイルなどの抑制工、鋼管杭による抑止工が行われている。しかしながら、その変状は今も依然継続して見られる。計測現場においては図-2 に示すような主断面 A-A'をもつ地すべり活動が確認されている。本研究では、その断面の上中下段 (図-2、計測点①②③)、及びブロックの西端 (図-2、計測点④) に受信機を配置して計測を実施した。

3. 観測方法

この地すべり地の移動速度は、日単位でmm以下であると考えられている。したがって、計測のリアルタイム性よりも測位精度の確保が第一と考えてスタティック方式を採用した。

本研究では、計測周期 (エポック) を 30 秒、1 日の計測時間を 3 時間として自動計測した。なお、使用した受信機は古野電気 (株) 製 MG-2110 である。また、計測を 8 月から開始し、毎日同じ衛星配置条件を確保するため、3 分 56 秒ずつ計測開始時間が早くなるようにタイマー設定して地すべり地の観測を実施した。なお、電源はカーバッテリーを用い、計測データは 1 週間に 1 度現場にて収集した。

4. 観測結果と考察

図-3 および図-4 は、基準点①を不動点とした場合の計測点④および②の変位である。図中●は計測値、■は計測値に対しトレンドモデル³⁾を用いて平滑化処理を行った結果である。計測点④の計測値の標準偏差は、緯度、経度、高さ方向について、それぞれ 4.0 mm, 3.7 mm, 9.1 mm である。これは通常の GPS 観測の標準偏差 (水平方向 $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \times \text{基線長} = 5.1 \text{ mm}$, 水平方向 $10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times \text{基線長} = 10.2 \text{ mm}$) を凌ぐものである。図-3 から水平方向に対してはほとんど動きはないと思われるが、高さ方向は 9 月下旬の台風

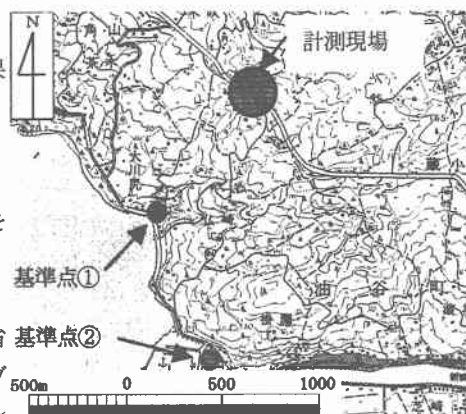


図-1 計測現場位置図

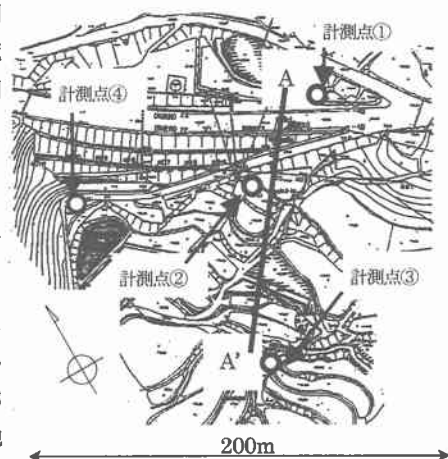


図-2 計測点配置図

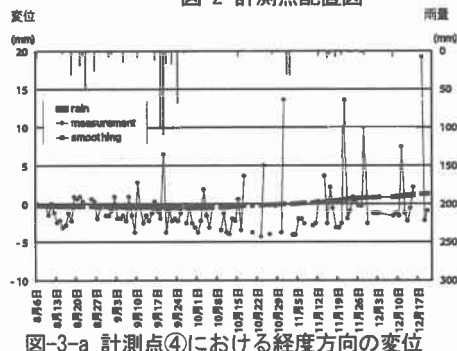


図-3-a 計測点④における経度方向の変位

の豪雨後隆起しているように見える。計測点①および③も同様の結果である。

一方、計測点②では 9 月下旬の台風の豪雨後 12 月末まで、西北に数 mm 程度水平に移動し、高さは 10 mm 隆起しているように見える。経時的にはクリープ的な挙動のようである。北方向の動きはシステム精度上検出限界の値に近く、実際に動いたかどうかは微妙である。また、西方向の動きは単調増加の動きであり、これまでの観測実績から判断すると地すべり活動が継続しているとみなせる。

各計測点が隆起しているように見えることについて、①実際に計測点付近が隆起している、②基準点（不動点）が沈下している、と考えられるが、どちらが真の原因かは今回の計測からだけでは明確にはできない。

5. 他の計測方法との比較

従来の地すべり計測方法より GPS 変位モニタリングシステムが優れる点は、①3 次元で地表面の変位が捉えられること、②長期観測にも対応できること、③急激かつ大きな変位に対応できること、④設置及び取り扱いに特別な技術を要しないことが挙げられる。

またコスト面では次のことが分かった。設備面でのコストは受信機を買い取った場合、1 計測点当たり約 70 万円となり、6 計測点で約 420 万円となる。対象現場には現在、孔内傾斜計観測孔 3 本（延べ 62m）が設置しており、その設置費用はオールコアで地盤が良好な砂質土とした場合約 500 万円である。また、運用面でのコストは、特に計測に緊急性がない限り、月に 1 度のペースでデータ収集と電源確保及び解析を実施すれば十分である。これは地すべり観測で広く用いられている S&DL 式水位計と同様の運用方法である。以上のことから、GPS を地すべり計測に用いることは実用面・経済面からも十分に可能である。

6. まとめ

本研究を取りまとめると次のようである。①これまで研究ベースで行われてきた内容と遜色無い精度で計測された。②地すべり機構を明確にする上で、地すべり領域の挙動を比較的精度よく 3 次元的に捉えている。③設置及び運用にかかるコストも事業化する条件の許容範囲内であると思われる。

向津具半島は半島全体が地すべり地であり、信頼性が高い不動点を確保するのは難しい。今後、基準点を設ける際には、基礎工事を施したり、電子基準点を用いて基準点の変位の有無を確認する必要がある。

【謝辞】本研究の一部は宇部市新技術・新商品研究開発事業として支援を受けた。関係者各位に感謝の意を表する。

【参考文献】1) 清水則一、安立寛、荒井正、会津隆士：地すべり監視における GPS 変位モニタリングシステムの適用、地盤工学会誌、Vol. 48, No. 2, pp. 25-27, 2000. 2) 清水則一、安立寛、小山修治：GPS 変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究、資源・素材学会誌、114 (6), p. 397-402, 1998.

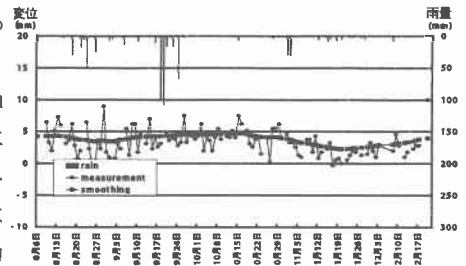


図-3-b 計測点④における経度方向の変位

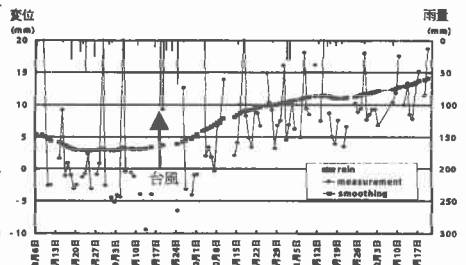


図 3-c 計測点④における高さ方向の変位

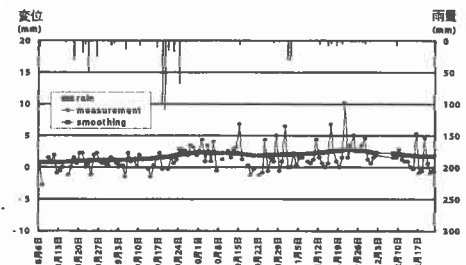


図-4-a 計測点②における緯度方向の変位

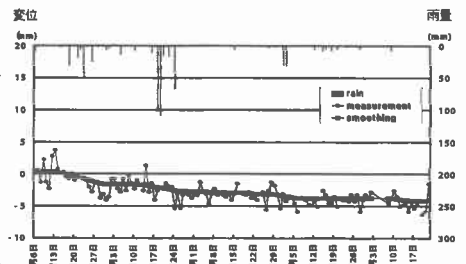


図-4-b 計測点②における経度方向の変位

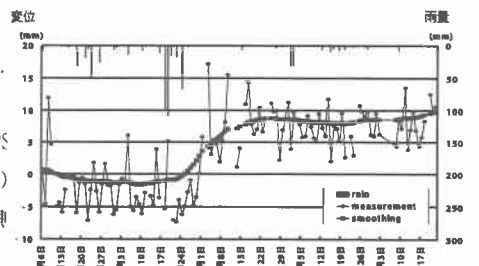


図-4-c 計測点②における高さ方向の変位