

## 高精度 GPS による地盤変動のモニタリング

日本無線株式会社 ○藤瀬辰司・渡辺 寧・佐藤 潤  
由井勝男・小田真嗣・豊泉裕章

### 1. はじめに

近年、高精度な位置測位が行える GPS 干渉測位方式を利用した様々な形態の測位システムが開発されるようになった。防災分野の応用として、GPS を利用した地すべりモニタリングシステムがある。このシステムは、地表面の変位を 3 次元で連続観測することができるという特徴が挙げられ、災害対策を行うための有用なシステムとして注目を集めている。GPS を利用した地すべりモニタリングシステムが注目を集めるなか、観測精度に対して更なる高精度化への要求が高まっている。要求される観測精度は、地すべりの初期段階における微小変位を検出するために mm 精度の位置検出が必要とされており、また地すべり注意警報等を発令するために cm オーダの急激な変化を的確に検出することが必要とされている。

ここでは、地すべりモニタリングシステムの構成、機能を紹介します。また上記要求精度を満たすために新しく開発した当社独自の高精度化技術についての紹介を行う。

### 2. システムの概要

図 1 に地すべりモニタリングシステムの構成例を示す。本システムの基本構成は、複数の地すべり観測点に設置する GPS 観測局（1 台は固定）と、監視局で構成される。

GPS 観測局で観測したデータは、伝送回線（防災系無線、無線 LAN、小電力無線、光ケーブル等）を経由して監視局に伝送される。監視局は、GPS 観測局で観測したデータを用いて、GPS 観測局の位置を干渉測位方式で算出する。

運用者は、監視局のディスプレイに表示される時系列グラフや水平変動グラフ等によって、GPS 観測局の変動を監視することで、観測地帯の危険性について判断を行うことが可能となる。

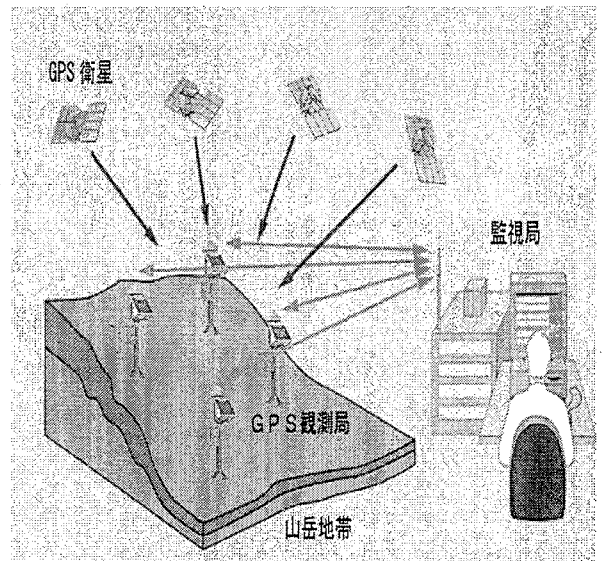


図 1 システムイメージ

平成 16 年に地盤変動を検出したグラフを図 2 に示す。

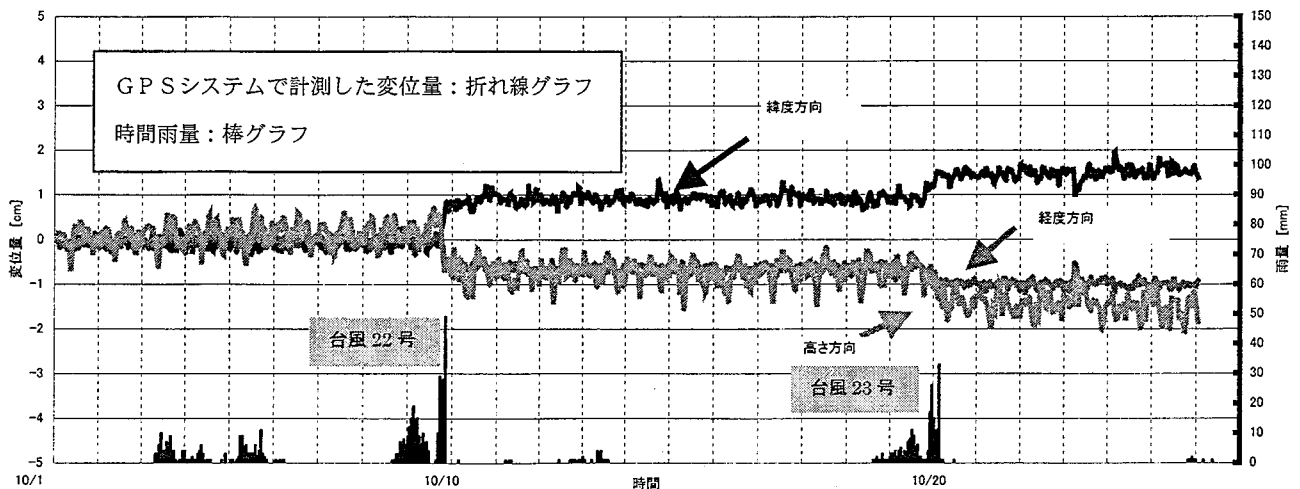


図 2 平成 16 年 10 月の台風での豪雨の影響による地盤変動を検出したグラフ

### 3. 信号処理による高精度化技術の開発

GPS 観測局は、約 2 万 km 上空の GPS 衛星から送信された電波信号を観測する。このため観測したデータには、様々な要因による雑音が増加し、この雑音によって観測位置の精度が劣化することになる。特に地すべり地帯のような山岳部等の環境下では、GPS 衛星から送信された電波が傾斜面や森林等の障害によって反射・回折するといったマルチパスの影響を受けやすいために、観測精度が大きく劣化する。

マルチパスの影響を受けやすい環境下であっても、要求される観測精度を十分に満足させるために、信号処理による高精度化技術を新しく開発した。

図 3 に新しく開発した高精度化技術を説明するための処理構成図を示す。この高精度化技術は、基線解析処理内部で実現され、新開発した変位特性検出部と誤差要因推定部によって構成される。変位特性検出部は、データの変化についての時間的な特性を検出する。誤差要因推定部は、変位特性検出部の情報と事前情報を元にして観測したデータから未知量であるマルチパス等の影響による雑音を最適に推定する。ここで使用している事前情報とは、データの観測モデルと、観測モデルの時間変化モデル及び各モデルの誤差統計量のことである。この手法によって推定した誤差を取り除くことで、高精度な位置情報を提供することが可能となる。

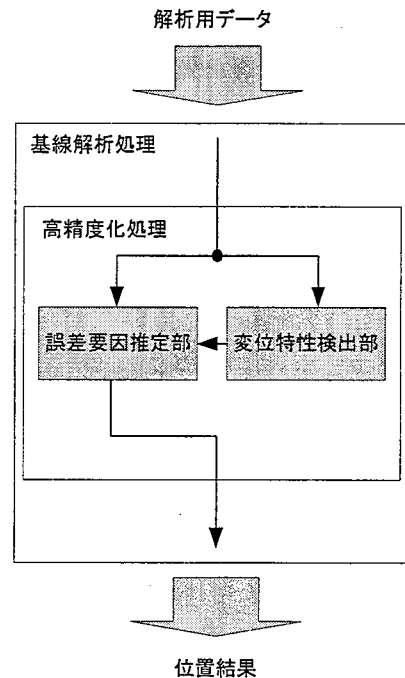


図 3 高精度化技術の処理構成図

### 4. 高精度化技術の評価とまとめ

新しく開発した高精度化技術の評価を行った。評価に用いた観測データは、2004 年 3 月 26 日 9 時 5 分から 2004 年 3 月 31 日 9 時 39 分の間、1 分間隔で観測したデータを利用した。この期間中、観測地点が変動していないことを確認している。評価に当たっては、観測期間中に +50mm の急激な変位が発生するようなシナリオを作成し、新技術又は従来技術を用いることによって得られる位置結果を比較した。

手法	緯度方向	経度方向	高さ方向
新技術	0.93 mm	0.47 mm	1.63 mm
従来技術	4.01 mm	2.68 mm	8.32 mm

表 1 高精度化技術による標準偏差比較表

表 1 は、新技術又は従来技術を用いて得られた位置結果についての標準偏差の比較表である。この結果から、新技術を用いることで観測誤差を従来技術と比べて約 1/5 にすることが確認でき、さらに急激な変位に的確に追従可能であることが確認できた。

### 5. 謝辞

今回の計測や評価では、国土交通省横浜国道事務所殿・長野県飯田建設事務所殿にご協力を頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。