

単独測位用GPS受信機による地盤変位計測について

山口大学大学院 学 松田 浩朗
 山口大学工学部 正 清水 則一
 徳山高専 正 工藤 洋三

1. はじめに

GPSは広大な地盤の変位計測手法として利用されており、筆者らも長大斜面の安全監視を目的としてGPS変位モニタリングシステムを開発し、鉱山斜面や地すべり地に適用してきた¹⁾⁻⁴⁾。一般にGPS変位計測には相対測位方式が用いられており、最近では相対測位方式のGPS受信機の価格はかつての1/10以下となっているものの、依然として数10万円である。このため、経済的な理由で計測点の数が制限されることもある。

これまでに、筆者らは数万円の単独測位用GPS受信機を利用して相対座標を計測する方法を提案し⁵⁾、この方法を変位計測に応用する方法を提案した⁶⁾。

本研究は、この単独測位用GPS受信機による変位計測の実用性について調査することを目的としている。

2. 単独測位用GPS受信機による変位計測方法⁶⁾

単独測位用GPS受信機により、2点を同一衛星により測位すると両点において計測誤差がほぼ等しくなる。そして、両点における計測結果の差分をとることにより相対座標の計測結果は単独測位計測結果（公称15m程度）に対し、大幅に計測精度が向上される⁵⁾。

本研究では、上述した方法を変位計測に応用する。静止状態における単独測位用GPS受信機による相対座標計測結果（以下、単独測位結果）を図-1に示す。この結果の計測時間間隔は1分である。また横軸は計測開始からの時間、縦軸は計測変位である。図より、各方向とも計測値は静止状態を示す0を中心にはらついているもののその幅は10mを超えている。この計測値を1時間毎に平均したものと、その結果についてトレンドモデル⁷⁾により平滑化⁸⁾した結果を図-2に示す。計測値のばらつきは2m程度に改善され、また平滑化結果は静止状態を示している。

次に、図-3(a)のモデル変位を用いてシミュレーションを行った結果を示す。このモデル変位は長野県の地すべり地において計測された結果である。この結果に図-1に示す結果を重ねて計測値とする。ここで、図-1の結果は20日分の結果であるため繰り返し使用している。図-3(b)にこのようにして作成した単独測位結果とその結果のトレンドモデルによる平滑結果を示す。さらに、図-3(c)にモデル変位と平滑結果の比較を示す。図より、平滑結果はモデル変位とほぼ同じ値を示している。また、経過日数150日付近の変位速度の変化を捉えている。

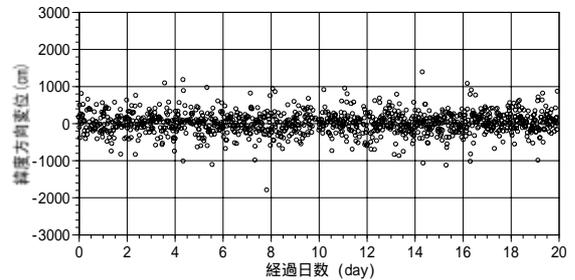


図-1 単独測位計測結果

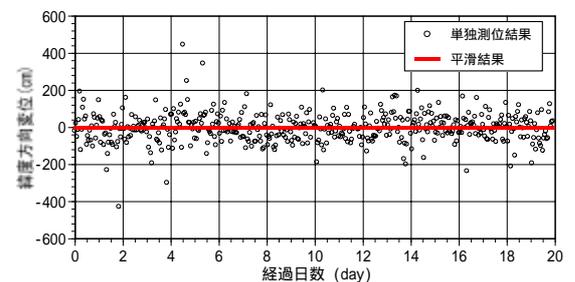
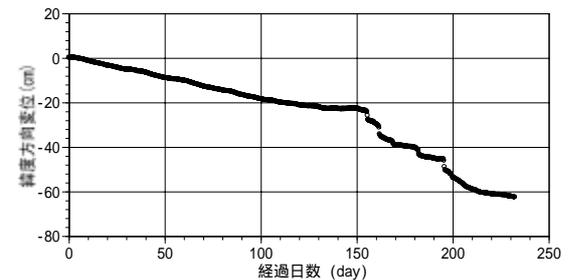
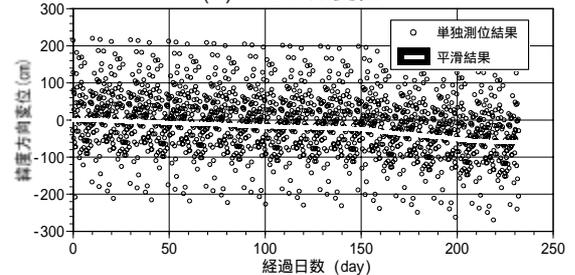


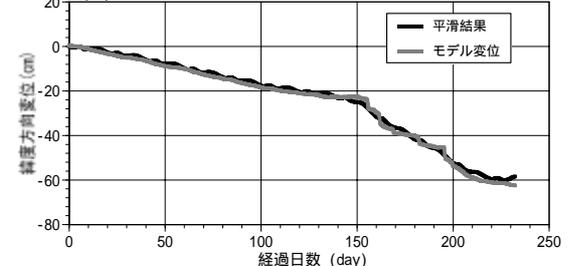
図-2 単独測位計測結果と平滑結果



(a) モデル変位



(b) 単独測位計測結果および平滑結果



(c) モデル変位と平滑結果

図-3 シミュレーション結果⁵⁾

Key Words : GPS, displacement monitoring, trend model

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院 理工学研究科 環境共生工学専攻 松田 浩朗
 TEL 0836(85)9334 E-mail:matsuda@rock.civil.yamaguchi-u.ac.jp

3. 計測時間間隔の検討

本研究において、単独測位結果を求める際、1分間隔の計測値を1時間毎で平均し、1時間間隔の計測値として結果を得ている。これは計測値のばらつきを小さくする目的である。しかしながら、計測時間間隔1時間の計測値のばらつきも100cmを超える。このため、計測時間間隔の検討を行う。

図-4に計測時間間隔を1時間、2時間、および4時間とした単独測位結果と平滑結果を示す。図は上から、(a)計測時間間隔1時間、(b)2時間、ならびに(c)4時間の結果である。図より、計測時間間隔が長くなるに従い、単独測位結果のばらつきが小さくなっている。これは、計測値が真値を中心にばらついていることによると考えられる。計測時間間隔を長くすると、ばらつきが小さくなるものの、リアルタイム性が低下するなどの問題もあるため、計測値の処理法については今後の課題である。

4. シミュレーション

図-4(c)に示す結果に、1mm/day、2mm/day、ならびに4mm/dayの変位を与え、模擬計測結果としてシミュレーションを行った。この結果と真値との比較を図-5に示す。図より、どの結果も5cm程度の誤差となっている。また、1mm/dayの変位速度をもつ変位も検出することができている。

5. おわりに

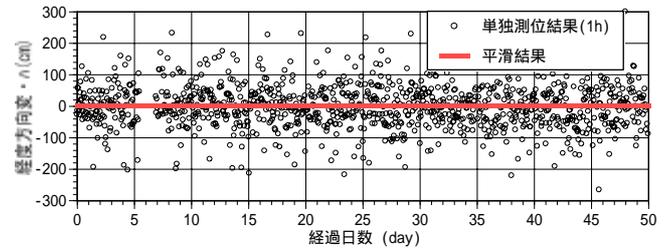
本研究は、この単独測位用GPS受信機による変位計測の実用性について調査することを目的として、計測時間間隔について検討を行うとともに模擬計測結果によるシミュレーションを行った。

計測時間間隔が長くなれば、計測値のばらつきは小さくなる。詳細な検討については今後の課題であるが、計測精度向上の可能性が示されたと考えられる。

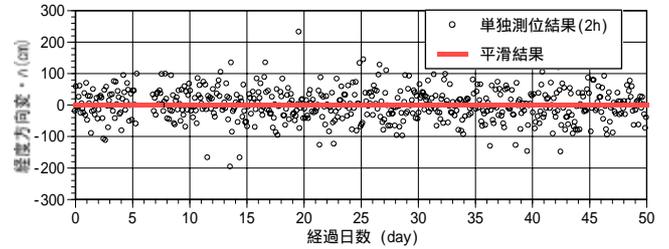
謝辞：GPS受信機は古野電気㈱の協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

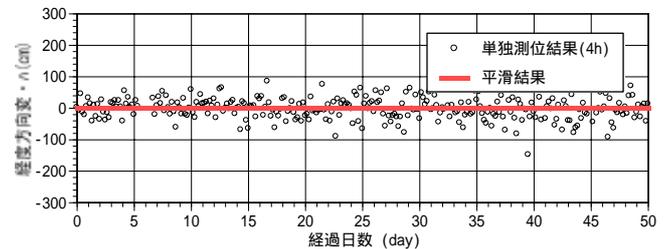
- 1) 清水則一, 小野浩, 近藤仁志, 水田義明: 長大残壁の安全監視へのGPS変位計測システムの応用に関する現場実験, 資源素材学会誌, Vol.112, No.5, pp.283-288, 1996.
- 2) 近藤仁志, M. Elizabeth Cannon, 清水則一, 中川浩二: GPSによる地盤変位モニタリングシステムの開発, 土木学会論文集, No.546/ -32, pp.157-168, 1996.
- 3) 清水則一, 小山修治, 小野浩, 宮下耕一, 近藤仁志, 水田義明: GPS変位モニタリングシステムの連続観測による安定性の検証と計測結果の処理方法の提案, 資源素材学会誌, Vol.113, No.7, pp.549-554, 1997.
- 4) 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.
- 5) 松田浩朗, 清水則一, 工藤洋三: Selective Availability(SA)解除後のパソコンGPSの測位精度に関する研究, 土木学会論文集, No.693/ -53, pp.245-259, 2001.
- 6) 松田浩朗, 清水則一, 工藤洋三: 単独測位用GPS受信機による地盤変位計測の可能性について, 第11回岩の力学国内シンポジウム講演論文集(CD-ROM), 2002.
- 7) 北川源四郎: 時系列解析プログラミング, 岩波書店, pp.245-263, 1996.
- 8) 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, Vol.113, No.6, pp.9-14, 1998.



(a) 1時間



(b) 2時間



(c) 4時間

図-4 計測時間間隔

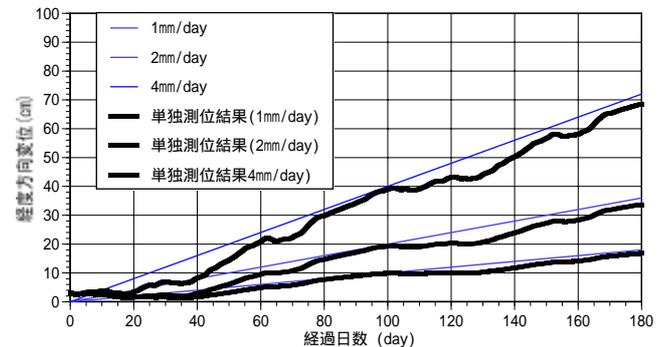


図-5 シミュレーション結果