

GPS 変位計測における樹木の成長による影響と精度向上のための上空障害領域設定の適正化

山口大学 学生会員 ○久保奨太郎 里岳志
山口大学 正会員 中島伸一郎 清水則一

1. はじめに

日本は急傾斜地が多く、地震や集中豪雨などが引き金となり、土砂災害が発生しやすい環境である。そこで、日常から警戒領域をモニタリングすることが重要である。GPS 変位計測システムは広域地盤を降雨の影響を受けず、自動的かつ連続的に 3 次元変位計測できる有効なモニタリング手段である。しかし、自然斜面の変位モニタリングとして植生の多い現場で使用する場合には、樹木の成長等による GPS 電波の受信状況の悪化に注意する必要がある。本稿では、現場斜面周辺の樹木の成長による GPS センサの上空障害領域を適切に考慮することにより、変位計測精度を改善した事例を紹介する。

3. 急傾斜長大斜面における変位計測

(1) 現場概要

計測現場は山口県日本海側の国道沿いに位置する植生の多い斜面である。図-1 に計測現場の全景と平面図・断面図を示す。図-1 (b) に示すように、洞門上面の基準点に対して計測点は斜面上部に位置する。

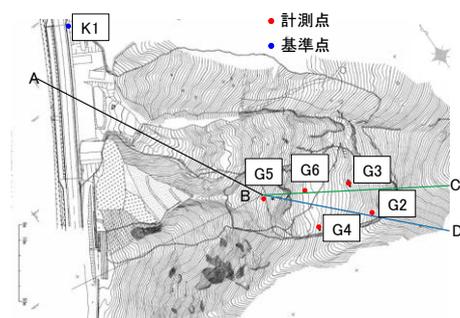
(2) 植生の変化に対応したマスク処理

本現場における GPS 変位計測では、植生による上空障害の影響とセンサ間の高低差による影響を、それぞれマスク処理²⁾と対流圏遅延補正によって軽減し、最後にトレンドモデル³⁾による平滑化を適用してランダム誤差を除去している。

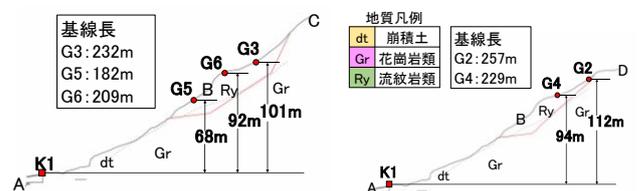
図-2 は、上記の処理を施した計測点 G3 の高さ方向変位である。図より、2018 年 3 月からの 1 年間(a)に比べて、2019 年 5 月からの 1 年間(b)のほうが、計測値(黒プロット)のばらつきが大きい。夏から秋にかけて計測値が沈下方向にも隆起方向にも約 1 日ごとに飛び値となっている。これは、衛星は約 1 日毎に同一の配置になり、植生は夏から秋に生い茂ることから植生が変化したため、マスク領域が適切でな



(a) 計測現場の全景

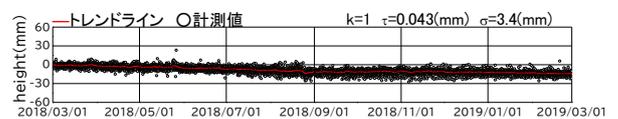


(b) 現場平面図

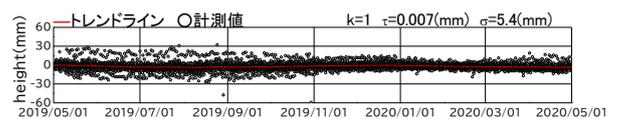


(c) 測線 ABC の断面図 (d) 測線 ABD の断面図

図-1 計測対象の急傾斜長大斜面



(a) 計測値のばらつきが小さい期間



(b) 計測値のばらつきが大きい期間

図-2 G3 の高さ方向変位結果 (当初マスク領域)

キーワード GPS 変位計測システム, 上空障害物, マスク領域

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科

TEL(0836)85-9334

くなつたと考えられる。そこで、当初マスク領域と衛星からの電波の受信状態から、植生の変化を推定することで修正マスク領域を設定する。

図-3は、計測値が飛び値となつたときの衛星配置にマスク領域を重ねた様子である。また、図-4に2018年(飛び値でない日時)および2019年(飛び値となる日時)における14, 29, 19番衛星の残差を示す。残差は±2.5cm(赤線)を超えると電波の受信状態が悪いとされている²⁾。センサ上空の中央に配置される14番衛星の残差は、2018年および2019年どちらも受信状態が良いと考えられる。一方で北東植生付近の29番衛星、南植生付近の19番衛星の残差は、2018年よりも2019年のほうがばらつきは大きいことから、残差のばらつき方も電波の受信状態の良し悪しを示していると考えると、2019年5月以降から北東及び南付近の衛星の電波が植生の影響を受けていると考えられる。そこで、図-3右図に示すように北東および南付近のマスク領域を拡大した(修正マスク領域)。

図-5に拡大したマスク領域(修正マスク領域)を用いた解析結果を示す。修正マスク領域を用いることで、図-2(b)に示す結果に比べて計測値のばらつきは低減されている。図-6に、当初および修正マスク領域を用いた計測結果に対するトレンドラインを示す。当初マスク領域よりも修正マスク領域を用いたトレンドラインのほうが敏感に変動しており、より細かい変位が計測されている。

4. 結論

衛星配置と残差から経年的な植生の変化を推定して、マスク領域を修正することにより、計測値のばらつきを低減することができた。計測値のばらつきを低減させたことで、より細かな変位が計測されるようになったと考えられる。

謝辞

現場計測にあたり便宜を図ってくださった関係者各位に謝意を表す。

参考文献

1) 中島伸一郎ほか:急傾斜長大斜面のGPS三次元変位計測における誤差補正の効果と長期連続モニタリング結果, 日本地すべり学会誌, 55巻, 第1号, pp.13-24, 2018.
 2) 増成友宏ほか: GPS変位計測における上空障害物の影響とその低減法, 土木学会論文集 F, vol.64, No.4, pp.394-402, 2008.

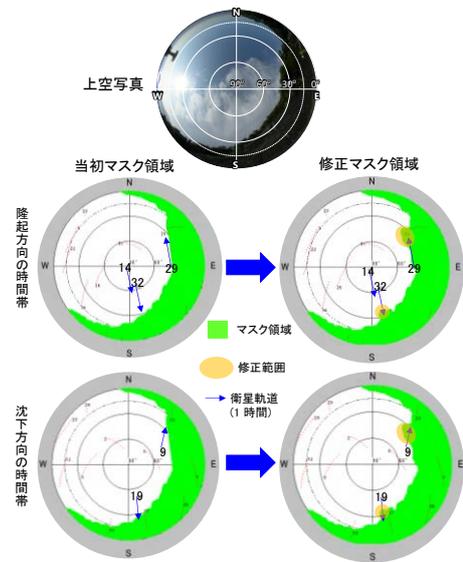


図-3 当初マスク領域と修正マスク領域

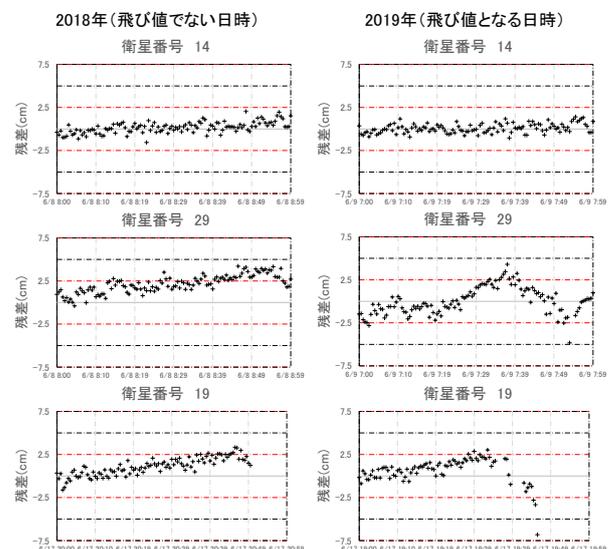


図-4 各衛星の残差(隆起方向飛び値)

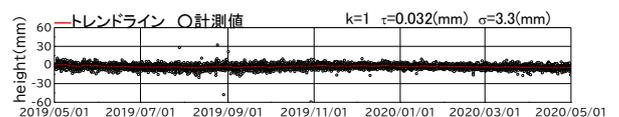


図-5 G3の計測結果(修正マスク領域)



図-6 当初マスクおよび修正マスク領域のトレンドライン

3) 松田浩朗ほか: GPSによる斜面変位計測結果の平滑化処理法と変位計測予測手法の実用性の検証, 土木学会論文集, No. 715/III-60, pp.333-343, 2002.