

急傾斜斜面に対する GPS 変位計測システムの適用事例 (その 2)

山口大学大学院 学 ○林佑一郎 学 古山陽太 正 中島伸一郎 正 清水則一
山口河川国道事務所 福井雄二

1. はじめに

本研究では、GPS (Global Positioning System) による変位計測の適用が困難とされてきた急傾斜の長大斜面に対し、適切な誤差補正法を適用することによって、高精度に長期安定した計測が可能であることを実証している^{1),2)}。本報告では、新たに計測点を追加し、本格運用に向けた計測結果を示す。

2. GPS による変位計測の高精度化

2.1 GPS による変位計測の概要

GPS を用いた変位計測は、多点同時に 3 次元変位の連続自動計測が可能であるため、斜面や構造物の安全監視として有効である³⁾。計測値には、GPS 固有の誤差とランダム誤差が含まれており、真の変位を推定するために変位の観測式を次のように考える。

$$y = u_0 + \varepsilon_p + \varepsilon_T + \varepsilon_R \quad (1)$$

ここで、 y は計測値、 u_0 は変位の真の値、 ε_p は上空障害物の影響による誤差、 ε_T は対流圏遅延の影響による誤差、 ε_R はランダム誤差であり、真値を推定するために誤差補正を行う必要がある。

2.2 誤差補正および誤差低減の方法^{3),4)}

2.2.1 上空障害物による誤差低減法

GPS 受信機上空に植生などの障害物があると電波の受信状況が悪くなり、計測精度が低下することがある。このような問題に対してマスク処理を適用する。マスク処理とは、上空障害物の背後を移動する GPS 衛星からの電波を利用しないで基線解析を行う方法である。

2.2.2 対流圏遅延補正法

基準点と計測点の間に高低差があると、GPS 衛星から電波を受信する際、伝搬経路差間の気象の影響を受け電波の遅延が生じる。したがって、現場で計測する日々の気象データをもとに対流圏遅延補正を行う。

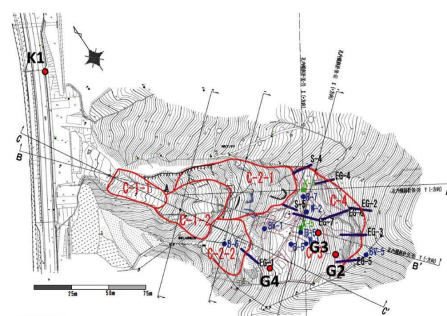
2.2.3 ランダム誤差の処理法

ランダム誤差の処理法としてトレンドモデルによる平滑化を適用する。これは計測値を時系列結果として表すことでランダム誤差を排除し、真の変位の推定を行う。

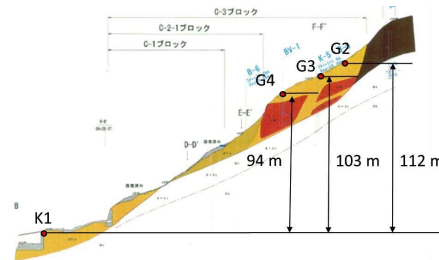
3. 急傾斜斜面における変位計測

3.1 現場概要および計測点配置

図-1 に計測現場における平面図と、縦断面図を示す。計測現場は山口県内の国道沿いの不安定な急傾斜地であり、2012 年 10 月 6 日から計測を行っている。基準点 (K1) は覆道の上に 1 点、計測点 (G2, G3, G4) は斜面に 3 点設置している。また、図-2 に各計測点の上空写真を示す。以上で示した図より、基準点と計測点の間に高低差があること、計測点の上空視通が悪いことがわかる。

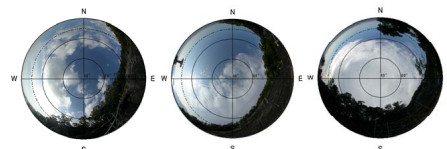


(a) 平面図



(b) 縦断面図

図-1 計測現場



計測点 (G2) 計測点 (G3) 計測点 (G4)

図-2 各計測点における上空写真

キーワード 急傾斜斜面, GPS 変位計測, 誤差補正

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

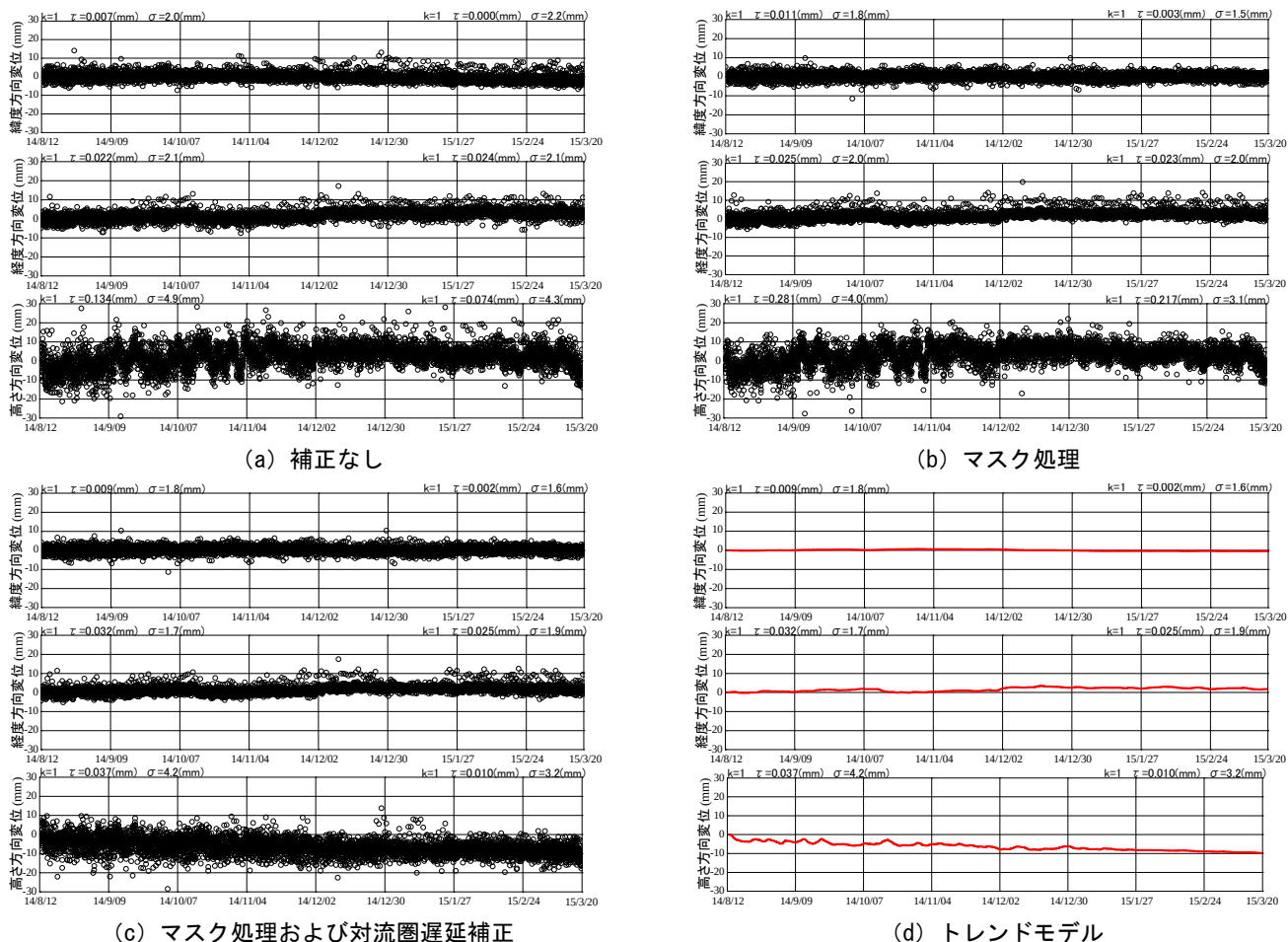


図-3 計測点 G2 における計測結果

3.2 急傾斜斜面における変位計測結果

一例として図-3 に計測点 G2 における補正をしない計測結果（図-3(a)）と、2.2 に示した補正を行った結果（図-3(b)～(d)）をそれぞれ示す。図には、緯度、経度、高さ方向の変位を示している。補正をしない計測結果においては、突発的な乱れと、特に、高さ方向の成分では連続的な周期変動がみられる。それに対して、マスク処理の適用によって突発的な乱れが減少し、さらに対流圏遅延補正によって周期変動が抑制されている。以上のような誤差の補正を行った結果に、トレンドモデルを適用して平滑化を行うことによって最終的に計測結果を得る。当初、大きく乱れていた結果（図-3(a)）が、変動の少ないスムーズな計測結果として得られることが分かる。

4. むすび

上空障害物、および、対流圏遅延による誤差を低減し、ランダム誤差には時系列解析を行い、真の変位を推定することによって、安定した三次元計測を行うことができた。

参考文献

- 1) 古山陽太, 大山直輝, 中島伸一郎, 山田晋吾, 清水則一：急傾斜斜面に対する GPS 変位計測システムの適用事例, 土木学会 69 回年次学術講演会, pp.585-586, 2014.
- 2) 古山陽太, 中島伸一郎, 清水則一：GPS による岩の変位計測に関する ISRM Suggested Method と斜面変位計測への適用事例, 第 43 回岩盤力学に関するシンポジウム, pp.164-169, 2015.
- 3) 清水則一：GPS による地盤/構造物の高精度変位計測の現状と今後, 電力土木 7 月号 (No.366), 2013.
- 4) N. Shimizu, S. Nakashima, T. Masunari : ISRM Suggested Method for Monitoring Rock Displacements Using the Global Positioning System (GPS), Rock Mech. Rock Eng., 47:313-328, 2014.