

RTK-GNSS測位による常時の法面変位の計測値の評価

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○藤原 優, 横田 聖哉, 久田 裕文
国際航業(株) 正会員 武石 朗
国際航業(株) 非会員 飯島 功一郎, 江川 真史, 室井 翔太

1. はじめに

道路法面で変状の進行が確認された場合、観測強化や対策の検討などの判断に対して、表-1に示す法面変位の管理基準値の目安¹⁾が用いられている。この管理基準値は、1988年に財団法人高速道路調査会により提案されたもので、変位が一方向に累積される伸縮計などの計測機器を対象としている。最近では、地表面の移動量と方向を3次的に把握できるGNSS測位による計測技術があるものの、管理基準値に対する適用性について十分な検証が行われていない。本論は、変状の発生した供用中の高速道路法面に対して、RTK-GNSS測位による変位計測システムを用いた変位計測を行い、管理基準値を目安に常時における適用性について検証した。

2. RTK-GNSS地盤変位計測システムの概要²⁾

本検討で用いたRTK-GNSS地盤変位計測システムの概要を以下に示す。

- ・法面に設置したGNSSセンサは、長田電機株式会社製(SB-35)を使用した。
- ・測位方法はGNSS(GPS, QZSS, GLONASS)によるRTKをベースとしている。
- ・現地の計測データについては、インターネット上でリアルタイムに閲覧できるようにシステムを構築した。
- ・計測データの誤差評価は、mm単位の観測精度を確保するため、24時間の母集団移動平均法を用いた。
- ・強制変位実験の結果から、2mm~5mm程度の強制変位量に対する母集団移動平均値は±1mm以内であることが確認されている。
- ・現場に設置したGNSSセンサでは、南北・東西・高さの3成分の変位を計測している。このうち、南北方向と東西方向の変位から水平変位を求めることができる。

3. 検討内容

RTK-GNSS測位による変位計測は、母集団移動平均法を用いることにより結果の確認が24時間後となる。このため、地表面変位の進行が顕著な緊急時よりは、常時より変位速度が速くなった状態を精度良く検知する目的で利用できる可能性がある。また、RTK-GNSSが示す変位は、観測地点の位置情報の動きを捉えたものであり、現行の管理基準値への適用性を評価するためにも、常時の挙動を把握しておく必要がある。

図-1は、RTK-GNSS地盤変位計測システムを設置した高速道路法面を示している。当該箇所は、供用中の法面であり、バスストップへの接続路が設置されている。図-2は、高速道路本線との接続部付近の路面に発生したクラックであり、法面変状の進行に対して注意を必要とする状況にある。この法面に、図-3に示すよ

表-1 法面変位の管理基準値の一例¹⁾

段階	点検・要注意または観測強化	対策の検討	警戒・応急対策	厳戒警戒・一時退避
維持管理段階	10mm以上/30日	5~50mm/5日	10~100mm/1日	100mm以上/1日

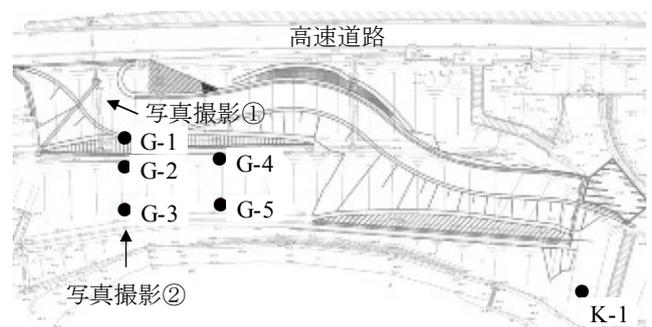


図-1 GNSSセンサ(G1~G5)と基準点K1の配置



図-2 路面のクラック (写真撮影①)

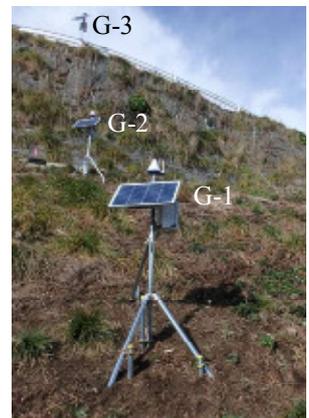


図-3 センサの設置状況 (写真撮影②)

うに基準点 K1 と GNSS センサ G1~G5 を配置し、2017 年 5 月から地表面変位の常時モニタリングを開始した。当該法面は、変位速度により表-1 に示す管理基準値において「点検・要注意または観測強化」の判断が必要となる。そこで、計測データについて、30 日間で発生する地表面の水平変位を求め、管理基準値との関係について分析した。

4. 検討結果

図-4は、該当法面の近隣アメダス観測所の2017年5月1日～12月31日の期間における日降水量の変化を示している。6月・10月の降水量が多く、30mmを超える日がみられる。これに対して、図-5は同じ期間における1ヵ月毎の水平変位の変化を示しており、降水量の多い6月・10月の変位が大きい。特にG-5の水平変位が大きく、6月・10月は10mmを超えている。図-6は、G-5を対象として、30日単位の水平変位の変化を1日毎で求めてグラフ化したものである。例えば、最初のプロットは9月14日～10月14日の期間で発生した水平変位、次のプロットは9月15日～10月15日の期間で発生した水平変位を示している。水平変位は、9月30日～10月29日の期間から10mmを超え、10月17日～11月15日の期間からは10mm以下となっている。

ところで、GNSS測位は位置情報から計測地点の変位を求めているため、計測期間によっては水平変位の方向が異なる状況が考えられる。図-7は、6月と10月の期間における水平変位の方向の変化を示している。G-5に着目したとき、6月と10月で水平変位の方向が異なっている。水平変位が道路側に向いているのは、地山の動きに対して支柱の倒れなどの可能性が考えられ、こうした影響を考慮して水平変位の挙動を評価する必要がある。

以上の結果から、当該法面ではRTK-GNSS地盤変位計測システムを用いて常時の監視を行い、降雨が多い時期に10mm以上/30日の変位が認められた場合に管理基準値に従い「点検・要注意または観測強化」を判断する対応が考えられる。

5. おわりに

本論では、RTK-GNSS測位の計測値に対して母集団移動平均法による誤差評価手法を用いることで、管理基準値「10mm以上/30日」を目安に、常時より変位速度が速くなった状態を検知できる可能性を示した。今後も計測データの分析を行い、GNSS測位の管理基準値のあり方について検討を進める。

参考文献

- 1) 中日本高速道路(株)：土質地質調査要領，2012.
- 2) 江川真史，飯島功一郎，武石朗，原口勝則，佐藤匠，室井翔太，横田聖哉，藤原優：RTK-GNSSによる新たな地盤変位計測システム開発に向けた取り組み，2019年度砂防学会研究発表会（投稿中）

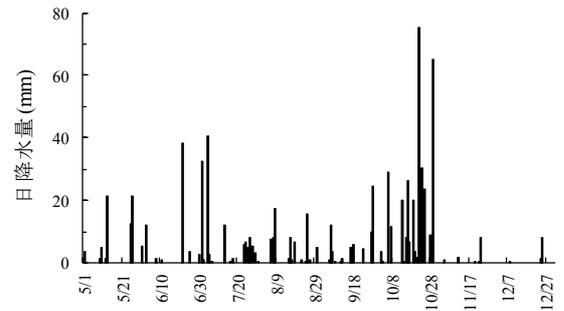


図-4 日降水量の変化（2017年5月～12月）

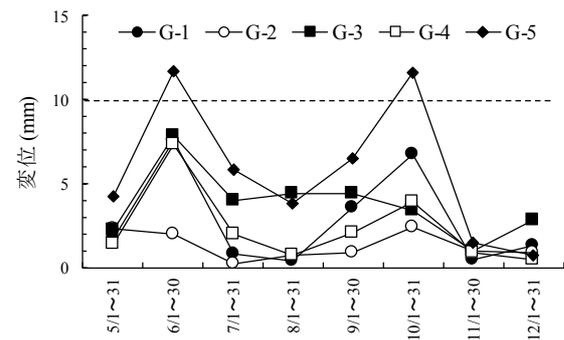


図-5 1ヵ月毎の水平変位の変化(2017年5月～12月)

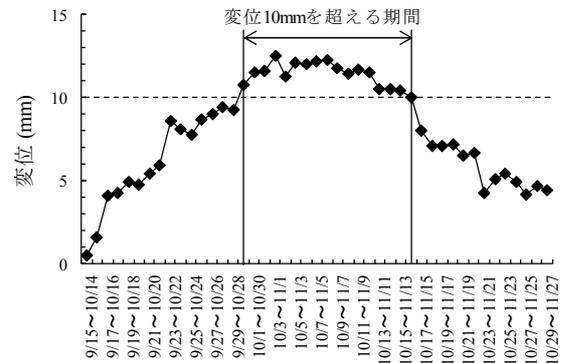


図-6 30日単位の G-5 の水平変位の変化

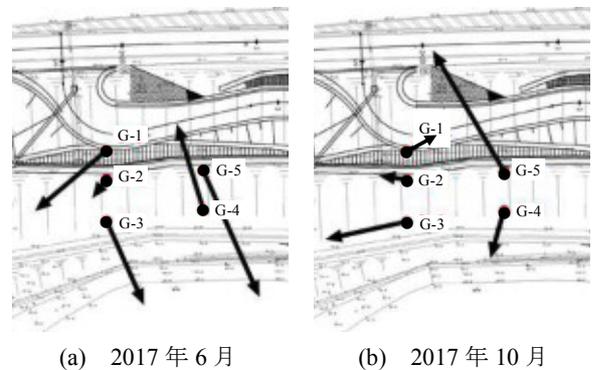


図-7 2017年6月と10月の水平変位の方向