

RTK-GNSSによる災害時の盛土変位の評価に関する検討

西日本高速道路(株) 正会員 ○藤原 優
西日本高速道路(株) 正会員 久田 裕史

1. はじめに

高速道路の法面変位の計測において、位置情報から三次元的な動きを捉えるGNSS測位が利用される機会が増えている。GNSS測位は、精度や測位方式により様々な種別のものであるが、その一つにRTK-GNSS (Real-Time Kinematic-Global Navigation Satellite System) がある。RTK-GNSSの計測値は、母集団移動平均法¹⁾による誤差処理を行うことで、変位の検知に24時間の遅れを伴うものの、ミリ単位で計測できることが分かっている。表-1は高速道路の地すべり等を対象とした法面変位の管理基準値であり、伸縮計等を用いた一方向の変位計測に対して、変位速度毎の対応を示している。本論では、盛土法面にRTK-GNSSを設置したケースにおいても、地震時・降雨時の変位に対して表-1の管理基準値を適用可能か検証した。

2. 検討内容

写真-1は、検討対象とした盛土法面を示している。この区間では、盛土施工前に地下水が地表付近にまで存在する状況が確認された。このため、将来的に排水機能が低下し、雨水の浸透や基盤からの地下水の浸透により盛土法面が不安定化することが想定されたことから、G1～G4のRTK-GNSSセンサを設置し盛土の全体的な挙動をモニタリングした。この盛土法面では、観測を開始してから、2018年6月18日の大阪北部地震発生時にG2付近の縦排水溝のシールコンクリートに最大30mm程度の段差が発生した。また、続いて発生した平成30年7月豪雨時に、法面上段に表層崩壊がみられた。

本検討では、RTK-GNSSの計測データについて、変位換算の簡便性等を考慮し南北方向と東西方向から水平変位を求めた。図-1は、東西方向と南北方向の計測データを基にした5日単位の水平変位の求め方を示している。図-1(a)に示すように、10月1日時点の水平変位は、9月27日時点の母集団移動平均法により求めた位置と10月1日時点の母集団移動平均法により求めた位置の距離、10月2日時点の水平変位は9月28日時点の位置と10月2日時点の位置の距離となる。このような方法により水平変位を連続的に求めてグラフ化したものが図-1(b)となる。このグラフは、基準日となる9月27日時点の位置からの水平変位につい

表-1 高速道路の法面変位の管理基準値の一例

段階	(第1段階) 点検・要注意または観測強化	(第2段階) 対策の検討	(第3段階) 警戒・応急対策	(第4段階) 厳戒警戒・一時退避
維持管理段階	10mm以上 /30日	5～50mm /5日	10～100 mm/1日	100mm以上 /1日

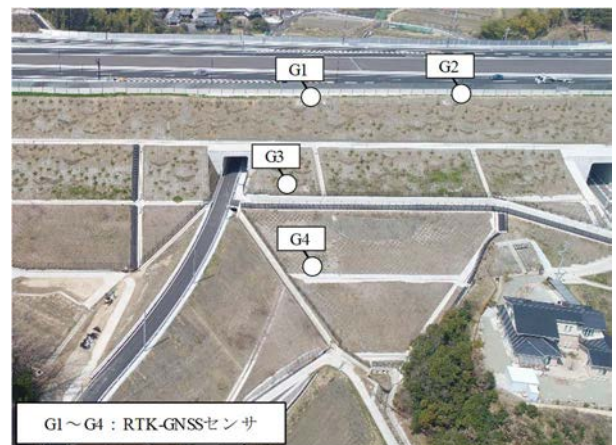
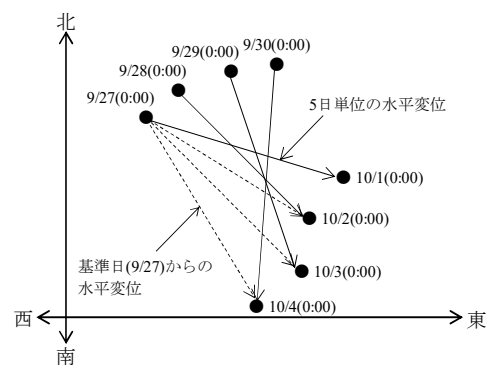
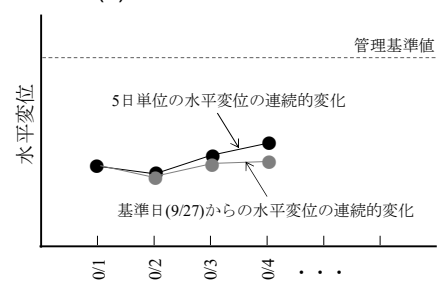


写真-1 RTK-GNSS センサの設置箇所



(a) 5日単位の水平変位



(b) 水平変位の連続的变化

図-1 RTK-GNSSセンサの5日単位の水平変位の求め方

でも求め、5日単位の水平変位と併せて表示している。本論では、G1～G4の水平変位の連続的変化を求めるとともに、データの誤差処理に伴い変位の確認に24時間の遅れを伴うことを考慮し、表-1の管理基準値が管理基準値の第2段階までの変位速度に対して適用可能か検証した。

3. 検討結果

図-2は、盛土法面から約3.5km離れたアメダス観測所bの2018年6月1日～7月31日の期間における日降水量と累計降水量を示している。また、図-3は、RTK-GNSSセンサG1～G4の南北方向・東西方向の変位および図-1の方法により求めた2018年6月1日～7月31日の期間におけるG1～G4の水平変位の連続的変化を示している。図-3(a)に示す南北方向・東西方向の変位は、地震時・降雨時に南方向、東方向に変化する傾向がみられる。図-3(b)に示す5日単位の水平変位の連続的変化では、2018年6月18日の地震に対して2018年6月20日時点においてG1で43.3mm、G2で39.5mm、G3で17.8mm、G4で10.9mmの水平変位が発生している。その後の降雨により2018年7月7日時点の水平変位はG1、G2、G4で5mm以下であるが、G3は10.6mmの水平変位が発生している。図-3(c)に示す基準日（2018年5月27日）からの水平変位の連続的変化では、G1、G2、G4は2018年6月18日の地震発生以降、水平変位はほぼ一定で推移しているが、G3は地震時とその後の降雨時に段階的に水平変位が増加している。

これまでに、常田・小田²⁾により地震被害の実態や段差走行実験の結果を基にした研究が行われており、車道の路面に50cmを超える段差が発生すると、通行機能の確保に長期間が必要となることが指摘されている。当該盛土法面は、地震発生後とその後の降雨時に変状が発生したことから、地震発生後にRTK-GNSSで5～50mm/5日の水平変位を確認した時点で管理基準値の第2段階に従い対策の検討を行うことが、変状拡大を防ぐことにつながると考えられる。

4. おわりに

本検証結果から、表-1の管理基準値はRTK-GNSSを用いた盛土法面の変位計測に対しても適用可能なケースがあると考えられる。今後、他の盛土法面でも分析を行い、管理基準値の適用性について検証を進めていく。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 常田賢一, 小田和広: 道路盛土の耐震性能評価の方向性に関する考察, 土木学会論文集 C, Vol. 65, No. 4, pp. 857-873, 2009.

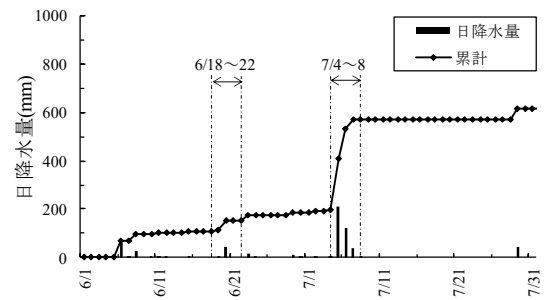
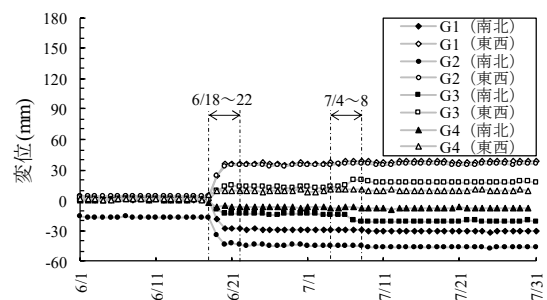
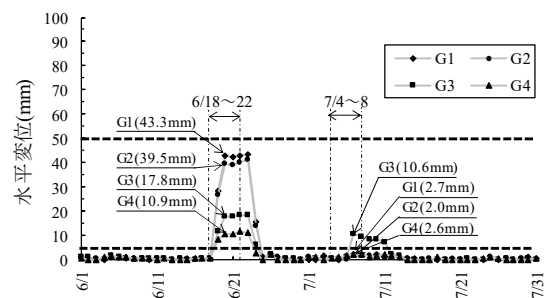


図-2 アメダス観測所bの日降水量と累計降水量
(2018/6/1～2018/7/31)

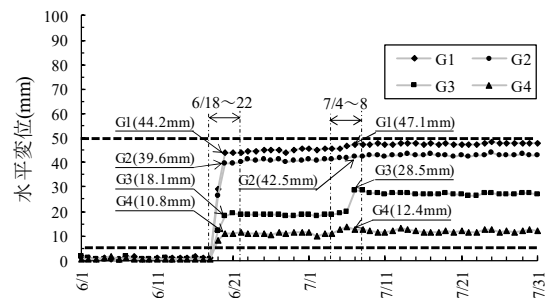


(南北方向・東西方向の変位: 北+, 南-, 東+, 西-)

(a) 南北方向・東西方向の変位の連続的変化



(b) 5日単位の水平変位の連続的変化



(c) 基準日 (2018/5/27) からの水平変位の連続的変化

図-3 RTK-GNSSセンサG1～G4の変位の連続的変化
(2018/6/1～2018/7/31)