

高速道路法面に設置したRTK-GNSSセンサの計測データの傾向分析

西日本高速道路㈱ 正会員 ○藤原 優
西日本高速道路㈱ 正会員 星野 弘明

1. はじめに

2018年開通の新名神高速道路の高槻 JCT・IC～神戸 JCT 間では、GNSS 測位の一つである RTK-GNSS (Real-Time Kinematic-Global Navigation Satellite System) センサを設置し変位の常時モニタリングを行っている法面がある。RTK-GNSS は、計測データに衛星の1周期が約24時間であることを考慮し、直近の24時間分の計測データを対象に、重み付けの無い単純な平均値を連続的に求める母集団移動平均値による誤差処理を適用することで、変位を mm 単位で計測可能なことがわかっている。しかし、これにより計測を行った場合の連続的な計測データがどのような傾向を示すかについては未解明な部分がある。

本論では、RTK-GNSS センサの計測データから無降雨時、地震時、降雨時の連続データが示す傾向について分析した。

2. 検討内容

地震時・降雨時は、点検により法面変位の有無について確認が行われているが、管理区間に対象数が多い場合、不安定箇所の確認・把握に時間を要することが懸念される。これに対して、複数地点のRTK-GNSSセンサの計測値を一元的に管理することで、地表面変位等の計測値を他の計測地点と比較することが可能となり、地震時・降雨時に不安定箇所を検出しやすくなると考えられる。そこで、新名神高速道路（高槻 JCT・IC～神戸 JCT 間）で常時モニタリングを行っている法面の中から表-1に示すNo.1, No.2, No.3を抽出し、表-2に示す無降雨時、地震時、降雨時の5日間の計測データを抽出し分析を行った。2018年3月26日～30日は無降雨の期間であり、地震時、降雨時の計測データと比較する対象とした。2018年6月18日～22日は、6月18日に発生した「大阪北部地震」を含む期間であり、このとき大阪府北部を震源としM6.1の地震が発生している。2018年7月4日～8日は、「平成30年7月豪雨」の発生により、アメダス観測所aで383mm、アメダス観測所bで407mmの降水量が発生している。なお、RTK-GNSSの計測データについては、母集団移動平均値による誤差処理を適用した。

3. 検討結果

(1) 無降雨時の計測値の変化

図-1は、2018年3月26日～30日の5日間におけるNo.3のG1の鉛直方向変位の変化を示している。母集団移動平均値には僅かな変位の増減がみられ、その増減幅は1.1mmとなっている。図-2は、RTK-GNSSセンサを設置したNo.1, No.2, No.3について、無降雨時の5日間における3方向の母集団移動平均値の増減幅を比較したものである。全ての法面において、3方向の増減幅は2mm程度以下と小さい。RTK-GNSSセンサは、法面が安定している場合においても、計測地点の上空視界の程度や基準点から各計測地点までの距離である基線長の違い等

表-1 分析対象法面のRTK-GNSSセンサの設置数

No.	道路構造	数量	アメダス観測所	法面と観測所の距離
1	盛土	10基	a	9.0km
2	盛土	4基	b	3.5km
3	切土	11基	a	5.1km

表-2 計測データの分析を行った期間

期間	状況
2018/3/26～30 (無降雨時)	・観測所a: 0mm ・観測所b: 0mm
2018/6/18～22 (地震時)	・大阪北部地震(6/18) ・地震規模: M6.1
2018/7/4～8 (降雨時)	・観測所a: 383mm ・観測所b: 407mm (平成30年7月豪雨)

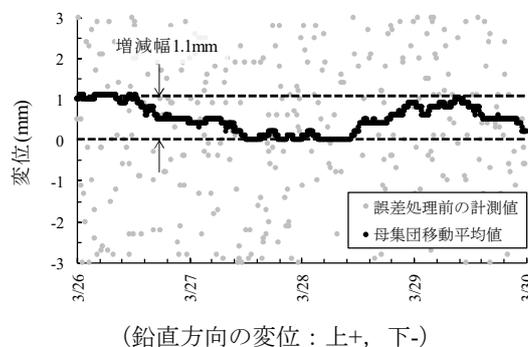


図-1 No.3のG1の鉛直方向変位 (2018/3/26～30)

が計測精度に影響を与えることが知られている¹⁾。無降時にみられる2mm程度以下の変位は、このようなRTK-GNSSセンサによる計測特有のものに加え、法面毎で計測地点の地盤性状が異なることなどが影響していると考えられる。図-2の比較において、盛土法面にRTK-GNSSセンサを設置したNo.1, No.2は、南北方向、東西方向の変位に対して、鉛直方向の変位が大きい傾向が認められる。衛星測位では、全ての衛星が受信機の上方に位置するため、一般に鉛直方向の計測精度は水平方向より低くなるが、母集団移動平均法を適用することにより、鉛直方向UDの標準偏差が1.0mm以下まで小さくなる。図-2においてNo.1, No.2の鉛直方向の変位は1.0mmを超えており、盛土施工後の長期的な圧縮沈下の進行が影響していると考えられる。

(2) 地震時の計測値の変化

図-3は、大阪北部地震発生時を含む2018年6月18日～22日の5日間におけるRTK-GNSSセンサの3方向の母集団移動平均値の増減幅を比較したものである。NEXCOの法面変位の管理基準値²⁾において、対策の検討を必要とする変位速度の目安は5日間で5mm～50mmとされているが、No.1, No.3では3方向の変位の増減幅が5mm以下と小さい。これら法面は無降雨時と同程度の変位であることから、地震による影響は小さいと推察できる。これに対して、No.2はG1, G2の3方向で20mm以上の変位が発生している。3箇所の中でNo.2の変位が最も大きく、地震発生直後において法面点検を優先すべき箇所と考えられる。No.2は地震発生後に実施した現地確認において、法面に変状が確認されている³⁾。

(3) 降雨時の計測値の変化

図-4は、平成30年7月豪雨時の2018年7月4日～8日の5日間における各法面のRTK-GNSSセンサの3方向の母集団移動平均値の増減幅を比較したものである。5箇所の中で、No.1, No.3は3方向とも変位の増減幅は5mm以下と小さく、降雨による影響は小さいとみられる。これに対して、No.2のG3の南北成分、東西成分で5mmを超える変位が発生しており、無降雨時を大きく超えている。No.2は降雨終息後に実施した現地確認において、法面上段に表層崩壊が確認されている⁴⁾。

4. おわりに

本検討から、RTK-GNSSセンサは、無降雨時でも3方向で2mm程度以下の変位が発生することが確認された。また、法面毎の変状比較により、災害時に優先的に点検、対策すべき箇所を抽出しやすくなることが分かった。

参考文献

- 1) 武石ら：RTK-GNSSによる地盤変位計測システムについて（山陽自動車道での実証実験），第54回地盤工学研究発表会，2019。
- 2) 財団法人高速道路調査会：地すべり危険地における動態観測施工に関する研究（その3）報告書（日本道路公団委託），1988。
- 3) 村上ら：新名神高速道路における大阪府北部地震時のモニタリング結果の考察，第54回地盤工学研究発表会，2019。
- 4) 堤ら：高速道路沿いのり面における平成30年7月豪雨時の土中水分計測結果の考察，第54回地盤工学研究発表会，2019。

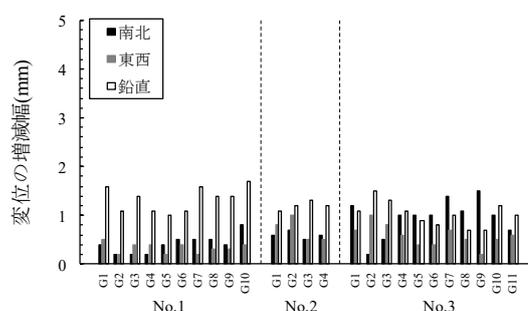


図-2 無降雨時の増減幅（2018/3/26～30）

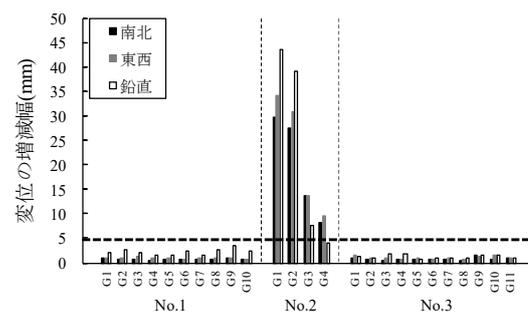


図-3 大阪北部地震時の増減幅（2018/6/18～22）

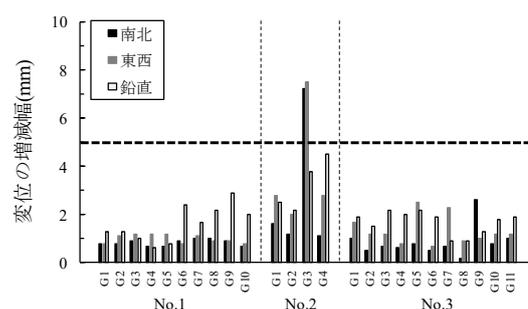


図-4 平成30年7月豪雨時の増減幅（2018/7/4～8）