

RTK-GNSS 測位データを用いた斜面の異常検知手法の提案

西日本高速道路株式会社 正会員 ○村上 豊和 大阪大学大学院 正会員 小濱 健吾
西日本高速道路株式会社 正会員 堤 浩志 大阪大学大学院 正会員 小泉 圭吾
西日本高速道路株式会社 正会員 田山 聡 大阪大学 学生会員 中村 葵

1 はじめに

斜面防災のために数多くの機器により斜面の状態が監視されている。しかし、各機器から獲得されるデータ時系列を管理者が見比べることによって斜面の状態を判断しており、斜面に異常が発生してから実際に異常と判断されるまでにタイムラグが生じてしまう現状がある。本研究では、モニタリングデータの異常を自動的に検知できるような手法として、Change Finder[1]を用いた異常検知手法を提案する。また、監視すべき斜面の状態の1つである斜面変位を表す RTK-GNSS 測位データを用いて、提案手法の適用可能性を検証する。

2 Change Finder による異常検知

Change Finder は異常検知の中でも変化点を検知する役割を果たし、外れ値と変化点を明確に区別することが可能であり、さらに、膨大なデータをリアルタイムで処理できる計算効率性を兼ね備えている分析ツールである。具体的な利用方法は参考文献[1]に譲る。Change Finder は現在までの状況と比較して時系列的な振る舞いが相対的に変化した時点を変化点としてリアルタイムに検知できる分析ツールである。

3 RTK-GNSS 測位データ

GNSS(Global Navigation Satellite System)とは衛星測位システムの総称である。RTK-GNSSはGNSS測位方式の一種である。RTK-GNSS測位の精度は、一般的に水平方向に対して $\pm 10 \sim 20$ [mm]、上下方向に対して $\pm 20 \sim 30$ [mm]である。RTK-GNSS測位データにおいて検知すべき事象は、斜面の変位の変化といった絶対的な変化であるが、RTK-GNSS測位データには少なからず測定誤差が含まれるため、相対的な変化を検知するChange Finderを用いて測定誤差と斜面の変位を区別して斜面の異常を正確に検知できるか否かといった適用可能性を検証し、適用可能であるならばどの程度の変位までを検知することができるのかといった適用範囲を明確にすることが重要となる。

表 1: GNSS データの概要

受信機設置場所	茨木北	原萩谷	神戸	宝塚
設置数	3 地点	4 地点	10 地点	7 地点
獲得期間	2018 年 6 月 17 日 12:00:00 ～2018 年 6 月 19 日 0:40:00			

注) 1 つの地点に対して南北・東西・上下方向の 3 種類の時系列データセットが獲得される。位置情報は 10 秒に 1 度獲得される。

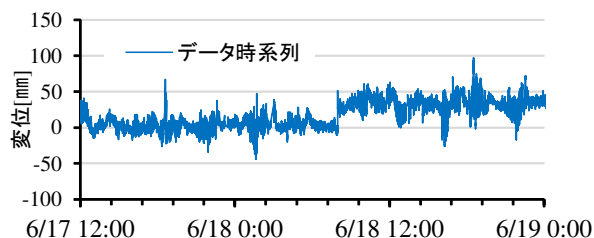


図 1: 時系列データセットの一例

4 検証事例

4.1 RTK-GNSS 測位データの概要

新名神高速道路に設置された GNSS 受信機によって獲得されるデータをもとに、Change Finder の RTK-GNSS 測位データへの適用可能性を検証していく。なお、GNSS 受信機は現場管理者によって重点的に監視すべき斜面であると判断された 24 地点 (建設時点において要注意と判断された地点、構造的に注意が必要と判断された地点など) に設置されている。検証を実施するデータの概要を表 1 に、データの一例を図 1 に示す。データの獲得期間は 2018 年 6 月 17 日 12 時から 2018 年 6 月 19 日 0 時 40 分であり、大阪府北部地震によって発生した斜面の変位を対象とする。72 のデータセットに対して、斜面に変位が発生したデータセットと発生していないデータセットを分類した結果、南北方向の 5 データセット、東西方向の 7 データセット、上下方向の 6 データセットの合計 18 データセットが、変位が発生したデータセットとして分類された。

キーワード：斜面防災，RTK-GNSS，異常検知，Change Finder

連絡先：〒 530-0003 大阪府大阪市堂島 1 - 6 - 20 TEL：06-6344-7095

4.2 検証結果

変位が発生した18のデータセットに対して、Change Finder を用いて斜面の変位を検知できたか否かを判定した結果を表2に示す。表中、 Sc_m^o 、 Sc_m^* は Change Finder を用いて計算したスコアであり、 Sc_m^o は地震発生時点以前のスコア、 Sc_m^* は地震発生時点付近のスコアを表しており、本研究では、地震発生時点付近のスコア Sc_m^* が通常時のスコア Sc_m^o を超えていれば ($Sc_m^o < Sc_m^*$ であれば) 変化点を検知できたものとする。

表より、18 のデータセットのうち 9 つのデータセットに対して変化点を検知することができた。変化点を検知することができなかった 9 つのデータセットを見ていくと、上下方向のデータセットであること、変位量が変化点を検知できているデータセットと比較して小さいことが原因として考えられる。また、東西・南北方向では15[mm] 以上の変位量を検知することができた一方で、上下方向では45[mm] の変位量においても検知できなかったことから、変位量が大きくとも上下方向のデータセットであれば変化点は検知できていないことがわかる。これは、上下方向では測定誤差が $\pm 20 \sim 30$ [mm]、東西・南北方向では測定誤差が $\pm 10 \sim 20$ [mm] と異なるため、上下方向においては測定誤差と変位量を明確に区別することができなかったからであると考えられる。すなわち、変化点の検知においては測定誤差が大きな影響を与えると考えることができる。図2に、18 のデータセットに対して地震の発生時点までの位置情報を標本としたときの標本標準偏差と地震による変位量と Change Finder による検知の可否の関係を示している。図中丸で示す点は東西・南北のデータセットであり、三角で示す点は上下方向のデータセットである。また、赤色にて検知ができたことを、青色にて検知ができなかったことを表している。

$Sc_m^o < Sc_m^*$ 満たし変化点を検知したとしても、番号10、17の事例のように変位量が小さい場合には測定誤差の影響により偶然に変化点を検知できた可能性を排除することができないと考えられる。よって、Change Finder を用いて変化点を検知する際には、変位量が標準偏差の2.5 倍を超えるものに対しては概ね変化点を検知することができるが、変位量が標準偏差の1.5 倍を下回るものは検知することができないと考えるべきであることがわかった。標準偏差の1.5 倍 $\sim$ 2.5 倍となるような変位量に対しては、検知できるか否かを現時点で結論付けることは困難であり、今後データの蓄積とともに適用範囲をより明確にしていくべきであるとする。

表 2: 斜面の異常検知の可否

番号	種類	変位量 [mm]	Sc_m^o	Sc_m^*	検知の可否
1	南北	30	12.92	102.12	○
2	東西	30	4.01	84.97	○
3	上下	45	12.87	1.41	×
4	南北	25	6.46	155.83	○
5	東西	32	7.32	164.78	○
6	上下	40	27.58	7.03	×
7	南北	14	8.20	13.23	○
8	東西	13	3.95	83.62	○
9	上下	6	20.85	3.47	×
10	南北	8	4.20	92.96	○
11	東西	28	27.25	70.61	○
12	上下	25	3.22	0.16	×
13	東西	9	81.58	48.25	×
14	上下	10	3.58	0.43	×
15	東西	22	62.96	4.43	×
16	上下	40	32.66	3.12	×
17	南北	3	4.29	5.22	○
18	東西	4	70.75	0.63	×

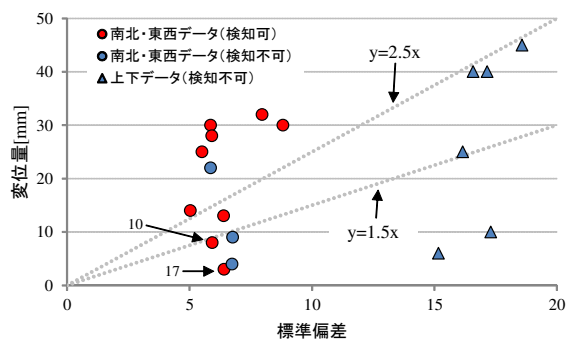


図 2: 標本標準偏差と変位量の関係

5 おわりに

本研究では、RTK-GNSS 測位データを用いて、管理対象である斜面に変位が生じるといった異常をいち早く検知するための方法論を提案した。具体的には、Change Finder を援用して RTK-GNSS 測位データの変化点を検知することを試みた。その結果、RTK-GNSS 測位データの測定誤差を表す指標の1つである標準偏差と検知可能となる斜面の変位量との関係性を導いた。今後の課題として、データの蓄積と分析による継続的な検証や、RTK-GNSS 測位データを事前処理することによって可能な限り測定誤差を取り除くことなどが挙げられる。

参考文献

- [1] 山西健司：データマイニングによる異常検知，共立出版，2009。