

Sentinel-1 衛星データを用いた干渉 SAR 時系列解析による

補強土擁壁の変状評価の可能性の検討

東京大学大学院
東京大学生産技術研究所
東京大学生産技術研究所

学生会員
フェロー会員

○二口 夏帆
桑野 玲子
久野 洵

1. はじめに

土構造物および土構造物内部の点検や状態把握について、近年では、人工衛星に搭載された合成開口レーダ(SAR)から2回以上マイクロ波を照射し、反射波の位相差から地表面変位を求めるInSAR(干渉SAR)が道路土構造物等の変状把握のために用いられつつある¹⁾。干渉SARは、2時期のデータを用いる「1ペアSAR解析」と複数ペアの解析結果を用いる「時系列解析」に主に分類され、そのうち1ペアSAR解析は2時期のデータのみ用いるため解析が容易であるが、大気遅延などの誤差を受けやすいという欠点がある。

そこで本研究では、無償で得られるSARデータを用いて、熊本地震で変状した補強土擁壁の地表面変位を時系列解析で捉えられるか検証した。

2. 調査対象および解析方法

調査対象は熊本県南阿蘇村の補強土擁壁で、2016年4月16日の熊本地震で強い揺れを受け、上面道路に多数の亀裂や沈下・陥没が確認された(図-1)。熊本地震前の衛星写真を図-2に、2022年4月時点の航空写真を図-3に示す。赤丸で囲まれている部分が補強土擁壁である。図-3のように、地震後は元の道路の南側に迂回道路が構築され、2022年4月の時点では擁壁天端に植生が生じている

SARデータについては、欧州宇宙機関(ESA)の地球観測計画で運用されている衛星「Sentinel-1」のデータを用いた。表-1にSentinel-1とALOS-2の諸元を示す。観測波長の長いSARのほうが植生の影響を受けづらいため、地盤分野ではALOS-2がよく用いられるが、1画像あたりの値段が8万円から1)とやや高額である。一方でSentinel-1は無償で使用ができる。

解析としては、自動干渉解析システムLiCSAR²⁾で処理されたアンラッピングデータ、コヒーレンスデータを時系列解析システムLiCSBAS³⁾にかけ、地表面変位速度、変位時系列を求めた。北向き軌道は2015年6月1日から2021年12月20日までのデータを用い、南向き軌道は2014年11月21日から2022年11月3日までの



図-1 補強土擁壁の被害の様子



図-2 補強土擁壁の衛星写真



図-3 補強土擁壁の衛星写真(2022)

表-1 Sentinel-1, ALOS-2 の諸元表

名称	Sentinel-1	ALOS-2
打上げ年	2014	2014
観測幅	250km (IW)	50km (StripMap)
分解能	5m×20m	3m×3m
観測波長	Cバンド (約6cm)	Lバンド (約24cm)
価格/画像	無償	8万円

キーワード 干渉SAR, 人工衛星, 補強土擁壁, Sentinel-1

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 Bw304
桑野研究室 TEL 03-5452-6843

データを用いた。空間フィルターは 10m で適用した。また、Sentinel-1 の分解能は $5 \times 20\text{m}$ であるが、処理の問題で解析結果が 1 ピクセル $100\text{m} \times 100\text{m}$ で表示されている。

3. 結果

図-4 上段が平均コヒーレンス（干渉度）0 以上の場合の時系列解析の結果、下段が平均コヒーレンス 0.3 以上の場合の時系列解析の結果である。図-4 下段を見ると、コヒーレンス 0.3 以上のデータが表示されていないことがわかる。コヒーレンスとは地表面の状態の一致度のことで、0.3 以上が有効なデータであると言われている。したがって熊本の補強土擁壁の周辺では有効なデータが得られていないと言える。このようになった原因としては、擁壁天端に植生が生えていること、擁壁周辺に樹木が多いこと、分解能が $100\text{m} \times 100\text{m}$ と小さく擁壁周辺の変位自体が取れていないことが考えられる。

4. 結果

本研究では、無償で得られる SAR データを用いて、熊本地震で変状した補強土擁壁の地表面変位を捉えられるか時系列解析を行い検証した。

その結果、コヒーレンス 0.3 以上の有効なデータが得られなかった。この原因としては擁壁周辺の森林や植生の影響が考えられる。今後、植生の影響が少ない土構造物に対して時系列解析を実施していく。

参考

- 1) 東京大学, 基礎地盤コンサルタンツ (株): 合成開口レーダー (SAR) の道路土構造物の維持管理への活用マニュアル (案), pp.47-59, 2021.
- 2) Lazecky, M. et al: LiCSAR: An Automatic InSAR Tool for Measuring and Monitoring Tectonic and Volcanic Activity, Remote Sens., Volume12, Issue15, 2430, 2020.
- 3) 森下游: LiCSBAS による国家規模の干渉 SAR 時系列解析, <https://www.gsi.go.jp/common/000229421.pdf> (2023 年 3 月 28 日閲覧)

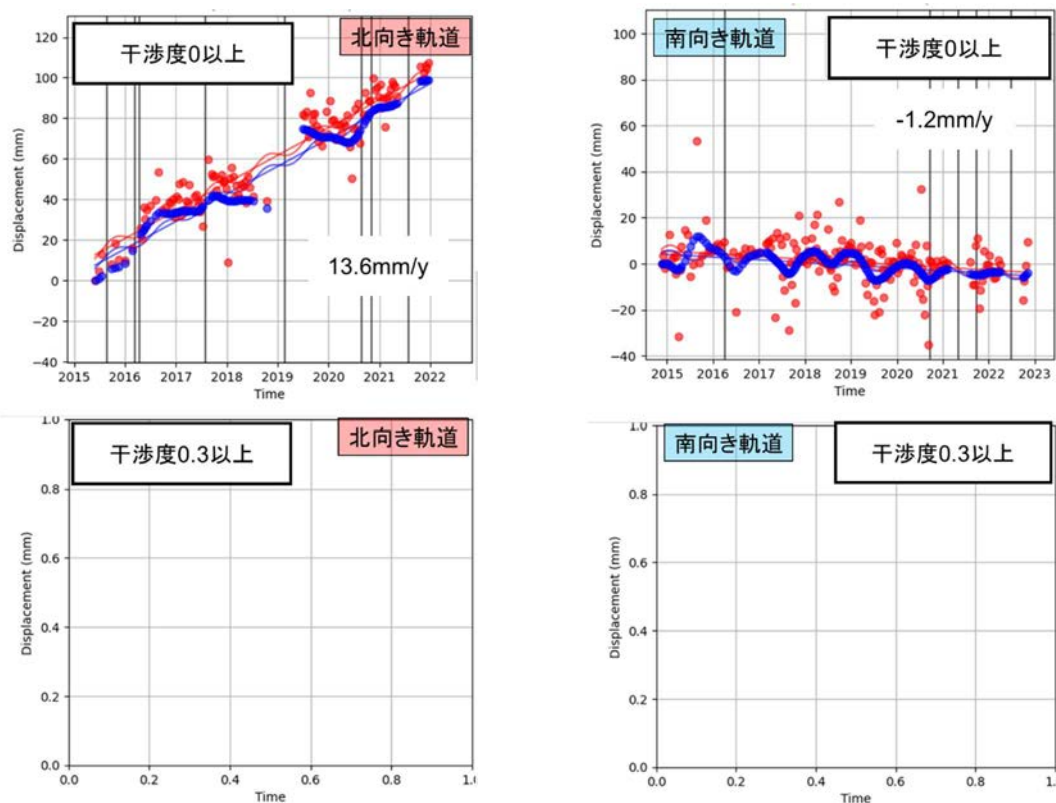


図-4 時系列解析の結果