

観測衛星のリモートセンシングを活用した斜面管理の検討

東日本旅客鉄道株式会社
一般財団法人 RESTEC

正会員 ○鴨志田祥子, 正会員 栗林健一
正会員 小野清孝, 正会員 古田竜一

1. はじめに

鉄道設備を適切に維持管理するためには、状態や変化を客観的に捉え続けることが重要であるが、目視を主体とする検査では設備の変化を捉えることは難しい。特に広大な斜面全体の変化を目視で捉えることは容易ではなく、航空レーザ等によるリモートセンシングも、線状の鉄道沿線に点在する斜面を定期的に測定するのはコスト面で課題があった。

そこで、複雑な路線全体を定期的に俯瞰し、異常を発見できれば、要点検箇所や点検優先度のスクリーニングが効率良くできる可能性を有する観測衛星（ALOS-2）の活用に着目した。

本稿では、実際に観測衛星で斜面上に設置したターゲットを測定した結果の評価と斜面管理への活用の可能性について報告を行う。

2. 実施内容（現地試験、解析）

観測衛星により地表面を直接計測した場合、測定結果に大きなバラツキが生じる恐れがあるため、本研究では斜面（スキー場）に基準点となる測定ターゲット（以下、図および表中はCRとも記載）を設置し測定を行うこととした。また、解析結果は測定ターゲットの周辺に設置されたGPS測定結果との比較により評価を行う。

2. 1 測定ターゲットの設計・製作

測定ターゲットの設計を行うにあたって、その形状は観測衛星から照射されたマイクロ波の散乱が最も強くなるコーナーキューブ型とした（図1）。

2. 2 評価項目

製作した測定ターゲットを斜面（スキー場）に設置し、観測されたデータをもとに以下について把握を行った。

- (1) 視認性（形状・鋼板種別・天候）
- (2) 複素相関（コヒーレンス）値
- (3) 斜面変動量

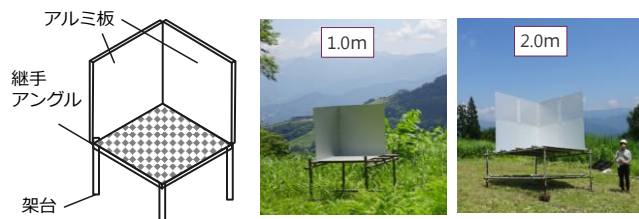


図1 製作ターゲットの一例

表1 ターゲットの製作条件

番号	形状	鋼板種別
CR-1	1.0m	平鋼板
CR-2	1.0m	平鋼板
CR-3	1.0m	平鋼板
CR-4	2.0m	孔明鋼板
CR-5	1.0m	孔明鋼板
CR-6	1.0m	平鋼板
CR-7	0.8m	平鋼板

3. 測定および解析結果

3. 1 視認性（形状・鋼板種別・天候）

観測衛星の散乱強度画像を図2に示す。図中の白く明るい点がターゲットを設置した箇所である。ターゲット設置後の散乱強度画像には、設置前には見られなかった白点を確認できた。これは測定ターゲットの設置箇所と一致している。

大きさの異なる測定ターゲットを測定結果として、ターゲットの中では2m形状のものが最も鮮明に測定でき、斜面中に設置してある建物（リフト小屋）も鮮明に測定されていた。これらのことから対象物が大きいほど視認性が向上すると考えられるが、0.8mのターゲットも十分視認可能であることを確認できた。また、本研究で使用した鋼板種別（平鋼板と孔明鋼板）の違い及び天候（晴天時と曇天時）による視認性の差は確認されなかった。

3. 2 複素相関（コヒーレンス）値

図3にターゲット設置前後の干渉解析結果（コヒーレンス解析画像）を示す。コヒーレンス画像は異なる2つの時期の測定データを干渉させたもので、干渉性が高いほど測定の信頼度も向上する。

設置前および設置後で測定ターゲットを設置してい

キーワード リモートセンシング, 観測衛星, 斜面管理

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 東日本旅客鉄道(株) 高崎支社 TEL027-320-7501

ない箇所は砂嵐状に点が乱れ全体的に複素相関（コヒーレンス）値が低いのに対し、設置後のターゲット周辺は高い値であることがわかる。いずれの測定ターゲットも 0.97 以上の非常に高い複素相関（コヒーレンス）値を示した。このことから、本研究で製作した測定ターゲットは管理点として活用できる可能性があると判断できる。

3. 3 斜面変位量

2015 年 7 月 10 日及び 2015 年 7 月 24 日の干渉解析結果より測定ターゲットの位相値（変動量に相当）を算出した。測定ターゲット近傍に設置した GPS による変動量の比較を図 4 に示す。どの箇所も変位は $\pm 2\text{cm}$ 以内であった。一般的に GPS は $\pm$ 数 cm の誤差を有するといわれていることを踏まえると、観測衛星の測定結果も GPS の誤差の範囲内と判断できる。

4. 観測衛星を用いた斜面管理の将来像

本研究の測定結果などをもとに斜面管理への観測衛星の活用法（案）を以下に述べる。

4. 1 斜面検査の効率化

斜面上に設置したターゲット（管理点）の定期的な観測により、管理点の有無や視認性の差、複素相関（コヒーレンス）値の増減等を捉えることで現地に行くことなく、斜面の挙動を捕捉できることが期待される。

4. 2 長期データをもとにした将来予測

観測衛星は運用開始から現在までの測定データを蓄積しているため、過去に遡った変動傾向の把握が可能であるという利点を有する。さらに GPS や航空レーザの結果と組み合わせることで、将来予測の確度の向上が期待される。地すべり地形箇所など要注意の監視箇所に予めターゲットを設置しておけば、変状等が確認された際には過去に遡って挙動のデータを把握することが可能であると考えられる。

5. おわりに

本研究により、開発した測定ターゲットは斜面管理の基準点として機能し得る可能性を有していることを確認することができた。

一方で、どの程度の斜面の傾斜や変動量を補足できるかといった測定性能や実運用を考慮した測定ターゲットの設計など解決すべき課題はある。今後も計測データの蓄積および解析を継続してターゲットの実用化や設置の最適化について検討を行っていく必要がある。

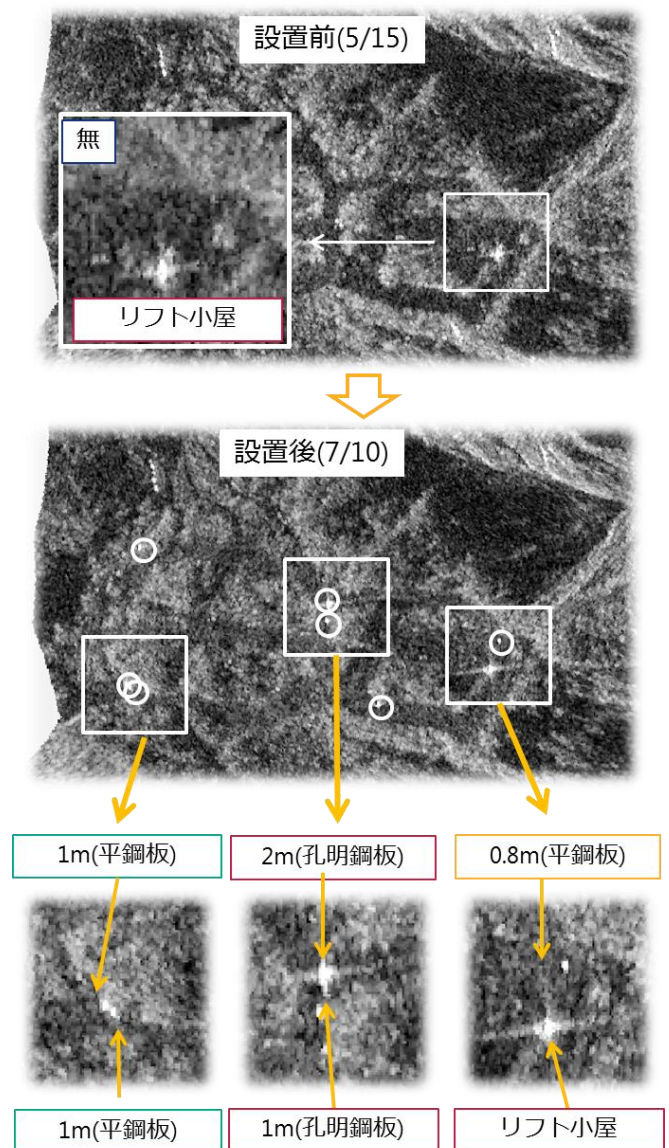


図 2 設置前後の視認性の評価

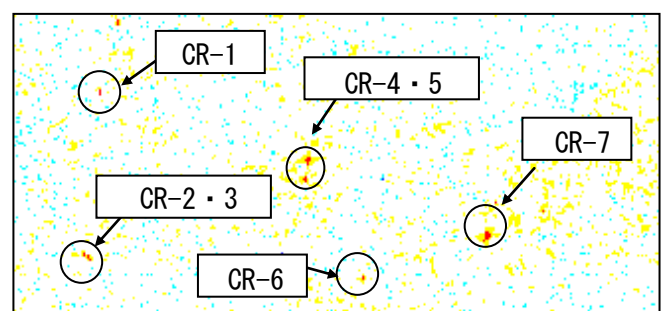


図 3 設置後のコヒーレンス画像

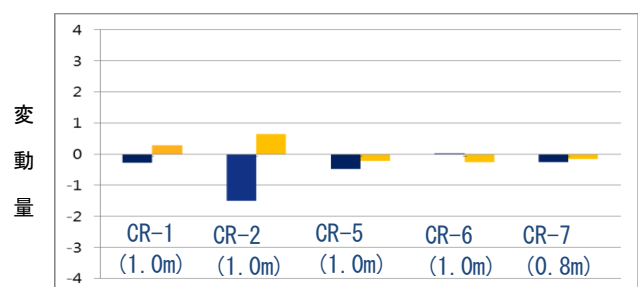


図 4 GPS 測定結果との比較