

衛星 SAR 解析を用いた高盛土の残留沈下の現況と将来予測

中日本高速道路（株）東京支社 正会員 ○中村 洋丈

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京（株）正会員 笹本 直之 非会員 石橋 円正

1. はじめに

道路盛土に供用後の残留沈下が発生するとひび割れや不陸などの路面変状が生じ、通行車両の走行性を損なうことが問題となる。維持管理では路面状況を巡視や点検で把握し、必要に応じて補修する。この補修を計画的に実施するには、沈下に伴う路面変状の進行度合や将来の沈下量を、線的に場合によっては面的に把握することが有効である。しかしながら、供用中道路で沈下計測を定期的に行うことは、人員が入り替わる体制での継続性、測量費用など経済的にも負担となる。筆者らは通常の測量に変わり、衛星 SAR（Synthetic Aperture Radar）解析を用いた沈下計測及び計測結果を用いた将来沈下の予測を試みてきた¹⁾。本稿では文献 1 の成果から更に多点で整理し、SAR 解析の経時変化を用いて、道路縦断の舗装補修計画に資するように道路延長方向の将来沈下を予測した。

2. 駿河湾沼津 SA 付近の衛星 SAR 解析の沈下量

新東名高速道路駿河湾沼津 SA の高盛土は最大高さ約 55m に及び、盛土のり面下以外の部分には「愛鷹（あしたか）ローム」と呼ばれる高含水比の火山灰質粘性土が用いられている。供用から約 10 年経過しているが、その間に路面には沈下に伴うひび割れが発生している（図 1）。

SAR 解析は安定反射点（PS 点）を抽出する PS-InSAR で行った。データは 2014 年 12 月から半年～1 年間隔で 2021 年 6 月まで取得し相対沈下量を算出した¹⁾。図 2 には直近 1 年間の相対沈下量を示す。赤色点では 10mm/年以上の沈下が生じており、上り線の SA（図中左上）や本線の盛土高さが高い箇所（図中左上）や本線の盛土高さが高い箇所に分布している。一方で緑色点では本線の切土部などの沈下が生じない箇所に分布している。

図 3 は横軸に本線距離別の箇所を示し、縦軸は SAR 解析の計測日ごとの沈下量であり、2014/12/12 を初期値として、その後の相対的な沈下を示す。また、図中に盛土高さを黒実線で併記する。盛土高さが高い箇所（71.9KP～72.4KP 付近）では沈下が経年で進行していることがわかる。初期計測から約 6 年半後の 2021/6/18（図中の赤線）には、盛土高さが約 50m の 72.3KP 付近では沈下量は

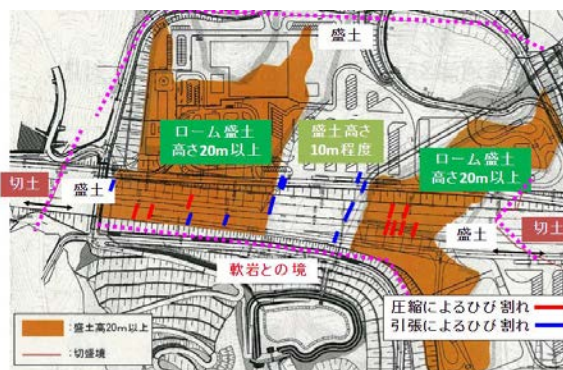


図 1 沈下に伴う路面ひび割れ位置

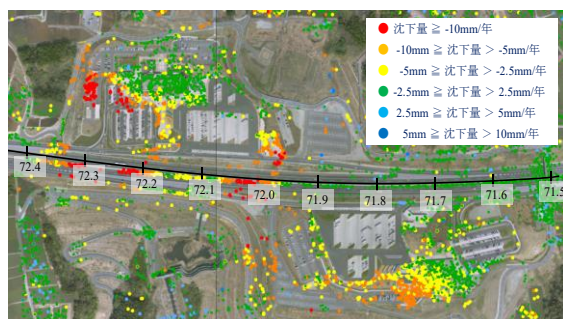


図 2 SAR 解析による直近 1 年間の相対沈下量

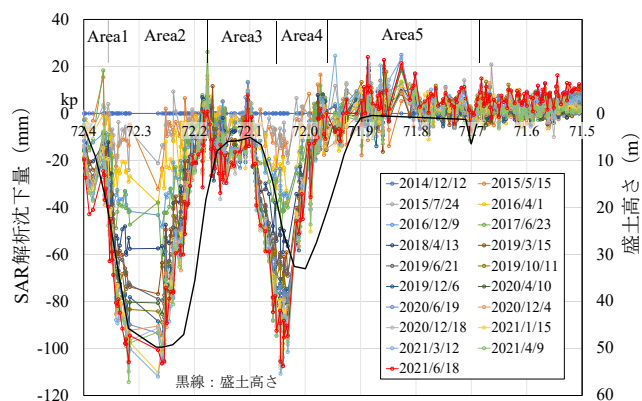


図 3 距離標別の SAR 解析沈下量

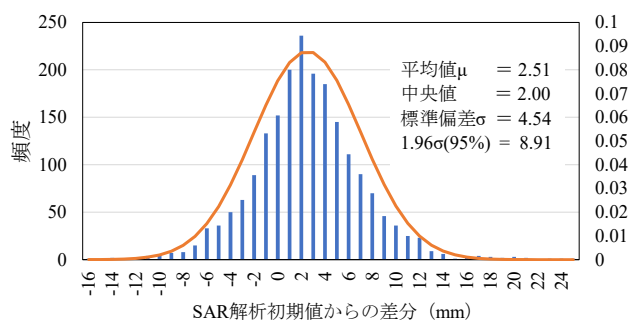


図 4 切土区間の SAR 解析値ヒストグラム

キーワード 高盛土、残留沈下、SAR 解析、火山灰質粘性土

連絡先 〒419-0201 静岡県富士市厚原 1738-4 中日本高速道路(株) 富士保全・サービスセンター TEL 0545-52-2505

100mm 近く生じている。なお、沈下量の大きい箇所が盛土高さより図中でやや左寄りにずれているのは、道路横断方向の盛土高さが加味されていないためと考える。

計測値のばらつきを確認するため、図 4 に切土区間 (71.5KP～71.9KP 付近) SAR 初期値からの差分のヒストグラムを示す。値はほぼ正規分布し平均値は 2.51, 95%信頼度は 8.91 となる。よって計測値は 10mm 程度のばらつきはあるが、数 10mm 以上の沈下であれば十分に評価可能である。

3. 将来沈下量の予測

図 5, 図 6 には盛土高さが 46m (72.32KP), 25m (72.04KP) の SAR 沈下量と Log で近似した将来の予測沈下量を示す。予測沈下量は、まず相対沈下量である SAR 沈下量を Log 近似し、その式を用いて盛土初期の沈下量がゼロとなる Log 式で示したものである。図 5 では、盛土概成から 4647 日 (約 12.7 年) 後の現在 (最新計測日) までに、715mm の沈下が生じたと推測できる。なお、現在では盛土施工時、概成時、供用後の計測値も取得可能なので、施工時沈下量や残留沈下量の絶対値も SAR で計測できる。将来沈下量は SAR 計測値を Log で近似して算出し、1 年後の残留沈下量は 10mm, 10 年後には 82mm, 20 年後には 133mm となる。年間に 10mm 程度の残留沈下が生じるが値は徐々に小さくなっていく。

図 7 には図 3 に示す盛土や切土、高さ 20m を境に区分した Area ごとに、盛土高さとして 10 年後の残留沈下量を示す。各 Area によってばらつきはあるが残留沈下率は 0～0.4% 程度の範囲に収まる。

図 8 は道路縦断方向 10m～20m ごとの将来予測沈下量である。これは図 5, 図 6 のように Log で近似した予測式から求めた各 KP の予測沈下量を縦断方向に連ねたもので、現在より 1 年後から 20 年後までの値を示している。ばらつきを考慮する必要があるが、縦断方向の沈下傾向を捉えていて、10 年後には盛土高さに応じて 0～80mm 程度の沈下がある。80mm の沈下は生じるが、なだらかに沈下量は変化するため走行性に大きな問題になることは考えにくい。沈下差は生じるので沈下量の経過や路面不陸に注意が必要となる。

4. まとめ

今回 SAR 解析による沈下量の計測及びその結果から Log 式を用いて将来沈下を予測した。これは道路以外の盛土や宅地造成などにも利用可能である。SAR 解析であれば、現場計測をしていなくても必要な時に過去のデータを遡り、経時的な変化を捉えることができる。また、計測値から将来予測も可能で補修計画の立案等に大いに活用できる。

参考文献 1)中村洋丈ら：愛鷹ロームを用いた高盛土の長期残留沈下量の現況と予測，土木学会第 77 回年次学術講演会，2022。

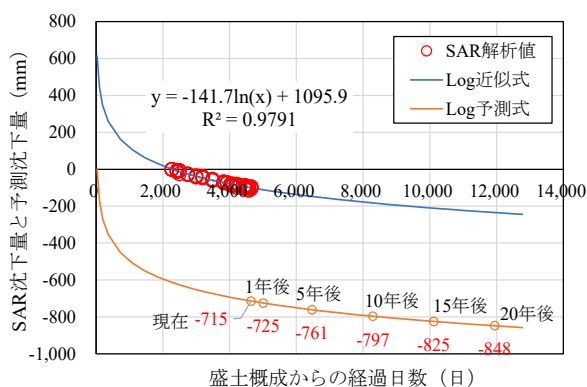


図 5 SAR 解析沈下量と推定沈下量 (72.32KP)

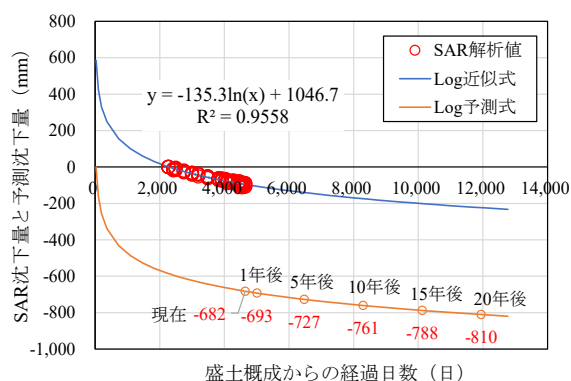


図 6 SAR 解析沈下量と推定沈下量 (72.04KP)

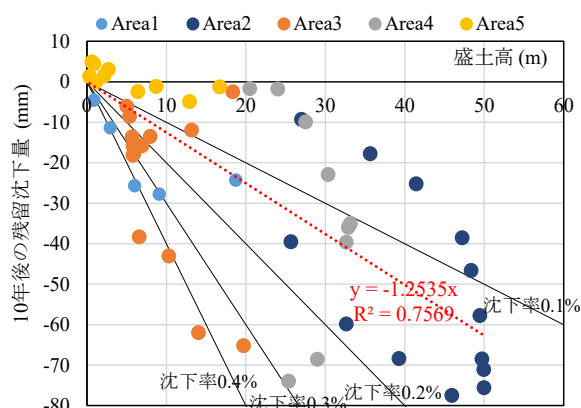


図 7 盛土高さと 10 年後の残留沈下量

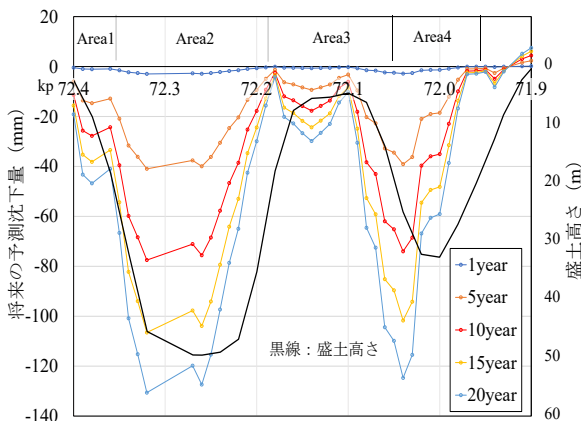


図 8 距離標別の将来推定沈下量