

# SAR 衛星による地表面変位測量

(面的かつ広範囲な変位測量の有効性を実証)

(株)パスコとの共同開発

## ■ 概要

シールドトンネル工事においては、シールド機の掘進にあわせて直上の道路やその周辺地域の変位状況を監視し、その変位を最小限に抑えながら安全に掘り進めることが求められます。この地表面変位状況の監視には、一般的にレベル測量が採用されますが、道路上の交通状況や周辺地域における私有地の問題から、測量器の据え付け可能な位置が制限を受ける場合も多くみられます。また、長距離区間の変位を面的に把握するには、多くの測定点を必要とするため、効率化と作業上の安全管理に多くの課題を抱えています。そこで、人工衛星によって撮像された SAR (Synthetic Aperture Radar: 合成開口レーダー) データを用いることで効率的かつ安全に地表面変位を計測できると考え、株式会社パスコと共同で従来のレベル測量と同等の精度で計測できることを実証しました。これによりシールド機の掘進に合わせて日々計測するシールド機周辺の地表面変位測量に加え、トンネル全ルートとその周辺の広範囲を一度に高密度で変位測量することが可能となりました。

## ■ 用途

トンネル全ルートとその周辺の広範囲における地表面変位測量

## ■ 特長

- ・従来のレベル測量と同等のミリ単位の高精度を確保
- ・地表面を面的かつ広範囲に測量可能
- ・天候の影響を受けにくく、悪天候時や夜間でも地表面の情報の取得が可能

## ■ 計測原理

SAR 衛星は、地球を周回するレーダー衛星の一種であり、地球に向けてマイクロ波を照射し、その反射波を受信することによって対象物の変位観測を行います。SAR 衛星は、太陽光を光源として撮影するという通常の撮影原理とは異なり、自らマイクロ波を照射し、その反射情報から地表面を観測するため、天候の影響を受けにくく、悪天候時や夜間においても地表面の情報の取得が可能です。

計測には 2007 年と 2010 年にドイツの宇宙機関が打ち上げて運用している TerraSAR-X と呼ばれる SAR 衛星のデータを利用しました。なお、この SAR 衛星 (TerraSAR-X) の回帰日数 (撮影頻度) は 11 日周期となっています。

今回用いた反射波データ解析手法は、異なる時期における受信波長の位相差の違いから変位量を推定するもので (図-1)、地面、電柱、照明灯、建築構造物の上面や側面など安定して計測可能な点 (PS 点) を抽出し、この PS 点における位相差データ ( $\Delta d$ ) を用いて解析しています。

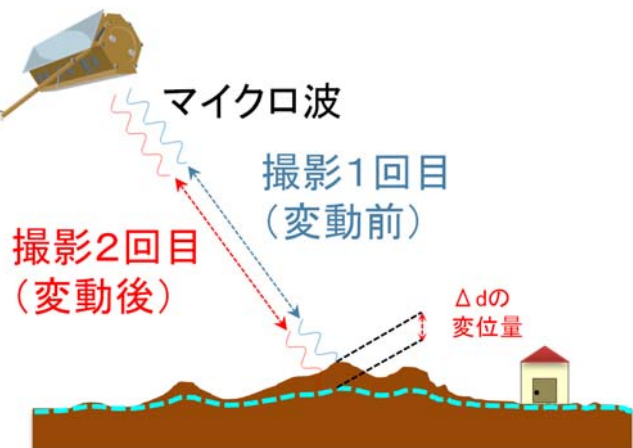


図-1 SAR 衛星による地表面変位測量の概念

## 実績

・新川第6排水区新川6号幹線(雨水)(その1)公共下水道工事 2015.11～

SAR 衛星による対象地域の観測は、衛星進行方向の測点間隔 0.24m で、シールド掘進開始から完了までの約 1 年 2 か月の期間に計 30 回以上行いました。このような高密度・高頻度での SAR 衛星観測は国内初となります。

SAR 衛星による変位測量の精度は、現場のレベル測量に対し平均二乗誤差 1.8mm で、両者とも本工事による変位が小さいという同様の傾向を示しています(図-2)。また、計測した PS 点は、シールド機の掘進ルート上の幅 10m 内において、10 m<sup>2</sup>あたり約 6 点の高い観測密度であり、地表面変位測量を面的に行うことができました(図-3)。

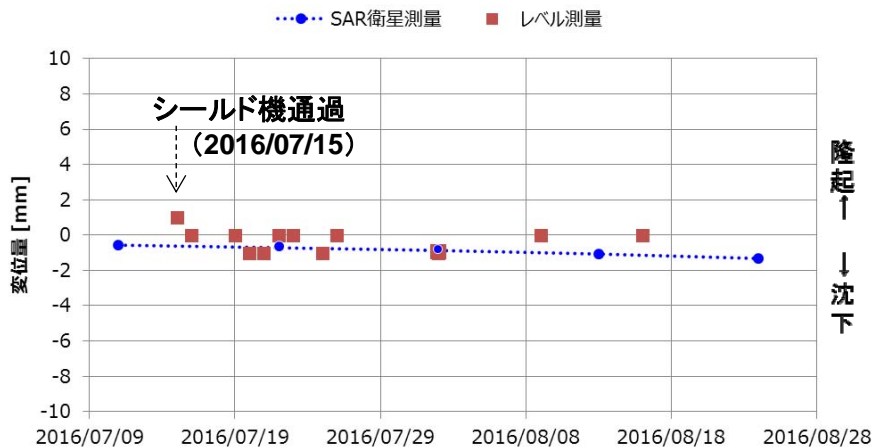


図-2 No.28 地点付近における変位測量結果の比較

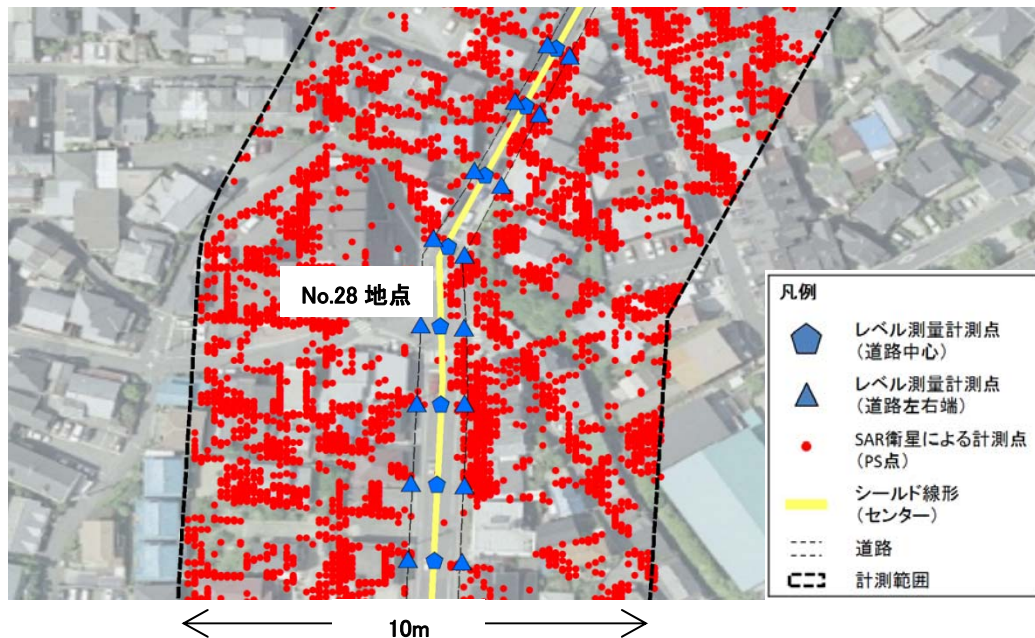


図-3 No.28 地点付近における計測点の比較

## 関連資料

・奥村組技術研究年報 No.43、2017.9

## 技術登録・表彰等

・特願 2017-107445「地盤変動観測装置及び地質変動観測プログラム」