

衛星SAR画像を活用した 道路被災状況把握の適用性に関する検討

(研究期間：令和5年度～令和6年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室

室長 上仙 靖 主任研究官 梅原 剛 交流研究員 徳武 祐斗

(キーワード) 道路被災状況調査、リモートセンシング技術、小型SAR衛星



国土を強靱化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究

1. はじめに

道路管理者は、地震や豪雨等による大規模災害が発生すると、ただちに体制を構築し、道路パトロールにより道路施設の被害状況を把握することとなるが、休日や深夜など勤務時間外に発生した場合や被害が甚大となりその分布が広範囲にわたる場合は、被災状況の把握に多大な時間を要することもある。そこで国土技術政策総合研究所では、地震や豪雨災害等による道路施設の被災状況の迅速な把握及び応急復旧方法の検討、被害の拡大や二次災害の防止を目的として、CCTV等の道路管理技術に加え、リモートセンシング技術を活用した災害発生時の調査支援の検討を行っている。

本研究では、内閣府の「令和4年度小型SAR衛星コンステレーションの利用拡大に向けた実証」において検討対象となっている小型SAR衛星に着目し、災害時の道路被災状況調査への活用可能性について検討した。本検討では現地フィールドに道路被災事象を擬似的に再現し、それを小型SAR衛星で観測して反射強度解析を実施することで、様々な被災事象をどのように捉えることができるのかを検証した。

表-1 小型SAR衛星の種類・性能（一例）

	iQPS	Synspective	Capella Space
イメージ			
分解能	Spotlight Stripmap 0.46m×0.46m 1.8m×0.46m	0.5m×0.9m 1.8m×2.6m	0.5m×0.5-0.7m 1.2m×1.1-1.6m
撮影幅	Spotlight Stripmap 7km×7km 14km×7km	10×10km 10-30km×50-70km	5km×5km 5km×20km
観測波長帯	Xバンド	Xバンド	Xバンド
国	日本	日本	米国

2. 衛星画像を活用した被災模擬事象の把握実験

(1) 小型SAR衛星の選定及び観測

日本の小型SAR衛星は、表-1に示す株式会社QPS研究所や株式会社Synspectiveの衛星が存在するが、打ち上げられて間もなく衛星基数もまだ少ないため、観測頻度が限られる。そこで今回は、日本の小型SAR衛星とほぼ同性能を有する米国の小型SAR衛星であるCapella衛星による観測（Spotlightモード）を実施した。なお、観測において衛星電波照射方向はすべて同一方向とするとともに、電波の入射角は40度による観測とした。

(2) 被災模擬事象の設定

実験では、10m×30m程度の盛土を構築し、その上をアスファルトで舗装し、路面クラック、路面陥没、法崩れ等の道路被災模擬事象を作成した(写真-1)。なお、被災事象の規模については、過去の検討等を参考に、衛星画像上で認識できると想定される事象規模を初回設定値（Case1）として設定し、その判読の可否に応じて規模等を変化させ、把握可能な事象とその規模等を検証することとした。



写真-1 被災模擬事象の作成（Case1）

表-2 被災模擬事象の規模 (Case1)

被災模擬事象	記号	規模
路面クラック	①、③、⑤	長さ:4m、幅:1m、深さ:1m
	②、④、⑥	長さ:3m、幅:0.5m、深さ:0.5m
路面陥没	⑦	直径:2m、深さ(中心部):0.5m
	⑧	直径:1m、深さ(中心部):0.3m
法崩れ	⑨、⑪	長さ:6m、奥行:2m
	⑩、⑫	長さ:3m、奥行:1m

3. 衛星画像を活用した被災模擬事象の判読結果

模擬事象作成前のアスファルト舗装のみの状況と写真-1の模擬事象作成後の状況を観測したCapella衛星の強度画像を図-1に示す。ここで強度画像とは、SARで受信した電波の強度を白黒の濃淡で表した画像であり、強度が高いと白くなる。

模擬事象作成前の強度画像をみると、衛星電波照射方向と正対する盛土部の傾斜は白く写っており、強く反射していることが確認できる。また、一般的に舗装面からの反射強度は弱く、画像上では暗く写るが、フォアショートニング（観測対象物に高さがある場合はマイクロ波の送受信時間が短くなる分だけ手前側に投影される現象）の影響により、周辺樹木の反射も混ざった状態となっており、模擬事象が判読しづらい状況となっていることが確認できる。

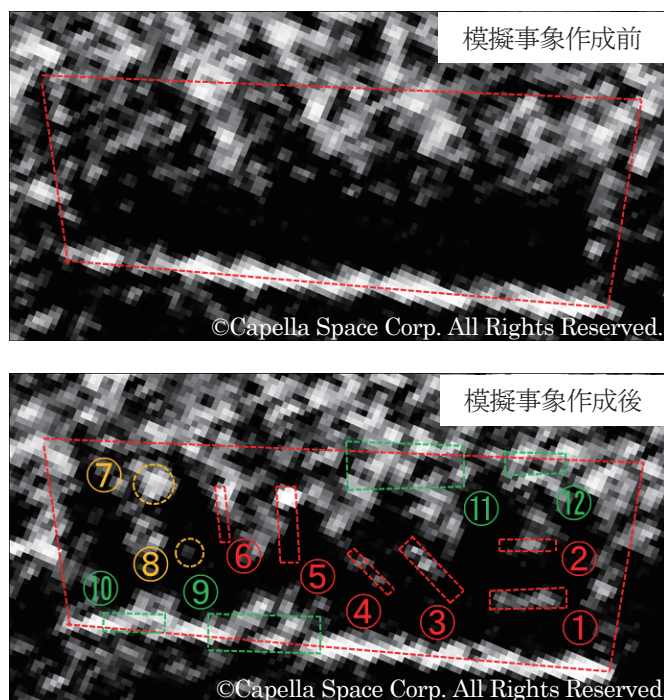


図-1 Capella衛星強度画像（入射角40度）

(1) 模擬被災事象の判読結果

模擬事象作成前後の強度画像を比較すると、路面クラック箇所について、一部（②、⑥）はフォアショートニングの影響に紛れてしまっているものの、その他の箇所（①、③、④、⑤）は白く変化しており、舗装に何らかの変化が生じていることが確認できる。路面陥没箇所についても、大きい事象（⑦）については白く変化しており、何らかの変化が生じていることが確認できるが、小さい事象（⑧）では判読が難しい結果となった。また、法崩れ箇所では、一部、フォアショートニングの影響により確認できない（⑪、⑫）ものの、影響のない箇所（⑨、⑩）においては、盛土部の傾斜で白く写っていたものが、法面や路面等の崩落に伴い形状が複雑に変化したことで、崩落部の反射強度が強くなり、盛土傾斜部周辺も白く変化していることがみてとれる。

(2) 衛星電波照射方向等が及ぼす光り方の相違

路面クラックの被災事象形状と反射強度（光り方）に注目してみると、衛星電波照射方向に正対する路面クラック（①、②）については、路面クラックとして線状に捉えられることができるが、衛星電波照射方向と同方向に入るクラック（⑤、⑥）については、クラックとして捉えることができず、点で表される形になってしまうことがわかった。

4. おわりに

今回の実験結果より現段階においては、幅50cm、深さ50cmのクラック程度は、小型SAR衛星で捉えることが可能であることが確認できた。今後、路面クラックの幅や深さを更に狭めた実験や路面段差を模擬した実験等を実施していくことで、衛星で捉えることが可能な道路被災事象の判読可能範囲を整理していくこととしている。加えて、平成28年熊本地震や令和6年能登半島沖地震等の実災害を観測した衛星画像を用いた解析も同時に実施していき、実験結果と組み合わせることにより、どのような実災害において活用可能かについて具体的に検討し、衛星SAR画像を活用した道路被災状況把握調査に関する標準仕様書(案)をとりまとめていきたいと考えている。