

# 海浜汀線に設置する二面および三面コーナーリフレクタの開発

日大生産工 ○朝香智仁 日大工 中村和樹

## 1 まえがき

世界の大半の海岸で、近年、侵食が進んでいる<sup>1)</sup>。その要因は気候変動や河川によって運ばれる土砂の減少など様々であるが、わが国では年間約160haの海岸が侵食されている<sup>2)</sup>。筆頭著者は、これまで過去に観測された衛星搭載型の合成開口レーダ (SAR) の強度画像から海浜汀線を時系列で評価する手法について検討してきたが、画像から抽出した海浜汀線の妥当性の確認についてはSAR観測前後に撮影された航空写真などを利用してきた。よって、真の意味でSAR強度画像から海浜汀線を抽出した結果を検証するためには、SARの観測と同期した現地観測が必要である。

そこで著者らは、SARの観測と同期した現地観測によって海浜汀線の位置を評価するために、海浜汀線に設置できるコーナーリフレクタ (CR) の開発に着手しはじめた。本研究では、現在、イタリアが運用しているX-band SARのCOSMO-SkyMed (COntellation of small Satellites for the Mediterranean basin Observation) を対象としたCRの開発を目的とし、実際にCOSMO-SkyMedの観測と同期した現地観測を行った結果について報告する。

## 2 CRの基本概念と設計方針

一般的にCRはSARの校正用途に利用されるため、比較的平坦な土地の地表面近くに設置される。これを海浜汀線部に設置するためには、破碎する波の影響を避けながらも、SARの観測時には設置角度や方位角が安定した状態でなければならない。そこで、本研究ではCRに円柱状の脚を取り付けた構造を考案した。また、CRの散乱断面積の理論値を計算できるようにするため、CRの形状は既存の方形二面および三面CRとして設計することとした。

方形二面CRのレーダ散乱断面積の理論値は(1)式、方形三面CRのレーダ散乱断面積の理論

値は(2)式、および円柱のレーダ散乱断面積の理論値は(3)式で算出できる<sup>4)</sup>。

$$\sigma = \frac{8\pi a^2 b^2}{\lambda^2} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{12\pi a^4}{\lambda^2} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{2\pi a l^2}{\lambda} \left[ \frac{\sin(2\pi l \sin \theta / \lambda)}{2\pi l \sin \theta / \lambda} \right]^2 \cos \theta \quad (3)$$

ここで、 $\sigma$  : レーダ散乱断面積、 $a$  : 面の横方向の長さ (方形三面CRについては三辺ともこの数値であり、円柱についてはその半径である)、 $b$  : 面の縦方向の長さ、 $\theta$  : 正面に対する入射角、 $l$  : は円柱の高さ、 $\lambda$  : SARの波長である。したがって、方形の大きさと円柱の高さを決めればレーダ散乱断面積の理論値を求めることができる。

## 3 CRの製作と現地観測

本研究においてはX-band SARを対象としているため、まずその波長 (約3cm) の10倍程度である大きさとして方形二面および三面の $a$ および $b$ を30cmとした。また、反射面の素材は軽量化を図るため0.8mm厚のアルミ板とした。よって、理論的には二面CRの散乱断面積は23.545dB、三面CRの散乱断面積は25.306dBとなる。次に、本研究で対象としているCOSMO-SkyMedのSTRIPMAP HIMAGE (シングルルック分解能3m) の撮像入射角は35.53度であるため $\theta$ を35.53度、CRの脚となる円柱は外径48.6mmで長さ150cmの単管パイプ、設置する際の海水の水深は10cmと仮定した。二面CRは基本的にブリースター角を考慮しないため、三面CRよりもSARのビームが照射される長さが大きくなることから、入射角から換算すると $l$ は1.27mほどになる。よって波の

Development of Trihedral and Dihedral Corner Reflector for  
Setting in the Shoreline Area

Tomohito ASAKA and Kazuki NAKAMURA



写真-1 三面CR（陸域設置用）



写真-2 三面CR（海浜汀線設置用）



写真-3 二面CR（陸域設置用）



写真-4 二面CR（海浜汀線設置用）

強弱を鑑みて $I$ を1.3mとすると、理論的には後方散乱断面積は-36.346dBとなり、円柱と水面との二回散乱も同様に小さく見積もられることから、円柱からの後方散乱は考慮しないこととした。なお、SARの照射ビームを受ける面については、接続金具の凹凸を極力小さくするため、超低頭ねじを使用した。

2014年10月11日の17時30分ころ、千葉県九十九里浜周辺に対してCOSMO-SkyMedの観測が予定されていたため、現地観測を行うこととした。写真-1および写真-3は、現地調査地点に設置した従来タイプの三面および二面CRである。写真-2および写真-4は、本研究の設計方針で製作した三面および二面CRである。CRは、過去に同地域を観測した2シーンの軌道情報から方位角を計算し、それぞれ150mほど離して設置した。結果として、観測時間の前後10分は海浜汀線部のCRは持ちこたえたが、その後は引き波の洗掘によって倒れかけてしまった。よって、長時間、安定して設置できる方法については今後の検討する必要がある。

#### 4 まとめ

現地観測の三日後、2014年10月11日にCOSMO-SkyMedの観測が行われていたこと

がわかった。SARデータが入手でき次第、理論どおり後方散乱が観測できていたか、分析することを予定している。

謝辞：本研究は、生産工学部の若手研究者支援研究費によって実施しました。

#### 「参考文献」

- 1) 山野博哉, 松久幸敬 訳：気候変動 2007 影響, 適応と脆弱性, 気候変動に関する政府間パネルの第 4 次評価報告書に対する第 2 作業部会の報告, 第 6 章 沿岸システムおよび低平地, 2009.
- 2) 国土交通省 河川局 海岸室：美しく、安全で、いきいきした海岸を目指して ～平成22年度海岸事業予算概算要求概要～, 2009.
- 3) 朝香智仁, 岩下圭之, 工藤勝輝, 青山定敬, 杉村俊郎：JERS-1およびALOS/PALSARによる海岸汀線の時系列評価, 日本地球惑星科学連合2014年大会, STT59-03, 2014.4.
- 4) 大内 和夫：合成開口レーダの基礎, 東京電機大学出版局, 2004.