

PS-17 小型船のレーダー反射率向上に関する研究

構造安全評価系 *穴井 陽祐、村上 睦尚
構造基盤技術系 藤本 修平、山根 健次
運航・物流系 西崎 ちひろ
流体設計系 白石 耕一郎

1. はじめに

船舶の海難事故の種類別分析によると、「衝突」が事故全体に占める割合が最も高い。このうち、大型船(100トン以上の船舶)と小型船(20トン未満の船舶)の衝突事故は、年間約100隻も発生しており、このような船舶航行時における衝突事故の防止には、航海用レーダーを使用した監視が有効であると考えられるが、小型船はそもそも対象として小さいことに加え、それらの殆どがレーダー反射性の低い繊維強化プラスチック(Fiber Reinforced Plastics: FRP)製船体となっているため、何らかの対策により、レーダー反射率の向上を図ることが必要である。

これらを背景として、国際的にも議論が行われ、大型船のレーダーによる小型船の捕捉が容易となるように、小型船のレーダー反射率を高める措置を講ずることが国際規則となっている。これを受け、国内関連法令においては、危険度が比較的高いと考えられる夜間航行の小型船に対してのみ、航海用レーダー反射器の搭載・設置が義務付けられ、平成22年には性能基準に関する改正が行われた。

しかしながら、夜間航海時にマスト等高所に取り付けることが必要なレーダー反射器は、その取り付け方法によっては十分な反射効果が得られない場合がある点、また、新たに購入・装備する必要性や保管場所の確保を要する点などから、小型船のユーザーにとっては、必ずしも望ましいレーダー反射率の向上対策とはなっていない。また、衝突事故は夜間のみが発生している訳ではないため、昼間に航行する小型船に対しても有効な方法が必要である。

これらの課題を解決可能なレーダー反射率向上手法として、小型船に塗布する高導電性ペーストの開発を行った。本稿ではその結果を報告する。

2. 高導電性ペーストの開発

2.1 概要

本研究においては、従来のFRP船の建造工程を大幅に変更することなく、レーダー反射率向上を達成するため、FRP船建造現場の実態調査を行った。その調査結果を踏まえて、FRP船の建造においては、積層工程での成形不良防止のため、バックコート(黒色ゲルコ

ート)を吹き付けるという工程がある。このバックコートに導電性を付与することにより、上記の目的を達成可能であるとした。そこで、バックコートとして使用可能かつ高導電性を有するカーボンペースト(黒色)を開発し、以下に示す基本性能評価ならびにレーダー反射断面積の数値解析を実施した。

2.2 基本性能評価

バックコートとして使用するためには、塗膜としての剥離強度ならびに施工性を有する必要がある。既存のカーボンペーストではそれらの性能が不足していたことから、各種試験を実施しつつ、改良を行った。

すなわち、剥離強度については、FRP板にペーストを塗布した試験片を作成し、ドーリー引張試験により評価した(図-1参照)。最終的な開発ペーストにおいては塗装基準と同程度の3.0MPaという十分な剥離強度を有していることが分かった。また、施工性については、塗布しやすさの評価・赤外線加熱による硬化状態・時間などにより評価した。

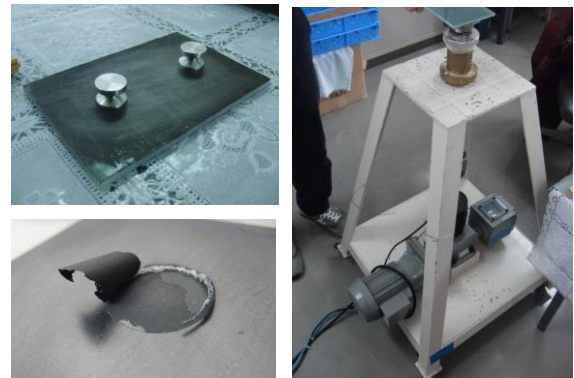


図-1 剥離強度試験

3. レーダー反射断面積の数値解析

開発ペーストのレーダー反射率を評価するため、小型船の上部構造にペーストを塗布したモデルを作成し、レーダー反射断面積(以下、RCS)の数値解析を実施した。塗布範囲を上部構造としたのは、一般に海面からの位置が高いほうがレーダーでの捕捉が容易となるためである。解析は電磁場解析により実施し、放射パターンを算出した。解析においては、ペースト施工位置の影響を検討するため、塗布範囲をパラメータと

した。さらに、小型船の船体動揺を考慮し、見下ろし角度もパラメータとして条件に加えた。解析結果の一例を図-2に示す。これらの解析の結果、開発ペースト塗布による RCS 向上を確認した。また、施工位置については上部構造天井部が最も有効であることが判明した。

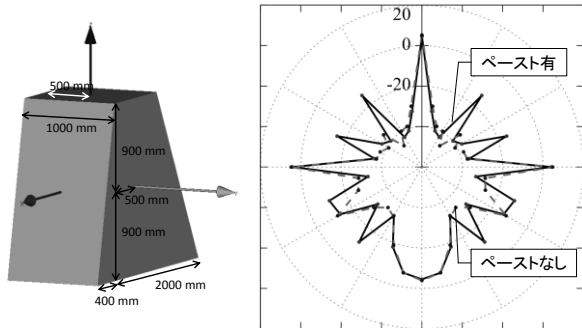


図-2 RCS 数値解析結果の例

4. 海上試験

4.1 海上試験の実施

開発ペーストの海上でのレーダー反射性能を評価するため、海上試験を行った。試験においては、弓削商船高等専門学校の所有する実習船「弓削丸」ならびに「あゆ」を実験船として用いた。「弓削丸」は船用レーダーを搭載した大型船、「あゆ」は小型船とした。実施内容は、航行する「あゆ」を対象に、停泊中の弓削丸からレーダー観測を実施し、船間距離とレーダーの映像状況の関係を確認・評価するというものである。本試験は「あゆ」には開発ペーストを塗布した上部構造模型（FRP 製）を搭載した条件と上部構造模型を搭載していない「あゆ」単体の条件で実施した（図-3 参照）。なお、船間距離を測定するため、「弓削丸」「あゆ」それぞれに1台ずつハンディ GPS を配置した。



図-3 上部構造モデルを搭載した「あゆ」

4.2 試験の評価法および結果

試験により得られた結果を検討するにあたり、船間

距離の算出とレーダー画像の解析を行った。

船間距離に関しては、それぞれの船に配置した GPS のデータ（時刻、緯度、経度）から各時刻における値を算出した。

一方、レーダーの映像状況を評価するにあたっては、以下に示す方法によりレーダー画像の解析を行った。

- 「弓削丸」のレーダー映像から静止画を切り出し、各時刻の画像中から「あゆ」のレーダー像を抽出
- 「あゆ」のレーダー画像を構成するピクセルの輝度値の総和を算出
- 各位置におけるレーダー像の輝度値総和を、その位置での「あゆ」のレーダー上での視認しやすさの指標として採用
- 横軸に距離、縦軸に輝度値総和をとり解析結果をグラフ化

得られた結果を図-4に示す。図より、ペースト塗布した上部構造によるレーダー反射率の向上効果が確認できた。

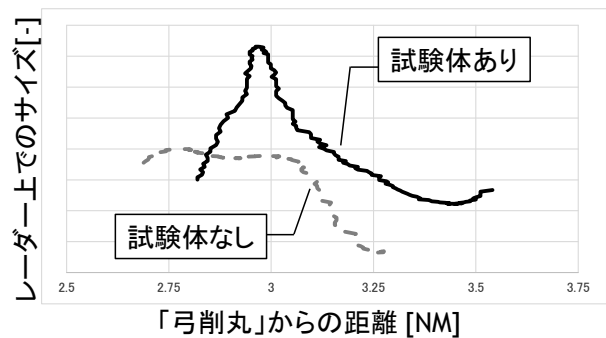


図-4 海上試験結果

5. まとめ

小型船のレーダー反射率向上を目的として、高導電性ペーストを開発した。結論を以下にまとめる。

- FRP 船のレーダー反射性を向上させ、かつ、建造工程で適用可能な高導電性カーボンペーストを開発した。
 - RCS 数値解析により、上部構造の天井への施工が最も有効であることが判明した。
 - 海上試験を行い、開発ペーストによってレーダー上での視認しやすさが向上することを実測した。
- 今後の課題は、新造船への実施工による本開発ペーストの試適用である。

謝辞

本研究は、日立化成株式会社ならびに弓削商船高等専門学校との共同研究により実施しました。関係各位に深く感謝申し上げます。