

整理番号 2024M-346

補助事業名 2024年度 公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究補助事業

補助事業者名 地方独立行政法人岩手県工業技術センター

## 1 補助事業の概要

### (1) 事業の目的

コールドスプレー法（高速粒子衝突を利用したコーティング技術）による表面処理技術を活用し、県内企業が製造する船舶部品への海洋生物付着に係る技術課題の解決を図る。具体的には、海洋生物付着防止効果のある表面処理方法を開発するとともに、表面処理装置の試作機を開発し、ものづくり産業の振興に貢献するもの。

### (2) 実施内容

#### 2-1 海洋生物付着防止表面処理技術の開発

<https://www2.pref.iwate.jp/~kiri/info/pressrelease/pdf/R6-018.pdf>

先行研究において海洋生物付着防止効果を確認している銅粒子を用い、超音速で粒子を基材に衝突させ皮膜を形成するコールドスプレー技術により、材料表面に銅粒子を打ち込み生物付着防止効果について実証を行うもの。対象とする部品は、電磁ログと呼ばれる船舶部品。材料はガラスエポキシ樹脂とニッケル基合金(モネル)が使用されているため、これらの材料に対応可能な処理方法について検討を行った。

ガラスエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂については、コールドスプレーによりCu粉末を基材へ衝突させると、エロージョンにより基材が損傷し粉末を打ち込むことができないため、中間層を設け、その上に銅粒子を打ち込む手法を考案した。本処理の断面観察写真を図1に示す。中間層がGFRPのガラス繊維を取り込むような形態で形成されており、良好な接合状態であることが確認できた。またその上にCu粒子が皮膜として形成しているも確認した。

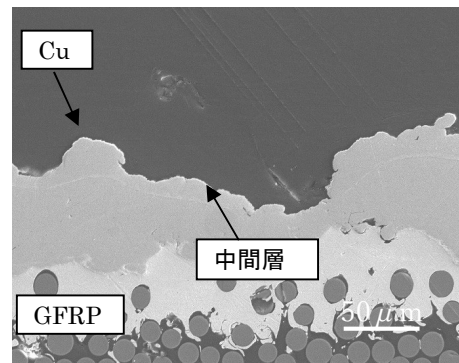


図1 海洋生物付着防止処理断面写真

#### 2-2 海洋暴露試験

処理材の海洋生物付着防止効果について検証を行うため、海中垂下実証試験を行った。結果を図2に示す。GFRP基材へ処理を行ったサンプルは、垂下試験開始238日経過後においても、フジツボ等の付着は認められず付着防止効果が継続していることがわかる。同手法によるCu粒子を用いた付着防止効果については、ポリエチレン(PE)基材にCu粒子を打ち込んだサンプルを作製し、本事業開始以前から同様の海中垂下試験を行っている。その結果についても併せて図2に示す。こちらのサンプルについては、海中垂下開始後578日が経過しているが、同様に材料表面に海洋生物の付着は認められない。一方で本処理を行っていない未処理のPE材料は、垂下開始85日後にはフジツボが複数付着し、

169日経過後はほぼ全面が付着物で覆われている。本結果から、コールドスプレー法によるCu粒子を用いた表面処理の有効性と持続性が明らかとなった。

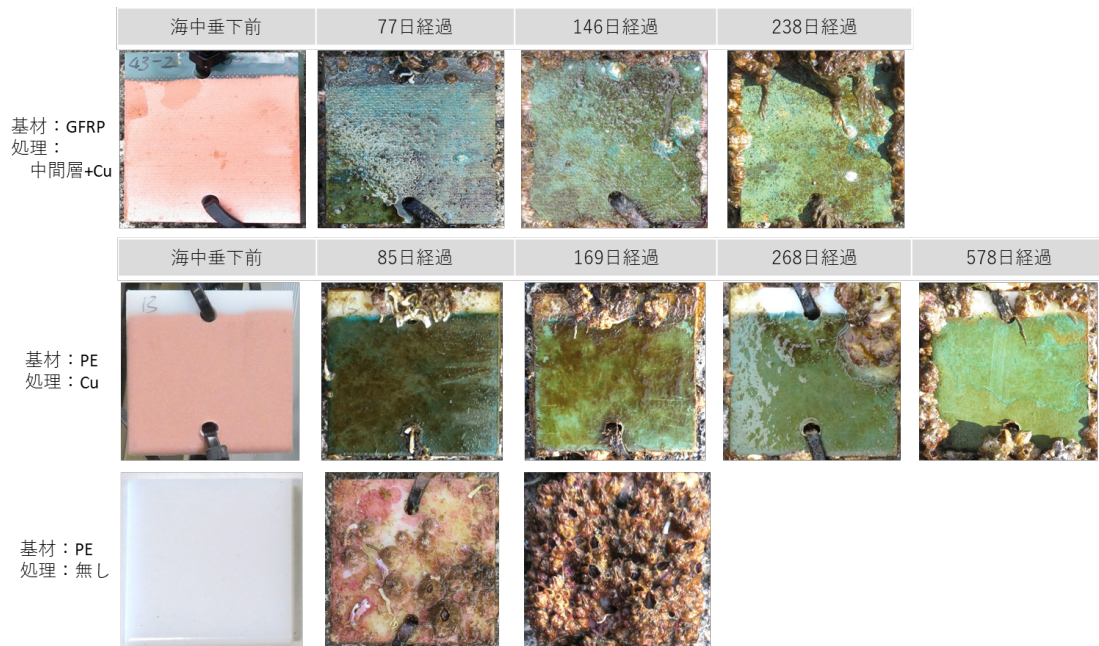
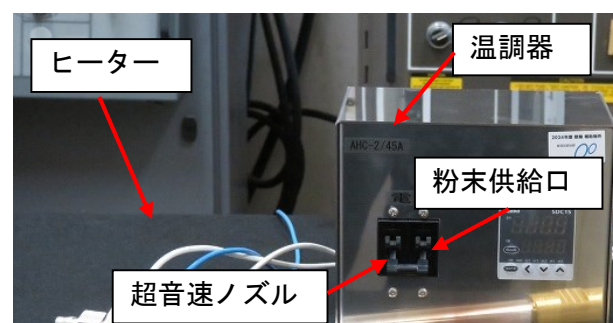


図2 海洋垂下試験結果

### 2-3 海洋生物付着防止表面処理装置(コールドスプレーシステム)の開発

図3に開発したコールドスプレーシステムの外観と主な仕様を示す。最初にコールドスプレーによる処理プロセスについて説明する。コンプレッサーから供給された圧縮空気を、ヒーターに導入し、所定の温度まで加熱した後、超音速ノズルにより加速し、粉末供給口から供給される粉末と共に円筒ノズルから噴射し、基材に粒子を超音速で衝突させることにより、粒子を積層するプロセスである。コールドスプレーシステムにおいて最も重要な部品は、作動ガスを超音速に加速する超音速ノズルであり、流体シミュレーションにより最適形状を決定した。

コールドスプレー装置で使用する粉末は、一般的にサイズが小さく粒径が $5\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ の粉末を使用するケースが多い。このような微粉末を定量供給可能な市販品は高額であり、実用化の際、処理システムの価格を大きく引き上げる要因となる。そのため、低コストで製作



ヒータ出力	5kW
ガス圧力	0.5~0.8MPa
ガス流量	500l/min
ヒータ設定温度	最大750℃
電源	200V

図3 開発装置外観および仕様

可能な粉末供給器の開発を行った。開発した粉末供給器の外観を図4に示す。粉末供給器内部に粒子径に応じて交換可能なメッシュを設置し、メッシュから落下した粉末を、コールドスプレーノズルに粉末を供給する方式。メッシュを交換することで、幅広い粒径の粉末にも対応でき、モーターの回転数をタッチパネルにより設定し、任意の供給量を設定できる。今回は粉末供給器を2台作製し、今回のように、2種類の粉末を使用する際にも都度粉末交換作業をせずに、効率的に処理を行うことができる。また、それぞれの供給器から同時に2種類の粉末を供給することも可能なため、事前に粉末を混合することなく、複合皮膜の作製ができることや、傾斜組成のコーティングへの対応も可能である。



図4 粉末供給装置外観

## 2 予想される事業実施効果

コールドスプレー法により、海洋生物付着防止処理を行う手法については、先行事例がなく新規の手法であり、付着防止効果の持続性についても実証試験により確認することができた。今回は共同研究企業が製造している船舶部品を対象に開発を行ったが、本課題については裾野が広く、研究を継続することで様々な業種のニーズに対応することが可能と考える。

また、今回開発したコールドスプレー装置は、海洋生物付着防止処理にとどまらず、新たな表面処理技術の開発に活用が可能である。スプレーガンその他、微粉末(数十 $\mu\text{m}$ )を定量供給可能な粉末供給装置も併せて開発しており、本供給器単独でも幅広い用途で活用が期待できる。

## 3 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

<https://www2.pref.iwate.jp/~kiri/info/pressrelease/pdf/R6-018.pdf>

#### 4 事業内容についての問い合わせ先

団 体 名 : 地方独立行政法人岩手県工業技術センター  
(イワテケン コウギョウギジュツセンター)

住 所 : 〒020-0857  
岩手県盛岡市北飯岡二丁目4番25号

代 表 者 : 理事長 熊谷泰寿 (リジチョウ クマガイ タイジュ)

担当部署 : 素形材プロセス技術部 (ソケイザイプロセスギジュツブ)

担当者名 : 部長 園田哲也 (ブチョウ ソノダテツヤ)

電話番号 : 019-635-1115

F A X : 0196-635-0311

E-mail : CD0002@pref.iwate.jp

U R L : <http://www2.pref.iwate.jp/~kiri/>