

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発 (フェーズ2)

ーストライプコート作業の自動化プロジェクトー

2023 年度成果報告書

概要版



2024 年 3 月

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

目次

はしがき	1
1. 背景及び目的.....	2
2. 研究開発概要及び研究開発体制	2
3. ポータブルストライプコート(SC)機器開発.....	3
3.1 ストライプコート用先端器具	3
3.2 ポータブルストライプコート機器.....	5
4. 簡易自動塗装機器開発	6
4.1 スプレー塗装作業の調査/分析	6
4.2 簡易自動塗装試設計および導入効果試算	8
5. 成果報告会の開催	10
6. まとめ	10
添付資料1 ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 研究会参加者名簿.....	11
添付資料2 ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 会議等開催状況.....	13
添付資料3 ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 参加者業務分担.....	15
参考資料1 塗装工程の自動化・デジタル化研究開発・フェーズ2 事業概要	17

はしがき

本報告書は、日本財団の助成を受けて実施した「塗装工程の自動化・デジタル化研究開発（フェーズ2）」事業の中の、「ストライプコート作業の自動化プロジェクト」-の2023年度の成果を取りまとめたものである。

1. 背景及び目的

建造設備の拡張等を背景とした中国・韓国の造船所との国際競争にさらされる中、国内で引き続き造船業を幹産業として持続的に発展させるためには、国内造船が得意とする環境対応船等の商品力向上に加え、建造設備の拡張等の規模の力を背景とする海外勢に対し、新技術活用による建造効率と建造品質の向上が不可欠である。

特に、塗装についてはその工程のほとんどが手作業で、その品質も施工者の技能に依存しているため、作業工数は極めて大きく、品質の均一性の確保も困難であり、改善余地は大きい。

2006年に採択されたIMO規則(PSPC)ではウォーターバラストタンク(WBT)など適用区画内のフリーエッジと溶接部に対し2回のストライプコート(以下SCと記す)が要求され、大型船ではSC総延べ長は数百kmにもなり、その作業時間は総塗装時間の約1割にも及んでいる。また、SC総長が長いことに加え、ロンジやトランスのフランジ裏溶接部や小穴、中穴の穴コバなど、SCの適正品質を確保するのが困難な箇所も多く存在し、SC作業者の負荷が非常に大きくなっている。

この膨大なSC作業のほとんどが刷毛による手作業にて行われているのが現状であり、SC品質確保を前提に、SC作業の負荷低減/作業時間削減を目指した自動SC機器の開発が必要となってきた。

このため、本研究開発では、SC作業の自動化を進めることで、塗装作業の省力化と塗装品質全般の向上を図ることを目的とする。

2. 研究開発概要及び研究開発体制

今年度は、一昨年度より進めている塗料自動供給機能を含むポータブルSC機器(手動)の開発を主として進めるとともに、簡易自動塗装(スプレー)機器に関する検討を行った。

(1) ポータブルSC機器開発

2022年度に実施した試作機の試験塗装の結果得られた改善点等に対する改良案の有効性について検証を行い、実用機開発に向けた改良を行った。ストライプコート用先端器具などの改良を加えた試作機による試験塗装を行い、その結果から更なる改善と実用性の向上を図った実用機を開発した。

(2) 簡易自動塗装機器開発検討

2022年度引き続きスプレー作業の作業分析を進め、作業分析により得られた知見を基に簡易自動塗装機器の適用箇所の選定、要件定義及び要求仕様の検討を行った。また、検討を行った簡易自動塗装機器に対して試設計および導入した際の効果試算も併せて行った。

なお、本研究開発は、下記、研究参加者間で共同研究契約を締結し「ストライプコート作業の自動化プロジェクト研究会」を立ち上げ、研究会において実施した。

研究会参加者

- ジャパン マリンユナイテッド株式会社(幹事)
- 今治造船株式会社
- 住友重機械マリンエンジニアリング株式会社

- 檜垣造船株式会社
- 一般財団法人日本船舶技術研究協会（事務局）

有識者

- 国立大学法人 九州大学

関係者

- 一般社団法人日本造船工業会

3. ポータブルストライプコート(SC)機器開発

前年度に開発したポータブル SC 機器について、軽量化と塗装現場での実用性を向上させるべく改修を進め、実用機を完成させた。この改良された実用機を、事業に参加する各社に配布し、現場にて試験塗装をしてもらうことで、様々な施工状況で発生する機器の課題を収集し、その対策を実施し改良型実用機を開発した。

ポータブルストライプコート(SC)機器の開発では、ストライプコート用先端器具及びストライプコート機器の開発改良を実施した。

3.1 ストライプコート用先端器具

3.1.1 圧送刷毛改修

一昨年度実施した SC 試験塗装および分析結果から、刷毛の毛束の中間部分から塗料がタレ落ちる現象が確認され、これを防ぐための流量調整や、刷毛の動かし方に腐心することで作業効率が悪くなることが判明した。今年度の先端器具開発においても、この塗料タレを防ぐ対策を行う事が主要な課題となった。

形状、材質を変更した刷毛を製作した。これらをポータブル SC 機器試作機に取付けて試行し、施工状況、作業性、SC 品質などの確認を行った。

試作した刷毛について現場にて試験塗装を行い、作業性を確認した。

毛束の中途からの塗料タレを防止するため、塗料供給管の長さを延長し、刷毛先端に偏りなく塗料を含ませることでカスレを解消することを狙って、塗料の供給口を複数設けることを考えた。延長した塗料供給管の先端を塞ぎ、管側面に開口を設けた刷毛（以下図 1 参照）を作成した。この刷毛を用いた試験塗装により、塗料のタレ防止と塗膜のカスレ改善の両立が可能か検証を行った。結果として、塗料タレ防止能力は維持されたものの、刷毛先端の塗料含みの偏りを解消することはできなかった。

圧送刷毛の塗装作業性を向上させるため改修を進めてきたが、一般的な刷毛と同等の塗装速度を獲得するには至っていない。主な要因は刷毛先端での塗料含みの偏りによる、カスレの発生である。これを解消するため、作業者は塗膜がかすれた部分について複数回の塗り重ねを余儀なくされており、塗装速度の低下を招いている。

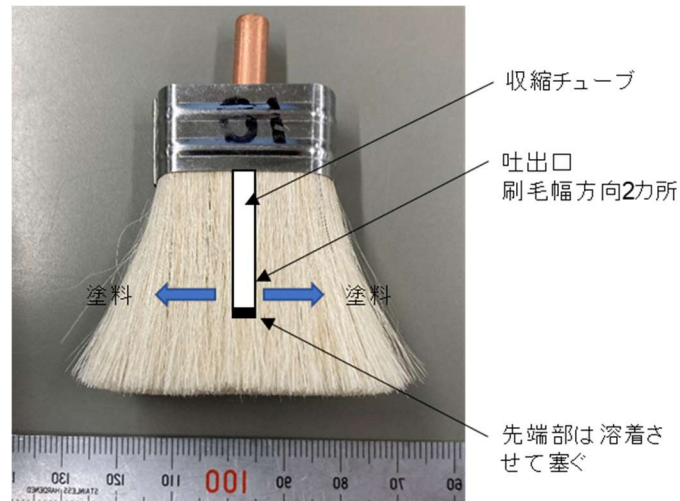


図1 改良を行い試験塗装に使用した圧送刷毛

3.1.2 圧送刷毛把持部改修

これまでポータブル SC 塗装機の試作機では、圧送刷毛を使用する際の刷毛固定および把持箇所として図2に示す形状の部品を使用していた。一方、現状のSC作業で使用している通常の筋交刷毛は図3に示す形状であり、把持部の形状や把持部から刷毛までの長さが圧送刷毛用の把持部と異なり、重さも軽い。これらの違いにより作業者からは圧送刷毛の把持部は普段使い慣れている筋交刷毛に比べて作業性の評価が低かった。



図2 圧送刷毛の把持部



図3 筋交刷毛(引用:モノタロウ)

このため、把持部の形状を従来の筋交刷毛に近づけ、さらに圧送刷毛の交換が可能な仕様の有効性を確認した上で、新たな把持部の開発を進めることとした。

いくつかの形状、材質を変更した刷毛把持部を製作し、これらをポータブル SC 機器試作機に取り付けて試行し、作業性の確認を行った。

図4に示した刷毛を現場試行した結果、図2に示した把持部と比較し軽量となり、作業者

の負担を軽減できることが確認できた。また、作業者の使用感として、従来の刷毛と把持部の形状が同一のため、扱いやすくなったとのことだった。塗料圧送式の刷毛を使い始める際の違和感を少なくすることで、習熟速度の向上に寄与することが期待できる。

このことから、交換式となっている圧送刷毛に対応可能な把持部の開発を進めることとし、図5に示すような刷毛交換可能な把持部の開発を行った。把持部はインシュロックタイを使用し圧送刷毛を固縛できる構造とし、刷毛交換機能を付加した把持部である。把持部の断面形状は筋交刷毛と同形とした。材質は樹脂製とし3Dプリンタにより作成した。現場試行により、筋交刷毛と比較し、重量、体積共にほぼ変わらず、操作性も良いことが確認できた。素材とした樹脂に耐溶剤性が不足していたことから、このまま実用化することはできないものの、素材を見直すのみで実用化できると判断された。



図4 木製グリップ固定式圧送刷毛



図5 刷毛交換可能把持部（インシュロックタイ）

3.2 ポータブルストライブコート機器

前年度は、ポータブル SC 機器の改良型試作機を開発、事業参加社に配布し、様々な施工状況で発生する課題の収集とその対策の検討を行った。試作機の試行で明らかになった課題、試行した作業者の意見は下記の通りである。

- 圧縮エアや塗料が漏れる
- 樹脂製継ぎ手が脆弱
- 機器が大きい、重い

本年度はこれらの課題の解決を目指し、ポータブル SC 機器の試作機にさらなる改良を行

い、実用機を完成させた。実用機は事業参加社に配布され、様々な施工状況で発生する課題の洗出しとその対策の検討を行った。

今年度開発したポータブル型 SC 機器実用機（図 6）は以下の点について改修を行った。圧縮エアおよび塗料の漏れは、エア抜き口を延長し途中で 90°曲げた構造に変更した。変更後の構造は図 7 参照。

また、樹脂製継ぎ手の脆弱性は継ぎ手の金属化により対応した。試作機では樹脂製クロスユニオンによりエアタンクおよび塗料タンクを接続していたが、アルミ合金製のマニホールに変更した。樹脂製部品の金属化は機器一式の重量を増大させる要因となるが、本変更では 50 g 程度の増加に収まり、作業性は悪化しなかった。

塗料供給管を延長した刷毛の効果により、塗料の吐出圧を従来の 0.2MPa から 0.1MPa に低減できることが確認できたため、塗料タンク内のすべての塗料を吐出する為に必要な圧縮エアの容積を減らすことができるようになった。このことから、圧縮エアタンクを 2 本から 1 本に減らし、ポータブル SC 機器一式の小型軽量化を実現した。



図 6 実用機（圧送装置）

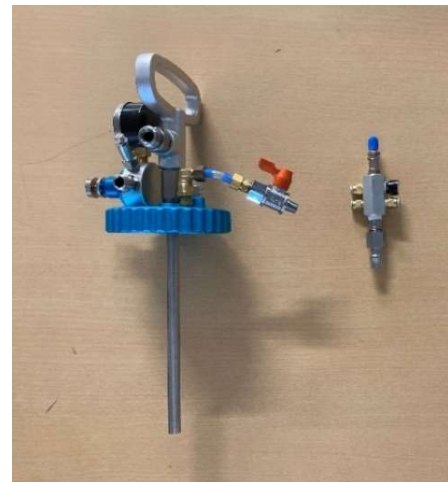


図 7 実用機変更部位

実用機の開発により、ポータブル SC 機器における塗料の充填および圧送機能を担保する機器については、必要な性能を得ることができた。今後の実船適用で新たな課題が出てくることが予想されるため、都度メーカーと協議を行い、改修を続けることが必要となる。

4. 簡易自動塗装機器開発

一般的なスプレー作業について、前年度に作業観測、今年度に作業分析を行った。作業分析結果から得られた知見をもとに、簡易自動塗装機器の要件定義、要求仕様の検討を行った。要求仕様を作成後、簡易自動塗装機の試設計および導入した際の効果試算を行った。

4.1 スプレー塗装作業の調査/分析

造船塗装の多くを占めるスプレー塗装作業について、簡易自動塗装機器の機能に対する開発ターゲットの要件抽出を行うことを目的に、大型船、小型船の代表ブロックにて作業計測を実

施し、作業分析を行った。

18万 DWT Bulk Carrier(181BC) の3ブロック (二重底(DB)、船側下部、船側上部)、14千 DWT 貨物船(14k 貨物船)の1ブロックについてスプレー塗装作業計測を実施し、すべてのブロックの作業分析を終えた。

計測作業は図8に示すように作業者のヘルメットの前面に小型カメラ (GoPro 社製) を装着し、スプレー作業の状況を作業者の視線で撮影した。



図8 ヘルメットに装着された小型カメラ

作業分析の結果、ロンジ塗装に掛かる作業時間の割合が最も大きいことが判明し、簡易自動塗装機の塗装対象をロンジとした。(図9 参照)

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発

ストライプコート(SC)PJ(2023年度成果報告)

表2 分析結果

No.	作業	作業時間割合 (%)			
		上位0-25%	上位25-50%	上位50-75%	上位75-100%
1	ボトム・ロンジ (垂直部)			6.7	10.0
3	ボトム・ロンジ (フランジ・裏)			14.3	
4	サイドシェル・ロンジ (垂直部)	5.2	9.4		7.2
6	サイドシェル・ロンジ (フランジ・裏)	5.7	7.9		
10	トップサイドタンク・ロンジ (垂直部)	8.4			
12	トップサイドタンク・ロンジ (フランジ・裏)	11.0			
30	ボトムプレート			10.9	20.2
31	サイドガードプレート			12.8	18.5
32	サイドシェルプレート	6.5	6.3		0.4
33	トランスバースプレート	7.0	18.3	19.0	3.1
34	タンクサイドプレート	11.2	4.8		
106	足場上の移動 (水平)	9.7	0.6	5.7	0.6
110	塗装場所を隔す移動	5.4	10.4	13.6	0.9

表3 分析結果(集計)

作業 (塗装部材) / 移動	件数割合	時間割合
プレート合計	25.40%	24.70%
ロンジ合計	39.80%	38.10%
その他構造材合計	14.40%	11.70%
間接作業 (移動等)	20.40%	25.50%

ロンジ塗装に掛かる作業時間の割合が最も大きいことが判明
簡易自動塗装機の塗装対象をロンジとした。

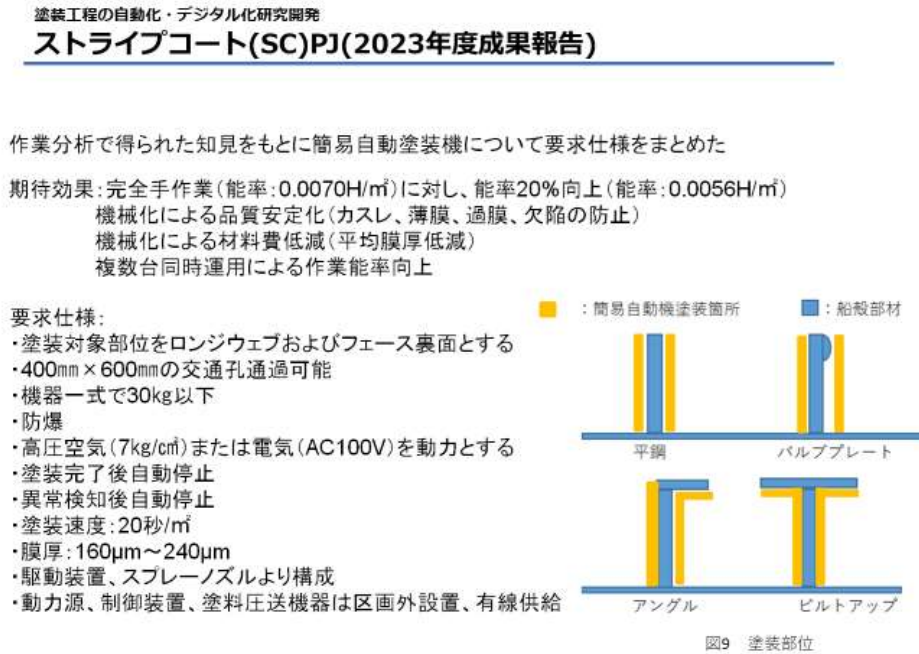
10

図9 作業分析結果

4.2 簡易自動塗装試設計および導入効果試算

4.2.1 機器仕様検討

簡易自動 SC 機器の仕様検討は、要件定義、仕様検討の順で行った。結果を図 10 に示す。



11

図 10 簡易自動塗装機 要求仕様

4.2.2 試設計結果

上記要求仕様を満たす簡易自動塗装機の試設計を実施した。結果を図 11 に示す。



12

図 11 簡易自動塗装機 試設計案

4.2.3 効果試算

実際のブロック塗装を想定し、導入効果を以下の様に試算した。

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発

ストライプコート(SC)PJ(2023年度成果報告)

導入効果検証1

実際のブロック塗装を想定し、導入効果を試算

・算出条件

JMU有明建造のBCの2重底ブロック内塗装を対象とし、手作業と簡易自動機の作業時間を算出、比較する。

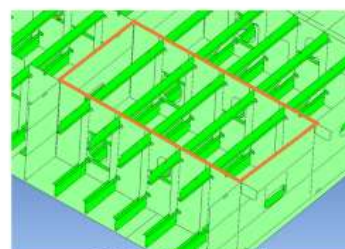
壁に囲まれた部分を1マス(図11橙色線内)とし、ブロックに14マスあるものとする。ブロック端部は本機適用不可により除外。1マス当たりの床付ロンジは5本、計70本のロンジを塗装する際に掛かる時間を算出する。ロンジ1本あたりの長さは3m(フレームスペース=3m)とする。段取り替え時間はマス内で1分、隣接マスへの移動を含む場合は3分とする。

・手作業の場合

1回のスプレー塗装に掛かる時間は11時間(スプレーヤー実績)九州大学の現場計測結果によると、2重底でロンジウェブおよびフェース裏面の塗装に掛かる作業時間割合は21%。床面部分に限ると半分の10.5%であるため、手作業のロンジ塗装時間は**1.16時間**。



2重底ブロック外観



2重底ブロック内観

13

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発

ストライプコート(SC)PJ(2023年度成果報告)

導入効果検証2

・作業員1名、簡易自動塗装機1台の場合

塗装時間=3(m)÷0.24(m/sec.)×70(本)=875(sec.)
段取り時間=56(本)×60(sec.)+14(本)×180(sec.)=5880(sec.)
合計 6755(sec.)=**1.88(H)**

・作業員1名、簡易自動塗装機2台の場合

ロンジを1本塗装する際の所要時間は12.5秒であり、段取り時間より塗装時間の方が短く、簡易自動塗装機稼働中の手待ちは無く、段取り時間のみ算出
段取り時間=42(本)×60(sec.)+28(本)×180(sec.)
=7560(sec.)=**2.10(H)**

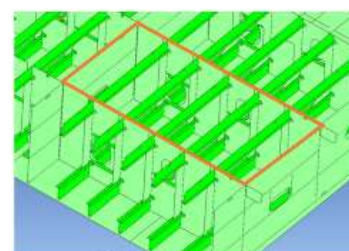
手作業のロンジ塗装時間は**1.16(H)**。

・結論

簡易自動塗装機と手作業では**0.72(H)**ほど、手作業の方が速く、簡易自動機によって塗装作業の省力化を行う事はできない。一方で、自動化による高品質化(品質安定化、材料費低減)により実際の差は減少する。



2重底ブロック外観



2重底ブロック内観

14

図 12 簡易自動塗装機導入効果の試算

導入効果の試算の結果、手作業の作業時間は簡易自動機に比べ 0.72 時間短く、簡易自動機の適用で塗装作業の時数削減・省力化は実現困難との結果となった。ロンジの塗装に特化した機器のため、塗装時間は手作業の 21%程度と短い、ロンジの両端に金物を取付け、ロープを展張する必要があるなど、段取りに時間を要するため、手作業の塗装作業時間より短

くなることは無いとの結果となる。

手作業と同程度の作業時間とするためには、塗装作業時間は維持し、段取り時間を半減させる必要がある。ただし、上記試算には塗膜厚の均一化による塗料削減効果や、手直し作業削減効果を含んでいないため、実際の差は小さくなるが見込まれる。

5. 成果報告会の開催

「ストライプコート作業の自動化に関する研究開発」も 2021 年度のフェーズ 1 事業、2022 年度から 2023 年度のフェーズ 2 事業と計 3 ヶ年の研究開発を実施してきた。3 ヶ年の研究開発の成果として塗料の圧送機構をもつポータブル SC 機器を開発することが出来た。本成果を広報するため成果報告会を以下の様に開催し、41 名の参加があった。

1. 開催日時 2024 年 3 月 12 日（火） 13:00～16:30（開場 13:00）
2. 開催場所 赤坂インターシティコンファレンス（AICC） 4F 401
（東京都港区赤坂 1-8-1 赤坂インターシティ AIR）

3. 展示概要 塗料圧送機構を有するポータブル SC 機器

現状のストライプコート作業に代わる、塗料圧送機構を有する小型軽量のストライプコート装置を開発した。

この自動塗料圧送機器の活用により、ストライプコート作業の省力化とストライプコートの適正品質を達成することができる。

報告会では、開発したポータブル SC 機器を展示し、実船に試験適用した動画を用いて紹介した。



6. まとめ

本年度までの活動により、ポータブル SC 機器開発においては、先端器具開発の圧送ローラの実用化について課題を残すものの、圧送機器については実用化に近づけることができた。また、スプレー塗装作業の自動化の検討においては、現時点では防爆機能を備えた簡易自動塗装機器を製作することは、重量が嵩むことや効率性の観点から実現性が低いことを確認した。また、開発したポータブル SC 機器を広報するための成果報告会を開催した。

以上

添付資料 1

ストライプコート作業の自動化に関する研究開発

研究参加者名簿

2023年度「ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 研究参加者名簿

	氏名	所属
研究参加者 (幹事) ～2023.9.30	塩田 悟	ジャパン マリンユナイテッド株式会社 商船・海洋・エンジニアリング事業本部 生産センター 技監
研究参加者 (幹事) 2023.10.1～	矢嶋 宏行	ジャパン マリンユナイテッド株式会社 有明事業所 製造部 塗装グループ グループ長
研究参加者	眞屋 潔司	今治造船株式会社 品質管理グループ 主幹
研究参加者	堀内 亮	住友重機械マリンエンジニアリング株式会社 製造本部 工作部 塗装グループ 技師
研究参加者	大成 勇二	檜垣造船株式会社 工務部 次長
有識者	篠田 岳思	国立大学法人 九州大学 大学院 工学研究院 海洋システム工学部門 教授
関係者	志水 栄一	一般社団法人 日本造船工業会 技術・労務部 部長
事務局	平原 祐	一般財団法人日本船舶技術研究協会 参与
事務局 2023.11.1～	塩田 悟	一般財団法人日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 主任研究員
事務局	高田 篤志	一般財団法人日本船舶技術研究協会 研究開発グループ プロジェクトリーダー

添付資料 2

ストライプコート作業の自動化に関する研究開発
会議等開催状況

ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 会議等開催状況

運営会議

第1回運営会議 2023年5月23日

日本船舶技術研究協会会議室及びオンラインのハイブリッド開催
・2023年度実施研究計画について

第2回運営会議 2024年2月22日

日本船舶技術研究協会会議室及びオンラインのハイブリッド開催
・ストライプコート作業の自動化プロジェクトとりまめについて

タスクフォースミーティング

第1回タスクフォースミーティング 2023年9月12日

日本造船工業会会議室及びオンライン開催のハイブリッド開催
・研究開発の進捗について

第2回タスクフォースミーティング 2023年12月4日

ジャパンマリンユナイテッド横浜本社及びオンライン開催
・研究開発の進捗について

添付資料 3

ストライプコート作業の自動化に関する研究開発

参加各社業務分担

ストライプコート作業の自動化に関する研究開発 研究参加者 業務分担表

	業務分担				
	JMU	今治	SHIME	檜垣	船技協
①,④ポータブルSC機器開発					
①-1: 試作機製作	○				
①-2: 試作機試行および改良点抽出	○	○	○	○	
④-1: 実用機仕様検討	○	○	○	○	○
④-2: 実用機の製作	○				
④-3: 実用機の現場検証	○	○	○	○	
④-4: 実用機の現場検証の評価、実用機の完成	○	○	○	○	○
②簡易自動SC機器開発→2022年度で開発中止					
②-1: 要件定義	○	○	○	○	○
②-2: 仕様検討	○	○	○	○	○
②-3: 開発メーカー選定	○	○	○	○	○
②-4: 簡易自動SC機器の開発可能性の評価	○				
③,⑤簡易自動塗装機器検討					
③-1: 作業計測	○				
③-2: 作業分析	○				
③-3: 適用箇所検討	○	○	○	○	○
③-4: 簡易自動塗装機器の開発可能性の評価	○	○	○	○	○
⑤-1: 要件定義	○	○	○	○	○
⑤-2: 塗装機仕様検討	○	○	○	○	○
⑤-3: 技術的課題の抽出	○	○	○	○	○
⑤-4: 導入効果検証	○	○	○	○	○

参考資料 1

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発・フェーズ 2

事業概要

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発・フェーズ2

□ 背景・目的

- 設備拡張等を背景とした中韓造船所との国際競争にさらされる中、国内造船所が引き続き持続的に発展するためには、得意とする環境対応船等の商品力向上に加え、設備規模ある海外勢に対し新技術活用による建造効率と建造品質の向上が不可欠。
- 特に塗装は、工程の殆どが手作業で、品質も施工者の技能に依存し、作業工数は大きく、品質の均一性の確保も困難であり、改善余地は大きい（作業工数は極めて大きく（全体の約2割を占める））。
- このため、自動化・デジタル化技術を応用して塗装工程の効率と塗装品質の向上を図るデジタル計測機器・自動塗装機を開発し、塗装工程の効率と塗装品質の向上を図り、以て船舶産業の発展の寄与する。

□ 事業概要

- 実施期間：2022年度～2023年度（2年間）
- 実施内容
 - ① 塗装前処理検査のデジタル化
 - ・ プラストグレードについて、マルチスペクトルカメラによる塗装前処理状態の定量計測技術を用いた実用デジタル機器を開発。
 - ② 塗装作業・検査の自動化・デジタル化
 - ・ ストライプコートについて、ストライプコート用先端器具を搭載したポータブル自動塗装機器を開発。
 - ・ 塗装膜厚について、ハイパースペクトルカメラ技術を用いた塗膜厚計測機器を開発。現場作業の効率化に必要なデータ管理システム技術を組み合わせた作業検査工数削減と品質向上可能な実用化機器を開発。
- 予算：1億4,701万円（80%助成）
2022年度7,046万円、2023年度7,655万円



手作業による刷毛塗り（左）と塗膜厚の計測（右）



作業後の塗装状態(左)と塗装不良による錆(右)

- **事業内容**
- ① 塗装前処理検査のデジタル化：プラストグレードの定量測定機器
 - ・ 塗装前処理状態計測技術の精度向上（光学デジタル計測原理の改良等）
 - ・ プラストグレードの定量測定機器のプロトタイプ機の製作・実用機の開発（マルチスペクトルカメラ、実用化課題）
 - ② 塗装作業・検査の自動化・デジタル化：ストライプコート自動塗装機器
 - ・ ストライプコート自動塗装機器のプロトタイプ機の製作・実用機の開発（溶接部、突起部等の実用化課題）
 - ③ 塗装作業・検査の自動化・デジタル化：塗膜厚測定自動化機器
 - ・ 塗膜厚測定自動化機器のプロトタイプ機の製作・実用期の開発（ハイパースペクトルカメラ、実用化課題）
 - ・ 塗膜厚計測データ管理システムの開発

2022年度				2023年度			
1/4半期	2/4半期	3/4半期	4/4半期	1/4半期	2/4半期	3/4半期	4/4半期
① 塗装前処理検査のデジタル化：プラストグレードの定量測定機器開発							
塗装前処理計測技術の精度向上							
プロトタイプ機の開発				実用機の開発			
② 塗装作業・検査の自動化・デジタル化：ストライプコート							
プロトタイプ機の製作				実用機の開発			
③ 自動塗装機器塗装作業・検査の自動化・デジタル化：塗膜厚測定自動化機器							
プロトタイプ機の開発				実用機の開発			
		塗膜厚計測データ管理システムの開発					

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発・フェーズ2
(別添2) 事業概要



➤ ①プラストグレードの定量測定機器

- 2021年度に検証したマルチスペクトルカメラによる塗装前処理状態の定量計測技術を用いた実用デジタル機器の開発を実施。

蛍光X線分析の予備塗装除去率とマルチスペクトル分析輝度の相関

➤ ②ストライプコート自動塗装機器

- 2021年度に検証したストライプコート用先端器具を搭載したポータブル機器の開発を実施。

エッジ部の塗装の問題とストライプコートの現場

➤ ③塗膜厚測定自動化機器

- 2021年度に検証したハイパースペクトルカメラによる塗膜厚計測機器とデータ管理システムの開発を実施。

ハイパースペクトルカメラによる面計測と膜厚分析イメージ

①塗装前処理 (プラスト処理) ②スプレーコート ③ストライプコート ④膜厚検査

塗装工場での工程

①光学 ②マルチスペクトル ③ハイパースペクトル
光学カメラと多波長分光カメラの違い

➤ プロジェクト参加者

- 今治造船、川崎重工業、 ジャパン マリンユナイテッド、住友重機械マリンエンジニアリング、新来島どっく、常石造船、内海造船、檜垣造船 (研究参加者)、九州大学 (関係者)

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発・フェーズ2
(別添2) 事業概要 (22年度の進捗状況)



➤ 全般

- 研究参加者で構成するプロジェクト運営会議を開催 (6/23第1回)。
- ①デジタル計測機器の開発：プラストグレード定量測定機器
 - 分光分析によるプラストグレード識別手法、プロトタイプ機を検討。
- ②塗装作業の自動化：ストライプコート自動化機器開発
 - ポータブル試作機制作、現場試行結果を受けた試作機の改良を検討。
- ③デジタル計測機器の開発：塗膜厚測定自動化機器
 - SI塗料 (目視確認できる機能性塗料) 以外の塗料への適用性・膜厚推定手法、プロトタイプ機を検討。

蛍光X線分析の予備塗装除去率 (左) とマルチスペクトル分析輝度 (右) の相関 (輝度で相関)

プラストグレードの定量測定機器 (マルチスペクトルカメラ定量計測)

試作機製作 (現場試行)

試作機の改良 (剛毛先アタッチメント)

ストライプコート自動化機器 (現場用ポータブル機器)

塗膜厚測定自動化機器 (ハイパースペクトルカメラ定量計測)

非SI塗料の膜厚計測
異なる膜厚の試験片による反射輝度と波長変化の関係

➤ プロジェクト参加者

- 今治造船、川崎重工業、 ジャパン マリンユナイテッド、住友重機械マリンエンジニアリング、新来島どっく、常石造船、内海造船、檜垣造船 (研究参加者)、九州大学 (関係者)



この報告書は、日本財団の助成金を受けて作成しました。

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発（フェーズ2）
ー ストライプコート作業の自動化プロジェクト ー

2023 年度成果報告書
概要版

2024 年（令和 6 年）3 月発行

発行 一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 2 丁目 10 番 9 号 ラウンドクロス赤坂

TEL 03-5575-6428

FAX 03-5114-8941

URL <https://www.jstra.jp/> E-mail info@jstra.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。