

Supported by  日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発

2021 年度成果報告書 概要版



2022 年 3 月

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

目 次

1.	研究概要	1
1.1	事業目的	1
1.2	開発目標と期待される効果	1
1.3	事業内容	1
2.	ブラストグレードの定量測定機器開発に関する調査研究	3
2.1	調査研究の目的	3
2.2	調査研究の概要	3
2.3	調査研究のまとめ	4
3.	塗膜厚測定自動化機器開発に関する調査研究	6
3.1	調査研究の目的	6
3.2	調査研究の概要	6
3.3	調査研究のまとめ	7
4.	ストライプコート自動化機器開発に関する調査研究	9
4.1	調査研究の目的	9
4.2	調査研究の概要	9
4.3	調査研究のまとめ	9
	添付資料 1 「塗装工程の自動化・デジタル化研究開発運営委員会」委員名簿	11
	添付資料 2 塗装工程の自動化・デジタル化研究開発 事業概要（ポンチ絵）	13

1.1 研究概要

1.1 事業目的

我が国造船所は中韓に比べ人件費が高額で、競争力確保の上では作業工数を減らすことが重要となるが、船舶の塗装は面積が広い上に、形状が複雑であることから、手作業で行っているため、工数を費やしている。

一方、塗装の劣化は船体強度の低下の原因となることから、条約により塗装工程の各段階で塗装面の状態や塗膜厚等の検査が義務付けられているが、判断基準が曖昧なため、検査員による判断のバラツキや膨大な量の測定点の要求等により造船所は負担を強いられ、その検査結果も船舶の状態管理に活用されておらず適切に管理されていない。

このような状況の下、本事業では、塗装工程の自動化・デジタル化を行うことにより、特に品質が求められている PSPC 区画の塗装工程における課題のうち塗装前処理状態の定量測定機器、面的な塗膜厚計測機器及び手作業で行われているストライプコート作業の自動化機器の開発を行い、工数を削減するだけでなく、塗装品質の向上、適切な保守管理を実現し、国際競争力の強化に資することを目的とする。

1.2 開発目標と期待される効果

1.2.1 本事業の達成目標

(1) デジタル計測機器の開発

①塗装前処理状態や塗膜厚を公平かつ一定に計測可能とするための光学的デジタル計測技術、②ドローン等を活用し計測困難な場所でも計測可能とする自動化技術を開発するための要素技術の検証を実施し、本技術の効果を定量的に評価し、技術開発に向けた仕様や計画を提示する。

(2) 塗装作業の自動化及び塗料性能の向上

溶接部、突起部等の 1000 km/船におよぶ手塗り作業を自動化する技術や、使用状況による劣化等環境条件の影響を受ける塗料の性能向上に関する技術を開発するための要素技術の検証を実施し、本技術の効果を定量的に評価し、技術開発に向けた仕様や計画を提示する。

1.2.2 期待される効果

デジタル計測機器や塗装作業の自動化により、造船所の作業工程の最大約 2 割を占めると言われる塗装工程の工数を大幅に削減することが期待できる。また、作業時及び就航後の塗装の品質・精度管理の向上も期待できるため、船舶を通じた海事産業界全体での国際競争力の向上が期待できる。

1.3 事業内容

本年度は、塗装工程における自動化・デジタル化を実現する前述の機器の開発に必要となる、要素

技術の検証を行うべく以下を実施した。

(1) デジタル計測機器の開発

(ア) 塗装前処理計測機器（第2章）

目視により行っている塗装前処理の状態確認を反射する光から判定する技術（明るさ）として、マルチスペクトル技術を活用することとして、その精度の検証を実施した。前処理状態の把握に関しては、ラボベースで蛍光 X 線分析を行い表面に残留するショッププライマ（保護塗料）の定量化を図り、その残存量に対してマルチスペクトルカメラで画像を撮影し光学的な測定が可能であるかの検証を行った。その結果定量化が可能であることが判り、次年度以降のプロトタイプの開発にめどをつけることができた。

(イ) 塗膜厚測定機器（第3章）

手作業で行っている塗膜厚の測定に関し、膜厚の光学的識別方法（色合い／鮮やかさ）として、ハイパースペクトル技術を活用できることが判り、測定可能膜厚やその精度についての検証を実施した。当初は SI 塗料を改良し、基準膜厚以上の膜厚を光学的に測定することを目指していたが、ハイパースペクトルカメラを用いると現状の塗料でも高膜厚の領域まで測定できる可能性があることが判明した。このため現状の機器・塗料での測定可能範囲やその精度についての基本情報を検証し、次年度以降のプロトタイプの開発にめどをつけることができた。

(2) 塗装作業の自動化及び塗料性能の向上（第4章）

手作業で行われてるストライプコート作業の工数低減のため、効率化を行う対象作業の分析を行い、これをもとに省力化を図る作業を特定した。溶接部、突起部等の手塗り部分の自動化に必要な、尖った部分に必要な厚さの塗料を効率的に塗る基礎技術を研究し、塗装器具（先端部）、塗装対象の形状に対応した自動塗装ロボット等、必要な各要素技術の検討を行い、次年度以降のプロトタイプの開発にめどをつけることができた。

2. ブラストグレードの定量測定機器開発に関する調査研究

2.1 調査研究の目的

船体ブロックの塗装前鋼材表面状態については、IMO 塗装性能基準に下地処理後の清浄度や表面粗度の要件が示されているが、目視にて判定している項目があるため、そのような項目については造船所検査員や船主監督の判断基準に差異が生じ、船主監督と造船所との見解が異なることが多くある。

塗装前鋼材表面状態における確認対象項目としては、ショッププライマや錆、溶接ヒュームやダスト、塩分、油分などが挙げられ、ショッププライマについては造船所毎に異なる色彩のプライマを基準に設定している。例えば、本来塗装前に残存していても良いショッププライマ健全部分への過剰なブラスト施工など、必要以上のブラスト施工による下地処理については、造船所が要する作業負荷と塗装品質向上メリットの相関が定量的に把握されていない面もあり、品質過剰と思われる船主監督からの追加ブラスト施工要求により造船所は負担を強いられ、工程および建造コスト悪化の要因となる場合がある。

そこで本調査研究では、次年度以降に実施予定の、造船塗装現場で下地処理後の塗装前鋼材表面状態を簡易的に定量計測することが可能な自動化・デジタル化機器の開発に必要な要素技術の有効性を検証することを目的とする。

2.2 調査研究の概要

従来目視判定など、定性評価されている下地処理後の清浄度について、造船所の塗装現場で簡易的に定量評価が可能な計測機器の開発を行うことを目的とし、そのような計測機器の開発のための基本要素として必要と考えられる以下のような定量計測および定量評価技術に関する調査研究を実施する。

2.2.1 塗装前鋼材表面状態の定量計測（ラボベースを想定）

ブラストなどの下地処理後の塗装前鋼材表面状態については、様々な色彩のショッププライマや溶接ヒューム、錆、ダスト、油分などが鋼材表面に一定量付着した状態が想定されるが、これらの清浄度合いについて、実際の塗装現場で問題となっている対象物を優先的に選定し、選定した対象物を定量計測する手法について調査研究を行う。

具体的には、各種の状態の試験片に対し、分析機器（蛍光 X 線分析装置等を想定）を用いて簡便に定量評価が可能な手法について構築し、その手法の最適化についても検討を行う。

本調査研究にて上記手法を構築することにより、対象項目についての定量計測がラボベースで可能となることを立証することを目指す。

2.2.2 画像解析等による定量評価技術

塗装前鋼材表面状態について、現場において簡易的に定量計測が可能な可搬型の機器を開発するために、試験片を、最新の画像解析等の手法を用いて定量的に評価し、関係性について調査研究を行うことが必要となる。

そのため、ラボベースでの試験片を、最新の画像解析等の手法を用いて、精度よく測定する手法について検討を行う。具体的には、ラボベースで蛍光 X 線分析により試験片に対して、マルチスペクトルカメラ等の最新の光学計測技術を適用し関係性を把握し、数理解析手法を適用することにより、可搬型の機器においても測定および評価できる手法の検討を行う。

本調査研究により上記手法を構築することにより、ラボベースでの試験片分析を可搬型の機器においても定量評価が可能となることを立証することを目指す。

2.3 調査研究のまとめ

2.3.1 塗装前鋼材表面状態の定量計測（ラボベースを想定）

フィジビリティスタディとして実際の塗装現場で特に問題となっている、PSPC 区画におけるショッププライマのスイープブラスト処理グレードを対象とした。プライマをスイープブラスト処理した、プライマ除去グレードが異なる数種類のサンプル材を作成し、蛍光 X 線分析装置（図 2.1）を用いて 2 色（グレー、グリーン）のプライマについて付着量の定量計測を実施した。



図 2.1 分析装置と測定台に固定したサンプル材の様子

2.3.2 画像解析等による定量評価技術

蛍光 X 線分析を実施した試験片（グレー）を対象として、マルチスペクトルカメラ（図 2.2）を用いて、ブラストグレード（プライマ除去率）の識別性について検討した。また、マルチスペクトルカメラでは機器のサイズが大きく実際の塗装現場で使用することが難しいことから、最新の光学技術を用いて、ブラストグレードとの関係性を調査した。さらに、実際の塗装作業の現場における使用を想定した可搬型のあるブラストグレードの識別性を調査した。



図 2.2 マルチスペクトルカメラによる計測の構成

3. 塗膜厚測定自動化機器開発に関する調査研究

3.1 調査研究の目的

バラストタンク内塗装では PSPC (IMO 塗装性能基準) に基づく規定膜厚の確保や検査等が求められている。その対応のため、船一隻あたり数十万箇所にあふ膜厚計測 (電磁式膜厚計を用いた計測) が行われており計測のための工数が多い。また、点計測を行っているため、面的かつ網羅的な計測が行えない。膜厚不足を予防するため、基準値に対して余裕を持ち過ぎた過膜厚が発生した中で、計測作業効率が求められている。

本研究では、こうした現状に対して計測作業に起因する課題を昨今のデジタル技術、計測技術を活用し、塗膜厚計測作業の効率化に向けて、塗膜厚測定自動化機器開発に関する調査研究を実施することを目的とする。

3.2 調査研究の概要

PSPC 区画では、基準値 320μ に対して半分の 160μ を二回塗ることとされている。二回塗布後の社内検査において不足膜厚部がないか、電磁膜厚計の点計測確認を行っているが、面計測が行えれば大幅な効率化が期待できる。仮に面計測で絶対値が計測できない場合でも、相対的に薄い部分が把握できればその周辺を綿密に計測すればよい。このためハイパースペクトルカメラでどの程度の膜厚範囲をどの程度の精度で計測できるのかを検証することとする。又、社内検査では膜厚だけでなく、ピンホール、タレ、ゆず肌等の塗膜欠陥がないかを同時に確認している。機器による面計測時、併せて確認できることで効率化が図れるため、最新の画像処理技術を活用した欠陥の検出技術についても検討を行うこととする。現在塗装作業終了後に点計測を行い、欠陥部分を補修しているが、実際の薄膜厚分布は作業員 (スプレーマン) では計測時把握することができない。このため作業員は不足膜厚部がないよう、あらかじめ基準値の 320μ に対して厚めの $500\text{--}700\mu$ 程度に過剰塗布する傾向にあり、作業結果が可視化できると事により、品質の向上とともに使用塗料の削減が期待できることになる。本研究では以上の観点から造船所の塗装現場において必要とされる塗膜厚計測器を開発することとする。

3.2.1 ハイパースペクトルカメラによる計測

本研究でまず検証する項目は以下の3つである。

- ① PSPC (IMO 塗装性能基準) の塗膜検査で通常測定している塗膜厚の範囲をどの程度カバーできるかを検証する。
- ② 過剰膜厚とされる $1000\mu\text{m}$ 以上の膜厚範囲での計測可能性を検討する。
- ③ 下地処理 (鏡面、ブラスト面)、下地塗装 (ショッププライマの有無)、多層塗り等により、計測データに影響が出るかを検証する。

上記の各項目を検証するため、主として①と②の検討用の試験片の仕様を定めた。試験片を2分割し、それぞれの領域に異なる膜厚で塗膜を形成する (図 3.1)。塗布はスプレー塗装機またはアプリケーションで行う。膜厚は10通り ($100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500, 2000\mu\text{m}$) とする。 $100\mu\text{m}$ と $200\mu\text{m}$, $300\mu\text{m}$ と $400\mu\text{m}$, $500\mu\text{m}$ と $600\mu\text{m}$, $800\mu\text{m}$ と $1000\mu\text{m}$, $1500\mu\text{m}$ と $2000\mu\text{m}$ の組合せで

計 5 枚を作成する。試験片の幅は $w = 80 \text{ mm}$ 程度、高さは $h = 150 \text{ mm}$ 程度とする。また、試験片の基板にはブラスト処理やショッププライマ塗装は施さない。

作成した試験片を対象に、ハイパースペクトルカメラによる計測を行った。

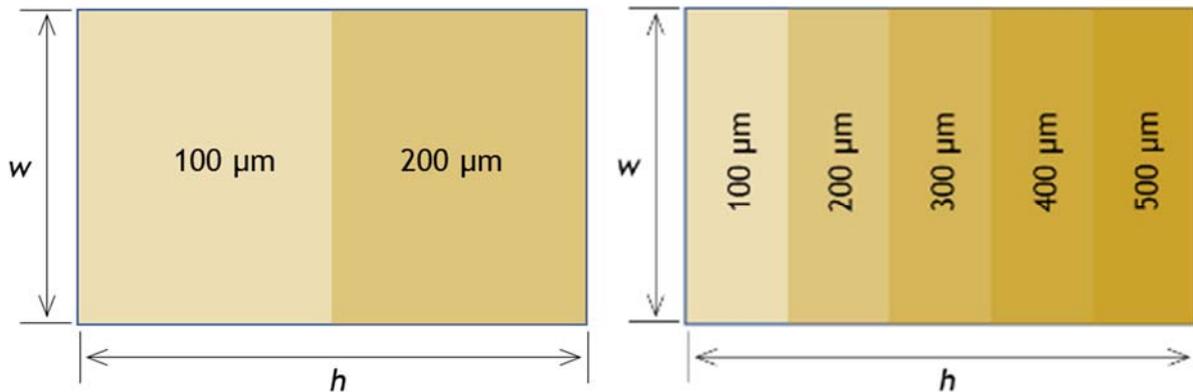


図 3.1 膜厚の試験片

3.2.2 塗装表面欠陥の自動検出法に関する検討

画像による表面欠陥等の検出技術に関する事例調査を行った。

欠陥が検出された場合には、その欠陥はバラストタンク内の「どの区画」の「どの壁面」の「どの位置」にあったのか、検査者による計測結果情報をスプレーマンに伝える必要がある。そのため、欠陥検出結果を整理するシステムなども必要であろう。例えば、バラストタンクの 3 次元 CAD モデル上に、膜厚分布の計測値や欠陥検出位置の情報をマッピングできるシステム等があれば良い。塗装検査自動化の実装に向けては、以上の様な造船塗装特有の課題を低コストで解決できる方法が求められる。

3.3 調査研究のまとめ

本研究では、塗膜厚計測作業の効率化に向けて、塗膜厚測定自動化機器開発に関する調査研究を実施した。以下に本研究のまとめを述べる。

- (1) 図 3.2・図 3.3 に示すハイパースペクトルカメラを用いた計測により、従来の SI 塗料を用いて肉眼では識別できない $500 \mu\text{m}$ 以上の膜厚についても塗料の改良無しで判別が可能であることが示された。メーカー 2 社それぞれが作成した試験片の計測結果から、メーカーごとに膜厚判別の精度に差が生じることがわかった。
- (2) ハイパースペクトルカメラ等での反射光強度の計測結果から膜厚値を算出するための特徴量を定義し、膜厚推定アルゴリズムを構築した。また、現場ブロックの狭隘箇所での計測時、均一な明るさで対象領域を照らす照明方法の工夫が必要であることがわかった。
- (3) ハイパースペクトルカメラ撮影に代替する手段として、安価な可視光カメラを用いた膜厚計測法について簡易的な検討を実施した。バンドパスフィルタを用いて特定波長帯の反射光のみを撮影する方法で、ある程度の厚さまでは膜厚判別の可能性が示唆された。
- (4) 塗膜表面欠陥の自動検出法について事例調査を行った。また、造船特有の課題について整理した。

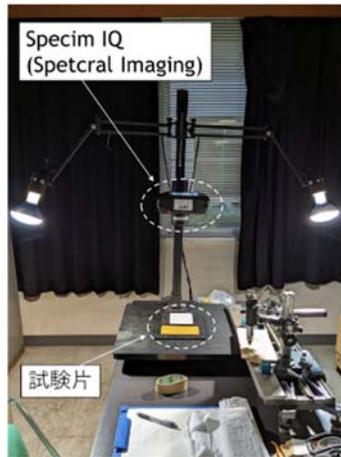


図 3.2 ポータブルハイパースペクトルカメラ計測の様子

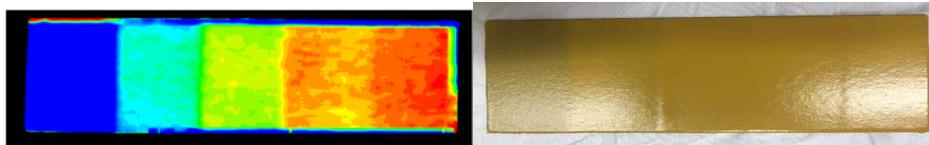


図 3.3 ハイパースペクトルカメラによる面計測と膜厚分析イメージ

4. ストライプコート自動化機器開発に関する調査研究

4.1 調査研究の目的

2006年に採択されたIMO規則(PSPC)では、適用区画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が要求され、大型船ではその総延べ長は数百kmにもなり、ストライプコート工数は総塗装工数の約1割にも及んでいる。

また、ストライプコート総長が長いことに加え、ロンジやトランスのフェイス裏溶接部や小穴、中穴の穴コバなど、ストライプコートの適正品質を確保するのが困難な箇所も多く存在し、ストライプコート作業者の負荷が非常に高くなっている。

この膨大なストライプコート作業のほとんどが、刷毛による手作業にて行われているのが現状であり、ストライプコート作業の負荷低減/工数削減を目指した自動機器の開発が必要となってきた。

4.2 調査研究の概要

ストライプコート自動機器の研究開発の第一ステップとして、実船ブロックを用いてストライプコート作業の観測/分析を行い、自動化に対し開発すべき機能を明確にする。

並行して、ストライプコート先端器具である刷毛も含めたポータブルストライプコート機器(手動)の開発を進め、塗料自動供給機能を持つ試作機を完成させる。

4.3 調査研究のまとめ

大型船、小型船の代表ブロックに対し、ストライプコートの作業観測/分析を行い、自動機器に関し開発すべき機能や適用対象箇所などを明らかにした。

具体的には、ストライプコート作業において、刷毛を塗料缶に漬ける作業が、全体の約1/3を占めており、塗料の自動供給が、省力化に大いに寄与することが判明した。

また、大型船では、縦通材などの連続構造部でのストライプコート作業が、全体の10-20%を占めており、自動化対象箇所の候補となることが明らかになった。

ポータブルストライプコート機器については、塗料の圧送方式として、図3.1に示す①圧縮バネ方式、②圧縮空気方式の2タイプの試作機を完成させ、モックアップモデルを用いて試行を行った。

両方式とも圧送状況、施工状況はほぼ良好であったものの、両者共、塗料を入れた状態での重量が10kg程度もあり、今後軽量化に向けた検討が必要になる。

次年度は、さらに試行を重ねポータブルストライプコート機器の実機完成を目指すと共に、自動塗料供給機能や自動走行機能を持った簡易自動ストライプコート機器開発検討を開始する予定である。



図 3.1 ポータブルストライプコート機器の試作機
(左：圧縮バネ方式、右：圧縮空気方式)

添付資料 1

「塗装工程の自動化・デジタル化研究開発運営委員会」委員名簿

2021年度「塗装工程の自動化・デジタル化研究開発運営委員会」委員名簿／委員長：篠田 岳思（九州大学）

	氏名	勤務先
委員長	1 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
委員	2 高田 篤志	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 産業システム系 物理システム研究グループ 上席研究員
	3 山田 智章	一般財団法人日本海事協会 技術研究所 主管
	4 馬場 勉	一般社団法人日本塗料工業会 国際部 部長
	5 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
	6 清水 祐介	川崎重工業株式会社 エネルギーソリューション&マリンカンパニー 船舶海洋デバイス部 技術総括部 液化水素運搬船開発部 開発設計一課
	7 眞屋 潔司	今治造船株式会社 品質管理グループ グループ長
	関係官庁	8 高嶺 研一
9 志水 栄一		一般社団法人 日本造船工業会 技術部次長
10 城山 鉄朗		一般社団法人 日本造船工業会 技術部課長
11 臼井 雅志		一般社団法人 日本造船工業会 技術部課長
事務局	12 平原 祐	一般財団法人 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 研究開発ユニット 参与
	13 中橋 亨	一般財団法人 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 研究開発ユニット 首席研究員
	14 松井 裕	一般財団法人 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 研究開発ユニット グループ長
	15 関根 雄史	一般財団法人 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 研究開発ユニット
	16 戸村 郁美	一般財団法人 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ 研究開発ユニット

(注) 調査研究の詳細検討のため、運営委員会に次のワーキンググループ（WG）を設置。

- ・プラストグレードワーキンググループ（BGWG）
- ・ストライプコートワーキンググループ（SCWG）
- ・塗膜厚ワーキンググループ（塗膜厚WG）

添付資料 2

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発 事業概要（ポンチ絵）

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発



□ 背景・目的

- 国内造船所は中国等に比べ人件費が高く、国際競争力確保には建造効率の向上が必要だが、船体はブロック毎に同一のものではなく形状も複雑なため手作業によるところが多く、新技術活用による工程の効率改善（工数削減）が不可欠。
- 特に塗装工程については、塗装面積が大きく、ほとんどが手作業のため、作業工数の約2割を占める（1,000kmの手作業の刷毛塗り・約30万点の塗膜厚の検査）。また、塗装は船舶の状態を良好に維持し保守管理に寄与するが、塗装劣化による船体強度影響を防止する塗装性能基準（PSPC）により前処理検査等の塗装品質の確保の工数が増加。一方で、自動車等の他産業では、自動化・デジタル化技術により自動化された塗装を確立し、船舶への応用が期待。
- このため、最新の自動化・デジタル化技術を応用して、塗装工程の効率改善と塗装の品質向上、これによる適切な船舶の保守管理を実現する船舶塗装の技術開発を実施。

□ 事業概要

- 実施期間：2021年度～2021年度（1年間）
- 実施内容
 - ① デジタル計測機器の開発
 - ・ 塗装前処理状態の定量計測、塗膜厚の面計測を可能とする技術の試作開発と検証により、工数等の効果の定量評価と実用機器開発に向けた課題を整理。
 - ② 塗装作業の自動化及び塗料性能の向上
 - ・ 溶接部、エッジ部、突起部等の手塗り作業を自動化する技術・使用環境による劣化を最小化する塗料の性能向上技術の試作開発と検証により、工数等の効果の定量評価と実用機器開発に向けた課題を整理。
- 予算：4,984万円（100%助成）
2021年度・4,984万円（計画）



手作業による刷毛塗り（約1,000km）



膜厚計測器

手作業による塗膜厚の計測（30万点）

1

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発 (別添1) 事業の進捗



□ 活動状況 ※下線部は本年度の実施事項

- 造船所を中心に検査機関・大学・業界団体で構成されるステアリング委員会・プラスト処理技術WG・塗膜厚計測WG・ストライプコートWGを発足し、次を実施。
 - ① デジタル計測機器の開発
 - a. 塗装前処理状態の定量計測を可能とする技術の開発・検証（光学デジタル計測試作機・効果と実用化課題）
 - b. 塗膜厚の面計測を可能とする技術の開発・検証（カメラ撮影・画像解析試作機・効果と実用化課題）
 - ② 塗装作業の自動化・塗料性能の向上
 - a. 手塗り作業の自動化技術の開発・検証（溶接部、突起部等の塗装試作・効果と実用化課題）
 - b. 塗料の性能向上技術の開発・検証（耐環境劣化等塗料試作・効果と実用化課題）

2021年度			
1/4半期	2/4半期	3/4半期	4/4半期
①デジタル計測機器の開発			
a. 塗装前処理計測技術の開発・検証			
	b. 塗膜厚計測技術の開発・検証		
②塗装作業の自動化及び塗料性能の向上			
a. 手塗り作業の自動化技術の開発・検証			
	b. 塗料の性能向上技術の開発・検証		

2022年度	2023年度
フェーズ2：計測器・塗装機器の開発（計画）	
➢ 測定機器、塗りつけ機器を使用した実用機器を開発し、造船所での運用検証	➢ 検査データの管理により、塗装状況の保守管理に活用

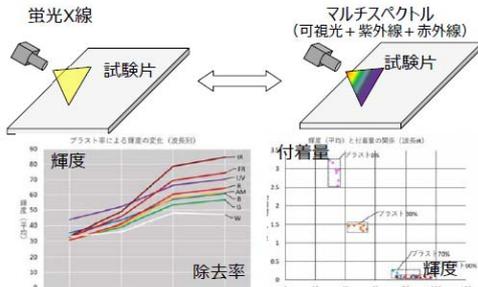
2

塗装工程の自動化・デジタル化研究開発
(別添2) 事業詳細

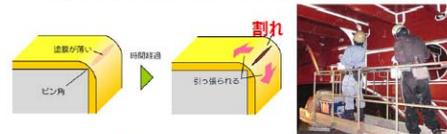
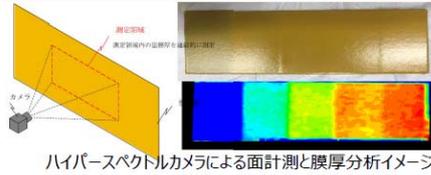


- マルチスペクトルカメラによる塗装前処理状態の定量計測技術を用いた実用デジタル機器の試作開発と検証を実施。

- 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とハイパースペクトルカメラによる塗膜厚計測機器の試作開発と検証を実施。



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



エッジ部の塗装の問題と現場用ポータブルストライプコート機器



3

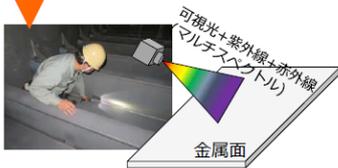
塗装工程の自動化・デジタル化研究開発
(別添3) 塗装工程の自動化・デジタル化がもたらす効果



□ 塗装前処理検査 (プラストグレート)

- 金属面の清浄度は現在目視で確認
- 検査員の違いで品質にバラツキ発生
- 過度品質・再作業の発生→コスト増
- 熟練検査員の不足
- あいまいさによる非効率

- 最新の光計測技術のマルチスペクトルカメラで数値計測により検査員の判断誤差の排除



- 再作業の防止
- 過剰品質の防止
- 非熟練作業員による検査

□ 塗装検査～塗膜厚検査

- 手作業による膜厚計測箇所が膨大
- 不足膜厚防止のため、余剰膜厚となる部分が多い (320μに対して平均500-600μ)
- 膜厚確保作業の非効率

- 最新の光計測技術のハイパースペクトルカメラで面撮影し膜厚の分布を計測
- 画像解析で塗装欠陥の目視検査も自動検出



- 手作業計測点数の大幅な削減
- 膜厚分布把握での業者技量向上
- 塗料使用量の削減

□ 塗装作業～手塗り作業

- ストライプコート手作業の工数が膨大 (薄くなり割れるため刷毛2回塗り)
- 高度ではないが技の必要な作業 (薄くならない刷毛や塗り方)
- 手作業に頼る非効率

- 最新の計測技術 (安価な加速度センサー等) を用いた高速で高品質の塗布
- ポータブル機器で自動塗布
- 自動塗装機に搭載し単純形状部を自動塗装



- 膨大な刷毛塗り作業の工数削減
- 技量差解消による塗装品質の向上
- 労働力不足に備えた自動化技術への展開

塗装工程の効率と塗装品質の向上

4

Supported by  日本財団 THE NIPPON FOUNDATION

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

2021 年度 成果報告書
概要版

2022 年（令和 4 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 <http://www.jstra.jp/> E-mail info@jstra.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。