

塗装工程のデジタル化のための光学的解析によるブラストグレード識別に関する研究

田中, 太氏
九州大学大学院工学研究院

篠田, 岳思
九州大学大学院工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7181920>

出版情報 : 日本船舶海洋工学会講演会論文集. 37, pp.507-508. The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

バージョン :

権利関係 : © The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers



塗装工程のデジタル化のための光学的解析による ブラストグレード識別に関する研究

正会員 田中 太氏* 正会員 篠田 岳思*

A Study on a Quantity Determination Method of Blasting off Conditions by Optical Analysis
by Takashi Tanaka, *Member* Takeshi Shinoda, *Member*

Key Words: Coating, PSPC, blasting off condition, visual inspection, X-ray fluorescence analysis, Optical analysis

1. 緒言

船舶の建造におけるブラスト・塗装作業は、IMO の SOLAS に定められた PSPC (Performance Standard for Protective Coatings) の規定による品質検査が規制強化され、船体構造が広大な表面積を持つことから、計測・記録も膨大な労力を必要とされ、定量化とデジタル化による検査の可視化・省力化等の技術的課題解決が求められている。例えば、ブラスト処理の品質検査では、ショッププライマの除去率(ブラストグレード)は検査員が目視で検査することから、評価が検査員によりばらつき、過剰なブラスト処理は生産性を下げる恐れがある。本研究では、ブラストグレードの定量的な評価を目的に、鋼板表面のショッププライマの残存量の光学的解析による定量的な識別法と、この識別法を用いた携帯型の識別装置の検討を行った。

2. ブラストグレードの識別の現状

ブラスト処理におけるブラストグレードは作業員が目視で識別している。ブラスト処理した鋼板から切り出した1辺10cmの試験片のカラー写真をFig.1に示す¹⁾。ブラスト除去率0%、30%は残ったショッププライマで灰色に見え、70%、90%は白っぽく見え、色の違いがわずかに見える程度である。人間の目は光の波長スペクトル分布で色を識別する。目の視細胞は光の波長によって感度特性が異なり、感度特性も個人差があり、検査時の環境光の違いもあることから、目視によるブラストグレードはばらつく恐れがある。一方、ブラストグレードの定量的識別の基準として、蛍光X線分析装置で防錆剤の主な元素Zn, Siの鋼板表面の付着量を調べた。試験片中央の5cm四方の計測領域を9等分した分割領域を計測した。ブラストグレードによる付着量の差はあるが、70%と90%では付着量の差がほぼないことが分かった。

3. 光学的解析によるブラストグレードの識別

CCD センサを用いたデジタルカメラも人間の視細胞に近い感度特性を持つRGB フィルタを通して撮影する。デジタルカメラの代わりに、試験片に特定のスペクトル分布を持つ光を当てたときの反射光のスペクトルを分光器で取得・比較するブラストグレード評価法を検討した。

* 九州大学大学院工学研究院

原稿受付 (学会にて記入します)

公開日 (学会にて記入します)

秋季講演会において講演 (学会にて記入します)

©日本船舶海洋工学会

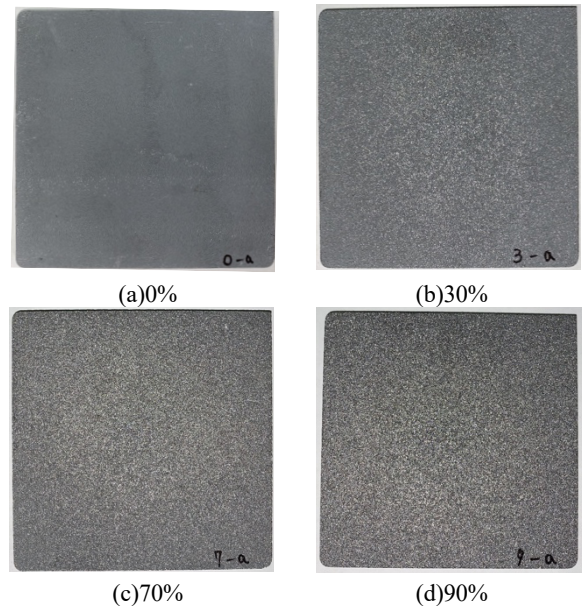


Fig.1 Photos of test pieces in equivalence blasting off condition in present visual inspection



Fig.2 Experimental setup for Multi light spectrum Camera

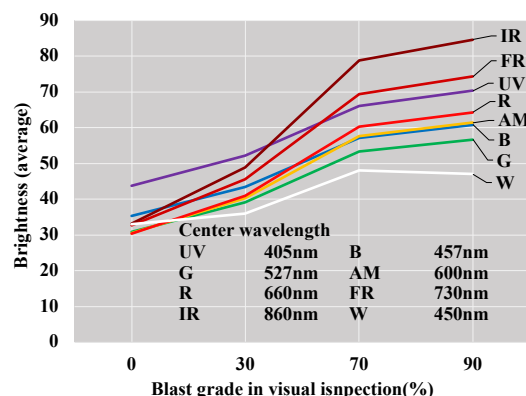


Fig.3 Brightness with blast grade by multi light spectrum

3.1 マルチスペクトルカメラによる計測

マルチスペクトルカメラ (CA-DRM10, キーエンス社) では, Fig.2 に示すように波長の異なる 8 種類の LED 光源(405-860nm)の光を当てた試験片を白黒カメラで撮影し, 試験片中央の計測領域 (1650x1650pixel) の反射光の強度 (輝度)について, 各分割領域の平均を求めた. ブラスト率による輝度の変化を Fig.3 に示す. 波長が長い光ほど, ブラスト率による輝度の差が大きいことがわかった.

3.2 高分解能分光器による計測

高分解能分光器 (HRS-BD1-025, Mightex 社) はイメージセンサの前に回折格子を配置した機器であり, センサプロンプに入射した光のスペクトル分布を計測した¹⁾. Fig.4 に示すように試験片の各計測領域の中央に, 波長の異なる 8 種類の光(385-850nm)を照射し, 反射光を分光器で計測した. 例として, Fig.5 に波長 625nm の光に対する反射光のスペクトルを, Fig.6 に反射光の強度としてスペクトルのピーク値を示す. 波長 590nm と 625nm の光が, ブラスト率による反射光の強度の差が特に大きいことが分かった.

3.3 携帯型分光器を用いたブラストグレード識別装置

造船工場の作業現場での使用を目的として, 携帯型分光器 (Indigo, Goyalab 社) を用いたブラストグレード識別装置を検討した. 高分解能分光器による検討から携帯型分光器に波長 625nm または 590nm の LED 光源を付け, 反射光の強度を比較した. Fig.7 に波長 625nm の光に対する反射光のスペクトルを, Fig.8 に Zn, Si 残存付着量と反射光のピークの相関を示す. ブラスト率による反射光の強度の差がよく現れ, 防錆剤の Zn, Si の残存付着量との相関があることから, ブラスト率が識別できることが分かった.

4. 結言

造船工場における鋼板のブラスト処理の評価について, 目視による評価に代わる光学的解析による定量的な評価方法を検討した. 鋼板に特定の波長の光を当てたときの反射光について分光器でスペクトルを求め, 反射光の強度の比較から, ブラスト処理による鋼板表面の防錆剤の残存量, すなわちブラストグレードの定量的な評価が可能であることを確認した. さらに, 携帯型の分光器でも同様に識別でき, 造船工場の作業現場におけるブラストグレードの識別法として有効であることを確認した.

謝 辞

本研究は, 公益財団法人日本財団の助成を受けて, 塗装前処理検査のデジタル化プロジェクト研究会 (事務局: 一般財団法人日本船舶技術研究協会) が行う「「塗装工程の自動化・デジタル化研究開発 (フェーズ 2)」事業-塗装前処理検査のデジタル化に関する研究開発-」事業の一環として実施した. 関係各位に謝意を表する.

参 考 文 献

1) Takeshi Shinoda, Takashi Tanaka, Kenta Morimitsu, Development of a Quantity Determination Method of Blasting off Conditions, Proceedings of the SNAME Maritime Convention 2022, pp.1-9, 2022



Fig. 4 Experimental setup for spectral analysis

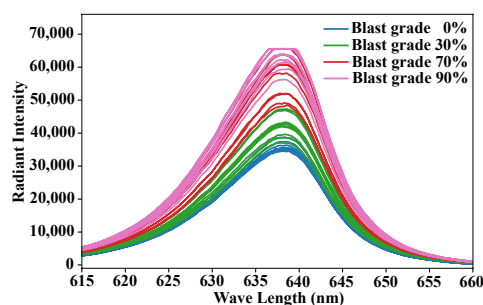


Fig.5 Light spectrum on test pieces through an irradiating LED with a specific wavelength of 625 nm

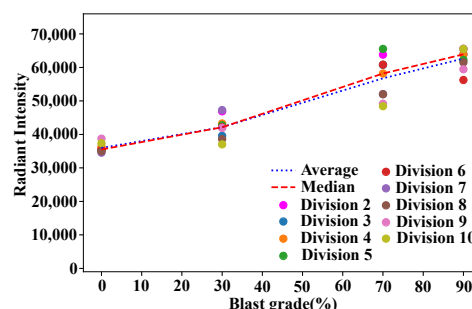


Fig.6 Peak values of the radiant intensity at light spectrum with a specific wavelength of 625 nm

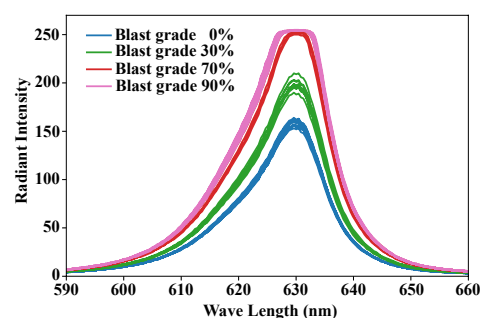


Fig.7 Light spectrum on test pieces through an irradiating LED with a specific wavelength of 625 nm

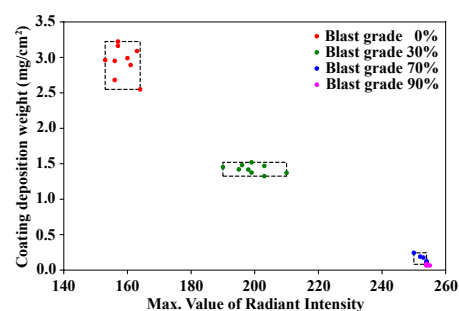


Fig.8 Relative analysis of blasting off conditions between plots of radiant intensity and X-ray fluorescence (LED with a specific wavelength of 625 nm)