

O119

回転噴霧塗装機の噴霧飛行過程における 噴霧流解析を用いた塗着効率の低下因子の特定

(東北大院工) ○(学)安村 光太郎・(学)齋藤 泰洋・(正)庄子 正和・(正)松下 洋介
(正)青木 秀之*・(正)三浦 隆利・(八戸工大) 小笠原 慎・大黒 正敏・
(弘前大理工) 五十嵐 貴之・松山 和樹・城田 農・稲村 隆夫

1. 緒言 回転ベルカップ塗装機は、高い生産性と優れた仕上がり品質を有するため、工業塗装として広く利用される。現在の塗装機では、塗料飛散を防ぐため、ノズル後方より空気(シェーピングエア、以下 SA)を流し込むことで噴霧の制御を行う。しかしながら、噴霧流動の詳細は不明な点が多いため、高効率な塗装プロセスの開発を行うには、塗装プロセスの理論に基づいた解明が必要である。そこで本研究では、高速回転噴霧塗装機を対象とした噴霧流解析を行い、噴霧飛行過程において塗装プロセスの効率を低下させる因子の特定を図る。

2. 解析

2.1 解析対象 Fig. 1 に解析対象を示す。座標系を三次元円筒座標系とし、解析領域を各方向(x, r, θ)に 290 mm, 500 mm, 5° とし、それぞれ $181 \times 167 \times 5$ ($x \times r \times \theta$) 分割した。被塗装物の円板($\phi 1000$)をベルカップ表面から 250 mm の位置に配置した。ベルカップ外径を 70 mm とし、SA 流入口はベルカップ全周にわたりスリット状である。

2.2 解析方法 支配方程式は $k - \epsilon$ 二方程式モデルによりモデル化した Navier-Stokes 方程式を用い、有限体積法に基づき離散化した。噴霧流の解析には Lagrange 法を用い、単一液滴の運動方程式を使用した。気相と噴霧の相互作用の影響を PSI-CELL モデルを用いて考慮した^[1]。

2.3 解析条件 ベル回転数を 35,000 rpm, SA 流量を 600 NL/min, 液体供給流量を 150 mL/min, 噴霧粒径を 5, 10, 15, ..., 95, 100 μm とした。

2.4 塗着しない要因の分類 本研究では、噴霧粒子が塗装面へ塗着しない要因を以下のように分類し(Fig. 1), それぞれの割合を粒径ごとに算出した。

- Factor 1: 内部再循環流による噴霧の巻き込み^[2]
- Factor 2: 噴霧粒子の SA 外部への飛散
- Factor 3: 被塗装面近傍における噴霧粒子の気流への同伴

3. 結果と考察 解析結果の一例として、Fig. 2 に各粒径に対する噴霧粒子の数密度分布を示す。粒径が 5 μm の場合、中心軸近傍において多くの噴霧を確認でき、内部再循環流に多くの噴霧が巻き込まれることが示唆される。一方、粒径が 50 μm の場合、ベルカップ近傍において噴霧の広がりを確認でき、噴霧粒子が制御されず SA を突き抜けることが示唆される。Fig. 3 に噴

霧粒子が被塗装面へ塗着しない要因の各割合を粒径ごとに示す。粒径が小さい場合、Factor 1 の割合が多く、粒径の増加に伴い Factor 2 の割合が増加することを確認できる。これは Fig. 2 で得られた結果と一致する。しかしながら、全体として Factor 3 の割合が大きいため、塗着しない要因は Factor 3 が支配的であることがわかる。

参考文献

- [1] Crowe, C. T. et al., *Trans. ASME J. Fluid Eng.*, **99**, 325-332 (1977)
[2] 安村ら, 第 18 回微粒化シンポジウム講演要旨集(福岡, G1) (2009)

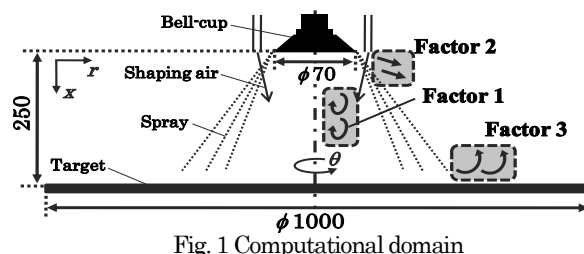
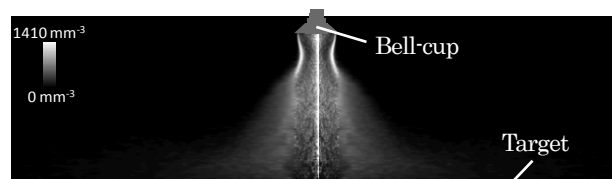
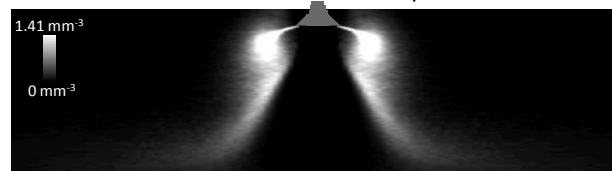


Fig. 1 Computational domain



(a) Particle diameter = 5 μm



(b) Particle diameter = 50 μm

Fig. 2 The effect of the droplet size on the spray distribution

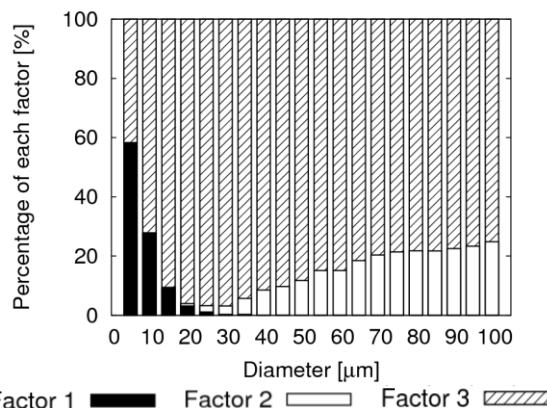


Fig. 3 The factor of droplets not adhering to the target for each size of droplets.

*E-mail: aoki@tranpo.che.tohoku.ac.jp