

〈総 説〉

ベル型静電噴霧塗装機における数値流体力学による現象解明 Numerical Simulations in Electrostatic Rotary Bell Sprayer

齋藤 泰洋

Abstract

This review introduces numerical analyses of the painting process in an electrostatic rotary bell sprayer (ERBS). The ERBS is a complex process that involves high-speed rotation of the bell, atomization of liquid, high-speed airflow from behind the bell, and application of high voltage. These phenomena are very different in spatial scale. Partial consideration of these phenomena in the numerical simulations shows that particle size and applied voltage affect the transfer efficiency.

キーワード：自動車塗装、回転霧化静電塗装、数値流体力学、数値解析、塗着効率

Keywords : auto painting, electrostatic rotary bell sprayer, computational fluid dynamics, numerical simulation, transfer efficiency

1. 緒言

自動車塗装は防さびや美観などの機能付加のために多岐にわたる塗装が行われ、そのなかでも発色や光沢を出すための本塗装（中塗り塗装・上塗り塗装・クリア塗装）¹⁾は重要なプロセスの一つである。自動車の塗装ラインは3 kmにも及び²⁾、自動車の製造ラインの3分の2を占めるため、自動車塗装技術の研究開発は自動車製造における高効率化に貢献する。

ベル型静電噴霧塗装機（Electrostatic Rotary Bell Sprayer, ERBS）は、塗料を高速で回転するベルで微粒化させ、それを帯電させながら、シェーピングエアにより噴霧の軌道を制御する方法であり、塗料が被塗装面において均一な

塗膜を形成する。帯電させる方法として、被塗装物をアースし、塗装機の外部に電極を配置した外部印加式と塗料自体に印加する内部印加式があるが、本稿では内部印加式の帯電方法について取り上げる。ERBSの周りで生じる現象は、ベル近傍の領域（Near field）、塗料が被塗装物近傍まで移動する輸送領域（Transport field）および被塗装面近傍の領域（Target field）の3つの領域に大別することができる³⁾。Near fieldは、塗料がベルの高速回転に伴う遠心力によってベル表面において液膜に引き伸ばされ、縁が無数の溝があるベルの周縁で液柱となって放出され、その液柱が崩壊することで液滴を形成する微粒化プロセスである。Transport fieldはベルから放出された液滴は噴霧を形成し、その噴霧の軌道を制御するためにベル後方から高速気流（シェーピングエア、SA）を衝突させ、噴霧挙動を制御する。このとき、帯電した液体が微粒化されているため、印加電圧（EV）の影響が評価される。そのため、Transport field

2024年1月11日受付
SAITO Yasuhiro
九州工業大学 大学院工学研究院物質工学研究系