

## ベル型静電噴霧塗装機における ベルカップ表面における流動解析

Numerical Simulation for Fluid Flow on a High Speed Rotary Bell-cup Atomizer

齋藤 泰洋、相馬 達哉、松下 洋介、青木 秀之

### Abstract

This review describes experiments and numerical simulations for auto paint process using rotary bell-cup atomizers, especially the fluid flow on the bell-cup surface. As numerical techniques for free-surface flow, the volume-of-fluid (VOF) method was introduced, and the details of the fluid flow, advection of the color function and those coupling were explained, respectively. The recent non-contact measurement and theory of liquid film were shown, and numerical simulations for low and high speed rotary atomizers using VOF method were also presented. The liquid film thickness on the surface was affected by the operation condition of the bell cup and properties of the paint.

**Keywords:** Auto painting, Rotary bell-cup atomizer, Numerical Simulation, Volume-of-fluid method

### 1. 緒 言

自動車の塗装は防さびや美観などの機能を付加するために多岐にわたる塗装を行っており、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)<sup>1)</sup>は美観に最も大きく関わるため、その重要性は高い。高速回転ベルカップ噴霧塗装機に関する研究・開発の歴史については前報<sup>2)</sup>にて紹介しているため割愛するが、自動車の塗装ラインは3kmにも及ぶため<sup>3)</sup>、自動車用の塗装技術を研究開発し、高効率化を図ることは非常に重要である。

高速回転ベルカップ噴霧塗装機を用いた塗装システムを考えると、塗料は高速回転の影響を

受けて引きちぎられ、高速気流によってさらに軌道を曲げられ、負に帯電した粒子が電場の影響を受け、ターゲットに塗着し、さらに多くの粒子が重なるというように非常に複雑な影響を受ける。そのため、その特徴からベルカップ近傍の領域 (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<sup>4)</sup>。Near fieldは、供給した液体をベルカップの高速回転に伴う遠心力によって液膜に引き伸ばし、ベルカップの周縁で液膜のままもしくは液糸となって放出され、液滴を形成する微粒化プロセスである。Transport fieldはベルカップから放出された液滴が被塗装面近傍まで移動する飛行プロセスであり、シェーピングエアや電圧を加えることでその噴霧挙動を制御している。Target fieldは塗料液滴が被塗装面に付着し、塗膜を形成す

2016年1月3日受付  
SAITO Yasuhiro, SOMA Tatsuya,  
MATSUSHITA Yohsuke, AOKI Hideyuki  
東北大学大学院 工学研究科