

粉体塗料用高分子樹脂溶融挙動の MPS シミュレーション

MPS Simulation of Melting Behavior of Polymeric Resin for Paint Particles in Powder Coating

有吉 大輔、下坂 厚子、白川 善幸、日高 重助

要 旨

静電粉体塗料粒子により形成される塗膜の形成挙動シミュレーションを構築するための基礎的検討として高分子粒子の溶融挙動に対する MPS シミュレーションを開発した。固体から液体への相変化をとまなう高分子粒子の溶融挙動を非圧縮性流体の仮定のもとに MPS モデルにより計算した。熱硬化性高分子粒子の熱硬化挙動は、一次硬化反応モデルから推算される温度と粘度の関係をを用いて表現した。熱可塑性ならびに熱硬化性樹脂の粒子の溶融挙動のシミュレーション結果は実験結果とよく一致した。提案したシミュレーション法を高分子粒子層の溶融挙動にも適用した。粒子層の溶融により形成された膜の表面状態と粒子層の初期の充てん構造の関係について提案シミュレーションは詳しい情報を与える。

キーワード：MPS 法、静電粉体塗装、溶融挙動、熱硬化性樹脂、塗膜

1. 緒 言

揮発性有機化合物 (Volatile organic compounds, VOC) フリーの静電粉体塗装法は、次世代環境対応型塗装法として大きな期待を集めている。静電粉体塗装は粉体塗料粒子を帯電させて静電気力により被塗物に塗着させた後、加熱溶融し、塗料粒子同士の合一を起こさせて連続な塗膜を形成する。したがって、塗料粒子の分散に有機溶媒や水を用いないために VOC フ

リー、廃水処理が不要であるうえに省エネルギーも期待できることから、溶剤塗装法や水性塗装法に比べて格段に環境負荷が低い塗装法である。

このように卓越した利点を有する静電粉体塗装であるが、溶剤あるいは水性塗装法に比べて塗着効率や塗膜特性 (平滑さ、均質性、塗膜構造や厚さなどを含む塗膜品質) が劣り、それが静電粉体塗装の十分な普及を妨げている。とくに、溶剤系や水系塗料に比べて流動性が低い粉体塗料を用いるために塗膜品質が劣ることが大きな問題で、その解決が強く求められている。

これまで、静電粉体塗装の塗膜特性については、溶融条件が塗膜特性に与える影響¹⁻⁵⁾、塗膜最終形状に与える添加剤の影響⁶⁾ や塗料粒子径の影響^{7, 8)} など多くの実験的研究がなされて

2012年3月28日受付

ARIYOSHI Daisuke, SHIMOSAKA Atsuko
SHIRAKAWA Yoshiyuki, HIDAKA Jusuke

Abstract

“MPS Simulation of Melting Behavior of Polymeric Resin for Paint Particles in Powder Coating”

The moving particle semi-implicit (MPS) simulation of melting behavior of a polymer particle was developed as fundamental investigation for constructing the simulation of formation behavior of coating film by paint particles in electrostatic powder coating processes. The melting behavior of the polymer particle, involving the phase change from the solid to the liquid, was calculated by using MPS model under the assumption of incompressible fluid. Thermosetting behavior of the polymer particle was represented by using the relation between temperature and viscosity estimated by model of first-order thermosetting reaction. The simulation results of melting behavior of thermoplastic and thermosetting resin particles agreed well with the experimental ones. The proposed simulation method was also applied to the melting behavior of polymer particle bed. The detailed information on the relation between surface conditions of film formed by the molten particle bed and initial particle packing structure of the particle bed was obtained by the proposed simulation.

Key words: MPS method, Electrostatic powder coating, Melting behavior, Thermosetting resin, Coating film