

静電粉体塗装における粒子沈着状態の観察

ユーテック株式会社 ○梅澤 俊輔, 西垣 敏,
堀内 孝司, 芝 克哉

1. 諸言

粉体の静電気特性の測定は粉体の挙動を把握、制御する上で重要である。一般的には電位測定、電荷量測定などの方法がある¹⁾。なかでも、粉体の電荷量測定は電子写真技術や静電塗装などの分野で広く利用されている。

電子写真技術ではトナーに帯電を施しその挙動を電界により制御することにより画像形成を行う。このとき、トナーの電荷量が画像品質に大きく影響するため、トナー電荷量の制御が重要であり、トナー電荷量の測定は不可欠である。

一方、静電粉体塗装技術では粉体塗料に帯電を施し電界によりその挙動を制御することにより塗膜形成を行う。具体的には、粉体塗料は静電スプレーガンによりあらかじめ帯電を施し接地された被塗物上にスプレーし、被塗物表面に静電気力により付着・堆積させる。このとき、塗料粒子の帯電が逆電離、静電反発など塗装品質に大きな影響を与える²⁾。

今回は静電粉体塗装に関して、粉体塗料の電荷量測定を行い塗着粒子の荷電挙動の把握を試みた。また、粉体塗料の堆積後の被塗物基板を観察する事によって被塗物への塗料粒子の沈着状態に関して新たな知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

2.1 静電粉体塗装

本研究で使用した静電粉体塗装システムは静電スプレーガン、塗料供給装置ならびにこれら进行操作・制御するコントローラから構成されている (Fig. 1)。静電スプレーガンには塗料粒子をコロナ放電によって帯電させるコロナ帯電スプレーガンを使用した。今回の測定では 2 種類の粉体塗料 (A, B) を用いて塗装を行った。被塗物には 21cm×30cm (A4 サイズ) の鋼板を使用した。被塗物は一定スピードで水平方向に搬送できるハンガーに吊り下げた。静電スプレーガンは被塗物を

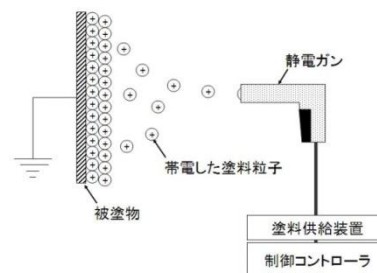


Fig.1 粉体塗装システム

心に上下方向に往復運動できるようレシプロケーターに取り付けた。静電スプレーガンと被塗物が最も近くなる場合 200mm の塗装距離を確保できるように静電スプレーガンをレシプロケーターに固定した。ハンガーに吊るされた被塗物が静電スプレーガンの正面を通過する時間を塗装時間とみなして、実験の際には被塗物の搬送スピードを変化させた。なお、印加電圧、塗料吐出量、エア圧などの条件は一定になるよう調整した。実験は 31℃、42%RH の室内で行った。

2.2 電荷量測定

本研究では、吸引式粉体電荷量測定装置 (UING, EA02) によってファラデーケージに吸引・捕集される粉体塗料の電荷量と質量を測定し、単位質量当りの電荷量 (帯電量) Q/M (nC/g) を求めた。粉体電荷量測定装置の構成を Fig. 2 に示す。クーロンメーターと吸引ポンプが一体となった測定器本体、吸引粉体を捕集する樹脂製フィルタカプセルを装着しファラデーケージ構造の吸引ノズルから構成される。本測定器はフィルタカプセルの採用で操作性、秤量安定性に優れており、電荷量は 0.01nC まで読み取り可能で、 $\pm 0.3\%$ [rdg.] の精度である。

測定箇所は、粉体塗料の堆積した被塗物基板の中心付近のエリア 10cm² を吸引・測定した。質量測定には、最小表示が 0.01mg の電子天秤を使用した。



Fig.2 吸引式電荷量測定装置

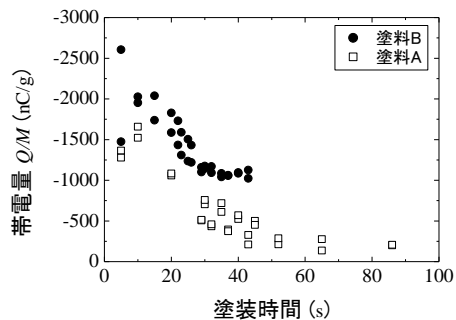


Fig.3 帯電量測定結果

2.3 ハーフベイクの塗膜観察

粉体塗装では、塗料粒子を被塗物に固着させ塗膜を形成するため焼付を行う。通常の焼付では塗料粒子が十分に熔融して塗膜になるまで熱を加える。ここで、塗料粒子の形状を維持した状態でスプレー後の堆積粒子の状態を観察するため、通常より低い温度、短い時間で焼付を行った。この焼付によって、塗膜中の塗料が粒子形状を保持した状態で塗膜を維持することができた。本報告ではこの焼付けをハーフベイクと呼ぶ。ハーフベイクを施した塗膜を基板から剥離して、塗膜の表、裏を SEM により観察した。

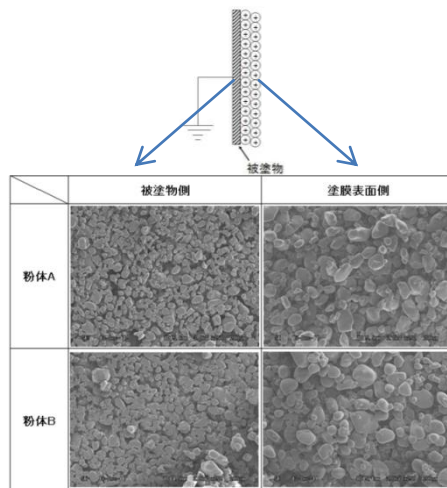


Fig.4 塗膜観察結果

3. 結果および考察

基板上に堆積した粉体塗料の帯電量のスプレー(塗装)時間の増加に伴う変化を Fig.3 に示す。粉体塗料 A、B ともにスプレー時間が増加する従って粉体塗料の(単位質量当たりの)帯電量が減少している。粉体塗料の比較では、粉体塗料 B のほうが全体として高い帯電量を示した。Fig.3 の結果では、塗装時間の増加に伴って単位質量当たりの粉体塗料の帯電量が減少しているが、これは帯電した塗料粒子からの電荷の放電の影響ではない。逆電離が一因と考えられるが、詳細は不明である。

次に、ハーフベイクの塗膜の観察結果を Fig.4 に示す。塗膜表面側が塗料粒子の形状が比較的明確に確認できるのに対して、基板側は基板の鋼板に直接接する粒子が熔融して平坦になっている傾向が認められる。この結果より、本実験ではハーフベイクの塗膜が基板からきれいに剥離できていることがわかる。粉体塗料 A、B いずれも基板側に粒子径の小さい粒子が塗着している。すなわち、基板側に選択的に小粒子径の塗料粒子が存在することとなる。

一般に、塗料粒子のコロナ帯電は粒子表面にコロナ電荷が付着する現象であるため、粒子径が小さくなるにつれて単位質量当たりの帯電量は大

きくなる。Fig.3 の結果で、スプレー時間の短いところで粉体塗料の帯電量が増加しているが、この現象はスプレーの初期には粒径の小さい粒子が優先的に基板に付着・堆積することと関係すると考えられる。

4. まとめ

本研究では、静電粉体塗装において塗料粒子が被塗物に付着・堆積し始めてから塗装が完了するまでの間に、比較的小さい塗料粒子が優先的に被塗物側に寄って沈着することを見出した。静電スプレーガンの印加電圧やエア圧など塗装条件が帯電量や塗料粒子の付着・堆積に与える影響を把握できれば、静電粉体塗装における塗膜の品質や歩留まり向上に貢献できると考える。

参考文献

- 1) 村田雄司, 静電気の基礎と帯電防止技術, 日刊工業新聞社, p.161 (1998)
- 2) 梅澤俊輔, 山口智責, 樋口直之, Mohammed Rafiqul ISLAM, 第 47 回粉体に関する討論会講演論文集, p.95 (2009)