

ノート

粉体の大気圧下プラズマ処理による帯電特性の向上

松田 考史*, 村田 雄司*

(1999年2月5日受付; 1999年2月22日受理)

Improvement of Charging Characteristics of Powder Particles
by Plasma Treatments in Atmospheric Pressure

Koji MATSUDA* and Yuji MURATA*

(Received February 5, 1999; Accepted February 22, 1999)

In the case of electrostatic powder coating process using tribocharger, one of a serious problems is the poor charging characteristics of powder paint. In order to solve this problem, a system composed of a discharger for plasma treatment of the paint particles and a tribocharger was investigated. The maximum charge to mass ratio of the paint particles at the outlet of the tribocharger with a plasma device increased about seven times as high as the value without the discharger.

1. はじめに

静電粉体塗装には、摩擦帶電方式とコロナ帶電方式があるが、前者は後者に比べファラデーケージ効果が生じないため凹部に塗装しやすい利点がある^{1), 2)}。しかし、塗料の種類によっては必要な帶電量を得にくいことが問題となっている³⁾。

これを解決するために、本研究ではすでに高分子のフィルムなどでその効果が確かめられているプラズマ処理⁴⁾を粉体塗料に応用し、その帶電特性を向上させることを目的として実験を行った。

プラズマで粉体を処理する場合には、いかに表面を均一にプラズマにさらすかということが問題になる。また、処理の効果が処理後の時間経過に伴って劣化していくことも問題になる。本研究ではこれらの問題に対処するため、製作したプラズマ処理装置内に、搬送ガスで粉体塗料を通して処理することによって処理を行い、さらに、処理効果の劣化に対処するため、プラズマ内を通過した粉体塗料をそのまま摩擦帶電装置に流し込む方式をとった。

キーワード：帯電、粉体塗装、プラズマ処理

*東京理科大学理工学部(273 千葉県野田市山崎2641)
Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, 2641 Yamazaki, Noda-shi, Chiba 273, Japan

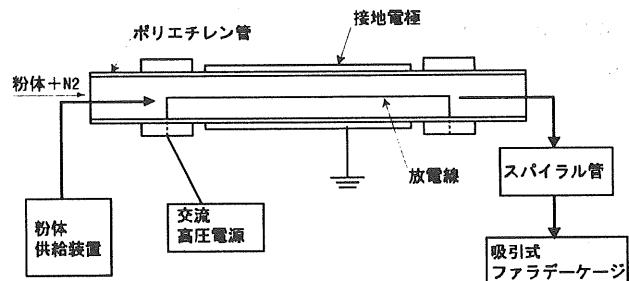


図1 プラズマ処理管の断面図

Fig.1 A cross section of device for plasma treatment

2. 実験方法

粉体供給器から出た粉体試料はプラズマ処理管を通ることにより処理された後、そのままスパイラル状のステンレスパイプを通過する事によって摩擦帶電され、吸引式ファラデーケージのフィルターで捕集される。そしてファラデーケージの出力をエレクトロメータで測定する事によって粉体の帶電量を測定することが出来る。

プラズマ処理管の断面図を図1に示す。このプラズマ処理管は、ガスの分解に用いられるリアクタを参考にしたもので、外側に接地電極を巻き付けた外径20mm、内径18mmのポリエチレンの管の中央に、直径0.5mmのステンレス製放電線が張られた構造になっている。接地電極の長さは220mmである。放電線には周波数50Hzの高圧交流電圧を加

える。ここで誘電体として用いられているポリエチレンが、電極間に発生する放電の火花放電への移行を抑制するため、放電の形態はバリア放電となり、管内にプラズマが発生する。粉体はこの発生しているプラズマ内を通過することによって処理される。

スパイラル管は内径6mm外径7mm、長さ3mのステンレスのパイプを直径330mmのスパイラル状に巻いたもので接地されている。

なお、粉体試料としては、ポリエチレン粉体（三井石油化学工業、Hi-Zex GP：平均粒径160μm）を用いた。また、搬送ガスとしてN₂を用い、大気圧下で処理を行った

3. 実験結果

図2に放電電力とポリエチレン粉体試料の比電荷量との関係を示す。N₂の流量は10～19l/minまで変化させた。どの流量でも、放電エネルギーの増加に伴って比電荷量が増大して行き、放電電力が0.7～0.9Wに達すると飽和する傾向が見られる。ただしその飽和曲線は単純ではない。ここで示す実験条件では、未処理粉体の比電荷量 $1.1 \times 10^{-7} \text{C/g}$ に対して処理粉体の比電荷量は、最大で約7倍程度（約 $7.8 \times 10^{-7} \text{C/g}$ ）になった。

図3は比電荷量のN₂の流量に対する関係である。処理電力の値にかかわらず流量が多くなるに従い比電荷量は増大している。未処理試料については、測定された比電荷量の変化は流量が10～19l/minに変化する間に約1.1倍にしかなっていない。これは初期帶電量が無視できない量であるためと思われる。

プラズマ処理では、通常の電力量の範囲では処理電力量が多い程処理の効果が大きくなることがわかっている。ここで示す処理方法では、流量が増加すると放電管内を粉体試料が通過する時間が短くなるから、プラズマに晒される時間も短くなり、その結果粉体試料に対する処理電力量が少なくなる。したがって、流量の増加と共に処理効果は低下することになるが、図2の結果はこの処理効果の低下があまり問題にならず、粉体のスパイラル管内での流速増加による摩擦帶電量の増大の効果の方が大きく出ていることを示しているものと思われる。

4. 結論

PE粉体を大気圧下のプラズマ内を通過させることによって処理を行い、さらにそのまま直接摩擦帶電装置に送り込むことによって、未処理のものと比べて最大で約7倍の比電荷量を得ることができた。

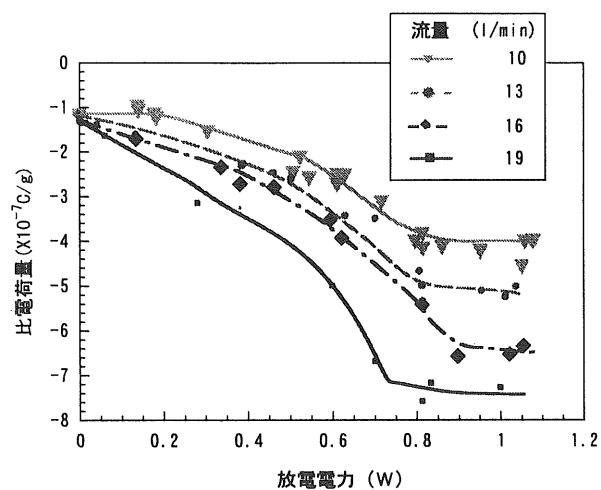


図2 ポリエチレン粉体のプラズマ処理による比電荷量の変化と処理電力の関係

Fig.2 Relation between charge to mass ratio of PE powder and discharge power

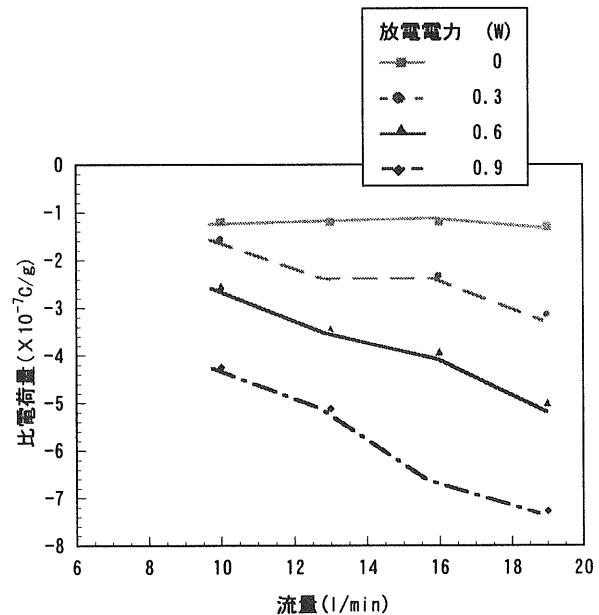


図3 ポリエチレン粉体のプラズマ処理による比電荷量と流量の関係

Fig.3 Relation between charging characteristics of PE powder and nylon powder

参考文献

- 1) 静電気ハンドブック：静電気学会編、オーム社(1988) p. 565
- 2) 山本雅洋、静電気学会誌、14、(1990) 415
- 3) 堀田研二：1996年度第2回静電気学会研究会資料：IESJ96-2-2 p.17
- 4) Hiromitu TAKEDA and Yuji MURATA: Jpn. J. Appl. Phys., 35 (1996) 4791

研究室めぐり

株式会社山武* YAMATAKE

1. 会社概要

当社は98年7月1日、社名を山武ハネウエル株式会社から株式会社山武に変更いたしました。これまで山武ハネウエルは、計測制御の分野でプラントでのプロセス・オートメーションやファクトリー・オートメーション、ビルの空調制御でのビルディング・オートメーションなどの事業やこれらの制御に必要なコンポーネント製品の製造販売などの事業を行ってきました。しかしながら90年代に入ってからのバブル景気の崩壊と共に日本の経済環境の変化は、産業構造の変革を引き起こし、グローバル化、情報化が進展する中で顧客のニーズも多様化してきています。このような経済環境の中、多様な顧客ニーズに迅速に対応し、顧客の満足と信頼を高めることを目的に経営資源の最適配置をはかった事業再編成により、工業を含む広く産業市場は山武産業システム株式会社、建物市場は山武ビルシステム株式会社が担当、そして株式会社山武は山武グループの代表として研究開発、新規事業のほかコンポーネント製品の製造販売、海外事業活動の展開などを担うことになりました。

2. 研究開発体制

当社の研究開発は、藤沢工場(写真1)の研究開発本部が担当しています。システムソフトウェア関連の技術開発やセンサーデバイス、センシングシステム、集積回路設計分野の研究開発から新加工・工法、自動化生産設備・ラインなどの生産技術面の研究開発を担っています。また、位相限定相関法を用いた高機能画像センサの開発など既存事業の枠にとらわれない新事業・新市場の調査、企画、開発は新事業開発室が行っています。

3. 静電気との関わり

当社と静電気との関わりとしては、室内空気の浄化を目的とした空気清浄用の電気集じん機があります。当社と資本提携関係にあったハネウエル社では、1950年代後半に米国内の一般家庭を対象とした空気清浄機を発売しました。当社でも1960年代に入ってから国内向けの業務用空気清浄機の発売を開始、ハネウエル社のスーパーセルを組み込

んだ電子式エアクリーナ(Electronic Air Cleaner; EAC)の名称で天井吊り下げ形、天井埋め込み形などの空気清浄機を製造販売してきました。ハネウエル社の集じんセルは、2段荷電方式による平行平板電極で、集じん性能が高く、圧力損失が小さいのでファンへの負担が少なく省エネルギー、また洗浄再生ができるので省資源的であるなどの長所を備えていますが、大きなゴミを吸い込んだときの放電音が不評でした。これは集じんセルのコレクタ部が1種の平行板コンデンサとなり、比較的大きな粒子が飛び込んできたときに極板に帯電していた電荷が瞬間に短絡することによるものです。この放電音対策として1990年には、スーパーセルの長所をそのまま活かしコレクタ部を高抵抗で分離、放電音を1/10に軽減したスーパーサイレントセル(写真2)を国産化しました。これまで業務用空気清浄機



写真1 研究開発本部のある藤沢工場(藤沢市)

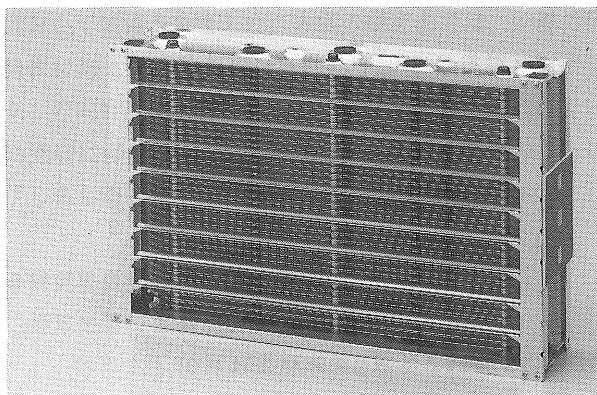


写真2 スーパーサイレントセル

* 藤沢工場 (251-8522 藤沢市川名1-12-2)