

小論文

粉体塗料の帯電量測定における water curtain の有効性

鈴木啓之\*, 勝間 稔\*, 金子 富士男\*  
 和田 達明\*, 舛井正義\*, 竹内 学\*

(1993年8月19日受理)

A Study on Measurements of Charge to Mass Ratio  
 of a Powder Paint with a Water Curtain

Hiroyuki SUZUKI, Minoru KATSUMA, Fujio KANEKO,  
 Tatsuaki WADA, Masayoshi MASUI and Manabu TAKEUCHI

(Received August 19, 1993)

Effectiveness of a water curtain for removing free ions has been studied, when measuring the charge to mass ratio of a powder paint by the Faraday cage method. An electrostatic powder spraying gun, based on corona charging, and a Nylon powder paint were used in this study. First, it was confirmed that if a conventional metal wire screen was used, back ionization occurred after the first several seconds. On the other hand, if water was flowed along the metal wire (water curtain), back ionization did not occur. In conclusion, the water curtain is confirmed to be effective for measurements of the charge to mass ratio of powder paints.

1. はじめに

静電粉体塗装は、粉体塗料に帯電を施し、接地された導電性の被塗物に静電的に付着させ、それを溶融して塗膜を得る方法である。近年、静電粉体塗装は無公害かつ経済的で将来性を有する塗装技術として、大きな発展が期待されている。静電粉体塗装の performance には、塗装ガンの放電電圧や塗装距離、および粉体塗料の材質や粒径、等多くのパラメータが関係するが、中でも、粉体塗料の帯電量は重要な因子である。

粉体塗料の帯電量は、通常、吸引式ファラデーケージを用いて測定される。ただし、現在主流であるコロナ帯電方式のスプレーガンを使用しているときには、フリーイオン、すなわち粉体塗料に付着しないで単独で存在しているコロナイオンもファラデーケージに吸引されてしまうという問題が存在する。そこで通常は、この問題を解決するため、スプレーガンと吸引式ファラデーケージとの間に接地した金属スクリーンを置き、フリーイオンがファラデーケージに入るのを防ぐ。しかし、そうする

と今度は金属スクリーンにも粉体塗料が付着して、そこで逆電離が発生することがあり、逆電離が発生すると測定値が影響を受けるという問題が生じる。

本研究では、粉体塗料の比電荷の測定時における逆電離発生への解決法として、Hughes によって提案された water curtain の有効性を検討した<sup>1)</sup>。この工夫により、逆電離発生の原因である金属スクリーンへの粉体塗料の付着を防ぎ、フリーイオンの影響を避けて粉体塗料の正確な比電荷を測定することを試みた。なお今回は、正極性の帯電の場合の結果のみを述べる。

2. 実験

本研究で用いた静電粉体塗装システムにおける粉体塗料の帯電量測定装置を図1に示す。実験には、ガン先端に針状のコロナ電極を備えた正極性の外部コロナ帯電式塗装ガンを用いた。また、ナイロン製粉体塗料(粒径 50 μm 以下、見かけの抵抗率  $1.6 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ )を試料粉体とした。

water curtain は図1に示したように、10 mm 間隔で金属線(直径 0.3 mm)を垂直に張って、Hughes による提案と類似のものを試作した。これは、そのまま使用すると通常の金属スクリーンとしてはたらく、金属線に水を伝わるように流しながら使用すると water curtain としてはたらく。

塗装ガンに供給された粉体は、放電領域を通過すると

キーワード: 静電粉体塗装, 粉体塗料, 逆電離, フリーイオン, 帯電量

\* 茨城大学工学部電気電子工学科 (316 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)

Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Ibaraki University, 4-12-1 Nakanarusawa, Hitachi, Ibaraki, 316 Japan

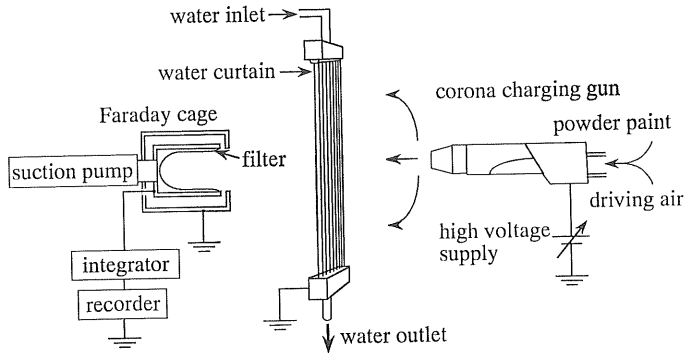


図1 粉体塗装における粉体塗料の帯電量測定システム

Fig. 1 Experimental setup for the measurement of charge to mass ratio of powder paints in an electrostatic powder coating system.

き帯電し、空気流と電界の力によって飛走し、吸引式ファラデーケージ内に回収される。ファラデーケージへの粉体塗料の吸引は、15秒間行った。ファラデーケージ内に回収された粉体の帯電量を、積分器を通してエレクトロメータで測定すると同時に、測定時間に対する積算電荷量の変化を X-T レコーダで記録した。また、回収された粉体塗料の質量を天秤により測定した。なお、1回の測定は、10gの粉体塗料を粉体塗装装置にセットし、それを吐出することにより行った。この時、粉体塗料は測定開始後約4秒から約15秒までの間吐出される。また、フリーイオンのみの測定も行った。

### 3. 結果および考察

はじめに、空気のみを供給して塗装ガンを作動させて、フリーのコロナイオンを発生させ、金属スクリーンによるフリーイオン除去の効果を調べた。塗装ガン吐出口からファラデーケージまでの距離を40cmとして、金属スクリーンをガン吐出口から15cmの位置に配置した。吸引式ファラデーケージを15秒間作動させ、ファラデーケージに吸引されるフリーイオンの電荷量を、金属スクリーンを配置した場合と、しない場合について測定した結果を図2に示す。結果は正極性のコロナ放電電圧の関数として表示した。この結果より、金属スクリーンの使用によって、ファラデーケージに吸引されるフリーイオンの量を、使用しない場合の4%程度に減少させることが確認できた。なおこの測定の場合には、塗装ガンに粉体塗料を供給していないので、金属スクリーンに粉体塗料が付着して、逆電離が生じるという問題はない。

つぎに、塗装ガスに実際に粉体塗料を供給して帯電させ、吐出された粉体塗料をファラデーケージに吸引してその帯電量を測定した。このとき、金属スクリーン、お

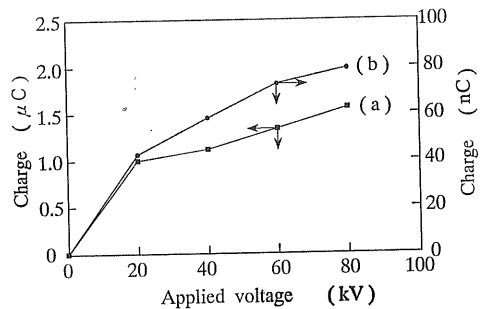


図2 ファラデーケージに吸引されるフリーイオンの電荷量 (15秒間)

- (a) 金属スクリーンを使用しない場合
- (b) 金属スクリーンを使用した場合

Fig. 2 Amount of charge of free ions collected in the Faraday cage for 15 s.

- (a) without metal wire screen
- (b) with metal wire screen

およびそれに水を流したもの、すなわち water curtain をフリーイオン除去の目的で使用した。ファラデーケージに吸引される粉体塗料の積算電荷量を、粉体塗料の吐出時間の関数として図3に示す。図3(a)は金属スクリーンに水を流さなかったときの結果である。測定開始時から吐出開始 (powder on) まではフリーイオンによる電荷量である。今回の実験では、粉体塗料が粉体供給部からガン内部へ送られ、吐出されてファラデーケージに吸引されるまで約4秒を要した。その後、金属スクリーンを通り抜け、ファラデーケージに吸引される帯電した粉体塗料の総電荷量は、吐出される粉体塗料の総質量に比例して増加した。しかし、約10秒後、粉体塗料の総電荷量と時間との比例関係は崩れ、測定に乱れが生じた。この点で金属スクリーンにおいて逆電離発生が始まったと考えられる。塗装ガンより吐出された粉体塗料は、少な

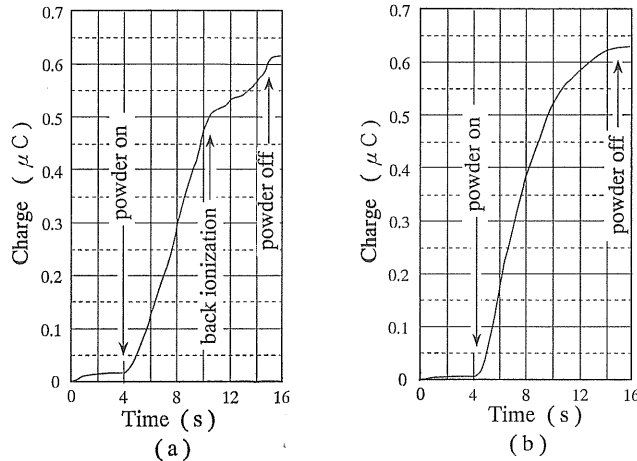


図3 ファラデーケーージに吸引された粉体塗料の積算電荷量の時間変化 (コロナ電圧: 60 kV)

- (a) 金属スクリーン (途中で、逆電離の発生あり)  
 (b) water curtain (途中で、逆電離の発生なし)

Fig. 3 Total charge of the powder paint collected in the Faraday cage as a function of time (corona voltage: 60 kV).

- (a) with metal wire screen (back ionization occurred)  
 (b) with water curtain (back ionization did not occur)

らず金属スクリーンに付着する。さらに、たえず放出されているフリーイオンは金属スクリーン上に付着している粉体塗料に付着して、その電荷量をさらに増加させる。その結果、金属スクリーンの近傍で逆電離が生じると考えられる。逆電離は二次電子または二次イオンを放出し、それが飛走している粉体塗料に付着すると、粉体塗料の電荷は減少する。なお、粉体塗料の吐出は約15秒の時点で終了する。

一方、金属スクリーンを water curtain としてはたらかせた場合の結果においては (図3(b)), 粉体塗料の吐出開始から停止までの間に、逆電離の発生と見られる現象は現れなかった。金属スクリーンに水を流すことにより、付着した粉体塗料が流されてしまうため電荷の過剰な蓄積がなく、逆電離が生じないことによるものと推定される。なお、図3(b)において、約10秒あたりから電荷量に飽和傾向が見られるが、これは10秒を過ぎるあたりから粉体塗料の1秒当りの吐出量が減少し始めることによる。また、10秒を過ぎるあたりからの電荷量の飽和傾向は図3(a)においても見られるが、この場合は約10秒の時点における電荷量の変化が滑らかでないことが重要で、この変化が逆電離の発生を示唆しているものと考えられる。

つぎに、図3(a), (b)の実験結果から、粉体塗料の比電荷を計算したところ、金属スクリーンの場合  $0.20 \mu\text{C}/$

g, water curtain の場合  $0.28 \mu\text{C}/\text{g}$  という値が得られた。この値は、15秒間の積算電荷量を15秒間にファラデーケーージに吸引された粉体塗料の質量で割ったものである。金属スクリーンを使用した場合のほうが water curtain を使用した場合より比電荷の値が小さいのは逆電離の発生に起因すると考えられる。ただし、比電荷の値は測定の再現性が十分でないことも確認できた。粉体塗料の吐出速度の変動、金属スクリーン、water curtain への粉体塗料の付着状況の変化、等が原因と考えられるが、詳細は現在のところ不明である。

以上の結果から、粉体塗料の帯電量測定において、water curtain は逆電離の発生を避けてフリーイオンを除去することに関しては有効と判断される。

#### 4. 結 論

静電スプレーガンから吐出された粉体塗料の帯電量を測定するとき、逆電離を避けてフリーイオンを除去する目的で Hughes により提案された water curtain の有効性を調べた。その結果、付着した粉体塗料が流されてしまうため電荷の過剰な蓄積がなく、逆電離が生じないことを確認し、water curtain は有効と判断した。

#### 参 考 文 献

- 1) J.F. Hughes: U.K. Patent No. 8320654