重畳放電を用いた粉体の表面処理と帯電特性の改善

非会員 大羽賀健生* 非会員 崔 光石*
正 員 村田 雄司*

Surface Treatment of Polymer Powder by Superimposed Discharge and its Effect on Charging Characteristics

Takeo Ohaga*, Non-member, Kwang-Seok Choi*, Non-member, Yuji Murata*, Member

The electrostatic powder coating using a tribochager has a serious problem; it is hard to electrify some kinds of powder paints sufficiently. To solve this problem, plasma treatment in atmospheric pressure was carried out. The plasma was generated by superimposing surface and barrier discharges (SSBD). As a result, the effect of SSBD was greater than the sum of effect of surface discharge (SD) and that of barrier discharge (BD). It is thought that the effect related not only with discharge power but also with the other factors. Dust collection effect of BD is possibility one of the factors.

キーワード：静電粉体塗装，表面処理，帯電特性

Keywords：electrostatic powder coating, surface modification, charging characteristics

1. はじめに

摩擦帯電を利用した静電粉体塗装装置には粉体の種類によっては十分な帯電量を得られないという問題がある。この対策として、筆者らはバリア放電で粉体を表面処理し、その接触摩擦帯電特性の向上を試みてきた。表面処理した粉体の帯電特性には経時変化があり、処理後時間が経過すると摩擦帯電で得られる帯電量は減少する。そのため摩擦帯電器の手前に処理管を連結し、表面処理した粉体をすぐに摩擦帯電させた。この方式により粉体の帯電量を大きく増やすことができた⁽¹⁾。この大気圧プラズマ処理による帯電特性の変化は主に粉体表面への酸素の導入によるものと考えられるが、その詳細は未だ不明である。

本研究では沿面放電とバリア放電を重畳した放電(以下、重畳放電)を発生させる処理管を製作した。沿面・バリア各放電を単独で用いた場合より大きく帯電特性が向上できたため、ここに報告する。

2. 実験方法

〈2・1〉 実験装置 実験装置は粉体供給装置、処理管、摩擦帯電器から構成される。粉体 1.0g が粉体供給装置により搬送空気(流量 20L/min)中に供給される。この粉体は処理管内で表面処理され、摩擦帯電器により帯電させられる。試料粉体には平均粒径 160 μm の高密度ポリエチレン粉体

(三井石油化学工業 Hi-Zex GP)を用いた。

図 1 に重畳放電を用いた処理管(処理管 1)を示す。アクリル管(内径 4mm, 外径 8mm)の内側に棒電極を同軸に配置し、外側にピッチ 5mm で螺旋状に線電極(直径 100 μm)を巻き付けた。棒電極を接地し、線電極に 50Hz 交流高電圧を印加することにより沿面放電を発生させた。以下、この電極構造を沿面放電電極と記す。幅 200mm のアルミ箔を巻き付けたアクリル管(内径 12mm, 外径 15mm)の中心に上記沿面放電電極を配置し、アルミ箔を接地することで線電極と接地電極の間にバリア放電を発生させた。従って放電空間ではこの 2 つを重畳した放電が発生する。また、スイッチの切り替えによりそれぞれの放電を単独で発生させることも可能である。以下、バリア放電、沿面放電、重畳放電による処理をそれぞれ BD, SD, SSBD と記す。また沿面放電電極の代わりに線電極(直径 100 μm)をアクリル管の中心

図 1 処理管 1

Fig. 1. Discharge tube 1 for plasma treatment.

* 東京理科大学理工学部
〒278-8510 野田市山崎 2641
Faculty of Science and Technology Tokyo Univ. of Science
2641 Yamazaki, Noda 278-8510

に配置した処理管を処理管 2 とする。

〈2・2〉 測定方法 ファラデーケージを用いて比電荷の測定を行った。また、供給粉体の重量 W_{in} とファラデーケージに到達した粉体の重量 W_{out} の差から実験装置内部に付着した粉体の重量 W を求めた。 W_{in} に対する W の割合を付着率と定義する。放電電力はデジタルオシロスコープ（横河電機株式会社 DL7100）により計測した電流波形から電流値を求め、印加電圧と電流値との積から求めた。

3. 実験結果及び考察

〈3・1〉 放電形態と比電荷 放電形態の違いによる帯電特性の変化を調べた(図 2)。印加電圧は 6kV である。BD は印加電圧を増加させれば表面処理効果(以下、処理効果)があらわれるが、この条件では未処理時と同程度の比電荷しか得られなかった。SD では未処理粉体の比電荷の約 1.3 倍に、SSBD では約 2.8 倍になった。この結果では SD での処理効果は確認できるが、BD では処理効果は確認できない。それに関わらず SSBD の処理での帯電特性の向上は大きく、SD と BD の処理効果の和では説明することができない。また、図 2 に示すように放電の電力については BD 単独の電力(0.36W)と SD 単独の電力(0.09W)の和よりも、SSBD の電力(0.54W)の方が大きい。このことから、電力値が増加したためにこのような処理効果が得られたと思われる。そこで、各放電の電力をほぼ同一にした時の処理後の粉体の比電荷を測定した(図 3)。この場合でも SSBD の処理効果が他のものより大きいことがわかる。このことから SSBD が他のものより処理効果が大きいのは電力値が高くなったこと以外の要因も関与すると考えられる。

〈3・2〉 バリア放電による帯電特性の向上と集塵効果

バリア放電には集塵効果があることが知られている⁽²⁾。この効果が前節に述べた要因である可能性を検討した。この効果が働くとき粉体は集塵電極上で衝突と反発を繰り返して移動するので粉体が放電領域を通り抜ける時間が長くなると考えられ、処理効果の増大に結びつくと思われる。

処理管内で集塵効果が働いている場合、処理管の内壁などへの付着率は上がるためこれを調べた。また、処理管 1 の BD では処理効果が弱く表面処理効果と集塵効果の関連性を明確化しにくいいため、処理管 2 を用いた。処理管 2 は処理効果が強く発揮されることが確認されている⁽¹⁾。

図 4 に印加電圧の変化に伴う比電荷と付着率の変化を示す。比電荷と付着率は共に 5kV から 7kV までは印加電圧の増加に伴って増加し、7kV 以上の電圧ではほぼ飽和している。これより処理効果と集塵効果には関連性があると推察される。SSBD でもバリア放電の集塵効果が働くとすると前節の要因の説明ができる。

4. まとめ

重畳放電を発生させる処理管を製作し粉体の表面処理をおこなった。それぞれの放電を単独で用いた場合よりも強い処理効果が得られた。この理由として、より多くの電力

図 2 印加電圧 6kV 時の比電荷

Fig. 2. Specific charge when applied voltage was 6kV.

図 3 電力一定時の比電荷

Fig. 3. Specific charge when power was constant.

図 4 印加電圧の変化に伴う比電荷と付着率

Fig. 4. Specific charge and adhesion efficiency as a function of applied voltage.

を投入できたためだと考えられるが、この他にバリア放電の集塵効果が関与している可能性がある。

(平成 16 年 1 月 5 日受付, 平成 16 年 2 月 5 日再受付)

文 献

- (1) Y. Hara and Y. Murata : "Enhancement of Frictional Charging Characteristics of Polymer Powder by Plasma Treatment", IEEE Ind. Appl. Conf., Vol.2000, No.2, pp.847-850 (2000)
- (2) Y. Kawada, T. Kubo, Y. Ehara, T. Takahashi, T. Ito, A. Zukeran, and T. Takamatsu : "Cleaning the Polluted Air of the Particulate and NOx by the Barrier Discharge", TIEE Japan, Vol.120-A, No.5, pp.547-552 (2000-5) (in Japanese)
川田吉弘・久保隆文・江原由泰・高橋武男・伊藤泰郎・瑞慶覧章朝・高松武史:「無声放電を用いた煤煙と NOx の除去」, 電学論 A, 120, 5, pp.547-552 (2000-5)