

ノート

# 大気圧 N<sub>2</sub> プラズマ処理によるポリエチレン粉体の帯電特性の変化

長澤 俊之<sup>\*1</sup>, 村田 雄司<sup>\*</sup>

(2000年8月3日受付, 2000年9月11日受理)

## Change in Charging Characteristics of Polyethylene Powder Particles by Plasma Treatment in N<sub>2</sub> Gas of Atmospheric Pressure

Toshiyuki NAGASAWA<sup>\*1</sup> and Yuji MURATA<sup>\*</sup>

(Received August 3, 2000; Accepted September 11, 2000)

In order to improve the characteristics of contact and frictional charging of polyethylene powder, the effect of plasma treatment in N<sub>2</sub> gas of the atmospheric pressure was investigated using a fluidized bed. After 30 minutes treatment with plasma of 300mW, the charge to mass ratio of polyethylene powder particles of 160 μm in mean diameter by contact and friction with glass beads increased 3 times as much as that before treatment.

### 1. はじめに

電子写真や静電粉体塗装のように高分子の帯電現象を利用した技術が普及してきている。このような技術において粉体の帯電量の制御が必要とされている。

古くから高分子材料の表面改質の方法としてプラズマ処理が行われている。このプラズマ処理によって高分子フィルムの帯電特性を変化させられることがわかっており<sup>1)</sup>, 粉体への適用も研究されている<sup>2,3)</sup>。しかし, プラズマ処理は一般に装置内を低気圧に保つ必要がある。そのため, 粉体を処理装置に送り込むことが容易でなく, 粉体を大量に処理する場合には, 装置が複雑で高価になる。同様のプロセスを大気圧下で行うことが出来れば, コストなど多くの点で有益なはずである。

本研究では高分子フィルム表面の接触角を変化させられることが確かめられている大気圧下でのプラズマ処理<sup>4,5)</sup>を適用し, 粉体の帯電特性を変化させることを試みた。

粉体を処理する上での問題点として, 比表面積が大きく, 形状やサイズの異なる粒子を凝集させることなく, 一個々の表面を均一に処理しなければならないという点があげられる<sup>6)</sup>。そこで本研究では粉体に流動層を形成させることで, 均一に処理することを試みた。

### 2. 実験方法

#### 2.1 プラズマ処理装置

本実験に用いた大気圧プラズマ処理装置は, 50Hz 交流高圧電源, プラズマ処理管, ウインドボックス, ガス供給源で成り立っている。プラズマ処理管はアクリル棒 (直径 10mm) にらせん状に直径 50 μm のステンレスワイヤをピッチ 10mm で巻いたワイヤ電極, アクリル円筒 (内径 34mm), 及び円筒外壁に密着した網状の接地電極で構成されている。図 1 にプラズマ処理装置の概略を示す。ウインドボックス内に送り込まれた処理ガスがエアフィルタを通してプラズマ処理管に入り, 試料粉体 10g を流動化させる。一方, ワイヤ電極に高圧交流電圧を加えることによりプラズマを発生させて処理を行う。本実験は処理ガスとして窒素ガスを, 試料粉体として高密度ポリエチレン粉体 (三井石油化学工業, Hi-Zex Gp, 平均粒径 160 μm) を使用した。

#### 2.2 プラズマ処理直後の試料粉体の帯電量

プラズマ処理直後の試料粉体 1g の帯電量をファラデーケージによって測定し, 比電荷を求めた。

#### 2.3 試料粉体の接触摩擦帯電特性

ガラス容器の中に粉体 1g と粒径 2.0~2.6mm のガラスビーズ 40g を入れ, この容器を 29rpm で 10 分間回転させることにより粉体とビーズを混合帯電させる。その後, ブローオフ法によって比電荷を求めた。

### 3. 実験結果

平均電力 300mW で処理した直後の粉体の比電荷を図 2 に示す。比電荷は未処理の粉体が 3.8nC/g であったのに対し, プラズマ処

キーワード: 粉体, 大気圧, プラズマ処理, 帯電特性, 流動層

\*東京理科大学理工学部 (278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan

†j7300629@ed.noda.sut.ac.jp

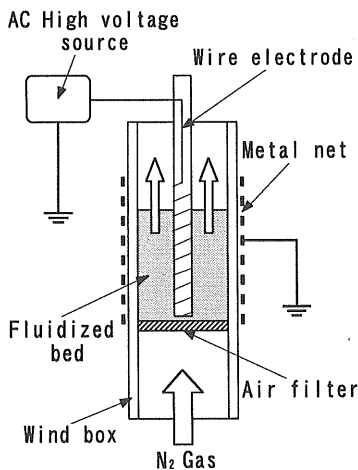


図1 プラズマ処理装置  
Fig.1 Plasma Treatment system.

理をした直後の粉体は0.4~1.3 nC/gであり、未処理時の10~35%まで減少した。

試料を300mWの一定電力で処理したのち、ガラスビーズと粉体を摩擦帯電させたときのプラズマ処理時間と比電荷の関係を図3に示す。混合帯電による比電荷はプラズマ処理の進行に伴って負極性帯電傾向が強まり、30分程度の処理で飽和する傾向を示すことがわかった。その飽和値は約-0.9 μC/gで、この値は未処理試料の約3倍に相当する。

4. 考察

処理中の粉体粒子は処理管の管壁や他の粉体粒子と接触した時に帯電する。この粒子が正負に帯電していると粒子同士が互いに引きあい凝集してしまう。このように粉体の帯電状態にアンバランスが生じることが凝集の一つの原因として挙げられる。しかし、本実験では処理直後の粉体の比電荷は非常に小さく、未処理の時以下であり、処理による粉体粒子の新たな帯電は確認されなかった。これは粉体粒子がプラズマ中の正負のイオンによって除電された結果であり、この除電効果により粉体の凝集を防ぐことができたと考えられる。

粉体粒子はガスによって浮遊状態にされ、さらに外部電界による力を受けており、個々には絶えず運動している。本実験では印加電圧を高くするほど粉体粒子の運動が活発になる様子が観察された。プラズマ処理による表面改質はプラズマ中の励起分子、紫外光、ラジカル、イオンが関与していると考えられており<sup>7)</sup>、本実験では局部的に強い電界が生じているワイヤ電極付近でプラズマが発生し、運動している粉体が入りかわってプラズマにさらされることによって均一に処理されると考えられる。

本実験でポリエチレン粉体の帯電特性を負極性に強めることが出来たが、長時間の処理を要した。これは処理電力が小さかったことが原因であると考えられる。

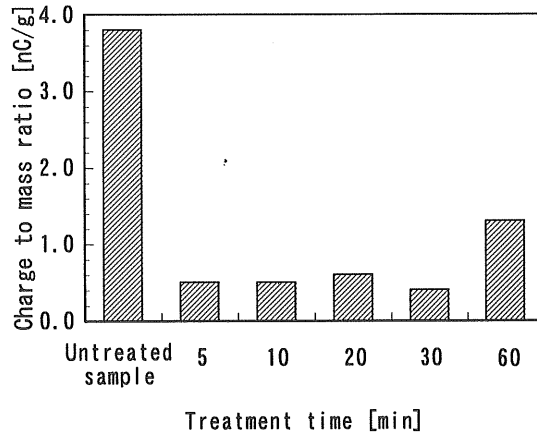


図2 処理直後の粉体の比電荷  
Fig.2 Specific charge of polyethylene powder particles just after the treatment by plasma.

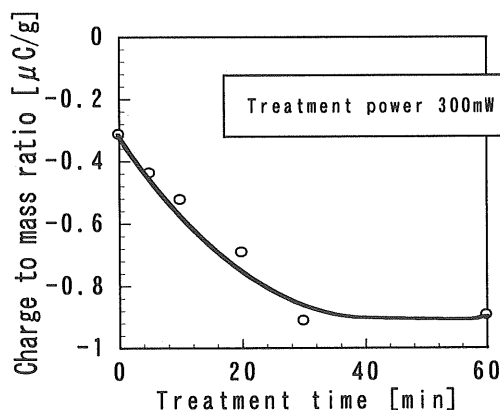


図3 大気圧プラズマ処理によるポリエチレン粉体の帯電特性の変化  
Fig.3 Change in charging characteristics of polyethylene powder particles by plasma treatment in atmospheric pressure.

5. まとめ

ポリエチレン粉体を大気圧下でプラズマ処理することにより、ガラスビーズとの接触摩擦帯電の比電荷が未処理の3倍になった。また凝集しやすい粉体に流動層を形成させ、流動化して処理を行うことにより、粉体を凝集させることなく処理できた。

参考文献

- 1) H. Takeda and Y. Murata : Jpn. J. Appl. Phys., 35 (1996) 4791
- 2) J. Kodama, R. Foerch, N.S. McIntyre and G.S.P. Castle : J. Appl. Phys., 74 (1993) 4026
- 3) 山田晋太郎, 金子富士男, 小又基彰, 竹内 学 : 粉体工学会誌, 35(1998) 644
- 4) S. Kanazawa, M. Kogoma, T. Moriwaki, S. Okazaki : J. Phys. D:Appl. Phys., 21 (1988) 838
- 5) 解野誠司, 脇田登美司, 佐藤幸弘, 紀村 健, 内山 宏 : 繊維学会誌, 51(1995) 186
- 6) 長田義仁: 低温プラズマ材料化学, p.222, 産業図書出版(1994)
- 7) 長田義仁: プラズマ重合, p.244, 東京化学同人(1986)