

ノート

Ar 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

荒 館 卓 央^{*1}, 村 田 雄 司^{*}

(1999年12月14日受付, 2000年1月27日受理)

Change of Charging Characteristics for Polyethylene Powder Using Plasma Treatment in Ar Gas

Takao ARADACHI^{*1} and Yuji MURATA^{*}

(Received December 14, 1999; Accepted January 27, 2000)

A new method of plasma treatment for powder particles was investigated. A glass bottle horizontally held on a rotating system was used for the treatment. The outside of the bottle was covered by the grounded metal net, and the rod electrode was provided at the center of the bottle, which was connected to an ac high voltage source. Powder particles were placed in the bottle with stainless steel beads of large diameter and the plasma was generated between two electrodes and while the bottle was rotating. Using this system, powder particles were uniformly plasma-treated without coagulation. After 40 seconds treatment with plasma of 0.55 W in Ar gas, the charge to mass ratio for polyethylene powder particles having 160 μ m mean diameter generated by stainless beads friction increased 14 times as much as that before treatment.

1. はじめに

電子写真や静電粉体塗装などの粉体の帯電現象を利用するためにも、また粉体の帯電による粉塵爆発などの静電気障害を防止する上でも、粉体の帯電の制御は重要である。

本研究では、過去の研究において高分子フィルムの接触・摩擦帯電特性を変化させることが確められているプラズマ処理¹⁾を粉体に適用することを試みた。

プラズマ処理による高分子粉体の帯電特性を変化させる試みは過去にも若干の例²⁻⁴⁾があるが、粉体を処理する場合には、処理中に粉体粒子をいかによく分散させ、均一に処理できるかが問題となる。本研究では試料粉体をそれより大きい粒子と同じ容器に入れ、それらの入った容器を回転させることによって粉体を流動化させ、均一に処理することを試みた。この手法を用い、ポリエチレン粉体を不活性ガス (Ar) 中で処理して、接触・摩擦帯電特性の変化を調べた。

2. 実験方法

2.1 プラズマ処理装置

図1にプラズマ処理装置の概略を示す。棒電極は試料を入れる円筒形のガラスビン (処理容器, 内径48mm, 有効長さ52mm)

キーワード: 粉体, プラズマ処理, 帯電特性, 混合帯電

* 東京理科大学理工学部 (278-8510 野田市山崎2641)
Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo,
Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan j7399603@ed.noda.sut.ac.jp

内にその中心軸を通るように設置されており、これにスライダックとネオントランスから構成されている電源で50Hzの交流高電圧を印加する。また、円筒型の網電極が、処理容器の外側に巻かれており、電流測定用抵抗10 Ω を介して接地されている。処理容器及び電極系は真空チャンバー内に入っている。

試料粉体 (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 μ m) を、処理容器の中に、それより大きい粒子であるステンレスビーズ (粒径3.2mm) と共に入れる。試料粉体1gに対して、ステンレスビーズ30gを混入した。処理容器は回転するローラーに接しており、11回転/sで回転する。この回転によりビーズが粉体の凝集をほぐし、粉体粒子全体が均一にプラズマ処理されると期待される。

まず、真空チャンバー内を0.1Pa以下に排気し、Arガスに置換を行った後、ガスを133Paまで導入する。そして処理容器を回転させながら電極間にプラズマを発生させ処理を行なう。

本実験では電力0.55Wのプラズマを発生させて処理した。

2.2 試料粉体の帯電特性測定装置

試料粉体をステンレスビーズと混合し処理容器に入れ、11回転/sで30秒間回転させることによりビーズと混合帯電させる。その後、ブローオフ法によって比電荷の測定を行なった。

3. 実験結果

図2に、試料粉体の処理直後の状態を示す。(a)はステンレ

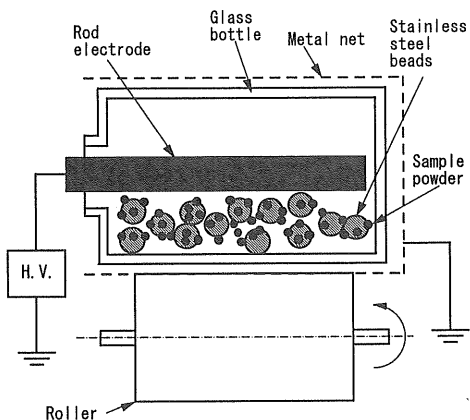


図1 プラズマ処理装置
Fig. 1 Plasma treatment system.

スビーズを混入しない場合であって、粉体粒子は幾つかのブロック状に凝集している様子がわかる。(b)はステンレスビーズを混入した場合で、粒子がほぼ均一に分散しており、処理容器の回転に伴うステンレスビーズの運動が粉体粒子の凝集防止に有効に作用していることが示されている。試料粉体はステンレスビーズとの混合帯電で、プラズマ処理の進行に伴って負極性帯電傾向が強まることがわかった。図3に処理時間の増加に伴う混合帯電特性の変化を示す。図の縦軸は、混合帯電による発生電荷量(比電荷)から処理直後の比電荷(混合帯電前の値)を引いた真の発生電荷量である。試料粉体の処理前の平均比電荷は $-0.053 \mu\text{C/g}$ である。プラズマ処理をした直後はおよそ $-0.129 \mu\text{C/g}$ で、この値は処理時間にほとんど依存しない。

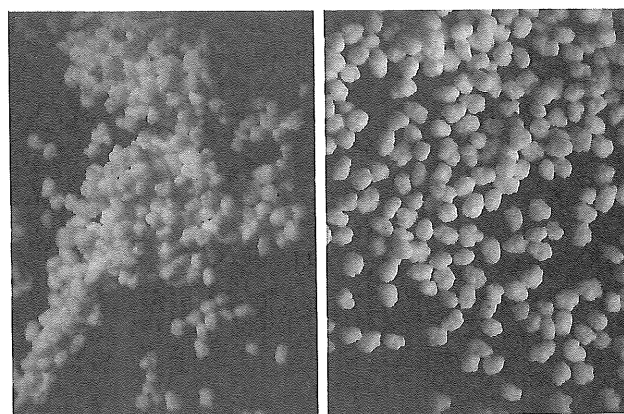
混合帯電による比電荷は処理時間の増加に対して負極性で増加して行くが、40s程度の処理で飽和する傾向を示す。飽和値は $-0.743 \mu\text{C/g}$ で、この値は処理前に比べて約14倍になっている。

4. 考察

試料粉体にステンレスビーズのような導電性粒子を混合すると、プラズマの状態に影響を与えることが考えられるため、絶縁体粒子を用いる実験も行ったが、処理結果に大きな差異は認められなかった。そこで本論文では、粉体の分散効果を大きくするため質量の大きいステンレスビーズを用いた実験の結果を報告した。なお、ステンレスビーズの場合、処理中の粉体粒子の付着は極めて少なかった。

粉体のプラズマ処理では、処理が不均一で処理された粉体粒子と処理されていない粉体粒子が存在する場合、これらが混合され摩擦されるとお互いに正負に帯電するようになり、新たな凝集の原因になる。本実験に用いた混合方法では結果的に凝集が防止されており、各粒子がよく処理されたものと考えられる。

プラズマ処理中の処理容器の回転によって粉体粒子はステンレスビーズと混合されているのであるから、混合帯電が起こっていることになる。しかし、処理が終了した直後の比電荷は、処理後の混合帯電による比電荷に比べて、約1/6程度の値しか示さず非常に小さい。これは、処理中にプラズマ中の正負のイオンが混



(a) ビーズ無しで処理 (b) ビーズを混入して処理
(a) Treatment without beads (b) Treatment with beads

図2 試料粉体の処理直後の写真
Fig. 2 Photos of sample powder after treatment.

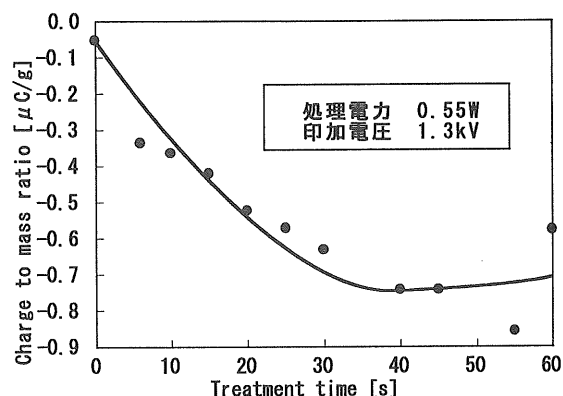


図3 Arプラズマ処理によるポリエチレン粉体の帯電特性の変化

Fig. 3 Change in charging characteristics of polyethylene powder by plasma treatment in Ar gas.

合帯電によって発生する電荷を打ち消すためであると考えられる。

5. まとめ

粉体とビーズを同じ容器に入れ、それらの入った容器を回転させてプラズマ処理を行うことにより、粉体を凝集させることなく処理することができた。また、実験に用いたポリエチレン粉体の場合、処理により未処理のものに比べてステンレスビーズと混合させた時の比電荷が約14倍に増加した。

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) 伊藤征四郎, 南橋哲司, 塩川二郎 : 色材, 67 (1994) 7
- 4) 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