

ノ ー ト

# コロナ放電処理による低密度ポリエチレン表面の帯電特性の変化

江原史和\*<sup>1</sup>, 村田雄司\*

(1998年11月19日受付; 1998年12月3日受理)

## Change in Charging Characteristics of Low Density Polyethylene Surface by Corona Treatment

Fumikazu EBARA\*<sup>1</sup> and Yuji MURATA\*

(Received November 19, 1998; Accepted December 3, 1998)

The change in charging characteristics of LDPE by corona treatment was investigated and the results were compared with those by plasma treatment. The saturated charge density after treatment by contact with Cu beads was 12 times as large as that before treatment, which was much smaller than the case of plasma treatment carried out at the same electric energy. The previously plasma-treated sample was again treated by corona discharge. After that the sample showed a tendency to have the characteristics of the corona treated samples.

### 1. はじめに

材料の表面改質分野において、バルクの特性に影響を与えないことで注目されている処理方法の一つであるプラズマ処理の研究は古く、1960年代には始められていた<sup>1)</sup>。現在までに、このプラズマ処理によって高分子材料の帯電量が劇的に変化することが分かっている<sup>2)</sup>。しかしプラズマ処理は装置内を低気圧状態に保つ必要があり、装置が複雑、高価になる。

本研究では通常大気圧中で行われるコロナ放電処理に着目した。コロナ放電処理は、疎水性のポリオレフィン系フィルムなどの表面処理として接着性や印刷性の改善などによく利用されている<sup>3)</sup>。そこでこのコロナ放電によって高分子材料のうち構造の簡単なポリエチレン(低密度ポリエチレン)の表面処理を行い、同時に行ったプラズマ処理の結果と比較することによって、コロナ放電処理がプラズマ処理と同様な帯電性変化を生ずるものであるか否かを調べた。

### 2. 実験方法

#### 2.1 処理装置

処理装置は最大出力電圧15kVの50Hz交流高電圧源、コロナ放電器、ベルジャーから構成される。コロナ放電器は高圧側に

ステンレスワイヤーを、接地側にアルミ平板電極(140mm×140mm)を用いている。この電極間の間隔は20mmとした。処理は大気圧の空気中で行った。

処理電力量は、コロナ放電電圧と電流波形をオシロスコープで観測し、掛け合わせた波形から平均電力値として求めた。

試料として厚さ30 $\mu$ mの低密度ポリエチレン(LDPE:三菱化学工業(株)、LF-240)を用いた。試料は平板電極と同一の寸法に切り、平板上に固定し処理を行った。また、測定は試料の帯電特性を安定にするため、デシケータ内に24時間保存してから行った。

#### 2.2 接触帯電量測定

本研究では、帯電特性の測定に、カスケード法<sup>4)5)</sup>を応用した装置<sup>6)</sup>を用いた。これは銅ビーズ10gを試料表面上で滑落させ試料表面に発生した電荷量を測定するものである。

### 3. 帯電特性の変化

LDPEをコロナ放電処理し、帯電特性の変化を電力量密度( $\text{kJ/m}^2$ )((コロナ放電電圧)×(コロナ電流)×(処理時間)/(処理面積))と電荷密度( $\mu\text{C/m}^2$ )の関係から調べた。結果を図1に示す。処理は印加電圧3, 4, 5kVについて0~10min間行なった。

電荷密度の変化は処理時間でなく電力量によって決まることがわかった。また処理電力量の増加に従い電荷密度は負極性側

キーワード: コロナ放電処理, プラズマ処理, 帯電特性,

\*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, Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan <sup>1</sup>j7398612@ed.noda.sut.ac.jp

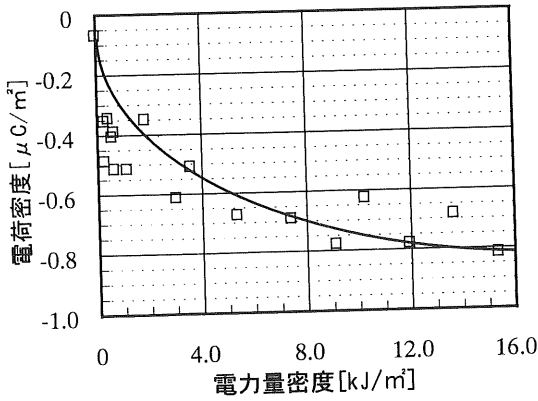
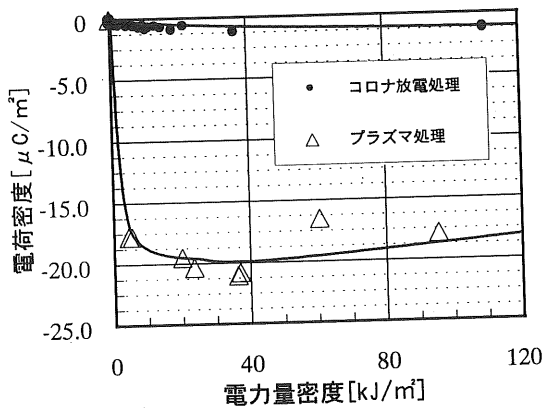


図1 コロナ放電処理による帯電特性の変化  
Fig.1 Change in charging characteristics of LDPE by corona treatment.



※処理電力 コロナ放電処理 : 120W/m<sup>2</sup>  
プラズマ処理 : 560W/m<sup>2</sup>

図2 コロナ放電処理とプラズマ処理の帯電特性の比較  
Fig.2 Comparison of the charging characteristics by corona treatment with those by plasma treatment.

に大きくなり、次第に一定値に飽和してゆくことがわかった。この飽和値は $-0.8 \mu\text{C}/\text{m}^2$ と、未処理の約12倍に変化した。

4. 考察

酸素プラズマ処理によって LDPE フィルム表面の帯電量は未処理の約 300 倍に変化するとの報告<sup>4)</sup>がある。酸素プラズマ処理とコロナ放電処理を施した試料の帯電量と電力量密度の関係を比較した結果を図 2 に示す。コロナ放電処理は酸素プラズマ処理に比べると非常に小さなものであった。この結果から、コロナ放電処理はプラズマ処理と同じ電力量密度で行っても、プラズマ処理のような大きな帯電量は得られないことがわかった。プラズマ処理では電力量密度が増加するにしたがって電荷密度が飽和する<sup>4)</sup>。コロナ放電処理でも電力量密度が高くなると同様に電荷密度が飽和する傾向がある。同じ電力量密度で両者の電荷密度が大きく異なる原因の解明は興味ある課題である。

図3はコロナ放電処理とプラズマ処理の違いを調べるために、

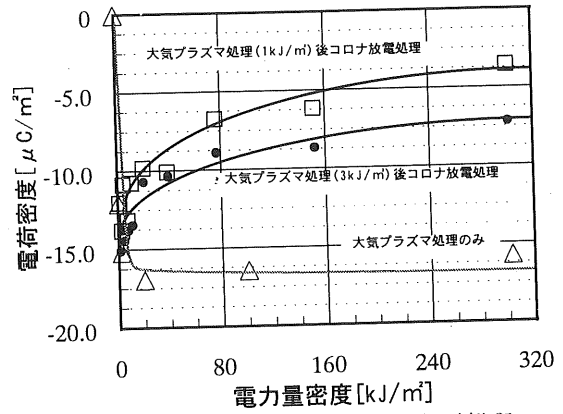


図3 大気プラズマ処理後コロナ放電処理を施した試料の帯電特性の変化  
Fig.3 Change in charging characteristics of LDPE by corona treatment. The sample was previously plasma-treated in air.

特定の電力量密度でプラズマ処理を行った試料にコロナ放電処理を重ねて行なった結果である。この結果、先に大気プラズマ処理によって帯電特性が大きく変化した試料は、その後直ちにコロナ放電処理を施すことによって帯電特性がもとに戻り、コロナ放電処理のみを施したときの電荷密度に近づいてゆくことがわかった。

この結果からコロナ放電処理による帯電特性の変化は、プラズマ処理とは異なる機構をもつと考えられ、固有の飽和値を持つと考えられる。

5. まとめ

大気中のコロナ放電処理によって、LDPE フィルム表面の銅ビーズ滑落で得られる電荷密度は未処理の12倍に変化した。しかし、変化の程度は同じ処理電力量で行ったプラズマ処理に比べはるかに少ないことがわかった。また、プラズマ処理した試料に再度コロナ放電処理を行うと、コロナ放電処理試料の帯電性に戻る傾向を示した。

6. 参考文献

- 1) 高分子学会: 高分子表面技術, p.211, 高分子表面研究会 編, 日刊工業新聞社 (1987)
- 2) H.Takeda, and Y.Murata : Jpn. J. Appl Phys., 35 (1996) 4791
- 3) 中前勝彦, 白石久司: 高分子の表面をつくる, p.12, 共立出版 (1994)
- 4) H.W.Gibson : J. Am. Chem. Soc., 97 (1975) 3832
- 5) 小口寿彦: 静電気学会誌, 15 (1991) 349
- 6) 松田雄一, 村田雄司, 菊池正: 静電気学会講演論文集'97, p.51, 静電気学会(1997)