
「プラスチックにとって真に理想的な内部練込み型 制電剤（帯電防止剤）とはどういう物か」

を長く追及してきた弊社の研究理念

電磁波シールド効果を持たせるために無機物などの導電性フィラーを多量に含有させて得る導体高分子や電子基板に貼り付ける特殊な電子伝導性ポリマーは別として、私達が日常接している大部分のプラスチック製品は絶縁体であり、金属製品のように感電する心配が無く、また、熱の不良導体であるという点からも各々有益に使われております。

しかし、プラスチック製品が絶縁性であるために生じる静電気の蓄積を根本から無くすことも一方で急務になり、それに適する有用な内部練込み型帯電防止剤の開発が前々から強く求められてきました。

このテーマに関しては、世界各国の多くの研究者や技術者達が取り組んだ結果、プラスチックの内部より表面に多く集まって存在する界面活性剤構造の物を使用することが初めに検討され、表面に突出した親水基部分の電気特性によって静電気を逃がす方式に基付き、それを練り込んだプラスチック製品の表面固有抵抗値の低下度を調べるのが先ず性能評価の基本になりました。

その際の表面固有抵抗値低下の目標は、表面塗布型帯電防止剤でプラスチック製品表面を処理した場合の無帯電状態と同様に $10^{10} \Omega / \square$ 以下でしたが、但し実際には、界面活性剤タイプの内部練込み型帯電防止剤ではプラスチック表面で正確に最密充填吸着膜を内部からブリードさせて形成させる事ができないために、親水基部分の電気特性の良い物を使用しても、表面塗布型帯電防止剤の皮膜のように、対象プラスチックの表面固有抵抗値を $10^{10} \Omega / \square$ 以下とすることは殆ど不可能で、しかも、経時変化により表面吸着状態が変化するため表面抵抗値が高くなってしまう傾向がありました。

それで、次に検討されたのが対象プラスチックと相溶する極性ポリマーの主鎖または側鎖の極性基部分を新たに分布させるように仕組んだポリマーブレンドタイプの内部練込み型帯電防止剤ですが、前述の界面活性剤タイプと違って対象プラスチックの内部に多く存在してしまうので、表面の固有抵抗値を下げる効果が弱く、相当量（10～30%）複合させないと $10^{10} \Omega / \square$ 以下とすることができず、そのために、対象プラスチック自体の持つ物性を変化させることと合わせて、帯電防止処理のコストを高めてしまうという難点がありました。

当社では、40年の帯電防止剤の研究歴を通して、界面活性剤タイプとポリマーブレンドタイプの内部練り込み型帯電防止剤の両方についての調査、検証を行ないつつ、真に理想的な内部練り込み型帯電防止剤とはどういう物かという事を新メカニズムの構築という考えを念頭に置きながら、これまで係り合ってきたボロン原子の電子軌道の特異性を参考に探ってまいりました。

そして、ここに界面活性剤タイプのように表面に多く分布し、吸着膜を形成させる必要が無く、また、ポリマーブレンドタイプのように多量の対象プラスチックと相溶させることなくプラスチックマトリックスの内部に少量で極小粒子としてエネルギー的に安定存在した状態のまま、ホール輸送作用によって途切れることなく帯電荷を極少量のうちから漏洩する性能を持つドナー・アクセプターハイブリッドタイプの新しい内部練り込み型帯電防止剤の「ビオミセルBNシリーズ」を開発致しました。

ビオミセルBNシリーズを複合させたプラスチック製品では、例えば表面にドナー・アクセプター分布が少なく、対象プラスチック自体の表面固有抵抗値 ($10^{14} \sim 10^{16} \Omega/\square$) 位しか現わさない物でも摩擦帯電荷や強制帯電荷を内部のホール輸送作用によってリークさせることができるので、通常条件での塵芥の付着堆積が殆ど無く、衛生的で、外観を損ねません。

一方、対象プラスチックマトリックスの熱処理成形以後、定常状態になるにつれ、電気特性改質効果の効率性が増して行き、安定化するという傾向があり、低分子化合物系でも、界面活性剤タイプのような性能劣化の心配が無いので、安心できます。

これまでの帯電防止剤の性能に関しては、経時的に性能劣化する事態があることから、帯電防止効果が十分に認められる表面固有抵抗値 $10^{10} \Omega/\square$ (半導体域) を保持できるように、内部練り込み型帯電防止処理製品の表面固有抵抗値の納入規格として $10^8 \Omega/\square$ 求める場合がありましたが、ビオミセルBNシリーズを複合させた帯電防止処理品については $10^{10} \Omega/\square$ の表面固有抵抗値を示している物は2年以上経過しても、変わらず無帯電製品となっており、信頼されて引き続き使用されています。

また、ビオミセルBNシリーズは+帯電荷も-帯電荷も問題無くホール輸送作用によってスムーズにリークするので接触物質の材料、材質による帯電防止効果の差異はありません。

ドナー・アクセプターハイブリッドの帯電防止効果の源であるホール輸送作用については、本シリーズ商品 (例えば「ビオミセルBN-77」) を対象プラスチックに少量添加したフィルムやシートで表面固有抵抗値 $10^{12} \Omega/\square$ を示す物を強制的に摩擦した後に静電吸着させた紙片がわずかの時間で落ちて行くことで確かめられます。

なお今後、より確実、かつ、信頼性の高い帯電防止プラスチック製品を製造する際には、帯電防止効果を推測する上で性質面の表面固有抵抗値の低下度を測定することと合わせて、現象面での強制帯電荷の減衰特性を観察して頂ければ幸いです。

(参考資料)

浜中 博義 「プラスチックスエージ」2011年1月号 82P～86P 掲載
“ドナー・アクセプターハイブリッド系帯電防止剤 (2)”

平成23年10月吉日

株式会社ボロン研究所 東京営業所
研究開発部

東京都荒川区東日暮里4-31-5 松崎ビル

TEL: 03-3806-3898

FAX: 03-3806-9563

E-mail: info@boron-labo.co.jp