137. 電子線による表面処理

木下 忍 福田 未紀子 越智 雅文
(岩崎電気株式会社)

1. はじめに

低エネルギー電子線加速装置が開発されてから 20 年以上が経過した。本装置は取扱いの簡便さから世界的に普及してきているが、分野が異なると未だ一般的に十分知られていない技術と思われる。電子線は粒子線であり電磁波とは異なる区分とされているがそのエネルギーは非常に大きいので紫外線では出来ない反応が期待できる。

本稿では、低エネルギー電子線加速装置の若干の説明と本装置により表面処理を行なった例として殺菌効果に関する基礎実験結果、フィルムの表面改質の実験結果について報告する。

2. 低エネルギー電子線加速装置

図 1 に本装置の概略図を示す。真空チャンバー中のタングステンフィラメントを加熱すると熱電子が放出してくる。この電子はターミナルにかけられた電圧で引き寄せられ、グリッドから抽出され、加速電圧 150 KV～300 KV で加速されて、それに相当するエネルギーを得て大気中（プロセスゾーン）へ飛び出してくる。電子線が物に照射されると制動 X 線が発生するので鉛等で装置内に閉じこめ、外部には漏洩しない構造（セルフシールド[®]）となっている装置である。

図 1 カートン型EB装置の原理

3. 殺菌効果に関する基礎実験

(3-1) 培地上の各種菌体に対する殺菌効果

以下の試験条件で実験を行なった結果、図 2 および表 2 の結果であった。

○電子線照射装置…ENERGY SCIENCES INC. 製 CB175/15/180L

○照射条件…加速電圧 175 KV, 吸収線量 0.5 KGy, 1.0 KGy と可変

○供試菌株名, 培地名および培養温度は表 1 のとおりである。

表 1 菌関係の条件

菌株名	使用培地	培養温度
E.coli JCM1649	DHL 寒天培地	37℃ 24 時間
B.subtilis (spores) JCM1465	トリプトソイ寒天培地	37℃ 48 時間
B.pumilus (spores) JCM2508	トリプトソイ寒天培地	31℃ 48 時間
A.niger var awamori JCM2261	ポテトデキストロース寒天培地	25℃ 1 週間

Surface treatment with electron beam, Shinobu Kinoshita, Mikiko Fukuda,
Masafumi Ochi

表 2 各種菌株の D 値

菌株名	D 値 (KGy)
E.coliJCM1649	0.4
B.subtilis (spores) JCM1465	1.6
B.pumilus (spores) JCM2508	1.7
A.niger var awamori JCM2261	0.9

(3-2) 滅菌レベルまでの効果確認

アルミ箔の上に B.pumilus (spores) を 10^7 オードになるようにし、電子線を照射し菌数変化を確認したところ図 3 のとおりであった。

○電子線加速装置…岩崎電気(株)製 CB250/30/180L

○照射条件…加速電圧 175KV, 吸収線量 0.25KGy, 4.4KGy, 9.5KGy

図 2 各種菌のサバイバルカーブ

図 3 滅菌レベルの効果確認結果

4. フィルムの表面改質

ポリオレフィンフィルムへ加水分解した有機官能性シランをコートし乾燥と電子線を照射することで重合とポリオレフィンフィルムとシラン間のグラフト重合させることで帯電防止効果を持ったフィルムに改質出来ることが確認された。実施内容と結果(表 3)は次のとおりであった。

○ポリオレフィンフィルム: LDPEフィルム 50 μ m

○有機官能性シラン: 東レ・ダウコーニング・シリコーン(株)製 SZ-6032

○コーティング膜厚: 3 μ m

○電子線加速装置…ENERGY SCIENCES INC. 製 CB175/15/180L

○照射条件…加速電圧 175KV, 吸収線量 30KGy

○表面抵抗計…三菱油化(株)製 Hiresta MCP-HT210 高抵抗率計

表 3 処理前後の表面抵抗値 (RH65%)

サンプル名	表面抵抗値 ($\Omega/\square$)
LDPEフィルム 50 μ m	1×10^{13} 以上
本処理サンプル	5.5×10^8

通常、表面抵抗値が 10^{12} ($\Omega/\square$) 以下で帯電防止効果が出ると言われており、表 3 から分かるとおり十分帯電効果があることが確認された。

5. おわりに

以上報告したように、電子線のエネルギーが高いことを利用して殺菌やフィルムの表面改質が非常に容易に行えることが分かる。

今回紙面の都合上実験例で紹介できなかったのも、ここで紫外線と電子線の反応に対する大きな違いを紹介する。紫外線に於て重合反応させる場合には光重合開始剤が必要であるが、電子線は照射するだけでラジカルが生成し重合反応を起こす。また紫外線の透過性は物質の分光特性によるが電子線では比重に関係することである。

現在ではかなりの研究成果が紹介されるようになってきたが、電子線の特徴を十分理解し実際に照射して確認を進めて行くことでソフト面、ハード面とも更なる発展をすることが期待される。