

電子部品製造を中心とした電子線照射の 応用技術

中井 康二 (なかい こうじ) (株)NHV コーポレーション EB 加工事業部 主査

1. はじめに

1952年にチャールスピーが原子炉を用いてポリエチレンの架橋を見出して以来、放射線による素材の改質技術はすでに50年以上の歴史をもっている。1961年には電子線照射装置による架橋ポリエチレン電線の生産が開始され、電子線照射による応用技術の幕開けとなった。以後、発泡ポリオレフィン、熱収縮材料、自動車用タイヤ、塗膜の硬化などに実用化され、さらに医療器具の滅菌、食品照射、環境保全の分野への利用など、各産業界で活発な実用化開発が行われている。

最近では電子線による材料の機能化、高付加価値化を目指したより高度な応用へと進歩している。以下に、電子線照射による高分子素材への架橋技術と塗膜の硬化技術を中心とした応用技術の概要について述べる。

2. 電子線照射装置

2.1 電子線照射

電子線は、電子ビームまたは Electron Beam (EB) とも呼称され、エネルギーを持った電子の流れを意味する。電子のエネルギーは電子が電場内を移動することにより、運動エネルギーの形で与えられる。丁度、高いビルの上から落とされる小石が地球の重力加速により運動エネルギーを得るのと同じである。従って、電子にエネルギーを与えることを、電子を加速するともいう。電子はマイナスの電荷を有するため、物質内に入るとその物質を構成している原子の核外電子の制動(ブレーキ)を受け、そのエネルギーの一部を原子に与え、2次散乱電子を創出する。2次電子は同様に次々とシャワー状に散乱電子を創出し、そのエネルギーを失う。創出された2次電子は反応性の高いラジカルを形成し、物質内に化学反応を起こす。

2.2 電子線照射装置 (EB 装置)

電子線を発生し、処理対象物質に照射する装置が電子線照射装置である。簡単にいえば、高真空中で電子を発生し、加速し、それを空気中に取り出して物質に照射し、その物質中に化学変化を起こさせるための装置である。電子を発生し、加速するといった意味では原理的に真空管、TVのブラウン管、X線装置のX線管と同じである。電子線照射装置には、加速方式、照射方式、エネルギーなどによっていろいろな分類の方法がある。工業利用に使用されている装置として用途から見ると照射方式により大別され、走査型と非走査型に分類される。

走査型は、主に絶縁被覆電線・熱収縮チューブ・発泡ポリオレフィン・ゴムタイヤの架橋や医療用具・包装材料の滅菌など、比較的高いエネルギーで処理する必要がある分野に使用されており、加速管内で加速されたスポット状の電子を被照射物の幅に走査するものである。

非走査型は、印刷インキ、各種基材へのトップコート、転写箔のハードコート、ラミネーション製品の接着剤、磁気メディア製品のバインダなど薄層面の硬化や、各種包装材料用の高分子フィルムやシートの架橋などに使用されている。照射幅に見合った長さのフィラメント構成を持った電子銃で照射窓箔との間で電子を1段加速するもので、構造的にシンプルであるが、300 kV以下の低エネルギーの装置に適用される。

3. 高分子への放射線の照射効果

高分子材料に放射線を照射すると、分子間の架橋、分子鎖の切断などの変化をもたらすが、これらは並行して起こり、分子構造、照射時の雰囲気などによりどちらが律速になるかによって架橋型と崩壊型に分類される。(表1)^{D)}に架橋型、崩壊型高分子の代表例を示