

〔9〕 電子線照射装置・高電圧試験装置

高電圧、高電界により加速された電子を物質に当てることにより物質の性質を変えることは、1952年にチャルスピーがポリエチレンの架橋反応を発見したことに端を発し、その後、工業的に広く利用されてきた。真空中で加速した高速の電子を大気中に取り出し、種々の材料に照射する設備は電子線照射装置（EPS）と名付けられ、当社が1950年代から商品化し市場に提供してきた。

電線のポリエチレンや塩化ビニルの被覆部分を架橋させ耐熱性を改善したり、熱収縮チューブの記憶効果を安定させたり、タイヤ用ゴムシートの流動性を改善したりする利用方法が、これまでに広く実用化されている。当社も、このような用途に使用される広範なエネルギー領域（数100kV～5MV）のEPSを、国内はもとより世界各国のお客様に多数納入してきた。また、当社は国内3拠点（京都、前橋、鳥栖）に保有するEPSを使用して、お客様の各種部材への受託照射加工や、お客様のニーズに応じた電子線照射による機能の付加などの実験照射も行っている。

電子線照射装置事業においては、2014年は経済成長が続く新興国市場において、アジア圏に加えて中南米、中東欧、アフリカでの新規EPS導入が続き、多数の装置を受注・納入することができた。また、米国の好景気を背景に国内外のタイヤメーカーが米国内での新工場建設を進めており、米国向けに複数のEPSを受注・納入している。欧州経済の先行き不透明などあるが、新興国市場を中心に引き合いが継続しており今後もEPSの導入拡大が期待される。

特に中国では、タイヤ・電線向け用途を中心に地場メーカーの新規設備導入が活発であり、当社製品の拡販を図るべく、子会社である日新馳威輻照技術（上海）有限公司で事業展開を本格化している。2012年10月に開所した新工場でのEPS生産も順調に拡大しつつあり、今後、中国国内はもとより近隣諸国への製品販売も行っていく。

照射サービス事業においては、家電向け・電鉄向けなどのパワー半導体の需要好調を背景に、デバイス特性の改善を目的とした半導体の受託照射が増加し、また、材料の改質などを目的とした医療器具の受託照射も好調に推移した。この他、新エネルギー関連などの材料開発用途でEPSの利用が検討されており、実験照射を通じてお客様の材料開発に貢献している。

電子線応用製品については、グラフト重合技術を応用した各種新材料の商品化開発を進めている。環境に優しい生分解性の高分子材料であるCMC(カルボキシメチルセルロース)を電子線架橋することにより得られる優れた吸水性・保水性を持つCMCゲルの用途開拓や、EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）の難燃化などについて、提携先との共同開発に取り組んでいる。

高電圧試験装置については、子会社である日新パルス電子株式会社にて事業を展開しており、中国、東南アジア、インド、中近東などの新興国におけるインフラ整備に関連する電力機器や電力ケーブルの高需要を背景に、重電機器メーカーや電線メーカーなど、国内ユーザの新規および更新用途の設備需要に対応している。

2014年は、交流、直流およびインパルスの試験装置を数台納入すると共に、分圧器や各種計測器などの関連機器を納入した。

同社では、高圧半導体スイッチ応用電源システム装置やインバータサージ試験用パルス電源、部分放電測定器などの新製品開発にも注力しており、今後の社会の多様なニーズに応える技術と製品を開発し提供していく。

（株式会社 NHVコーポレーション）

9. 1 電子線照射装置の最近の動向

2014年は、前年に引き続きEPSの世界市場での需要に更なる拡がりがあった。

タイヤ製造業界では、これまでは中国や東南アジア諸国を中心に装置を納入してきたが、北南米、ロシア、南アフリカなどにも拡大しており、今後も世界各

国における利用拡大が期待できる。

電線業界では、主に自動車用ケーブルの耐熱性改善のために電子線照射が広く利用されてきたが、ソーラーケーブルや鉄道用ケーブルにも利用が拡大されつつある。特に、インド国内においてはソーラーケーブ

ルを使用する太陽光発電の利用が拡大される方向であり、電子線照射のニーズの増加と今後の発展が期待される。

当社では、これまでに、日新馳威輻照技術（上海）有限公司が納入した装置も合わせて、400台以上のEPSを世界各国へ納入してきた。今後も、タイヤ製造業界、電線業界に加えて、医療や食品用の各種容器・包装材への殺菌・滅菌用途での需要の増加が見込まれ、

太陽光発電など新エネルギー関連の材料開発にも利用拡大が期待される。長年培ってきたコア技術（高電圧、真空、ビーム制御）を駆使し、各用途に適したEPSを提案しお客様のお役に立てるよう、更なる努力を重ねている。

当社の高出力・高品質なEPSは、グローバル市場における各分野のお客様のご要望にお応えすることにより、お客様の製品品質や生産性の向上に貢献している。

9. 2 新たな電子線照射応用技術の開発

当社では、電子線照射技術を用いた新たなアプリケーションの開発に力を入れている。

太陽電池などに用いられる透明封止材の難燃化に対して電子線照射技術の応用を検討している。透明封止材には一般にエチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）が用いられることが多いが、燃え易いという欠点がある。難燃剤を添加することで難燃性を得ることはできるが、封止材の長期使用において難燃剤が漏出し性能が失われてしまうという問題があった。そこで、電子線照射により難燃剤を固定化し高耐久の難燃性を有するフィルム、シートの開発に取り組んでいる。この製法で作られたEVAフィルムをUL94規格（プラスチック材料の燃焼性試験規格）に基づいて評価した結果、VTM-0相当(接炎3秒間を2回行い10秒以内に消火)の難燃性を持つことがわかった（図1参照）。近年、電子機器に用いられるフィルムにはVTM-0クラスの難燃性が求められており、近い将来には太陽電池に用いられるフィルム材料にも同様の難燃性が求められると予想される。高耐久の難燃性を有するフィルム材の需要増大に対応すべく開発を進めていく。

建設関連分野では、電子線架橋によって製造されるカルボキシメチルセルロース（CMC）ゲルのセメント養生への応用が進められている。セメントは水と化学反応（水和物を形成）することで硬化する。そのた

め、セメントを原料とするコンクリートの製造時に早期に急激な乾燥を受けた場合、ひび割れの発生や強度発現の低下など品質低下の原因となる。従来は施工後に養生シートで覆うことにより急激な乾燥を防いでいるが、施工直後は表面がまだ柔らかいため養生シートを用いることができず、乾燥が卓越するような環境においては表面の品質低下が課題となっていた。そこで、施工直後のコンクリート表面をCMCゲルを水に分散したもの（図2参照）で覆うことにより品質低下を防ぐ工法が検討されている。CMCゲルは、保水性が良く、生分解性であるため後処理が容易であるという利点を有している。この養生法は、東洋建設株式会社が「GETTキュア」という名称で新技術情報提供システム（NETIS）に登録されており、今後、本用途でのCMCゲルの需要拡大が期待される。

また、電子線グラフト重合技術を用いてプラスチック材料へ親水性やハッ水性を付与する製法についても開発を進めている。これらはスポーツや医療分野における応用展開が期待される。

このように、電子線が有する優れた効能を様々な分野に応用する取り組みを進めており、今後も電子線照射技術を応用した新技術、新製品の可能性を追求していく。



図1 EVAフィルムの燃焼試験（左：未処理、右：難燃処理）



図2 CMCゲル-水混合液

9. 3 九州工業大学殿へ航空機用材料の耐雷試験装置を納入

航空機産業において、旅客機の燃費性能向上のために主翼にカーボン素材を使用するなどの材料開発が近年盛んに行なわれるようになってきた。今回、航空機用材料の研究開発に用いられる、航空機耐雷試験規格 SAE ARP5412 (Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms)、Component A に準拠したインパルス電流発生装置を製作・納入した。

1. 装置性能仕様

航空機の主翼などに用いる材料の耐雷試験規格には SAE ARP5412、Component A～D が適用される。今回、上記規格の Component A に相当する表 1 に規定された波形を出力する装置を製作し納入した。

表 1 ARP5412 Component A 主要規定

出力電流波形	64 μ s × 69 μ s ± 20%
ピーク出力電流値	200kA以上
極性	正負両極性出力

上表の出力波形規定値の中で、ピーク出力電流値は航空機本体を試験対象とする場合に適用される数値であるが、今回の装置は材料の研究開発に用いられることもあり、客先指定の負荷抵抗値0.1 Ω ～1.0 Ω にて10kA以上の仕様にて設計製作している。

2. 回路構成

図 3 に主回路構成を示す。

回路構成は、R-L-Cの簡単な回路構成ではあるが、規定の大電流インパルス出力波形を得るために、実態配線を考慮したラインインダクタンス値の計算と回路シミュレーションなどを実施し、規定の出力波形が発生できることを事前に確認し製作した。

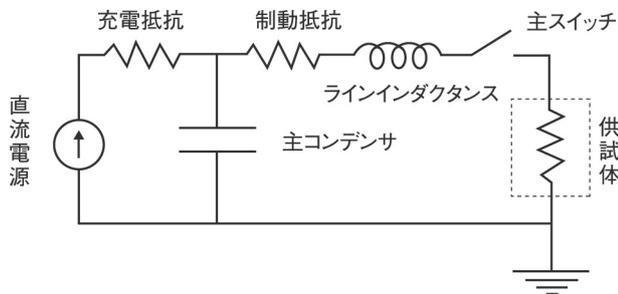


図 3 主回路構成図

3. 試験結果

図 4、図 5 に正極性と負極性の出力波形を示す。図示の通り、仕様を満足していることが確認できた。

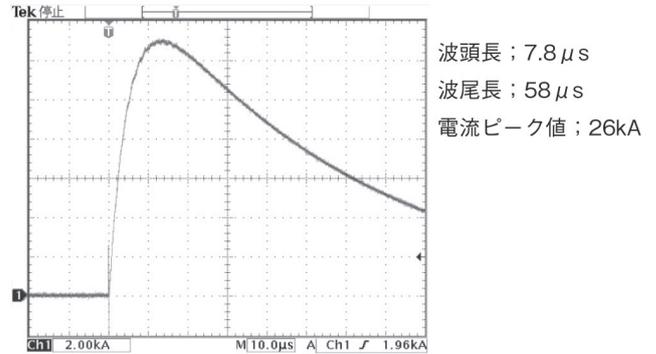


図 4 正極性出力波形

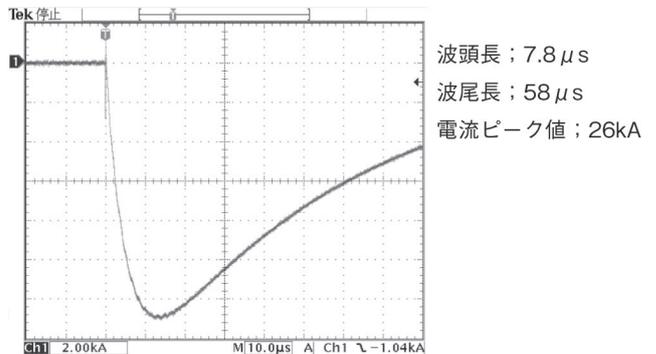


図 5 負極性出力波形

4. おわりに

完成した本装置の全景写真を図 6 に示す。今後にも本装置をご活用いただくことにより、新たな航空機用材料の開発に寄与できることを期待する。



図 6 インパルス電流発生装置