

〔7〕 電子線照射装置・高電圧試験装置

1952年に電子線照射によるポリエチレンの架橋反応が発見されたことに端を発した電子線照射技術は、今日工業的に広く利用されるようになった。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: Electron Processing System）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。

本照射技術は、これまでポリエチレンやポリ塩化ビニール等の電線被覆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等、多くのプロセスが実用化されている。当社は、これらの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、多様な機能の付加などを目的とした実験照射や、お客様の製品や部材への受託照射サービスを行っている。

2019年の経済状況は、米国と中国の貿易摩擦の長期化による経済の減速や、中国における自動車販売台数が低下した影響により自動車会社各社では業績が下方修正され、当社でも自動車関係であるタイヤ用生産設備の需要は減少した。しかし、高品質の発泡ポリエチレン製造用のEPSの需要は堅調で、自動車の機能向上によるセンサ類の増加、電気自動車へのシフトなどにより今後照射電線の需要増加が見込まれることなど、電子線照射装置需要は堅調に推移している。また当社では納入装置の安定稼働を目指した活動を重視しており、2019年はアジアを中心とし多くのお客様を訪問、保守計画作成、部品管理のお手伝いを行った。今後更なる安定稼働を目指し予防保全を視野に入れた取り組みを行っていく。

中国市場においては、当社製品の生産および拡販のため日新馳威輻照技術（上海）有限公司を設立し事業展開を進めている。中国国内にてEPSを生産し中国顧客へ販売することに加えて、日本向けの部材の製作および販売も行っている。2019年は米国政府の対中貿易に対する保護政策などにより、中国地場タイヤメーカー工場の東南アジアシフトが始まり、新工場建設に伴う装置納入が増加した。

照射サービス事業において、主要な受託照射であるパワー半導体のデバイス特性改善用途は、車載用、電鉄用、エアコン用などのパワー半導体の照射需要が増加し、市場拡大の傾向にある。

電子線応用製品については、グラフト重合技術を応用して高分子材料に親水性、はっ水性、吸着性などの機能を付与する方法について種々の試験を実施しており、各種新材料への適用を期待している。また、高い強度と軽さを併せ持つ新素材CFRP（炭素繊維強化プラスチック）に電子線照射を組合せ、性能を改善する取り組みが進められており、当社ではその中の熱可塑性CFRP（CFRTP）に着目、照射試験を実施し今回良好な結果が得られた。今後広い分野で使用される事が期待される。

高電圧電源および高電圧電源応用製品については、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いる。高電圧試験装置は、近年海外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需要増加に対応するため、国内の重電メーカーや電線メーカーなどにて新規設備導入が好調に推移している。2019年は、これに加えて残存するPCB（ポリ塩化ビフェニル）使用設備の処置期限が近づいたことにより設備更新の需要増にも対応した。また近年電気自動車などで、インバータ駆動にて使用されるモータが増加、インバータ駆動でのモータの健全性確認が必要となってきた。今回、インバータパルス電源に部分放電測定機能を組み合わせて、短時間でモータの健全性を評価できる検査設備をモータメーカーに納入し、検査工程の信頼性向上に協力した。

当社グループは、今後も社会の多様なニーズに応えられる技術と製品を開発し提供していく所存である。

（株式会社NHVコーポレーション）

7. 1 電子線照射装置 装置保全の取り組み

当社の主力製品である電子線照射装置（EPS）は、主としてタイヤ用製造設備、架橋電線用製造設備、発泡ポリエチレン製造設備として利用される。これらの多くが自動車産業に関連しており、納入先はグローバルに広がっている。EPSを設置した国の中には、離職率が高い国があり、メンテナンス要員の入れ替わりが激しく、メンテナンス員の知識・技能レベルの維持が困難な納入先もある。

一方、EPSは真空技術、高電圧技術、ビーム発生・制御技術などの複合技術から成り、性能を最大限に発揮するためには日常の維持管理作業が重要である。お客様によるこれら作業には複合技術に対応した正しいEPSの知識が必要だが前述のように維持困難なケースがある。当社ではお客様の自主点検に加え当社サービスマンによる定期的な点検も推奨している。そこで2019年はアジアを中心に各国のお客様の工場を装置点検とは別に訪問し、装置メンテナンス計画の立案など予防保全に向けた次のことを行った。

1. 装置診断

- ・装置運転状態、過去の点検結果を分析、装置診断結果および信頼性向上への対策などを報告
- ・主要パラメータを記録した電子記録計等のデータを解析し装置現状を診断

2. メンテナンス計画立案

- ・メンテナンス内容説明
必要メンテナンスの説明、
機器・部品寿命、交換周期の説明
- ・実際の使用時間から直近のメンテナンス計画の調整
- ・信頼性向上対策のメンテナンス計画への組み込み
- ・中長期のメンテナンス計画立案

3. メンテナンス員教育

- ・EPSシステム構成の説明
- ・各ユニットの働きの説明
- ・トラブルシューティング方法の説明
- ・EPSコンディショニング方法の実演

こうした活動により工場のマネージャの方々、実際にメンテナンスを担当される方々の理解が進んだと大変好評であり、実際の保全にも効力を発揮し始めている。

当社は2020年以降も本活動を継続し、お客様と一体となって、EPSを含めた生産ラインの稼働率向上に努めていく所存である。

7. 2 炭素繊維強化プラスチックへの電子線照射応用

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は、単位重量当たりの強度が金属と比較して高く、耐食性に優れているなどの特徴があり、主に軽量化を目的とした金属の代替材料として注目を集めている。近年では、風力発電機のブレードや航空機の主要材料に採用され、発電効率の向上や、燃費向上などに多大な貢献をしている。

CFRPは母材に用いるプラスチックの性質により熱硬化性CFRPと熱可塑性CFRP（CFRTP）に大別される。熱硬化性CFRPは高い強度を有しており、上述のような用途に広く利用されているが、複雑な形状に成形し難い、成形に時間がかかる等、自動車部材をはじめとした大量生産品への適用には不向きな点も指摘されている。一方、CFRTPは加熱プレスによる成形が可能であることから大量生産に向いておりリサイクル性も良いなどの特徴を持つが、熱硬化性CFRPと比較して強度が低いため、高強度が要求される用途への適用は難しく、これを解決するための研究開発が盛んに行われている。

熱硬化性CFRPに対しては電子線照射による樹脂硬化が検討されている。一方CFRTPについては研究例が

少ないため、当社は金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター（以下ICC）と共同研究を実施し、電子線照射によるCFRTPの特性改善効果を評価した。ICCではCFRTPの連続生産設備であるダブルベルトプレス（図1）の開発を行っており、これで生産されたCFRTPを検体として電子線照射を実施し未照射品との強度を比較することで、電子線照射の効果を検証した。



図1 ダブルベルトプレス

その結果、ポリアミドを母材としたCFRTPに電子線を照射することで、曲げ強度が約30%向上した（表1）。この技術について、当社とICCで特許を共同出願した（特願2018-066438）。

また市販されているポリアミド系CFRTPについても電子線照射により曲げ強度の10~15%向上が確認された。

表1 曲げ強度比較

ポリアミド系CFRTP	線量 (kGy)	曲げ強度 (N/mm ²)	強度向上率 (%)
ダブルベルトプレスCFRTP	0	405	—
	1000	520	28.4
市販CFRTP	0	549	—
	1000	625	13.8

電子線照射により母材であるポリアミドの架橋が確認されており、母材が架橋することにより炭素繊維と母材との接着強度が増したことが、強度向上の一因となっていると推測される（図2）。この技術は、CFRTPシートをロールtoロールあるいはコンベアによ

り搬送する設備と電子線照射装置との組み合わせで、強度改善されたCFRTPを大量生産できる可能性を示唆している。今後、強度改善の開発を進めるとともにCFRTPの製造や加工メカなどへ技術を紹介していく、CFRTP製品への電子線照射の導入を推進していく所存である。

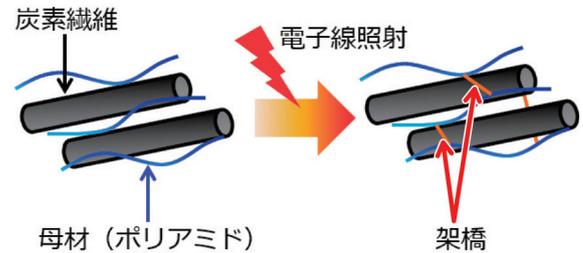


図2 電子線照射の効果イメージ

(1) 中部経済産業局 2017年度版炭素繊維複合材料分野における技術シーズ集 P.18

7. 3 インバータ用モータの信頼性評価

地球温暖化防止に向けて、CO₂排出削減への多くの取り組みが行われているが、その中の一つがモータのインバータ駆動による省エネルギー化である。モータをインバータ駆動することによりモータ出力を無段階で調整でき電気機器（エアコン、冷蔵庫、洗濯機などの家電製品や電気自動車など）を無駄なくしかも高効率で使用できることから普及が拡大している。

モータをインバータ駆動する場合、スイッチング動作に伴う高電圧のサージが発生する。このサージ電圧により絶縁部材中で部分放電が生じ、そこで発生するオゾン (O₃) により絶縁劣化が進行し、モータ故障の大きな要因となっている。

当社は、インバータサージ電圧を模擬的に発生する「インバータパルス発生器（図3）」とインバータサージ電圧により発生した部分放電を検知できる「インバータサージ用部分放電測定装置」を開発している。これらは主に加速劣化試験等の製品開発用途として供給してきたが、今回、これら装置を使用したモータの検査用システムを開発、初めて生産ラインへ導入した。本システムでは、インバータサージ電圧が既定の試験電圧まで自動的に昇圧され、その間モータの部分放電電荷量 (pC) を測定している。測定された部分放電電荷量に対し、判定値（モータメカによる）を設定することで、製品の健全性が短時間で検査できる。

この開発した装置は、これまで国内メカへの供給

に留まっていたが、近年では海外からの引き合い（海外メカおよび工場の海外シフト）も増加し、今回開発用途として欧州巻線メカへ納入した。また米国自動車メカからの受注が決定するなど、今後海外への展開が期待される。

また、当社の「インバータパルス発生器」および「インバータサージ用部分放電測定器」は、従来の研究・開発分野に留まらず、インバータサージ電圧の発生を伴う様々な産業用電気機器関連の試験装置として、国内外に広く普及していくことが期待されている。



図3 インバータパルス発生器