

(5) 中性子照射高分子材料の高電界電気特性に関する研究

豊田工業高等専門学校	光本真一
松江工業高等専門学校	福岡眞澄
大島商船高等専門学校	藤井雅之
名古屋大学大学院工学研究科	栗本宗明
近畿大学原子力研究所	芳原新也

1. はじめに

現在、電力ケーブルの電気絶縁材料としてポリエチレンが広く用いられている。送電時におけるエネルギー損失を減らすための方法として、直流送電が検討されている。しかしながら、直流電界下ではポリエチレン中に蓄積する空間電荷が局部電界を強調する事によって、ポリエチレンの本質的な絶縁破壊の強さよりも低い値で絶縁破壊が発生することが報告されている⁽¹⁾。また、近年の電気絶縁技術は電極突起、ボイド、異物等の除去技術の進歩にともない向上し、絶縁材料の設計電界の高電界化に対する要求も年々増加する傾向にある。そのため、直流高電界領域におけるポリエチレンの空間電荷特性を調べることは重要であるため、多くの研究結果が報告されている⁽²⁻³⁾。一方、原子力発電所や宇宙において使用される制御系電気ケーブルに、ポリエチレン材料が使用される場合、放射線がポリエチレンに絶えず照射されるため、放射線照射とポリエチレンの電気特性の関係についても多くの研究結果が報告されている⁽⁴⁻⁵⁾。

ポリエチレンの電気特性に対するガンマ線照射の影響や電子線照射の影響に関する研究は多く存在するが、原子力発電所や宇宙空間で発生する中性子線照射とポリエチレンの電気特性、特に空間電荷特性の関連について調べた報告例は、見当たらない。

そのため本研究グループでは、中性子照射高分子材料の高電界電気特性に関する研究として、中性子線が照射されたポリエチレンの空間電荷測定を行っている。

2. 試料および中性子照射方法

中性子照射源として、近畿大学原子力研究所の近畿大学原子炉（UTR-KINKI）を用いた。試料としては、公称厚さ 0.1mm の低密度ポリエチレン（LDPE）を用いた。中性子を照射させるための場所は、炉心上部のさらに上部に設置された中性子ラジオグラフィ設備内部（図 1）である。原子炉 1W 出力運転時における中性子束は $1.0 \times 10^4 [\text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}]$ である。中性子照射時間は、40 分間とした。



図 1. 原子炉設備における試料照射場所

3. 空間電荷測定方法

電流積分電荷法⁽⁶⁾を用いてポリエチレン試料に直列接続された $1\mu\text{F}$ のコンデンサの電圧 V も同時に測定を行い、蓄積電荷量 Q を評価した。なお Q の算出は、 $1\mu\text{F}$ のコンデンサ電圧 V とコンデンサ容量の積によって求めた。すべての実験は室温で行った。

4. 実験結果および考察

図 2 に、 100kV/mm 印加中の未照射 LDPE 試料および照射試料における蓄積電荷 Q の測定結果を示す。未照射 LDPE 試料および照射試料における蓄積電荷 Q は時間経過とともに大きくなっていくことがわかる。この図において、電流積分電荷法による電荷測定において電圧印加中に増加する電荷量は、試料中の電気伝導に寄与した電荷量に関係していることから、この図から試料に流れた電流を求めた。その結果を図 3 に示す。これらの図から、未照射 LDPE 試料および照射試料における電流の大きさには大きな違いは認められなかった。

今後はさらに実験条件を変化させていく予定である。

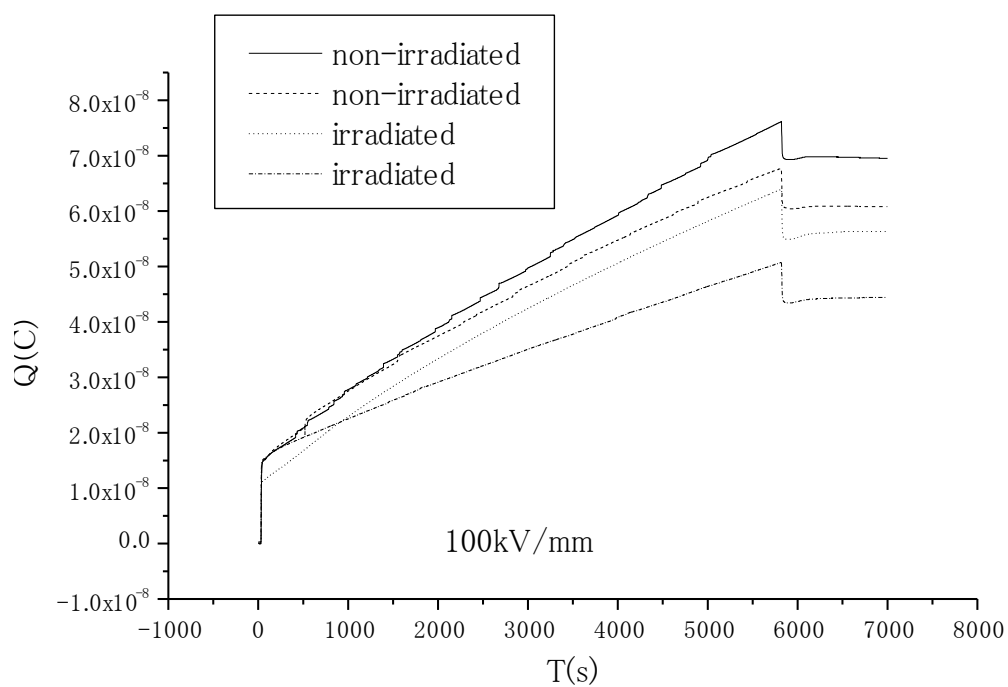


図 2. 100kV/mm 印加中の未照射 LDPE 試料および照射試料における蓄積電荷 Q

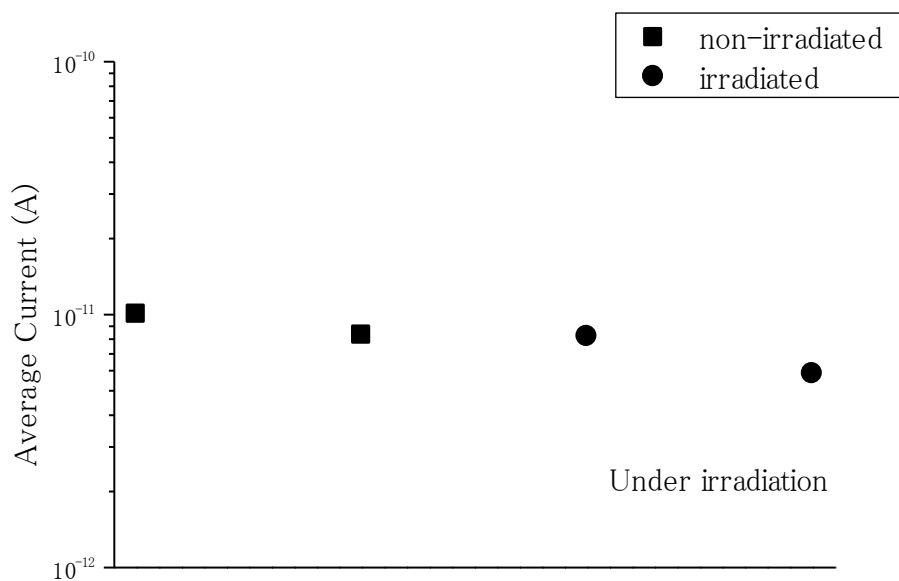


図 3. 未照射 LDPE 試料および照射試料における平均電流

5.まとめ

本報告では、中性子照射高分子材料の高電界電気特性に関する研究として、電流積分電荷法を利用して、中性子照射されたポリエチレンの電荷測定を行った。以下に得られた結果を示す。

- (1) 未照射 LDPE 試料および照射試料における蓄積電荷 Q は時間経過とともに大きくなっていくことがわかった。
- (2) 蓄積電荷量 Q の時間変化から算出された未照射 LDPE 試料および照射試料における電流の大きさには大きな違いは認められなかった。

参考文献

- (1) 金古：「極性反転時破壊特性に及ぼす空間電荷の効果」,電学論 A,60-A67 (1985)
- (2) 大林他：「XLPE 中のヘテロ空間電荷形成に及ぼす水分の影響」,電学論 A, Vol. 122, pp.171-177 (2002)
- (3) 平井他：「ポリエチレン中の空間電荷分布形成に与える架橋剤分解残渣の影響」,電学論 A, Vol. 122, pp. 308-314 (2002)
- (4) 山中他：「耐放射線高分子絶縁材料の残留電圧による放射線劣化診断」,電学論 A, Vol. 110, pp. 781-788 (1990)
- (5) 杜他：「ポリエチレンの耐トラッキング性に及ぼす γ 線照射及び気圧の影響」,電学論 A, Vol. 116, pp. 170-176 (1996)
- (6) 藤富寿之, 森琢磨, 岩田知之, 小野泰貴, 三宅弘晃, 田中康寛, 高田達雄：ガンマ線照射電線ケーブルの絶縁劣化特性の高電圧側・電流積分電荷量による評価. 電気学会全国大会, 2-57 p.69 (2016)