



Title	エポキシ樹脂の電気的破壊とGISにおけるスペーサの絶縁特性
Author(s)	仲西, 幸一郎
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33793">https://hdl.handle.net/11094/33793</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	なか 仲	にし 西	こう 幸	いち 一郎
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6204	号	
学位授与の日付	昭和	58	年	10月31日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	エポキシ樹脂の電気的破壊とG I Sにおけるスペーサの絶縁特性			
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄	教授 鈴木 育	教授 木下 仁志	教授 黒田 英三
	教授 山中千代衛	教授 横山 昌弘	教授 藤井 克彦	
	教授 中井 貞雄			

### 論文内容の要旨

本論文は  $SF_6$  ガス絶縁電力機器において  $SF_6$  ガスと共に絶縁を構成しているエポキシ樹脂及びスペーサーの電気破壊現象、その破壊機構の究明および機構究明による信頼性技術の向上に関する研究をとりまとめたもので以下の 8 章から構成されている。

第 1 章では新材料が電気絶縁の分野に積極的に導入されたことにより、電力機器の大容量化、縮小化が達成されてきた歴史的な背景と発展の経緯を概観し、将来のより大容量化された信頼性の高い G I S をめざすとき、エポキシスペーサに関して、どのような課題があるかを述べている。

第 2 章では実際のスペーサに近い電極面積をもつエポキシ注型試料を用いて、実用的な充填材入りのエポキシ注型体の交流絶縁破壊特性を調べている。エポキシ注型体の破壊特性を決定する因子は樹脂と埋め込み電極の界面に生じた微小空隙中の放電であることを解明している。

第 3 章では針-平板電極構成のエポキシ試料を用いて交流トリー発生特性を調べ、樹脂と針電極の熱収縮率の違いにより発生した微小クラックによる低電圧でのトリー発生と針電極近傍に微小な球状の劣化痕跡を生ずる高電圧でのトリー発生という 2 つのトリー発生機構を見い出している。

第 4 章ではエポキシトリー試料からの微弱光を測定し、低電界で球状痕跡発生以前に観察される発光は電界発光であり、さらに高電界では高エネルギー電子が分子鎖の切断などを起し球状の痕跡を発生させる過程を明らかにしている。この研究によりトリー発生に至る潜伏期間が解明されている。

第 5 章ではスペーサを多数個配置した実規模の G I S モデルを使って、破壊電圧の電極面積効果・V-t 特性・破壊分布などを求め、電極上の微小突起などの弱点因子が破壊に対して時間依存性を有していることを見出し、 $SF_6$  ガスの破壊に及ぼす統計的性質について論じている。

第6章ではガス中に混入した導電性粒子のスペーサ沿面閃絡特性に与える影響を把握する目的で、円柱スペーサとその近傍に配置された突起電極という構成で沿面閃絡を観察し、印加電圧波形や埋め込み電極などによって閃絡電圧や経路が著しく影響されることを見出している。

第7章ではポスト型・円錐型スペーサを使って直流電界下におけるスペーサ上への電荷蓄積現象を調べ、表面未処理のスペーサ上の電荷蓄積は表面に局所的に存在する電気伝導率の高い領域での電気伝導により生じたこと、円錐スペーサでは電界放出により電荷が蓄積したことを見いだしている。

第8章は結論を総括している。

### 論文の審査結果の要旨

最近、小型化ができ、安全性も高い高圧 SF<sub>6</sub> ガスを用いるガス絶縁機器、変電所（G I S）が高電圧、大容量の電力系統で広く用いられるようになった。SF<sub>6</sub> ガス絶縁機器では高電圧導体を支えるスペーサとして腐蝕の恐れの少ないエポキシ樹脂を磁器碍子の代りに用いている。

本論文はこのような情勢のもとに SF<sub>6</sub> ガスとエポキシ樹脂スペーサから成るガス絶縁系の破壊と絶縁劣化に関して行った実験的研究の成果を述べこれに考察を加えたもので多くの重要な新知見を得ている。その主なものは、

- (i) エポキシ注形体の破壊電圧には電極面積や表面あらさ効果があり、電極と樹脂界面の接着が破壊に重要な関係をもつことがわかり、注型前にエポキシ薄層を形成することによって破壊電圧が向上することが見出された。
- (ii) 針對平板電極を用いて交流電界下の種々のエポキシの部分破壊（トリー）進展及び光弾性の実験を行った結果、硬化収縮率の大きい樹脂では冷却時の熱応力によるマイクロクラックが発生しその内で放電が生じ低い電圧でトリーが開始するが、硬化収縮率の小さいものでは高電圧までトリー発生が見られないことを明らかにした。
- (iii) 光電子増倍管を用いて針對平板電極に交流電圧を印加するとトリーの発生しない破壊前駆領域でもエポキシ中の電子注入やなだれによる発光が生じることを初めて見出し、そのスペクトル分布から、それが気中放電によるものではないことを証明した。しかし、長く電圧印加を続けるとこれらの固体中の高速電子によってボイドが発生することが明らかになった。
- (iv) 実規模に近いガス絶縁機器モデルについて絶縁破壊現象を研究した結果、破壊は電界の高いスペーサ近くのシールド部分で生じることが明らかになった。波頭のゆるい開閉インパルス電圧では破壊電圧はスペーサ面積と共に減りワイブル分布的な式に従うことを提案している。また、雷インパルスなどの急峻波では破壊電圧はスペーサ個数によらないことを見出した。
- (v) SF<sub>6</sub> ガス中のスペーサの沿面放電に電極や浮遊粒子による空間電荷蓄積が重大な影響を持つことを指摘し、静電プルーブやダスト図形の測定から、それがヘテロ空間電荷であり、高電圧極からの電界放出とスペーサ表面の沿面電気電導の組合せで生じることを明らかにした。

以上述べたように本論文は SF<sub>6</sub> ガス系の電気絶縁設計上、重要な多くの新知見を含み、電気工学に寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。