

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 三浦 雅和 印

題 目 電気配線用PVCの高温領域における絶縁破壊機構
解明の研究

学位論文の概要及び要旨

本論文は、電気火災に発展する前段の絶縁破壊現象の解明と電気製品を安全に使用する観点から、一般的な電気器具の電源コードや配線器具などに使用されるPVC絶縁材料について、融点を超える温度領域まで空間電荷分布と外部回路電流の同時測定を行い、室温から高温領域までの空間電荷形成と絶縁破壊現象や電気伝導特性に関する研究成果を7つの章にまとめたものである。

第1章では火災原因調査や電気製品を安全に使用する観点から、PVC絶縁材料の高温領域までの絶縁破壊現象や電気伝導特性の変化を解明する意義について概説する。また、PVCの性質や特徴的な劣化機構について概説し、長時間におよぼ過熱により熱劣化したPVCについて研究する意義を明らかにする。

絶縁破壊や電気伝導特性は空間電荷分布に影響を受けることについて説明し、目的とする絶縁破壊現象の解明には高温領域までの空間電荷分布測定が必要であることについて述べる。また、絶縁体の電気伝導や絶縁破壊過程についても概説する。

さらに、空間電荷分布を測定する方法の種類についても述べ、本研究の目的を明らかにする。

第2章では、パルス静電応力(PEA)法による空間電荷分布の測定原理について述べる。PEA法は被測定試料にパルス電界を印加して空間電荷に比例した圧力波(音波)を発生させ、その圧力波をセンサ(圧電素子)によって検出することにより、空間電荷分布を測定するものである。

PEA法の基本原理と構成モデルを示し、PEA法によって空間電荷分布を算出するための処理や手法、正しい空間電荷分布が得られたかどうかを確認するための方法について述べる。

また、本研究で使用したPEA法による高温用空間電荷測定装置についても説明する。この装置では、これまでにない高温領域まで測定できるよう、新たな耐熱構造や冷却方法等が採用されており、これらについて概説する。さらに、この装置における試料温度の追従性や空間電荷分布測定に係る位置分解能についても説明する。

第3章では、まず、全ての測定の根本となる試料の厚さの測定方法について述べる。試料の厚さは、空間電荷分布測定から得られる電極界面の信号から測定する。そのためには、試料中の音速を測定しておく必要があり、音速の測定方法について説明する。

そして、測定された試料厚さから絶縁破壊の強さや抵抗率を求め、体積電気伝導特性の温度変化を示す。また、一般的な電気配線器具類は異常な過熱が使用者の分からないところで発生することが多く、過熱が長時間に及ぶ場合や、PVC の特徴的な劣化機構により時間経過とともに絶縁性能が低下することが考えられることから、長時間加熱処理を施した PVC 試料についても同様に測定を行い、長時間の熱劣化が体積電気伝導特性の温度変化に与える影響について明らかにする。

これらの電気伝導特性の温度変化から推定される絶縁破壊過程の変化は、温度上昇による試料の材質変化とも関係していることについても述べる。

第4章では、PVC の空間電荷形成と絶縁破壊特性の温度変化について述べる。空間電荷分布が温度上昇によって変化し、電界ひずみが生じて絶縁破壊に至る状況について説明する。また、空間電荷分布から求められる内部の最大電界、電荷量および伝導電流密度の関係から、絶縁破壊過程が変化する温度や、絶縁破壊過程の移行が進む温度領域について明らかにする。

第5章では、長時間加熱処理を施した PVC 試料の調査結果から、長時間の過熱が空間電荷形成と絶縁破壊特性の温度変化にどのような影響があるかについて述べる。

PVC は熱劣化の進行程度によって空間電荷分布の温度上昇にともなう変化や電界のひずみ状況が異なる結果について説明する。また、絶縁破壊過程が変化する温度や、移行する温度領域が長時間の熱劣化によって変化することを内部の最大電界、電荷量と伝導電流密度の関係から明らかにする。

第6章では、紫外線を照射した PVC の空間電荷形成と絶縁破壊特性の温度変化について述べる。PVC の製品の劣化は形成後の熱以外に紫外線も指摘されている。

紫外線の照射波長の違いによって抵抗率等の特性が変化し、空間電荷分布の温度上昇にともなう変化や電界のひずみ状況に違いが生じる。また、絶縁破壊過程が変化する温度にも影響があり、その要因について内部の最大電界、電荷量と伝導電流密度の関係から述べる。また、紫外線の照射による構造変化との関連性についても明らかにする。

また、この章ではパケット状電荷の発生要因や電荷が移動する間の電荷注入や電流密度の変化について電界分布のひずみ状況を合わせて考察する。

第7章では、本研究成果をまとめ、今後検討すべき課題について述べる。