

申請者氏名

福間真澄

紹介教官氏名

長尾雅行

論文要旨

論文題目

高分子電気絶縁材料の絶縁破壊現象と過渡的空間電荷形成に関する研究

(要旨 1, 200字程度)

電力エネルギーは輸送が容易で、他のエネルギーへの変換効率が高く、取り扱いも容易であることなどから、その需要は年々増加の一途をたどっている。現在の電力輸送は交流送電が一般的であるが、今後は電力輸送距離の飛躍的な向上と電力システムの安定性などの要求から直流送電が注目されている。直流送電においては交流送電の場合に比べて電力機器の絶縁材料中において空間電荷の形成がされ易く、それらが絶縁破壊特性に影響を及ぼすことが重大な問題となり、直流絶縁破壊現象を空間電荷形成との関係において解明しておくことが強く望まれている。そこで、本研究は、これまで定性的にしか取り扱われていない空間電荷をその過渡的挙動まで含めて定量的に調査検討し、それらと絶縁破壊現象との関係を解明することを目的とし、以下の項目から構成されている。

第1章では、序論として本研究の目的と背景および本論文の概要を述べている。

第2章では、本研究に関連する従来の研究についてまとめている。ここでは、高分子絶縁材料に関する電気伝導理論、絶縁破壊理論、空間電荷と絶縁破壊の関連についての従来の研究結果、および、最近、急速に開発が進められている空間電荷測定技術について概説する。第3章では、空間電荷の過渡的挙動を定量的に取り扱っている従来の研究についてまとめる中で、その問題点を指摘し、本研究で提案する過渡的空間電荷挙動を考慮した絶縁破壊の数値解析モデルの内容と特徴について説明する。

第4章から第6章では、電力用コンデンサに実用化されているポリプロピレン(PP)フィルムの絶縁破壊強さの温度依存性や電界上昇率依存性、電極金属依存性などについて数値解析モデルを適用して検討を行った結果について示す。第7章と第8章では、電力ケーブル用に用いられている架橋ポリエチレン(XLPE)中の空間電荷分布の測定結果に対して数値解析モデルを適用して検討を行った結果について述べる。ここでは特に、XLPE中に残留した架橋剤分解残渣およびXLPE同士の接続界面の状態がXLPE中の空間電荷形成に大きな影響を及ぼしていることを数値解析により明らかにしている。

第9、10章では高分子フィルムの絶縁破壊までの空間電荷分布の測定を可能とする装置を開発し、PPやPEを対象にそれらの絶縁破壊と空間電荷分布の形成との関係について検討した結果について述べる。この空間電荷測定装置ではパルス電界の印加により空間電荷が発する音波を計測している。絶縁破壊発生時にも音波が発生し、その中には絶縁破壊発生箇所に関する情報が含まれていると考えられる。そこで、この装置を利用して、絶縁破壊の発生場所と空間電荷分布との関係について検討を行った結果についても述べている。

最後に第11章では本論文の総括を述べるとともに、今後の研究に対する幾つかの課題について言及している。