

2025年 2月 25日

豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学専攻
学位審査委員会
委員長 内田 裕久 印

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	LI XIAOXIN		学籍番号	第205205号	
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学専攻		
博士学位論文名	Calibration Method for Space Charge Measurement of Ultra-High Voltage Insulating Systems (超高圧絶縁系の空間電荷測定のための校正法)				
論文審査の期間	2025年 1月 16日 ～ 2025年 2月 25日				
公開審査会の日	2025年 1月28日		最終試験の実施日	2025年 1月28日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格	
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 滝川 浩史 印 委員 稲田 亮史 印 内田 裕久 印 村上 義信 印 印					

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、直流電力ケーブルの絶縁体内部の蓄積電荷（空間電荷）に着目し、これまで困難であった実規模の超高压絶縁系の空間電荷測定をパルス静電応力法に基づいて実現するための測定系、および絶縁体中の電荷・電界分布の校正方法の開発についてまとめたものである。

第1章では、研究背景、研究目的、および論文の構成を述べている。第2章では、超高压絶縁系に近い10 mm以上の厚さを有する高分子絶縁体を対象とし、従来の測定技術では困難であった厚い絶縁体内の空間電荷測定を可能にする新たな測定システムを提案している。第3章では、空間電荷測定において絶縁体に印加するバイアス電圧に時間変動を与え、応答信号の中からバイアス電圧と相関をもつ成分のみを抽出して参照波形を得る新しい手法を提案している。さらに、試料温度が上昇しても空間電荷挙動がバイアス電圧の変化に追従しないように、バイアス電圧と応答信号の変動を周波数分解し、空間電荷が追従できない周波数成分のみを用いて相関をとる手法を提案している。第4章では、数分以上にわたる空間電荷の測定において、測定系の感度の時間的変動などが問題となることから、それらの影響を調査し、適切な補正手法について述べている。第5章では、提案手法の実証実験として、絶縁厚10 mmの実規模ケーブルに対し空間電荷測定を行い、提案手法の有効性を確認している。第6章では、本研究の成果を総括し、実規模超高压絶縁系の空間電荷測定の実用化に向けた基本的指針、および応用展開や今後の発展について述べている。

審査結果の要旨

大容量の再生可能エネルギーを輸送する超高压直流送電ケーブル系の需要が高まっている。開発の最終段階では、数か月にわたる課電試験において、絶縁破壊を決める空間電荷分布の経時変化を知る必要があるが、従来非破壊的な計測方法がなく、絶縁破壊の有無のみで性能評価を行ってきた。

空間電荷を測定するパルス静電応力法は、校正された高電圧分圧器によって示される印加電圧を基準として、計測系が示す音響応答信号を電荷密度、電界および電位の分布に変換する。計測系の信号伝達特性を知るために、空間電荷の影響を排した参照信号を得る必要があるが、実用絶縁系では通常受入れ時点ですでに空間電荷が内在しており、また印加電圧下で空間電荷が時間的に変化するため、参照信号の取得が困難であった。

本論文では、この問題を解決するため、バイアス電圧に擾乱を与えて応答信号の時間変動あるいはその周波数成分をもとに必要な参照信号を抽出する方法を提案し、実験によりその有用性を確認している。また、測定系の感度の時間的変動などが測定結果に大きな誤差をもたらすことを指摘し、これを補正して安定な計測を行う方法を提案している。これらの基礎実験を行うため、音響伝達系の整合を考慮して、従来の約4倍の高感度を有する測定系を開発している。

上記の成果により、長期にわたって行われる課通電試験中、任意のタイミングで測定系の校正を行えば、電荷密度、電界および電位の分布を連続的にモニタすることが可能となった。現在、国内外においてこの成果を利用した品質確認試験が行われている。以上より本論文は、学術的・産業的に価値が高く、博士(工学)の学位論文に相当するものと判断した。

(各要旨は1ページ以上可)