

審査結果の要旨

論文題目「Studies on Current Distribution in Water Circumference under Air-Phase Spark Discharge」

(気中火花放電による水中への電流分布に関する研究)

学位申請者 Nur Shahida Binti Midi (ヌル シャヒダ ビンティ ミディ)

本論文は、水面への雷撃直後の雷放電電流の特性を評価することを課題とした研究であり、その解決にあたり雷放電を模擬した気中火花放電による水面および水中への放電電流分布を定量的に評価することを目的に実施された研究の成果を論じたものである。

地上における雷保護対策については、直撃雷による一次被害対策ならびに直撃点から雷電流が伝わることによる二次被害対策を含めて多くの知見がある。しかし、水域の雷保護対策に関する知見はほとんどないのが現状である。本研究は、申請者が水域における雷電流に関する特性を評価するために着手したものであり、その研究内容と成果は水の導電性と誘電性の両者が混在した様相において新たな知見が見出されている。すなわち、本論文は水域における雷撃電流の防御対策を講じる知見を得るため、気中火花放電路が水面に至る実験室規模のモデルを用いて水面および水中における放電電流分布を定量化し、その特性を詳しく考察したものである。本論文の内容は、水域の雷保護対策を検討しようとする新規性があり、その研究課題の解決に取り組んだ極めて有意義な成果であると評価できる。

本論文は全5章で構成されている。第1章では、近年の洋上風力発電設備等において落雷対策の必要性が高まっている動向が記述され、水域の雷保護対策に関する研究の必要性が整理された背景と、本研究の目的および課題解決のための実施手段が論述されており、申請者が研究課題について十分に理解していることが確認できた。第2章では、標準雷インパルス電圧による気中の火花放電が水面に橋絡するように気液2相流体間に電極系が配置された実験モデルを構築し、火花放電電流の進展経路が水面の一方向に制限される1Dモデル(水面上の沿面放電が水平面の1方向に制限)を用いて、火花放電が水面に到達した後の水面および水中の放電電流分布と電位分布が各々定量的に評価されていることを確認した。さらに、水道水(導電率0.07 S/m)と海水導電率に調整した塩水(5.0 S/m、以後、模擬海水と称す)を比較すると、水道水の場合には水面上に沿面放電が進展するが、模擬海水では沿面放電が進展し難いといった放電路の形態が異なる理由を示し、その相違を放電場のインピーダンスの経時変化から説明できることを明らかにしている。第3章では、水の導電率が水面および水中への放電電流分布に及ぼす影響を詳細に理解するため、火花放電電流の進展経路が制限されない2Dモデル(水面上の沿面放電が水平方向に進展)を用いて、サンプル水の導電率を0.07 S/m~10.0 S/mで可変した際の特性が検討されていることを確認した。さらに、水中に多数の接地電極(電流測定電極)を配置することによって、水面における沿面放電の進展に水導電率の影響が強く現れることを検証している。その結果、水面上に進展する沿面放電は導電率の増加とともに進展長を短縮し、その水面付近の電流分布は沿面放電進展長に依存した特性として定量的に評価できることが明らかにされていることは新たな知見を見出した成果であると認識できた。第4章では、水面および水中における電流密度分布の数値シミュレーションが具体化されている。まず塩水の導電率変化に対する比誘電率等の電界計算に必要な物性値を求め、次に実験により得た数値計算結果に整合することを示していることを確認した。さらに、水中における電流密度分布の定量的な評価は模擬雷放電が橋絡した水面の局所的な電位分布を主な境界条件としたモデリングによって実現できることが論述されている。第5章で

は本研究の成果と展望が整理されており、将来、本論文の研究成果が高電圧工学の分野において有意義に展開できることが示されている。

以上の5章から成る本論文は、雷放電を模擬した気中火花放電による水面および水中への放電電流分布を実験室規模で定量的に明らかにし、水面への雷撃による雷放電電流の特性に関する多くの知見を得ており、雷保護対策を講じる上で有益な内容であると認められる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 Nur Shahida Binti Midi (ヌル シャヒダ ビンティ ミディ) は東海大学博士(工学)の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士(工学)	沖村 邦雄	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(工学)	山口 滋	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(理学)	新屋敷 直木	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(理学)	利根川 昭	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	工学博士	大山 龍一郎	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)