

氏名	石原啓司 いしはらひろし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1322号
学位授与の日付	昭和55年9月24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	電力系統の耐雷設計に関する解析的研究

論文調査委員 (主査) 教授 上之園親佐 教授 木嶋 昭 教授 林 宗明

論文内容の要旨

本論文は電力系統に発生する雷事故の系統信頼度に関する統計的性質、雷サージ伝播現象の解析法および多回線送電線の雷事故率予測法による耐雷設計に関する研究成果をまとめたもので、緒言、3編8章、結言から構成されている。

緒言では、わが国電力系統における耐雷設計の現状と研究課題および著者の研究対象と方針について述べている。

第1編では、系統信頼度の立場から雷事故統計を分析した結果について述べている。すなわち、第1章では、10年間の系統事故実績を分析し、雷事故に伴う供給支障電力（以下停電電力という）は全事故に対するその過半数を占めていることなどを詳細に述べている。

第2章では、雷事故による停電電力と事故発生間隔は確率分布として表わされることを前章の分析結果から理論的に誘導するとともにこれら確率分布から事故発生間隔、停電電力などの系統信頼度に関する統計的性質を詳細に考察している。

第2編では、電力系統の雷サージ伝播現象の解析法を誘導し、その有用性について述べている。すなわち、第3章では、分布定数をもつ線路の雷サージ伝播現象をシグナルフロー線図で表現し、この線図から雷サージの伝播を数式化し、この式にZ変換を適用して伝播するサージの波高値など波形を正確に、かつ簡便に計算する方法を誘導し、耐雷設計上の計算に有効であることを述べている。

第4章では、前章のシグナルフロー線図をアナログ電子計算機で演算できるように避雷器の非線形特性、大地の表皮効果やコロナによる伝播するサージ波形の変歪、フラッシュオーバー特性などのアナログシミュレーション手法について詳細に述べている。

第5章では、電力系統の雷サージ伝播現象の解析をデジタル電子計算機で行える計算手法とプログラムの開発を述べている。

第6章では、上述の雷サージ伝播現象の解析法を適用して、衝撃電圧発生器の回路解析、架空線とケーブルの接続系統や電気所における耐雷設計に関する解析を行い、これら解析手法の有用性について述べて

いる。

第3編では、従来の耐雷設計が雷放電やフラッシュオーバの現象を決定論的立場をもとにしていたのに対し、確率論的立場から耐雷設計を述べている。すなわち、第7章では、モンテカルロシミュレーションを適用した多回線送電線の雷事故率予測法を誘導し、154kV木曾幹線の雷事故実績に適用し、その妥当性を明らかにするとともに今後の課題について述べている。

第8章では、前章の確率論的雷事故率予測法を超高圧2回線送電線に適用し、雷による地絡事故を1回線内の1相に局限する絶縁方式について考察し、複合不平衡絶縁方式において、上相の絶縁は共に高レベルとし、中相の絶縁は両回線間に絶縁差をとり、下相の絶縁は共に標準レベルとすることによって、雷による地絡事故を1相に局限できる他、雷事故件数を半減しうることを明らかにしている。

結言では、研究成果を要約して述べている。

論文審査の結果の要旨

電力系統の信頼度を妨げる主要因の一つに雷事故がある。電力系統の諸施設を雷放電と雷サージから防護し、事故を抑制するように耐雷設計が施行されているが、雷放電等に関する現象が未だ十分解明されていないので、耐雷設計に関する研究課題は多い。

本論文は、(i)電力系統における雷事故統計を分析し、雷事故の供給支障電力（以下停電電力という）に関する重要な統計的性質を明らかにしたこと。(ii)電力系統の雷サージ伝播の様相をシグナルフロー線図で表わし、この線図から雷サージの伝播に関する式を誘導した。また、この式にZ変換を適用して伝播する雷サージ波形を算定する解析法を開発し、アナログ電子計算機、さらにはデジタル電子計算機で解析する手法を見出し、電力系統の耐雷設計の解析に寄与したこと、(iii)モンテカルロシミュレーションによる多回線送電線雷事故率予測法を誘導し、この法を適用した統計的耐雷設計法を明らかにし、その有効性を示すなど、電力系統の耐雷設計上多くの知見を得ている。本論文の研究成果の要点を列挙すると、下記の通りである。

(1) 雷事故統計の分析から(i)雷事故に伴う停電電力と雷事故の発生間隔の確率分布は指数分布に従うこと。(ii)雷事故発生間隔の期待値は停電電力の大きさによって指数関数的に変化すること。(iii)雷事故の生起確率は時間的に不変であることから雷事故の生起は過去の履歴に無関係であること。(iv)大規模停電を起す雷事故ほど発生頻度は少ないなど雷事故の系統信頼度に関する統計的性質を明らかにした。

(2) 電力系統の雷サージ伝播の様相をシグナルフロー線図で表わし、この線図から伝達関数を求め、この関数に侵入サージ波形のラプラス変換を乗ずることにより得られる式から Bewley 氏の格子図を描くことなく雷サージ波形を算定しうること、また筆算のためには、この式にZ変換を適用することによって容易に雷サージ波形が解析しうることを明らかにした。

(3) 上記のシグナルフロー線図に避雷器の諸特性を考慮したアナログモデル、サージ波形の変歪や逆フラッシュオーバ等の非線形現象のアナログシミュレーションを導いて、アナログ電子計算機によるサージ解析法を開発、さらにデジタル電子計算機による計算法とプログラムを開発して、電力系統の雷サージの解析を正確に、かつ容易にした。

(4) 従来の送電線雷事故率予測法は1回線送電線を対象に決定論的であったのに対し、雷放電とフラッシュオーバーの現象を確率現象として扱い、モンテカルロシミュレーションによる多回線送電線雷事故率予測法を導出し、その有効性を明らかにした。また、この予測法を用いて2回線送電線の雷事故を1線地絡に限定する絶縁方式を見出し、この方式を採用することによって雷事故が半減することを理論的に明らかにした。

以上要するに、本論文は電力系統の雷事故の統計的性質を明らかにし、シグナルフロー線図による雷サージ伝播現象に関する新解析法、確率論的雷事故率予測法による耐雷設計について研究し、多くの有益な知見を得たもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。