

|          |                        |
|----------|------------------------|
| 氏 名      | いよだ いさお<br>伊 與 田 功     |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (工 学)              |
| 学位記番号    | 論工博第2573号              |
| 学位授与の日付  | 平成4年3月23日              |
| 学位授与の要件  | 学位規則第4条第2項該当           |
| 学位論文題目   | 半導体電力変換装置を含む電力系統に関する研究 |

(主 査)  
論文調査委員 教授 卯本重郎 教授 岡田隆夫 教授 安倍 稔

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、半導体電力変換装置を含む電力系統において変換装置と系統間の相互作用によって発生する各種過渡異常現象を、電圧や電流の実効値を変数として導いた簡便で有効な理論的解析法によって解明するとともに、その対策について研究した結果をまとめたもので、7章から成っている。

第1章は序論で、この分野の従来の研究の動向と問題点、本研究の目的と意義並びに以下の各章の概要を述べている。

第2章では、交流系統と直流系統が交直変換装置を介して接続されている系統で、交流系統で短絡故障が発生した場合における変換装置の転流の成功・失敗を容易に判定できる簡易転流可否判別法を導出した。次に、同法を用いて、故障により消弧相の電圧が低くなるほど、点弧相の点弧進みが小さくなるほど、また直流送電電力が大きいほど転流失敗を生じ易いことなどを明らかにするとともに、詳細な計算機シミュレーションによる解析結果と比較し、同法は、系統計画時の解析用として十分な精度をもつこと、転流失敗を生じる相を予測できることなどを確かめた。

第3章では、発電機を主体とする交流系統、平滑用キャパシタを含む電力変換装置で構成されている電力系統を、交流系統、交直変換部、直流系統に分けて基礎非線形微分方程式を導出し、さらに、所定の運転状態近傍での各部の電圧、電流などの微小変化量に関する線形連立微分方程式を導き、その係数行列の固有値により自励振動発生の有無の判別法を提案した。また、同法により、振動発生に及ぼす平滑用キャパシタ、発電機励磁系の利得など系統の諸因子の影響を明らかにし、かつ実験により同法の妥当性を確かめた。

第4章では、交流系統に電力を供給している原子力発電所の発電機と直流送電系統の両制回路間の、交流系統地絡故障時における過渡相互作用を、前章の基礎方程式を改良した新方程式を用いて数値解析し、発電機の電機子電流の過渡的振舞には調相設備のサセプタンスが大きな影響を与えること、従来の直流送電系統の制御回路を用いると、発電機の過速度防止制御装置が作動し、直流送電電力が約2秒間低下するという故障拡大現象が発生することを明らかにした。また、過速度防止制御装置の作動防止対策として、

電力変換所の電圧依存電流指令値制御回路の改良法を提案した。

第5章では、静止型無効電力補償装置による交流電力系統の安定化について検討した。まず、第3章の基礎方程式に基づき、所定の運転状態近傍の諸量の微小変化量に関する線形連立方程式を導き、同式により電力系統を伝達関数で表現するとともに補償装置も伝達関数で表現して、系統全体の動特性を決定する特性方程式を導出した。次に、同式の根軌跡を用いる補償装置の設計法を提案し、かつ計算機シミュレーション並びに補償装置の縮小モデルと系統シミュレータをを組み合わせた実験によって、同装置により系統の安定性を向上できることを確かめ、上記設計法が有用であることを示した。

第6章では、交直並列系統において、故障除去のために遮断された交流線路を原系統と再連係する場合について、発電機の回転運動方程式に送電系統の諸条件を加味した簡便で有効な再連係可否判別法を案出した。また、再連係時における遮断器の投入位相の誤差を防ぐ遮断器投入信号発生方式、並びに再連係後の電力動揺を速に抑制する直流送電系統制御方式を提案し、かつ、両方式を用いて試作した高速再連係装置と電力系統シミュレータを組合わせた実験によって、同装置を用いると高速再連係を極めて円滑に行いうることを示した。

第7章では、第2ないし第6章で得られた研究成果の要点を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

近年増加している各種半導体電力変換装置を含む電力系統では、変換装置と系統間の相互作用に起因する諸種の過渡異常現象の解明が重要であるが、従来の電圧や電流の瞬時値を変数とする数値計算や系統シミュレータでは膨大な計算時間を必要とし、大規模な系統の解析が困難である。本論文は、計算の容易な実効値を変数として導いた簡便な理論的解析法により異常現象を解明し、かつその対策について研究したものであり、得られた成果は次の通りである。

1. 電力系統故障時における変換装置の転流可否の簡易判別法を案出し、また、同法は、転流失敗発生相を予測できること、系統計画時の解析用として十分な精度をもつことなどを確かめた。
2. 発電機を主体とする交流系統と平滑用キャパシタを含む変換装置から成る系統での自励振動発生の有無の判別法を案出し、発生に及ぼす上記キャパシタなど系統の諸因子の影響を明確にした。
3. 交流系統に電力を供給している原子力発電所の発電機と直流送電系統の両制御回路間の相互作用で、交流系統故障時に直流送電電力が約2秒間低下する異常現象を生じることを示し、かつ同現象の発生防止対策として直流送電系統制御回路の改良法を提案した。
4. 静止型無効電力補償装置について、同装置を含む全系統の動特性を決定する特性方程式の根軌跡を用いる設計法を提案し、また、計算機シミュレーションと実験で、同装置により系統の安定性を向上できることを確かめ、上記設計法が有用であることを示した。
5. 交直並列送電系統で故障除去のために遮断された交流線路の原系統との再連系の可否を簡易に判別する手法、再連係後の電力動揺抑制法などを案出し、さらに、優れた高速再連係装置を試作し、それを用いると高速再連係を極めて円滑に行いうることを示した。

以上要するに、本論文は半導体電力変換装置を含む電力系統に生じる各種過渡異常現象の解明、抑制法

や防止法の提案を行ったもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成4年2月8日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。