

氏 名	もり 森 　　おか 岡 　　やす 靖 　　お 夫
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 67 号
学位授与の日付	平成 6 年 7 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科・専 攻	工学科学研究科情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	大規模連系電力系統の安定度向上対策に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 金 森 仁 志 教 授 三 宮 信 夫 教 授 森 武 宏

論 文 内 容 の 要 旨

近年の電力系統は、広域連系を行なうために「長距離串形系統」になっている。さらに、電源と送電ルートの土地確保が難しいので、「大容量長距離送電系統」を含んだ、複雑な系統構成となっている。これらの系統には、①送電電力が熱容量でなく安定度で制限される（大容量長距離送電系統）、②長周期でダンピングの悪い動揺（長周期弱制動現象）が発生する（長距離串形系統）、③説調ローカス通過地点が不確定なために、全系崩壊の危険性がある（長距離串形系統）、という安定度上の問題がある。

本論文では、上記①～③の問題に対する安定度向上対策について、申請者が行った研究をまとめている。

本研究の内容は大きく 2 つに分れており、第 1 は、上記①、②の対策に関する研究である。この対策として、現代制御理論に基づく最適制御、適応制御を適用した適応型総合発電機制御システム（TAGEC: Total Adaptive GEneration Controller）を提案している。

本研究の内容の第 2 は、上記③の対策に関する研究である。この対策として、全ての安定化対策が十分な効果を発揮しなかった場合の最終的なバックアップシステムとしての緊急制御装置（事故時系統分離システム）を提案している。このシステムは、故障前および故障発生後の発電機の回転数を直接計測して、回転体の運動特性を用いて発電機の説調を予測して健全系統と故障系統を早期に分離し、故障波及を最小限に食い止めるものである。以下に各章毎の概要を示す。

第 1 章では大容量長距離送電系統と長距離串形系統の問題点、および両系統に対する現状の安定度向上対策の問題点について述べ、本研究の位置付けを行なっている。

第 2 章では、最初に TAGEC の設計手法について述べている。次にデジタルシミュレーションを実施して、TAGEC が従来の制御よりも長距離送電系統に対する安定度向上に効果があることを示し、TAGEC で発電機の最適制御が可能であることを明らかにしている。

そのあと、適応制御方式として、演算時点の状態量を使用し、離散形 Riccati 方程式の解計算が収束した時点で、随時、最適制御ゲインを更新する方式について述べている。最後に装置試作の後、模擬送電設備で検証した結果、デジタルシミュレーションの結果と同様、従来の制御法よりもロバスト性が高く、安定度向上に効果のあることを明らかにするとともに、発電機の運転状態の変化によって最適制御ゲインが変化することから、適応制御の必要性を明らかにしている。

第 3 章では、TAGEC の大容量長距離送電系統の安定度問題に対する有効性を検証している。この系統で特に問題となる過渡領域安定度に対して、従来の系統安定化装置（PSS）と TAGEC を組合せれば、安定度が、より向上するという結果を得たので、TAGEC の実用化が非常に有利になった。

また、実系統試験の結果、実用化に不可欠な、自動負荷制限装置（発電所下流の水位上昇率を制御する

装置)との協調運転が可能なことを実証している。

第4章では、TAGECの長距離串形系統の長周期弱制動現象に対する有効性を検証している。この検証試験の結果、TAGECが、従来の制御法に比べて、長周期弱制動動揺のダンピングを改善し、安定度向上にも効果のあることを明らかにしている。特に、TAGECを適用した発電機の電源線故障に対しては、電源線に現れる通常の1 Hz程度の動揺と、連系線に現れる長周期弱制動動揺の両方のダンピングを同時に改善できることを示し、TAGECが動揺の周波数に左右されないことを明らかにしている。

第5章では、まず事故時系統分離システムの設計手法について述べている。次に装置を試作し、検証試験を行なった結果、長距離串形系統特有の複雑な動揺に対しても、正確に動作し、全系崩壊を防止できることを明らかにしている。また、実系統試験の結果、光通信系を含めたシステム全体の機能が全て問題ないこと、および長期耐久性も問題ないことを実証している。

最後に、第6章において、本論文で得た成果についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年の大規模連系電力系統で問題となっている、新たな安定度問題に対する安定度向上対策について研究したものであり、電力分野における時代的要請に合ったものであると認められる。

対策としての発電機制御系への現代制御理論の適用については、従来は、実験室レベルでの研究がみられる程度であったが、本研究は実機試験まで実施しているので、先駆的な研究であると言える。また、発電機の説調予測も、これまでに無い、回転体の運動特性を利用した手法を使用しており、先駆的な研究である。

本研究の特色は、TAGECに関しては、大容量長距離送電系統の安定度問題と長距離串形系統の長周期弱制動現象に共通の安定度向上対策であること、実用化を重視して、発電機の自端情報だけで制御する方式を採用したので、実系統試験まで終了し、実用化可能な段階に達していること、制御偏差の積分量を状態変数として追加して、拡張形の最適制御を採用したので、長距離串形系統の長周期弱制動動揺のダンピングを改善していること、などである。また、事故時系統分離システムに関しては、長距離串形系統の系統特性に着目して、系統間説調を予測して、全系崩壊を防止していること、発電機の回転数を直接計測して、回転体の運動特性を用いて説調を予測する、これまでに無い手法を採用していること、などである。

本論文は論理的にまとめられており、理論の展開方法も明確であるとともに、検証方法、分析の手法とそのプロセスも適切と認められる。近年の新たな電力系統安定度問題に対する安定度向上対策として、極めて有効な対策が得られており、今後の電力系統の安定度向上に寄与するものと評価される。

最後に、学位論文の基礎となった学術論文は一定量以上あると確認でき、課程修了による博士の学位授与に関する内規並びに同内規の運用方針を満たしていることを付記する。

本論文は単なる理論の応用に止まらず、実機試験により有効性を検証し、近年の大規模連系電力系統の安定度向上対策を提案しており、これらの点を考慮して、博士(工学)の学位を授与できるものと判断する。