

審査の結果の要旨

氏名 橋本 博幸

本論文は「大規模電力系統の供給信頼性向上対策手法に関する研究」と題し、6章よりなる。

第1章は「序論」で、まず、大規模電力系統の静的、動的な供給信頼性について述べ、最近の電力系統を取り巻く環境の変化、それに伴う供給信頼度に関する課題について解説している。次に、本研究の目的と構成について述べている。

第2章は「負荷変化に対する系統安定性の系統安定化機器による向上効果評価手法」と題し、動的供給信頼性を確保するために、電力系統で大きな負荷変化が発生した場合の短時間領域の系統安定性を、エネルギー関数を使用した second-kick 法によりエネルギーマージンの指標で定量的に評価する手法について述べている。

エネルギー関数におけるポテンシャルエネルギー記述式の中で、系統の無効電力と発電機の運動エネルギーに関係する2つの項に着目し、故障発生と負荷変化によるエネルギー変化の違いを明らかにし、不安定現象に対して適切な項のピーク値を参照して second-kick の適用タイミングを決定する新しい手法を提案した。そして、モデル系統を用いたシミュレーションで、系統安定化機器の1つである SVC 導入効果を検証し、提案手法は短時間領域における負荷変化により駆動される不安定現象に対する新しい評価手法として有効であることを示した。

第3章は「オンライン周波数安定化における負荷脱落量推定手法」と題し、第2章と同様の動的供給信頼性の視点から、単独分離系統の周波数安定化システムにおいて、制御仕上り精度に不確定要因として影響を与える負荷脱落量の推定手法について述べている。

本研究では、まず故障時の実測データにより負荷動特性モデルのパラメータ特性分析を行い、動特性分パラメータについて有用な特性を確認し、この特性情報を利用して、実際の故障発生時に、故障除去直後の短時間領域における電圧と有効電力計測波形に基づき負荷脱落量をオンライン推定する手法を提案した。本提案手法を変電所実測データで検証し、故障除去直後 100ms 間の計測波形データを使用して 1% 台の誤差で負荷脱落量を推定可能であることを確認した。

第4章は「大規模計画問題に対する高速・安定な連続系最適化手法」と題し、静的供給信頼性の確保を目的とする需給計画策定の重要基盤技術である二次計画形式の大規模問題を高速・安定に求解する手法について検討している。

本研究では、問題の規模に起因する計算の不安定化と演算時間の増大という課題を克服

するために、内点法に有効制約法の求解戦略を取り入れた手法を提案した。提案手法は、対数障壁関数を用いて、各演算ステップで上下限制約に接近する変数があれば、これを制約が活性な変数と推定して上下限值に固定し、ラグランジュ乗数の近似値を用いて「制約が活性な変数のラグランジュ乗数は非負である」という条件が満たされない場合には、この固定の解除を行うという動的な操作を行うものである。例題として複数発電機の出力を決定する経済負荷配分問題を用いて従来の内点法との比較評価を行い、提案手法が従来法と同等以上の処理速度を持ち、より高い正答率を示すことを確認した。

第 5 章は「起動停止可能回数を考慮した年間需給計画手法」と題し、静的な供給信頼性の確保を図るために、電源設備の故障の未然防止を目的に起動停止可能回数制約と LNG 火力の総燃料消費量制約の両者を考慮した年間需給計画問題を、安定して効率的に求解するための実用的な手法について述べている。

本研究では、第 4 章の結果を基に、上記の二つの制約を除外した問題の求解結果を初期解とし、両者の制約違反解消による相互影響と運転コスト増分を考慮して逐次解消を図る手法を提案している。実規模の問題による評価の結果、提案手法は発電機の起動停止計画を発電コストの観点から効果的に求めていることを確認した。

第 6 章は「結論」で、各章の結論をまとめている。

以上を要するに、本論文は、大規模システムの動的な供給信頼性向上のために、大規模な負荷変化が引き起こすシステムの不安定現象を定量的に評価する手法、及び大事故により形成される単独分離システムの周波数安定化に必要な負荷脱落量をオンライン推定する手法を提案すると共に、静的な供給信頼性向上の観点から、大規模な需給計画最適化問題を高速かつ安定に解く内点法の改良手法と、それに基づいた火力発電所の起動停止可能回数の制約を考慮した年間需給計画手法を開発し、数値シミュレーションや実規模システムへの適用によりそれらの有効性を明らかにしたもので、電気工学、特に電力システム工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。