

## 審査の結果の要旨

氏名 天野 博之

本論文は、「電力系統における同期安定度の非線形動特性解析とそのPSS制御系設計への応用」と題し、7章よりなる。

第1章は「序論」で、電力系統の同期安定度、その解析手法について概観し、電力系統の非線形性を考慮した効率的な同期安定度解析手法の必要性とそのPSS制御系設計への応用の可能性について述べている。

第2章では、「N波脱調の発生機構と非線形動特性解析の適用の可能性」と題し、同期安定度におけるN波脱調の発生メカニズムを、状態空間における安定領域の構造から考察している。N波脱調が不安定な平衡点によって引き起こされる場合には、安定領域は非常に複雑な構造となり得るため解析的な扱いが困難であり、N波脱調が不安定な周期軌道によって引き起こされる場合には、安定領域は比較的単純な構造となり、解析的に評価できる可能性があることを示している。

第3章では、「非線形動特性解析理論」と題し、本論文で用いる非線形動特性解析理論である中心多様体理論、標準形理論、ホップ分岐理論について定式化を含めて説明している。

第4章では、「ホップ分岐理論による振動発散の安定性判別」と題し、平衡点の安定性は安定であるにもかかわらず擾乱が大きい場合には振動発散に至るような場合（サブクリティカルホップ分岐）に対して、非線形動特性解析理論の一つであるホップ分岐理論を適用することによって動揺の安定性を判別する手法を提案している。提案手法は、ホップ分岐理論を適用して安定領域の境界を定める不安定な周期軌道を算出し、故障除去後の運転状態を、非線形性を考慮した固有空間上へ座標変換することにより動揺の安定判別を行うものであり、これを一機無限大母線系統に適用し、動揺の安定性を的確に判別できることを示している。

第5章では、「標準形理論を用いた安定性評価」と題し、標準形理論を用いることにより、従来の固有値解析では無視されていた非線形性を考慮して、複数の動揺モードの安定性を解析する手法を提案している。提案指標は、固有値解析では扱えなかったある程度大きな動揺に対して、事故時のショックの大きさの差異による安定性の相違（振動の減衰率と周期の違い）を評価するものであり、内部共振が起こる場合についても、内部共振を考慮した標準形を用いることにより安定領域の大きさに対応する指標を算出可能であることを示している。また、提案手法を電気学会標準系統モデルなどの多機系統へ適用し、内部共振の場合も含めて安定限界を定める周期軌道を近似的に求めることができ、安定領域の大きさを適切に評価できることを明らかにしている。

第6章では、「標準形理論を応用した制御系設計：振動発散の抑制に有効なPSS設計」と題し、前章で開発した非線形性を考慮した安定性解析手法に基づいて、振動発散現象の抑制に有効なPSS（電力系統安定化装置）の制御系設計手法を開発している。本設計手法は、大外乱に対する安定性を向上させるために、振動発散に関する安定領域が大きくなるような設計を行うものである。その有効性の検証のため、電気学会標準系統モデルにおい

て、本設計手法を発電機の PSS の制御系定数設定に適用し、小外乱に対する安定性だけでなく大外乱に対する非線形性の影響まで考慮した定数設定を行うことができるため、線形解析により得られた設計と比較して限界送電電力の向上が期待できることを示している。

第 7 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、同期安定度限界付近で運転する電力系統において、従来の線形解析では扱えなかった不安定周期軌道に起因して生じる振動発散形の N 波脱調に対して、非線形動特性解析理論を適用して安定領域の評価を可能にし、それを応用した発電機 PSS の制御系設計手法を提案し、電力系統の安定運用に大きく寄与することをシミュレーションによって明らかにしたもので、電気工学上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。