

氏名	とみ やま かつ ゆき 富 山 勝 幸
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第3501号
学位授与の日付	平成12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	系統解析のための負荷モデルに関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 上田 皖亮 教授 宅間 董 教授 奥村 浩士

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、電力系統の安定度解析に際し負荷モデルが重要であることを示し、そのモデル化手法を開発するとともに、エアコン負荷が電力系統の安定度、とくに電圧安定性に与える影響が大きいことを、それらの負荷特性試験を通して明らかとし、それらの結果を纏めたもので、7章からなっている。

第1章では、我が国の60 Hz系統における安定度問題とその対応について概観し、諸外国で発生している大規模停電を評価する際に、負荷特性が重要であることを示すなど、本研究の背景と「負荷モデル」開発の目的を述べている。

第2章では、諸外国で開発されている「負荷モデル」を概観し、「静的負荷モデル」が電力系統の各種安定度に与える影響が大きいことを、固有値解析、およびシミュレーションを通じて明らかにしている。また、負荷に含まれる力率改善用コンデンサなどの進相補償容量を予測する方法を提案し、その重要性を述べている。

第3章では、事故時の観測データ(出石変電所6.6 kV母線)から有効電力P、無効電力Qの電圧依存性を表わす静特性係数 K_p 、 K_q を、季節別、時間帯別に予測する方法を示した。また、負荷特性に大きく影響を与える冷房負荷比率を、電力需要と気温データから算出する方法を述べ、 K_p 、 K_q と事故発生時の冷房負荷比率との間に良好な相関関係があることを明らかにしている。

第4章では、系統からみた負荷をコンダクタンスG、サセプタンスBで表現する「動的負荷モデル」を提案している。観測データを分析することにより、事故直後、有効電力、無効電力ともに事故後4~5サイクルで静特性に戻ること、さらに、事故クリア直後の動特性が過渡安定度に大きく影響を及ぼすこと、を明らかにしている。この動特性を、誘導機の等価回路に表れるコンダクタンスG、サセプタンスBに等価な定数で表現することを試み、系統負荷の減衰時定数を適切に選ぶことにより、「動的負荷モデル」と「観測データ」とは良好な一致を示すことを確認している。

第5章では、負荷特性に相当な影響を与えているエアコン負荷の負荷特性試験を行い、エアコン負荷が電力系統に与える影響を明らかにしている。近年、普及が著しいインバータエアコンが負荷の電圧特性に及ぼす影響を検討するために、非インバータエアコン(従来型)とインバータエアコンの両者について単体試験を行うことにより、非インバータエアコンの方がインバータエアコンより電圧安定度を低下させる可能性の高いことを指摘している。さらに、非インバータエアコンとインバータエアコンが混在した複合負荷を対象に電圧特性試験を行うことにより、第4章に導入したコンダクタンスGとサセプタンスBの関係を明らかにしている。さらに、観測点から負荷点至る等価系統リアクタンスが供試系統の動特性に大きく影響を与えることをシミュレーションにより明らかにしている。また、出右変電所で観測された事故波形の様相が複合負荷の動特性試験の結果とよく似た傾向を示していることを確認し、エアコン負荷の影響を無視し得ないことを明らかにしている。

第6章では、「静的負荷モデル」、「動的負荷モデル」、「進相補償容量」および「等価系統リアクタンス」により表現された新しい「負荷モデル」を実際の事故ケースにおけるパラメータを用いてシミュレーションを行い、提案した「負荷モデル」の妥当性を検証し、評価している。その結果、現在用いられている「静的負荷モデル」によるシミュレーション結果に比べ、今回提案した「負荷モデル」のほうが、電圧、有効電力、無効電力ともに観測波形に近い結果を示すことを確認し、大きい

じょう乱時の解析においても、これらの挙動を正しく表現することを確認している。

最後に第7章では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電力システムの解析に際し重要な負荷の電圧特性を予測する手法を開発するとともに、負荷の動特性に少なからぬ影響を与えている空調負荷に着目した実験を通じて、その電圧安定性への影響を検討したもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 「静的負荷特性」を予測する手法の開発 任意の季節、時間帯における有効電力 P 、無効電力 Q の電圧依存性を表わす静特性係数 K_p 、 K_q の予測法として、毎時刻の電力需要、気温から算出される冷房負荷比率を用いる手法を提案した。

2. 「動的負荷モデル」の開発 事故時の観測データから、事故クリア直後の負荷の動特性が過渡安定度解析に重要であることを明らかにし、その動特性は誘導機の等価回路に表れるコンダクタンス G 、サセプタンス B に等価な定数を用いることによって表現されることを提案した。

3. エアコン負荷の電圧安定性に与える影響の検討 負荷特性に影響を及ぼしている各種のエアコン負荷の実測を通じ、それらの動特性が、大規模停電事故の原因となり得る電圧安定性に大きく影響を与えていることに着目し、以下の事項を明らかにした。

- エアコンの動特性は、じょう乱の大きさにより3つのパターンに分類され、厳しいケースでは事故クリア後、 P 、 Q ともに急増した状態に留まり、それによって系統電圧が低下した状態になること、がある。

- 非インバータエアコンは、系統電圧が徐々に低下した場合の静特性、および、事故クリア後の動特性ともに、 P 、 Q が急増し、インバータエアコンに比べ、電圧不安定現象を引き起こす可能性が大きい。

- 負荷に至るまでの等価系統リアクタンスがエアコンの動特性に大きく影響を及ぼし、それを適正に模擬することの重要性を明らかにした。

- 観測データの中にも、系統状況が厳しい場合、系統電圧を低下させたままで推移するケースがみられた。

以上、本論文は、電力システムの解析に際し重要となる負荷特性のモデル化を行うに際しての考え方、手法についての体系化を図るとともに、近年著しく増加している空調負荷が電力システムの負荷特性に与える影響を明らかにしたもので、学術的、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成12年1月25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。