



Title	電力系統の安定度解析の高精度化に関する研究
Author(s)	竹中, 清
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42741">https://hdl.handle.net/11094/42741</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	たけ なか きよし 竹 中 清
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 7 8 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 年 11 月 27 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	電力系統の安定度解析の高精度化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松浦 虔士
	(副査) 教 授 辻 毅一郎    教 授 熊谷 貞俊    教 授 伊藤 利道 教 授 佐々木孝友    教 授 平尾 孝    助教授 三谷 康範

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電力系統での系統計画及び安定運用のための安定度解析における重潮流条件やパワーエレクトロニクス機器の導入に対応できる解析手法の論理開発と各種機器モデル等の高精度化について、その研究成果をまとめたもので、以下の 6 章より構成されている。

第 1 章は緒論であり、電力系統の安定度解析に関する経緯について述べ、研究の位置付け及び意義を明確にしている。

第 2 章では重潮流化が進んだ系統の一部での大幅電圧低下現象を未然に防ぐために必要となる潮流計算手法の高精度化について述べている。その成果は、潮流計算上の多根を大規模系統において求める手法の提案、大規模な実系統の運用状態への適用と潮流指定範囲の拡張が可能な手法の提案及び上記手法の収束特性を改善し、潮流計算の極限潮流状態が的確に求められる新しい手法の提案としてとりまとめられている。

第 3 章では、大規模系統において、電力系統の変電所接続点や分岐点等の母線の電圧安定性にどの程度の余裕があるかを示す電圧安定指標を導入し、その指標をオンラインで計算するための高速計算手法を提案している。

第 4 章では動特性シミュレーション解析手法に必要な電力機器モデルの高精度化について述べている。重潮流化した系統では、電力系統を構成する各モデルの精度向上が重要であること、またパワーエレクトロニクス機器の導入に対しては新たなモデルの開発が必要となるため、直流多端子系モデルの開発、新しい負荷動特性モデルの開発、サイリスタ制御直列コンデンサモデルの開発、可変速発電機モデルの改良及び交流線路モデルの高精度化を行い、その成果をまとめている。

第 5 章では動特性解析手法の瞬時値領域への拡張について述べている。パワーエレクトロニクス機器等が導入される系統の電力動揺を解析する場合には、半導体スイッチングが対象となる短時間領域を含めた解析が必要となるため、短時間領域から系統動揺までを効率的に扱う手法や、微分方程式解法の新しい基本論理として陽解法と陰解法を組み合わせた手法を開発し、その有効性を示している。

第 6 章は結論で、本論文の結論を述べ総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

電力の自由化は、送電線路の重潮流化を進めることになり、電力系統の効率的運用と重潮流時の安定運用の重要性を高めている。これにより、不測の事態に備えた電力系統での動特性シミュレーション解析法や重潮流条件下での潮流計算手法の開発が課題となっている。同時に、このような電力系統の動特性を改善するために、応答性に優れたパワーエレクトロニクス機器の導入も進んでいる。このような背景の下で、本論文は、重潮流条件やパワーエレクトロニクス機器の導入に対応できる高精度の電力系統安定度解析手法を開発するために行った研究について述べており、次のような成果を得ている。

- (1) 重潮流条件下にある電力系統の一部での大幅な電圧低下現象の発生条件を定量的に分析するために、モード判別法による潮流多根解析手法を開発し、それが大幅な電圧低下現象未然防止の条件を見出すのに有効な手法であることを明らかにしている。
- (2) 大規模電力系統の運用状態に適応できる潮流計算手法として、発電機の起動・停止制御、負荷増減制御及び変圧器タップ制御を取り扱える手法を提案し、収束特性の改善には、浮遊ノードにおける電力ミスマッチに注目する方法と電圧ベクトル変数の複・複素数化が有効であることを見出している。
- (3) パワーエレクトロニクス機器と交直連系系統を含む電力系統の動特性シミュレーション解析のために、直流多端子モデル、負荷動特性モデル、サイリスタ制御直列コンデンサモデル、可変速発電機モデル及び交流線路モデルの高精度化を行っている。直流多端子モデルでは、既存の直流2端子モデルを直流多端子系に適用し、これに多端子集中制御方式を組み込んだこと、負荷動特性モデルでは、負荷をインピーダンスと電圧源で構成し、系統の応動データに統計処理を施して得られる定数で電圧源を制御し、周波数特性は負荷母線の交流電圧ベクトルの微分で近似することを特徴としている。また、サイリスタ制御直列コンデンサモデルでは、固定インピーダンスと電圧源で等価的に表現した各相個別制御方式を採用し、不平衡故障時の過渡安定度解析を可能にしている。可変速発電機モデルでは、回転子の回転数を可変とするために、回転子巻線を三相巻線とし、サイクロコンバータにより変換されたスリップ周波数の交流を加える形にして、2軸励磁発電機のParkの式で解析できるようにしている。交流線路モデルは、線路を分布定数回路と等価な $\pi$ 型集中定数回路で表わし、長距離線路を含む系統の解析を高精度で行えるようにしている。
- (4) 対称座標法を用いる数10ms以上の長時間領域での安定度計算を半導体のスイッチングを考慮できるmsオーダーの短時間領域に拡張するために瞬時値ベクトルを導入し、線路や変換器のモデルを短時間領域で取り扱えるようにしている。また、電力系統の動特性を記述する非線形微分方程式を解くために、長時間領域では陽解法で、短時間領域では陰解法で、それぞれ解を求め、両者を結合しつつ計算を進める基本論理を開発している。

以上のように、本論文は、電力系統の効率的で安定な運用のために必要とされる潮流計算や動特性シミュレーションを高精度で行うとともに、解析適応範囲が拡張可能な手法を開発している。その成果は、電力自由化時代の系統運用や設備計画に活用し得るものであり、電力システム工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。