

Title	電力系統における新たな不安定現象の安定化制御に関する研究
Author(s)	藤原, 良一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/33534">http://hdl.handle.net/11094/33534</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

[24]

氏名・(本籍)	藤原良一
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5740 号
学位授与の日付	昭和 57 年 6 月 16 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	電力系統における新たな不安定現象の安定化制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 須田 信英 (副査) 教授 桜井 良文 教授 坂和 愛幸 教授 辻 三郎 教授 木下 仁志

### 論文内容の要旨

近年の電力系統の特徴は長距離大容量送電と系統連系の二点に集約され、そのいずれもが系統の安定度を低下させる要因となっている。長距離大容量送電系統の安定化対策としては直列コンデンサ補償方式が早くに実用化されたが、近年、低周波軸ねじれ共振現象と呼ばれる不安定現象が存在することが判明し、この方式を適用するうえでの障害となっている。また、連系々統では発電機出力や連系線の有効電力潮流が振動して不安定に至るところの電力動揺の不安定現象が問題となっている。そこで本研究は、これらの不安定現象の解析法や安定化装置の設計法を制御工学の観点から検討し、より効果的な制御システムを構築することを目的としている。

本研究では、まず理論解析モデルを導出し、将来系統における低周波軸ねじれ共振現象の発生状況を推定したのち、これらを安定化するために動的抵抗方式、直コンフィルタ方式、誘導機併用方式という三種の新たな安定化方式と、電流補償方式および電圧補償方式ダイナミックコンペンセイタと呼ぶ既存の安定化方式の改良案を提案する。次に低周波軸ねじれ共振現象を制御問題として定式化し、その結果をもとに、状態フィードバックによる極配置法を利用して、安定化装置のシステムティックな設計を試みる。二種の安定化方式に適用したが、動的リアクトル方式では制御対象が20次のシステムとなり、可制御正準形を経由する極配置法では精度の良い解が得られない。そこで正準分解手法を利用して制御作用の及び易いモードを分離した後極配置を行なうことで効果的な制御装置を設計した。さらに可制御正準形を経由しない方法でも設計を行ない、これらの極配置法の特徴を数値的側面から明らかにした。また、主要な安定化方式の装置を試作し、模擬電力系統を使って低周波軸ねじれ共振現象の安定化効果を検証した。実験で得られた安定限界や過度応答波形を理論解析結果と比較す

ることによって理論解析手法の有用性も併せて検証することができた。

次に、電力動揺に関連する三つの問題を考察した。第一に、簡略モデルを用いた従来の解析手法の適用限界を明確にした。第二に、電力系統安定化装置(PSS)とタービン・発電機軸ねじれ振動の干渉について検討し、発電機出力を入力信号とするPSSでは干渉現象は見られないこと、従来から干渉が問題となっている角速度を入力する方式においても0次モードの角速度を利用すれば干渉しないことを示した。最後に、電力動揺の新たな安定化方式として、静止形無効電力制御装置の検討を行ない、周波数応答を利用した設計法や固有値感度を利用した設置場所の選定法を示した。

これらの研究により、最近の電力系統において問題となっているいくつかの不安定現象の新たな安定化方式や見通しの良い制御装置の設計法が示された。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、長距離大容量送電と広域連系に伴って、電力系統に新たに生じた不安定現象の安定化制御についての理論解析および実験をまとめたものである。

長距離大容量送電系統で、送電端と受電端の相差角の増大を避けるのに、線路に直列にコンデンサを挿入して送電線路のインダクタンスを補償する方式が開発されている。この方式の問題点は、タービン・発電機軸の機械的なねじれ振動と直列コンデンサ補償に伴う電気的な共振との干渉によって生じる不安定現象である。著者はこの問題の対策として、従来から試みられている4つの方式に加えて動的抵抗方式、直コンフィルタ方式、誘導機併用方式という3つの新しい方式を提案する。そうしてこの不安定現象の安定化を制御問題としてとらえ、状態フィードバックによる極配置法を活用して、体系的に安定化設計を行っている。その結果が有効であることを、小容量の発電機を備えた模擬電力系統を用いた実験で検証している。

近年、長距離大容量送電と広域連系という電力系統の構造と発電機の電圧調整器の高利得化、速応化という機器の特性に起因して、電力動揺と呼ばれる不安定現象が問題になっている。著者はこの現象について、電機子や送電線の過渡応答などを考慮した、詳細な数式モデルを導出し、従来採用されていた簡略化モデルと比較を行っている。そうして直列コンデンサ補償のある系では、簡略化モデルの誤差が大きく適切でないことを明らかにした。次にこの不安定現象の安定化対策に関連して、どのようなフィードバックを行うのが適切かを、軸ねじれ振動との干渉に注目して検討し、発電機出力信号を用いれば干渉がない、角速度信号を用いると干渉が大きいが、0次モードの角速度のみを利用すれば干渉が避けられるなどの点を明らかにした。また、新たな安定化方式として、無効電力制御装置を提案し、その制御回路の設計法を工夫した。

このように、本論文は電力系統の不安定現象の安定化制御に多くの知見を加えるものであり、学位論文としての価値があると認める。