



Title	超電導エネルギー貯蔵装置による電力系統の安定化制御に関する研究
Author(s)	三谷, 康範
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2158
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	三	谷	康	範
学 位 の 種 類	工	学	博	士
学 位 記 番 号	第	7 2 6 3	号	
学位授与の日付	昭 和 61 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学 位 論 文 題 目	超電導エネルギー貯蔵装置による電力系統の安定化制御に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教 授 藤井 克彦			
	教 授 鈴木 胖	教 授 山中千代衛	教 授 平木 昭夫	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超電導エネルギー貯蔵装置による電力系統の安定化制御に関する研究の成果をまとめたものである。

電力系統において安定性の維持は、極めて重要な課題である。従来、種々の系統安定化対策が開発され、その結果、現在のように大規模で信頼性の高いシステムが実現された。

一方、近年、大容量発電所が局所に偏在化し、電力消費中心と長距離送電線で連系される傾向が強まり、その結果、減衰の悪い電力動揺の発生、あるいは直列コンデンサ補償に伴う自己励振動現象や軸ねじれ共振現象の発生等新たな問題が顕在化してきた。電力系統を安定度の限界まで利用しようという動きが強まる中で、このような問題をいかに解決するかは重要な課題である。本論文では、こうした電力系統の安定化の新しい手法として超電導エネルギー貯蔵装置（Superconducting Magnet Energy Storage, S M E S）を導入する効果について検討を行っている。

S M E S は超電導マグネットとサイリスタ電力変換装置で構成され、電力変換装置の制御により高効率で迅速かつ頻繁なエネルギーの吸収、放出が可能である。また、貯蔵電力の充放電において有効電力と無効電力を同時に制御できる。そのために、系統の動特性の改善に顕著な効果が期待できる。

本論文では、このような S M E S の特徴を活用して、系統安定化を行なう制御方式を導出し、その効果を計算機シミュレーションにより確認している。その結果、系統内における S M E S の効果的な設置箇所および容量が推定され、系統安定化装置としての S M E S が評価できるようになった。本論文の内容は以下のとおりである。

本論文の第1章緒論では、電力系統の各種の不安定性を分類、整理し S M E S による安定化の意義を

のべている。

第2章では、系統じょう乱発生後の第1波の過渡電力動揺の安定化に対するSME S の設置箇所、設置数、電力貯蔵容量、交直変換器容量の選定方法を導き、安定化効果を確認している。

第3章では、中間領域の数秒間にわたる持続的な電力動揺の安定化を取り上げている。長距離大容量送電系統の電力動揺と電圧振動に対してSME S 充放電時の有効および無効電力同時制御を行なう方式を新たに提案し、顕著な振動抑制効果をシミュレーションによって示している。

第4章では、広域連系系統における中間領域の電力動揺を検討している。系統全体に拡がる長周期で減衰の遅い電力動揺がSME S の適切な設置箇所を選定することにより抑制されることを明らかにしている。可制御性、可観測性の応用による設置箇所の選定方法を導くとともに、電力貯蔵容量、交直変換器定格など、SME S の諸元を検討している。

第5章では、直列コンデンサ補償系統の不安定現象への適用を述べている。振動周波数領域の異なる電力動揺と自己励磁振動および軸ねじれ共振現象がSME S によって同時に安定化できることを示している。

第6章の結論で、本論文を総括している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、近年長距離・大容量化の傾向が著しい電力系統の安定化に超電導電力貯蔵（SME S ）が適用できることを明らかにしたものである。SME S の超電導マグネットに貯蔵された電力をサイリスタ電力変換装置により迅速に充放電して系統を安定化する方式は、SME S の用途として従来より提案されて来たものである。

しかし安定化に必要な電力貯蔵容量、電力変換装置の定格などの諸元、最適設置箇所および最適制御方式については本論文によって初めて解明が行なわれ、系統安定化装置としてのSME S が適切に評価されるに至っている。その成果を要約すると以下ようになる。

- (1) 電力系統に見られる不安定現象を分類・整理し、各種の系統の不安定状態に対応する適切な設置方式と制御方式を導出している。
- (2) 系統の過渡電力動揺の安定化に対するSME S の設置箇所、設置数、電力貯蔵容量、交直変換器容量の選定方法を導いている。その結果、電力貯蔵容量が比較的小容量の数十～数百メガジュールのSME S により系統じょう乱を抑制できることを明らかにしている。
- (3) 長距離送電系統の持続的な動揺（中間領域の安定度）に対して、SME S による電力動揺と電圧振動の同時制御方式を提案している。そのためにSME S 充放電時に有効・無効電力を同時制御する方法を導出し、他の安定化手法に比べ顕著な安定化効果が得られることを見出している。
- (4) 広域連系系統については、長周期の電力動揺を抑制するための適切な設置箇所を求める方法を導いている。また安定化に必要なSME S の諸元に関連して超電導マグネットの磁界変化率を求め、SME

S の設計指針を得ている。

- (5) 異なる周波数の振動が混在する直列コンデンサ補償系統においても，S M E S によって異なる振動の同時抑制を行う制御方式を導いている。

以上のように本論文は，S M E S による系統安定化の方式を各種の系統の構成と動揺の種類に関連して提案し，S M E S の諸元を明らかにしたもので，超電導工学および電力系統工学に貢献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。