

サイリスタ制御直列コンデンサの開発

送電系統能力の極限までの活用を目指して

Development of Thyristor Controlled Series Capacitor An Approach to Increase Maximum Load of Transmission Line

(電力技術研究所 系統G)

電力系統を効率良く最大限に活用する技術として、パワーエレクトロニクス技術が最近脚光を浴びてきている。このパワーエレクトロニクス技術の中でも、サイリスタ制御直列コンデンサ(TCSC: Thyristor Controlled Series Capacitor)は多機能であり、適用効果も大きいと期待されている。しかしながら、従来パワエレ機器の検討はデジタルシミュレーションによるものがほとんどであり、ハード的な検証が成されていないのが現状である。そこで今回、(株)日立製作所と共同で模擬送電線用のTCSC装置の縮小モデルを試作開発したので報告する。

(Electric Power Research & Development Center, System Group)

The power electronics technology, which can make use of the existing power system efficiently & upto the maximum possible extent, is recently gaining widespread popularity. Among the power electronics technology based devices, especially, the Thyristor Controlled Series Capacitor (TCSC) possesses varied functions and as such its application field is likely to be very wide. However, until now, the conventional power electronics devices have been studied almost only by performing simulations and no study has been carried out based on the hardware model of such devices. This research work, therefore, reports the development of a miniature model of TCSC (in collaboration with Hitachi Ltd.) for use with the reduced order model of a power system.

1 研究の背景

近年、エネルギー利用の電力偏重が進み、電力需要がますます増大し、電源の大規模化が進んできている。このような状況の中、格段の高速制御が可能なパワーエレクトロニクス機器の導入により既存の送電系統の能力極限まで利用することを目指したFACTS (Flexible AC Transmission System) 構想が米国で提案され、世界各国で研究が進められている。

当研究所においても、パワエレ機器の電力系統への適用効果について、デジタルシミュレーションにより検討を行ってきた。しかし、実用化を考えた場合、デジタルシミュレーションでは把握できない現象も充分考慮する必要がある。そこで今回、各種パワエレ機器の中でも特に期待が大きいサイリスタ制御直列コンデンサ (TCSC) の原理器を試作し、研究所所有の模擬

送電線設備を使い、基本機能の確認試験を行ったので報告する。

2 装置の概要

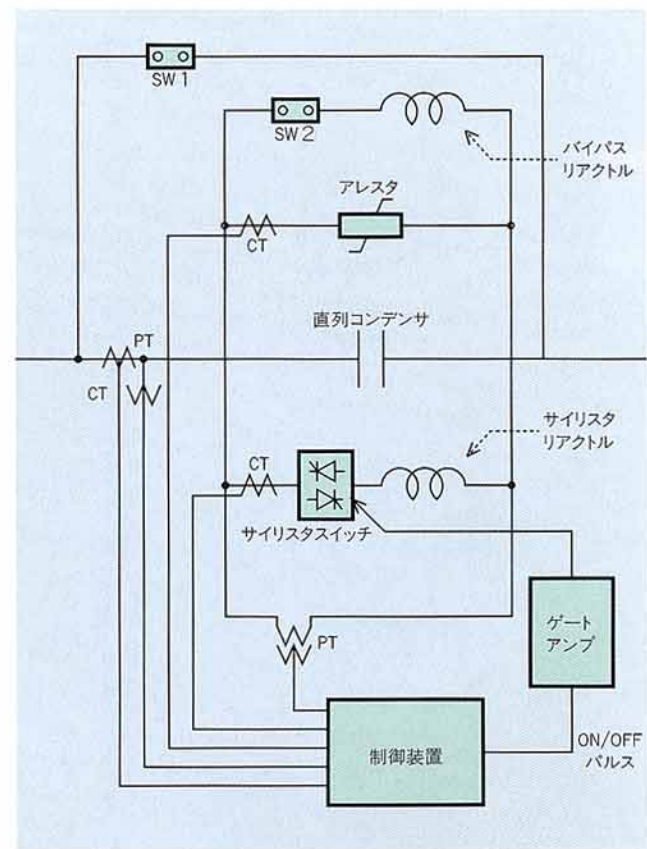
今回試作したTCSC装置の仕様を第2表に、構成図を第1図に示す。装置外観図は第2図に示す。定格電圧は模擬送電線装置に対応させるため、275Vとした。シミュレータ用の装置であることから、コンデンサ量

第1表 サイリスタ制御直列コンデンサ適用効果

適用箇所	適用効果
長距離電源線	安定度向上による送電容量の向上
ループ系統	潮流制御、安定度向上

第2表 縮小モデルの仕様

項目	仕様
定格電圧	AC275V
定格電流	AC40A連続(100A5秒)
定格周波数	60Hz
耐圧	AC1500V 1分間
コンデンサ	1700~500 μ F(1.6~5.3 Ω)
サイリスタリアクトル	4.0、2.6、1.2mH
サイリスタ	800V、120A



第1図 回路の構成

やサイリスタリアクトルを組合せて、選定できるようにした。また、装置の保護のため、アレスタ、パイパススイッチを設けている。

装置の心臓部分である制御装置では、任意のゲインや時定数が入力できるようにしている。

本装置の2つの制御方式を以下に示す。

- (1) 連続制御：電力や電圧、電流を入力項目に選定し、目標値に系統を制御する機能。また、送電線の電力量を検出し、発電機の動揺抑制を行う機能。
- (2) シーケンシャルステップ制御：目標の線路に対する補償量を入力することで、系統状態とは無関係にタイムシーケンスで点弧角を制御する機能。

3 模擬送電線を使用した実験結果

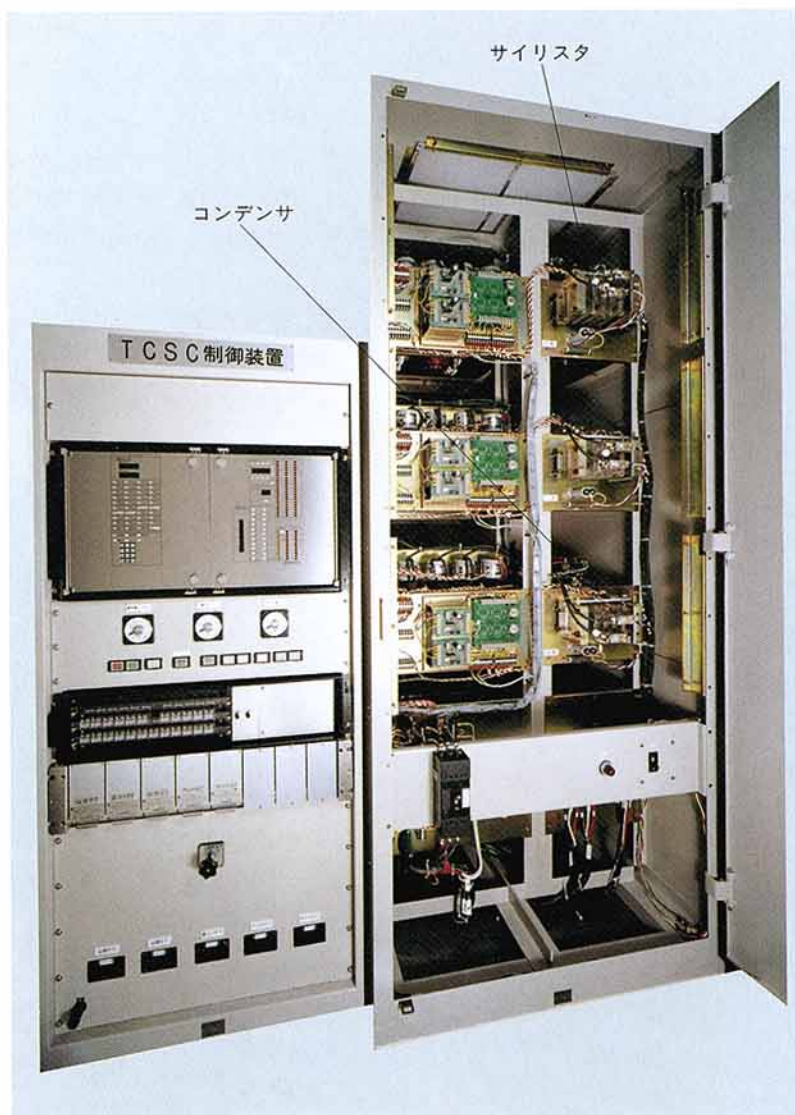
試作したTCSC装置を模擬送電線装置に接続し、基本機能である点弧角変化によるインピーダンス制御試験を行った。実験時の系統構成を第3図に示す。コン

デンサとリアクトルの組合せとしては、(C: 1700 μ F、L: 1.2mH、2.4mH)の2通りについて測定した。点弧角 β を変化させ、線路電流およびTCSC電圧の実効値からTCSCインピーダンスを求め、理論式から得られる値との比較を行った。測定結果を第4図に示す。

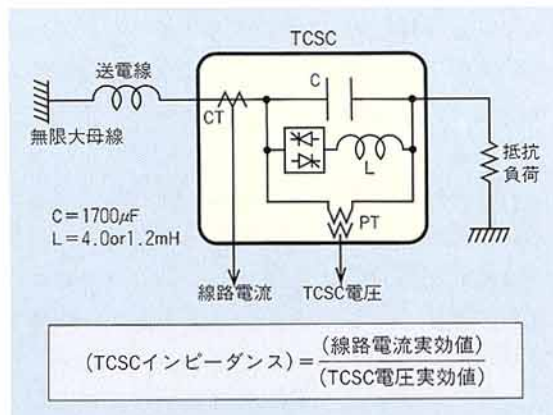
測定結果から、実測値のプロットが理論値曲線に乗っており、インピーダンス補償を指令値通りに動作させることが可能であることを示した。また、縮小モデルによる基本機能・動作確認ができ、将来の実用化に向けて一步を踏み出すことができた。

4 今後の展開

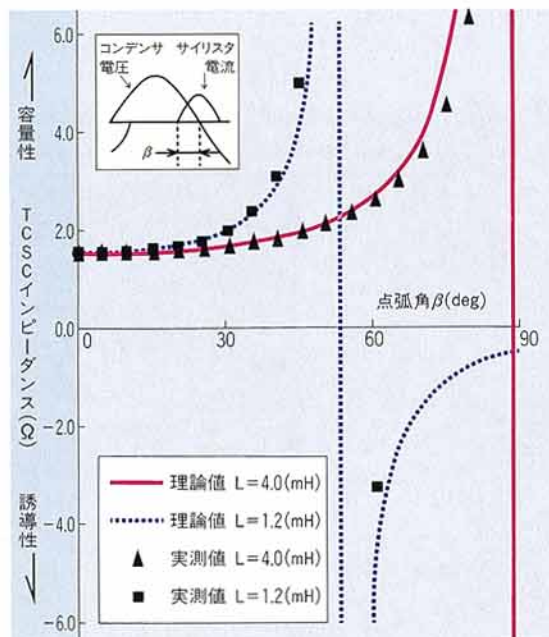
今後は、TCSCによる発電機の過渡安定度向上効果の検証や、系統故障時の瞬間的な過渡応動を測定し、パワーエレクトロニクス機器の基本特性を把握していく予定である。



第2図 縮小モデル



第3図 実験時の系統構成



第4図 インピーダンス測定試験結果