

可変速調相機による系統電圧安定化

パワーエレクトロニクス応用による送電容量限界への挑戦

System Voltage Stabilization with Variable Speed Compensator Challenge to the Maximum Power Transfer Limit by Power Electronics Technology

(技術開発本部 研究企画部)

送電容量を送電線の熱容量限界まで高められない原因の一つに、電圧安定性の問題がある。この問題を解決するため、(株)東芝と共同で可変速調相機、同期調相機、自励式静止形無効電力補償装置(自励式SVC)による系統電圧安定化効果を解析することで比較検討した。可変速調相機は同期調相機の過負荷耐量の大きさと自励式SVCの高速制御性能を合わせ持ち、電圧安定化にも非常に効果があることが確認された。また、400MVA級の可変速調相機のプロトタイプ設計を行い、技術課題を抽出した。

(Research and Development Planning Department, Research and Development Bureau)

Voltage instability is one of the reasons that prevent the transmission capacity increase to the thermal limits of the transmission lines. We analyzed and compared the effectiveness of system voltage stabilization performance with a variable speed compensator, synchronous compensator, and self-commutated static Var compensator (self-commutated SVC), in cooperation with Toshiba Corp. We verified that the variable speed compensator is most effective for voltage stabilization, having an overload capacity of a synchronous compensator along with the high speed controlling performance of a self-commutated SVC. We made also a feasibility design of a 400MVA class variable speed compensator and investigated technical problems.

1

開発の背景と目的

電力需要は長期的には増加の一途をたどると予想されるが、送電線の立地条件はますます厳しい状況にある。米国においても送電容量を送電線の熱容量限界まで高めるため、パワーエレクトロニクス技術等を応用するFACTS (Flexible AC Transmission Systems)の研究が盛んに行われている。末端に発電機のない負荷線においては、電圧安定性の改善が送電容量限界の向上につながる。電圧安定化に効果のある従来技術としての同期調相機のほか、パワーエレクトロニクス応用の自励式静止形無効電力補償装置および可変速調相機を適用した場合の送電限界向上の効果を比較検討するとともに、最も効果が期待される可変速調相機について概念設計を行い、今後の課題抽出を行う。

2

研究の概要

同期調相機は直流で励磁された回転子が系統周波数と同期して回転し、その回転磁界により系統と同じ周波数の内部誘起電圧を発生する電圧源である。過負荷耐量も大きいことから、電圧安定化効果は大きく、古くから適用されている技術である。近年その機能が見直され、当社においても、東信変電所に100MVAのものを平成3年に設置した。

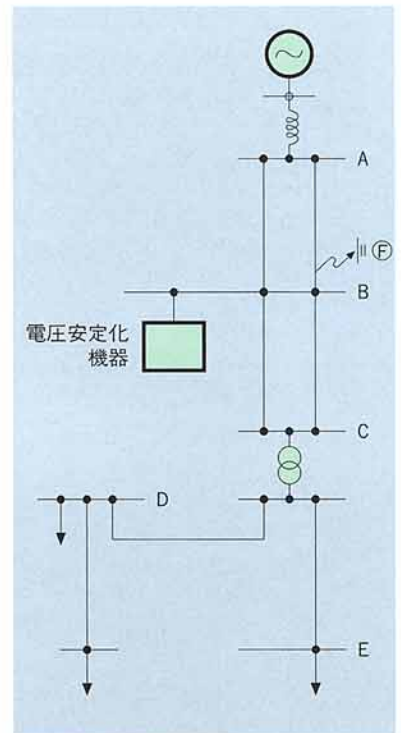
自励式SVCも最近進歩の著しい電力用半導体で自己消弧機能のあるGTO(ゲート・ターンオフ)サイリスタを用いた電圧形自励変換器を応用したもので、静止形でありながら電圧源として動作し、極めて高速に系統電圧変化に対応できる能力がある。保守が容易であること、設置スペースが少ない等の利点もあり、将

来技術として期待されている。

可変速調相機は、同期調相機が直流で励磁されるのに対し、インバータを用いて可変周波数の交流で励磁する回転機である。回転子は系統の周波数に必ずしも同期して回転する必要はない。この特性を利用して、フライホイール効果により回転数を落として系統に有効電力を供給したり、逆に回転数をあげて有効電力を吸収することで、系統の電力動揺を抑制する機能が注目されている。しかし有効電力の制御だけでなく、無効電力も同期機以上に高速に制御でき、過負荷耐量が大きく、かつ高速応答性能を有する電圧源として、電圧安定化能力は非常に高いことが予想される。

そこでこれらの電圧安定化機器の効果を確認するため、モデル系統で送電電力を送電線の熱容量限界まで高めるために必要な設備容量を算出した。

第1図はモデル系統を簡略化したものである。B開閉所の至近端の⑥で3線地絡を発生させ、50ms後に故障を除去する系統擾乱時に、B開閉所に可変速調相機400MVAを設置することにより送電限界が2600MWか



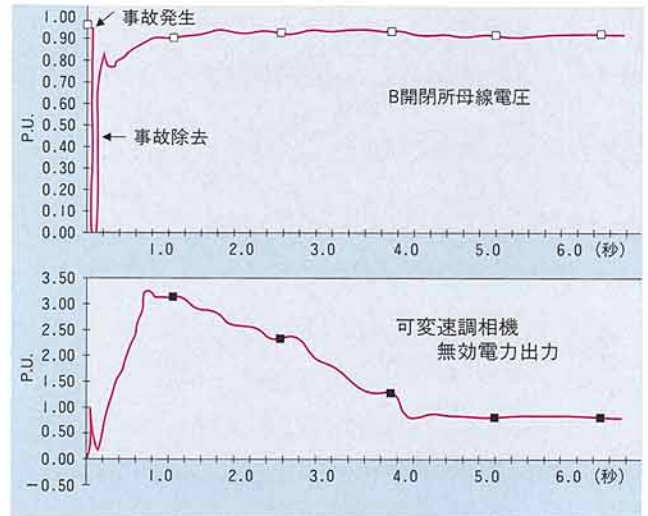
第1図 モデル系統図

ら熱容量限度の3500MWまで高めることが可能であることをデジタル解析により確認した。同じ効果を得るためには同期調相機では800MVA、自励式SVCでも800MVA必要となる。可変速調相機が最も単位容量あたりの効果が高い理由は、第2図に示すように、系統電圧低下時に高速に350%近くの過負荷領域まで出力できることが原因である。同期調相機も同じような過負荷耐量があるが、制御応答が遅く、過負荷出力に達する前に電圧崩壊が始まってしまう。自励式SVCは逆に応答速度は可変速調相機よりも高速であるが過負荷耐量がない。事故点、電圧調整設備の配置等によっても必要容量は変化するが、制御速度の早い可変速調相機と自励式SVCはこれらに余り影響されないことも確認した。

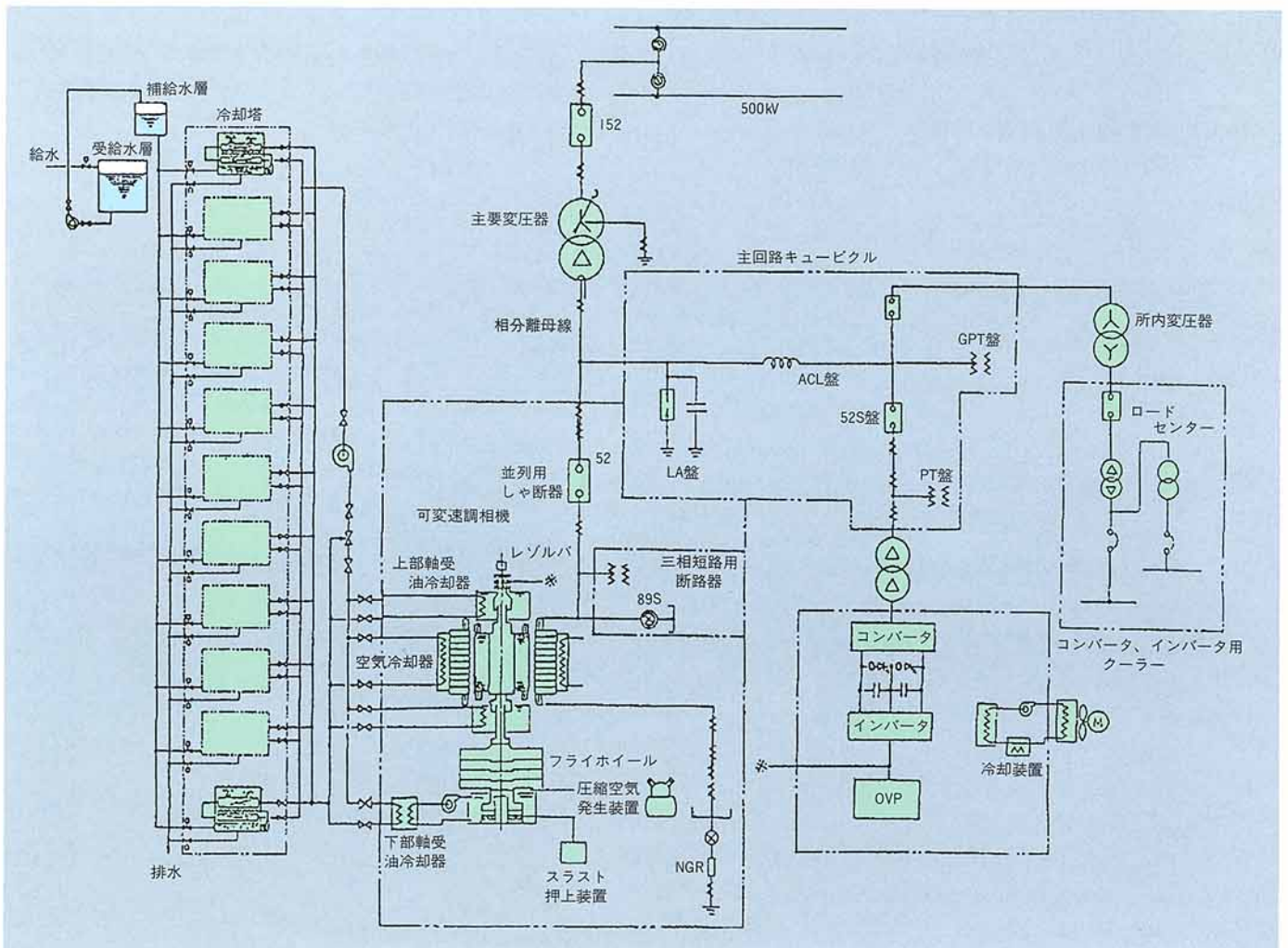
第3図は可変速調相機設備のシステム構成図である。400MVAの容量の可変速調相機を概念設計したところ、50m×87mのスペースが必要であることが判明した。

3 今後の展開

今後は系統解析だけでなく、信頼性、保守性、効率など種々の観点から電圧安定化装置を比較検討するとともに、実用化に向けて、冷却装置、励磁装置等の実用化に向けてコンパクト化を検討していきたい。



第2図 解析結果例



第3図 可変速調相機設備システム構成図