

# 自端検出型系統安定化装置(ASC)の開発

新しい系統安定化論理を採用した低コスト型装置

## Development of an Autonomous Stabilizing Controller (ASC)

A Low-Cost Device with a New System Stabilization Logic

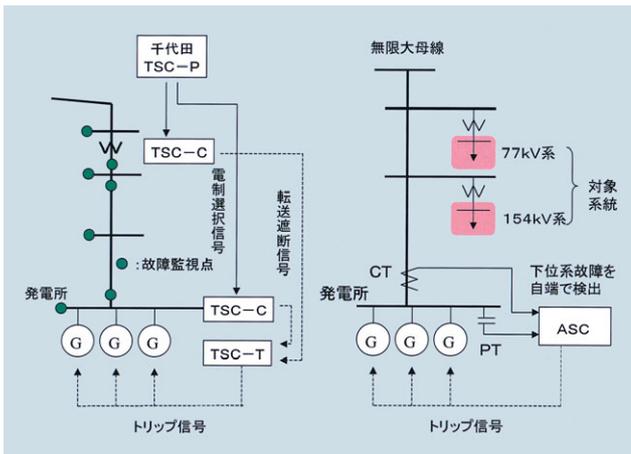
(系統運用部 系統技術G)

近年の電源集中化により系統安定度は厳しくなり、154kV以下系統(負荷系)の故障でも、その故障除去が後備保護リレーによる場合には、275kV以上系統(基幹系)発電機が不安定となる場合が出てきた。この安定化対策として、新しい系統安定化論理を採用した自端検出型系統安定化装置(ASC: Autonomous Stabilizing Controller)の開発・実用化を行った。

### 1 ASCの位置付け

当社で従来から導入しているオンラインTSCは、上位系における主保護リレーでの故障除去時の安定度維持を目的としたシステムで、第1図左のような構成となっている。主保護リレーによる故障除去時は高速で確実な安定化制御が可能であるが、後備保護リレーによる故障除去に至った場合には対応していないため、上位系は主保護リレーの2系列化を実施している。

一方、下位系においては、主保護リレーによる故障除去時は安定度問題が発生しないため対策は不要であるが、後備保護リレーによる故障除去時には、上位系と同様に主保護リレーの2系列化を実施していた。しかし下位系における主保護リレー2系列化は、以下の点で問題があり、抜本的に解決する方法が求められていた。



第1図 オンラインTSCシステム(左)とASCシステム(右)

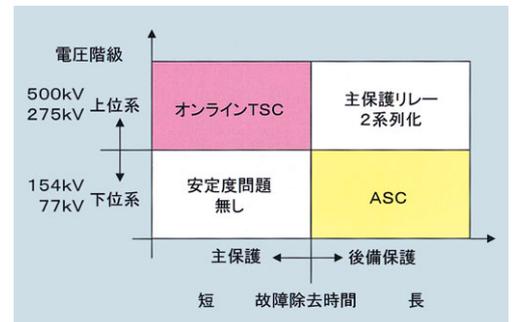
- ・対象となる箇所が極めて多く、コスト増となる。
- ・77kV設備では、2系列化に必要なCT(計器用変流器)を設置する空きスペースがないため、工事実施のために開閉設備の新規開発が必要となる。
- ・工事実施に長期の母線停止が必要となり、作業停電の確保が困難である。

(Power System Engineering Group, Power System Operations Department)

System stability has been suffering greatly from the centralization of electric power in recent years. In some cases, system generators of 275kV or more (core systems) got unstable when troubles with systems of 154kV or less (load systems) were eliminated using a second-reserve protection relay. To stabilize these systems, we developed an autonomous stabilizing controller (ASC), adopting a new system stabilization logic, and put it to practical use.

・主保護リレー2系列化は、現状は解決されるものの、将来の系統形態の変更等により、対象箇所がさらに増える懸念がある。

そこで、下位系の後備保護リレーによる故障除去時の安定度問題を解決し、かつ伝送路が不要で低コストな系統安定化対策として、ASCを開発した。ASCは、第1図右に示すように、自端情報として発電所の送電線電流と母線電圧を取り込み、この自端情報のみを用いて制御演算を実施する。その結果、安定度維持が困難と判定される場合に、一部の発電機を電源制限(以下、電制という)し、系統の安定化を図る装置である。ASCの開発によって、電圧階級の系統安定化対策は、第2図に示すようになる。



第2図 電圧階級の系統安定化対策

### 2 ASC装置の概要

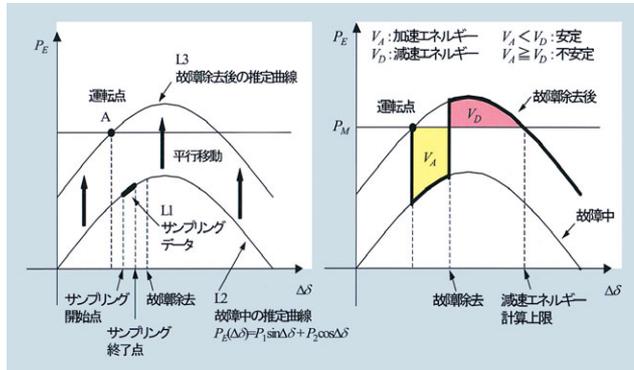
#### (1) 起動判定機能

起動判定機能には、電力系統の故障発生と、その故障除去が後備保護に至ったことを確実に検出し、かつ主保護動作時における不要動作を発生させないことが要求される。ASCでは、対象事象以外での誤動作を防止するために、検出する要素の組み合わせを工夫することにより、確実な起動判定を行う方式を開発した。

#### (2) 安定度判定機能

ASCでは、故障発生中の有効電力データを用いてP-δ曲線の推定を行い、等面積法によって安定度判定を

行う方式を採用した。この方式は、エネルギー演算に基づく安定度判定を実施しているため、安定度判定に関する整定値が不要で、作業時系統等の系統構成変更時においても、柔軟に安定化制御ができるというメリットを有している。



第3図 P-δ曲線推定と当面積法による安定度判別

ア 第3図の太線L1で示す部分のPEを、実測値からサンプリングする。

イ 上記サンプリングデータを用いて、故障中のP-δ曲線(L2)を推定する。

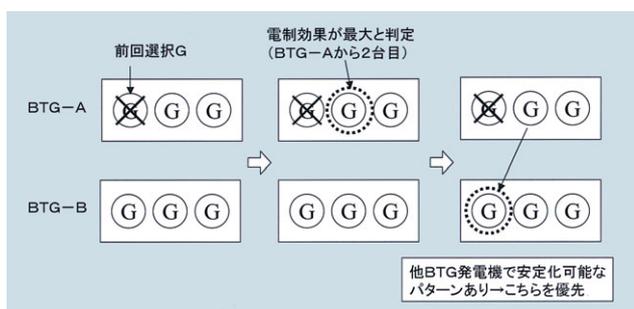
ウ 推定した故障中のP-δ曲線を、点Aを通過するように上方へ平行移動し、故障除去後の波形L3を得る。(ここで、点Aは、故障発生前の運転点である。)

このようにして得られた故障中および故障除去後のP-δ曲線から、等面積法による安定度判定の方法を図示したものが第3図右となる。

ASCでは、加速エネルギー  $V_A$  および減速エネルギー  $V_D$  を算出し、 $V_A < V_D$  で安定、 $V_A \geq V_D$  で不安定と判定する。また、ASCでは、上記の等面積法による安定度判定を8.3ms毎に繰り返し実施する。この逐次監視型制御演算方式の適用によって、安定度判定中の故障除去等の系統変化にも適応できるため、電制台数の適正化が可能となる。

### (3) 電制機選択機能

安定度判定の結果、不安定と判定された場合、電制により安定度維持を図ることになるが、複数の発電機の中から電制する発電機を選択する必要がある。このとき、最も電制効果が大きい発電機を選択することが基本となるが、ASCでは、電制効果以外にも、電制後の復旧を考慮して発電機選択を実施する。



第4図 電制パターン選択イメージ

ASCは、電制による安定化効果が最も大きい発電機を選択することを基本としつつ、全台遮断回避BTGが全台遮断とならず、また1つのBTGから複数発電機が選択されないで安定化できるパターンがある場合は、そちらを選択するよう、考慮している(第4図)。これにより、電制を実施しても発電機復旧を迅速に行うことが可能となり、需給バランスに与える悪影響を小さくすることができる。

## 3 開発の成果

### (1) ASCの特長

- ASCの特長は、以下のようにまとめることができる。
- ・起動判定機能により、ASCの対象となる後備保護故障以外の不要動作を確実に防止する。
- ・自端計測情報のみにより安定度判定を実施するため、通信回線を必要とせず低コストである。
- ・等面積法に基づく安定度判定により、作業時系統等においても柔軟に安定化制御ができる。
- ・故障中のデータを用いた安定度判定を実施するため、故障除去を待たずに高速制御が可能である。
- ・逐次監視型制御演算方式の採用により、様々な故障様相にも適切な制御が可能である。
- ・発電機復旧を考慮した電制機選択機能により、電制後の需給バランスに与える影響を小さくできる。



第5図 運用中のASC

### (2) 設備工事費の削減

主保護リレー2系列化の代替として、ASCを知多火力変電所、碧南変電所の2箇所に設置した。これにより、従来必要であった34箇所の下位系変電所における送電線、母線の主保護リレー2系列化工事を省略することができ、合計32億円の工事費を削減した。



(現所属: 静岡支店 技術部 計画G)  
執筆者/ 園田光寛