

発電機の機器耐量限度までの裕度を用いた安定度向上方式 —電気学会WEST30機系統モデルへの適用—

背景

近年の自由化の進展に伴う不確定さに起因して、送電網に適切なマージンを持たせておくことが求められている。このため連系線の限界送電電力を経済的に向上させる技術が望まれている。わが国において、限界送電電力は落雷などによる三相地絡事故（3LG）時の過渡安定度制約によって決まることが多い。しかし、その発生頻度は非常に低いため、3LG時のみ発電機の電圧面での安全運転可能範囲*1を有効に活用することで、機器への影響はほとんど与えずに限界送電電力を増加することが可能となる。これにより、定常時の連系線送電電力を増加させ、現有送電設備の有効利用が期待できる。

当所では上記を実現するための一つの方法として、3LG除去後に一時的に発電機の安全運転可能範囲内で電圧を高めることにより、発電機の内部相差角の増加を抑制し、限界送電電力を増大させる端子電圧高め制御方式を提案している^[1]。また、提案する制御方式は、各発電機の自端情報のみを利用しているため、発電機の電圧制御系のソフトウェアの改造のみで実現可能であるため費用対効果が高い。

目的

端子電圧高め制御方式の高度化を図るとともに、提案方式を各種の電力系統安定化装置（PSS）と組み合わせた場合の系統安定度向上性能を電気学会WEST30機系統モデルにより確認する。

主な成果

1. 発電機自端情報による3LGの検出方法の改良

端子電圧高め制御（図1、以下HVC）の不要動作を防止するため、HVCの起動条件である3LG事故の検出方法を改良し、端子電圧の変化速度（ dE ）と力率角の変化速度（ $d\theta$ ）により検出する方法を開発した（図2）。この方法をWEST30機系統モデルの各発電機（G1～G8、図3）に適用し、自端情報のみから連系線の事故発生地点における3LGの発生と事故除去を検出できることを確認した。

2. HVCと各種PSS方式との組み合わせ時の安定度向上性能

ΔP 形、 $\Delta P + \Delta \omega$ 形および多入力PSS^[2]付き超速応AVRとHVCを組み合わせた場合の効果を検討した。HVCを発電機G1～G4およびG1～G8に適用した場合に、連系線における3LGに対する連系線の限界送電電力を求めた。その結果、HVC制御により、3LG後の内部相差角 δ が抑制されていることがわかる（図4）。PSSの効果により増加した限界送電電力を、HVCによりさらに5～15%増加させることを確認した（図5）。

今後の展開

提案したHVCおよびその起動条件について、当所 交・直流電力系統シミュレータにおいて実機に近い環境で検証を行う。

主担当者 研究企画グループ スタッフ 上席 北内 義弘

関連報告書 [1] 「機器耐量限界までの裕度を用いた安定度向上方式—短時間電圧高め制御による送電可能電力の増大—」、電力中央研究所報告：T03045（2004年4月）
[2] 「長周期動揺抑制用多入力PSSの定数設定法とその検証」、電力中央研究所報告：T98030（1999年9月）

*1：電圧上昇時には、過度な高磁束密度により局部的な絶縁破壊や過熱を生じる恐れがある。このため、磁束と比例する端子電圧／周波数比の大きさとその許容時間を定めた過励磁耐量曲線が機器メーカーにより定められており、ここではその範囲内を安全運転可能範囲と呼んでいる。

4. 電力流通／流通コストの低減・信頼性確保

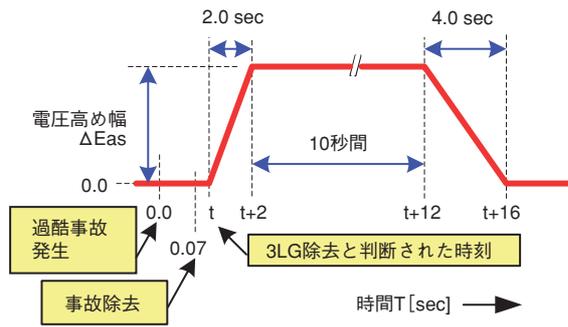


図1 各発電機の電圧制御系に
加算される端子電圧高め信号

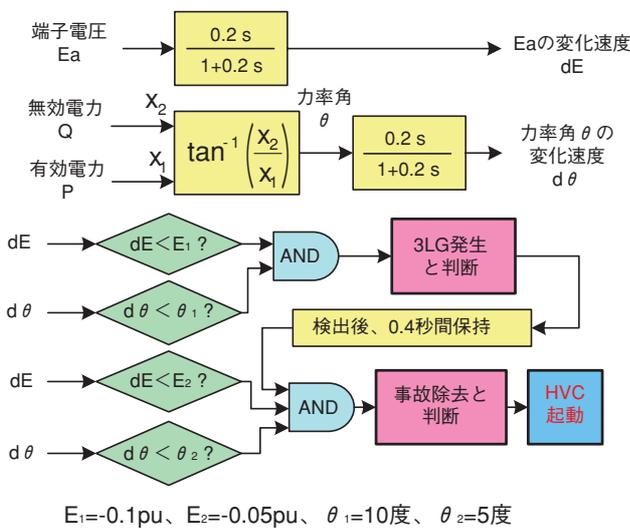


図2 端子電圧高め制御の起動条件

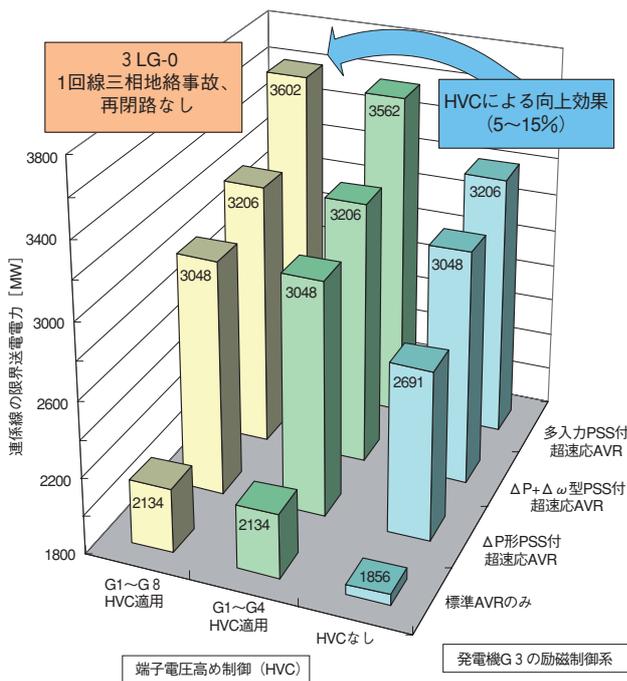


図5 連系線3LG-0時の限界送電電力

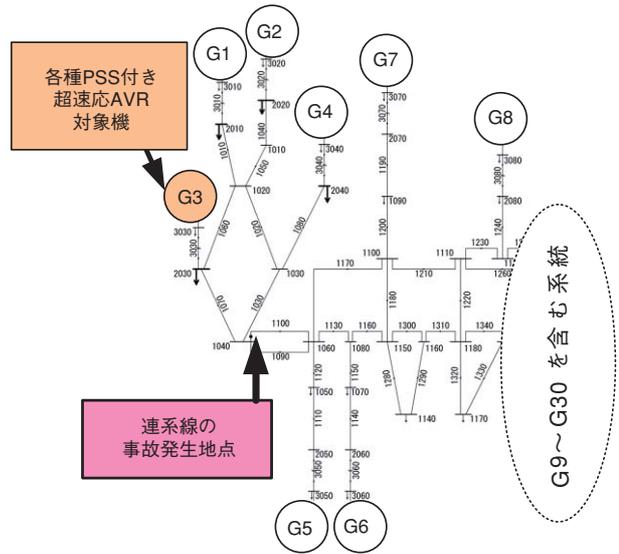
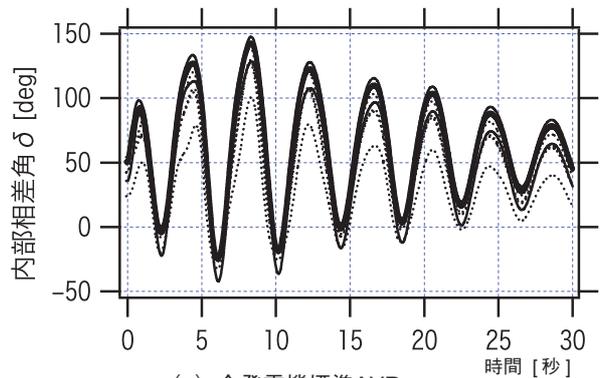
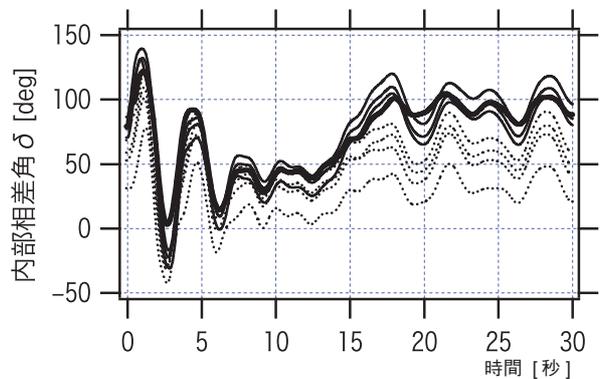


図3 電気学会WEST30機系統モデル



(a) 全発電機標準AVR
HVC制御なし
送電電力1856MW



(b) G3 多入力PSS付超速応AVR
G1~G8 HVC制御
送電電力3602MW

図4 シミュレーション結果