

最近の電力系統の運用と安定度問題について

系統運用部

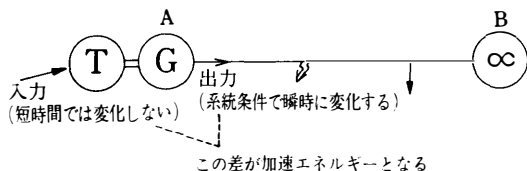
1 ま え が き

電力系統の拡大とともに、系統構成の複雑化、発電機数の飛躍的増大、送電線潮流の増大などにより、系統の「安定度」は計画・運用の両面において重要な問題となっている。

運用面についていえば、安定運用と経済運用とは背反する面があり、種々の制約の下において調和のとれた合理的な運用を行うべく努めている。このためには、系統安定度の限界を正確に把握しておくことが必要であり、54年初めから新しい安定度解析手法を導入し、情報システム部の協力を得て、当社内で計算をおこなっている。その概要とこれにもとづいてなされている主幹系統安定度監視方式の概要についても紹介する。

2 電力系統の安定度とは

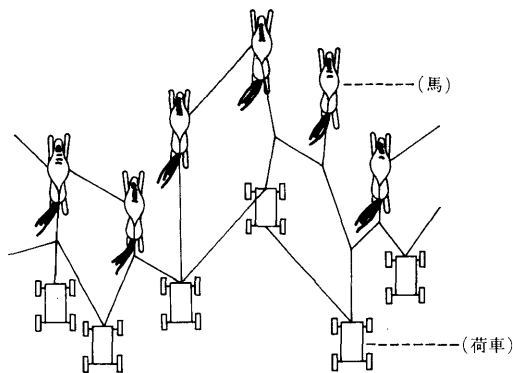
複数の同期発電機が同期運転を行っている場合に、系統に何らかの擾乱（短絡故障とか負荷の急変など）が発生すると、一時的または継続的に同期運転が乱され、安定な運転ができなくなることがある。この現象が生じ易いかどうかの指標を「安定度」と称しており、発電機の出力、発電機相互間の距離（電氣的距離）、連系線潮流の大きさ、発電所のタービン発電機の制御装置の性能等によって定まる。（第1図）



第1図 系統モデル

このことをもう少し理解し易いように54年3月の「電研報」の表現を借りて電力系統を荷馬車にたとえてみることにする。

『発電機とそのエネルギー供給源を馬にたとえるなら、負荷は荷車にたとえられよう。送電線は両者を結ぶロープのようなものであり』この荷馬車の群は一定の速度（電力系統の60Hzに相当するもの）で走ることが要求される。（第2図）



第2図 電力系統を荷馬車にたとえれば

『現在、沢山の馬と荷車を結ぶロープが縦横につながっている。また荷車の荷が重くなってくると適当な箇所新しい馬が加えられる。こうなるとどの馬がどの荷車を引っ張っているのか判然としなくなる。したがって一頭の馬の加速・減速を論じようとするれば、全系のバランスも見なくてはならない。』

『何かのきっかけで全系がパニック状態に陥ることがあった場合、……この過程では各馬はばらばらに加速減速を繰り返す、沢山あるロープも伸びたり縮んだりする。このような動揺状態のもとでは荷車も揺れながら加速減速を繰り返す。』

『ロープが切れれば馬は暴走するし、荷車は置いてきぼりをくう。馬の暴走は御者（発電所の制御装置）が取り抑えるが、荷車の停止は需要地の停電を意味する。』

（電研報54号P40 長尾「電力系統の負荷特性」より抜粋）

このような状況は複雑であり、この問題に対して多くの年月と地道な努力が積み重ねられている

3 安定度解析手法

現在使用中の安定度解析プログラム（Y法）は電気協同研究会「系統安定化専門委員会」において開発研究を進めてきたもので（第1表）のような特長がある。

	交流計算 (アナログシミュレータ)	コンピューターによる 従来の計算法 (Z法)	コンピューターによる 新しい計算法 (電協研Y法)	手計算 (卓上計算機使用)
最大発電機数	18	50	400	2~3
系統の諸特性	発電機電圧:一定 他の要因は省略	発電機電圧:可変 ガバナー特性:あり 他は省略	発電機電圧:可変 ガバナー特性:あり 原動機ダンピング:あり 発電機飽和特性:あり	発電機電圧:一定 他は省略
適用条件	簡略化した系統または 局部系統の計算で 故障後1秒間程度の 解析にのみ使用可。	大系統および故障後 数秒以上の解析は誤 差が大きくなる。	大系統にも通用出来 て忠実度が高く故障 後10~20秒間の解析 が可能	4機以上の計算 は事実上不可能
1ケース当りの 所要計算時間	10分	5分	20~30分	1週間 ~1ヵ月

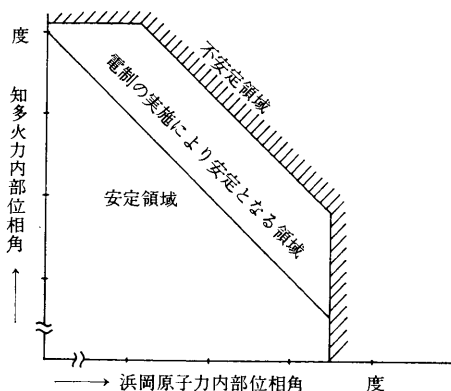
*準備時間を除く。

第1表 安定度解析手法の比較

電力系統の状態は時々刻々変化するので、安定度限界を検討するためには、発電状況、潮流、故障の種類、場所などの計算条件を変化させて、一般には10数ケース~100ケース程度の計算を行っている。

4 安定度面からみた主幹系統運用の現況

主幹系統の安定度限界を求めるために、前述の解析手法により数多くのシミュレーション計算を行った結果、当社系統においては、西部変電所を基準とした知多火力と浜岡原子力の発電機内部位相角により管理運用する方式を開発し実用している。（第3図）



第3図 発電機位相角と安定度限界

この方式は、いくつかの安定度決定要因を包括できること、発電機の経済運用を最大限に追求できること、限界超過時の対応が多様化できること、給電実務上監視指標として簡便であること、などの特長がある。（詳細は第26回技術発表委員会予稿集P.59）

現在中央給電指令所では、CPUでオンライン情報にもつじた監視をおこなっているが、54年上期において安定限界内におさめるための東西火力群持ち替え運用を数十回おこなっている。このほか、中地域西地域を合わせた60Hz系統の広域連系運用にあたって同様な安定度解析をおこなって運用限界を設定し、必要な安定化対策を講じている。

5 今後の方向性

55年度には主幹系統の50万ボルト昇圧が予定されており、安定度は相当改善されるものの、その後が開発される電源は大部分が東側系統に予定されているため、再び運用条件は厳しくなると予想される。そこで、安定度向上対策としては従来からの系統故障除去時間の短縮、制動抵抗の採用等の他に、次のような改善対策の検討が関係部門と協調をとりつつ進められている。

(1) 系統制御性の向上を目指して

ア 主要火力機の励磁系に安定化装置(PSS)の付加

イ 技研において研究中のEVAの適用

(2) 安定運用管理機能の向上を目指して

ア 中給自動給電システムの機能の強化による位相角など運用管理項目の自動監視

イ ユニバック1100/82と中給計算機を結合して系統条件の変化に即応した安定度限界のオンライン計算。

(系統運用G)