

# 分岐系統における誘導機負荷を考慮したSSリレー動作解析ツールの開発

## 誘導機負荷の考慮によるSSリレー整定の高精度化

Development of a Tool for Analyzing the Line Selection Relay Operation considering the Induction Machine Loads connected to an Offshoot Branch of a Power System  
Increased Precision in the Line Selection Relay Setting by Considering Induction Machine Loads

(電力技術研究所 電力ネットワークG 系統T)

該当送電線の外部故障により回線選択短絡保護リレー(以下SSリレーと言う。)が不要動作した事例を調査し、シミュレーションや実機(SSリレー、誘導機)を用いた実験を行った結果、需要家が所有する誘導機に起因していることが明らかになった。そこで、本研究では、SSリレー整定において、これまで考慮していなかった誘導機負荷を含め、リレーの不要動作が発生しない整定が確認できるSSリレー動作解析ツールを開発した。

(System Technology Team, Power Network Group, Electric Power Research and Development Center)

The mal-operation of a line selection protection relay (SS relay) occurred in a real system for a system fault outside its protection zone, was investigated. On performing the real time simulation studies using a real world SS relay, it was found that the induction machine loads of customers are responsible for the observed mal-operation. In order to avoid such mis-trip in future, a tool for analyzing the SS relay operation considering induction machine loads was developed.

### 1 背景・目的

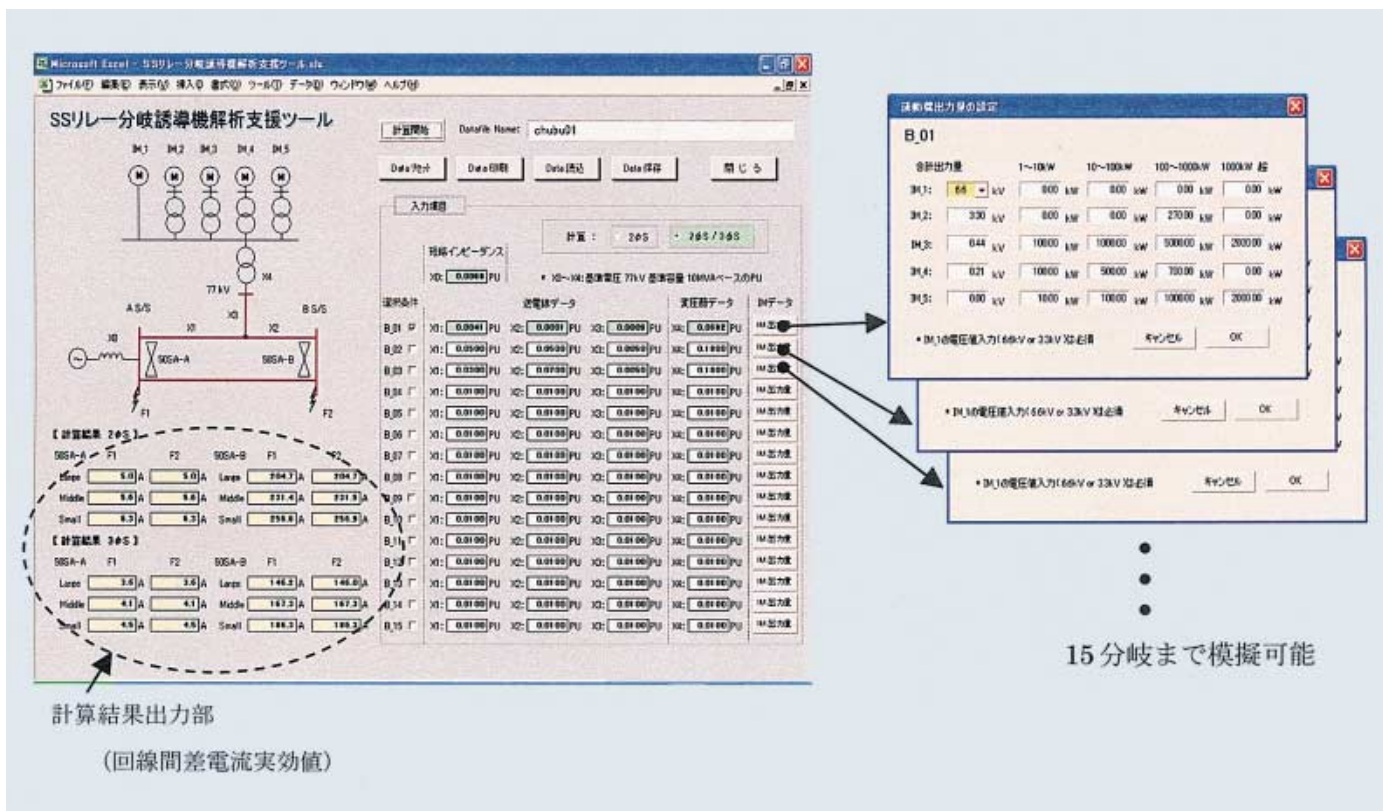
SSリレーは、電力系統の並行2回線送電線の内部故障時において、回線間電流がアンバランスになることを利用して故障回線を検出する。アンバランス要素となりうる分岐系統が存在する場合にもSSリレーは適用されるが、この場合の整定値検討においては、一般的に分岐部に連系している発電機のみを考慮し、分岐系統の誘導機負荷は考慮していなかった。

実系統でSSリレーの不要動作が発生した事例(154kV上位系統故障時に77kV系SSリレーが不要動作)について調査した結果、需要家が保有している誘導機負荷が原

因であることを明らかにした。この対策として、SSリレーの整定において、これまで考慮していなかった分岐系統の誘導機負荷を考慮したSSリレーの動作検討が可能な解析ツール(以下SSリレー動作解析ツールと言う。)を開発した。

### 2 SSリレー動作解析ツールの概要

誘導機負荷を考慮したSSリレー動作解析ツールをEMTP-RV上で構築し、ユーザの簡単な操作で解析が可能なツールを開発した(第1図)。



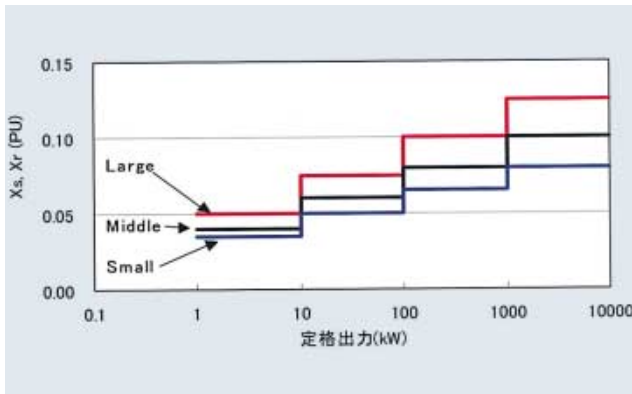
第1図 SSリレー動作解析ツールのデータ入力・計算結果出力画面

誘導機の定数、負荷特性、系統条件(連系変圧器、分岐系統の数)などのSSリレーへの影響の検証結果を基に、本ツールの仕様として、入力項目、計算過程などを出来る限り簡略化した(第1表)。

第1表 SSリレー動作解析ツールの主な仕様

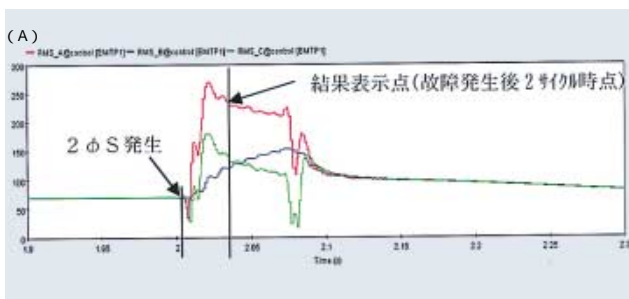
項目		仕様
誘導機	電気定数 (Rs, Xs, Rr, Xr, Xm)	誘導機の定数を定格出力の範囲毎に設定。 Xs, Xr のばらつきを三段階で考慮。
	慣性定数 H	H=2.0(sec)
	負荷特性	定トルク特性
	種別	かご形
変圧器	分岐部連系 Tr	入力項目とする。
	誘導機接続用 Tr	%Z=3.5%, X/R=2.7 (自己容量ベース)
系統	分岐系統の取扱い	分岐毎に回線間差電流を計算し、その総和を最終出力とする。 (最大15分岐)

第2図に示すように、誘導機の定格出力の範囲に応じて、誘導機の定数(固定リアクタンスXs、回転リアクタンスXr)のばらつきをLarge/Middle/Smallの三段階で考慮した。



第2図 誘導機定数

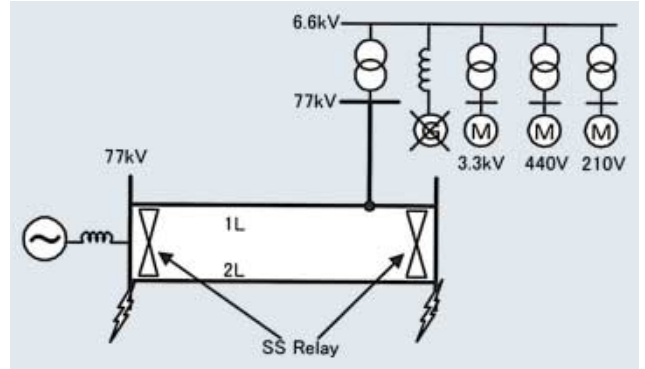
第3図に示すように、EMTP-RVでSSリレーの電流部50SAのリレー処理を模擬して回線間差電流実効値を計算し、一般的なリレー判定時間である故障発生後2サイクル時点(最大相)の実効値を結果表示するようにした。



第3図 回線間差電流実効値の計算波形

### 3 適用評価

実系統でSSリレー不要動作が実際に発生した系統をSSリレー動作解析ツールの適用評価の対象とした(第4図)。また、分岐系統に接続された誘導機の定格出力毎の合計容量を第2表に示す。



第4図 適用評価対象系統

第2表 誘導機の定格出力毎の合計容量

分岐部情報		内訳(定格出力毎の合計容量)(kW)			
電圧	(kW)	1kW~	10kW~	100kW~	1000kW~
3.3kV	270	-	-	270	-
440V	8100	100	1000	5000	2000
210V	1300	100	500	700	-

今回開発した誘導機負荷を考慮したSSリレー動作解析ツールを用いて、上記の系統条件を入力し、50SAリレーの整定検討を行った結果、2 S発生時における分岐系統の誘導機の影響を考慮した回線間差電流のCT2次側換算値は、0.85~1.07(A)となりSSリレー動作範囲となった。これはリアルタイムデジタルシミュレータ(HYPERSIM)上での試験結果とほぼ一致した。また、本ツールの誘導機データをHYPERSIM用データに変換する機能を付加した。

### 4 適用効果

本ツールを活用することにより、各種系統故障や分岐系統に接続された多数の誘導機負荷を考慮してSSリレーの整定を行うことが可能となるため、SSリレーの不要動作を防ぐことができ、系統運用の信頼度向上に繋がる。

### 5 今後の展望

今後は、本ツールを各支店に展開すると共に、誘導機負荷の容量を事故波形から推定する手法を検討する。



執筆者 / S. C. Verma  
Sc.Verma@chuden.co.jp