

系統保護リレー整定業務の自動化への挑戦

一步先を行くRy整定支援システムの開発

Challenge to automate the technical work for protection relay settings

Development of advanced support systems for protection relay setting to future demands

(系統運用部 系統技術グループ)

系統保護リレー整定業務は、技術計算の大半を人間系で実施していることから、多大な労力が必要であった。

そこで、イントラネットを利用し、電力設備（送電線、変圧器、発電機等）の電気・機械特性データなどを共有サーバから自動引用する機能と高度な技術計算を支援する機能（最小系統断面抽出機能等）を有する新たなRy整定支援システムを開発した。

(Power System Engineering Section, Power System Operations Department)

System protection relay setting work has involved a large amount of workforce for technical calculation. We have developed a new advanced system which has the function to assist the calculation (the minimum cross section extraction function, etc.) and to reflect the electric/mechanical characteristics data of the facilities (transmission, transformer, generator, etc.) automatically, referring to the shared server data in an intranet.

1 はじめに

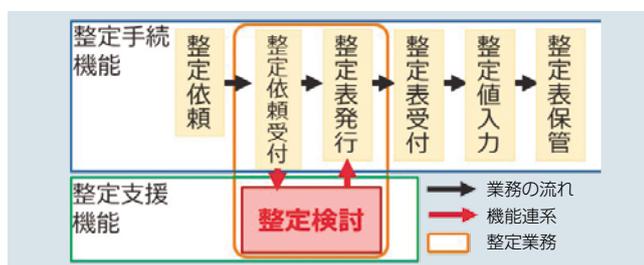
発電所および送電線等の電力設備には、公衆保安、設備保護ならびに事故波及防止を目的に多種多様な保護リレーが設置されている。それらが的確に動作するためには、系統特性等を考慮し、整定値を設定する必要がある。

保護リレーの整定値の決定業務は、まず実際の送電ルートや発電機運転状況を踏まえ、故障発生時の電圧・電流値の想定範囲の把握を行う。続いて、その電圧・電流レベルに対して、変成比（CT比）や保護リレーの仕様、他の保護リレーとの動作協調などの様々な要素を考慮し、保護リレーが適切に動作できる値を求める業務である。

今回のRy（リレー）整定支援システムの開発では、上記業務の大幅な時間短縮を目指し、本業務の究極の自動化に挑戦している。その結果、必要最低限の諸元を設定するだけで、本システムが自動的に整定値の決定に必要な全ての技術計算を実行する機能、整定値の妥当性検証用の特性グラフ作成機能や求めた整定値を自動的に整定表に反映する機能などを実現している。

2 Ry整定支援システム

Ry整定支援システムには、整定に関する業務プロセス（整定依頼や保護リレー装置へ整定値を入力する試験調整、整定表の保管など）を全て電子化した「整定手続機能」と整定値の決定に必要な技術計算等を自動化した「整定支援機能」の大きく分けて2つの機能がある。



第1図 Ry整定支援システムの機能

整定検討時には、整定手続機能を用いて整定依頼箇所からの整定依頼（整定表）を受付し、そのデータを基に技術計算が実行できるように機能間でデータを連携している。

本システムは、整定業務に必要な約10万点のデータ（保護リレー・整定表・系統図・電力設備等）を専用の共有データベースで一元管理することにより、1つのシステムにログインするだけで容易に整定業務が実施可能である。

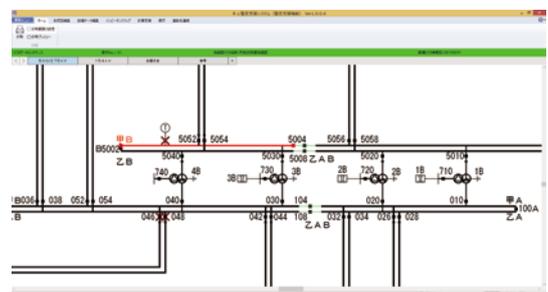
3 整定支援機能

整定支援機能には、整定検討で用いる様々なツールが実装されている。ここでは、系統故障時に流れる電流が最も小さくなる系統の状態を自動的に探索・表示する「最小系統断面抽出」、保護リレーの整定値を自動的に算出する「整定計算」の2つの機能について紹介する。

(1) 最小系統断面抽出

故障電流が最小となる系統の抽出は、遮断器の入切状態、検討する系統に連系する発電機など考慮する諸条件が非常に多く、整定検討の中で多くの時間を割く必要があった。

本システムでは、整定検討範囲を画面上で選択するだけで、自動的に抽出することが可能である。



第2図 Ry整定支援システム系統図画面

また、非現実的な系統構成の排除や全経路の探索に要する時間の短縮を目的として、制約条件（発電機の入切、変圧器・送電線の停止等）を設定する機能を設け、より効率的に系統断面の抽出が実施できるよう工夫した。



第3図 制約条件設定時のツールバー(抜粋)

(2) 整定計算

整定計算は、①整定諸元の設定②基礎計算③整定値計算の3つのステップで実施する。本機能では、計算の自動化に加え、整定値の決定に至る検討プロセスの保存や、計算内容を詳細に記した「整定計算書」の作成が可能である。



第4図 整定依頼の検索・選択画面

整定計算では、始めに対象となる整定依頼を検索し、選択する。システムは、整定する保護リレーの仕様や依頼の内容に合わせて、整定計算書画面を表示する。



第5図 整定諸元設定(整定計算書)画面

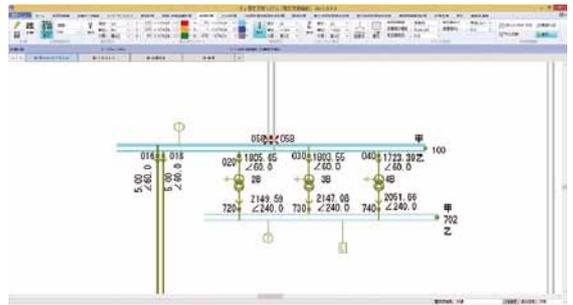
ユーザは上記画面で依頼内容を確認し、計算に必要な整定諸元を設定する。設定に必要なデータは、システム内のデータベースから受信し、ユーザはどのデータを採用するか、選択するだけで容易に設定できる。



第6図 整定端子(整定計算書)画面

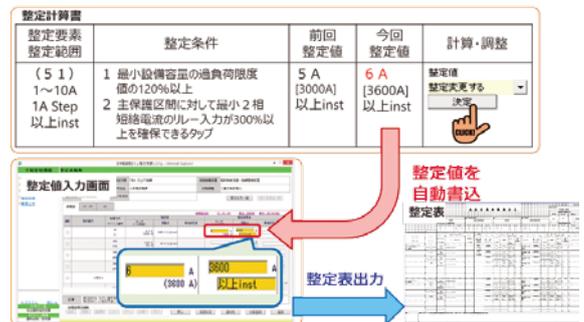
続いて、基礎計算画面にて、系統故障時の電流・電圧等の計算を実施する。計算結果は、系統図上で容易に確認することができる。

基礎計算の結果を整定値計算機能に送り、各保護リレーの整定条件に応じて、自動的に整定値を算出する。最終的な整定値は、その値の妥当性を検証した上で、必ず人間(担当・上長)が確認し、決定する仕様としている。



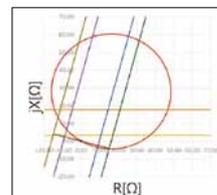
第7図 系統図での故障計算結果の表示

決定した整定値は、整定表へ自動で書き込む機能をしており、整定値入力の労力削減のみならず、転記ミスの防止も実現している。

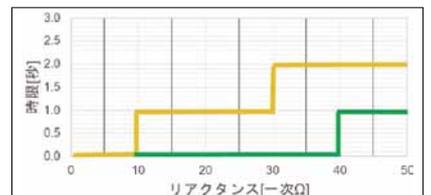


第8図 整定値の自動書込

保護リレーの特性や他の保護リレーとの時限協調検討については、計算結果を視覚的に確認するための自動グラフ作成機能を実装している。



第9図 リレー特性図



第10図 リレー時限協調図

4 まとめ・今後の展望

本システムを平成29年度より導入し、整定に関する全ての計算を自動化したことで、整定1件名に必要な期間が50%以上(2日→1日程度)削減できる見通しである。

近年、再生可能エネルギーの導入拡大など、リレー整定に関する検討内容の多様化のため、PVの影響を考慮した機能を実装するなど新たな課題への対応も行っている。

今後は、自動整定可能な保護リレーの種類を増やすことで、年間千件以上ある整定業務の大幅な効率化を進めて行く予定である。

加えて、将来的には、本システムのデータベースを有効活用するため、系統解析システムや系統安定化システムのような他のシステムとデータを共有できるようにするなど、さらに一歩先を行く『先進的な系統技術支援システム』の構築を目指した研究開発を推進していく予定である。



現所属：静岡支店
浜松電力センター変電技術課
執筆者／和田康孝