

分散型電源大量導入時の系統解析を実現する電力系統シミュレータの開発

Development of a Power System Simulator for Power System Analysis for a High Penetration of Distributed Generation

(系統運用部 系統技術G)

(Power System Engineering Group, Power System Operations Department)

近年、電力系統に連系する分散型電源が急増していることから、大量連系した分散型電源の系統への影響を解析するニーズが増加している。そこで、当社の電力系統シミュレータに分散型電源の模擬が可能となるモデル等を開発・導入することで、大量の分散型電源が広範囲に連系する系統の解析を可能とした。

In recent years, distributed generation interconnecting with power systems is rapidly increasing, and consequently there is an increasing need to analyze any impact on such power systems caused by extensively interconnected distributed generation. Models and related equipment capable of simulating distributed generation were developed and installed into the power system simulator of Chubu Electric Power, and thus the analysis of power systems with extensively interconnected distributed generation across a wide range was made possible.

1 開発の背景

電力系統解析を行う場合、既知の諸現象解析はデジタルシミュレーションにより実施される。しかし、定式化されていない系統現象の把握や、モデルが確立されていない新しい機器の特性解明にはデジタルシミュレーションは不向きで、実系統と相似な電圧・電流により系統現象をリアルに再現できるアナログシミュレーションが有効である。

当社が保有する電力系統シミュレータ(第1図)は、変圧器、送電線、遮断器などの流通設備を等価的に縮小化したアナログモデルと、同期発電機、負荷などの特性をデジタル演算し、演算結果に応じたアナログ量をアンプ出力するハイブリッドモデルの組み合わせにより構成されている。本設備は劣化更新時期を迎えており、これを機に解析ニーズが高い大量の分散型電源の挙動などを模擬できる新機能を開発した。

パラメータ設定により模擬したい発電機特性を正確に再現できるようにした。例えば、太陽光発電モデルでは、日射強度とパネル温度を入力とし、太陽電池のI-V特性を模擬している。パワーコンディショナー(PCS)は、最大電力追従制御、力率一定制御、電圧一定制御、電圧上昇抑制制御などの各機能を持つ。また、最新の技術動向を反映した単独運転検出機能やFRT機能を実装した。

さらに、同期機モデルの制御系、およびSTATCOMモデルの制御系は、グラフィカルな開発環境で運用者が制御ブロックを任意に構築することができるようにした。この機能により、将来導入される新規の制御系を構築し、シミュレーションできるようになった。

(ii) 多機能負荷モデル

太陽光発電の多くは、系統解析の際に負荷として模擬される配電負荷系統に導入されている。負荷に含まれるこれらの太陽光発電の挙動を模擬するため、負荷と住宅用太陽光発電の集合体をモデル化し、さらに調相設備も模擬できる多機能負荷モデルを開発した。この多機能負荷モデルを多数台接続することにより、太陽光発電が広範囲にわたり負荷系統に連系した系統の解析が可能となった。

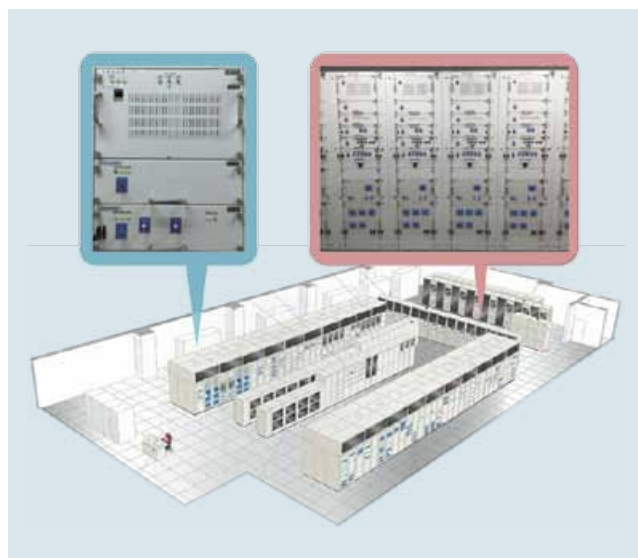
2 次世代型電力系統シミュレータの新機能

(1) 多機能モデルの開発

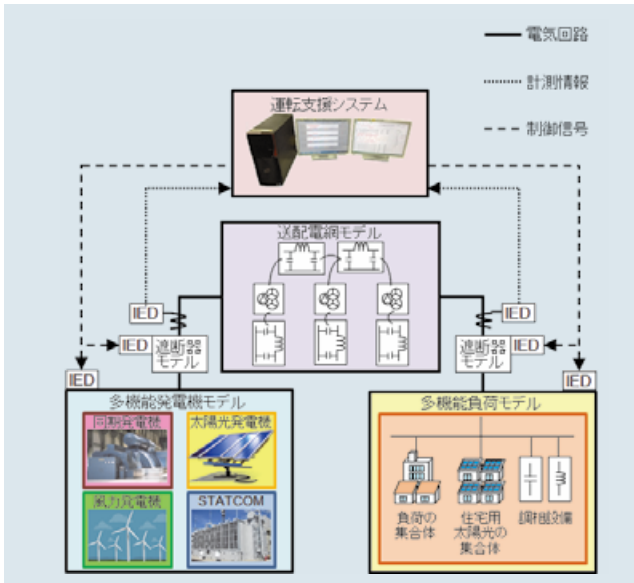
従来の電力系統解析は、電源を同期発電機モデルで模擬していたが、近年は下位系統に大量連系した分散型電源を模擬したうえで、その影響を解析するニーズが高まっている。しかし、分散型電源は従来型発電機と動特性が異なるため、現在保有する同期発電機モデルでは模擬できない。そのため、風力発電や太陽光発電のモデルを開発し、大量の分散型電源が広範囲に連系する系統の解析を可能とした。なお、開発にあたり1台のモデルに複数の機能を集約し、モデル台数を大幅に増やすことなく幅広い解析ニーズに対応できるよう考慮した。

(i) 多機能発電機モデル

電源種別の多様化に対応するため、1台のモデルに同期発電機、太陽光発電機、風力発電機、STATCOMの模擬機能を内蔵し、任意の一つを選択可能な多機能発電機モデルを開発した。多機能発電機モデルの制御系には、多数の標準制御ブロックを搭載し、制御ブロックの選択と



第1図 多機能負荷モデル(左)と多機能発電機モデル(右)の外観



第2図 システム構成

(2) システム構成

これらの新機能を備えた電力システムシミュレータのシステム構成を第2図に示す。多機能発電機モデル、多機能負荷モデルは各10台導入した。

モデルの計測制御を実施する運転支援システムは、各モデルからの計測情報を受信し、各モデルに制御信号を送信する双方向通信を可能としている。運転支援システムと各モデルの計測制御用IED (Intelligent Electronic Device) は、国際標準規格IEC61850の通信規格にてイーサネット接続されている。

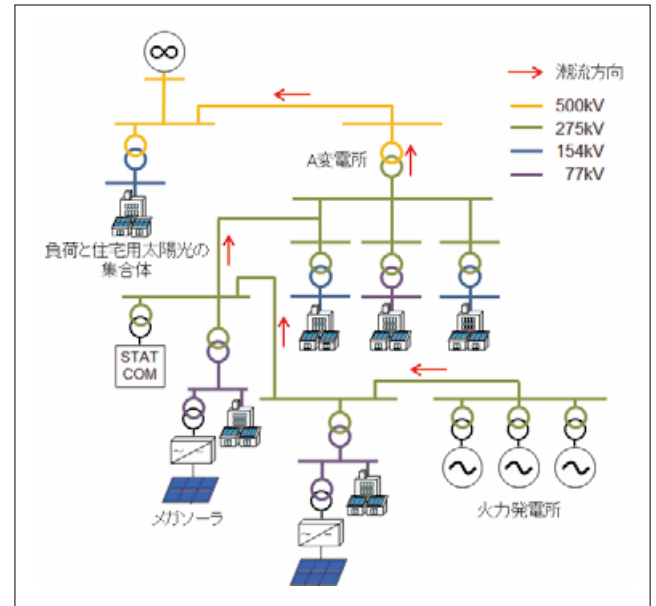
(3) 演算・計測・監視仕様

多機能発電機モデルでは、発電機特性のデジタル演算結果を送配電網アナログモデル上にリアルタイムでアンプ出力する(定格50V、62.5mA)。多機能発電機モデルのデジタル演算周期は、回路模擬演算が $1\mu\text{s}$ 、制御演算が 1ms である。また、多機能負荷モデルのデジタル演算周期は $50\mu\text{s}$ である。

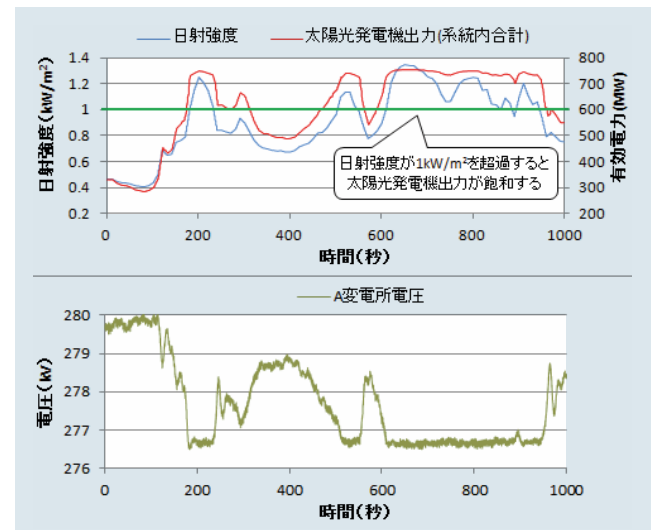
電気計測は、各モデル内蔵のセンサーで行われ、瞬時値および実効値データは各計測用IED内蔵メモリに保存される。運用者は計測用IEDから運転支援システムに50ms周期で送信される監視データによってリアルタイムに計測値を確認できる。

3 系統試験

第3図に示す系統に、多機能発電機・多機能負荷モデルによって模擬した分散型電源を並列し、各地の太陽光発電機の出力変動を再現する試験を一例として紹介する。日射強度は系統内の全ての箇所において一律に変動するものとし、実測データを各モデルに入力した。また、試験中の負荷は一定とした。潮流は常に第3図に示す方向であり、試験を通じてA変電所はアップ潮流である。



第3図 試験系統



第4図 電力システムシミュレータ波形

第4図に日射強度、太陽光発電機出力(系統内合計)、A変電所電圧の変動の様子を示す。日射強度が低い領域では、太陽光発電機出力は日射強度に比例しているが、日射強度が高い領域では定格容量に到達する太陽光発電機が増えることで出力が飽和している様子が確認できる。また、系統内の太陽光発電機出力の増加によりA変電所のアップ潮流が増えることで無効電力損失が増加し、A変電所の電圧が下がる様子が確認できる。

4 まとめ

分散型電源大量導入時の系統解析を実現する電力システムシミュレータのシステム構成、機能および実規模系統による試験結果の概要について報告した。

今後、分散型電源大量導入時の様々な現象に関する解析を実施する予定である。



執筆者/北川 健平