

風力発電システムのシミュレーションモデルの開発

風力発電システム導入時の系統現象把握を目指して

Development of Simulation Model of Wind Power Generation System

Aiming to Understand the System Phenomenon of a Wind Generation Connected Power System

(電力技術研究所 電力ネットワークG 系統T)

分散電源には、系統を安定化させる機能を持たないものが多いため、安定した系統運用上、分散電源が電力系統にどのような影響を与えるか把握する必要がある。そこで、分散電源の中でも比較的導入量が大きくかつ出力変動も大きい風力発電に注目し、風力発電システム導入時の系統現象把握に必要なシミュレーションモデルを開発したので紹介する。

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

Owing to absence of system stabilizing functions in most types of the Dispersed Generation (DG), it is important to analyze and understand the different kinds of impact the DGs have on power system. In this context, we focused on wind power generation, which is characterized by relatively large capacity as well as large output variation among all the DGs, and developed simulation models necessary to analyze and investigate the phenomena inherent in a wind generation embedded power system.

1

背景と目的

電力自由化の拡大や地球環境問題、さらにはRPS法への対応のために、風力発電などの分散電源は今後も広く普及していくことが予想される。世界の風力発電導入量は2007年1月時点で約60,000MWとなり、日本は1,394MWで世界第13位であった。

風力発電は温室効果ガスの排出が少なく発電用燃料を必要としないなどのメリットがある。反面、自然エネルギーを利用しているが故に出力電力の不確実性などのデメリットがある。特に風力発電の出力変動は、昼夜問わず風速の変動によって不規則に需要と無関係に増減するため、連系する系統への影響(周波数・電圧変動等)が懸念される。

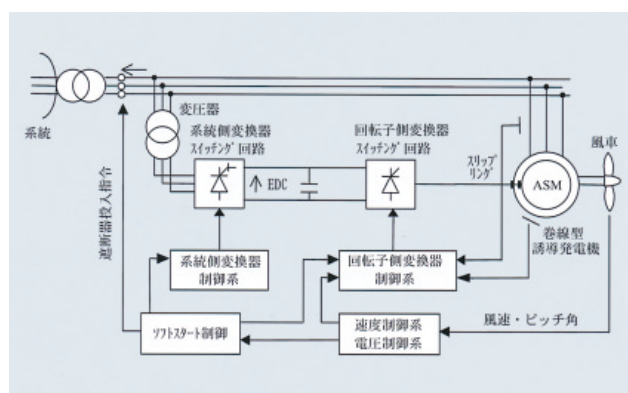
安定した系統運用上、大量に系統連系する風力発電機が、電力系統にどのような影響を与えるか把握する必要がある。そこで、風力発電システムのシミュレーションモデルの開発を行った。

2

風力発電システムのモデル化

風力発電システムを大別すると、シェア50%を占めるDoubly-fed型風力発電システムを始め、誘導機型風力発電システム、インバータ連系永久磁石同期型風力発電システム(以下、DC連系型という)などがある。風力発電システムは主に、風車、発電機、増速機、変換器、制御系から構成されている。

今回、上記各発電システムの瞬時値ベースのシミュレーションモデルをEMTP-RVで構築した。その一例としてDoubly-fed型の概念図を第1図に示す。このモデルにおいて、風車、巻線型誘導発電機、変換器とその制御系等を詳細に模擬した。



第1図 Doubly-fed型風力発電システムの概念図

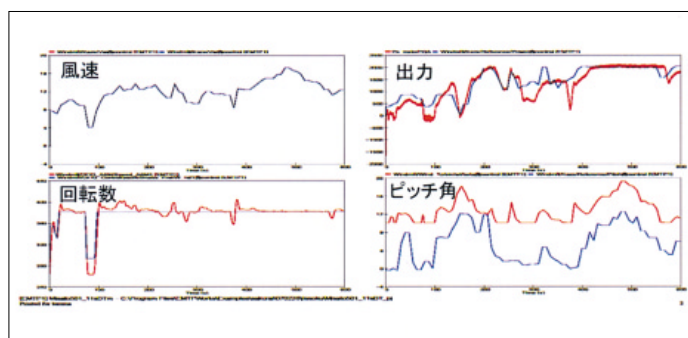
3

モデルの評価

(1) 実測との比較検討

実測結果とシミュレーションによる解析結果を比較し、実機に近いモデルとなるようにパラメータ調整を実施した。第2図にDoubly-fed型において比較検討した一例を示す(ピッチ角は見易さのために10°ずらして表示した)。回転数上下限の設定、ピッチ角コントロール、出力停止の想定などを反映し、実測に近い結果を得ることができ、構築したモデルの妥当性が評価できた。

これにより主要な方式の風力発電システムがモデル化され、シミュレーションの際には各方式の導入比率に合った解析が可能となった。



第2図 シミュレーションと実測の比較
青：実測、赤：シミュレーション

(2) 風力発電システム導入時の検討

今回のモデル構築によるシミュレーションは、ローカルシステムにおける現象解析に適しているため、主に電圧問題について検討した。第3図に模擬したシステムを示す(77kV送電線を介して風力発電システムが接続)。系統連系点での電圧変動を評価するものとし、検討に際しては連系ガイドライン等の要件を基に評価した。評価項目を第1表に、その概念図を第4図に、シミュレーション結果の一例を第5図に示す。

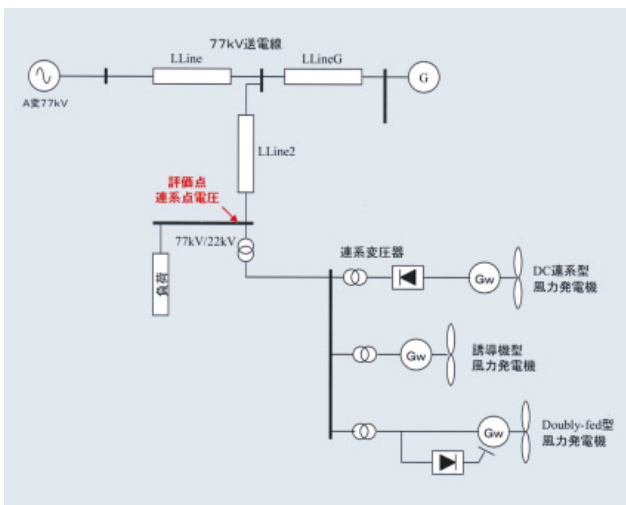
検討の結果、以下のことが分かった。

3方式の中で、DC連系型は電圧変動が最も小さい。誘導機型は、Doubly-fed型やDC連系型と比べ、系統連系時の瞬時電圧低下および解列時の電圧変動が大きい。

システムに対する発電機の容量比が大きくなるにつれてシステムに与える影響が大きくなる。特に誘導機型の台数が増加した場合、系統連系時の瞬時電圧低下が最も大きく、評価基準の10%を超過しやすい。

3方式とも、今回検討した容量では、風速変動による電圧変動は基準以内であった。

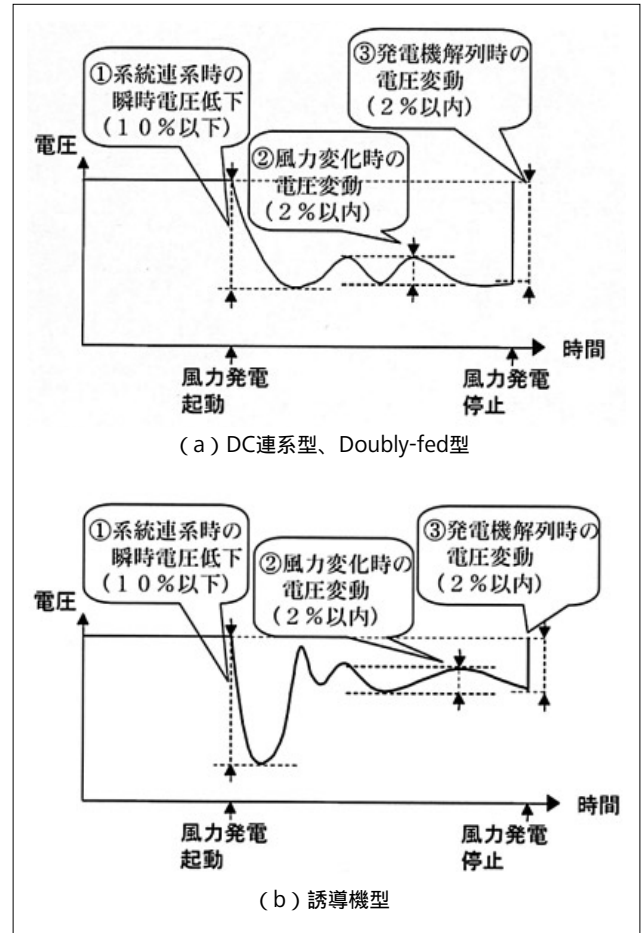
今回は、多数台の発電機が全く同様の動きをすると仮定したが、実際には1台1台異なる動きをするため、変動の平均化を考慮する必要がある。



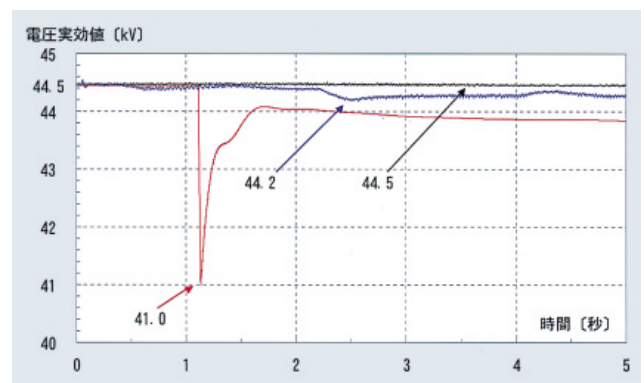
第3図 模擬系統図

第1表 評価項目

評価項目	基準
系統連系時の瞬時電圧低下	10%以下
風力変化時の電圧変動	2%以内
発電機解列時の電圧変動	2%以内



第4図 評価項目の概念



第5図 風力発電機系統連系時の電圧低下
(黒): DC連系型、(赤): 誘導機型
(青): Doubly-fed型

4 今後の展開

今後は、多数の風力発電システムで構成されるウィンドファーム(風力発電所)のモデル縮約方法の検討や、各風力発電システムのバラツキを考慮したパラメータチューニングを進め、より実システムに即した解析が行えるようにする予定である。



執筆者 / 山田富士宏
Yamada.Fujihiro@chuden.co.jp