

風力発電の揚水発電及び蓄電池による電力安定化と経済性の検討

大越亮太・菅原晃・上沼弘晃・齋藤潔（新潟大学）

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーを用いた発電方法に注目が集まっている。しかし、再生可能エネルギーによる発電は気象条件により大きく変動するという課題がある。そのため、再生可能エネルギーにより発電した電力を系統に連系すると、電圧・周波数に変動が生じ、電力の質を低下させてしまう。そこで、揚水発電及び蓄電池を用いた電力安定化について検討した。風力で発電した電力を揚水発電及び蓄電池で平滑化することによって、系統に安定した電力供給が可能になる。そして、シミュレーションを行い、安定した電力供給ができるかどうか検証した。

2. システムの概要

図1に本研究での風力発電と揚水発電及び蓄電池を組み合わせた発電システムの概略図を示す。揚水発電については、高地に貯水池を設け、海水揚水発電を行う。揚水ポンプにはアルキメデススクリューを用いる。一般的な揚水発電は間欠運転に不向きであるが、アルキメデススクリューでは、スクリュー内に水を保持することができるため、貯水池へ水をすぐに供給再開できる長所がある。また、貯水池の水を落とすための導水管によって水力による計画発電が可能である。そして、蓄電池にはサイクル数による劣化の少ないレドックスフロー電池を用いる。本研究では、数値気象予測モデル GPV と AR(自己回帰)モデルの2つの風速予測手法を用いる。発電を行う前日に目標出力を GPV にて予測しておき、その値と水力発電の始動時間(6分)を考慮するために用いる AR モデル予測出力を比較して電力不足が生じる場合には事前に水力発電を動かす。そして、目標出力と実際のウインドファーム出力を比較し電力余剰が発生する場合には、水をくみ上げる。揚水設備で賄いきれない余剰・不足電力が生じた場合には蓄電池の特性である即応性を利用して充放電を行い、周波数変動を抑制する。

3. 運転シミュレーション

本シミュレーションでは、新潟気象台にて観測された60日分の風速データを使用し、シミュレーションを行った。定格出力2MWの風車(SUBARU 80/2.0)を250台用いて、水力発電機を30MW×5台、アルキメデススクリューを21MW×5台、蓄電池出力は100MWとしてシミュレーションを実施した。図2に運転シミュレーション結果を示す。本システムを用いない場合には60日の内38日で周波数変動の許容範囲の0.2Hzを超えてしまったが、本システムを用いた場合は全日で許容範囲を超えることはなかった。

4. 経済性の検討

経済性を検討するに当たり、新潟市の風況をもとに本研究で提案する発電システムを導入したと仮定して、発電原価と設備利用率を求めた。表1に発電原価と設備利用率の算出結果を示す。設備利用率に関しては約27%程度となり、概ね設備を利用できていた。また、固定価格買取制度(FIT 制度)における洋上風力発電の調達価格が現時点では38.88[円/kWh]であるため、本発電システムは利益を得られるという結果になった。

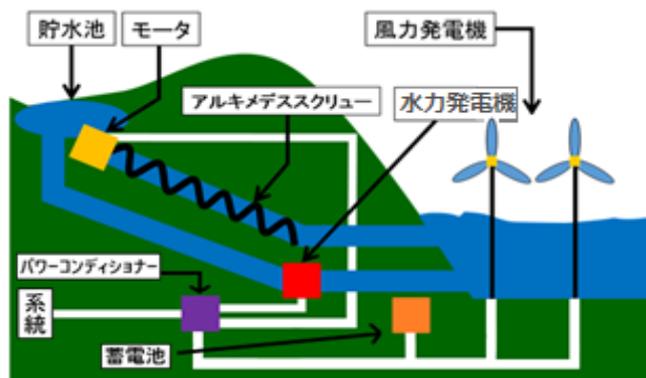


図1 提案する発電システムの概略図

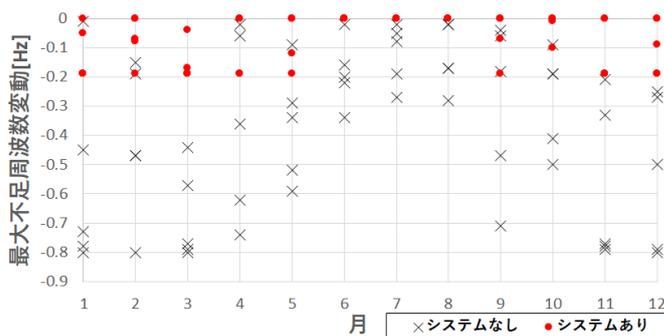


図2 運転シミュレーション結果

表1 発電原価と設備利用率

発電原価[円/kWh]	設備利用率[%]
35.73	26.74

5. まとめ

本研究では、風力発電と揚水発電及び蓄電池を組み合わせた電力安定化システムを提案した。本発電システムを用いたところ、周波数変動を許容範囲内に収めることができた。また、本発電システムが経済的に成立する可能性を示すことができた。