

풍력발전단지 탈락 시를 고려한 단지 출력 변동 저감을 위한 HESS의 용량 산정

김승현† 고지한* 김일환**

† 제주대학교 전기공학과

* 제주대학교 풍력특성화협동과정

** 제주대학교 전기공학과

Determination of the HESS Capacity for Mitigation of Fluctuation of Wind Farm Output under Consideration of Disconnecting Wind Farm

SeongHyun Kim† JiHan Ko* Eel Hwan Kim**

† Department of Electrical Engineering, Jeju National University

* Multidisciplinary Graduate School Program for Wind Energy, Jeju National University

** Department of Electrical Engineering, Jeju National University

ABSTRACT

This paper presents the method for the fluctuation smoothing control by using relaxation time variable control of battery. When the output power of wind farm is changed suddenly, it is necessary to control the output power of wind farm. The smoothing relaxation time is changed within limits of battery output power. Using the hybrid energy storage system (HESS) combined with battery energy storage system and electric double layer capacitor, it is possible to control the output power of wind farm. The capacity of battery is determined by considering the case of the disconnecting wind farm from the grid.

To verify the proposed method, simulations are carried out by using PSCAD/EMTDC with actual data of wind farm in the Jeju Island.

단지 출력 평활화 시 요구되는 배터리 용량을 산정하기 위해 바람 변동이 가장 심한 겨울철인 2012년 12월부터 2013년 2월까지의 성산풍력발전단지 출력 중 하루변동이 심한 3일을 분석하여 평가시간 30분을 구하였다. 이를 식(1)에 대입하면 다음과 같이 최대 BESS 용량이 계산된다.

$$\text{축전지용량} = \frac{\text{단지용량}[\text{MW}] \times \text{평가시간}[\text{h}]}{2} = 5[\text{MWh}] \quad (1)$$

하루변동이 심한 3일 중 변동이 가장 심한 2012년 12월 9일의 출력을 이용하여 출력 평활화제어를 하였다. BESS를 이용한 풍력발전단지 출력 특성은 그림 1을 통해 볼 수 있다. 합성 출력과 실제출력의 차를 배터리로 보상해주고 잔존용량(SOC : State of Charge)은 0.2~0.8 범위 내에서 사용되는 것을 알 수 있다.

1. 서론

바람이 에너지원인 풍력발전은 풍속 및 지형적인 특성으로 인해 단지 출력이 심하게 변동하기 때문에 계통연계 시 계통 전압 및 주파수의 변동을 초래할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 BESS를 풍력발전단지에 연계하여 단지 출력을 평활화하고 배터리의 용량을 산정하는 연구가 활발히 진행되고 있다.^{[1][2][3]} 하지만 평활화 시만을 고려하여 배터리 용량 산정 시 배터리의 C rate가 문제가 될 수 있다.

따라서 본 논문에서는 단지 출력의 평활화제어를 탈락 시 우선으로 하여 배터리와 슈퍼커패시터로 구성된 HESS를 적용하여 용량 산정하였다. 또한 BESS를 연계하였을 때와 비슷한 평활화를 보여주기 위해서 완화시간 가변제어를 제안된 HESS에 적용하여 실제 시스템 구현 가능성 및 문제점을 해결하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 BESS 용량 산정

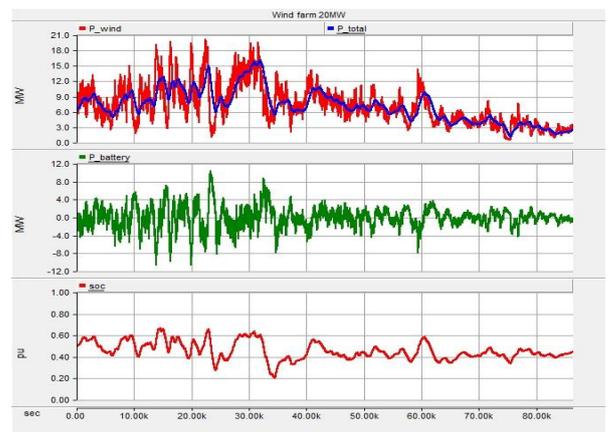


그림 1 BESS를 이용한 풍력발전단지 출력 특성

Fig. 1 A characteristic of output power of wind farm using BESS

2.2 HESS 용량 산정

풍력발전단지가 계통으로부터 탈락 시 순간적으로 배터리를

이용하여 단지 출력을 서서히 감소시켜야한다. 하지만 이러한 경우 사용할 수 있는 배터리의 C rate가 제한되어있다. 이를 해결하기 위해 순간 출력이 높은 슈퍼캐패시터를 이용하여 단지 탈락 시를 고려하여 배터리 용량을 산정해야 한다.

계통탈락을 고려한 배터리 출력은 식(2)에 의해 결정되고 HESS의 배터리 용량은 식(3)에 의해 결정된다. 0.1MW 단위로 슈퍼캐패시터 출력을 변경하면서 슈퍼캐패시터 용량 증가량 대비 BESS 출력요구 감소량을 비교하고 슈퍼캐패시터 용량을 증가시킴에 따른 BESS 용량 감소율이 포화되는 시점을 기준으로 슈퍼캐패시터 출력을 1.7MW로 결정하였다.

$$P_{BESS} = P_{WF} - P_{EDLC} = 17.5 [MW] \quad (2)$$

$$C_{BESS} = 0.2P_{BESS} = 3.66 [MWh] \quad (3)$$

HESS를 풍력발전단지와 연계 시 단지 출력이 급변할 때 단지 시스템의 최대 출력을 넘는 충·방전이 요구되는데 완화시간을 가변하여 제어하였다. 그 결과 그림 2와 같이 배터리 잔존 용량이 기존의 BESS를 적용 시와 비슷하게 0.2~0.8 범위 내에서 사용되는 것을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] C. Abbey, G. Joos, "Sizing and power management strategies for battery storage integration into wind diesel systems", IEEE Industrial Electronics (IECON), pp. 3376-3381, 2008.
- [2] S. Schoenung, W. Hassenzehl, "Long vs Short Term Energy Storage Technologies Analysis", A Life Cycle Cost Study DOE Energy Systems Program, Tech. Rep, 2003, August.
- [3] H. Le, T. Nguyen, "Sizing energy storage systems for wind power firming: An analytical approach and a cost benefit analysis", Power and Energy Society General Meeting, Pittsburgh, PA, pp. 1-8, 2008.

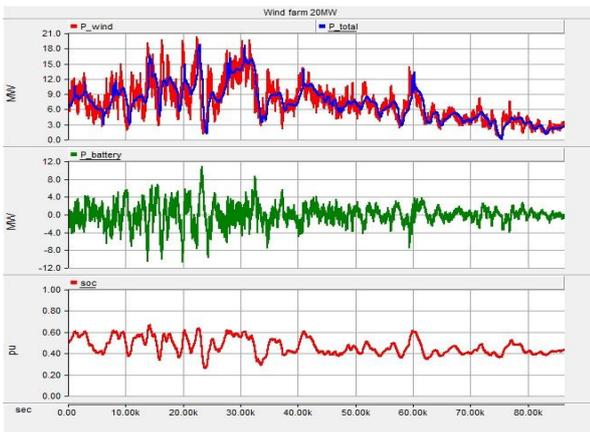


그림 2 HESS를 이용한 풍력발전단지 출력 특성

Fig. 2 A characteristic of wind farm power using HESS

3. 결론

본 논문에서는 기존의 BESS 용량 산정 방법과 탈락 시를 고려한 HESS의 배터리 용량 산정 방법을 비교하여 평활화 제어를 컴퓨터로 해석하였다. 그 결과 HESS를 풍력발전단지에 연계하였을 때 배터리 용량을 줄일 수 있었지만 배터리의 잔존 용량 한계치에 도달하여 배터리의 용량을 초과하는 문제가 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 HESS에 완화시간 가변 제어를 적용하여 시뮬레이션 한 결과 BESS를 이용하여 평활화 제어를 했을 때와 잔존용량이 비슷한 범위 내에서 유지되는 것을 알 수 있다.

따라서 풍력발전단지의 출력을 완화하기 위해서는 리튬이온 배터리만으로 구성하는 것보다 슈퍼캐패시터와 혼재하여 배터리 용량을 산정 하는 것이 유리할 것으로 사료된다.