

제주계통운전조건을 고려한 한경 풍력 출력 안정화를 위한 BESS 적정 용량산정

김동완† 이도헌* 김일환**
 † 제주대학교 풍력특성화협동과정
 * 제주대학교 풍력특성화협동과정
 ** 제주대학교 전기공학과

Determination of the appropriate BESS capacity for stabilizing the output of HanGeong wind power under consideration of Jeju Island power system operating conditions.

DongWan Kim† DoHeon Lee* Eel Hwan Kim**

† Multidisciplinary Graduate School Program for Wind Energy, 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 to determine the battery capacity for controlling the wind power with BESS for stabilizing the output of HanGeong wind farm in accordance with grid codes for distributed generators in Jeju Island. To find appropriate capacity of BESS, three kinds of simulations are carried out : There are focused on smoothing control, the frequency fluctuation and the renewable energy resources standards, respectively. As the simulation result, maximum C rates of BESS for the wind farm are calculated as 2C, 5C and 2C that are for each method and battery capacities have 25%, 20% and 10% of total capacity of HanGeong wind farm. Finally, simulations for this paper are carried out by using PSCAD/EMTDC

동이 적어 30분(1800초)을 기준으로 하여 배터리 용량을 산정하였다.

$$P_{bat} [MWh] = \frac{P_{wf} [MW] \times T_{op} [h]}{2} \quad (1)$$

식 1에 따라 한경단지가 필요로 하는 전체 배터리 요구 전력량은 5.25MWh로 계산된다.

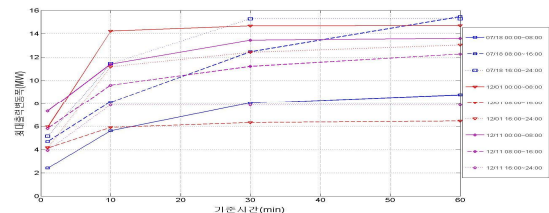


그림 1 시간변동에 따른 최대 출력 변동

1. 서 론

제주 한경 풍력단지는 1.5MW 4기, 3MW 5기로 구성되어 총 21MW의 설비용량으로 운전되고 있다. 본 논문에서는 제주 계통운전조건을 기준으로 한경 풍력단지의 출력 안정화를 위한 BESS 용량 산정방법에 대해 기술하고자 한다. 평활화기준, 주파수운전기준 및 신재생 발전기 계통연계기준에 따라 최적의 배터리 용량 및 C rate를 분석하여, PSCAD/EMTDC 프로그램을 이용하여 풍력발전단지와 BESS를 모델링하고 시뮬레이션을 수행하여 출력 평활화 및 SOC(State of charge)에 대해 분석하고자 한다.

본 연구에 사용된 데이터들 중에서 30분 출력변동이 가장 큰 2011년 7월 18일 출력변동에 대한 전지출력 요구치는 그림 2에서 보여준다.

2. 본 론

2.1 평활화 기준

한경 풍력단지 출력 평활화를 위한 배터리 용량을 산정하기 위해 2011년 6월 1일부터 2012년 5월 31일까지 하루 출력변동 일 가장 심한 5일을 택하여 시간 변동에 따른 최대 출력 변동 그래프이다.

그림 1에서 보면 30분 이상의 평균시간에 대해서는 출력변

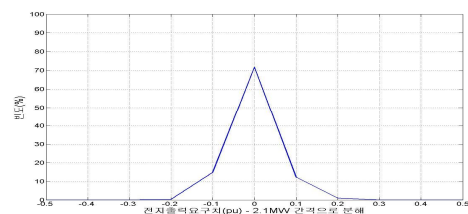


그림 2 전지출력 요구치(2011.07.18.)

동출력변동이 정격출력의 20%(0.2pu) 변동률인 ±4.2MW 범위 내에서 이루어지고 있음을 알 수 있다.

따라서 배터리가 충·방전해야 하는 배터리 출력비인 C rate 은 식 2에 따라 0.8C로 최대 2C까지 사용 가능하도록 제어기 및 인버터를 설계하였다.

$$C-rate = \frac{P_{wf}[MW]}{C_{bat}[MW]} \quad (2)$$

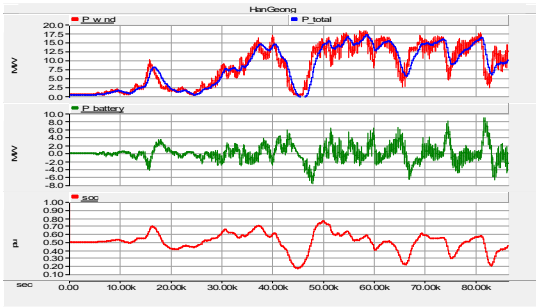


그림 3 평활화 기준 제어 시

그림 3은 2011년 7월 18일 한경 풍력단지의 출력데이터를 이용하여 시뮬레이션을 통해 얻어지는 실제 풍력, BESS와의 합성 출력, 배터리 출력 그리고 SOC를 나타낸다.

2.2 주파수운전 기준

제주계통의 주파수 운전 기준점은 남제주 화력발전소의 2기의 100MW 터빈이다. 두 발전기의 증·감발 출력 값인 분당 10MW 기준으로 하여 제주도내 분산전원들은 출력변동이 제한되어지고 있다.^[1]

식 1에서 분당 10MW의 기율기를 갖는 배터리 용량은 식 3에 따라 0.3675MW이어야 한다. 단 이 경우 방전할 때 C rate은 최대 57.143가 되므로, 배터리의 수명을 고려하여 5C로 제한할 경우 제안된 배터리 용량은 11.429배 증가시킨 4.2MWh로 가정하고 계산하였다.

$$P_{bat} = \frac{P_{wf}^2}{1200} \quad (3)$$

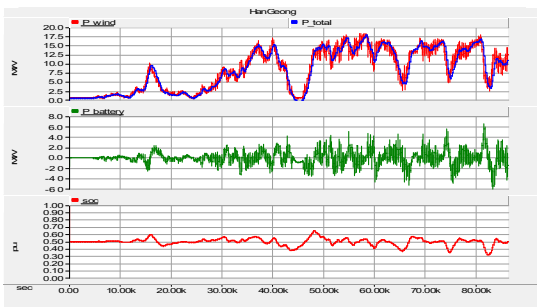


그림 4 단지탈락 기준 제어 시

2.3 신재생 발전기 계통연계 기준

전기사업법 제15조(송·배전용 전기설비의 이용규정)에서 신재생발전기 계통연계기준을 보면 ‘유효전력 출력 증발률 속도를 정격용량의 10%/분까지 제한하는 것이 가능해야 한다.’라고 규정되어 있다.^[2]

이를 바탕으로 한경 풍력단지의 요구되는 배터리 용량을 풍력 단지 용량의 10%인 2.1MWh로 계산하였다.

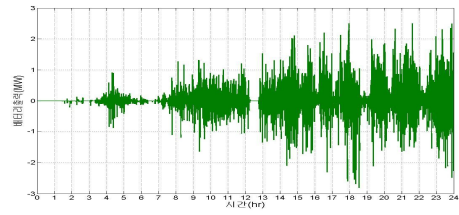


그림 5 요구되는 배터리 출력

그림 5은 2011년 7월 18일 풍력 데이터를 바탕으로 한 배터리 출력 그래프이다. 배터리 출력이 18시 30분경에서 최대출력인 2.65MW로 충전되었다.

이에 따라 배터리의 C rate은 1.3C가되어 최대 2C까지 사용 가능하도록 설계하였다.

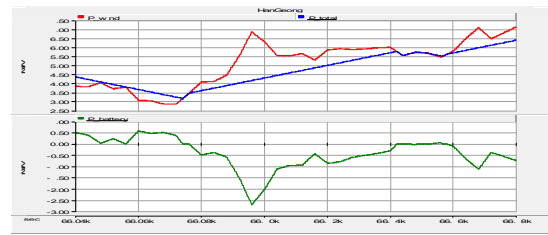


그림 6 신재생 발전기 계통연계 기준 제어 시

그림 6은 배터리 출력이 가장 높았던 18시 30분경을 살펴보면 실제 풍력은 기율기가 급상승 하였으나, 배터리를 설치한 경우 기율기가 분당 2.1MW 이내로 들어오는 것을 볼 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 제주계통운전조건을 기준으로 한경 풍력단지의 배터리 용량 및 C rate에 대해 기술하였다. 평활화 기준, 주파수 운전기준 및 신재생 연계기준에 따라 요구되는 배터리 용량은 5.25MWh, 4.2MWh, 그리고 2.1MWh로 계산되었으며 이 때의 배터리 출력비인 C rate은 2C, 5C 그리고 2C로 계산되었다. 따라서 제주계통운전조건에 맞는 한경 풍력단지의 배터리 용량은 표 1과같이 나타낼 수 있다.

표 1 제주계통운전조건에 따른 배터리 용량 및 C-rate

한경 풍력	용량(MWh)	최대 C rate	제약범위 내 출력(%)
기존 단지	-	-	90.38
평활화 기준	5.25 (25%)	2C	99.99
주파수 운전기준	4.2 (20%)	5C	100
신재생 연계기준	2.1 (10%)	2C	99.42

본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP) 풍력특성화대학원 인력양성사업의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(NO.20094020200020)

참고 문헌

- [1] 제주특별자치도, 안정적 전력공급방안 및 풍력발전 한계용량 증대방안 조사, 2012, February
- [2] 송·배전용 전기설비 이용규정, 2010 6. 28 제 정.