

서남지역 풍황자원에 적합한 블레이드 설계

정의현*, 문채주**, 곽승훈***, 정문선****

*목포대학교 대학원 전기공학과(swat9310@paran.com),
**목포대학교 전기공학과(cjmoon@mokpo.ac.kr)
***목포대학교 대학원 전기공학과(wowzoa@nate.com),
****목포대학교 대학원 전기공학과(suny3124@nate.com),

Design of Blade system for west-south area in Korea

Cheang Eui Heang,* Moon Chae Joo**, Kwak Seung Hun***, Jung Moon Sun****

*Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(swat9310@paran.com),
**Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(cjmoon@mokpo.ac.kr),
***Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(wowzoa@nate.com.),
****Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(suny3124@nate.com)

Abstract

Current wind turbine units that are used primarily 3Blade type devices or large-scale wind-term capacity of 2MW of 60m ~ 90m Blade diameter is applied. This is not the best suitable design with the designing condition for the special quality of wind condition in the South-West Coastal Areas of Korea where the wind speed frequency of average wind speed and over 10m/s high wind velocity is fairly low. For this matter, in this dissertation, the expecting generation amount of electric power is measured excluding a mechanical moment, considering wind power energy traveling to the Blade when 60m~120m blade is applied, based on 2MW wind generator. Also, we would like to propose the Blade diameter which is fitted by wind condition of South-West Coastal Areas of Korea.

Keywords : 서남지역의 풍황(Wind condition in west-south area Korea), 블레이드 직경(Blade diameter), 풍속빈도(Wind speed frequency), 난류강도(Turbulence intensity), 극한풍속(Extremity wind speed)

1. 서론

복잡지역으로 구성된 국내의 지형에 비하여 서남해안지역의 풍황자원은 평균풍속은 우수하지 않으나, 풍황의 질이 우수하다.^[1] 때문에 지역의 풍황특성에 알맞은 블레이드 및 발전기가 연구되어야 한다.

2. 국내 바람자원

풍력발전기 시스템에 전달되는 풍력에너지량을 산정하기 위하여 2006년에서 2009년까지 서남해안지역에서 관측된 풍황자원을 조사한 자료를 이용하였다.

2.1 A지역의 풍황조건

서남해안의 A지역에 50m Met mast를 설치하고 풍황분석에 필요한 풍속, 풍향, 온도, 습도를 약 3년 동안 관측한 자료는 다음과 같다.

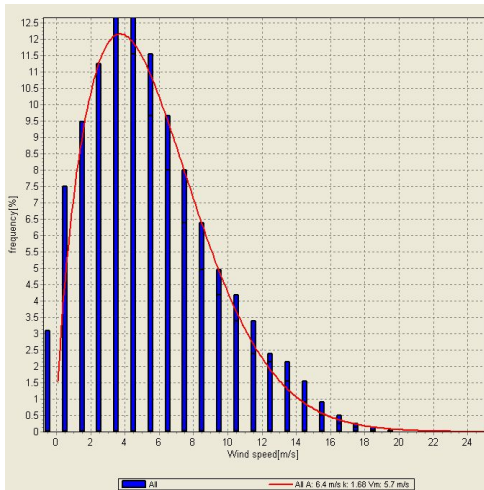


그림 3 A 지역의 풍속빈도

A 지역의 난류강도는 그림 3에서 그림 4와

같이 IEC 61400의 발전기 및 블레이드 선정기준에서 안정성이 우수한 것으로 예상되었다.

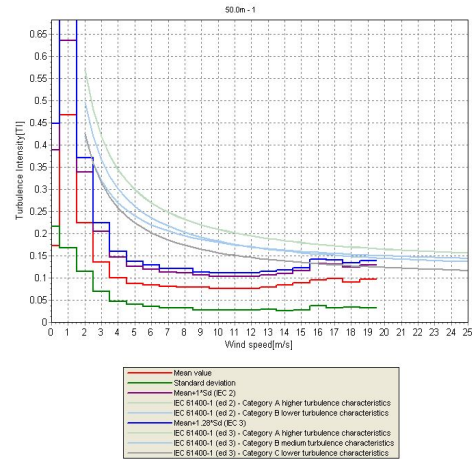


그림 4 A 지역에서 관측된 50m 난류강도

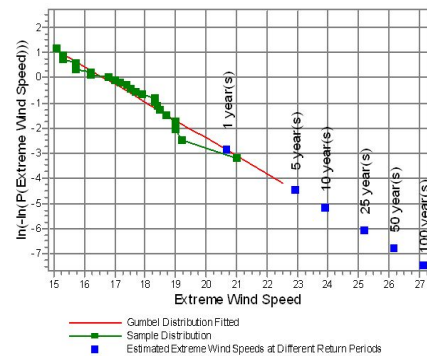


그림 5 A 지역의 극한풍속

서남해안의 B지역에 50m Met mast를 설치하고 풍황분석에 필요한 풍속, 풍향, 온도, 습도를 약 2년 동안 관측한 자료는 다음과 같다.

2.2 B지역의 풍황조건

B 지역의 난류강도는 그림 5에서 그림 6과 같이 IEC 61400의 발전기 및 블레이드 선정기준에서 안정성이 우수한 것으로 예상되었다.

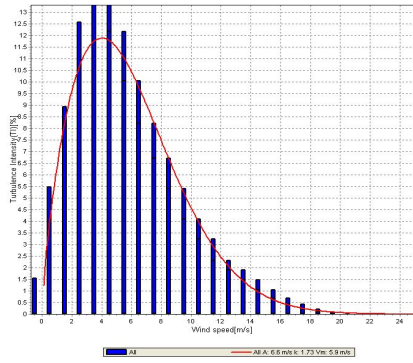


그림 6 B 지역의 풍속빈도

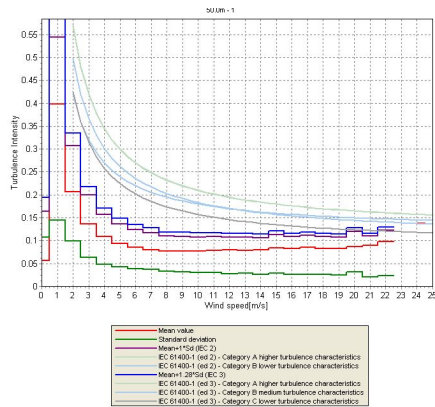


그림 7 B 지역의 극한풍

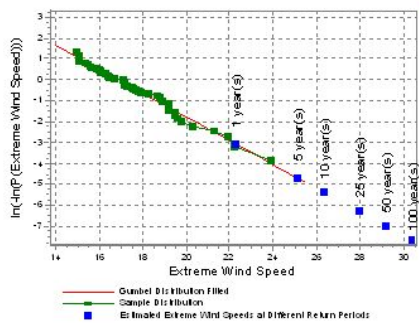


그림 8 B 지역의 극한풍속

3. Blade에 전달되는 풍력에너지와 발전량

3.1 Blade에 전달되는 풍력에너지

Blade면적에 입사되는 풍력에너지는 수식 1과 같다.^[2]

$$P_e = C_p \frac{1}{2} \rho V^3 \quad [W] \quad \text{수식 1}$$

여기서, P_e 는 블레이드를 통해 전달되는 풍력에너지량, C_p 는 블레이드 출력계수, ρ 는 공기밀도, V 는 풍속이다.

현재 풍력발전기는 3Blad type이 주류를 이루고 있으며, 본 논문에서 풍력전달계수를 0.47로 적용하였으며, 공기밀도를 1.224로 적용하였다.^[3] 풍력에 변화에 따른 Blade에 전달되는 풍력의 운동에너지는 표 1과 같다.

표 1 풍속과 블레이드 직경별 풍력에너지

풍속 m/s	Blad Diameter[kW]			
	60m	80m	100m	120m
3	21.9	39.0	61.0	87.8
4	52.0	92.5	144.5	208.1
5	101.6	180.6	282.2	406.4
6	175.6	312.1	487.7	702.3
7	278.8	495.7	774.5	1115.3
8	416.2	739.9	1156.1	1664.8
9	592.6	1053.5	1646.1	2370.3
10	812.9	1445.1	2258.0	3251.5
11	1081.9	1923.4	3005.4	4327.7
12	1404.6	2497.1	3901.8	5618.6
13	1785.9	3174.9	4960.8	7143.5
14	2230.5	3965.4	6195.9	8922.1
15	2743.4	4877.2	7620.7	10973.8
16	3329.5	5919.1	9248.7	13318.1
17	3993.6	7099.8	11093.4	15974.5
18	4740.7	8427.8	13168.5	18962.6

3.2 발전량산정

기계적 모멘트를 고려하지 않고 블레이드에 입사되는 풍력발전량만을 고려할 경우 2MW 풍력발전기 성능곡선은 그림 7과 같다. 풍력발전의 연간 발전량은 수식 2와 같다.

$$P_W = \sum [P(V) \times f(V) \times 8760] [Wh]$$

여기서 P_W 는 연간생산된 발전량 $P(V)$ 는 V 풍속대별 발전량, $f(V)$ 는 해당지역의 V 풍속대의 발생빈도이다.

그림 7과 그림 2의 풍력자원을 수식 2에 대입하

여 산출된 A 지역의 연간풍력발전량과 그림 7과 그림 5의 풍력자원을 수식2에 대입하여 산출된 B 지역의 연간풍력발전량을 표 2에 나타내었다.

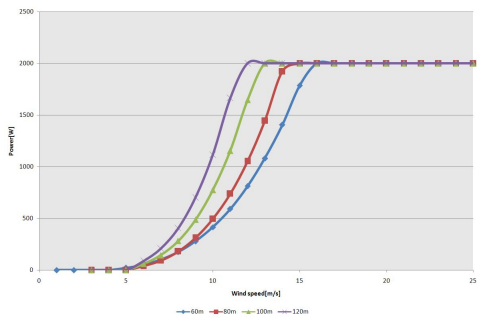


그림 9 Blade type별 발전량

표 2 블레이드별 발전량

연간발전량	Blade diameter			
	60M	80M	100M	120M
A 지역 [MWh]	2,758	4,234	5,566	6,731
B 지역 [MWh]	2,906	4,455	5,842	7,045

4. 결 론

- (1) 2MW급 풍력발전기를 기준으로 120m 직경의 블레이드를 사용할 경우 8m/s에서 9m/s에 정격발전량을 얻을 수 있다.
- (2) 서남해안지역의 풍황조건에 따르면, A 지역의 8m/s 이상의 풍속이 전체의 27.0%, B 지역의 8m/s 이상의 풍속이 전체의 48.5%이다.
- (3) 기계적 모멘트를 고려하지 않고, 풍력에너지원만을 고려할 경우 120m 직경의 Blade를 사용할 경우 60m 직경의 Blade를 사용할 경우보다 A 지역이 2.44배, B 지역이 2.42배 좋은 발전량이 생산되고, 80m 직경의 Blade를 사용할 경우보다 A 지역이 1.59배 B 지역이 1.58배 많은 발전량이 생산된다.
- (4) 서남지역의 저풍속 특히 8m/s 기준을 고려하면 외국 기준 공력설계를 변경하고,

블레이드 설계에도 반영하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 문채주, 정의현, 심관식, 정권성, 장영학, “우리나라 지형특성을 고려한 풍력발전 타당성 연구”, 한국태양에너지학회 논문집 Vol.28, No. 6, 2008
2. 고경남, 허종철, “풍력공학입문” 문운당, 2006. 03
3. 신형기 “풍력발전기 기술동향”, 그린에너지 전문가과정, 환경닷컴 2009. 09
4. 목포대학교산학협력단 “전라남도 신재생 에너지자원조사 및 활용방안연구” 한국중부발전결과보고서 2008. 01