

# 블레이드의 형태와 피치각이 풍력터빈의 출력에 미치는 영향

이중덕\*  
서남대학교\*

송민중  
광주보건대학

## The Effect on Power Characteristics of Wind Turbine with Blade Shape and Pitch Angle

Jong-Deok Lee\*  
Seonam University\*

Min-Jong Song  
Gwangju Health College

**Abstract :** 본 연구에서는 우리나라와 같은 낮은 풍속에서 사용 가능한 블레이드의 형태와 블레이드의 피치각이 풍력터빈의 효율에 미치는 영향을 확인하고자 블레이드를 2종류의 형태로 제작하여 블레이드의 피치각에 따른 출력특성을 측정하였다. 풍력터빈의 효율은 블레이드의 형태와 피치각에 대해 출력이 크게 좌우되었으며, 낮은 풍속 상태에서는 공기의 힘을 받는 면적이 클수록 출력특성이 좋게 나타났다.

**Key Words :** Wind Turbine System, Blade, Pitch angle

### 1. 서론

최근 에너지의 위기와 환경문제 등을 겪으면서 풍력에너지 이용의 필요성이 커져 세계 여러 나라들은 그동안 연구한 학문적 이론 및 신기술을 풍력발전 기술에 집중 투자하여 소형 발전시스템에서부터 MW급 대형발전 시스템에 이르기까지 많은 연구결과와 이용을 보이고 있다.

블레이드는 풍력에너지를 기계적인 에너지로 변화시켜주는 장치로 시스템의 출력특성 및 연간 전력에너지 생산과 가동률에 영향을 미친다. 또한 시스템의 경제성에도 영향을 미치는 중요한 인자이다. 최적상태의 풍력발전시스템을 설계하기 위해서는 여러 사항을 고려해야 하며, 블레이드 형태 및 블레이드의 피치각(pitch angle)은 블레이드의 회전수에 큰 영향을 미친다.

본 연구에서는 우리나라와 같은 낮은 풍속에서 사용 가능한 블레이드의 형태와 블레이드의 피치각이 풍력터빈의 효율에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 따라서 블레이드를 2종류 형태로 제작하여 블레이드의 피치각에 따른 출력특성을 측정하였다.

### 2. 실험

[표 1]과 그림 1에 블레이드 제원 및 풍력터빈의 출력특성 측정 장치를 나타내었다. 바람은 대형 선풍기 1대를 사용하였으며, 선풍기의 바람이 통하는 면적은 전체 회전면적의 1/3정도 밖에 되지 않았다. 풍력발전기의 전압, 전류의

블레이드 구분	블레이드 A (WBA)	블레이드 B (WBB)
회전자반경	0.53m	0.53m
허브반경	12cm	12cm
날개폭	13.05cm	10.5cm
날개단면	호	직선
날개형태	호	평면

또한, 블레이드의 피치각(pitch angle)은 블레이드의 회전수에 큰 영향을 미치므로 피치각을 편리하게 조절할 수 있도록 회전자허브에 나사방식으로 만들어 블레이드를 허측정은 부하의 상황에 따라 다르게 나타나므로 본 실험에서는 DC링크단에 50[W] 6Ω의 저항부하를 연결하였다. 브에 연결하였다.

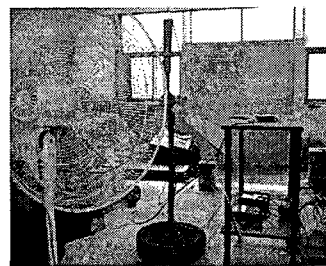


그림 1 풍력발전기 출력특성 측정장치

표 1. 블레이드의 제원

### 3. 결과 및 검토

그림 2~그림 7은 블레이드의 피치각에 대한 블레이드의 출력특성곡선과 출력계수를 나타내었다. 피치각(Pitch angle)은 블레이드가 회전하는 방향과 블레이드의 시위선(Chord line)이 이루는 각도를 말한다. 여기서 발전기의 출력특성은 전압과 전류의 곱으로 나타내며, 풍력발전기의 성능을 나타내는 출력계수(Power Coefficient  $C_p$ )는

아래와 같이 정의 된다.

$$C_P = \frac{P}{0.5\rho V^3 A}$$

그림 2~그림 7에서 보는 바와 같이 전체적으로 풍속이 증가함에 따라 전압 및 전류가 증가하며 따라서 전력도 증가함을 보인다. 출력은 WBA가 WBB보다 출력이 크게 나타나며, WBA의 경우 피치각이  $10^\circ$ , WBB의 경우  $5^\circ$ 일 때 최대의 특성을 보인다. 이는 낮은 풍속 상태에서는 공기의 힘을 받는 면적이 클수록 출력특성이 좋게 나타난다. 또한 출력계수도 출력특성과 증가함을 보이나 전체적으로 제작된 발전기 시스템의 효율은 매우 낮음을 알 수 있다. 최대 출력과 출력계수는 WBA의 피치각이  $10^\circ$ 에서 나타나며 풍속이 5.5[m/s]일 때 3.8[W],  $C_P$ 는 0.046 정도로 매우 낮은 특성을 보인다.

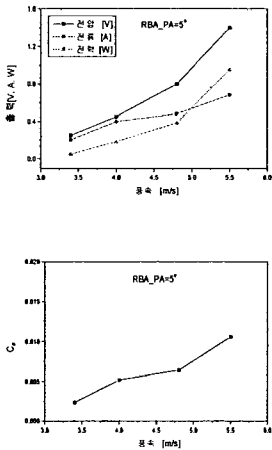


그림 2. 출력특성과 출력계수(WBA 피치각  $5^\circ$ )

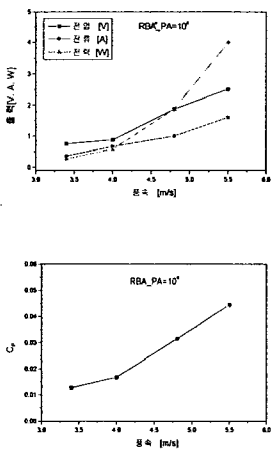


그림 3. 출력특성과 출력계수(WBA 피치각  $10^\circ$ )

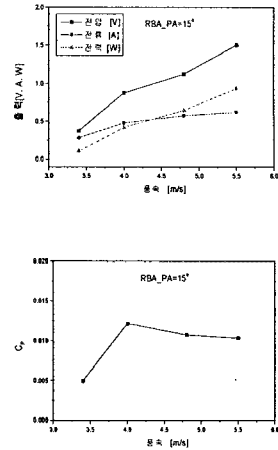


그림 4. 출력특성과 출력계수(WBA 피치각  $15^\circ$ )

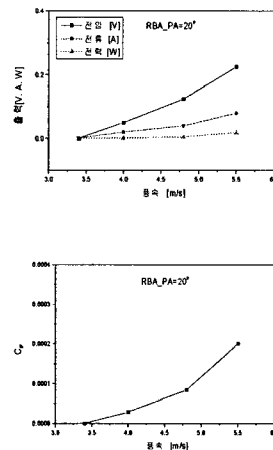


그림 5. 출력특성과 출력계수(WBA 피치각  $20^\circ$ )

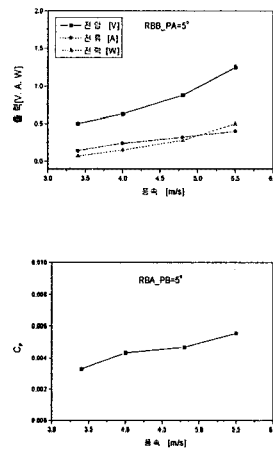


그림 6. 출력특성과 출력계수(WBB 피치각  $5^\circ$ )

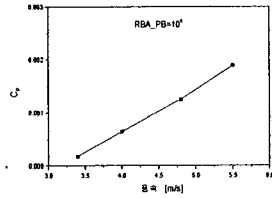
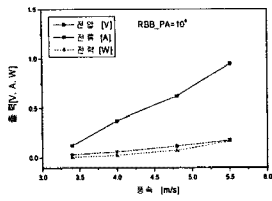


그림 7. 출력특성과 출력계수(WBB 피치각 10°)

이상과 같이 제작된 풍력발전기는 블레이드의 형태와 피치각에 대해 출력이 크게 좌우되었으며 출력계수가 매우 낮아 상용화의 가능성은 희박한 것으로 보이나 본 연구에서 제작한 블레이드는 기존의 블레이드 형태와는 달리 테이프비가 1 보다 매우 큰 값으로 저 풍속에서는 큰 회전력이 확보되며 보다 나은 출력이 기대된다는 점은 매우 의의가 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 블레이드의 형상과 피치각의 변화에 따른 출력특성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

풍력터빈의 효율은 블레이드의 형태와 피치각에 대해 출력이 크게 좌우되었으며, 낮은 풍속 상태에서는 공기의 힘을 받는 면적이 클수록 출력특성이 좋게 나타났다. 또한, 출력계수가 매우 것으로 보이나 기존의 블레이드 형태와는 달리 테이프비가 1 보다 매우 큰 값으로 저 풍속에서는 큰 회전력이 확보되어 보다 나은 출력을 기대할 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] Derek Taylor : Report on the 5th US Biennial Wind Energy Conference & Workshop, MORDEN POWER SYSTEMS Vol.2, No.1, pp19-25, Jan/Feb, 1982
- [2] David, M., Eggle Stomn & Forrest, S., Stoddard., 1987. Wind Turbine Engineering Design, Van Nostrand Company Inc.