

풍력발전기용 블레이드의 제작 및 전기적 특성

이종덕

서남대학교

Fabrication and Electrical Properties of Blades for Wind Turbine System.

Jong-deok Lee

Seonam University

Abstract : This study proposes a development of blades for the 6W class small wind turbine system, which is applicable to relatively low speed region like Korea, and very easy to pitch control. The materials of the blades was used for the still. Electrical properties of blades improved by increasing with wind speed. The maximum output showed at 10° of pitch angle and about 3.8[W] at 5.5[m/s] of wind speed,

Key Words : Wind Turbine System, Blade, Pitch Angle

1. 서론

풍력발전시스템은 바람의 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 장치이다. 최근의 풍력발전시스템은 수 MW급 이상의 대용량의 개발에 중점을 두고 있지만 저용량 풍력발전시스템도 저비용으로 개인이 설치하여 에너지를 활용할 수 있는 등의 많은 이로운 점이 있어 지속적으로 개발되어 오고 있다. 또한, 풍력발전기에서 가장 중요한 것은 바람을 이용해서 회전력을 얻는 것으로 고효율 블레이드의 설계와 제작이 요구된다. 현재 미국이나 유럽에서 개발되고 있는 풍력발전기의 블레이드는 풍속이 평상시 약 10~12m/s에서 회전력을 얻는 구조로 설계되어 우리나라와 같이 평균 풍속 5 m/s 정도의 낮은 풍속에서는 회전력의 확보가 어렵다. 따라서 우리나라의 낮은 풍속에 적합한 블레이드에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서는 우리나라와 같은 저 풍속에서 높은 회전력을 확보할 수 있는 블레이드를 개발하고자 한다. 제작한 블레이드는 3개의 블레이드를 가지며, 깃 끝 속도비가 2~4, 테이프비가 4.67로서 저 풍속 상황을 고려하여 날개 끝이 넓은 블레이드를 제작하였다. 또한 블레이드의 재질은 스틸을 사용하였으며, 풍속이 4.8[m/s]에서 6[W]의 출력을 발생시킬 수 있도록 블레이드의 길이가 0.53[m]인 블레이드를 제작하여 풍력발전기의 전기적인 출력을 측정하였다.

2. 실험

일반적으로 블레이드 설계시 테이프비는 약 1이하로 설계하였을 때 효율이 좋은 편이나 본 연구에서는 낮은 풍속 상태에서 최대의 회전력을 확보할 수 있도록 테이프비가 4.67인 블레이드를 제작하여 출력특성 시험을 하였다. 피치각은 블레이드의 회전수에 큰 영향을 미치므로 피치각을 편리하게 조절할 수 있도록 회전자허브에 나사 방식으로 만들어 블레이드를 허브에 연결하였다. 그림 1에 발전기의 출력특성 측정회로를 나타내었다. 바람은 대형 선풍기 1대를 사용하였으며, 선풍기의 바람이 통하

는 면적은 전체 회전면적의 1/3정도 밖에 되지 않았다. 풍력발전기의 전압, 전류의 측정은 부하의 상황에 따라 다르게 나타나므로 본 실험에서는 DC링크단에 50[W] 6Ω의 저항부하를 연결하였다.

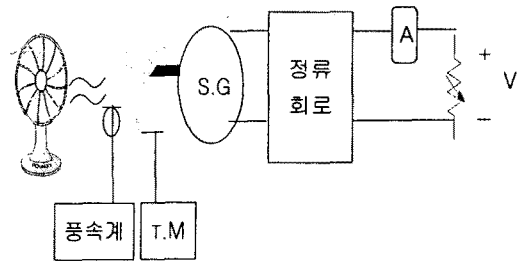


그림 1 풍력발전기 출력특성 측정회로

3. 결과 및 검토

그림 3은 풍속과 피치각의 변화에 따른 블레이드의 회전수[rpm]에 대한 결과를 나타내었다. 풍속이 증가함에 따라 회전수도 증가한다. 이는 낮은 풍속에서는 테이프비가 클수록 회전수가 증가하는 것으로 사료된다. 그리고 피치각의 변화가 회전수에 큰 영향을 미친다. 피치각이 10°에서 풍속이 5.5[m/s]일 때 회전수가 249[rpm]으로 최대를 보이며 그 이상의 피치각에서는 회전수가 급격히 낮아진다. 그리고 본 연구에서 사용한 블레이드의 재질이 스틸로서 매우 무겁기 때문에 회전수가 낮게 나오는 것으로 사료되며, 블레이드 재질을 플라스틱 등으로 만들면 회전수가 보다 증가할 것으로 생각된다.

그림 3의 (가) 블레이드의 회전수에 따른 출력특성 곡선이다. 회전수가 증가함에 따라 발전기의 출력이 증가하고 있으며, 회전수가 약 200[rpm] 이상에서는 출력이 크게 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 200[rpm] 이하에서는 발전기의 출력이 매우 낮아 실제적인 적용은 어려울 것으로 생각된다. 그러나 이 결과는 선풍기의 바람이 통하는 면적은 전체 회전면적의 1/3정도이므로 전체 회전면에 바람을 불어넣을 때는 이 결과 보다 회전수가 크게

해가할 것으로 생각된다.

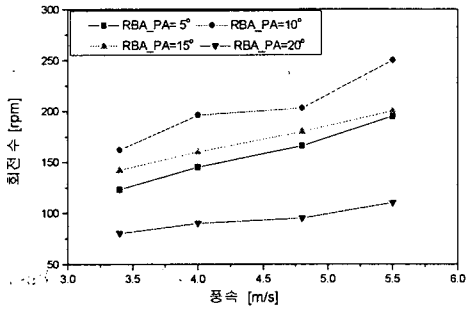
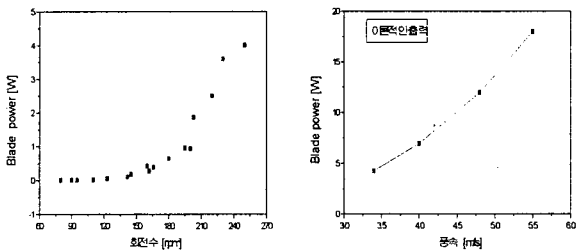
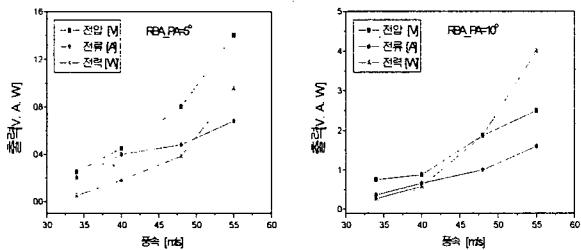


그림 2 풍속의 변화에 따른 블레이드의 회전수

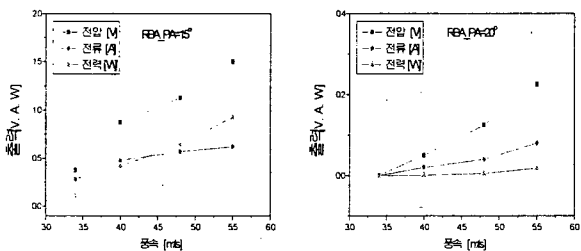


(가) 회전수에 대한 출력특성 (나) 이론적인 출력특성
그림 3 블레이드의 출력특성

그림 3의 (나)는 제작한 블레이드의 이론적인 출력특성을 나타내었다. 제작한 시스템의 4.8[m/s]에서의 출력을 알아보기 위해 터빈의 변환효율을 0.2, 기계적 전달효율 0.85, 발전효율 0.75, 역률 0.8로 가정하면 이론적인 출력 6.01[W]의 전력을 생산한다.



(가) 피치각 5° (나) 피치각 10°



(가) 피치각 15° (나) 피치각 20°

그림 4 풍력발전기의 전기적인 특성

그림 4는 블레이드의 피치각에 대한 풍력발전기의 전기적인 특성을 나타내었다. 여기서 발전기의 출력특성은 전압과 전류의 곱으로 나타낸다.

그림 4(가~라)에서 보는 바와 같이 전체적으로 풍속이 증가함에 따라 전압 및 전류가 증가하며 따라서 전력도 증가함을 보인다. 출력은 피치각이 10° 일 때 최대의 특성을 보인다. 이는 낮은 풍속 상태에서는 공기의 힘을 받는 면적이 클수록 출력특성이 좋게 나타난다. 최대 출력은 피치각이 10°에서 나타나며 풍속이 5.5[m/s]일 때 3.8[W] 정도로 비교적 양호한 특성을 보인다.

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 테이프브가 1 보다 매우 큰 값으로 저 풍속에서는 큰 회전력이 확보되며 보다 나은 출력이 기대된다는 점은 매우 의의가 있다.

4. 결론

본 연구에서는 한국과 같은 저 풍속 지형에 적합한 풍력발전기용 블레이드를 풍속이 4.8 [m/s]에서 6[W]의 출력을 발생시킬 수 있도록 블레이드의 길이가 0.53[m]인 블레이드를 제작하여 블레이드의 형상과 피치각의 변화에 따른 출력특성을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

전체적으로 풍속이 증가함에 따라 전압 및 전류가 증가하며 따라서 전력도 증가함을 보인다. 출력은 피치각이 10° 일 때 최대의 특성을 보인다. 이는 낮은 풍속 상태에서는 공기의 힘을 받는 면적이 클수록 출력특성이 좋게 나타난다. 최대 출력은 피치각이 10°에서 나타나며 풍속이 5.5[m/s]일 때 3.8[W] 정도로 양호한 특성을 보인다. 따라서 현재 국내에 있는 대부분의 풍력발전기의 블레이드와 달리 폭이 넓은 블레이드를 제작하여 만족한 결과는 아니지만 낮은 풍속에서 보다 높은 회전력을 확보할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] David, M., Eggle Stomn &Forrest, S., Stoddard., 1987. Wind Turbine Engineering Design, Van Nostrand Company Inc.
- [2] Derek Taylor : Report on the 5th US Biennial Wind Energy Conference & Workshop, MORDEN POWER SYSTEMS Vol.2, No.1, pp19-25, Jan/Feb, 1982
- [3] Azuma, A., Kawachi, K., Hayashi, T., and Ito, A., 1982 Application of the local Circulation Method to the Flutter Analysis of Rotary Wings, 8th European Rotorcraft Forum. Aix-뫼-Provencem France, Paper NO.3.12, Aug.31-Sep.3