

풍력발전기용 무단변속 증속기 성능평가

Performance of CVT type geared box for wind turbine

*김노원¹, #김성렬¹, 김철민¹, 정문산¹

*R. W. Kim¹, #S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)¹, C. M. Kim¹, M. S. Jung¹

¹한국생산기술연구원

Key words : Wind Turbine, CVT type geared box, Wind turbine monitoring, Performance evolution

1. 서론

풍력발전은 신 재생에너지에 대한 관심과 발전 수익의 증가, 성능 향상, 탄소 배출권 수익 창출 등에 따른 풍력 산업의 시장 경쟁력이 급격하게 향상되면서 지속적인 투자와 관심이 증대되고 있다.

풍력발전기는 직접 구동형과 기어드형으로 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 직접 구동형은 증속기가 없으므로 효율 증대 및 구동축에서의 유지 보수가 적으나 저속에 따른 발전기의 소형화가 어렵다. 반면 기어드형의 경우 고속의 회전속도로 인해 발전 설비가 최소화되어 소형 풍력 발전에 적합하다. 그러나 기존의 기어드형의 경우 불규칙한 풍속에 대응이 어려워 발전 가능 풍속 범위가 제한적이고 별도의 제어시스템이 요구된다.

본 논문에서는 기존의 간접구동식 증속기의 단점을 최소화하고 동력을 가변 전달하는 동력전달 장치로서 입력 RPM 변화와 출력축의 변동부하에 따라 최상의 조건에 맞는 Torque와 RPM이 무단변속으로 조절되는 방식을 제안한다. 또한 풍력 발전기에 조립된 전체 시스템의 입력변화에 대한 출력 변화 특성을 평가 하였다.

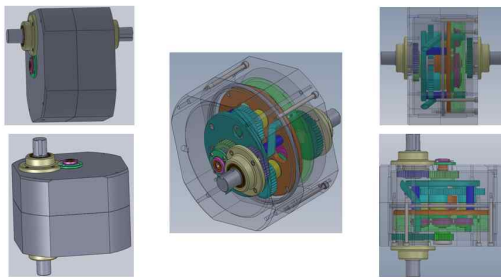


Fig. 1 Schematic of CVT type geared box

2. 무단 변속 증속기 의 설계

증속기는 블레이드 축과 발전기 사이에 위치하여 1 ~ 40 회전하는 저회전 및 고토크의 블레이드 입력 동력을 분당 약 1,000 ~ 1,800 회전하는 속도로 증속하여 고회전 및 저토크의 출력 동력으로 변환한다.

무단변속 증속기의 작동원리는 회전운동에서 왕복운동, 다시 왕복운동에서 회전운동으로 바뀌는 과정에서 편심거리가 발생하게 되는데, 편심거리는 부하에 따라 회전의 중심점으로 이동된다. 즉, 외부의 풍력변화에 증속적으로 변속하는 것이 아니라 1800rpm이상의 부하가 발생하게 되면 증속기 내부의 바의 위치를 이동시킴으로써 출력은 항상 일정한 RPM 을 유지하여 발전기에 안정적으로 전달 할 수 있는 구조로 설계하였다. 또한, 발전기의 Load Torque에 대응하여 무단변속 함으로써 블레이드의 내구성 향상 및 소형화를 가능하게 하였다. Fig. 1은 무단변속 증속기의 내부 설계 모습을 보여 주고 있다.

3. 성능 평가 구성 및 방법

Fig. 2는 풍력발전용 무단변속 증속기의 평가 시스템을 나타낸 것이다. 시스템은 서보모터, 감속기, 증속기, 발전기로 구성되어 있으며 토크제어를 통해 서보모터에 입력되는 시동토크를 선정하고 제어된 서보모터는 감속기로 입력된다. 감속기는 실제 풍력발전시스템에 블레이드를 대치하며, 감속기를 통해 출력된 속도는 증속기를 거쳐 발전기에 입력되는 시스템이다.

Torque sensor를 이용하여 구동축의 토크와 RPM의 변화를 측정하고 발전기에 입력되는 RPM의 변화는 와전류센서를 사용하여 측정하였다.

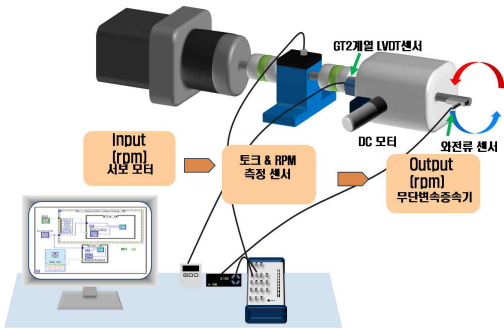


Fig. 2 Configuration of performance evaluation for CVT type geared box

증속기 내의 편심이동을 하는 바(bar)의 이동거리는 변위센서를 사용하였고 센서를 통해 측정된 데이터는 DAQ(Data acquisition) board를 통해 수집하였다.

4. 실험 결과

Fig. 3은 토크 및 RPM의 변화와 바의 이동거리에 따른 출력 변화를 나타낸 것이다. 서보모터의 회전수 가변 입력 값은 1~40rpm 이며 무단변속 증속기를 거치지 않은 출력은 선형적으로 증가하였다.(Fig. 3-(a)) 감속기의 감속비율은 23:1이며(Fig. 3-(b)) 기동토크는 2.5N·m(Fig. 3-(c))로 측정되었다. Fig. 3-(d)바의 위치에 따른 토크의 측정값을 보여준다.

측정결과 기동부하에 대한 초기 기동상태를 측정하고 서보모터에서 임의의 RPM으로 무단변속 방식 증속기의 입력 측에 가했을 때, 증속기의 출력 측 RPM과 Torque 변화를 측정해본 결과 1800rpm 이상의 회전수에서 일정한 속도가 유지 되었다.

5. 결론

본 논문에서는 무단변속 증속기 설계 및 제작하고 Torque, 변위, 와전류센서를 통해 Torque, 바의 이동거리, RPM을 측정하여 시스템의 성능평가를 하였다. 실험결과 임의의 RPM으로 무단변속 방식 증속기의 입력 측에 가했을 때, 증속기의 출력 측 RPM과 Torque변화를 측정해본 결과 1800rpm이상의 회전수에서 일정한 속도가 유지 되었다.

개발된 무단변속 방법은 증속기 측면에 설치된 변속제어 모터를 통해 변속되며, 변속제어모터를 PWM(Pulse Width Modulation)방식을 사용하여 입

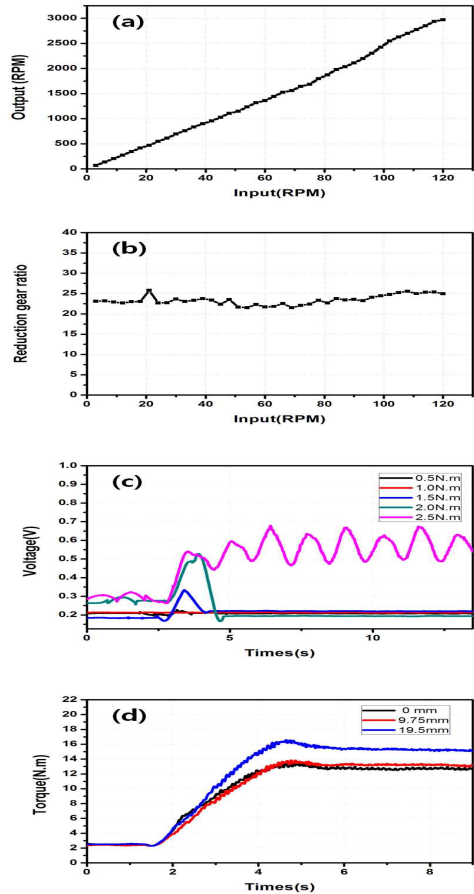


Fig. 3 (a) Output changed in response to various inputs (b)Reduction gear ratio as various input (c) Starting torque (d) torque generated for CVT type geared box

력 측 RPM에 대해 출력 측 RPM을 일정하게 유지시킨다. 바람의 세기에 따른 변화는 불규칙한 블레이드의 풍속을 발전기의 발전 가능한 적정 RPM으로 동력을 전달하여 발전효율을 높일 수 있을 것으로 기대한다. 향후 일정으로는 본 시스템을 통해 발전효율측정을 수행하여 문제점 분석 및 시스템을 보완할 예정이다.

참고문헌

1. A.K. Wright, D.H. Wood, "The starting and low wind speed behaviour of a small horizontal axis wind turbine," Journal of Wind Engineering, and Industrial Aerodynamics 39, 517-521, 2004.