한국소음진동공학회 2013년 추계학술대회논문집, pp. 325~326

IEC 61400-11에 의한 풍력발전기 소음 측정 및 평가

Measurements and Evaluations of Wind Turbine Noise According to IEC 61400-11

김봉기†·이성현*·김상렬*·서윤호*

Bong-Ki Kim, Sung-Hyun Lee, Sang-Ryul Kim and Yun-Ho Seo

1. 서 론

풍속에 따라 회전속도가 변화하는 풍력발전기는 블레이드 회전에 따라 Main bearing, 증속기, 발전기, Yaw, Pitch, 유압장비, 전기장비 등 다양한 소음원이 작동하며 소음을 방사한다. 블레이드를 포함하는 동력전달계는 작동 RPM에 따라 소음의 주파수 특성과 레벨이 변화하며, 간헐적으로 작동하는 Yaw, Pitch 및 기타 유압 및 전기시스템들은 짧은 시간동안의 측정만으로는 풍력발전기 소음 평가를 어렵게 하는 중요 요소이다.

풍력발전기 소음평가방법을 규정한 IEC 61400-11[(1)]은 이러한 점을 고려하여 6~10 m/s 사이의 정수 풍속에서 통계적 방법을 적용한 후 각 정수 풍속에서의 소음레벨을 음향파워로 나타내도록 하고 있다. 본 논문에서는 IEC 61400-11에 따른 소음레벨의 측정, 겉보기 음향파워레벨(apparent sound power level)의 추정, 1/3-옥타브 밴드레벨의 산정을 위한 GUI 프로그램 개발 내용을 소개하고, 실제 풍력발전기 소음 측정 및 분석 결과를 제시하고자 한다.

2. 풍력발전기 소음측정 및 평가

2.1 측정값 및 소음분석 절차

풍력발전기 소음 측정절차는 “풍력 발전기 사양에 따라 측정 위치 선정(음압 및 풍향/풍속)→풍향/풍속계 설치→음향 측정시스템 설치→음향 및 풍속 정보를 동시에 측정→주어진 풍속 데이터를 통하여 풍속이 유지되는 동안 음향 정보 수집“ 순으로 수행된다. Table 1에 측정항목을 간략히 요약하였으며, 본 측정에 사용한 시스템 개요를 Fig.1에 도시하였다.

Table 1 측정 항목

측정 항목		측정값
음향	풍력 발전기 작동 시, 각 풍속 6,7,8,9,10 m/s 일 때 지정된 위치에서 측정값	- 소음레벨 - 겉보기 음향파워레벨 - 1/3 옥타브 소음 스펙트럼 - 순음도, 지향성 - 측정불확도
	풍력 발전기가 작동하고 있지 않은 상황에서 각 풍속 6, 7, 8, 9, 10 m/s 일 때 지정된 위치에서 측정값	- 소음레벨
풍향 및 풍속	음향 측정시 풍속 및 풍향을 확인하기 위한 자료	- 풍향 및 풍속

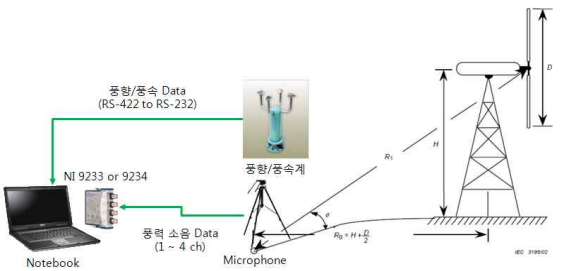


Fig.1 측정 시스템 개요도

풍력발전기 소음분석은 Fig.2에 나타낸 바와 같이 풍속 및 배경소음 보정후 IEC 61400-11에서 기술한 각 항목에 대해 수행되었다.

† 교신저자; 정회원, 한국기계연구원
E-mail : bkkim@kimm.re.kr
Tel : 042-868-7467, Fax : 042-868-7440
* 한국기계연구원

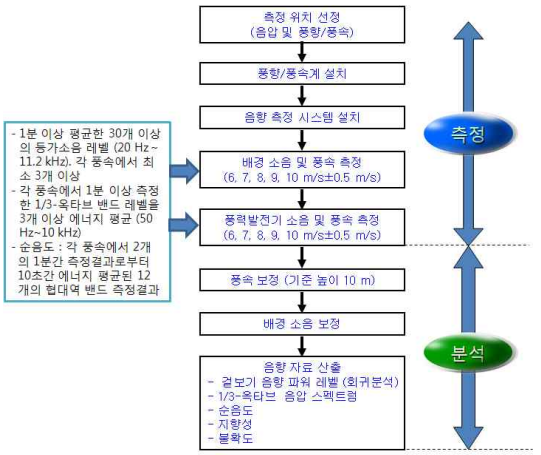


Fig.2 측정절차 및 소음분석 절차

2.3 소음 분석 프로그램

본 연구에서는 측정된 소음 및 풍속/풍향을 이용하여 통계적으로 각 풍속에서의 소음레벨, 음향파워, 순음도 및 측정 불확도 추정을 위한 분석프로그램 'STAND(STatistical Analysis of Noise for winD turbine system, v 3.0)'을 개발하였다. 개발된 분석 프로그램은 Matlab 기반의 GUI를 사용하며, Fig.3에 나타낸 바와 같이 주요 측정정보 입력을 통해 IEC 61400-11에 부합한 풍력발전기 소음평가를 수행할 수 있다.

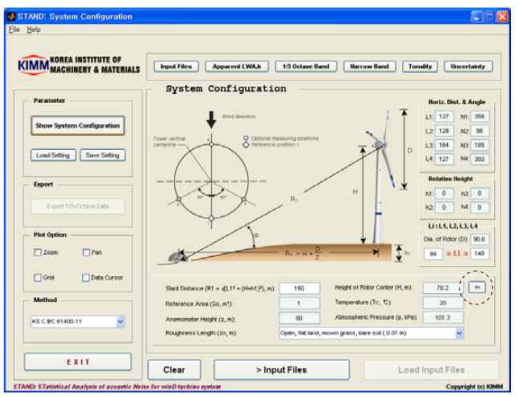
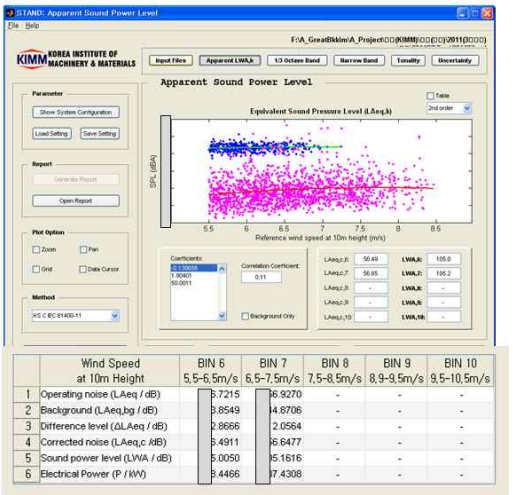


Fig.3 소음 분석프로그램의 기본정보 입력 화면

개발된 분석 프로그램은 설정된 시간 동안 평균한 풍속을 각 정수 풍속 Bin 내에서 자동 검색하여 각 풍속범위 내에 총 30개 이상, 6~10 m/s의 정수 단위 풍속별로 최소 3개 이상의 측정결과가 있는 경우 겉보기 음향파워레벨을 계산하기 위한 소음레벨로 처리한다.

2.4 풍력발전기 소음 측정 및 분석

MW급 풍력발전기에 대한 소음측정을 수행하고 개발된 분석 프로그램을 활용하여 풍력발전기 소음을 측정/평가하였다. Fig.4에 나타낸 바와 같이 회귀분석을 통해 각 정수 풍속에서의 소음레벨을 계산하였으며, 겉보기 음향파워레벨, 순음도 및 지향성을 평가하였다.



	Wind Speed at 10m Height	BIN 6 5,5~6,5m/s	BIN 7 6,5~7,5m/s	BIN 8 7,5~8,5m/s	BIN 9 8,5~9,5m/s	BIN 10 9,5~10,5m/s
1	Operating noise (LAeq / dB)	93.7215	96.9270	-	-	-
2	Background (LAeq,bg / dB)	93.8549	94.8706	-	-	-
3	Difference level (ΔLAeq / dB)	92.8666	92.0564	-	-	-
4	Corrected noise (LAeq,c /dB)	95.4911	96.6477	-	-	-
5	Sound power level (LWA / dB)	95.0050	95.1616	-	-	-
6	Electrical Power (P / kW)	93.4466	97.4308	-	-	-

Fig.4 풍력발전기 소음레벨 회귀분석 예

3. 결 론

IEC 61400-11에 따라 풍력발전기 소음 측정절차를 수립하였으며 소음 분석을 위한 전용 GUI 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램을 활용하여 MW급 풍력발전기 소음을 측정하고 분석결과를 제시하였다.

참 고 문 헌

(1) IEC 61400-11 Ed. 2.1, "Wind turbine generator systems-Part 11: Acoustic noise measurement techniques" (2006).