



풍력발전단지 소음 규제에 관한 해외사례 조사

김 석 우

(한국에너지기술연구원)

1. 머리말

경남 의령군 한우산 풍력발전단지는 주민들의 반대 속에 2016년 5월 준공되었으나 지금도 주민들의 반대시위가 계속되고 있고, 2013년 12월 준공된 영암풍력발전단지는 저주파 소음피해 등 주민들의 민원이 현재까지 계속되는 등 소음으로 인한 피해를 주장하는 사례가 증가하고 있다.

이러한 환경에서 2016년 10월 전남도의회는 풍력발전단지의 소음피해에 대한 원인규명 및 주거지와와의 이격거리 도입 등 설치기준을 요구하는 건의안을 채택하였으며, 환경부에서도 소음으로 인한 주민들의 피해를 방지하기 위해 이격거리 도입을 검토하였으나 풍력발전 보급에 걸림돌로 작용할 수 있다는 우려로 인해 풍력발전단지 주변 주민들과의 상생방안 마련에 주안점을 두기로 했다.

해외에서도 유럽을 중심으로 오랜 기간 동안 관련 자료를 축적하고 분석하여 소음 제한 등의 설치기준을 수립하여 적용하고 있으나 세부 기준은 각국마다 상이하다.

국내에도 이격거리 도입이 조만간 이루어질 것으로 전망되는 가운데 관련 기준을 시행하고 있는 유럽 국가들의 사례 조사를 통해 국내 현실에 적합한 기준 도출에 도움이 되고자 한다.

2. 덴마크

풍력발전 기술 및 보급 부문에서 가장 앞서 있는 것으로 평가되는 덴마크는 2012년 1월 “Statutory Order on Noise from Wind Turbines”를 개정하여 풍력발전기에서 발생하는 저주파를 포함한 소음에 대한 규제를 시행하고 있다.

특히 저주파 소음에 대한 덴마크의 정의는 10 Hz ~ 160 Hz로서 저주파 소음 관련 명확한 관련 규정이 없는 국가들에게 참고가 되고 있다.

덴마크의 경우 소음 측정 기준 풍속을 지표면 기준 10 m 높이에서 6 m/s와 8 m/s 정의하고 있으며, 그 이상의 고풍속 영역은 별도로 제한을 두지 않고 있다. 이는 풍속이 증가함에 따라 풍력발전기 발생소음도 증가하지만 바람 자체로 인한 소음 역시 증가하여 풍력발전기 발생 소음이 바람 소리에 묻히는 masking effects를 고려하였기 때문이다.

시골 지역의 경우 주거지로부터 반경 15 m 이내의 지역에서 가장 소음에 크게 노출되는 지점에서 측정한 소음이 최대 44 dB(A)를 초과하지 않을 것을 규정하고 있으며, 학교 및 주거 전용단지 등 정숙을 요하는 지역에 대해서는 최대 39 dB(A)를 초과하지 않도록 규정하고 있다.

주목할 사항은 시골 지역의 경우 주민들이 거주하는 주택을 중심으로 소음에 대한 규제가 이루

표 1 덴마크의 소음한도 규제

지역	풍속 6 m/s	풍속 8 m/s
Open countryside	42 dB(A)	44 dB(A)
Noise sensitive land use	37 dB(A)	39 dB(A)

어지고 있으며, 농업행위가 이루어지는 경작지에서의 소음 측정은 포함되지 않았다는 점이다.

표 1은 덴마크의 풍속 및 지역에 따른 소음한도이다.

저주파 소음에 대해서는 시골 지역과 주거 전용지역 등 소음한도 제한 구역 모두에 대해서 야외가 아닌 실내에서 측정하는 것을 기준으로 하고 있으며, 풍속 6 m/s 및 8 m/s에서 측정된 음압이 20 dB(A)를 초과하지 않도록 제한하고 있다.

풍력발전기와 인접 주거지와와의 최소 이격거리는 타워 높이에 회전자 반경을 더한 길이의 4배로 규정하고 있으며, 만약 풍력발전기가 4배 이격거리는 충족하였으나 6배 이내의 위치에 설치될 경우에는 이로 인한 재산상의 피해를 감정하여 보상토록 규정하고 있다.

이와 더불어 풍력발전기가 주요 도로 및 철로로부터 타워 높이에 회전자 반경을 더한 거리만큼 이격할 것을 요구하고 있다.

국내에서는 제주도가 풍력발전기가 도로로부터 덴마크와 동일한 기준으로 이격시킬 것을 설치기준으로 적용하고 있다.

3. 네덜란드

네덜란드는 풍력발전기의 소음 측정 및 평가에 널리 활용되는 L_{Aeq} 대신 L_{den} 을 적용하는 “Activities Decree”를 2011년 도입하였다. L_{den} 은 주간, 야간 및 심야에 걸친 24시간 동안의 평균 음압으로서, 주간은 07:00 ~ 19:00, 야간은 19:00 ~ 22:00 및 심야는 22:00 ~ 07:00으로 정의된다.

네덜란드의 소음 규제 특징은 지역 특성을 반영하고 있지 않다는 것으로서, 농촌 지역 및 주거 전용지역 또는 상업지역 등 지역 특성을 반영

한 각각의 소음규제 한도를 별도로 설정치 않고 있다.

네덜란드는 자국의 풍력에너지 보급목표 달성과 풍력 소음피해 최소화라는 두 가지 목표를 조화롭게 달성하기 위해 소음규제 한도 변화에 따른 풍력 보급잠재량 변화를 분석하였다. 그 결과에 따르면 L_{den} 을 40 dB로 제한할 경우 전 국토의 약 2%에 해당하는 700 km²에 약 7 GW 규모의 풍력발전단지 건설이 가능하며, 소음 한도를 45 dB로 상향 조정한다면 2,500 km²에 약 25 GW의 풍력발전 보급이 가능한 것으로 분석되었다.

주민 수용성과 국가 보급목표에 대한 trade-off 분석을 통해 네덜란드는 연간 평균값으로 L_{den} 47 dB를 설정하였고 심야 시간에는 L_{night} 41 dB로 제한하였다.

또한 소음 측정 풍속구간을 덴마크와는 달리 기동 풍속에 속하는 3 m/s로부터 중단 풍속에 해당하는 25 m/s까지로 규정하고 있다.

풍력발전기에서 발생하는 소음의 전파 및 감쇠에 관한 별도의 규정이 없는 덴마크와 달리 네덜란드는 “ISO 9613-2:1996 Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors-Part2: General method of calculation”과 유사한 계산방식을 적용하고 있다.

풍력발전기 이격거리의 경우 네덜란드에서는 일반적으로 타워 높이의 4배가 권고되고 있지만 법적인 강제 조항은 아니다. 다만 측정 소음과 직결하여 40 dB(A)를 초과하지 말 것을 규정하고 있다.

4. 독일

독일에서는 풍력발전기 소음과 직접 관련하여

제정된 규정은 별도로 없으며, 일반적인 환경소음에 대한 적용을 목적으로 1998년 제정된 “The 6th General Administrative Provision on the Federal Immission Control Act”가 적용되고 있다. 즉, 독일에서는 풍력발전기가 자동차나 기차와 같은 여타 소음원과 동일하게 취급되고 있다.

이는 풍력발전기에 대한 별도의 독립적인 소음 규제조항 없이 “소음·진동관리법” 및 관련 시행령과 시행규칙에 의해 관리하고 있는 우리나라와 유사한 경우이다.

이에 따라 독일은 표 2와 같이 지역에 따라 차등적인 소음 한도를 규정하고 적용 중이다.

소음의 전파 및 감쇠 관련해서는 네덜란드와

마찬가지로 “ISO 9163-2:1996”을 원칙적으로 적용하고 있으나, 이의 계산과 관련된 특정 요구조건들은 각 주가 독자적으로 적용할 수 있도록 하고 있다.

해안가와 같이 다공성 물질인 모래로 이루어진 지표면에서는 ISO 규정에 따른 소음 감쇠계산식은 감쇄효과가 저평가되는 것으로 알려져 있으며, 이를 보완하기 위해 독일은 ISO와는 달리 지표면의 물리적 특성에 영향 받지 않는 감쇠효과 계산방법을 적용하도록 규정하고 있다.

풍력발전기와 인접 주거지와와의 이격거리 관련해서는 독일의 각 주마다 서로 다른 규정을 적용하고 있으나 대부분의 주에서 주거지와 750 m ~

표 2 독일의 소음한도 규제

Area	Limit at night
Heartland, villages, mixed areas	45 dB(A)
General residential areas, small urban areas	40 dB(A)
Purely residential areas	35 dB(A)

표 3 여타 주요국의 소음한도 규제

국가	측정 기준	시골 지역	주거 전용지역
캐나다	연방정부 차원의 규제는 없으며, 각 주정부가 자체 기준 적용		
핀란드	L_{Aeq}	주간 45 dB(A), 야간 40 dB(A)	
프랑스	L_{Aeq}	주간: 기준 배경 소음 + 5 dB(A) 야간: 기준 배경 소음 + 3 dB(A)	
노르웨이	L_{den}	L_{den} 47 dB, L_{night} 41 dB	
스웨덴	L_{Aeq}	35 dB(A)	40 dB(A)
영국	$L_{A90(10 min)}$	주간: 배경 소음 + 5 dB(A) (최저 한도 35 dB(A) ~ 40 dB(A)) 야간: 배경 소음 + 5 dB(A) (최저 한도 43 dB(A))	
미국	연방정부 차원의 규제는 없으며, 각 주정부가 자체 기준 적용		

1000 m 이격을 요구하고 있으며 일반적으로 최소 이격거리로 400 m를 권고하고 있다.

특이 사항으로는 시골 지역에 위치한 단독 가옥의 경우 이격거리 적용대상이 아니라는 점이다. 이는 풍력소음 관련 규제는 다수의 공동이익을 위한 것으로서, 지나친 규제가 풍력발전 보급 확산에 저항요인으로 작용하는 것을 방지하기 위함이다.

5. 주요 국가의 소음 규제 현황

이상으로 풍력발전 기술 및 보급 측면에서 선진국 그룹에 속하는 덴마크, 네덜란드 및 독일의 소음 규제 현황과 이격거리에 관한 규정 등을 간략하게 살펴보았다.

이들 국가 외에도 온실가스 배출 저감 및 청정 에너지 보급확산을 목표로 하는 많은 국가들이 국가 또는 주 정부 차원에서 풍력발전기 소음에 관한 규제를 시행 중이며 표 3은 다른 주요국들의 관련 규제 한도를 보여주고 있다.

주목할 사항은 다수의 국가들이 주거 전용지역 또는 시골지역 등 지역 특성에 따른 소음한도 도입 보다는 모든 지역에 공통으로 적용되는 한도치를 적용하고 있으며 다만 주간 및 야간의 적용한도가 다르다는 것이다.

독일, 덴마크 및 스웨덴 등이 지역에 따른 차등한도를 적용 중이며, 영국, 프랑스 및 네덜란드 등은 주야간에 따른 차등 한도만 적용 중이다.

각 주정부가 자체적 소음한도를 적용 중인 미국의 경우 대부분의 주정부가 지역 구분 없이 주

야간에 따른 차등 소음한도를 적용 중이다.

6. 맺음말

풍력발전 보급의 역사가 가장 오래된 독일 및 덴마크에서도 본격적인 풍력발전 소음 및 이격거리에 대한 논의와 제도 도입이 이루어진 시점은 1990년대 말 이후부터이며 오랜 기간 동안 측정 및 분석을 통해 가장 합리적인 규제 도입을 위해 노력해 왔다. 이들 국가들은 특히 관련 규제가 풍력발전 보급 확산에 장애요인으로 작용하는 것을 방지하기 위해 많은 노력을 기울여 왔다.

국내에서도 2016년 환경부가 이격거리 도입을 검토한 바 있으나 제도 도입이 풍력시장의 성장과 보급 확산에 장애로 작용할 것을 우려하여 지역민과 상생할 수 있는 보급방안 마련으로 입장을 수정한 바 있다.

그러나 풍력발전 시장이 확대될수록 소음과 관련된 민원은 더욱 증가할 것으로 전망되며, 이를 위해서는 해외 사례 조사 외에도 국내 관련 풍력 관련 소음 현황에 대한 광범위한 측정 및 분석이 이루어져야 한다.

특히 덴마크나 독일 등과는 달리 국내 산악지형은 소음의 전파 및 감쇠에 큰 영향을 미치므로 이에 대한 연구가 중요하다.

이러한 종합적인 연구결과가 누적되어야 지역 주민과 상생할 수 있는 소음한도 및 이격거리 등에 관한 보다 합리적인 논의가 이루어질 것으로 판단된다. **KSNVE**