

風速・風向が風車の騒音予測に与える影響についての基礎的な検討

(株)建設環境研究所 正会員 ○坂崎 友美
正会員 志村 正幸

1. 目的

近年、風力発電施設建設に伴う環境アセスメントの課題として騒音が上げられる¹⁾。風力発電施設から発生する風車騒音の予測手法に関して次の様な課題が上げられている。音源の設定(点音源として扱えるか)、音源の指向性、風車の振幅変調音の考慮、気象の影響²⁾。これらの課題の中から、本報では気象の影響、特に風速・風向の影響について基礎的な検討を行ったので報告する。

2. 平坦地形での風速の影響

風速の違いが騒音予測結果に及ぼす基礎的な知見を与えるために、平坦な地形モデルを用いて解析を行った。予測手法は、風速・風向を考慮する方法が示されている Nord2000³⁾を用いた。音源は図-1 に示す周波数特性の無指向性点音源とし、風車のハブ中心位置を想定した地上 80m に設定した。表-1 に解析に用いたパラメータを示す。予測結果に与える風速の影響を検討するために、風速は 5m/s、10m/s、15m/s、20m/s、25m/s の 5 パターンとした。受音点位置は、音源から風下側および風上側に水平距離で 100m~4,000m 間に 100m 間隔で地上 1.5m に設定した。

音源から 100 m 地点の音圧レベルを基準とした風速ごとの距離減衰量を図-2 に風上側、図-3 に風下側を示す。また、図-4 に風速の変化による騒音分布の違いを比較して示す。

図-2 を見ると風上側は音源から 1,000 m 地点までは風速の違いによる距離減衰量の違いは 1 dB 以下であり、幾何減衰量である -6 dB/D.D 勾配とほぼ同じ勾配である。音源から 1000 m 地点以後は、風速が 5m/s 速くなるにつれて距離減衰量が大きくなるとともに、距離が音源から離れるにつれて距離減衰の勾配が大きくなる傾向が見られる。風上側は音の伝搬方向に対して風が逆方向に吹く逆風の状態であるため、音線が上向きの勾配をも

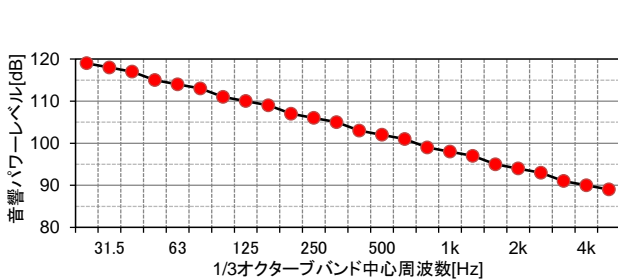


図-1 音源の周波数特性

表-1 解析パラメータ

地表面の実効流れ抵抗	200 kPas/m ² (森林)
地表面粗さ等級	±0.25
粗度長	0.05 m
風速の乱れ変動の構造パラメータ	0.12 m ^{4/3} /s ²
温度の乱れ変動の構造パラメータ	0.008 K/s ²
温度	20 °C
湿度	70 %

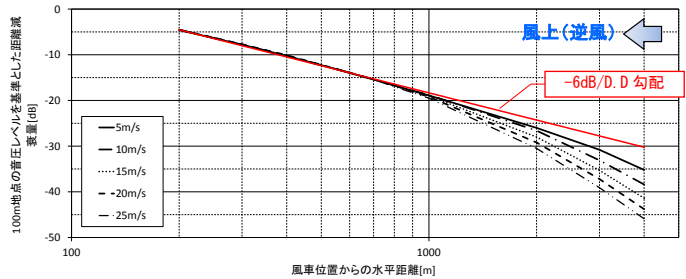


図-2 風速ごとの距離減衰量の比較 (風上側 (逆風))

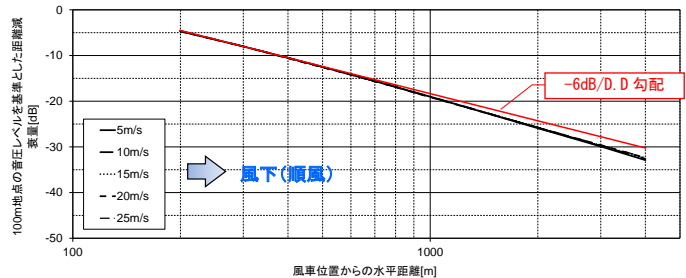
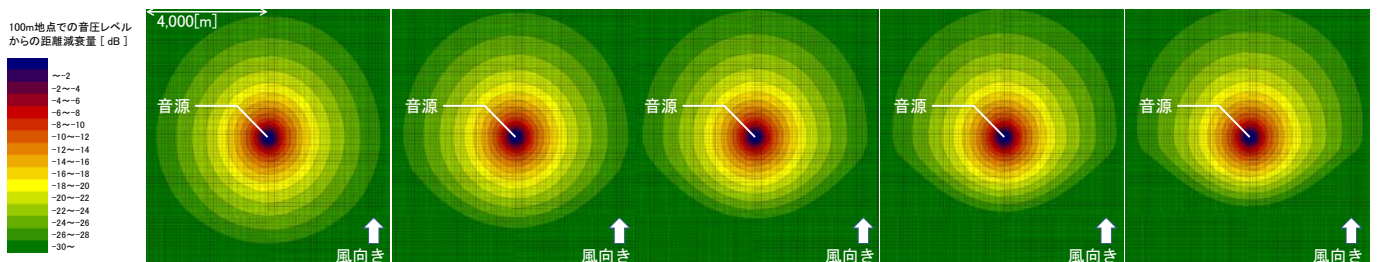


図-3 風速ごとの距離減衰量の比較 (風下側 (順風))



1) 風速 5 m/s 2) 風速 10 m/s 3) 風速 15 m/s 4) 風速 20 m/s 5) 風速 25 m/s

図-4 風速の変化による騒音分布の違い

キーワード 風車、環境影響評価、騒音、風速、Nord2000

連絡先 〒170-0013 東京都豊島区東池袋 2-23-2 (株)建設環境研究所 道路計画部 TEL 03-3988-1836

って伝搬する．そのため，幾何減衰量に加えて風速による超過減衰量が加算され，音源から離れるにつれて距離減衰量の勾配が大きくなったと考えられる．

図-3を見ると風下側は風速の違いに伴う距離減衰量の違いは1 dB以下であり，幾何減衰量である-6 dB/D.D勾配に対して，風速ごとの距離減衰量は-6.5 dB/D.D勾配である．幾何減衰量に対して付加された-0.5 dB/D.D勾配は，地表面効果，温度，湿度の影響による超過減衰である．図-4の風速ごとの騒音分布を見ても，風上側は風下側に比べ，距離減衰量は風速が速くなるにつれて大きくなることが確認できる．

3. 山岳地形での風速の影響

気象条件を考慮した音線の屈折が反映される予測手法の場合，山岳などによる遮音効果が気象条件により伝搬性状への影響が無視できない可能性があることが報告されている⁴⁾．そこで，風速の違いが山岳による遮蔽効果に与える影響を図-5に示す地形モデルを用いて検討した．また，解析モデルの断面を図-6に示す．

音源，解析パラメータ，風速は平坦な地形モデルでの解析と同様とした．風向は図-5に示した2方向とし，受音点は風車から北側に100m間隔(水平距離)で地上1.5mに設定した．

音源から100m地点の音圧レベルを基準とした風速ごとの距離減衰量を図-7に北風時(受音点が風下側の場合)，図-8に南風時(受音点が風上側の場合)を示す．

風上側および風下側ともに400m地点から600m地点まで20dB程度の減衰が見られ，これは図-4に示した解析モデルの断面を見ると，音源から400m地点を回折点とした回折減衰が現れていると考えられる．

音源から800m~1200m地点は，風速5m/sの距離減衰量に対する風速25m/sの距離減衰量が，風下側では5~9dB程度大きく，風上側では5~10dB程度小さくなる傾向が見られ，風の影響が顕著に表れるエリアである．

図-3に示したように，平坦な解析モデルの場合は風下側で風速の違いが見られなかったが，図-7に示した山岳の地形モデルの場合は風下側で風速の違いが見られる．風下側は音の伝搬方向に対して風が同じ方向に吹く順風の状態であるため，下向きの屈折が生じ，回折に伴う減衰量が小さくなる．その影響により，風速が速くなるにつれて回折による減衰量がより一層小さくなる傾向が現れたと考えられる．

6. まとめ

本報では，風速の違いが騒音予測結果に及ぼす影響について騒音解析手法 Nord2000 を用いて検討し，下記の基礎的な知見を得た．本報は解析による検討結果であるため，今後は実測結果との比較を行う必要があると考えられる．

- ・ 風上側(逆風)では距離が音源から離れるにつれて風速による超過減衰量が大きくなる．
- ・ 風下側(順風)では，平坦な地形での風速による超過減衰量は距離に係わらずほとんどない．しかしながら，回折に伴う減衰量に風速の影響が現れる．

参考文献

- 1) 田中充：風力発電所建設に伴う環境アセスメントの課題，WIND EXPO 2015 第3回風力発電展 専門技術セミナー，pp.12，2015年2月26日．
- 2) 中電技術コンサルタント：平成24年度 風力発電施設の騒音・低周波音に関する 検討調査業務 報告書，pp.91，平成25年3月．
- 3) B.Provsing et al., "Proposal for Nordtest Method: Nprd2000-Predection of Outdoor Sound Propagation", DELTA Acoustics, Report AV 1106/07(2010)．
- 4) 須田直樹：風車音の伝搬予測計算手法について，日本音響学会講演論文集，pp.1055~1056，2014.9．

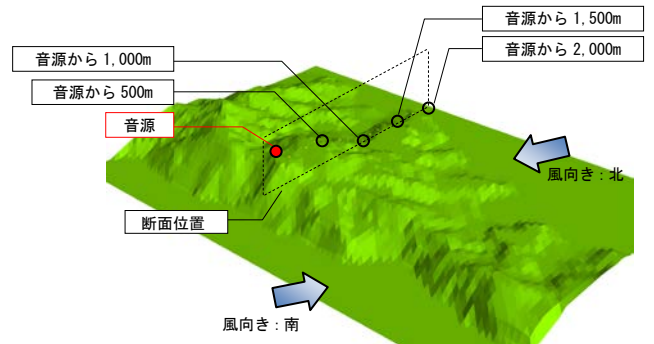


図-5 解析モデル

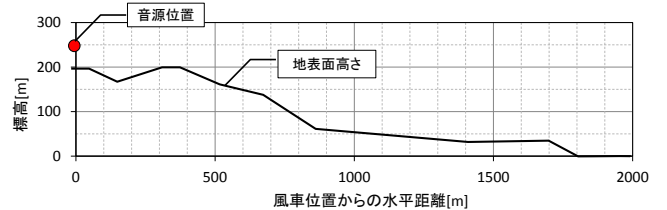


図-6 解析モデルの断面

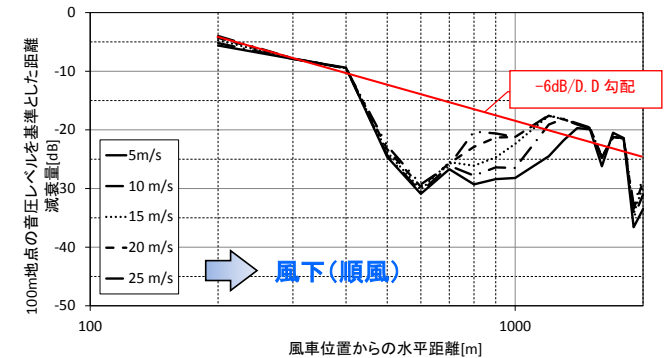


図-7 風速ごとの距離減衰量の比較(北風(順風))

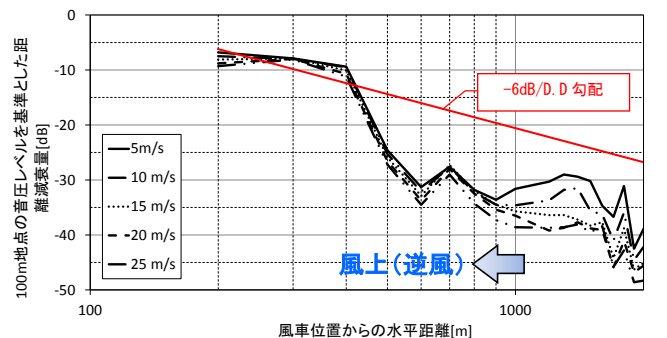


図-8 風速ごとの距離減衰量の比較(南風(逆風))