

平成 14 年度調査報告書

02004960-0

風力発電システムの騒音に関する検討

平成 15 年 3 月

新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託先 リオン株式会社

6.1.3 騒音予測計算

風車のパワーレベルデータを入手し、「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法を用いて風車からの騒音の予測計算を行った。

(1) 予測方法

「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法を抜粋して、以下に示す。

(c) 風車騒音の予測

① 予測方法

・予測式

風車が単独で設置された場合の騒音レベルについては、以下に示す騒音予測式またはこれに準ずる方法に基づき予測を行う。下式は、風車を半自由空間における点音源と仮定し、距離減衰状況を推定するものである。

$$\text{SPL} = \text{PWL} - 10 \log_{10} (I^2 + h^2) - 8 - \Delta L \quad (6.1.3-1)$$

SPL: 風車から水平距離 I m 離れた地点の騒音レベル [dB(A)]

PWL: 風車の騒音レベル [dB(A)]

I: 風車から騒音予測地点までの水平距離 [m]

h: 風車ブレード中心までの高さ [m]

ΔL : 空気減衰 [dB(A)]

$$\Delta L = \alpha (I^2 + h^2)^{1/2} \quad \alpha = 0.005 \text{ dB(A)/m}$$

・騒音レベル合成

上で求めた風車設置による騒音レベルと現況騒音レベルを以下の式により合成し、風車設置後の騒音レベルを予測する。

$$L = 10 \log_{10} (10^{L_{50}/10} + 10^{\text{SPL}/10}) \quad (6.1.3-2)$$

L: 風車設置後の騒音レベル [dB]

L_{50} : 現況騒音レベル [dB]

SPL: 風車設置による騒音レベル [dB]

(2) 計算条件

1) 風車のパワーレベル

PWL = 98.5dB (音響基準風速時 [基準条件 (10m高さ、粗度長 0.05m) における風速 8m/s])

2) 計算断面

計算断面は騒音の実測調査における測定点と同一とする。計算断面を図 6.1.3-1 に示す。

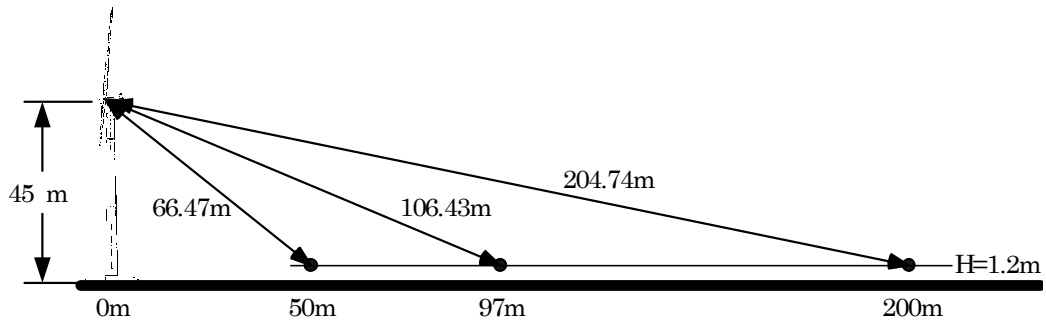


図 6.1.3-1 計算断面

(3) 現況騒音レベル (L_{50})

風車設置後の騒音レベルは、風車設置による騒音レベル (SPL) と現況騒音レベル (L_{50}) を(6.1.3-2)式により合成して算出する。そこで、各測定点で風車停止時に観測された騒音レベル中央値 (L_{50}) を現況騒音レベルとした。騒音レベル中央値 (L_{50}) を求めるために以下の各測定点の風車停止時の観測時間について再度分析した。各測定点の騒音レベル測定値を表 6.1.3-1 に示す。

- ・ 50m点 2月28日 17:30~18:30
- ・ 97m点 2月27日 17:30~18:30
- ・ 200m点 2月25日 17:00~18:00

表 6.1.3-1 各測定点の騒音レベル測定値

	有効実測時間[s]	平均風速[m/s]	標準化風速[m/s]	WSの種類	騒音レベル測定値 [dB]					
					L_{Aeq}	L_{A5}	L_{A10}	L_{A50}	L_{A90}	L_{A95}
50m点	1347	2.2	4.3	9cmWS	40.0	41.9	40.7	39.6	39.2	39.1
				20cmWS	39.9	41.4	40.7	39.7	39.1	38.9
				60cmWS	41.0	42.1	41.5	40.8	40.3	40.2
97m点	888	2.3	4.5	9cmWS	32.0	34.9	33.8	31.5	29.4	29.0
				20cmWS	32.6	35.2	34.1	31.8	29.9	29.6
				60cmWS	31.0	33.7	33.0	30.6	28.4	27.9
200m点	350	1.4	2.7	9cmWS	28.3	30.7	29.8	27.5	25.9	25.6
				20cmWS	29.1	31.2	30.5	28.6	27.1	27.0
				60cmWS	27.8	30.5	29.6	27.3	25.2	25.0

注) 50m点では風車は停止していたがナセル内のファンが稼働しておりその音の影響が大きい。

(4) 計算結果

(6.1.3-1)式および(6.1.3-2)式より計算される各測定点における風車設置後の騒音レベル計算値を表 6.1.3-2に示す。

表 6.1.3-2 風車設置後の騒音レベル計算値

測定点	50m点	97m点	200m点
風車設置による騒音レベル (SPL)	53.7dB	49.4dB	43.3dB
現況騒音レベル (L_{50})	40.8dB	30.6dB	27.3dB
風車設置後の騒音レベル (L)	53.9dB	49.5dB	43.4dB

また、風車からの水平距離が 10~300m までの騒音レベル計算値の距離減衰特性をプロットした図を図 6.1.3-2に示す。

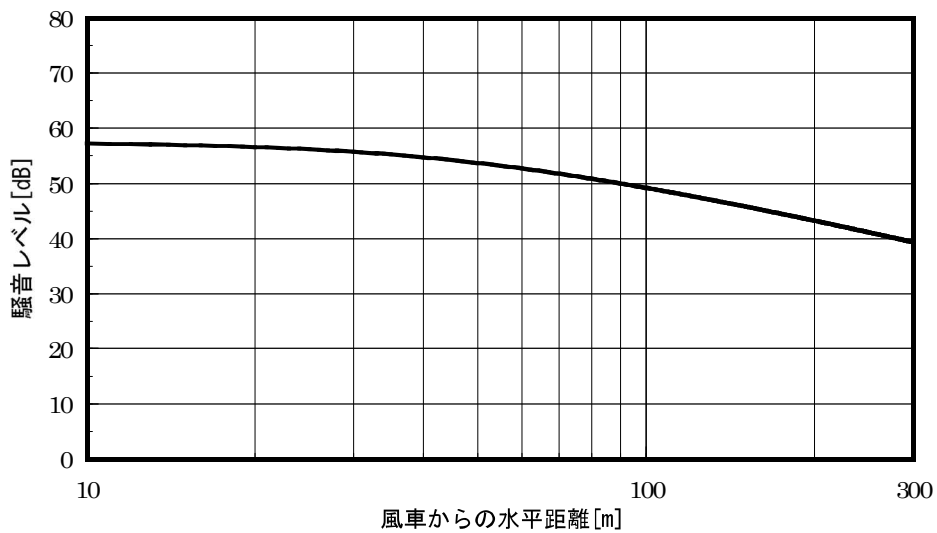


図 6.1.3-2 騒音レベル計算値の距離減衰特性

6.1.4 騒音予測方法の検証

6.1.3で求めた計算値と実測値を比較し、風力発電システムの騒音予測方法の検証を行う。両者の差について考察し、騒音予測方法の妥当性を検討する。この結果より「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法の改良点を提示する。

(1) 実測値と計算値の比較

6.1.3で求めた風車設置後の騒音レベル計算値と実測値を比較した。実測値は測定点が風下の場合（ロータ回転数 14rpm）と測定点が風上の場合（ロータ回転数 22rpm）について標準化風速 7~9m/s の範囲の 1 分間等価騒音レベルをパワー平均して求めた。表 6.1.4-1 に実測値と計算値を比較して示す。また、風車からの騒音レベル計算値の距離減衰特性に実測値をプロットして図 6.1.4-1 に示す。

表 6.1.4-1 実測値と計算値の比較

測定点		実測時の状況	実測値	風車設置後の 騒音レベル計算値	差 (実測値-計算値)
風車からの 水平距離	WSの種類				
50m点	60cmWS	測定点が風下 側の風向 ロータ回転数 14rpm(低速)	47.0	53.9	-6.9
	20cmWS		45.5		-8.4
	9cmWS		47.4		-6.5
50m点	60cmWS	測定点が風上 側の風向 ロータ回転数 22rpm(高速)	52.5	53.9	-1.4
	20cmWS		53.2		-0.7
	9cmWS		52.8		-1.1
97m点	60cmWS	測定点が風上 側の風向 ロータ回転数 22rpm(高速)	47.0	49.5	-2.5
	20cmWS		48.1		-1.4
	9cmWS		48.0		-1.5
200m点	60cmWS	測定点が風上 側の風向 ロータ回転数 22rpm(高速)	39.9	43.4	-3.5
	20cmWS		41.4		-2.0
	9cmWS		41.2		-2.2

単位: dB

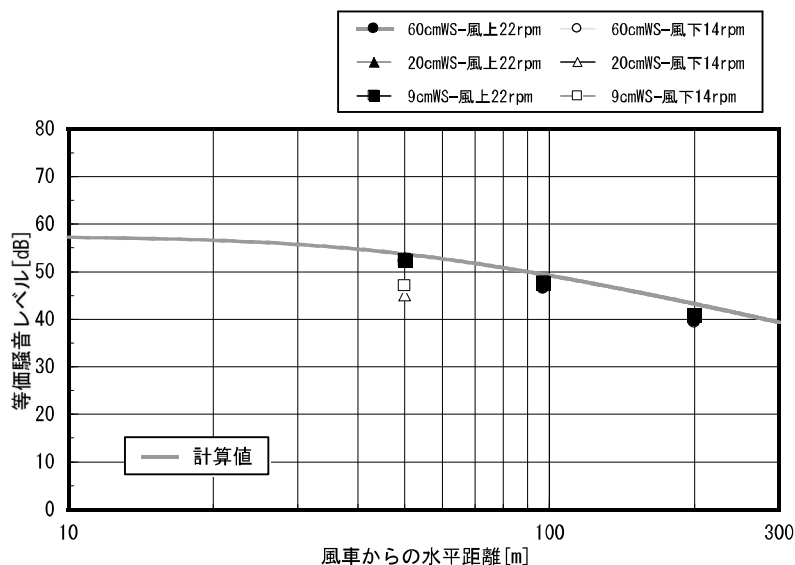


図 6.1.4-1 騒音レベル計算値の距離減衰特性と実測値の比較

風車設置後の騒音レベル計算値と実測値を比較した結果、計算値は実測値より大きくなった。特に、測定点が風下となる風向の場合の差が大きい。これはロータ回転数が 14rpm と低速のためであると考えられる。また、測定点が風上となる風向の場合はこの風向に起因して実測値は計算値よりも 1～3dB 小さくなったと思われる。

今回の結果からは、「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法により算出した計算値は実測値より高めの値を与えた。しかし、これは風車のロータ回転数や風向によるものと考えられるため、騒音予測手法の妥当性についてはこの結果からは判断できない。また、調査目的で述べたように風速が大きくなった場合にメーカーから提供される風速 8m/s における風車のパワーレベルに基づいて計算された騒音レベルが、風速 8m/s 以上の条件下においても安全側の評価になっているか否かについても、今回の実測調査時に高風速域でのデータが取得できなかったために確認することができない。そこで、既存の文献資料等を基にして「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法の問題点について以下に考察する。

(2) 風力発電導入ガイドブックで提案されている騒音予測方法の問題点

既存の文献資料等を基にして「風力発電導入ガイドブック」で提案されている騒音予測方法の問題点について考察する。

1) 用語および記号の整合化について

平成 10 年 9 月に「騒音に係る環境基準」が、平成 11 年に「JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法」が相次いで改正された。その中で国際規格 ISO 1996-1 との整合化が図られ、用語や記号についても一部変更されている。また、平成 13 年 3 月に「JIS C 1400-11 風力発電システム—第 11 部：騒音測定方法」が制定された。そこで、風力発電導入ガイドブックで提案されている騒音予測方法についてもそれらの基準や規格に倣って用語や記号を変更することを提案する。

車のパワーレベルに風速依存性が考慮されていれば、この風速データを利用することで細かな予測計算をすることが可能になる。具体的には、風況調査において仮に10分間の平均風速の連続データが1年間分あるとした場合、その結果を利用して、10分間毎、1時間毎、1日の基準時間帯（昼16時間、夜8時間）毎、1ヵ月毎の騒音レベルを計算することが可能になる。

② 指向性

今回の実測調査では指向性を検討するような測定は行っていない。しかし、今回の調査結果からは、測定点が風上側となる風向の条件では風車からの騒音に風速依存性は認められなかったのに対し、風上側となる風向の条件では風速依存性があると文献に報告されている。これは、風車の風下側と風上側では騒音レベルに差が見られ、すなわち風車からの騒音には指向性があると考えられる。また、JISC1400-11でも指向性を測定することが記述されている。この指向性を予測式に取り入れることが出来れば、風車を中心とした騒音レベル分布いわゆる騒音マップを計算値から作成することが出来る。さらには、ウィンドファームやウィンドパークのように複数台の風車が設置されているような箇所についても、計算上はこの騒音マップを重ね合わせることで予測することが可能になる（但し、風車からの騒音には純音性の音が含まれているためその評価方法などについては今後の検討が必要）。