

# ここにベアリングが使われています

ベアリング編集小委員会

## 風力発電用風車

自然界にある風を利用し、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギーとして近年注目されている風力発電。そこに使われる大きな風車は、テレビ等のメディアに取り上げられたり、東京都のお台場にも建設されたりしていますので、皆さんの中にも風車を実際に見たことのある方が、数多くいることと思います。

さて、風車の発電量はいったいどれぐらいになるかという、近年導入される平均的な出力1MWの風車1基(1MW=1メガワット=1,000kW)が1年間に発電する電力量は、約500世帯の年間電力消費量に相当します。

2002年の世界の風力発電容量は約31,100MWで、この5年間で4倍と急激に増加しています。そのうち欧州が23,300MWで世界の75%を占めています。特にドイツは12,000MWと、欧州の50%以上となっています。

一方、日本では415MWと世界の風力発電容量の1.3%程度にすぎませんが、ここ数年間にMWクラスの大型機導入や、ウインドファームと呼ばれる風況の良い場所に、多数の風車を建設することが盛んに行われていることから、世界の平均増加率を遥かに上回る勢いで増えています。このため、2001年には2010年までの導入目標であった300MWに達してしまっただけで、一気に10倍の3,000MWに、目標が上方修正されました。これから日本国内でも、ますます風力発電用風車を目にする機会が増えることになるでしょう。

さて、風車といってもいろいろな種類がありますが、大形風力発電装置に使われる風車は、効率の良さから主に図1のような水平軸プロペラ型が使われています。風速が3~4m/s(木の葉が揺れる程度)あたりから発電を始め、12~14m/s(木の枝が揺れる程度)から風車の最大発電量に達します。台風などの強風時(25m/s以上)には、風車自身を保護するために停止するようになっています。

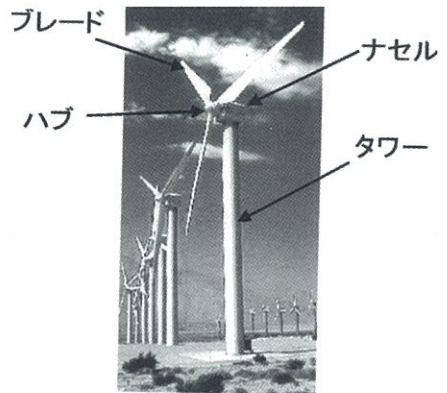


図1 風車全体図(水平軸プロペラ型)

風車内部の構造例を図2<sup>1)</sup>に示します。タワーの上にナセルと呼ばれる部屋があり、この中に動力伝達機構、発電機等の主要装置が収められています。ナセル上に取付けられた風速・風向計で常に風の状態を監視しており、効率良く発電できるように風車の向きを制御しています。風車の回転速度は約10~30min<sup>-1</sup>で、大型機ほどゆっくり回転しますが、ブレードの先端における周速はほぼ同じで、約290km/hと新幹線と同じぐらいの速さにもなります。

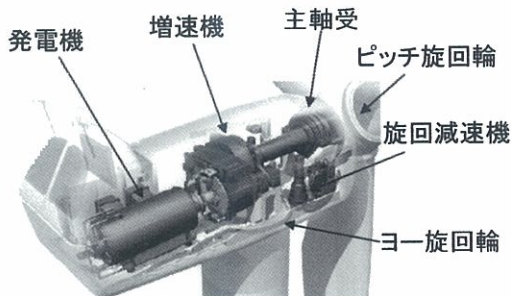


図2<sup>1)</sup> 風車内部の構造例

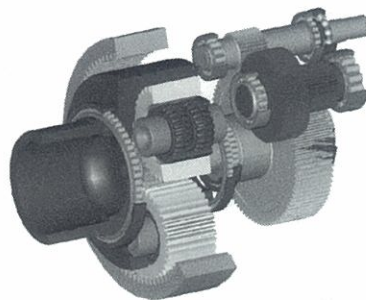


図3 増速機の構造例

風車は、近年スケール効果を狙って大形化してきており、5 MWのものが現在試験中です。その5 MWクラスの場合、タワーの高さが90～120m、ブレードの回転範囲の直径が110m前後あり、一般的な3枚ブレードの場合、ブレードとそれを支持するハブと呼ばれる回転部分の総重量は50トンを超えます。

さて、その重量を支えているのが主軸受です。主軸受は内径が500～800mmの超大形自動調心ころ軸受を使うことが多く、一般的には専用のプランマブロックに収められ、ナセルのフレームに固定されます。回転部分の自重を支持するだけでなく、ブレードが受ける風の力も加わり、しかもその力の大きさや方向は不規則に変化します。

増速機は、図3に示す例のように遊星歯車といくつかの平行軸が組み合っています。遊星歯車のキャリアからトルクが入力され、太陽歯車・平行軸を介して出力軸に伝達されます。これらの軸の支持部には、円筒ころ、円すいころ及び自動調心ころ軸受や、4点接触玉軸受等さまざまな種類の大形軸受が10～20個使用されています。写真1は1 MW風車用増速機の遊星歯車キャリア支持に使われている軸受です。本誌と比較して、その大きさがお分かりいただけるかと思えます。



写真1 増速機用軸受（内径530mm）

風車に使用される発電機には、大きく分類すると2種類あります。誘導発電機は、電力系統の周波数に応じて $1,500\sim 1,800\text{min}^{-1}$ で回転するので、主軸の回転は増速機によって増速しなければなりません。一方、同期発電機を使用したものは、周波数に関わらず単独で発電できるため増速機構が不要です。ここから、同期発電機を使用したものは、ギヤレス機やダイレクトドライブ機とも呼ばれますが、特殊で大形の発電機や交直流変換器が必要なことから、一般的な誘導発電機を使用できる方が、今のところ主流となっています。図2<sup>1)</sup>は、この誘導発電機を使用した例です。

誘導発電機には大形の玉軸受が2ないし3個使用されています。この使用箇所においては、外輪と内輪の間を流れる電流により転動体と軌道面間で発生するスパーク現象によって、表面が部分的に溶融し凹凸となる、いわゆる電食と

呼ばれる損傷が発生する場合があります。その対策として、外輪にセラミックスを被覆した絶縁軸受が使われることもあります。

以上に述べた軸受の他に、ナセルの台座には風向きに対して風車の向きを変えるための大形旋回輪(ヨー旋回輪)が、また、その駆動用の旋回減速機には種々の軸受が、そして、ブレードの根元には主軸の回転速度の制御に使用されるブレードのピッチ(角度)を調整するための小形旋回輪(ピッチ旋回輪)が使われています。

零下40℃といった厳寒地や、海水にさらされる洋上のような厳しい自然環境で使用されることのある風車ですが、主要な装置が高いタワー上の狭いナセル内にあるため、メンテナンス性が必ずしも良いとはいえません。また、風車は長期間安定して稼動する必要があるため、風車に使われている軸受には、高い信頼性が要求されます。

さらに軸受に対するハード面だけでなく、モニタリングシステムといったソフト面からも風車の信頼性を向上させています。すなわち軸受の振動や潤滑油の状態などを遠隔地から常時監視できるシステムが、ウインドファームを中心に展開されており、初期の異常検知による致命的な損傷の回避、およびメンテナンスの効率化に役立っています。

#### 参考文献

- 1) Nordex WEBより  
([http://www.nordex-online.com/\\_e/presse\\_und\\_messen/pressebilder/content\\_mitte.html](http://www.nordex-online.com/_e/presse_und_messen/pressebilder/content_mitte.html))

