

マグナス効果を利用した小型風力発電機の開発

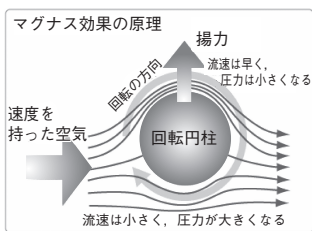


図1 マグナス効果の原理

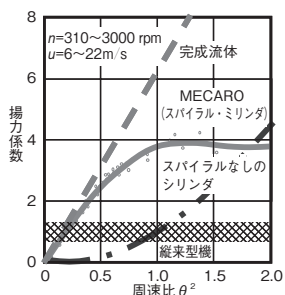


図2 スパイラルシリンダの揚力

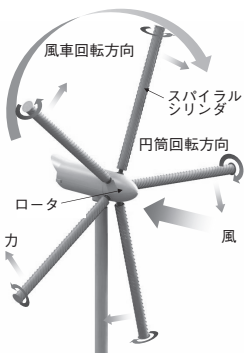


図3 風車が回転するメカニズム



図4 完成した直径 11.5m スパイラルマグナス

1. はじめに

最近では「地球温暖化」や「CO₂削減」という活字がマスコミに流れない日はないというほど身近な言葉になっている。また再生可能エネルギーといえば代表的なものとして太陽光エネルギーや風力エネルギーなどが挙げられる。ベンチャー企業の(株)MECARO(以下、MECARO)も2000年代に入ると従来業種の機械部品の設計・製作

を続けるかたわら、日本海北部沿岸という強風地域に会社があることから風力発電に強い興味を持ち独自の調査を行ってきた。そして2003年秋田県の技術移転促進チームが日本で実用化できるビジネスシーズとして、ロシア(ノボシビルスク)から持ち帰ったマグナス理論をMECAROに紹介したことから、この理論を利用した風車の本格的な取り組みが始まる。ノボシビルスクにはマグナス理論をモデル化した実験用の風車があるが、風力発電として使えるまでの実用性には至っていなかった。この理論をMECARO社内では、単一円柱に受風用のフィンをらせん(スパイラル)状に巻きつける構造で揚力をさらに高める効果を発見した。そして地元の産学官(秋田県立大学、秋田工業高等専門学校、秋田県、MECARO)連携で実験と実用化開発を繰り返し、2007年10月には直径11.5m、5本の羽根(スパイラルシリンダ)を装備し、定格出力12kW、年間発電量予測30000kW(年間平均風速6m/s)の性能を持つ小形風車(商品名:スパイラルマグナス)を誕生させた。

2. 原理

流れの中で球や円柱が回転している場合、回転方向と流れの方向が一致している面に接する流体の速度は粘性の影響で増速され、反対の面では減速し、その結果増速側の圧力が低下、減速側では圧力が上昇するので、この圧力差によって増速側に揚力が生じる。これがマグナス風車の基本原理である(図1)。MECAROはこの円柱に独自のスパイラルを巻き揚力を向上させた。従来のプロペラ型に比べスパイラルフィンを設けた円柱は最も高い時で4倍近い揚力を生み出す(図2)。従来の大型風車は羽根がFRP(Fiberglass Reinforced Plastics: ガラス繊維強化プラスチック)で出来たプロペラ型が一般的だが、マグナス風車は円筒状のCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics: 炭素繊維強化プラスチック)

パルプで出来ており、モータで回転させ、向かい風を受けると5本のパイプ(通称:スパイラルシリンダ)がそれぞれ揚力を発生させるため、力強く風車全体が回転する(図3)。

3. 特徴

その大きな特徴は、風車稼働時の低速回転と静かさである。前述のとおり高い揚力が発生するので同じ径のプロペラ型風車と比較しても、その4分の一程度のロータ回転数で同じ出力が得られることとなり、低速回転で済むため、結果として静粛性に優れることとなる。風速6m/s時の騒音測定では、暗騒音と同程度である。また円柱構造でシリンダ素材にはカーボンを使用しているため、軽量で剛性および共振点が高く、耐強風性にも優れている。もちろん揚力以外にも抗力を考慮する必要があり、またシリンダを回す消費電力が必要になるため、自己消費電力を抑えて、使用できる電力量が高い風車の実現まで何度となく試作・改良を続けることとなった。

4. おわりに

風車は直径2mの実験機開発に始まり、直径5m実験機、直径10m実験機と性能の向上と試行錯誤を繰り返しながら進み、目標とするラインに達したことで直径11.5mでの販売を開始している(図4)。その一方で、市場ニーズとして家庭用サイズの小型版を望む声があったり、さらなる大型化を望む声も共存しているのも事実である。環境の時代を考えれば多様化は当然のことと思うが、おのおの課題がある。とくに大型化となると容易に現物での実験ができるものではないので、これまで蓄積した実験データとシミュレーション解析による推論から成功する確率の高い実験と評価が必要とされる。共同研究機関と理論解析を進め、これらニーズと市場調査を積極的に行い小型風力発電市場の活性化を図っていく。(原稿受付 2008年2月29日)

[佐藤 司 (株)MECARO]