

# 風力空気圧縮機に関する研究

金澤 直弥\*, 藤田 壽憲\*\*

## Study on Wind-Powered Air Compressor

Naoya KANAZAWA \*, Toshinori FUJITA \*\*

Electrical air compressors consume 15% of energy used in industry. Now we must reduce the emission of greenhouse gases to prevent grovel warming. However, in an electric compressor, the further reduction of the greenhouse gas by energy saving, such as inverter drive or multi unit control technique, becomes difficult. As a method of the reduction of the greenhouse gas, the use of the wind power energy is advancing. This paper proposed the wind powered air compressor which produces compressed air by the wind energy. This paper describes Its detail. Finally, the prototype of wind powered air compressor could achieve adequate output pressure for industry use.

**Key Words :** Pneumatics, Air compressor, Windmill, Hydraulics, Energy Saving

### 1. 研究背景と目的

生産ラインでは洗浄や搬送などに圧縮空気が広く利用されている。現在、圧縮空気のほとんどは電動コンプレッサで作られている。産業界で消費されるエネルギーの約 80%は電気エネルギーである。その内の約 20%が電動コンプレッサに使用されており大きな割合を占めている。地球温暖化の主因である温室効果ガスの削減が世界的な課題となっている今、電動コンプレッサの消費電力削減が求められている<sup>1)</sup>。そのため電動コンプレッサにはインバータや台数制御などの省エネルギー技術が導入されてきた。しかし、それによる削減量にも限界がある。温室効果ガス削減の方策の一つとして再生可能エネルギーの利用が挙げられ、中でも風力発電はコスト面や構造の単純さから利用が高まっている<sup>2)</sup>。しかし風力発電は天候によって発電量が大きく変動する不安定かつ不確実な発電方法である。そのため風力発電が供給できる電力は需要の 10%程度が限界と言われている。また大型の風力発電機は送電ロスがある、小型のものではインバータ等の送電装置が必要であり高価格であるといった問題もある。

そこで本研究では、さらなる風力エネルギーの有効利用のために、コンプレッサの動力に風車を用いた、風空気圧の供給例を Fig.1 に示す。コンプレッサは複数台置かれ、供給ラインの圧力は変動する。圧縮

空気を使用する機械も間欠的に動作するので、供給需要とも絶えず変動する。このため風力コンプレッサを増設しても風量の変動による影響は全く問題とならない。風力発電によってコンプレッサを駆動する場合と比べて簡単であり低コストでの導入が可能である。また本機器は電力を使用しないため、工場などで導入する場合に必要なのは配管の増設のみである。風力コンプレッサを実現できれば、工場の屋根などの空きスペースに設置し、使用する圧縮空気の一部を賄うことが可能で、電動コンプレッサの台数を減らし、温室効果ガスの削減につながる。本研究では提案する風力コンプレッサを製作し、最大吐出圧力と効率の観点からその可能性について検討することを目的とする。

### 2. 製作した風力圧縮機

Fig.2 に製作した風力コンプレッサを示す。図のように風車、減速機、コンプレッサによって構成される。風力コンプレッサでは空気の圧縮に大きな力が必要となる。このため風車の回転軸は減速機に接続されトルクを増幅した後、コンプレッサを駆動する。Fig.3 に圧縮機の詳細を示す。圧縮機は構造が単純で空気漏れ対策も簡単なレシプロ方式とした。駆動ト

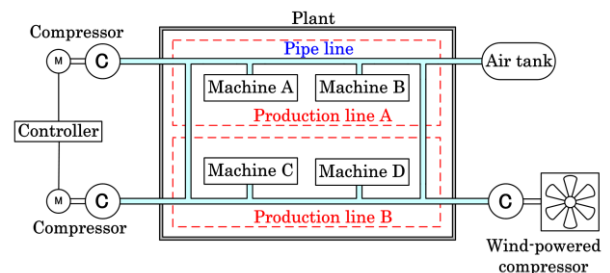


Fig.1 Use of wind-powered compressor in plants

\* 東京電機大学大学院 工学研究科  
(〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番)  
(E-mail: 16kmf08@ms.dendai.ac.jp)

\*\* 東京電機大学  
(〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番)

\* Graduate School of Tokyo Denki University  
\*\* Tokyo Denki University

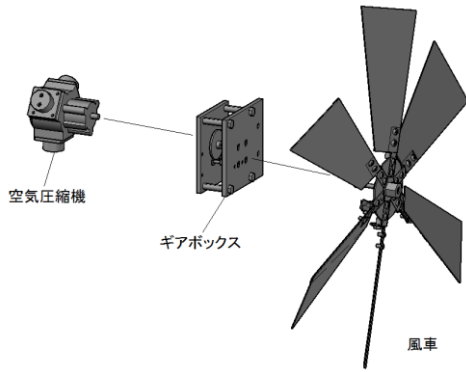


Fig.2 Structure of Wind-Powered Air Compressor

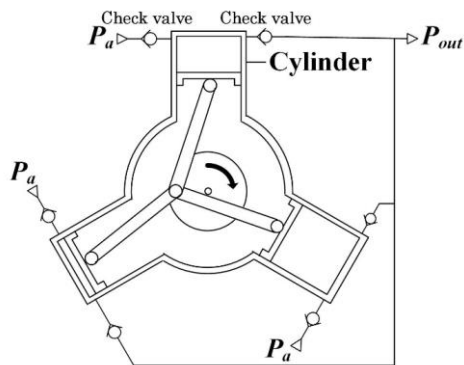


Fig.3 Detail of air compressor

トルクの平滑化のために3本のシリンダを120度の位相差を持つように配置したラジアルピストン構造とした。シリンダのボア径14[mm]、ストローク8[mm]である。各シリンダには二つのチェック弁が取り付けられており、上昇時にはこの空気が圧縮され、吐出圧以上になるとが接続されており、ピストン下降時は空気が流入し、チェック弁が開き圧縮空気が得られる。確実なシール性を保つためリード弁ではなくチェック弁を用いた。

風力発電の場合と異なり、本装置の設置場所を考えると、常に高風速の場所に設置できるとは限らない。日本の年間平均風速である約3[m/s]程度であり、風力圧縮機は2~5[m/s]の低風速で効率よく稼働することが必要である。そこで風車には低風速で高トルクが得られる多翼型風車を採用した。アルミ板製で羽根枚数は6枚、ローター直径は570[mm]とした。

### 3. 風力圧縮機の実験特性

製作した風力圧縮機を風速3[m/s]駆動し、圧力流量特性と効率を測定した。結果をFig.4に示す。測定には状態変化を等温変化に保つ等温化圧力容器を利用した。具体的には風力圧縮機を容器に接続し、その圧力を半導体圧力センサで計測し、その時間微分値から気体の状態方程式より流量を得た。

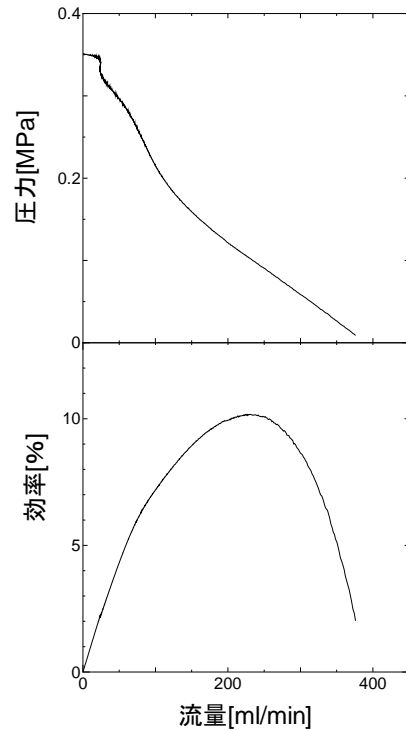


Fig.4 P-Q characteristics and efficiency

図より最大吐出圧力は0.36[MPa]、最大効率は約10%であることがわかる。市販の圧縮機の最大吐出圧力は0.8[MPa]前後であるのに比較すると低い。最大吐出圧力が低い要因はピストン上死点におけるデットボリュームであり、これを削減できれば市販と同等の最大吐出圧力となると予想される。

一方、ベッツの法則より風車の理論最大効率は60%であり、現在のところ風車による最大発電効率は40%程度である。また電動圧縮機の効率は50%前後である。したがって、もし風力発電により電動コンプレッサを駆動したとすると20%程度であり、これと比較すると風力圧縮機の効率はまだ低いといえる。効率が低いのは圧縮機負荷と風車特性がマッチングしていないためと考えられ、この点で改善の余地がある。

### 4. 結論

風力エネルギーで圧縮空気を発生する風力圧縮機を提案・製作した。最大吐出圧力および最大効率とも現在は低い改善の余地があり、風力圧縮機の実用化の可能性が十分にあることがわかった。

### 参考文献

- 1) 妹尾：空気圧機器の省エネと省エア化，日本フルードパワーシステム学会誌，41-5，280/283 (2010)
- 2) 牛山：風車工学入門，森北出版 (2004)