

垂直軸型風車の風レンズに整流板を取り付けることによる電力の向上

兵庫県立加古川東高等学校課題研究2班

目的・動機

風レンズの研究は、水平軸型風車のものが多いが垂直軸型風車のものは少ない。そこで、垂直軸型風車の風レンズの研究をしようと思い、さらなる発電量の向上を目的とし、研究した。

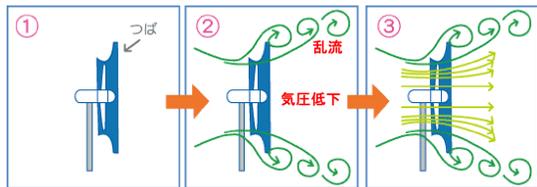
仮説

文献[1]の風レンズ(右図)では発電量が増加したが、風の流が対称でなくなり出口での風の断面積が小さくなり、風車付近での風速が上がりきらない。これに整流板を取り付けることで、後方の風の流を大きく分散させ、発電量をさらに向上できる。



予備知識

- 1,垂直軸型風車：回転軸が地面に対して垂直になっている風車。
- 2,風レンズ：風車後方で乱流を発生させ、気圧が低下することで吹き込む風速を増大させることができる。



予備実験

＜実験方法＞
送風機の風を風洞で整えて風車に当てる。風車の回転が一定になってから発電電流(mA)を測定した。
＜結果＞
図1より風レンズが発電力を上げることが確認した。

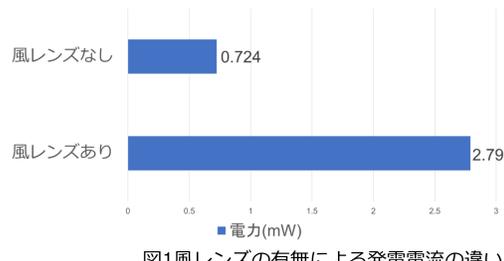


図1風レンズの有無による発電電流の違い

解析実験

＜実験方法＞
Autodesk Fusion 360を用いて風車、風レンズ、整流板の3Dモデルを設計し、Autodesk CFDで解析した。図2の①～⑥でそれぞれ-60°から60°まで20°ずつ角度を変えて整流板を置き、それらと整流板なしのとき、全部で43パターンの解析を行った。
風車は強制回転、評価基準は、「後方の風の流れる断面積が大きくなっているか」とした。

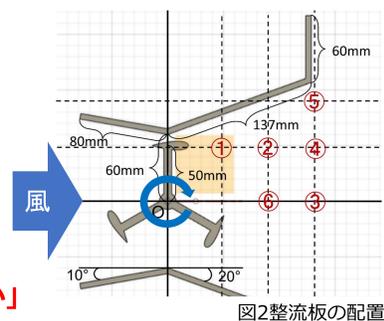
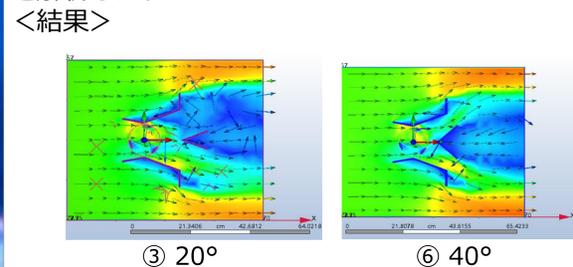


図2整流板の配置

＜結果＞
図3より風レンズが発電力を上げることが確認した。
＜考察＞
⑥40°では、風が2手に別れ、風レンズの壁面と剥離せず流れ後方が分散し広がっている。しかし、②20°では流れが広がっていない。



＜実験方法＞
整流板をくの字型に置く方法も有効だと考えた。
図2における③と⑥の位置でそれぞれX軸から20°、40°の場合の6パターンを解析した。



＜結果＞
6パターン全てで風の流が後方で広がることが分かった。

謝辞

本研究を行うにあたり、九州大学 エネルギー研究教育機関 渡邊康一 准教授に風レンズに関するご指導をいただきました。この場を借りて謝意を表します。

参考文献

- [1]渡邊康一・高橋周平・大屋裕二・烏谷 隆・渡辺公彦「垂直軸型風車の駆動メカニズムの解明と2次元風レンズ体(集風装置)の適用」平成17年度日本風工学会年次発表会
- [2]高橋周平・濱田純一・大屋裕二・烏谷隆・渡辺公彦「垂直軸型風車に適した翼型の検討と集風体の適用による出力性能の向上」第19回風工学シンポジウム論文集
- [3]増井壯太・中村元彦「タフト法を用いた後流の可視化実験」次世代教員養成センター研究紀要

実機実験

＜実験方法＞
ラズベリーパイに接続したINA226で電流と電圧を測り、電力(mW)の平均を求めた。評価方法としては、各パターンにつき、整流板なしの結果も測定し、**整流板ありの結果を整流板なしの結果で割った割合を比較した。**
整流板のパターンは以下の通りである。



＜その他＞ 11パターン

＜結果＞
発電電力が増加したパターンはなかった。発電割合が高かったものは
ダイヤ型⑦5°、10°傾け 98%
くの字④5°、-15°傾け 97%
ダイヤ型③10°後ろ50mm 97%
くの字⑨10° 96%



写真1実験装置

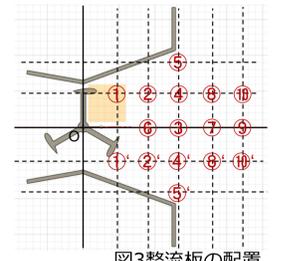


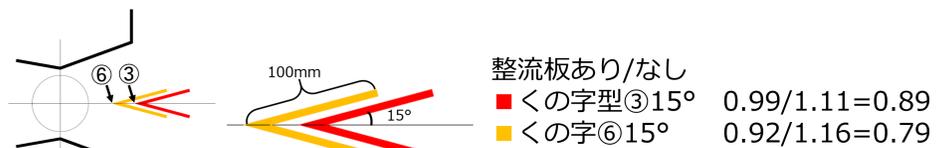
図3整流板の配置

＜考察＞

整流板を+の方向に傾けるとO'側の風が整流板に沿うように流れを変え、風流の断面積が大きくなったと考える。

実験を進めているうちに次の4パターンの特徴が見られた。

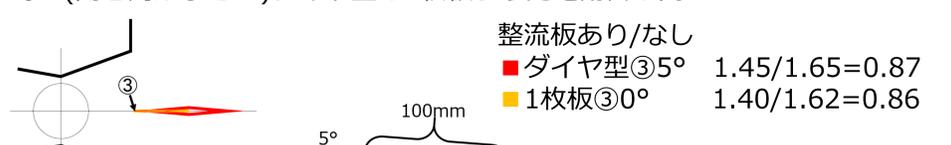
1.整流板が風車に近いほど発電割合が低くなる



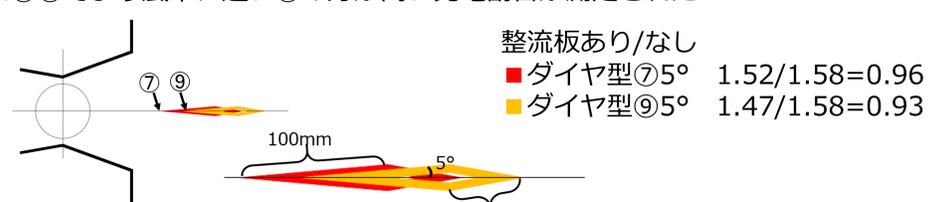
2.開き角が大きくなるほど発電割合が低くなる



3.薄い(開き角が小さい)ダイヤ型は1枚板より発電割合が高い



4.⑦⑨でより風車に近い⑦の方が高い発電割合が測定された



＜まとめ＞

1より、整流板が風車に近いと悪影響がある。
2より、開き角が大きいと悪影響がある。つまり整流板が風を遮る面積が大きいと悪影響が出る。しかし3では、1枚板よりもごく小さい角がある方が発電割合が高い。

→コアンダ効果(*)の影響や誤差であることが考えられる。

4より、⑦⑨では、より風車から遠い⑨の方が風車への影響が少なく発電電力が高くなると考えていたが、⑦の方が高い発電量が測定された。

→風レンズと風車のみを置いて風を流したとき、風車から遠ざかると風の流が整うが、⑦から⑨まで遠ざかるときに再び風の流が乱れていることから、⑦⑨の間で風の逆流が起こっているのではないかと。

*コアンダ効果とは、粘性流体の噴流が傍の壁面へ引き寄せられたり、凸形状の壁面上にて壁との接触を保ち続けるように振る舞う性質のこと。

結論

結果から風車の後方に整流板を設置すると風の流を乱してしまうので、発電電力の向上は難しいと考えられる。

今後の展望

案①今回の仮説で、他の整流板の位置も検証する
案②乱流をさらに起こし吹き込む風を強くすることによって、発電電力向上を目指す。
(今回の仮説とは異なる)

案②で考えていること

- (1)風レンズを2重にする
- (2)風レンズの後ろに整流板を置く

