

揚水式エネルギー貯蔵設備を有する空中風力タービン装置の開発

Development of an Airborne Wind Turbine with a Pumping-up Energy Storage System

EE36 山家百合子
指導教員 山下健一郎

1. まえがき

近年、環境問題等を背景に、世界規模でのエネルギー転換が必要とされ、再生可能エネルギーに注目が集まっている。しかしながら、再生可能エネルギーは季節や気象条件によって出力が変動するため、安定したエネルギー供給が困難である。これを解決する方法として、上空の強く安定した風を利用する空中風力タービンが挙げられる。また、より安定したエネルギーを供給するためには、エネルギー貯蔵装置を用いる方法がある。本研究ではこれらを組み合わせた揚水式エネルギー貯蔵設備を有する空中風力タービン装置の開発を行う。

2. 高度による風速の変化

高度と風速の関係を表す式及び風力タービンの出力を表す式は、次式となる^[1]。

$$V_{wind} = V_1 \left(\frac{h}{h_1} \right)^n \quad \dots (1)$$

$$P_t = \frac{1}{2} C_p \rho A V_{wind}^3 \quad \dots (2)$$

但し、 V_{wind} : 風速、 h_1 : 地上付近の任意高度、 V_1 : h_1 における風速、 h : 高度、 n : 地上の状態によって決められるべき指数、 P_t : 風力タービン出力、 C_p : 風車のパワー係数、 ρ : 空気密度、 A : 風車の受風面積である。(1)式より、高度の高いほど風速は高くなること、また(2)式より、風力タービンの出力は風速の3乗に比例することがわかる。従って、風速の高い上空で風力タービンを運用できれば、地上より大きなエネルギーを得ることができる。

3. 提案する装置の構成

図1に提案する空中風力タービン揚水システムの構成を示す。本システムは図示のように、エアポンプを付与した風力タービンをカイトに懸下する構成となっている。空中でエアポンプを駆動し、空気圧で地上のタンク内の水を押し上げ、水の位置エネルギーを貯蔵する。同提案システムは発電機等の重く複雑な機構を上空に揚げることなくエネルギーの貯蔵を可能であると考えられる。

4. エネルギー貯蔵実験

提案するシステムでエネルギーの貯蔵が可能であるかを確認するため、供試装置を製作し、実験を行った。図2に供試装置の構成を示す。図示のように、ポンプの空気吸入口とメスシリンダの先端を開

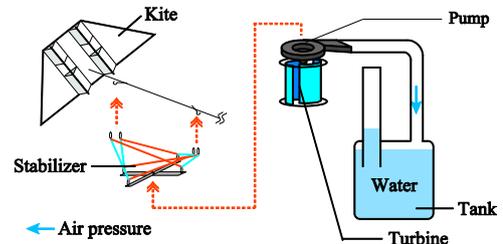


図1 空中風力タービン揚水システムの構成

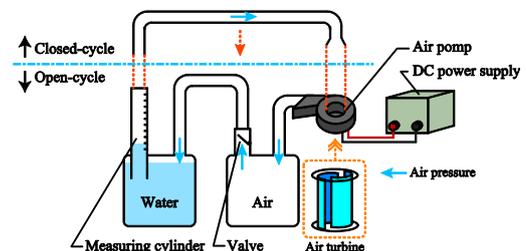


図2 エネルギー貯蔵供試装置の構成

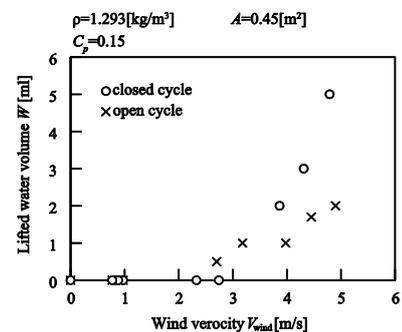


図3 風速によるエネルギー貯蔵量の変化

放した状態をオープンサイクル、接続した状態をクロードサイクルと呼ぶこととし、エネルギー貯蔵量の比較検討を行った。その結果を図3に示す。同図より、提案システムでエネルギーの貯蔵が可能であること及びクロードサイクルの方がエネルギー貯蔵量の大きいこと等が判明した。

5. むすび

揚水式エネルギー貯蔵設備を有する空中風力タービン装置を提案し、同装置のエネルギー貯蔵部に関する実験を行った。その結果、同装置によって上空の風を利用したエネルギー貯蔵の可能性があると判明した。また、空中風力タービンで駆動するポンプの開発を行った。

文献

- [1] 牛山泉, 三野正洋, “小型風車のハンドブック,” pp.5-8(1980)