

往復気流中における垂直軸タービンの翼枚数及びソリディティが発生トルク変動に与える影響  
 Effect of Number of Blades and Solidity on Torque Fluctuations in Vertical-Axis Turbine in Reciprocating Airflow

○森野清高<sup>1</sup>, 辻健太郎<sup>2</sup>, 直井和久<sup>2</sup>, 吉川将洋<sup>2</sup>, 高岡雅史<sup>3</sup>, 嶋俊雄<sup>3</sup>, 吉田和範<sup>3</sup>, 塩野光弘<sup>2</sup>  
 \*Kiyotaka Morino<sup>1</sup>, Kentaro Tsuji<sup>2</sup>, Kazuhisa Nao<sup>2</sup>, Masahiro Yoshikawa<sup>2</sup>,  
 Masashi Takaoka<sup>3</sup>, Toshio Shima<sup>3</sup>, Kazunori Yoshida<sup>3</sup>, Mitsuhiko Shiono<sup>2</sup>

Abstract : Renewable energy sources such as wave power generation generated output fluctuations due to variations in wind speed. If such output fluctuations were connected to the grid, they could potentially affect power quality. In this paper, we reported on the effects of torque fluctuations in regular waves on vertical-axis turbine using a reciprocating airflow generator.

我々は垂直軸タービンを用いた OWC 型波力発電の研究を行っている。OWC 型波力発電は波の周期や振幅の変動に伴い、タービンの出力が変動し系統連系時には電源品質に影響を及ぼす可能性がある。本研究の目的は往復気流中における垂直軸タービンの発生トルク変動が小さく、安定運転に適したタービンを明らかにすることである。これまでに往復気流中における風速変動波形とタービンの出力波形を観測し、風速変動がタービンの発生トルクと回転角速度に及ぼす影響について検討を行った。その結果、発生トルクの変動はタービン出力のピーク付近で顕著に現れることを明らかにした<sup>[1]</sup>。

本稿では、往復気流発生装置を用いて規則波における垂直軸タービンの翼枚数及びソリディティが発生トルク変動に与える影響について検討したので報告する。

Figure1 に往復気流発生装置を示す。往復気流発生装置は、OWC 型波力発電で発生する往復気流を機械的に模擬できる装置である。往復気流の設定最大風速  $V_{sm}$  はピストンが測定部に近づく際の風速計  $\alpha$  における測定値の最大値とした。

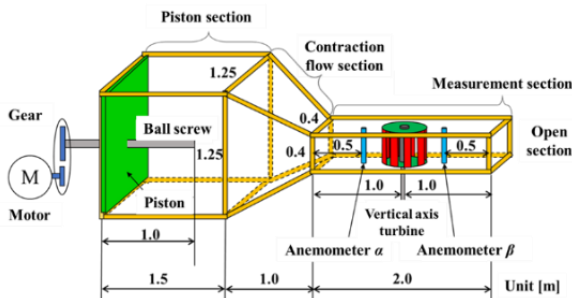


Figure 1. Reciprocating airflow generator

垂直軸タービンの翼形状は NACA63<sub>3</sub>-018 翼形を基にキャンパー線をタービンの回転軌跡と一致させた円弧キャンパー翼である。キャンパー線長  $C_a$  とソリディティ  $\sigma$  との関係は式(1)より求めた。ただし  $D$  は直径、 $n$  は翼枚数である。また、今回用いたソリディティ  $\sigma$  の値を Table1 に示す。

$$\sigma = \frac{nC_a}{\pi D} \quad (1)$$

Table 1. Solidity  $\sigma$

Solidity $\sigma$	Number of blades						
	3	4	5	6	7	8	
Camber line length [mm]	70.7	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	—
	82.5	0.26	0.35	0.44	0.53	0.61	0.70
	94.2	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
	110.0	0.35	0.47	0.58	0.70	0.82	—
	125.7	0.40	0.53	0.67	0.80	—	—

実験はタービン回転速度を  $20\text{min}^{-1}$  からタービン出力のピーク値が得られる回転速度まで  $20\text{min}^{-1}$  毎に設定し、各回転速度において  $V_{sm} = 7\text{m/s}$  の往復気流を発生させ、垂直軸タービンに生じる発生トルク  $T[\text{N}\cdot\text{m}]$ 、タービン回転速度  $N[\text{min}^{-1}]$ を測定することで負荷特性を取得した。測定期間はピストンの1往復を1周期として20周期分を行った。

今回は、負荷特性試験から得られた発生トルク  $T$  の標準偏差  $S$  を式(2)より20回転毎に算出した。標準偏差  $S$  の値が小さいほど、そのタービン回転速度における発生トルクの変動が小さく、安定した運転条件として選定する上で有効な指標となる。

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2} \quad (2)$$

ただし、 $n$  はデータの数、 $T_i$  は発生トルクの測定値、 $\bar{T}$  は発生トルクの平均値である。これらの値は11~20周期の瞬時値を用いた。

参考文献

- [1] 森野ほか:「往復気流の風速変動が垂直軸タービンの発生トルクと回転角速度に及ぼす影響の基礎検討」, 令和6年度日本大学理工学部 学術講演会予稿集, p.732(2024)