

往復気流発生装置による経ヶ岬におけるタービン出力の予測に関する検討  
 Study on the Prediction of Turbine Output at Cape Kyoga in Reciprocating Airflow Generator

○渡部瑞基<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>  
 \*Mizuki Watanabe<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: We have investigated the characteristics of turbine with irregular waves using a reciprocating airflow generator that simulates oscillating water column wave power generator. However, we couldn't reproduce high wave because the range of the piston is short. Therefore, we investigated way to predict turbine output using the power coefficient and tip speed ratio.

我々は、振動水柱型波力発電装置を模擬した往復気流発生装置を用いて、不規則波となる往復気流を発生させ実験を行ってきた<sup>[1]</sup>。しかし、模擬装置の規模は実験室の大きさに制限されるため、実際の波浪を再現し、現地に設置することを想定した場合のタービン出力を測定することは困難であった。そこで本稿では、実験により得られたパワー係数と周速比を基に、日本沿岸の中でも有義波高 $H_{1/3}$ が比較的高い地点 ( $H_{1/3}=1.96\text{m}$ ) である経ヶ岬の観測データを参考にして、現地規模で装置を設置する場合、得られるタービン出力の予測に関する検討を行った。

Figure 1 に往復気流発生装置の概形を示す。往復気流発生装置は、モーターの回転運動からギアを介してピストンを往復直線運動させ、空気の圧縮と膨張を行うことにより往復気流を発生させる。ピストンで不規則的な波の動きを再現することで、測定部に波浪から発生する往復気流を再現する。

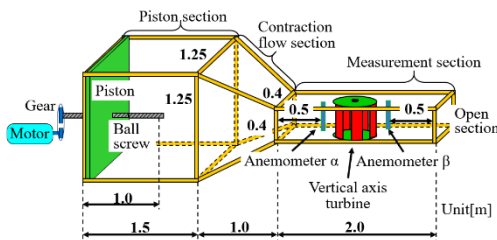


Figure 1. Reciprocating airflow generator

Figure 1 より、ピストンの駆動域は 1.0m であるため波を再現する際、波高の大きい波はピストンの駆動域

を超えてしまい、再現が困難である。しかし、タービンの寸法に依存しないパワー係数と周速比を用いることで再現が困難な波から得られるタービン出力を予測することができる。

まず、パワー係数 $C_p$ と周速比 $\lambda$ を算出するために風速とタービントルクを実験で測定する。ここでは、ソリディティが 0.67、翼枚数が 5 枚のタービンを用いる。再現可能な波の中で有義波高 $H_{1/3}$ が最も高い条件 ( $H_{1/3}=0.6\text{m}$ ) で異なる 10 種類の不規則波を用いて風速とタービントルクを測定する。

次に、実験で測定した風速とタービントルクについて、各測定における時間平均を用いてパワー係数と周速比を算出する。また、10 種類の不規則波から得られたパワー係数を周速比ごとに平均し、その結果として得られる平均曲線 ( $C_p$ - $\lambda$ 曲線) を基にパワー係数と周速比を決定する。

その後、経ヶ岬の有義波高と有義周期を気象庁の波浪観測累年表より引用し平均風速を算出する<sup>[2]</sup>。またタービンの受風面積は、往復気流発生装置を実際の振動水柱型波力発電装置の大きさに相似的に拡大させた値を用いる<sup>[3]</sup>。

最後に、平均風速と受風面積に加え、実験で得られたパワー係数と周速比を用いて、経ヶ岬に現地規模の装置を設置した場合のタービン出力を予測する。その結果を報告する。

参考文献

- [1] 桑原他：「往復気流発生装置における不規則波の発生方法」,2021年電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集,pp.29-30(2021)
- [2] 「沿岸波浪計統計値」,国土交通省気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/wave/stat/stat.php?point=0&element=1> (2025 09/16)
- [3] L.M.C.Gato, et al., 「Sea trial results of the biradial and Wells turbines at Mutriku wave power plant」, Energy Conversion and Management, vol. 268, Article 115936, 2022

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気 3 : 日大理工・教員・機械