

縦軸風車を搭載したムーンプールを有するポンツーン型浮体の波浪中応答へのジャイロ効果に関する基礎的研究

A Fundamental Study on Gyro Effects of Floating Body with Moonpools Installed with VAWT in Wave

○藤島健英¹, 居駒知樹², 相田康洋²

*Katsuhide Fujishima¹, Tomoki Ikoma², Yasuhiro Aida²

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effects of gyroscopic effects and rotation speed on the motion response of a floating structure when it is tilted by external wave forces. In order to investigate the effect of the gyroscopic effect and the number of rotations of the wind turbine on the motion response of the floating structure, we added weights to the blades of a scaled model of the wind turbine and measured the motion response of the floating structure in regular waves. The validity of the prediction method based on the linear potential theory was also confirmed. As a result, nonlinear effects such as sloshing and wave cover were confirmed, but no rotational effects were found.

1. 緒言

縦軸風車は下部に発電装置を設置することが一般的であるため、水平軸風車に比べ風車の大型化によるメンテナンスの容易性や作業性が確保される利点がある。しかし縦軸風車は波浪外力を受け、ロールやピッチ運動をすることで浮体が傾斜した際、風車の回転軸が傾斜し発生するジャイロモーメントが浮体動揺に影響を及ぼす可能性がある。よってジャイロ効果と回転数変化の運動への影響と相互作用を明確にする必要がある。

本研究ではアルミ製の風車ブレードにおもりを付加し、ブレードで風車回転数を変化させながら規則波中動揺実験を実施した。そして実験結果を比較し、ジャイロ効果と回転数が浮体の運動応答特性に与える影響を調べることを目的とした。同時に線形ポテンシャル理論に基づく予測手法の妥当性も確認した。

2. 実験概要

本実験は日本大学理工学部船橋校舎テクノプレース15の海洋建築工学水槽（平面水槽）で実施した。

2MW 規模の定格出力の縦軸風車を搭載。基盤浮体は4つのムーンプールを有する。縮尺は1/100とする。

Table. 1に浮体模型諸元, Table. 2に実験条件, Fig.

1, 2に実験イメージ, Fig. 3に実験装置図を示す。

3. 理論計算

本研究では、居駒²⁾が提案した振動水柱型波力発電装置の流体力解析法を適用した。本手法は、線形ポテンシャル理論に基づき、ムーンプール内部の自由表面を満足したグリーン関数を用いて境界積分方程式を解くグリーン関数法である。これより得られる付加質量、造波減衰係数、波強制力を求め、周波数領域の運動方程式に代入し浮体の運動応答を算出した。

Table.1 Specifications for 1/100 scale floating models (moon pool specification)

浮体長さ[m]	0.90(0.30)
浮体幅[m]	0.40(0.10)
浮体深さ[m]	0.16

Table.2 Experimental conditions

入射波高[m]	0.02, 0.04
入射波周期[s]	0.6, 0.64, 0.74, 0.79, 0.84, 0.91, 0.98, 1.06, 1.12, 1.24, 1.59
風車回転数[rpm]	0, 40, 80
重り付加質量[g]	なし, 330

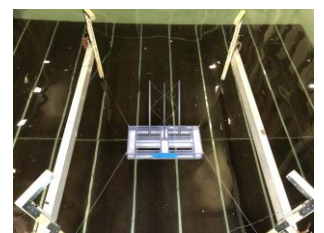
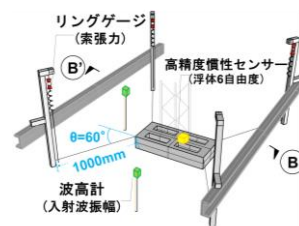


Fig.1 Experimental Image

Fig.2 Experimental Image

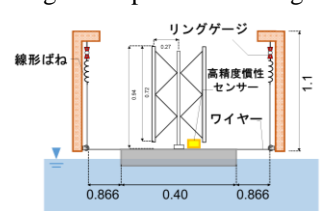
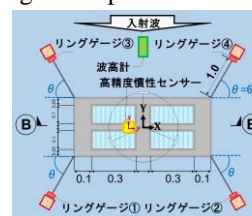


Fig.3 Model plan view (m)

4. 結果および考察

運動応答の結果を Fig. 4~7 に示す。横軸は入射波の無次元円周波数で示し、縦軸は運動応答の次数に合わせた入射波振幅で除し、Roll は波数 k を用いた無次元値で表す。Fig.の凡例の Exp.は実験結果を Cal.は理論計算

1 : 日大理工・院 (前) 2 : 日大理工・教員・海建

結果を示す。周波数 1.6 付近で浮体上部に波かぶりを確認した。また周波数 1.5~1.75 付近でムーンプール内のスロッシングについて、入射波に対して後方の動きが大きく、前方の動きが小さいという現象を確認した。しかし、回転による運動応答への影響は確認できなかった。

5. 結言

- 1) 周波数 1.5~1.75 付近で波振りおよびムーンプール内のスロッシング現象による強い非線形影響が確認できた。

- 2) 縦軸風車の慣性モーメントや質量に対して浮体が十分大きい場合、回転による運動応答への影響は確認できない。
- 3) 実験値では Sway と Roll の連成運動が確認できたが、理論値では確認できなかった。

6. 参考文献

- [1] 居駒知樹、増田光一、林昌奎、前田久明:振動水中型波エネルギー吸収機構を考慮した 3 次元流体力の直接解法、日本船舶工学会論文集、第 12 号、2011

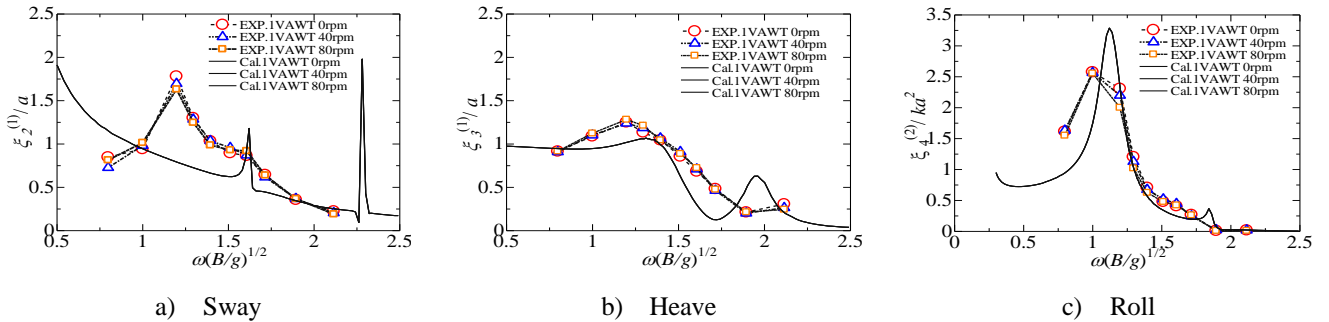


Fig.4 Motion response 1st order component dimensionless value (Incident wave height=0.04m Weightless)

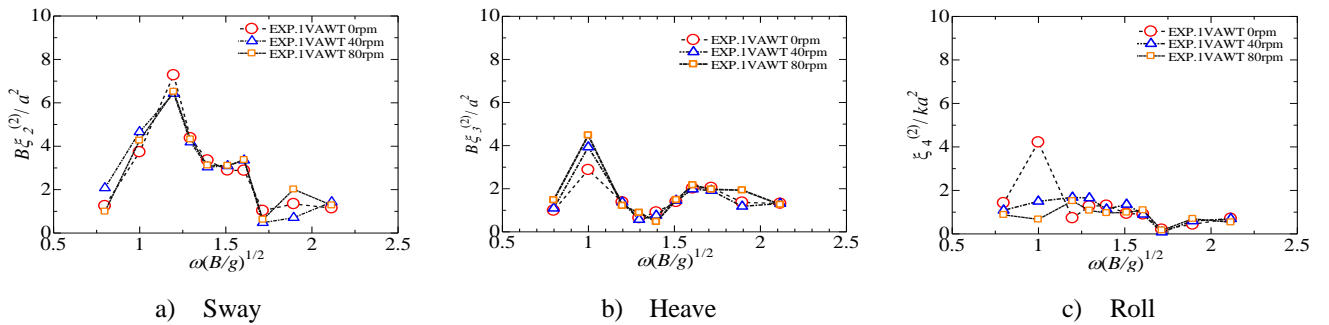


Fig.5 Motion response 2nd order component dimensionless value (Incident wave height=0.04m Weightless)

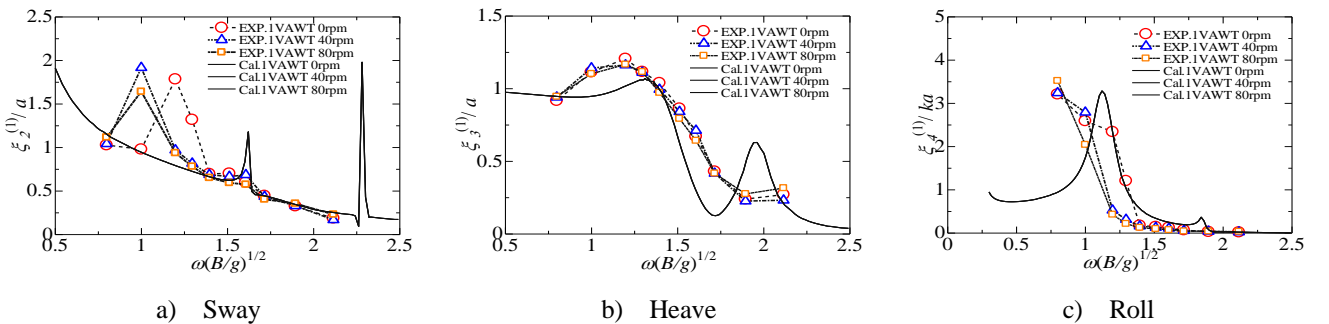


Fig.6 Motion response 1st order component dimensionless value (Incident wave height=0.04m Weight=330g)

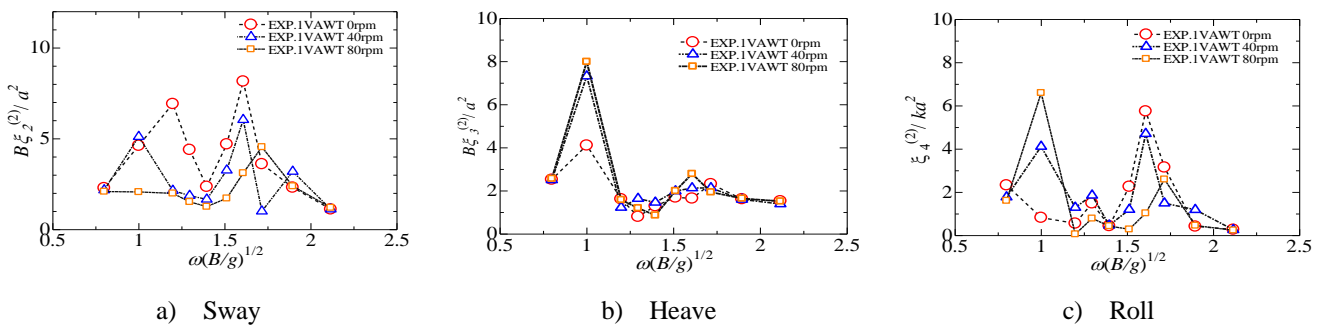


Fig.7 Motion response 2nd order component dimensionless value (Incident wave height=0.04m Weight=330g)