

重心移動による浮体動揺制御

秋田大学 学生会員 小林拓弥

秋田大学 正会員 平川知明

1. はじめに

浮体式洋上風力発電の設置可能な水域は、着床式で設置が困難とされている水深 50m 以上の海域での発電が可能ことや風速の増加により発電量が増大すること、騒音被害の減少などの観点から期待されている¹⁾。日本の排他的経済水域には水深 50m 以上の海域が多く存在し²⁾、将来的には国内における再生可能エネルギーの多くを賄えと期待されている。

現在、セミサブ、スパー、TLP 式などの多様な浮体形式の研究が行われているが、どの形式でも浮体を固定するためワイヤーによる係留が必要となる。しかし、運用を考えた際、疲労により消耗するため、浮体動揺および浮体漂流量を抑制することが求められる³⁾。

本研究では、浮体側面に取り付けた圧力センサの値をもとに浮体内部に設置した重りを移動させる、重心移動機構によって浮体動揺を制御することを試み、浮体の重心移動によって浮体動揺および浮体漂流量が抑制できるかを明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

2.1 実験器具

本研究では、重心移動機構を取り付けた浮体物を 3D プリンタを使って独自に作成した（写真 1）。浮体物の寸法は図 1 に示しめしている。

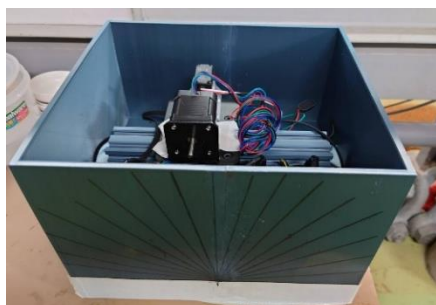


写真 1 浮体物

浮体物と重心移動機構, ESP やバッテリー等の電

子機器をすべて合わせた重量が 2672g で、喫水は 3cm であった。浮体物側面には、図 2 に示すように圧力センサ（MS5837-30BA）を 5 つ設置しており、圧力センサで読み取った水圧は重心移動量を算出に用いる。表 1 には圧力センサの仕様を示している。

重心移動機構は長さ 27cm で、重さは 170g、軽量化のために 3D プリンタによって作成している。

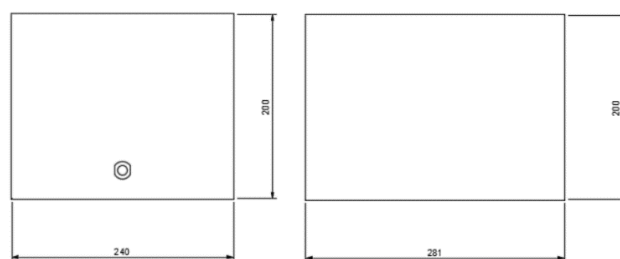


図 1 浮体物寸法(左:写真 1 側面 右:写真 1 正面 [mm]表記)

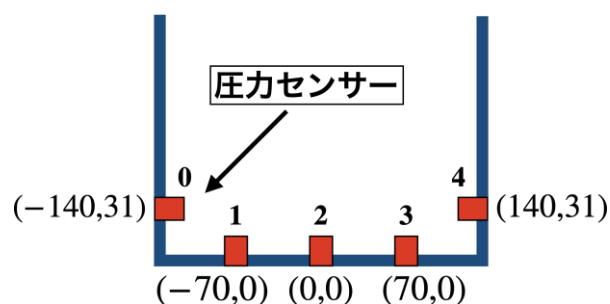


図 2 センサ番号とセンサ座標 (mm 表記)

表 1 圧力センサ仕様

供給電圧(V)	1.5~3.6
使用温度範囲 (°C)	-20~85
圧力範囲(bar)	0~30
出力インタフェース	I ² C

2.2 実験条件

幅 30cm の水路に浮体を浮かべ実験を行なう。今回の実験では環境条件(表 2)を固定し、重心移動の際のパラメーターによる漂流距離と回転角の二つの視点から評価を行う。

キーワード: 浮体式洋上風力発電, 揺動制御, 重心移動

連絡先 (010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1 番 1 号) TEL 018-889-2884

まず、圧力センサの値にパラメーターを掛ける事でサーボモーターの回転角度 θ [deg]を指定する(式1)。ここでの圧力はゲージ圧を用いる。結果を比較するため、今回は c_0, c_4 を変化させて実験を行なった。ここでの添字は図3で示したセンサー番号に対応している

$$\theta = c_0 p_0 + c_1 p_1 + c_2 p_2 + c_3 p_3 + c_4 p_4 + 135 \quad (1)$$

表2 環境条件

振幅(m)	0.07
周期(s)	0.9
水深(m)	0.3

$(c_0, c_4) = (0,0), (50,50), (60,60), (70,70), (80,80), (90,90), (100,100), (105,105), (110,110), (115,115)$ の10通りのパラメーターにより表2の条件で波を発生させ実験を行なった。実験の様子を撮影し、動画から漂流距離と回転角を目視で読み取った。回転角は時計回りを正としている。なお、今回の実験では漂流距離が1950mmに達する、もしくは造波装置のサンプリング数40を超えた時点で計測を終了した。

3. 考察

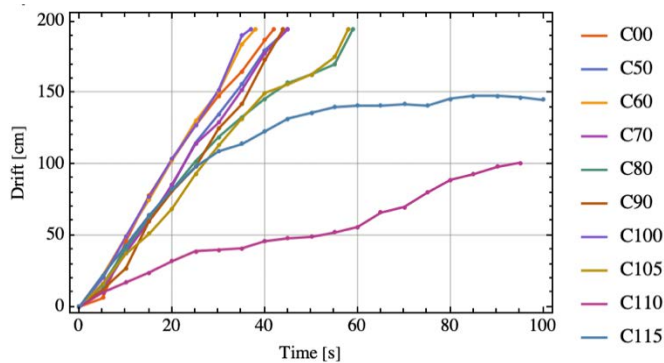


図3 各パラメーターと漂流距離の時間変化

図3は、各パラメーターでの浮体物の漂流量である。凡例のC00は重心移動がないケースであり、その他C10などは $(c_0, c_4) = (10,10)$ のケースを示している。図3から分かる通り、ケースC00からC105にかけて、漂流量に変化はあまり見られなかったが、C110で大きな漂流量の減少が見られた。

図4には、各パラメーターと浮体の回転角度の時間変化を示している。C00において、最大最小回転角度の差は、19度であったが、C110では15度、C115

では21度であった。このことから、C110では、漂流量に加え浮体動揺も抑えられていることがわかった。また抑制できた要因の一つとして、圧力の値に対して大きく回転角度が変化し、重心移動が的確に行えたと考えている。

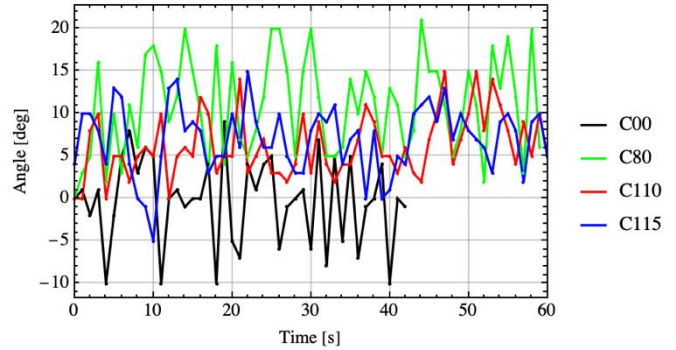


図4 各パラメーターと回転角度の時間変化

4. まとめ

本研究では、浮体側面に取り付けた圧力センサの値をもとに浮体内部に設置した重りを移動させる、重心移動機構によって浮体動揺を制御することを試みた。様々なパラメーターで浮体の漂流距離および浮体動揺角度を調べた結果、あるパラメーターでは漂流距離および浮体動揺角度の両方を抑制することが可能であることがわかった。

今後は環境条件によって、パラメーターの最適な数値が変わるかの確認、より細かいパラメーターの確認さらに精度の高い揺動の抑制等を現段階の実験に微調整を加えることで検討したいと考えている。

5. 参考文献

- 1) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構:浮体式洋上風力発電技術ガイドブック,2018.
- 2) 松沢考俊:わが国の200海里水域の体積は?,2005.
- 3) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構:洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ,2021.