

浮体式波力発電における浮体の動揺について

山口大学工学部 正 ○羽田野 袈裟義

山口大学大学院 学 大木 協

日本文理大学 正 櫛田 操・岩崎 崇人

1. はじめに

著者らは、複数浮体（フロート）式波力エネルギー変換について水槽実験を行っている¹⁾。このシステムを正常に作動させるには、フロートの移動を鉛直方向だけでなく水平方向についても的確に把握することが必要である。そこで、波によるフロートの運動を 2 次元的に調べる。これにより、実際の装置を設計する際に、複数のユニットがそれぞれ干渉しない距離を推定できる。また、波とフロートの動きの関係を把握する。

2. 実験模型と方法

実験は、日本文理大学海洋工学実験場の造波水槽で行った。水槽は深さ 1m、長さ 40m、測定部の幅 15m であり、幅 15m の造波板を設置している。実験時の水深は 60cm である。実験模型は長さ約 3m で、4 つの変換要素を持つ。フロートは直径 70cm、高さ 40cm、重量 80kg の円筒フロートである。諸量を図-1 のように定義した。そして、フロート重心位置（G 点）、フロートの傾き θ 、ワイヤーの傾き θ_1 、水面変動 η_1 の関係に主眼を置いた。

実験では、ワイヤーと自由ブーリとの接点（P 点）、フロートに固定した 2 点（A, B 点）の実験開始前の静止状態と実験開始後における位置、そして水位の変化を固定ビデオカメラにより撮影し可視化計測した。実験終了後、ディスプレイに透明のセロハンフィルムを貼り、ビデオを再生して静止状態および実験開始後の各時刻における上記の諸点の位置をセロハンフィルムに書き写した。その後、デジタイザーにより座標を読み取りパソコンに入力した。

実験条件を表-1 に示す。T は波の周期、H は波高、L は微小振幅波理論から求めた波長、 $\xi_{\max}$ は同じく水面上の水粒子の最大水平移動距離、 $\zeta_{\max}$ は同じく最大鉛直移動距離、 $V_{\max}$ は同じく最大鉛直移動速度である。

3. 実験結果

以下の結果は周期 3 秒の場合を除く全てのケース

で認められた。そこで、周期 4 秒の結果により説明する。図-2 は、フロートの傾き角 θ とワイヤーの傾き角 θ_1 の時間変化を示すものである。この図より、 θ と θ_1 は位相が互いにほぼ等しい事がわかる。また、フロートの傾き角のほうが大きいこともわかる。図-3 は、フロート重心位置（ x_g, y_g ）の軌跡を示すものである。図中のプロットの傍らの数値は 1 周期を 20 等分したときの時系列の順序を示す。水表面の水粒子の軌道は楕円軌道になるが、フロート重心位置の軌跡は楕円軌道になっていない。これは、ワイヤー張力がフロートを拘束している影響と思われる。図-4 は、ワイヤー長さ L_3 （図-1 参照）とその変化速度を、水面上の水粒子の鉛直変化の振幅 $\xi_{\max}$ および最大速度 $V_{\max}$ で無次元化した $L_{3a}/\xi_{\max}$ と $(dL_{3a}/dt)/V_{\max}$ の時間変化を示すものである。 L_{3a} は、 L_3 を移動平均化したものである。この図より、ワイヤーの長さの変化は $\xi_{\max}$ より小さく、フロートの速度は $V_{\max}$ より小さいことがわかる。これもワイヤー張力の影響と考えてよい。

すべての結果に共通して、波の周期が 3 秒の場合に他と比べて大きな数値を示した。この原因として、水面波の周期が、ワイヤー・フロート・カウンターウェイト系の自由振動の周期と一致したため、波とフロートの共振が起こったことが考えられる。

4. 結語

以上、実験模型のフロートの動揺に関する実験結果を報告した。今後は、フロートに作用する流体力を評価してフロート動揺の検討を行う予定である。

1) 羽田野・櫛田・齋藤・河野・尾崎：複数浮体式波力エネルギー変換装置の開発，水工学論文集第 42 巻，pp817-822，1998

表-1 波の条件

T(sec)	H(cm)	L(cm)	ξ_{max} (cm)	ζ_{max} (cm)	V_{max} (cm/s)
2	12.61	436.57	9.04	6.31	19.81
3	17.47	693.24	17.62	8.73	18.28
4	18.27	947.54	18.27	6.91	10.84
5	10.91	1190.17	17.81	5.45	6.85
6	9.08	1435.18	17.69	4.54	4.75
7	10.09	1687.55	22.97	5.05	4.53

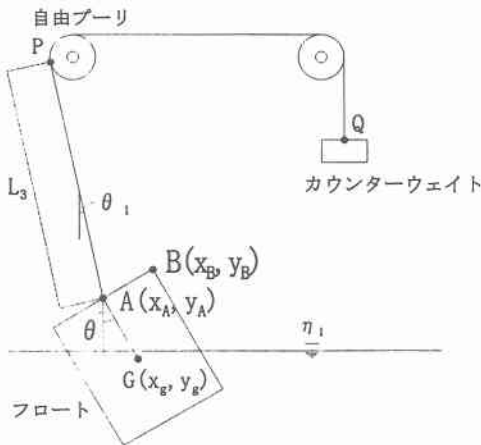


図-1 諸量の定義

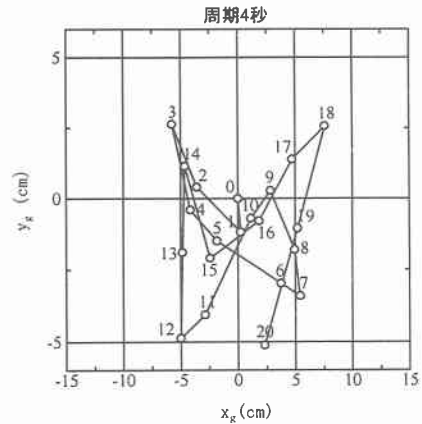


図-3 フロート重心位置 (x_g, y_g) の軌跡

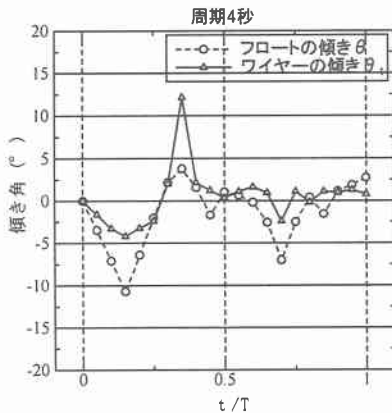


図-2 θ と θ_1 の時間変化

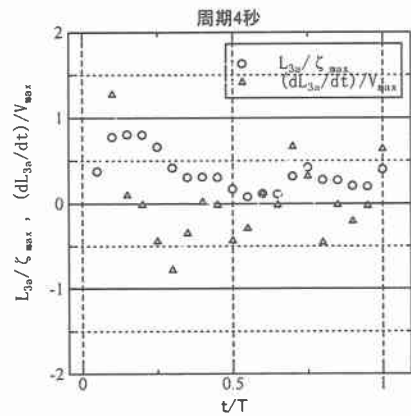


図-4 L_{3a}/ζ_{max} と $(dL_{3a}/dt)/V_{max}$ の時間変化