

## 大型浮体に搭載された空気室が波漂流力特性に与える影響に関する基礎的研究

## A Fundamental Study on the Effect of Air Chamber Equipped Large Floating Structure on Mean Wave Drift Force Characteristic

○野口隆幸<sup>1</sup>, 居駒知樹<sup>2</sup>, 相田康弘<sup>2</sup> 古矢祥一朗<sup>3</sup>Takayuki Noguchi<sup>1</sup>, \*Tomoki Ikoma<sup>2</sup>, Yasuhiro Aida<sup>2</sup>, Shoichiro Furuya

It is commonly believed that floating structure equipped air chamber increases the transmissivity of incident waves and reduces the wave drift force compared to pontoon floating structure. However, there are very few researches on wave drift force when an air chamber is installed in a floating structure, especially when it is an elastic floating structure. In this study, the characteristics of the wave drift force acting on a large elastic floating body with a large planar scale equipped with an air chamber and OWC are investigated. As a result, the reduction of wave drift force was obtained by installing an air chamber. Therefore, the mooring design should be based on the evaluation of the wave drift force while considering the motion of the floating body.

## 1. 諸元

大型浮体に空気室を搭載した際に作用する波漂流力に関する研究は多くなく、ゼロ喫水を仮定した平面2次元流体解析の圧力分布法を用いた計算や、波浪中動揺の影響を考慮していない計算が主となっている。居駒ら<sup>[1]</sup>は遠場法と近場法で波漂流力計算を行い、水槽実験結果との比較を行った。本研究で対象としているような空気室、あるいはOWC(Oscillating Water Column)装置を搭載したような浮体に対する波漂流力の計算例は非常に少なく、特に弾性浮体となった場合にはほとんどないといえる。そこで、そのような浮体式構造物の波漂流力特性を把握することは、今後の浮体システムの多様化に備えることを考えると極めて重要な事項である。本研究では、空気室やOWCを搭載した平面規模の大きい大型弾性浮体に作用する波漂流力特性を明らかにする。また、大型浮体の弾性挙動を示し、その結果と波漂流力特性との関係についても考察する。

## 2. 理論計算

流体力および弾性運動の理論計算には、3次元線形ポテンシャル理論を基本としたグリーン関数法に空気室内の自由表面条件を境界積分方程式内に直接考慮して定式化した居駒ら<sup>[2]</sup>の方法を適用した。波漂流力の理論計算に本研究では規則波中での定常波漂流力の計算をWave Run Upの項のみを用いて行う。

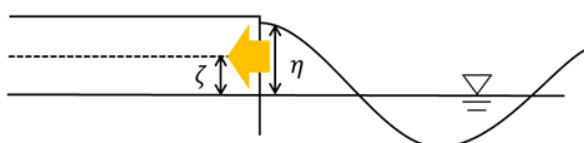


Fig.1 近場法に基づく Wave-Run Up の影響

## 3. 弾性運動および弾性運動を考慮した波漂流力

本研究で対象とした大型浮体は全長400m、全幅100m、喫水5mとし、空気室高さ1mとする。1つの空気室の内径は長さ30m、幅30mで水線面積は900m<sup>2</sup>であり、空気室に十分な壁を設けるための等方性の一様な剛性、重量分布の平板として弾性運動の計算を行い、この時の単位幅剛性は2.0e+10Nm<sup>2</sup>/mを用いた。水深は無限水深となるように設定し、入射角度θは0°、90°とした。波長域は全長波長比でL/λ=0.5~10.0(周期5.0秒から20.0秒)とし、計算は0.5刻みとした。Fig.2に示すように浮体に空気室を6基搭載したモデルを使用した。

まず、空気室が浮体の運動応答に与える影響を考察する。いずれも、OWC装置、エアクションを設置したモデルに対し、同規模のポンツーン型浮体とを比較すると、鉛直変位の低減が顕著には確認できなかった。Fig.3に周波数ごとの浮体端部の鉛直変位を示す。y軸は鉛直変位の振幅ζを波振幅aで無次元化している。低周波数側では浮体が波に乗るため浮体の応答が大きくなっており、また、高周波数側ではエアクションを設置した浮体はOWC装置を搭載した浮体に比べて応答値が大きくなる傾向があることが確認できた。エアクションは空気の入りがないため、波長が短い周波数ではOWCより波浪影響を受けやすいと考えられる。

次に、空気室の配置およびOWC装置のダンピングによる波漂流力の低減効果について確認する。なお、波漂流力は流体密度ρ、重力加速度g、および入射波振幅aと浮体の幅B、または長さLで無次元化を行っている。入射波角度0°の結果をFig.4、90°の結果をFig.5に示す。全てのケースにおいて高周波数

1: 日大理工・院(前)・海建 2: 日大理工・職員・海建 3: エムエムブリッジ

になるにつれて波漂流力が大きくなる。これは波が透過せずに反射するようになるからである。Fixedは弾性運動を考慮せずに入射波と散乱波のみで波漂流力を求めた結果、motionは弾性運動を考慮した、すなわち発散波の影響を含めた波漂流力を示す。

Fig.4より、 $L/\lambda=2.0\sim 4.0$ の周期において、弾性運動の考慮の有無に限らず、OWC装置を搭載した際に波漂流力が低減されている。そして、エアクション支持浮体では弾性運動の考慮の有無に限らずあまり値の変化が見られないが、OWC装置が搭載された浮体では特定の波長域にて波漂流力が極端に小さくなる。これはOWC装置による波エネルギー吸収による結果であると考えられる。また、弾性運動を考慮した際に、エアクション支持浮体にて $L/\lambda=8.5$ で急激に値が下がり、9.0にて急上昇している。これは固定条件や入射波角 $90^\circ$ では見られず、浮体応答の固有周期で波漂流力が大きくなったと考えられる。

Fig.5より、エアクション支持浮体が弾性運動を考慮した際には、ほとんどの波長域でポンツーン型浮体に比べて波漂流力が低減されている。これは浮体長さ方向に比べてエアクション領域の割合が多く、入射波がそのまま透過しやすくなっているからであると考察できる。いずれも弾性運動を考慮した場合でも波漂流力の低減効果が見られ、特に空気室を搭載した浮体ではより効果的な低減効果が確認された。

4. 結言

空気室を搭載したことで波漂流力の低減効果が得られた。また、弾性運動を考慮した際の波漂流力は、運動応答が大きくなる長波長域でそれが低減される。しかし、短波長域で浮体運動の固有周期に近づいた場合に波漂流力も大きくなることもある。長波長域では一般に波漂流力が小さくなる一方、運動応答も大きい傾向にあるため、浮体運動を適切に考慮しながら波漂流力を評価したうえで、係留設計が行われる必要がある。

5. 参考文献

- [1]: 居駒知樹, 前田久明, 増田光一, 林昌奎: ポンツーン型超大型浮体式海洋構造物の波浪中弾性応答に関する研究-その4 変動波漂流力の算定と係留力-, 日本造船学会論文集第184号, 1998
- [2]: Tomoki Ikoma, Koichi Masuda, Chang-Kyu Rheem and Hisaaki Maeda: Hydroelastic Behaviors of VLFS Supported by Many Aircushions With the

Three-Dimensional Linear Theory, Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vol.134, No.1, pp.011104-1-011104-8, 2012

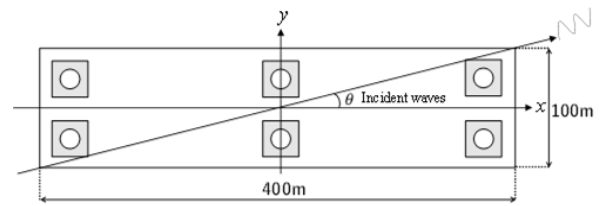


Fig.2 計算モデル

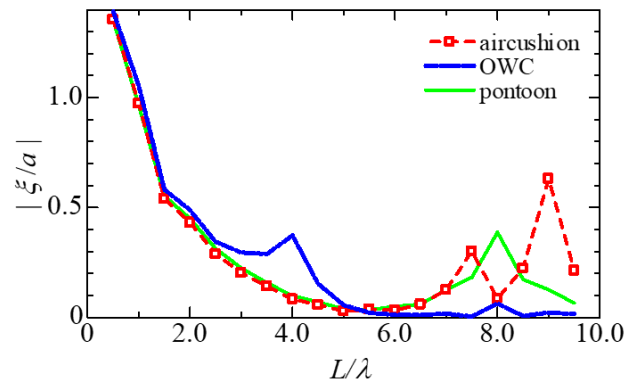


Fig.3 Response function of vertical displacement at incident wave side of floating body  $\theta=0^\circ$

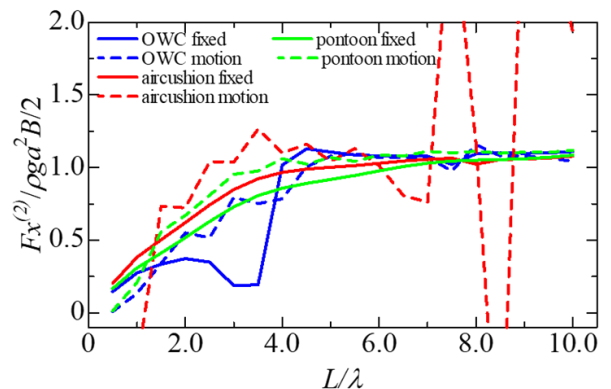


Fig.4 Mean drift force surge  $\theta=0^\circ$

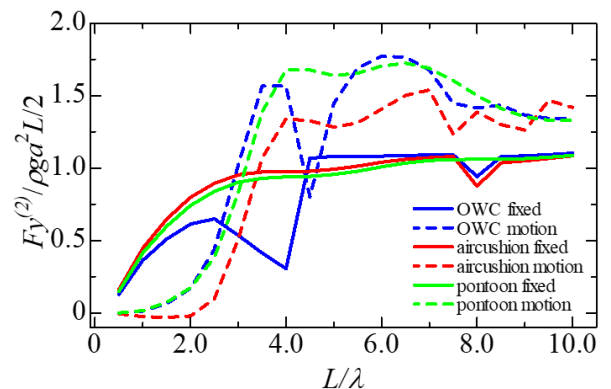


Fig.5 Mean drift force sway  $\theta=90^\circ$