

J-51

## 海底と浮体底面のクリアランスが超大型浮体の流力弾性に与える影響に関する研究

### A Study on Effects of Clearance between Seabed and Bottom of a VLFS on Hydroelasticity

古矢祥一郎<sup>1</sup>, 居駒知樹<sup>2</sup>, 相田康洋<sup>3</sup>

Shoichiro Furuya<sup>1</sup>, Tomoki Ikoma<sup>2</sup>, Yasuhiro Aida<sup>3</sup>

Possibility to utilize sea areas by using very large floating structures (VLFSs) has remained when we consider impact to ocean environment, a change of uses, decommission and lifecycle. We can consider installing VLFSs in very shallow seas as well as deep sea areas. In Japanese case, it is in Tokyo bay areas. Although added-mass increases very much due to a huge horizontal area, studies in which effects of variation of the added-mass on hydroelasticity are summarized are not a lot. Besides, how the elastic deformation changes have not also been investigated when clearance between seabed and a bottom plan decreases because of draft increasing in shallow sea areas. This study used the linear potential theory bases prediction method for hydroelasticity problems. When the clearance decreased, the added mass increased very much and characteristics of the elastic motion were affected very much.

#### 1. 諸元

海洋環境への影響や耐震性、ライフサイクル等を考慮すると、超大型浮体構造物 (Very Large Floating Structure :VLFS) を用いての海域利用が有効である。VLFSs は東京湾沿岸部などの水深の浅い海域や大水深域にも利用することができる<sup>[1]</sup>。東京湾での VLFSs の利用は 1960 年代から提案され、1998 年から 2000 年にかけては、Fig.1 に示すような長さ 1000m の滑走路を備えた世界初の水上空港の実証実験が行われた。この研究により、係留設備の設計技術や空港としての管制機能、環境影響評価などの妥当性が証明された。

VLFSs は特に浅海域において、浮体下の水塊の影響により付加質量が増大する。しかし、海底と浮体底面とのクリアランスが変化した場合の流体力特性はあまり検討されていない。

そこで本研究では、浅海域における浮体底面と海底面とのクリアランスの変化が、ポンツーン型 VLFSs に作用する流体力特性に与える影響について考察する。



Fig.1 Phase II mega float model

(Provided by mega float technology research association)

#### 2. 理論計算

本研究では、Green 関数を適用し、線形ポテンシャル

理論に基づき流体影響を散乱波問題と発散波問題に分けて連立方程式を解き速度ポテンシャルを求める。発散波問題ではドライモードの簡易化されたモード形を使い、Maeda et al.の方法<sup>[2]</sup>を適用する。周波数領域の運動方程式を次式に示す。

$$\sum_{s=1}^N \left[ \delta_{rs} D_{rs} - \omega^2 (\delta_{rs} M_{rs} + A_{m,rs}) x e^{-i\omega t} - i\omega D_{m,rs} + \delta_{rs} C_{rs} \right] q_s = f_{e,r} \quad (1)$$

$r=1, N_{DOF}$

$\omega$ : 波周波数,  $\delta_{rs}$ : デルタ関数,  $D_r$ : 剛性条件,  $M_{rs}$ : 質量,  $A_{m,rs}$ : 付加質量,  $D_{m,rs}$ : 造波減衰係数,  $C_{rs}$ : 静的復原力係数,  $q_s$ :  $s$  次の基準座標,  $f_{e,r}$ :  $r$  次の一般化波強制力であり、剛体モードも全てここに含めている。

#### 3. 水深変化による流体力特性

本研究での対象の浮体諸元を Fig.2 および Table.1 に示す。浮体長さ、幅は一定とし、クリアランスの変化が流体力特性に与える影響を考察する。入射波角度は 0 度であり、浮体重量は浮体の没水体積に準ずる。

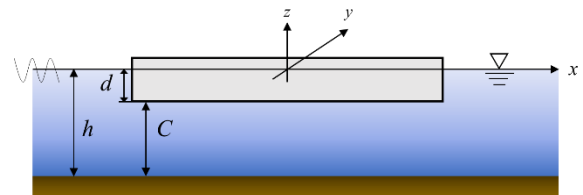


Fig.2 Cross section of calculation model with clearance

Table.1 calculation condition for constant draft

Length of body	$L$	800m
Breadth of body	$B$	600m
Draft of body	$D$	2m
Water depth	$h$	150m, 10m, 7m, 5m, 4m
Clearance	$C$	8m, 5m, 3m, 2m

Fig.3.4 に水深変化時の浮体に生じる heave 方向の付加質量係数および波強制力を示す.  $x$  軸は角周波数 $\omega$ を浮体幅  $B$  および重力加速度  $g$  で無次元化を行っており,  $\rho$  は流体密度である. 付加質量係数は水深が浅くなるにつれて大きくなっている. これは浮体動揺時に底面に存在する流体が圧縮されるからである. 入射波が海底の影響を受けない  $h>150$  と高周波数領域では 0 に近い値となる. また, 波強制力は絶対値であり, クリアランスによってあまり変化がない. ただし, クリアランスが減少すると, 波強制力の振幅が増加する. これはエバネッセント波の影響であると考えられるので, 浮体長さによって異なる場合がある.

4. 喫水変化による流体力特性

喫水を変化させる際の計算条件を Table.2 に示す.

Table.2 calculation condition for constant water depth

Draft of body	$D$	2m, 4m, 5m
Water depth	$h$	10m
Clearance	$C$	8m, 6m, 5m

Fig.5 より, 水深を変化させた場合と同様に, クリアランスが小さくなると浮体下の水塊の影響が大きくなり, 付加質量係数が大きくなる. また, 水深変化の際と比較すると同様の結果が得られる.

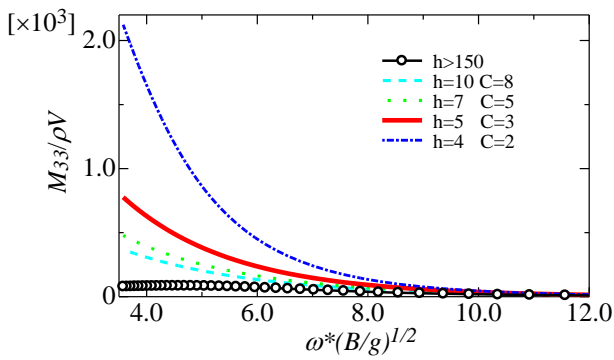


Fig.3 added mass coefficient of heave for constant draft

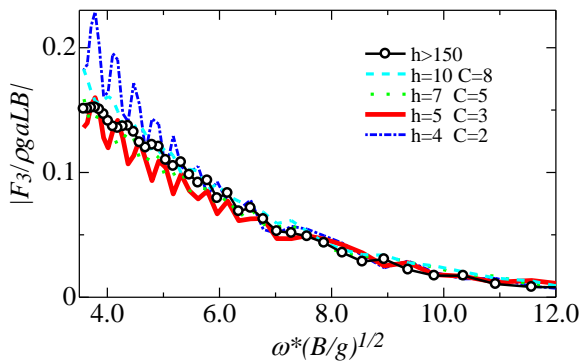


Fig.4 wave excitation force coefficient of heave for constant draft

Fig.6 より, 水深を変化させた際に, 波強制力にはあまり変化がなかったため, 波強制力の大きさは没水体積が大きくなるにつれ増大する.

また, 本研究では造波減衰係数の計算も行っているが, 計算メッシュのサイズがクリアランスに対して十分ではなかったため精度が良くなかった.

5. 結言

本研究で得た知見を以下に示す.

- 1). クリアランスが減少するにつれ浮体下の流体の影響が大きくなるため, 付加質量が増加する.
- 2). 数値計算を行う際には, 海底と浮体とのクリアランスを考慮することが重要であり, クリアランスに応じて適切な計算メッシュサイズを設定する必要がある.

6. 参考文献

[1] Masanori Shuku, Shin Horiba, Shunji Inoue, Eiichi Kobayashi, Seiichi Simamune : Overview of Mega-Float and Its Utilization, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Technical Review Vol.38, 2002

[2] 前田久明, 林昌奎, 居駒知樹, 増田光一, 藤田直毅: 空気室付弾性浮体の不規則波中応答特性に関する実験的研究, 日本船舶海洋工学会, 2001

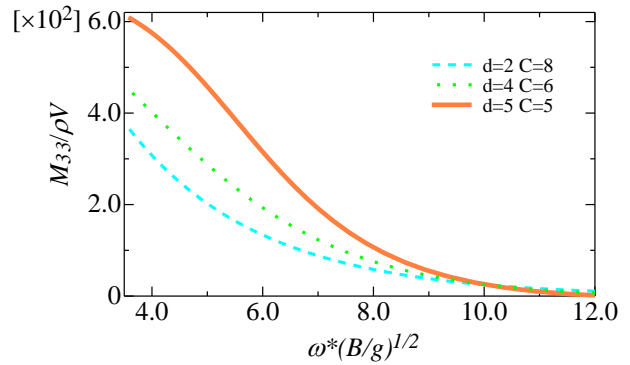


Fig.5 added mass coefficient of heave for constant depth

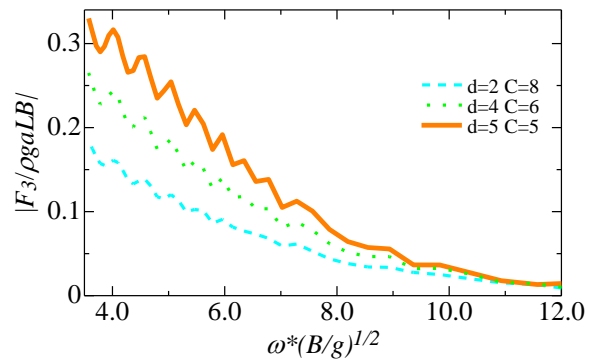


Fig.6 wave excitation force coefficient of heave for constant depth