

複数半没水円柱浮体に作用する波強制力に関する研究

名古屋大学大学院

○吉田幸一

名古屋大学大学院

正会員 水谷法美

University of Houston

A.N.Williams

1. はじめに・

沿岸域に集中した日本の活動拠点を分散させ、また、沿岸域の環境保全をすすめるためには、海上空間の利用が必要不可欠である。特に、浅海域の生物面での価値は極めて高く、今後深海域への進出が期待される。このような状況の中で近年大型浮体構造物などが考えられるようになってきた。大型浮体構造物には、空港利用などに考えられているポンツーン型浮体と深海域での石油採掘用プラットフォームなどに使われるセミサブ型浮体などがある。本研究では、セミサブ式である複数半没水円柱浮体に作用する波強制力の解法について検討を加えたのでその結果を報告する。

2. 計算手法・

Fig.1 と Fig.2 に示すように一定水深 d の水域に設置された複数の半没水円柱で構成される浮体に対するディフракション問題を、三次元領域分割法を用いてグリーン関数を使用して解く。流体は非圧縮性、非粘性の完全流体とすると流体域ではラプラス方程式を満足する速度ポテンシャルが存在する。領域 1, 2, および入射波のポテンシャルをそれぞれ $\Phi_s^m, \Phi_{ij}^p, \Phi_1$ とするとそれぞれ次式で表せる。

$$\Phi_1(x, y, z) = -\frac{ig \Gamma \cosh k_0(z+d)}{\omega \cosh k_0 d} e^{iK_0(x \cos \beta + y \sin \beta)} \quad (1)$$

$$\Phi_s^m(x, y, z) = \frac{1}{\pi} \int_c \left\{ \sum_{m=0}^{\infty} \phi_s^m \cosh k_m(Z+d) \right\} dc \quad (2)$$

$$\Phi_{ij}^p(x, y, z) = \frac{1}{\pi} \int_{c_j} \left\{ \sum_{p=0}^{\infty} \phi_{ij}^p \cos \alpha_p(Z+d) \right\} dc \quad (3)$$

ここで、 $\alpha_p = p\pi/(h-d)$, g は重力加速度, Γ は波高, ω は周波数, k_0 と k_m は $\omega^2 = gk_m \tanh k_m d$ の根 ($m=0$ のとき実数, それ以外は純虚数) である。

また、 Φ_s^m および Φ_{ij}^p はヘルムホルツ方程式、および変形ヘルムホルツ方程式をみたす。これらの速度ポテンシャルは領域 1 と領域 2 の境界面で流量と圧力の連続性を、また、円柱表面での不透過条件を満たさなければならない。

$$\frac{\partial \Phi_1}{\partial n_c} + \frac{\partial \Phi_s^m}{\partial n_c} = \frac{\partial \Phi_{ij}^p}{\partial n_c} \quad (-d \leq z \leq -h) \quad \text{on } j=1, 2, \dots, N \quad (4)$$

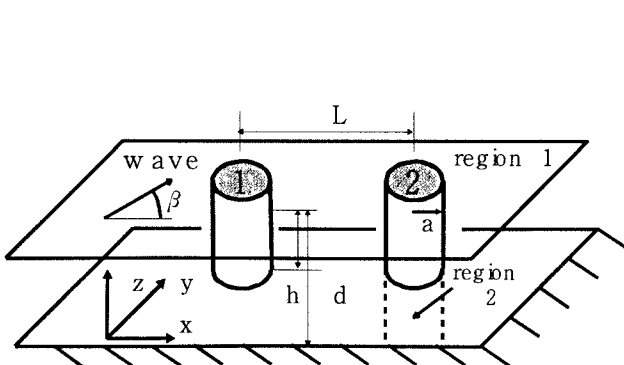


Fig.1 2-cylinder structure

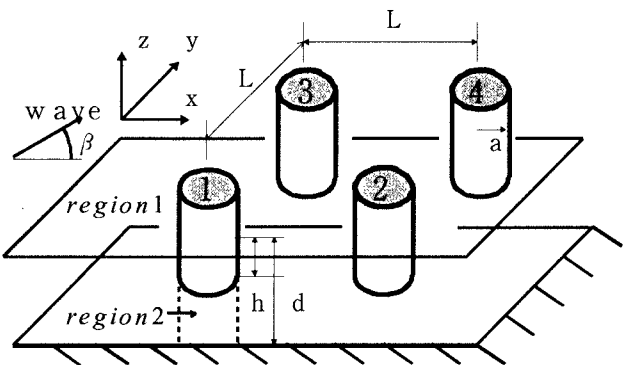


Fig.2 4-cylinder structure

$$\Phi_I + \Phi_s^m = \Phi_{ij}^p \quad (-d \leq z \leq -h) \text{ on } j=1,2,\dots,N \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Phi_I}{\partial n_e} + \frac{\partial \Phi_s^m}{\partial n_e} = 0 \quad (-h \leq z \leq -0) \text{ on } j=1,2,\dots,N \quad (6)$$

ここで、 n_e は円柱表面での鉛直方向である。

3. 結果と考察

二円柱の浮体に対する波力のグリーン関数を使った領域分割法での数値計算結果を、Williams&Demirbilek(1988)による固有関数展開法の結果と比較したものを Fig.3 に示す。計算は、円柱上のノード数を32、減衰定常波を3項まで考慮して行った。両解析結果を比較すると、 F_x , F_y は全体的に良い一致が確認できた。一方、 F_z は、 $\beta=0^\circ$, 45° では $k_0 a=0.75 \sim 1.5$ 付近で多少差異が大きい。これは、領域2におけるグリーン関数の特異性によるものと考えられる。しかし、低周波域では良好な一致が確認された。本報では二円柱浮体を中心に既述したが、四円柱浮体の結果については講演時に報告する。

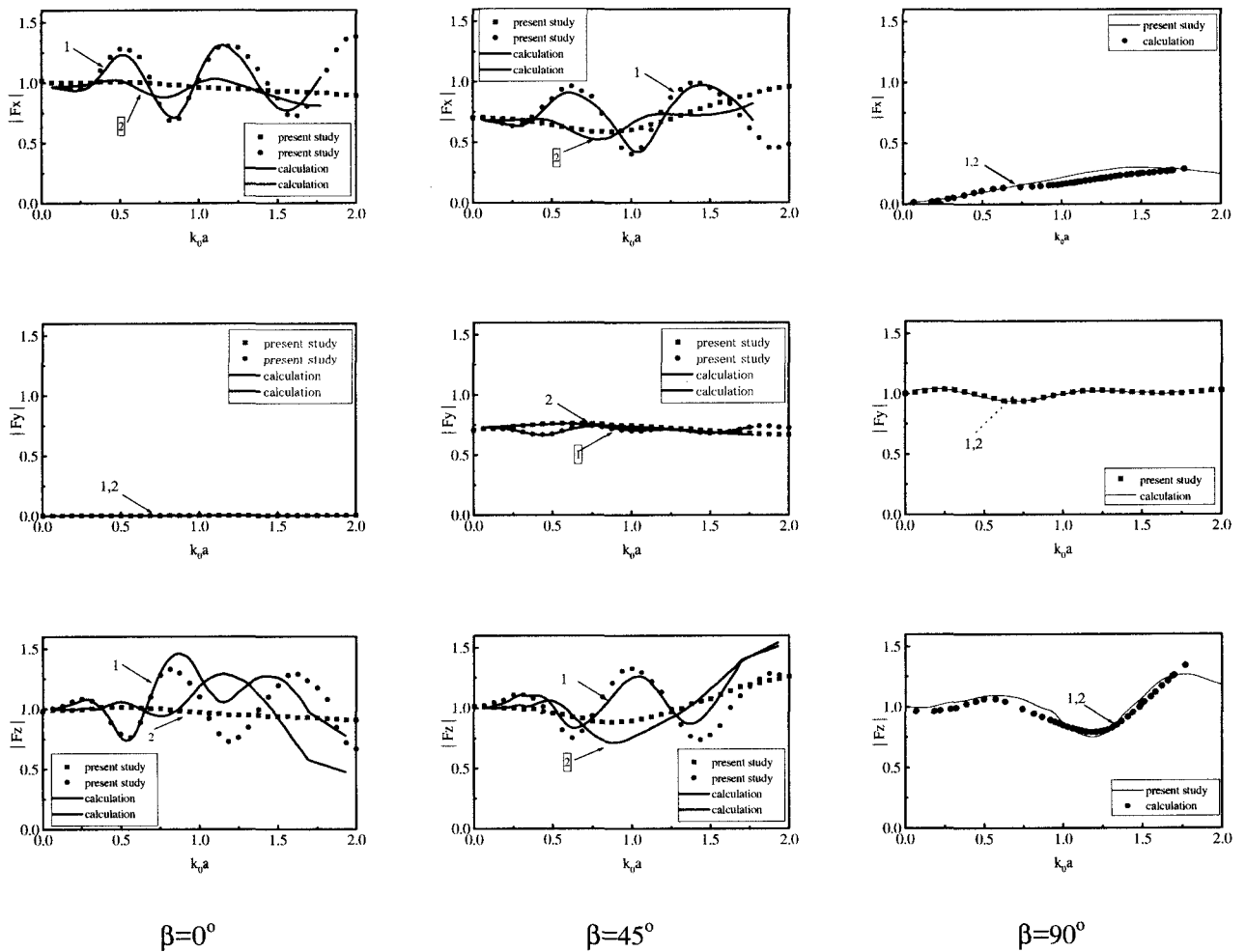


Fig3. Normalized exciting forces on 2-cylinder structure ($L/a=5, d/a=3, d/a=10$)

<参考文献>

- A.N.Williams・Z. Demirbilek (1988): Hydrodynamic interactions in floating cylinder arrays -1. Wave scattering, Ocean Engng.Vol.15, No.6, pp.549-583.
- M. Isakandarani・P. L-F. Liu (1988): Multiple scattering of surface water waves and wave forces on cylinder arrays, Appl. Ocean Res. Vol.10, No.4, pp.170-180.