

II-368

共存場中の半球型底設魚礁に作用する
鉛直方向流体力について

西松建設株式会社 正会員○西田秀紀

西松建設株式会社 正会員 多田彰秀

西松建設株式会社 正会員 西平福宏

1. はじめに；著者らは、面構造で3次元性にすぐれ、網がかりの少ない半球型底設魚礁（以後、無孔半球体と呼ぶ）を提案し、波動場並びに流れ場における波力および流体力についてそれぞれ明らかにしてきた¹⁾。今後、実海域での実証実験まで展開して行くためには、波と流れの共存場における流体力特性も明らかにする必要があると考えられる。そこで、本研究では、循環流発生装置付きの造波水槽を用いて波と流れの共存場をつくり、そこに設置した無孔半球体に作用する流体力の特性、特に鉛直方向の流体力について報告する。

2. 水理実験の概要；水理実験はすべて循環流発生装置付きの造波水槽（長さ65m×幅1m×高さ1.6m）で行った。実験条件は水深を40cm（一定）とし、波高($H=3\sim9\text{cm}$)、周期($T=1.2\sim2.8\text{ S}$)および流速($U=3.3\sim34.6\text{ cm/s}$)を変化させて計75ケースの実験を行った。流れは、規則波の進行方向に対してすべて順流とした。さらに、図-1に示される座標系が用いられ、それぞれの実験ケースに対し、無孔半球体直上の水位変動(η)および無孔半球体に作用する流体力(F_x, F_y, F_z)を測定した。なお、流体力は、水圧補償型3分力検出器のセンサー部にプラスチック製の半球体模型（直径： $D=20\text{ cm}$ ）を取り付けた波力検出装置によって測定された。

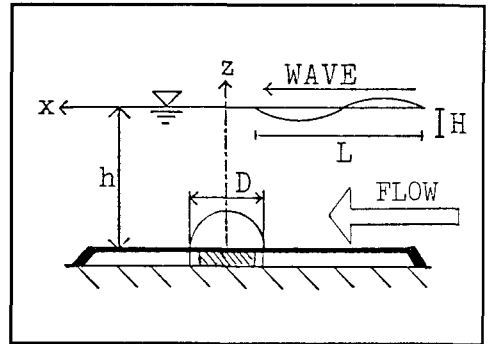


図-1 座標系

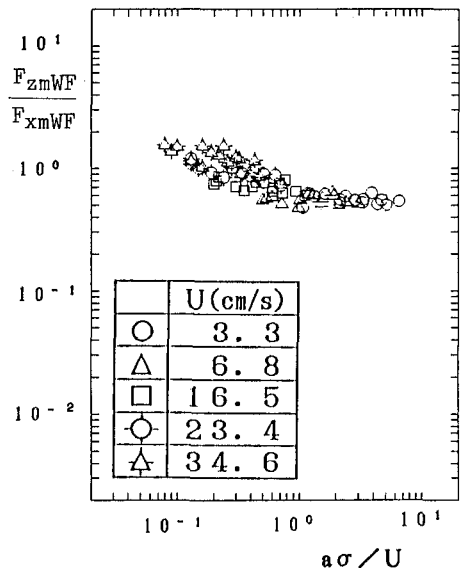
3. 解析方法；水位変動(η)についてはゼロアップクロス法を用いて統計解析を行い、無孔半球体直上での平均波高(H_a)ならびに平均周期(T_a)を算出した。また、無孔半球体頂部でのx方向の水粒子速度は、微小振幅波理論に H_a および T_a を代入して求めた。共存場における鉛直方向の流体力については、次式に示すような揚力の算定式を採用した²⁾。

$$F_{znWF} = \rho \pi C_{LWF} D^2 (u_m + |U|)^2 / 16 \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 ρ ：水の密度、 C_{LWF} ：共存場中の揚力係数、

u_m ：波によるx方向の最大水粒子速度

4. 共存場における鉛直方向流体力の必要性；図-2は、共存場中に設置された無孔半球体に作用する鉛直方向の最大流体力(F_{znWF})と波進行方向の最大流体力(F_{xmWF})との比 F_{znWF}/F_{xmWF} を定義し、その値と共存場での流れの強さを表すパラメータ $a\sigma/U$ （ここで、 $a=H/2$, $\sigma=2\pi/T$ ）との関係を示したものである。図より $a\sigma/U$ の値が小さくなるにつれて F_{znWF}/F_{xmWF} は1~2の値を示す場合が多くなること

図-2 F_{znWF}/F_{xmWF} と $a\sigma/U$ の関係

わかる。このことは、流れの成分が波の成分より卓越するような共存場中では、鉛直方向流体力が波進行方向の流体力と同じオーダーとなり、無視できなくなること示唆している。なお、波動場中での F_{zmw}/F_{xmw} は 0.4 以下であった³⁾。

5. 実験結果および考察

(1) 共存場における鉛直方向流体力：図-3は、波動場での揚力係数を用いて計算された最大流体力(F_{zmw})と流れ場での揚力係数を用いて計算される流体力(F_{zf})との和に対する共存場中の無孔半球体に作用する z 方向の最大流体力(F_{zmwf})との比 $I_{fz}(=F_{zmwf}/(F_{zmw}+F_{zf}))$ を $a\sigma/U$ でまとめたものである。この図より、パラツキは大きいものの、 I_{fz} の値は 1 以上となる場合が存在し、波と流れの水粒子速度の相乗効果に起因する流体力の増大が確認される。

(2) 共存場における揚力係数： I_{fz} の値が 1 以上となることより、波の力と流れの力の線形和⁴⁾を共存場における鉛直方向流体力として代用することは、構造設計および安定計算上大きな問題となる。そこで (1) 式を用いて揚力係数 C_{LWF} を逆算し、 $a\sigma/U$ で整理したものが図-4である。この図より、流れの成分が卓越する領域($a\sigma/U$ が小さくなる)では $a\sigma/U$ の値の減少に伴って C_{LWF} は減少し、流れ場の揚力係数(0.98)に漸近していく傾向が確認される。

5. おわりに：水理模型実験に基づき共存場における鉛直方向流体力について検討を加えた。その結果、波の力と流れの力の線形和を共存場中の鉛直方向の流体力とすることには問題があること、 $a\sigma/U$ は C_{LWF} を支配するパラメータとして重要であること等が明らかとなった。今後、逆流についても検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 西田秀紀, 多田彰秀, 水野 晋, 西平福宏; 半球型底設魚礁に作用する波力に関する実験的研究—群体魚礁相互の干渉効果について—, 第39回海岸工学講演会論文集, PP.746-750, 1992.
- 2) 例えば, 西平福宏, 松原雄平, 野田英明; 半球型底設魚礁の水理機能に関する研究, 海洋開発論文集, 土木学会, Vol.5, PP.251-255, 1989.
- 3) 西田秀紀, 多田彰秀, 水野 晋, 西平福宏; 半球型底設魚礁に作用する鉛直方向波力に関する考察, 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集, 第2部, PP.1056~1057, 1992
- 4) 例えば, 堀川清司, 水口 優, 北沢 修, 柳本泰伴; 波と流れが共存する場合における流体力について (1), 第23回海岸工学講演会論文集, PP.39-44, 1976.

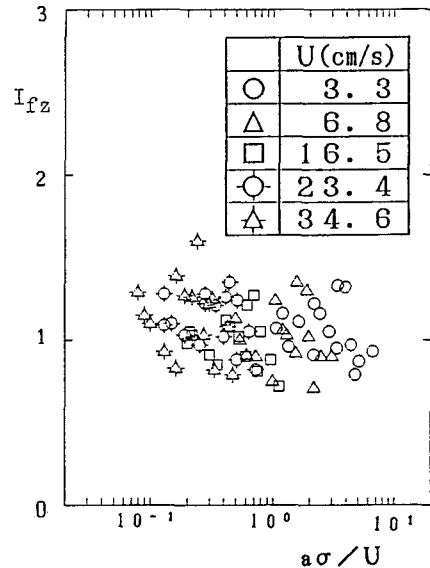


図-3 I_{fz} と $a\sigma/U$ の関係

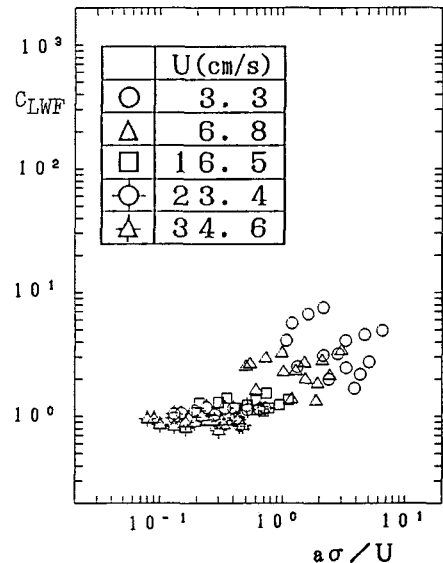


図-4 C_{LWF} と $a\sigma/U$ の関係