

II-438

半球型底設魚礁の波力特性に関する実験的研究

西松建設(株) 正会員 水野 晋
 西松建設(株) 正会員 湊 康裕
 西松建設(株) 正会員 西平福宏
 西松建設(株) 正会員 多田彰秀

1. まえがき; 『とる漁業』から『つくり育てる漁業』への転換が推進される中, 種々の形状を有したコンクリート底設魚礁が数多く投入されている。しかしながら, それらのほとんどが骨構造を採用しているために, 漁網切断事故を引き起こし大きな問題となっている。本研究では, 以上の様なことを考慮し, 網がかりの少ないと予想される半球型底設魚礁(以後, 半球体と呼ぶ)を提案するとともに, 規則進行波を入射させた時の半球体に作用する波力特性について検討している。

2. 水理実験の概要; 実験は, 西松建設技術研究所の二次元水槽(長さ65 m×幅1m×高さ1.6m)を用いて行われた。実験条件は, 表-1に示すように, 半球体の球径Dを2種類, 静水深hを3種類, 波の周期Tを5種類, 波高Hを3種類変化させた。さらに, 図-1に示すような座標系が用いられ, それぞれの実験ケースに対し, 半球体上方の水位変動(η), 半球体後部の水粒子速度(u)および半球体に作用する波力(F_x , F_y , F_z)を計測した。なお, ここで用いた波力検出装置は, 防水型3分力検出器のセンサー部にプラスチック製の半球体を取り付けたものである。

表-1 実験条件

$h(\text{cm})$	80.0, 60.0, 40.0
h/D	8, 6, 4, 3, 2
h/gT^2	0.057 -- 0.005
$u_m T/D$	7.35 -- 0.19
$u_m D/v$	6.31×10^{-4} -- 3.34×10^{-3}

3. 解析方法; 実験より得られた水位変動, 水粒子速度および波力の時間波形を, すべてサンプリング間隔0.01秒で離散化した。 η の時間波形については, ゼロアップクロス法を用いて統計解析を行い, 半球体上方での平均波高 H_a , 平均周期 T_a を求めた。さらに, 半球体頂点での水粒子の速度および加速度は, H_a , T_a , h をStokesの第3近似解に代入し理論的に求めた。なお, 水粒子速度および波力の最大値(以後, 添字 m で表す)については, それぞれの時間波形より求める最大振幅で定義した。

波力算定式は, Morison式(1)を用いた。

$$F_x = 1/16 \cdot \rho \cdot \pi C_D D^2 u |u| + 1/12 \cdot \rho \cdot \pi C_M D^3 du/dt \quad (1)$$

ここに, ρ は水の密度である。式中の抗力係数 C_D および慣性力係数 C_M は, 時間的に変化しないものと仮定し, 式(1)から算定される計算波力と実験より得られた実測波力との差を最小にするような最小自乗法を用いて求めた¹⁾。

4. 実験結果および考察;

(1) 波力の時間波形: 図-2は, η ならびに F_x , F_y および F_z の時間変化の一例を示したものである。実験条件は, $D=20\text{cm}$, $h=60\text{cm}$, $H=6.0\text{cm}$ および $h/gT^2=0.015$ である。 F_x および F_z は, いずれも規則的な変化を示している。一方, F_y は規則的な成分に高周波成分が重なって変動している。また, η と F_x の時間波形を比較すれば, 両者の間に $T/4$ 秒程度の位相差が生じている。これは, ここで対象とした実験条件が抗力より慣性力の方が卓越する領域に含まれていることを示唆している。なお, 全ケースにおいて F_x および F_z の波形は, 同図に示すような単峰型波形が得られた。

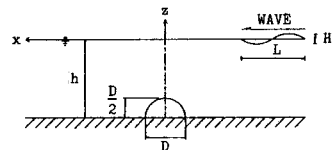


図-1 座標系

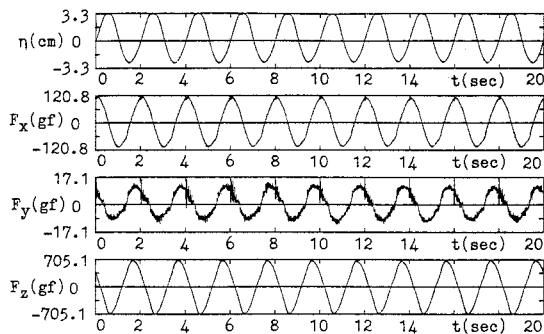
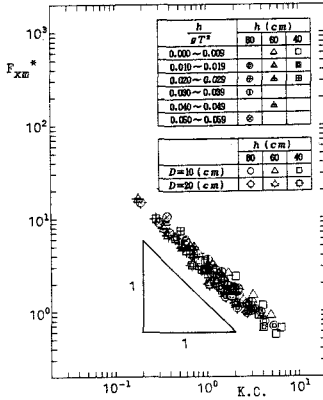
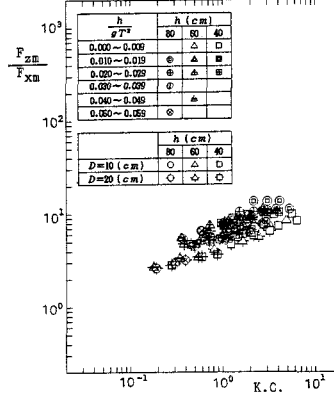
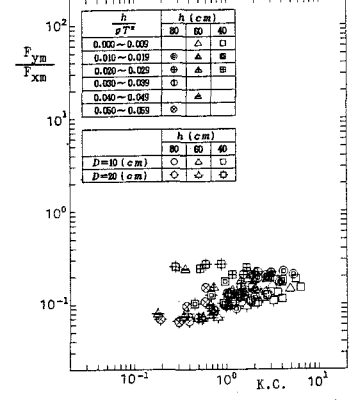
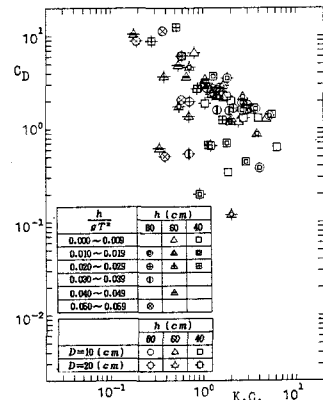
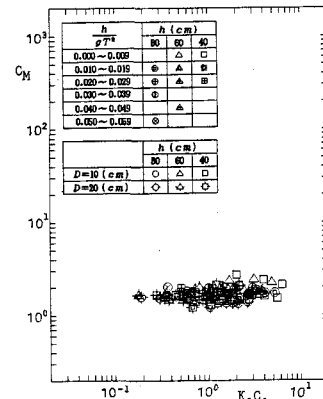


図-2 水位と波力の時間波形の例


図-3 F_{Xm}^* とK.C.数の関係

図-4 F_{Zm}/F_{Xm} とK.C.数の関係

図-5 F_{Ym}/F_{Xm} とK.C.数の関係

(2) 最大波力： 図-3にx方向の無次元最大波力 F_{Xm}^* ($=F_{Xm}/\rho u_m^2 D^2$)とK.C.数($=u_m T/D$)の関係を示す。本実験が対象とした領域内では、 F_{Xm}^* はK.C.数の-1乗に比例して減少することが認められる。これは、慣性力が支配的な成分であったことを示しており、没水球体の最大波力特性と一致する¹⁾。図-4および図-5は、それぞれ F_{Xm} に対する F_{Zm} および F_{Ym} の比とK.C.数の関係を示している。 F_{Zm}/F_{Xm} の値は、K.C.数の増加とともに増大し、対象としたすべての条件下で1以上となっている。特に、K.C.数が7近傍では F_{Zm} が F_{Xm} の約10倍程度となり、当初予想した以上に鉛直方向の波力が卓越することが明らかとなった。この要因としては、水粒子の水平運動に伴う揚力の影響および波力に及ぼす底面の近接効果が考えられる。一方、 F_{Ym}/F_{Xm} は、K.C.数に関係なく0.1から0.3の間に含まれている。よって、 F_{Ym} の半球体に及ぼす力学的影響は極めて小さいと判断される。

(3) 波力係数： 図-6にx方向の抗力係数 C_D とK.C.数の関係を示す。抗力係数 C_D は、全体的な傾向としてK.C.数の増加に伴って減少することが認められる。しかしながら、ばらつきが大きく、有意な傾向を示しているとは言いがたい。没水球体の抗力係数においても同様なばらつきが報告されており、x方向波力に占める抗力項の割合が小さいことなどがその原因と考えられる²⁾。x方向の慣性力係数 C_M とK.C.数の関係を図-7に示す。 C_M は、K.C.数、 h/gT^2 および h/D に関係なく、ほぼ一定(1.70)となっている。その値は、ポテンシャル理論によって求められる球の慣性力係数1.50より多少大きくなっているものの、妥当な測定結果が得られたものと判断される。5. あとがき； 以上のように、水理実験結果に基づき半球体に作用する波力特性について検討を加えてきた。x方向の波力については、得られた波力係数を用いて時間波形の再現も行っており、その結果は講演時に発表する。一方、鉛直方向の波力については、発生メカニズムを解明するため、今後更に検討を加えていく予定である。


図-6 C_D とK.C.数の関係

図-7 C_M とK.C.数の関係

<参考文献>

- 1) 岩田好一郎・水谷法美：没水球体に作用する波力の特性に関する研究，土木学会論文集，第405号/Ⅱ-11，pp.215~224，1989。
- 2) 水谷法美：没水球体に作用する波力の特性に関する基礎的研究，名古屋大学博士論文，1989。