

没水球体の波力係数に及ぼす波高の変化の影響

名古屋大学工学部 正 水谷法美 名古屋大学大学院 学○原 基久
 名古屋大学大学院 学 小林 誠 名古屋大学工学部 正 岩田好一朗

1. はじめに: Morison式中の波力係数は波の不規則性によって変化するため, 不規則波の波力を算定する場合, 規則波の波力係数を適用すると, 波力を正確に算定できないことが指摘されている¹⁾²⁾. 本論は, 波の不規則性が波力係数に及ぼす影響のうち, 波高の変化の効果を取り上げ, 水理実験結果に基づいて検討を加えるものである.

2. 水理実験: 実験は名古屋大学工学部土木工学科の長さ25m, 幅0.7m, 深さ0.95mの2次元鋼製水槽で行われた. 作用波は, 水位変動 $\eta(t)$ が(1)式で表されるような周期は一定で, 波高が連続的に変化する波とし, 周期 T を3種類(1.15, 1.6, 2.0秒), 波高 H の変化率 α を5種類変化させた.

$$\eta(t) = \frac{1}{2} H(e^{\alpha t}) \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad (1)$$

静水深は70cmで一定とし, 球体の設置水深(d)を4種類(12.5, 25, 37.5, 50cm), 球径(D)を3種類(0.95, 2.5, 6.35cm)変化させた. それぞれのケースにおいて, 水位変動(η), 波進行(x)方向, 鉛直(z)方向の流速(u, w)と力(F_x, F_z)を同時に計測した.

3. 解析方法: 実験で得られた水位, 流速, 波力の時間波形をサンプリングタイム0.05秒で離散化し, Morison式中の波力係数をゼロダウングロス法によって定義される波ごとに最小自乗法を使って計算した. 論では, 波高の変化をあらわす量として前後の波の波高の相関係数 γ_H , 変動係数 δ_H を取り挙げ¹⁾²⁾, γ_H , δ_H が波力係数に及ぼす影響について検討する.

4. 実験結果および考察: 図-1は, x 方向のK.C.数と慣性力係数 C_{MX} の関係の一例を示したものである. 一般的な傾向としては, C_{MX} は波高増大過程では規則波の値より大きく, 波高減少過程では規則波の値より小さくなり, 二成分波の場合と同様その分布形状は実験値の概略を結んだ実線で示すようなループ状の分布になる. これは, 波高増大過程と波高減少過程では水粒子速度と加速度の相対的な大きさが異なるために, 慣性力に含まれる流速と位相のずれた抗力成分の大きさが変化することが原因として考えられる¹⁾²⁾. 図-1には δ_H の異なる時系列に対する実験値の概略も破線で示した. 実線と破線を比較するとループの幅は, δ_H が大きくなるほど大きくなり, 規則波の値との差は増大することがわかる. これは, δ_H が大きくなるほど前述の水粒子速度と加速度の相対的な大きさの差が増大するためである. なお, z 方向の慣性力係数 C_{MZ} についても C_{MX} と同様な傾向があることが確認されている. この傾向を定量的に捉えるために, 図-2に波別解析波ごとの δ_H と同じK.C.数に対する規則波の平均値との偏差(C_{MX})'の関係を示した. 同図より δ_H が0.3以下の時には(C_{MX})'はほとんどが0.1以下であり C_{MX} は規則波の値に近いと見なせるが, δ_H が0.3をこえると(C_{MX})'は0.3以上にもなり波力の正確な予測をするためには δ_H に対応した C_{MX} を採用する必要があると言える. 図-3は δ_H がほぼ等しい場合のK.C.数と C_{MX} の関係を示したものである. 図-2では γ_H による差はあまり明瞭ではないが, 図-3に示すように, γ_H が小さくなるほど規則波の値との差は大きくなり,

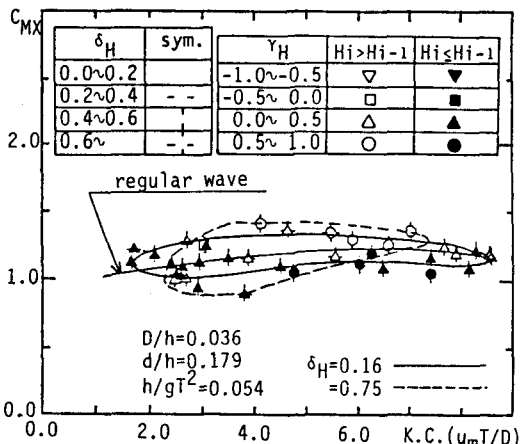


図-1 C_{MX} とK.C.数の関係

変動係数が同程度の値であっても波高の相関係数が小さくなると、慣性力係数の変化は大きくなる。

図-4は、 δ_H が異なる場合のx方向のK.C.数と抗力係数 C_{DX} の関係を示したものである。ただし、同図には実験値の概略のみを示した。 C_{DX} も、二成分波で見られるような斜め×状の分布をし、 C_{MX} と同様に δ_H が大きくなるほど分布の幅が広がる傾向が認められる。これには、先行波の渦の影響などが影響をおよぼしていることが、一原因として挙げられる。本論では図示しないが、z方向の抗力係数 C_{DZ} にも、ばらつきが大きいものの C_{DX} と同様な傾向が認められた。

抗力係数は、慣性力係数に比べてばらつきが大きく、また、慣性力係数と異なり h/gT^2 によっても大きく変化するため、規則波との値との偏差を定量的に評価するまでには至っていないが、以上の結果より引き続き波高の変化が大きくなるほど規則波の値との差は大きくなると言えそうである。

5. 終わりに： 以上考察を加えてきた結果、波力係数は波高が変化することによってその値がかなり変動し、その変化量は δ_H 、 γ_H とに大きく影響を受けることが明らかになった。したがって、不規則波力の予測に際し、 δ_H 、 γ_H の値に応じて規則波の波力係数を補正する必要がある。この補正方法については今後さらに検討を加えていく所存である。

【参考文献】

- 1) 岩田・水谷・都築：没水球体に作用する二成分波の波力の特性，土木学会論文集，第411号/II-12，pp.177-186，1989。
- 2) 岩田・水谷・都築：没水球体に作用する不規則波の波力の特性，土木学会論文集，第411号/II-12，pp.207-216，1989。

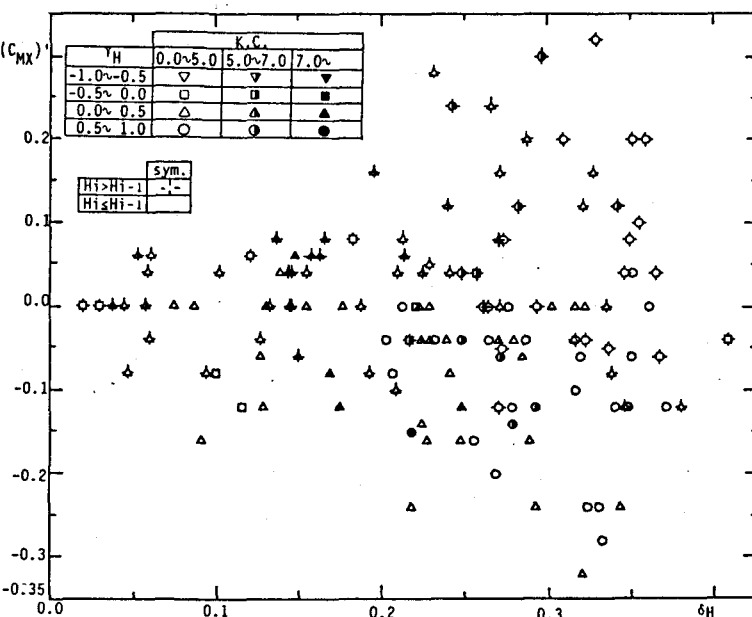


図-2 $(C_{MX})'$ と δ_H の関係

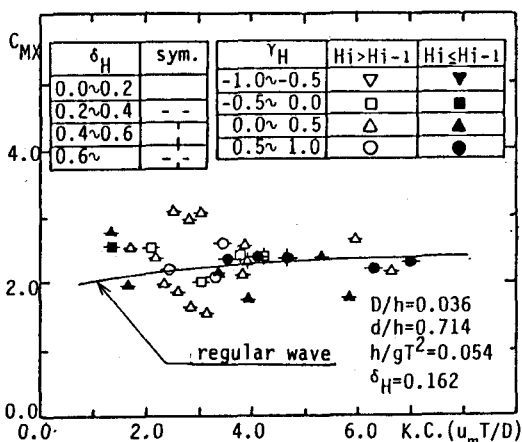


図-3 C_{MX} とK.C.数の関係($\delta_H=0.16$)

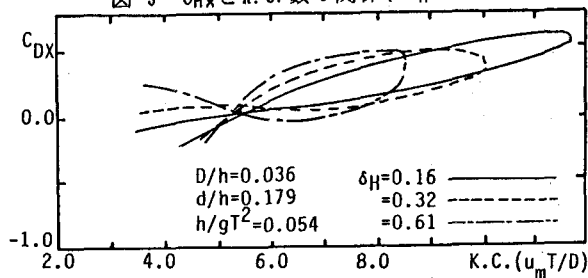


図-4 C_{DX} とK.C.数の関係