

没水球体の波力係数に及ぼす周期の変化の影響

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: 名古屋大学では不規則波動場に設置された没水球体の波力係数は波の不規則性の影響を受け、波高の変化、周期の変化の大きさによって変化することを指摘した¹⁾。本研究ではこのうち周期の変化が波力係数に及ぼす効果について水理実験の結果にもとづいて検討を加えたのでその結果について報告する。

2. 水理実験: 実験は名古屋大学工学部土木工学科の二次元鋼製水槽(25mx0.95mx0.7m)で行われた。静水深hを70cmで一定に保ち、球径を三種類、球の設置水深をd=d=12.5, 25.0, 37.5, 50.0(cm)の四種類変化させた。発生波は、パソコンの出力をDAコンバーターを介して入力として生起させた。図-1に例示したような波高が一定で周期が連続的に変化する波とした。なお、波高を二種類、周期の変化の割合を五種類変化させた。

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、式(1)と式(2)に示されるMorison式中の波力係数をゼロダウンクロス法で定義した波別解析波ごとに最小自乗法を使って計算した。なお加速度の時間波形は速度の時間波形を数値微分することによって求められた。

$$F_x = \frac{1}{8} C_{DX} \rho \pi D^2 u \sqrt{u^2 + w^2} + \frac{1}{6} C_{MX} \rho \pi D^3 \dot{u} \quad (1)$$

$$F_z = \frac{1}{8} C_{DZ} \rho \pi D^2 w \sqrt{u^2 + w^2} + \frac{1}{6} C_{MZ} \rho \pi D^3 \dot{w} \quad (2)$$

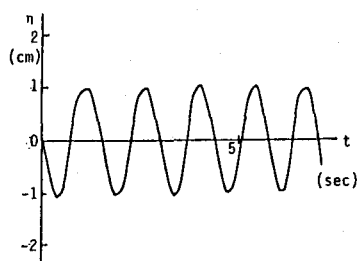


図-1 発生波の一例

ここに、 C_{DX} , C_{DZ} は抗力係数、 C_{MX} , C_{MZ} は慣性力係数、 ρ は水の密度である。本研究では主に波力係数を前後の波の周期の相関係数 γ_T ¹⁾、変動係数 δ_T ¹⁾と関連づけて検討した。

4. 結果および考察: 図-2は C_{MX} とK.C.数の関係を示した一例で図中の曲線は規則波に対する平均値である。ある周期が変化する波の C_{MX} は規則波の値のまわりにばらつく傾向が認められる。そして全体的には周期が増加するときの C_{MX} は規則波の C_{MX} よりも大きくなり、周期が減少するときの C_{MX} は規則波の C_{MX} より小さくなる傾向がある。したがって、波高の変化と同様、周期の変化も波力係数に影響を及ぼすことが明らかになったと言える。これは、岩田¹⁾が指摘しているように波の周期の変化により流速と加速度の相対的な大小関係が変化したことに起因すると考えられる。すなわち、同一の波高に対して周期が短くなると加速度は流速に比べて相対的に大きくなり、逆に周期が長くなると加速度は流速よりも相対

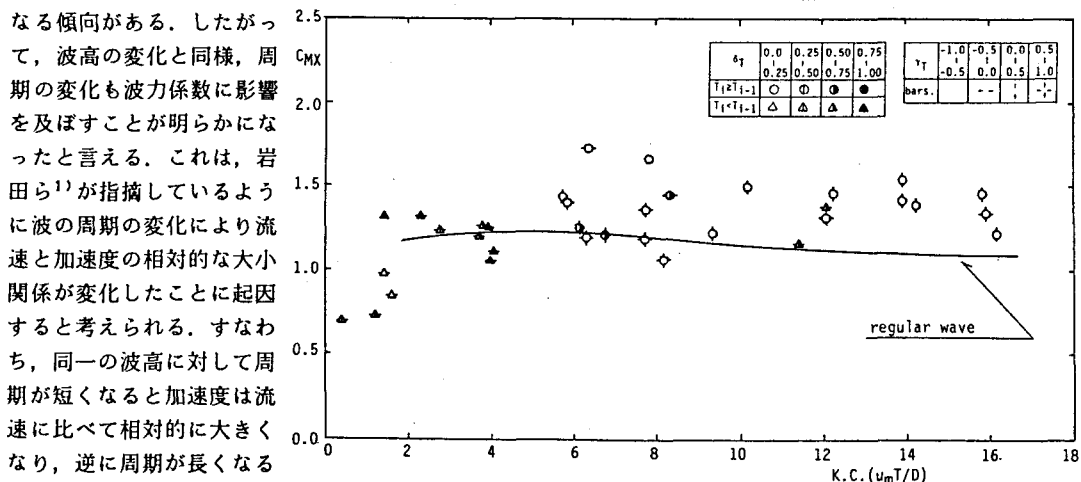


図-2 C_{MX} とK.C.数の関係

的に小さくなる。このため、慣性力係数に含まれる流速と位相差のある抗力成分の大きさが変化するため慣性力係数が変化すると思われる。

図-3は C_{MX} の規則波の平均値との差の絶対値($|C_{MX}'|$)と波の周期の変動係数 δ_T の関係を示した一例を周期が減少する場合について示したものである。図-3では相関係数が $-0.5 \sim 0.0$ の範囲の値をプロットしたものであるが、同図より、ほぼ同程度の相関係数に対して、変動係数が大きいほど規則波の C_{MX} からの偏差が大きくなっていることが認められる。 δ_T が大きくなることは周期の変化が大きくなることを示すが、この結果は周期の変化が大きくなるほど C_{MX} は規則波の値と異なることを示す。これは前述したように流速と加速度の相対的な大きさの差が周期の変化が大きくなるほど大きくなるためであると考えられる。

図-4は、変動係数が $0.0 \sim 0.25$ の範囲で周期が増加する波の C_{MX} の規則波の平均値との差の絶対値と波の周期の相関係数 γ_T の関係を示したものである。同図より、ほぼ同程度の変動係数に対して相関係数が小さいほど規則波の C_{MX} からの偏差が大きくなることが認められる。この結果も前述した流速と加速度の相対的な大きさの変化に起因すると考えられる。

図-5は C_{DX} とK.C.数の関係を示したものであり、図中には規則波の平均曲線を示してある。水深波長比に相当する量 h/gT^2 が 0.014 以下のものに注目すると、 δ_T の大きな値の方が規則波の値との差が大きいことが認められる。これには、不規則波の場合に指摘されているように先行波の渦の影響の差などが原因として考えられるが、同程度のK.C.数に対する周期が減少する場合の波の値がないため、この点についてはさらに検討を要する。

5. おわりに： 以上、周期が変化する波の波力係数について検討を加えてきた。その結果波高の変化と同様、周期が変化する波が作用するとき波力係数は規則波の値から変化することが明らかになった。そして、その変化の大きさには周期の相関係数と変動係数が密接な関係を持っていることが判明した。今後、これらの関係を定量的に評価するようさらに解析を進めていく所存である。

参考文献 1) 岩田・水谷・都築, 土木学会論文集, 第411号/II-12, pp. 207-216, 1989

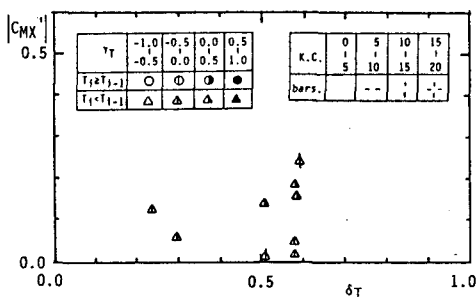


図-3 $|C_{MX}'|$ と変動係数の関係

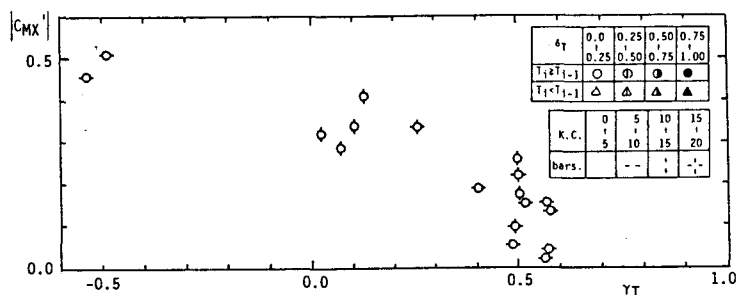


図-4 $|C_{MX}'|$ と相関係数の関係

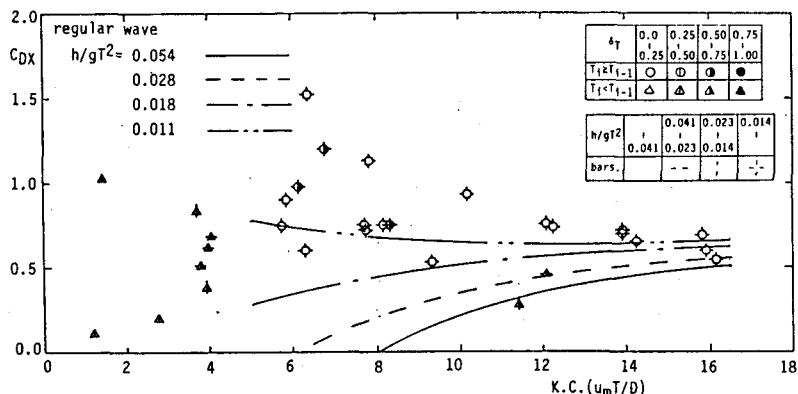


図-5 C_{DX} と K.C. 数の関係