

没水球体に作用する揚力の出現特性について

名古屋大学工学部 正会員 水谷 法美
 名古屋大学大学院 学生員 ○小林 誠
 名古屋大学工学部 正会員 岩田好一朗

1. はじめに： 著者らはこれまでに波動場に設置された没水球体に作用する揚力について検討を加え，無次元化された揚力のrms値はK.C.数だけでなく，相対設置水深，球径水深比に支配されること，また揚力の時間波形には入射波の周波数成分だけでなく2次，3次の周波数成分も卓越成分に含まれているため，その波形は不規則性を帯びることを指摘した¹⁾．本研究では，さらにこの揚力の極値の出現特性に関して検討を加えたのでその結果の一部を報告する．

2. 解析手法： 解析に使用した資料は一昨年度に行った実験で得られたものである．ZERO-UP-CROSS法による波別解析を行い揚力の極値と周期を図-1に示すように定義し，図-2に示すように揚力の極値とその発生周期の結合確率密度分布とその周辺分布を求めた．また，最小自乗法を用いてワイブル分布(式(1))のbest fittingを行い，出現分布の特性をワイブル分布のパラメーターと関連づけて議論した．ここに，縦軸は揚力のrms値で無次元化した揚力，横軸は入射波の周期で無次元化した揚力の周期である．

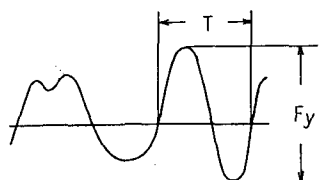


図-1 揚力の極値と周期の定義

$$p(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta} \right] \quad (1)$$

ここに， x は確率変数， $p(x)$ は確率密度関数， α は尺度母数， β は形状母数， γ は位置母数である．

3. 結果とその考察： 図-2に揚力の極値と周期の結合分布の一例を示す．同図に示すように，一般に揚力の極値は幅広く分布し，その分布形状には明瞭なピークはない．また，最大値は場合によってはrms値の5.0倍程度にまで達する．しかし，全体的な傾向としてrms値の1.0～3.0倍に多く出現することが認められた．一方，揚力の発生周期は，ほぼ入射波の周期の0.2～1.0倍の間に集中しており，以前に指摘したように¹⁾，3倍周波数成分までが主な成分であることが今回の解析からも明らかになった．つぎに，これらの分布特性についてワイブル分布のパラメーターと関連づけて議論する．ただし紙面の都合上，本研究では揚力の極値についてのみ議論する．

図-3に α とK.C.数の関係を示す． α の値は，K.C.数が5以下では0.7～2.6の広範囲に分布しているに対し，K.C.数が10以上ではK.C.数の増加とともにばらつきが若干小さくなり，K.C.数が40前後では1.6～2.7になることがわかる．このことは揚力の発生機構と密接に関係していると考えられる．K.C.数が約5以下

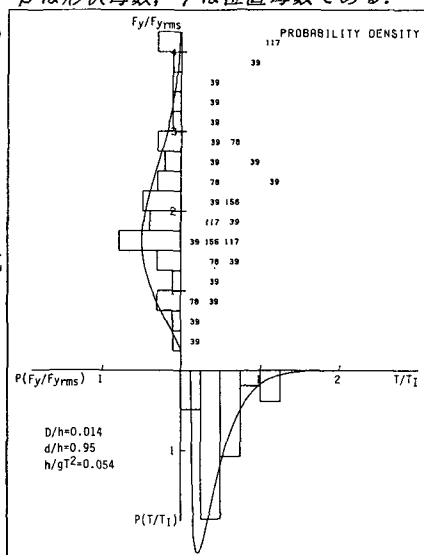


図-2 揚力の極値と周期の結合分布の一例

の流れが非剥離の場合は，球表面での流れの乱れの非対称性が揚力の発生原因として考えられる．この乱れは極めて不規則であるためK.C.数が小さい範囲で α が大きくばらついたものとして考えられる．また図-3の結果は，剥離渦の非対称性が揚力の支配的な原因となり，rms値も非剥離状態に比べて大きくなるK.C.数が約

10以上の剥離流れでは剥離域の非対称性の強さの出現分布幅のばらつきが非剥離流れの場合に比べて小さくなることを示唆する。

図-4は β とK.C.数の関係を表している。 β はK.C.数が5以下の範囲で1.2~2.8の間に分布しているがK.C.数の増加とともにばらつきが小さくなり、K.C.数が40程度では1.6~2.0になる。図-4に示す β に対する揚力の極値の分布形状はなだらかな分布形が多いため、あまり明瞭ではないが、 β が小さくなると小さい揚力の極値の出現頻度が多くなる。この事は非剥離流れに存在する乱れによる揚力は小さい極値を持つものが多くなることを示している。これに対して、剥離が顕著におこるようになるとrms値に近いものがわずかながら多く出現するようになり、非剥離状態に比べれば揚力の発生機構は若干安定すると言えよう。

図-5は γ とK.C.数の関係を示したものである。 γ はK.C.数が7以下で0.0~2.25の広い範囲に分布しているが、K.C.数が増加するにしたがい分布の上限は下がり、K.C.数が40程度では0.0~0.6に分布するようになる。このようにK.C.数の増加によって γ のばらつきが小さくなるのは、前述した揚力の発生機構の安定性の違いに起因していると考えられる。また、 γ の値が2を超えるような場合ではK.C.数が小さいためrms値も小さくなるが、揚力の極値はつねにrms値の2倍をこえることになる。

4. おわりに： 以上、rms値で無次元化した揚力をとりあげ、ワイブル分布のパラメータとK.C.数の関係について論議してきた。その結果、K.C.数が増加するにしたがって、揚力の出現特性のばらつきは小さくなることが判明した。今回、紙面の都合上周期の出現特性について議論できなかったが、これについては別の機会に発表したい。

参考文献 1) 岩田・水谷・原：海岸工学論文集，36巻，pp.719-723，1989。

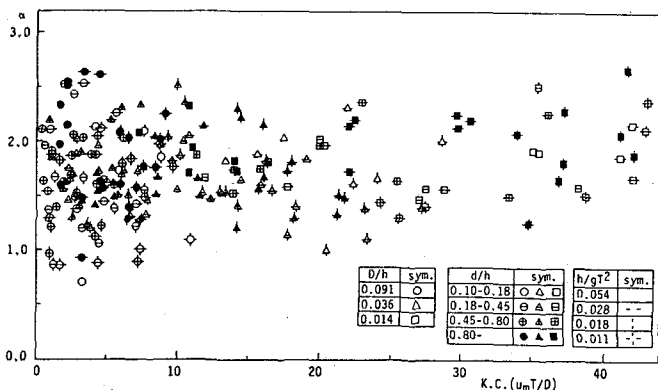


図-3 α とK.C.数の関係

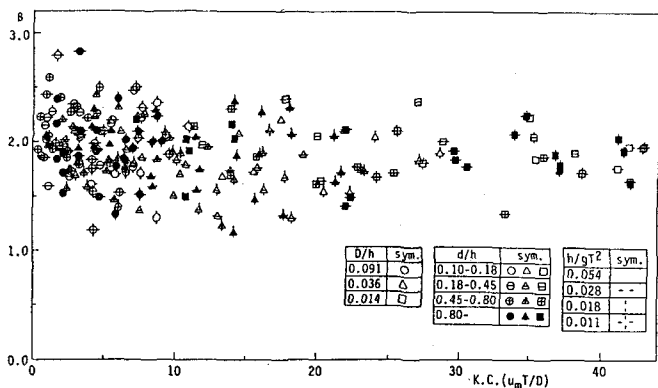


図-4 β とK.C.数の関係

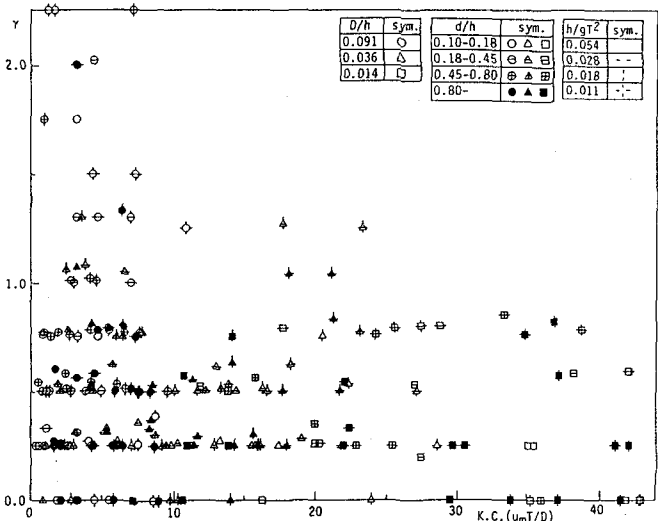


図-5 γ とK.C.数の関係