

群体配置された球の波力干渉効果について

愛媛大学工学部 正員 中村孝幸
愛媛大学大学院 学生員 西平和彦

1. まえがき：ブロック堤は、混成堤のような不透透性防波堤に比較すると、多少の波の透過があるものの、反射波を有効に減勢できることから、各種の研究が行われている。ここでは、従来十分に知られていない、ブロック堤体内での部材波力の干渉効果を究明するため、球を直線的に配置した球体列を基本にして、これを1基および複数基配列したときの作用波力の特性について検討する。この際、波浪ポテンシャル理論に基づく解析法により、波力の干渉効果を水理実験結果と算定結果の比較から考察する。

2. 実験装置及び実験方法：(1) 模型：模型の構成部材には、従来よりよく利用されてきている球を用いた。そして、実験に用いた球の配置は、単列球、3列球および、図-1に示すような7列球の3種類である。また、球は、 $D=10\text{cm}$ の発泡スチロール製のものを用いた。実験では、4個の球をネジ棒で連結しこれを片持ちばり形式で固定した。図-1に示す7列球の場合、斜線の施してある球列に作用する水平及び鉛直波力を同時に測定した。この際、図中に示す球の外縁間隔 e は 2.3cm に固定した。(2) 実験方法：実験は、波力と入射波および球列上で水面変動を測定した。そして、球列上での水面変動記録は、球列に作用する波力をモリソン式を介して分離解析する際に利用した。この実験で球列に作用せしめた入射波は、周期が $0.9\sim 2.3\text{sec}$ の10種類、波高が $7.5, 15\text{cm}$ の2種類である。なお、設置水深 h は 42cm と一定にした。

3. 解析法の概略：ここで用いた解析法は、中村、野村による3次元物体の規則配列したグリーン関数法¹⁾によるものである。この解析法は、グリーン関数に無限鏡像の影響が考慮されており、球の配列周期の $1/2$ のみを取り扱って、球体列まわりの波浪ポテンシャル問題の解析が行える効率的なものである。

4. 各種の配列球に作用する水平波力の特性：図-2は、入射波高で無次元化した、各種の配列球に作用する無次元水平波力の算定結果と実験結果の比較を、浅水比 h/L による変化で表す。図より、無次元水平波力は、配列数に関係なく、長周期の条件になるほど減少することが認められる。また、その絶対値は、入射波高の小さなものが若干大きくな

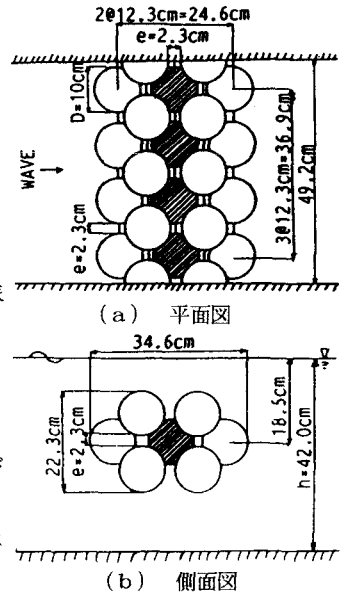


図-1 7列球の配置図

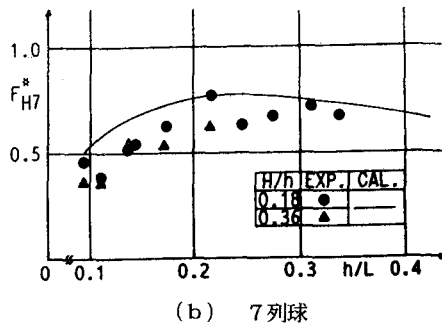
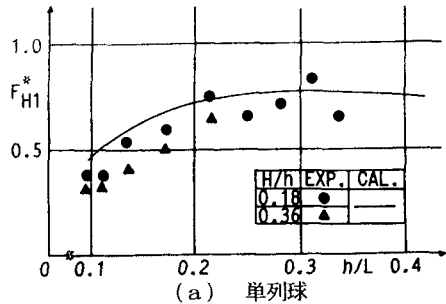


図-2 球に作用する無次元水平波力

ることが分かる。実験結果と算定結果の変動特性は、定性的によく一致しているものの、定量的には全体として算定値が実験値を多少上回る大きさになっている。

5. 抗力と慣性力の大きさ：図-3は、各種の配列球の水平波力に占める抗力および慣性力の割合を浅水比 h/L による変化で表す。図より、いずれの場合も、ほぼ慣性力が卓越することがわかる。そして、抗力の占める割合は、長周期で増大することや、7列球のように配列数を多くすると、その傾向が顕著になることなども認められる。このように抗力の占める割合が大きくなるのは、配列数を増すほど、波力測定球まわりの流速が増大し、渦流れが発生しやすくなることが原因として挙げられる。

6. 慣性係数：図-4は、水平慣性係数 C_{MH} を浅水比 h/L による変化で表す。この場合の慣性係数は、モリソン式で想定されているような、物体がないときの波動場に基づき求められる慣性係数に相当する。そして、無限流体中に固定された単体球の慣性係数 $C_{MH} = 1.5$ と比較すると単列球、7列球ともに若干大きいことがわかる。そして、この場合の C_{MH} の値は、概略で両者とも1.8程度である。算定結果と比較してみると、ほぼ対応しているが、長周期の条件で、算定値を下回る傾向が認められる。また、7列球の場合、 C_{MH} は h/L により若干変化する特性が認められ、これは球列により波の変形が生じることを示唆しているものである。

7. 結語：組合せ数を増すと、水平波力に占める抗力の割合は増加し、この傾向は、長周期の条件になるほど顕著になる。そして、球列に作用する水平波力は、本実験の範囲内では慣性力が卓越することから、ポテンシャル理論によりほぼ推定できる。

<参考文献>1) 中村孝幸・野村周吾：規則配列された3次元物体まわりの波浪境界値問題の解析法，海岸工学論文集，第37巻，p.524-528, 1990.

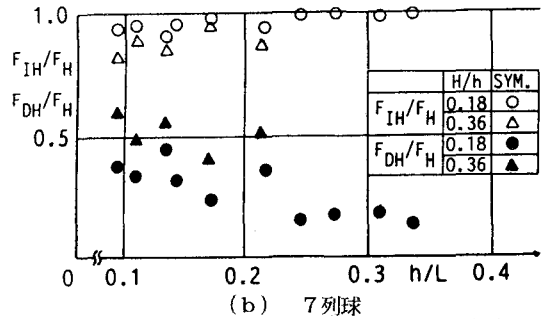
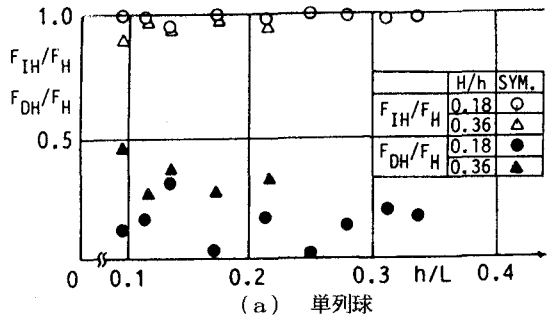


図-3 水平波力に占める抗力および慣性力の割合

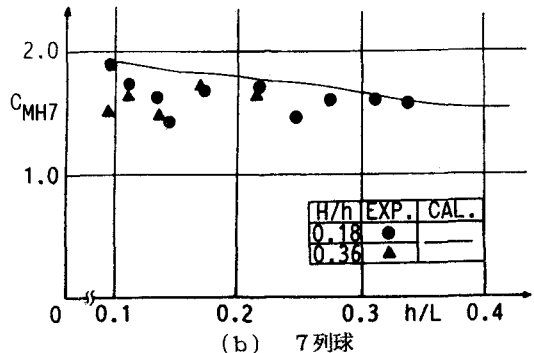
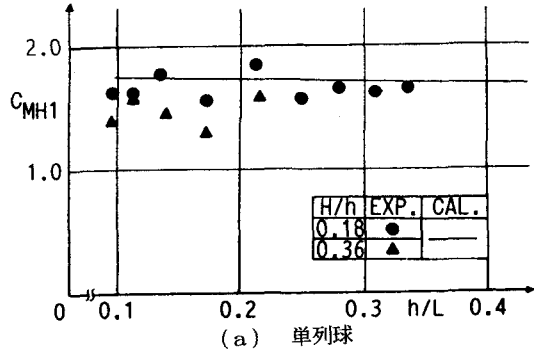


図-4 水平慣性係数