

波による球の運動に関する実験的研究

早稲田大学理工学部 正 会員 鮎川 登

学生会員 ○川村 悦司

学生会員 北田 俊英

学生会員 新聞 浩

1. はじめに 波による海面変形の機構を解明するためには、波動場における底質の運動機構を明らかにすることが必要である。本研究では、波による海面変形の機構を明らかにするための基礎的研究として、滑らかな水平床上に置かれた球粒子の波による運動の特性を実験により検討した結果について述べる。

2. 実験装置および実験方法 実験は長さ12m, 幅25cmのガラス張りの造波水槽の滑らかな水平床上に、表1に示すような比重と粒径の異なる3種類の球粒子を置いて行なった。

表1: 球粒子の特性

波の条件は周期は1secとし、水深は15cmと25.5cmの2種類とし、波高を種々に変化させた。波高は容量式波高計により測定し、ビシグラフで記録した。

球粒子の運動の状況は高速シャッターカメラで撮影し、テレビモニターに再生し、画面を1コマづつ動かし、球粒子の位置を3/100 秒ごとにビデオポジションアナライザーにより読みとった。なお、球粒子の運動と水面変動(波形)の位相の関係をみるために、ビデオグラムにより水面変動も同一画面上に録画した。

球粒子	粒径 (mm)	比重
ガラス(大)	5	2.5
ガラス(小)	2	2.5
ポリスチレン	2	1.05

3. 実験結果および考察

周期1sec, 水深15cm, 波高5.9cm (アーセル数26) および周期1sec, 水深25.5cm, 波高5.3cm (アーセル数8) の場合の水面変動(波形)と球粒子の移動状況を図1に示す。図1には、Stokes波に対するSkjelbreiaの第3次近似解による波

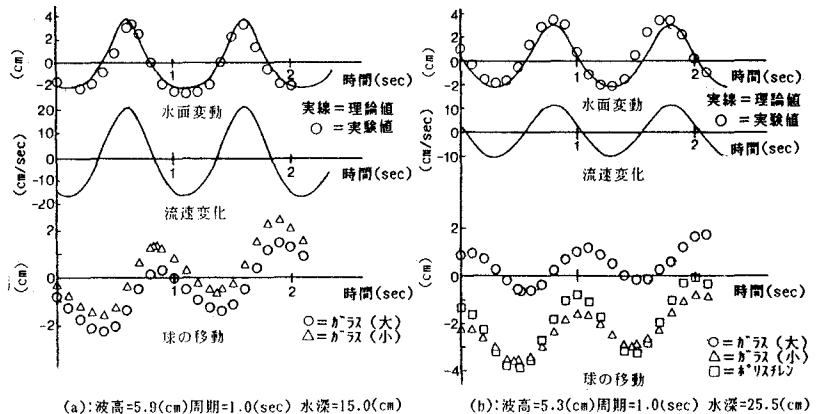


図1: 波形と水粒子の速度と球の運動の関係

形と水底における水平方向の水粒子速度の計算値も示した。図1によると、波形については実験値と理論値はほぼ一致すること、球粒子は水面が平均水位より上にあるとき、すなわち水粒子の水平速度が正のとき前進し、水面が平均水位より下にあるとき、すなわち水粒子の水平速度が負のとき後退すること、球粒子は一周期後にもとの位置に戻らずに、波の進行方向に動いていくこと、3種類の球粒子の運動の位相はポリスチレン球とガラス球(小)はほぼ一致しているが、ガラス球(大)はやや遅れること、球粒子の運動の振幅はガラス球(大)とガラス球(小)はほぼ等しいが、ポリスチレン球はやや大きいことなどがわかる。

Stokes波のSkjelbreiaの第3次近似解による水底における水平方向の水粒子速度の計算値とガラス球(小)の移動速度の

関係を示すと、図2のようになる。図2によると、ガラス球（小）と水粒子の移動速度の位相はほぼ一致すること、ガラス球（小）の移動速度は水粒子速度の約1/2 になっていること、ガラス球（小）の移動速度は水粒子速度と同様に前進速度の方が後退速度より大きいことなどがわかる。

球粒子の移動の振幅と水底における水粒子の移動の水平振幅（Skjelbreia の第3次近似解）の関係をプロットすると、図3のようになる。図3によると、球粒子の移動の振幅は水粒子の移動の振幅より小さいこと、球粒子の振幅はポリスチレン球、ガラス球（小）、ガラス球（大）の順に小さくなることがわかる。

球粒子の一周期間の移動距離と水底における質量輸送速度の関係をプロットすると、図4のようになる。図4によると、球粒子の移動距離はポリスチレン球、ガラス球（小）、ガラス球（大）、の順に小さくなること、球粒子の移動距離はSkjelbreiaの第3次近似解による質量輸送速度とほぼ等しいこと、Longuet-Higgins による質量輸送速度よりは小さくなることがわかる。

4. おわりに 本研究では波による海浜変形の基礎的研究として滑らかな水平床上に置かれた球粒子の波による運動の特性に関して実験的に検討したが、今後は粗面床および砂漣床の球粒子の波による運動および滑面ならびに粗面の斜面上における球粒子の波による運動について実験を行ない、球粒子の運動特性を明らかにしていく積りである。また、波動理論に基づいて球の運動を理論的に追跡するためのシミュレーションモデルについて検討する積りである。

本研究は文部省科学研究費補助金（一般研究（B））の補助を得たことを記し、謝意を表します。

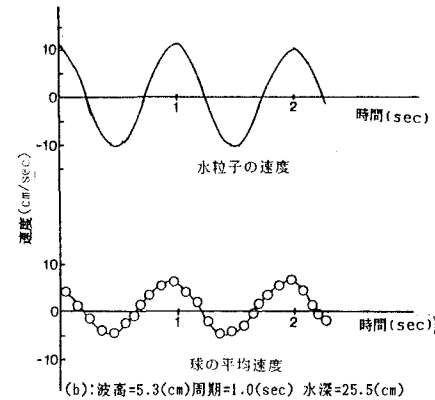
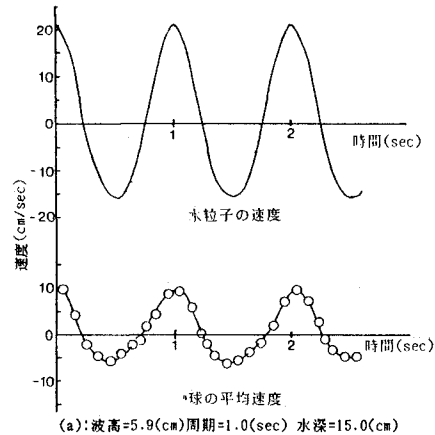


図2：水粒子の速度と球の平均速度との関係

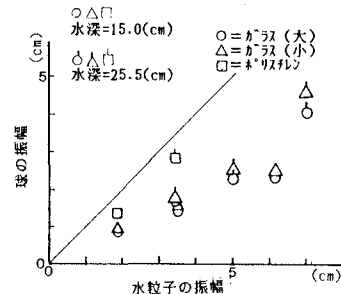


図3：球と水粒子の振幅の関係

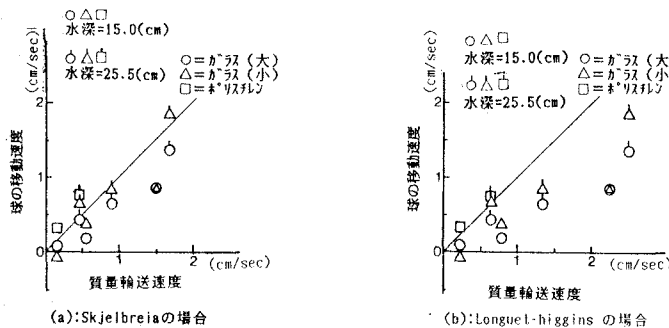


図4：球の移動速度と質量輸送速度の関係