

II-257 振動流中における滑面上の球体の運動に関する実験的研究

㈱千代田化工建設 正員○戸辺 雅利
筑波大学 正員 京藤 敏達

1. はじめに

海岸の底質変形をはじめとする非定常流中での粒子運動のメカニズムは未だに解明されていない。このような二相流の問題は工学の様々な分野に現われるが、その解明には多くの問題点がある。

本研究では、従来あまり成されていない振動流中の粒子運動の基本的なメカニズムを探索するために、U字管振動流装置とVTRカメラを用いて滑面上での球体粒子の運動を実験的に調べた。とくに、低い粒子レイノルズ数においても複雑な粒子運動を呈する可能性が示唆され、流れに対して垂直に置かれた3つの球体運動が不安定で不規則になることが観察された。

2. 実験装置と実験方法

実験に用いたU字管振動流装置を右に示す。

装置中央部の側面と上面はアクリル板を用い、球体の運動の様子を観察できるようになっている。水路中央部に幅15 cm、長さ180 cmのアクリル板を敷き、この滑面上で球体の運動を調べた。またU字管に位相指示器を取り付け、水面変位を球体の運動と同時に測定できるようにした。

本実験で用いた球体は、ナイロン製で直径は6.32 mm、比重は1.15である。

実験方法は次の通りである。滑面上の球体の運動を上面からVTR撮影する。画面には0.1秒単位のデジタル時計が同時に写し込まれている。実験の都度、波高計の記録をとり、そこから水面の振幅および振動流の周期をもとめる。U字管開口部の断面積と測定部の断面積の比およびU字管開口部の水面変位から測定部の主流流速をもとめた。

本実験では振幅を2通りに変え、周期は固定した。振幅Aは 9.7×10 mm, 17.0×10 mmの2通り、周期Tは約3秒である。

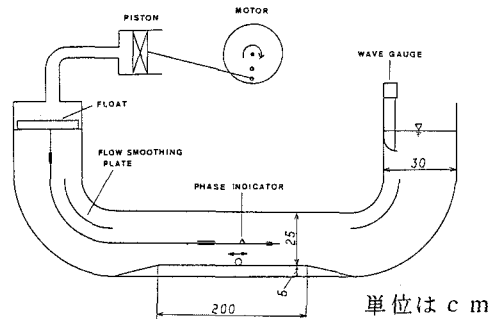
3. 実験結果

(球体が1個のばあい) 直線の振動運動であるが、主流の流体粒子と比較すると、振幅が小さく位相が遅れる。また、ここでは簡単な数値計算をおこなった。振動流の速度分布は境界層付近で著しく変化する。そこで振動流中央部での振幅と周期から境界層付近での速度分布を予測し、球体の中心位置での速度が、球体全体に作用しているとして球体の速度を予測した。

実際に観察した結果、球体の運動は直線の振動運動であるが、主流の流体粒子運動と比較すると、振幅が小さく位相が遅れる。数値計算の値は、振幅にして30%も大きくなってしまった。これは、運動をモデル化する際に球体に一樣な速度が作用するとしたこと、球体の回転、および滑面との摩擦を考慮しなかったこと等が原因と考えられる。

(球体が2個のばあい) 球体を流れに対して垂直に配置した場合、2球体はその振動の中央で最も接近する比較的安定なカーブを描く運動をする(写真-1)。また、球体が流れに平行に並んだ際、後方の球体が前方の球体を飛び越える現象が観られた。

(球体が3個のばあい) 球体を流れに対して垂直に配置した場合、中央の球体は両端の球体に比べて大きく振動し(写真-2)、また、振動に伴って両端の球体に引き寄せられ不規則な運動を始める(写真-3)。この運動は不安定なため、これら3個の球体は2個と1個の組に分かれる。



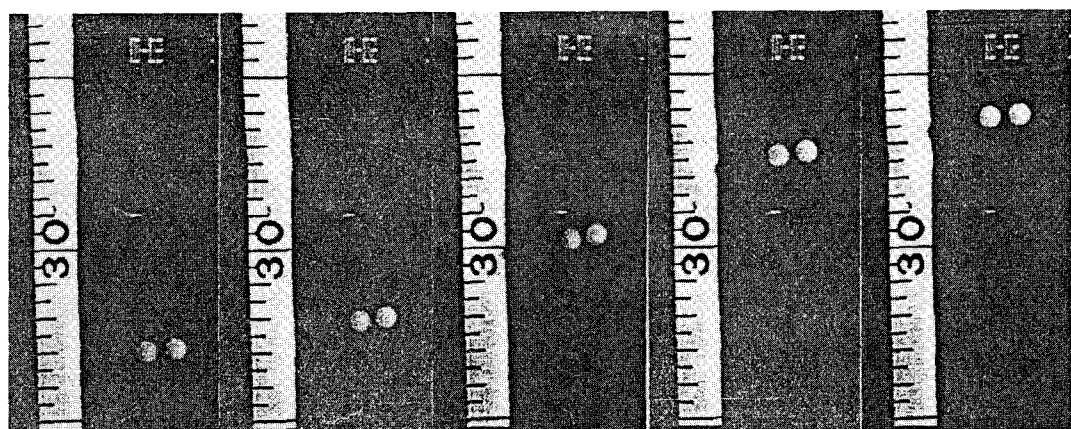


写真-1 左から $t=0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6$ (秒)

$Re = 220$

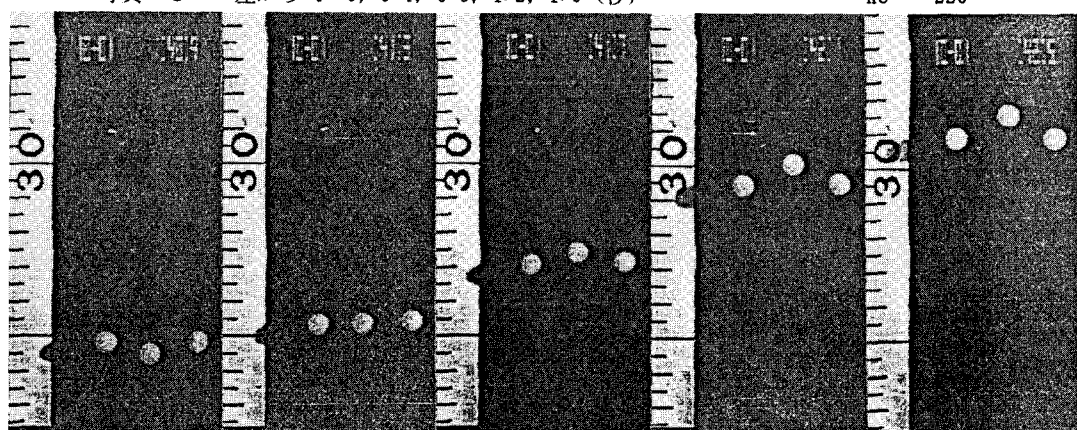


写真-2 左から $t=0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6$ (秒)

$Re = 220$

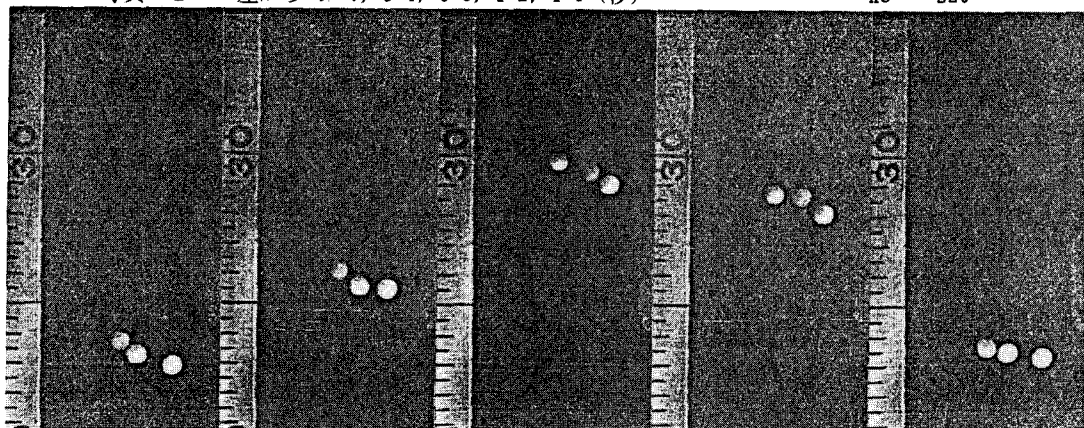


写真-3 左から $t=0, 1.0, 1.6, 2.5, 3.0$ (秒)

$Re = 220$

謝辞. U字管振動流装置を製作してくださった筑波大学技官飯高稔氏に謝意を表します.