

II-370 進行波の中を落下する固体粒子の散らばり

琉球大学工学部 正員 河野 二夫
開発方那覇港工事事務所 学生員 知花 包信
日特建設株式会社 学生員 松田 治

1) はじめに

流体と固体粒子との相互作用の機構を解明する目的で、流体中で固体粒子群と自由落下させた場合の粒子の散らばりに関する実験を行なった。前年度は主に静水中で落下させた場合の水の中および水底における粒子の散らばりについて行ない、その結果を報告した¹⁾。今回は、進行波の中で固体粒子群と落下させた時の自由落下による水底での散らばりについて実験を行なった。本論文はその結果を示したものである。近年、海洋あるいは沿岸開発が行なわれることと関連して、土砂投棄や海洋廃棄物の自由落下に関する諸問題が提起されているが、この様な諸問題の中で究明すべき基礎的内容を含む課題であると考えられる。このような研究に関連した研究成果は多く報告されているが、その大部分は静水中か、あるいは定常流の中での実験である。

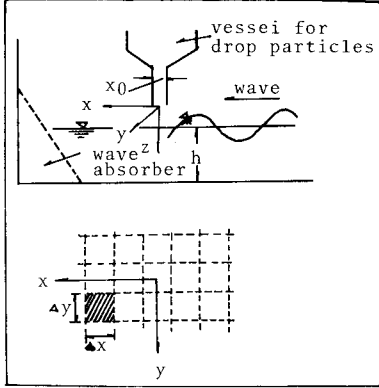
2) 拡散方程式とその解¹⁾

図1で二次元的流体場を考えたときの拡散方程式は次式で表わせる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + (v + w_0) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z} (D_z \frac{\partial C}{\partial z}) \dots (1)$$

$z = z_1 + \int u dt$, $z = z_1 + \int (v + w_0) dt$ によって上式を変換し、スリット部での初期条件¹⁾のもとに解き、さらに底面での濃度分布に注目すると、次式が得られる。

$$\frac{C}{C_m} = \frac{1}{2 \cdot \text{erf}(kh)} \left[\text{erf} \left\{ kh \left(1 - \frac{z(x - z_m)}{x_0} \right) \right\} + \text{erf} \left\{ kh \left(1 + \frac{z(x - z_m)}{x_0} \right) \right\} \right] \dots (2)$$

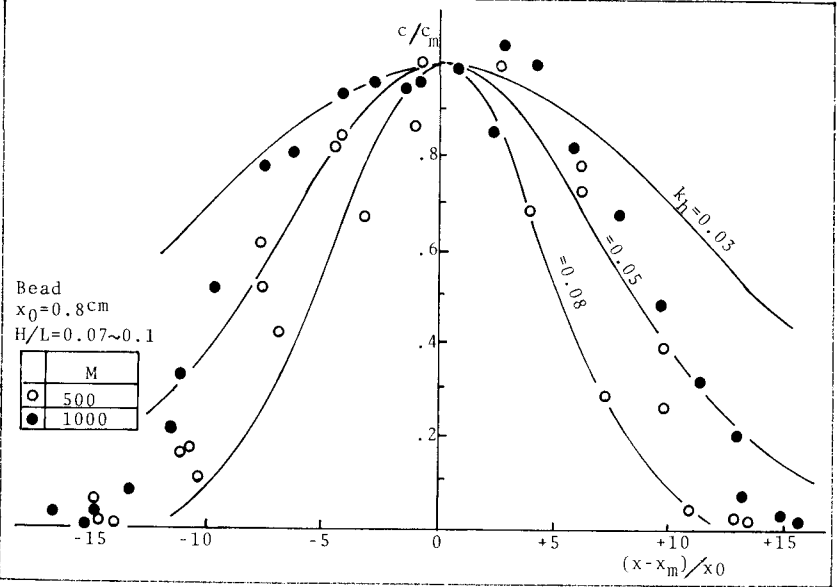


図・1：落下装置と底面格子

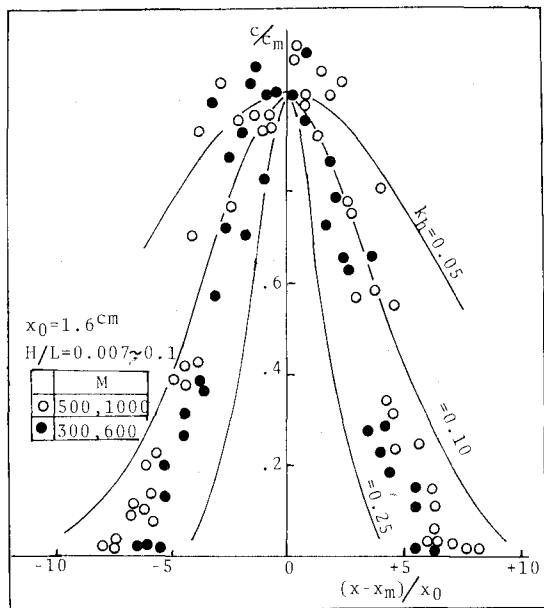
以上の式で、C：濃度、 C_m ：底面粒子分布の中心位置での濃度、 z_m ：底面粒子の中心位置、 u , v ：水粒子速度の水平方向と鉛直方向の成分、 D_x , D_z ：拡散係数、 w_0 ：粒子の沉降速度、 erf ：誤差関数である。なお

$$kh = \sqrt{x_0^2 w_0^2 / 16 \cdot D \cdot h} \dots (3)$$

式(2)を求める場合には、 u と w_0 は一律な流速で仮定し、 v は無視した。また、 $D = D_x = D_z$ としてある。



図・2：底面の濃度分布（計算値と実測値）



図・3：底面濃度分布

3) 実験内容の概要

造波装置は長さ7m、高さ0.6m、水路幅0.3mのもので、図・1に示すように、粒子投入器のスリット先端部が進行波の峯の位置にくる様に固定した。実験の概要と次表に示した。

固体粒子	比重	粒径	流速速度 u_0	落下回数 M	水深 h	スリット巾 z_0	波形勾配 H/L
Bead	1.55	0.6	28.4	500	40	0.8	0.007
				1000		1.6	0.027
Polystyrene	1.04	0.64	8.1	300	40	2.4	0.1
				600			

スリット断面は長方形で奥行きは水路幅に取ってある。

4) 実験結果と考察

図・2～図・4は底面濃度分布に対するスリット幅(z_0)、落下粒子回数(M)の影響に注目したものである。図・2はBeadだけと示し、図・3～4はBeadとPolystyreneが同時に示してある。

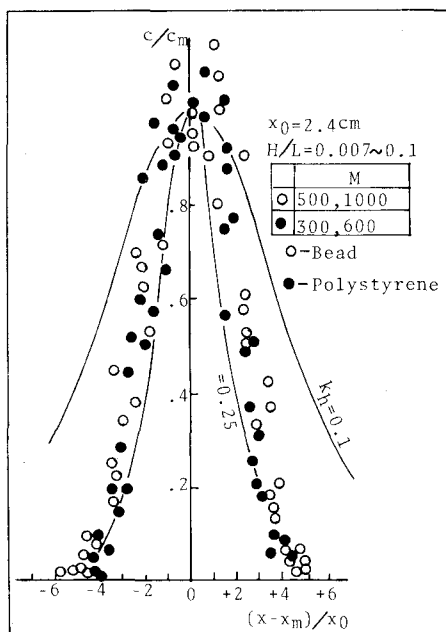
これらの結果、計算値(式-(2))は実験値の分布特性とはば示している。また、スリット幅による影響が大きい事がわかる。

図・5は、波形勾配の影響を調べたもので、図の中の実験値は $z = z_m$ の両側の濃度と同一のグラフに示してある。図によると、波形勾配の小さい程粒子の散らばりが大きくなることかわかる。なお、この傾向は $z_0 = 1.6, 2.4 \text{ cm}$ の場合は、図・5に示す程の差異は見られなかった。

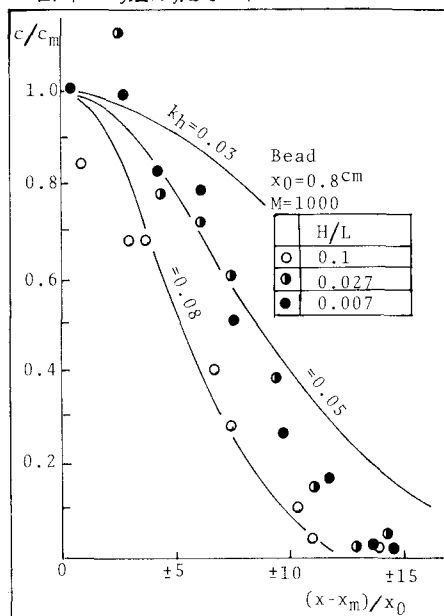
以上の事から拡散係数は評価出来るが、その概要と要約すると、拡散係数に関する k_H の値の z 方向の分布は概略一定と見做されるが、スリット幅や、粒子落下回数、波形勾配等により異なる値になる。

参考文献

- 1) 河野・藤田：水中と落下する固体粒子の散らばりに関する研究，第27回海岸工学講演会論文集，1980。



図・4：底面濃度分布



図・5：底面濃度分布