

琉球大学工学部 正員 河野 二夫

学生員 奥平 良則

学生員 真境 名純

〔1〕緒言

流体中を落下する固体粒子の沈降拡散に関する実験を行ってきた。これまでの研究と同様の内容であるが、以前の研究では粒子として比較的球形に近い *bead* や *nylon* を用いたのに対し、今回は実際の砂や礫を使用した。また造波水槽も今までは 2.2 m (長さ) $\times 0.3\text{ m}$ (幅) $\times 0.65\text{ m}$ (高さ) のものであったが、今回は $2.2\text{ m} \times 0.8\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ のものを使用した。落下装置は図1に示すものである。実験内容や方法については今までのものと同様であるので説明を省略する。

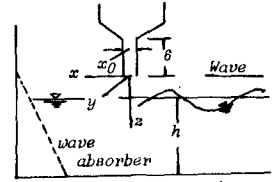


Fig. 1: Test installation

〔2〕理論的考察

静水中を落下する固体粒子群を瞬間自由落下させた場合の粒子群の濃度 C は図・1の座標系に対し次式で示される。¹⁾

$$C = \frac{1}{(2\sqrt{\pi}t)^{3/2} D_x \cdot D_y \cdot D_z} \iiint_{-\infty}^{\infty} F(\xi, \zeta, \eta) \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{4t} \left\{ \frac{(\alpha - \xi)^2}{D_x} + \frac{(\beta - \zeta)^2}{D_y} + \frac{(\gamma - \eta)^2}{D_z} \right\} \right\} d\xi \cdot d\zeta \cdot d\eta \quad (1)$$

上式で t : 時間; D_x, D_y, D_z : 拡散係数; $F(\xi, \zeta, \eta)$ は初期値を与える未定定数; ξ, ζ, η はパラメータである。水底面において、 $\alpha = x_m$ のときの濃度を C_m とおくと式(1)は次式に変換される。²⁾

$$\frac{C}{C_m} = \frac{1}{2 \cdot \text{erf}(kh)} \left\{ \text{erf} \left\{ kh \left(1 - \frac{2(\alpha - x_m)}{x_0} \right) \right\} + \text{erf} \left\{ kh \left(1 + \frac{2(\alpha - x_m)}{x_0} \right) \right\} \right\} \quad (2)$$

上式で erf は誤差関数を示す。また kh は拡散係数に關係する定数で $kh = \sqrt{x_0^2 \cdot \bar{w}} / 16 D h$ である。ここでは拡散係数は $D_x = D_y = D_z = D$ としてある。また $\bar{w}$ は粒子群の平均沈降速度である。式(2)を波動中の固体粒子の沈降拡散に適用するのは問題があるが、水粒子速度に比較して $\bar{w}$ が大きい場合は近似的には式(2)で現象を説明出来るものと考えられる。

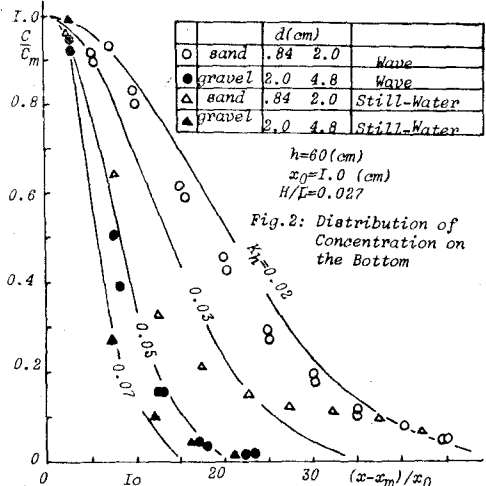
〔3〕実験概要

固体粒子および波の諸元を簡単に説明する。使用した粒子は砂(比重2.63)、砂礫(2.67)で粒子は前者が $d = 0.84 \sim 2.0\text{ mm}$ 、後者は $2.0 \sim 4.76\text{ mm}$ のものである。落下高(平均水深)は $h = 60\text{ cm}$ 、スリット幅は 1.0 cm と 3.0 cm の2種類である。また波は進行波の場合で波形勾配は 0.006 ; 0.027 , 0.067 の3種類を作用させた。比較のため静水中の落下実験も同時に行なった。

〔4〕実験結果と考察

図・2には底面における濃度分布を(2)と比較して示し

である。図によると、砂は礫よりも拡散し、また静水中の場合よりも波動による拡散が大きいことがわかる。



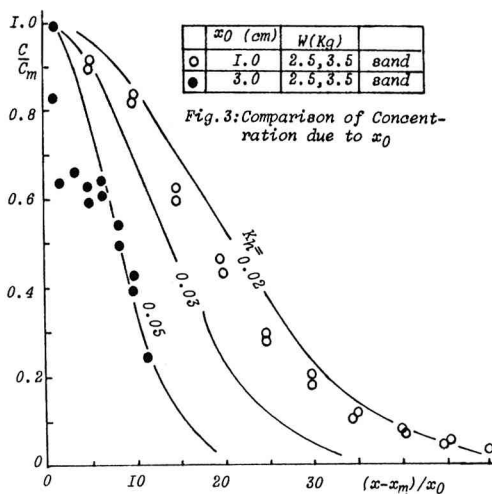


Fig.3: Comparison of Concentration due to x_0

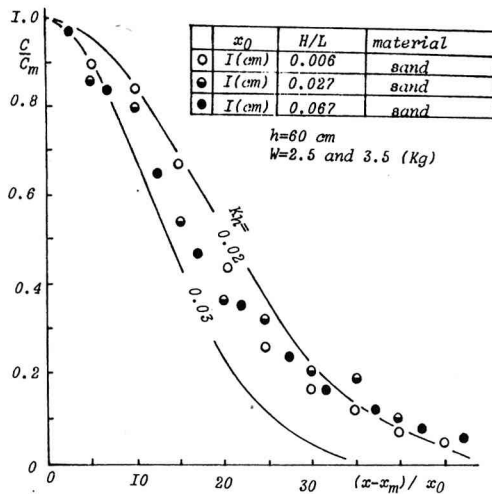
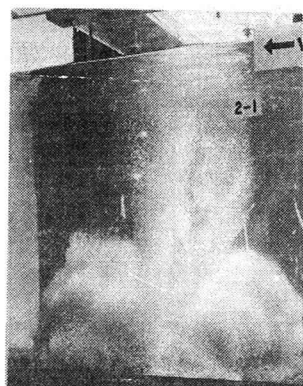
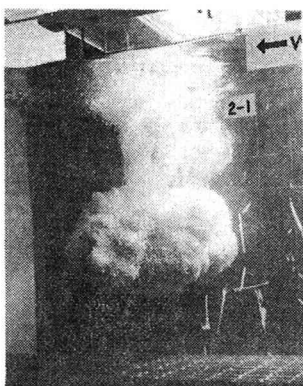
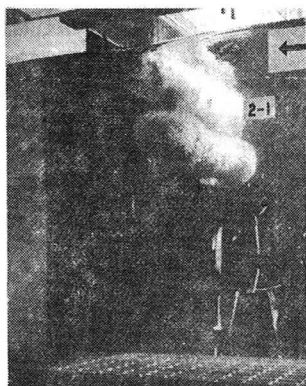


Fig.4: Comparison of Concentration due to the Waves



次に S l i 七幅による底面濃度分布の比較を図3に示した。図の中で W は落下粒子の総重量である。図によると S l i 七幅が小さい程拡散することがわかる。最後に x_0 を一定にして波高勾配を変化させた場合の底面濃度の比較をしたものが図4である。図によると波高勾配による差異はあまり明確でない。ただし、拡散の範囲は、わずかではあるが波高勾配の大きい程大きくなることが認められる。すなわち落下地点 ($x=0$) より遠方まで散らばる傾向が認められる。参考のため、落下拡散の状況を Video-Tape に収録したものの中から1例を写真に示した。

(5) 結 語

静水中の固体粒子群の瞬間自由落下に対する拡散方程式の解の結果により砂や礫などの様な比較的比重の大きい場合の拡散に対しては現象を説明できる。なお、S l i 七幅による拡散への効果は極めて大きい。

(参考文献)

- 河野二夫・藤田智康：水中で落下する固体粒子の散らばりに関する研究，第27回土木学会海岸工学講演会論文集，1980年11月
- 河野二夫・知花包信・松田治：進行波中を落下する固体粒子の散らばり，第36回年次学術講演会概要集，1981年10月