

漂砂の移動機構に関する一考察

京都大学防災研究所 正員 野田 英明
 運輸省第四港湾建設局 川嶋 康宏
 電源開発株式会社 高山 良雄

1. まえがき 近年 tracer 物質を利用して漂砂の移動量や移動方向を推定しようとする研究が盛んになすめられている。波の作用によって底質が移動する場合、これに影響を及ぼす要素は、水粒子の往復動と二次的な質量輸送であると考えられる。漂砂の研究に対し tracer 物質を利用する場合、これらによる底質の移動機構を十分に把握しておくことが必要である。前報においては、後者の影響が顕著であることを強調したが、漂砂の移動機構を究明するためには前者の効果をも十分に吟味しておかねばならない。著者らはこうした観点から今回固定砂面からなる水平床の上に tracer 物質を投入し、重複波の作用によってこれらが移動していく過程を実験的に調べて漂砂の移動機構を検討したので、ここに報告する。

2. 実験装置と方法 実験は長さ 3m、幅 0.3m および高さ 1m の銅製片面ガラス水槽を用いて行なった。水槽の一端は鉛直壁とし、これより 2.5m の位置にフラツタ式波板を設置した。水槽底面はアクリル樹脂板を用いて水平にし、これに粒径ほぼ 1mm の木津川産の砂と一様にスス付けして固定粗面とした。水槽底面の任意の場所に 100 粒の tracer 物質を瞬間投入し、その後重複波の作用によって、それらがどのように移動するかを観察するため、任意の単位区間 (2.5cm) に存在する tracer 粒子を写真に撮影して、その個数を数える方法をとった。tracer として用いた物質は粒径ほぼ 1mm の塩化ビニール粒子、石炭粒子、人工軽量骨材および天然砂であり、これら物質の諸特性は表-1 に示す。実験は水深を 40cm と一定にし、波の周期 T および波長 L をそれぞれ 1.45sec、250cm と固定して、波高 H を 10、14 および 17cm と変えて行なった。図-1 は実験に用いた重複波の諸特性を示すもので、いま鉛直壁から水槽の長さ方向に距離 x とすると、いづれの波高に対しても、重複波の腹の位置は $x=0$ と 125cm、節のそれは 62.5cm となり、さらに、 $125 > x > 62.5$ cm と 62.5 cm $> x > 0$ の範囲において、質量輸送の方向が異なることを示している。

表-1. tracer 物質の諸特性

	比重	$\tan \varphi$
塩化ビニール粒子	1.27	0.89
石炭粒子	1.40	1.08
人工軽量骨材	1.84	1.16
天然砂	2.64	1.29

(φ : 水中の静止摩擦角)

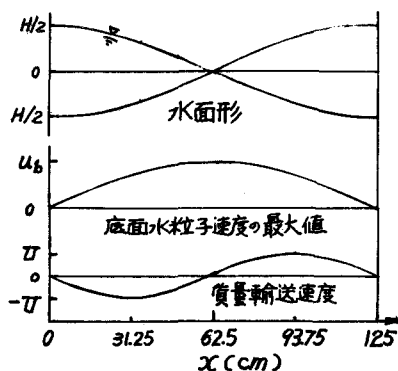


図-1. 重複波諸特性の概要

3. 実験結果と考察 図-2 は tracer として塩ビ粒子を用いた実験結果の一例であって、波高が 10 および 14cm の場合を示している。これらの図は tracer 投入後 1~10 分における粒子数の場所的分布とヒストグラフを用いて示したもので、縦軸の値は任意の単位区間内に存在する tracer 粒子の個数 C と投入全個数 C_0 の比である。図から明かなように、時間の経過とともに粒子は投入個所から両側に拡っていくが、その分布の時間的

変化にはつぎのような傾向がある。すなわち、1) いづれの波高の場合にも、粒子は全体として、重複波の腹の方向に移動しているが、投入後数分と、 $X > 100$ cmの領域における粒子数はほぼ一定になり、その後変化しない。これは移動限界以下になり運動を停止したためと考えられる。2) 波高が増大すると、節の方向への移動量が増し、かつその移動範囲も広くなり、短時間で広い範囲に分散する。このような傾向は石炭粒子の場合にもみられるが、塩ビ粒子に比べて比重が大きいため、塩ビ粒子に比して移動の場所的、時間的変化は少ない。さらに軽量骨材、天然砂は実験の範囲では移動しなかった。以上の結果と要約すると、移動の主方向は質量輸送の方向と一致するが、それと逆方向に輸送される粒子も存在する。こうした粒子の個数、輸送される距離は波高の増大とともに増加し、比重の増加とともに減少する。このことから重複波のように流体が同期運動をする場合、流体は底質を拡散させる性質と一方向に輸送する性質をもつことがわかる。図-3は特定の場合における塩ビ粒子個数の時間的変化を示すものであり、図

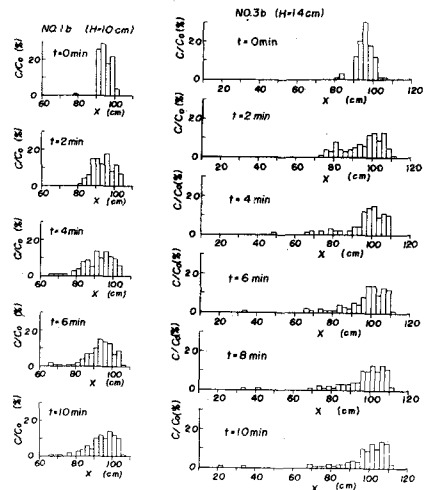


図-2 tracer粒子の移動過程

図-3は特定の場合における塩ビ粒子個数の時間的変化を示すものであり、図

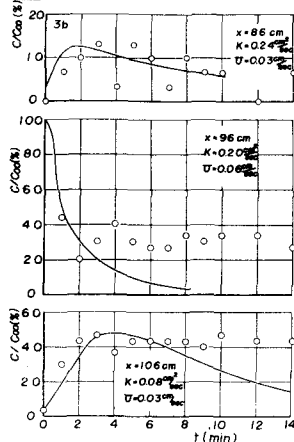


図-3 粒子個数の時間的変化

	H (cm)	K (1/sec)	U (cm/sec)	X (cm)	(cm)
○	10	0.04	0.03	96	—
●	14	0.20	0.06	96	96
●	17	0.40	0.08	91	93

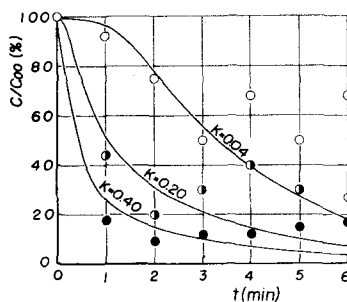


図-4 個数の時間的変化に及ぼす波高の効果

	H (cm)	K (1/sec)	U (cm/sec)	X (cm)	Y (cm)
○	10	0.01	0.01	96	96
●	14	0.10	0.01	96	95.5
●	17	0.25	0.02	91	90.5

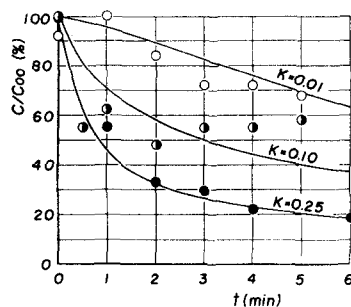


図-5 個数の時間的変化に及ぼす波高の効果

図-4および図-5はそれぞれ塩ビ粒子および石炭粒子の投入点付近における個数の時間的変化と波高別に示したものである。図中の実線は粒子の拡散係数Kおよび移動速度Uを一定として求めた理論結果に対し、実験値にもっともよく適合するKおよびUの値と選んだ理論曲線である。これについては講演時に述べる。これらの図がう明らかに、Kの値は波高の増大とともに大きくなり、節の位置に近づくほど大きい。しかし底質の比重が増すと減少することがわかる。一方、Uの値は図-1に示す質量輸送速度の方向の傾向と一致し、波高が増大すると増加し、比重が増大すると減少する傾向がみえる。このことから、拡散に対しては水粒子の往復動が重要な役割をはたしているといえよう。