

III-17 混合砂の浮遊に関する実験的研究

京都大学防災研究所 正員 土屋 義人
京都大学大学院 学生員 伏野 洋一郎

1 緒言

自然河川あるいは海岸における諸現象を取り扱う場合には、必ず土砂の流送に関連した問題が伴う。土砂の流送の現象は掃流によるものと浮遊によるものの二種類に大別されて、それぞれに対する基礎的あるいは実験的研究がおこなわれてきた。本研究はこうした土砂流送に関する二つの現象のうち、とくに後者の浮遊に関して主として実験的に考察しようとしたものである。従来土砂の浮遊に関する研究は O'Brien をはじめ Rouse, Vanoni, Ismail, Einstein, Hunt, およびわが国では達水, 倉田, 室田, 橋, 志村らがそれぞれ実験的あるいは理論的研究を進め、多くの成果をおけてきたが、ほとんどの場合その考察は一樣粒径の粒子を対象としたものである。ところばいうまでもなく自然の浮遊砂は混合砂であることから、粒子の混合状態の特性がその浮遊現象に及ぼす効果を明らかにし、そうした混合砂の浮遊流砂量の推定法を確立すべきことが極めて重要な問題となっているのである。

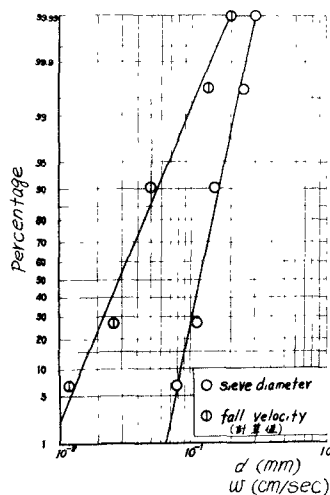
このような混合砂の浮遊機構に関する研究は理論的なものとして、Hunt が簡単な考察を行ない、また Einstein は実際上の立場から混合砂の浮遊流砂量を推定する方法を提案しているが、詳細な検討はおこなわれていない。以上のような現状において、混合砂の浮遊機構を解明する一歩として、1959年 Rouse が行なった実験と同様に、一樣な乱れの場合における浮遊現象をとりあげ、そのような乱れの場合における混合特性の浮遊機構に及ぼす影響を実験的に究明すべく考察を進めてきたので、えられた二、三の結果について述べることにし、今後の問題点について考察してみたいと思う。

2. 実験装置および実験方法

(1) 実験装置 実験水槽は直径 50 cm, 深さ 50 cm の鋼製、一部合成樹脂板製で内部の様子が観察できるようにしており、その内部には中心間隔 1 cm, 直径 6 mm, (今後さらに大きくしていく) の孔を全面にあけた円板を適当な間隔に数枚とりつけたものを、つぎのような機能で上下運動させるようになっている。周期: 0.2 sec, 0.5 sec, 1.0 sec, 2.0 sec, 振巾: 0.5 ~ 5 cm, 円板の間隔: 1 ~ 5 cm。実験に用いた粒子は図-1 に示したような粒度分布をもつ合成樹脂の粉末であって、その比重は 1.273 で形状はほとんど球形である。混合粒子の一つとしてはこの粉末を用い、また一樣粒子としてはこの粉末をフルイ分けした 0.075 ~ 0.110 mm, 0.110 ~ 0.250 mm のものを用いた。

(2) 実験方法 以上の装置によって、まず一樣粒子の場合の浮

図-1 実験に用いた粒子の粒度と沈降速度分布



遊粒子の濃度分布を測定し、つぎにそれと同じ中央粒径をもつ混合粒子（いまの場合は図-1に示したもの）について同一条件のもとに実験を行なって、混合特性の浮遊機構に及ぼす効果を種々の乱水の場合において検討することにした。

3 実験結果に対する考察

図-2は0.110~0.250 mmの粒子を用いた場合の浮遊粒子の濃度分布に関する実験結果の一例である。こうした場合の浮遊に関する基礎式は鉛直方向のみに濃度変化があるものを考えれば、次式であらえられる。

$$wC + E \frac{dC}{dz} = 0 \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 C :濃度、 E :粒子拡散係数、および w :粒子の沈降速度である。この関係と図-2に示した結果に基づけば、一様粒子に対する本実験結果においては十分一定であることがわかる。図-3は図-1に示した混合粒子の場合の実験結果であり、また図-4および5はこの場合の浮遊粒子の特性を示したものである。図-2および3に示した結果によれば、(1)式における w/E の値はほとんど一致しているようであるが、図-5の結果からいってむしろ当然であろう。ところが濃度そのものの値は大きく相違していることがわかるが、これは(1)式に対する境界値の大小に基づくことは当然であるが、同一の条件でもこのように相違する事実は明確でない。一方、Huntは混合砂の浮遊に関する考察を行なって、

$$E_m \frac{dC}{dz} + \bar{C} \frac{dE_m}{dz} \cdot (E_m - E_m) + (1 - \bar{C}) \sum C_r w_r = 0 \quad \text{----- (2)}$$

をえている。ここに、 E_m および E_m :粒子および水の拡散係数、 $\bar{C} = \frac{\sum C_r}{C}$ である。各粒径の粒子の濃度分布に対して重ね合わせが成立するとして導かれた(2)式に対しては、やはり問題点があるものと考えられるが、こうした点に対する考察と実験結果による混合粒子の浮遊機構に及ぼす混合特性の効果に対しては、その詳細を講演時に発表するつもりである。最後に本研究を行なうに当って御指導を賜った岩垣雄一教授に感謝するとともに実験に助力していただいた久下元一氏に謝意を表する。

図-2 一様粒子の場合の濃度分布

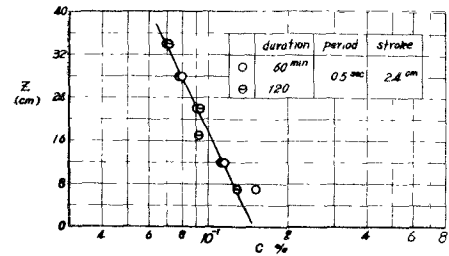


図-3 混合粒子の場合の濃度分布

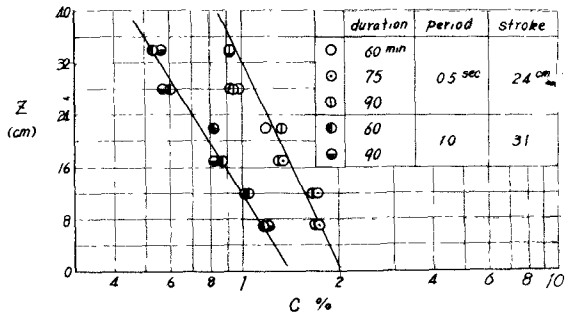


図-4 浮遊粒子の粒度分布

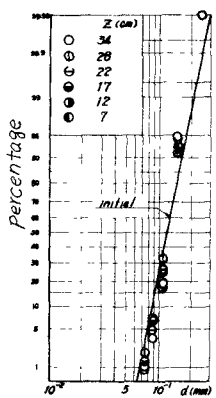


図-5 浮遊粒子の中央粒径及び標準偏差の鉛直分布

