

大阪大学 正 田 部 康
大阪大学 正 盛 岡 通
大阪大学 正 八 木 俊 策

1.はじめに. 筆者らは実河川における有機性微細粒子の挙動を把握するため, 室内実験を実施した. 微細粒子は汚泥砂と異なり沈降速度が小さいこと, 又, 実河川には蛇行・変形・人工構造物による死水域が存在するという2点に注目し, 前者に対しては循環式水路を用いることにより, 又, 後者に対しては水制を設置することにより対処した.

2.実験方法. 実験にはFig-1に示す水路を使用し, 死水部の影響を見るためにはFig-2に示すように水路上に1ブロックが $5 \times 10 \text{ cm}^2$ の凹部を適量並べた. 使用粒子は凝集性のある微細粒子「ツークライト」で, その平均的粒度分布をFig-3に示す. 通水方法は清水を実験条件に従った流量で循環させ, 数リットルの水でよく攪拌したツークライトの濁水を $\tau=0$ でタンクに投入した. 又, ツークライトをあらかじめ低流速で沈殿・堆積させたのち同様な実験を行い, 水路床から粒子が洗堀・浮上し流体中へ供給される場合も行った. 流量は2つのバルブで調整し, 平均流速は水路中央の水深・水路幅・流量から算出した. サンプルは1回に100ccを各RUN毎に20~40回採水し, ミリポア吸引ろ過器で汚濁粒子の重量濃度を測定し, 遠心沈降式粒度分析器で粒度分布を測定した. 全循環水量はRUN毎に異なり, 80~200ℓであり, 蒸発・採水による減少量は最大16ℓであった. 微細粒子のみかけの沈降速度は次式より求めた.

$$V \cdot \frac{d\bar{C}}{dt} = -B \cdot \beta \omega_s \cdot (\bar{C} - C_0) \quad \text{or} \quad \ln \frac{\bar{C} - C_0}{C_0 - C_0} = -\frac{B}{V} \cdot \beta \omega_s$$

V : 循環水量, B : 水路面積, $\bar{C}$: 濃度, C_0 : 初期濃度 C_0 : 平衡濃度 $\beta \omega_s$ は沈降する粒子と沈降・浮上する粒子の差であり, みかけの沈降速度である. 本実験は平均流速が3~4cm/sの範囲で行ったが, 低流速(3~8cm/s)では濃度減少は連続する傾向にあり, C_0 には容易に到達しなかった. そのため実験結果から得られた $\bar{C}$ (あるいは $\bar{C}/C_0$)と L^* の関係(代表例をFig-4に示す.)から C_0 を仮定し, $\beta \omega_s$ を求めた. しかしながら, Fig-6, 7に示すように流体中の粒子は大きなものから沈降するため時間とともに $\beta \omega_s$ は減少し, $\beta \omega_s$ 一定の値では長時間の濃度減少を表現できなかった. 先述したように V の値が各RUNでまちまちなため, L^* (沈下距離に相当)を次のように

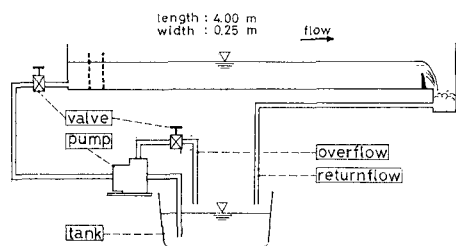


Fig-1 Experimental channel
Run NO. 30

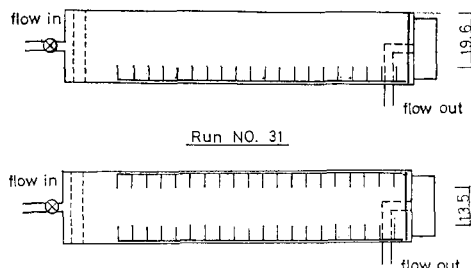


Fig-2 Channel for NO.30 & 31

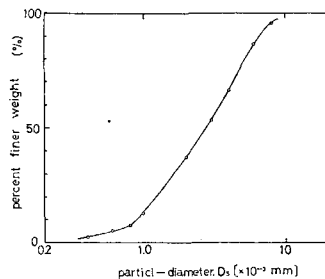


FIG-3 Particle-size Distribution

RUN NO.	流量 cm ³ /s	流速 cm/s	水深 cm	初期濃度 ppm
7	770	6.3	4.9	2314
10	1200	9.8	4.9	2113
30	800	8.8	4.4	1634
31	800	12.4	4.5	1567

Table-1 Summary of RUN

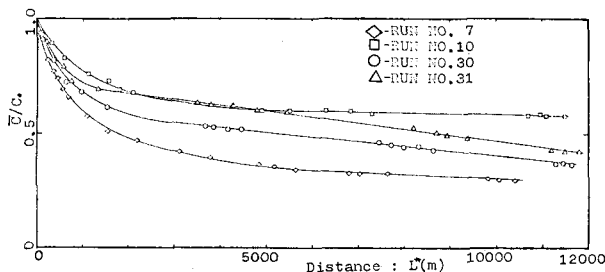


Fig-4 Relationship between $\bar{C}/C_0$ & L^*

定の、各RUNを統一した。

$$L^* = \frac{B \cdot H}{V} \cdot t \cdot \bar{u}$$

H: 水深, $\bar{u}$: 平均流速
t: 循環時間

3. 実験結果、1) $\bar{c}$ と L^* の関係、死水部の有無による濃度減少 ($\bar{c}/C_0$) の相違例を Fig. 4 に示し、各RUNの条件を Table-1 に示す。取りつけない場合、濃度減少は次第に緩やかになり、平衡濃度に到達する傾向が見られ、取りつけた場合、初期の減少傾向はよく似ているがその後はほぼ直線的に減少する。RUN NO. 7, 30, 31 はほぼ同流量であるが、NO. 30, 31 は死水部の取りつけにより流速が速くなり、NO. 7 と比較して初期の濃度減少は小さい。しかし、NO. 7, 10 に見られる平衡濃度が存在せず死水部と主流部の水質交換により、濃度減少は持続することが確認された。2) βW_0 と $\bar{u}$ の関係、 βW_0 と $\bar{u}$ の関係を Fig. 5 に示す。NO. 30, 31 以外の点は死水部なしのRUNである。先述のように βW_0 は時間とともに減少するため、初期 (L^* が 3000 m 程度) の βW_0 を示す。 $\bar{u}=0$ の2点は静水沈降実験(ピーカー内)を行い、分散剤(H.M.P.-Na, 5%)を投入した場合としない場合であり、凝集性がなくなった場合 βW_0 がかなり小さくなることがわかる。NO. 30, 31 の平均流速は死水部を除いた主流部の断面積で求めたものである。死水部なしの場合流速の増加とともに βW_0 が減少する様子が確認された。NO. 30, 31 を同一流速の死水部なしの場合と比較すると βW_0 が大きく、又、流量のほぼ等しいNO. 7 と比較してNO. 30 が 20%、NO. 31 が 36% 増加している。3) 粒径の経時変化、Fig. 6, 7 は粒径の経時変化である。粒度分布の測定結果とその時点の濃度より粒径階の輸送量を求めたものである。NO. 10 は通水前に水路床に粗砂が堆積しているため、1.0 μ 以上の粒子が沈降し、それより細かい粒子は水路床から流体中へ沈降、浮上によって供給されているのがわかる。NO. 31 は、0.8~1.0 μ を境界にして沈降する粒子と輸送される粒子に区別される。4) 死水部での堆積状態、Photo-1 はRUN NO. 31 のそれぞれ $L^*=72m, 540m, 2200m$ における堆積状態である。(水路下より撮影) 黒くカゲになっている部分が堆積粗砂である。凹部内では中心に渦状に堆積し、主流部では水路中央付近に頭着であり、帯状に堆積している。又、死水部と主流部の水路床に薄片を設置し(厚さ=0.3mm) 堆積量を測定したところ、NO. 30, 31 とも死水部が 50~7% 増であった。

4. あとがき、本実験では死水域を設置した場合の平衡濃度が存在しない。②沈降速度が増大する。の2点が特に検証された。今後、死水部の形状・量、流速・流量との関係が第1に取り上げられる問題と考える。

なお、大阪大学、末石富太郎教授の御指導、御助言に心より感謝いたします。

(参考文献) Partheniades, E. ASCE, HY6, 1968.

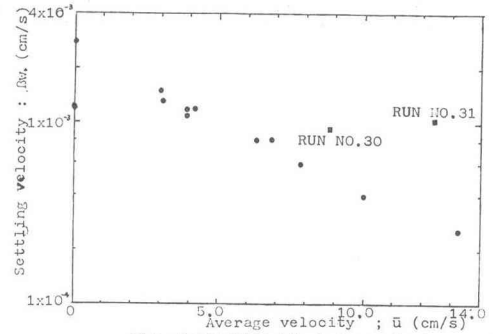


Fig. -5 Relationship between βW_0 & $\bar{u}$

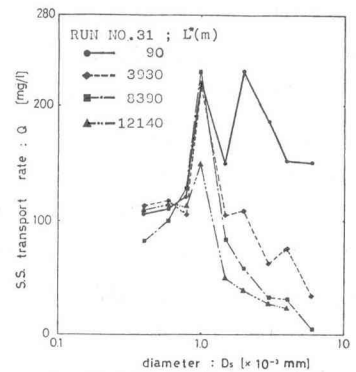


Fig. -6 Relationship between Q & D

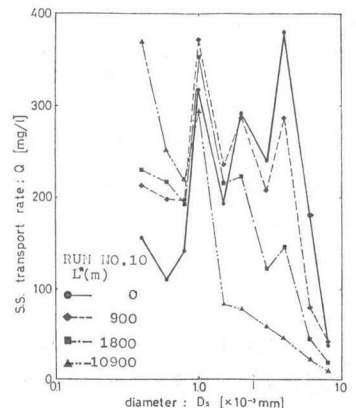


Fig. -7 Relationship between Q & D



Photo-1 $L=72m, 540m, 2200m$.