

水路凹部と主流域との混合特性について

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗
 京都大学工学部 正員 綾 史郎
 京都大学大学院 学生員 ○藤田 乾一

1. はじめに 断面形が不規則に変化する河川における移流分散においては、死水域における物質貯留効果の重要性が指摘されているが、本文では、水路に水制を設置することにより発生した死水域と主流域との間の物質混合、および、主流域における分散雲の挙動について、実験を行なったので報告する。

2. 実験の概要 実験は、幅15cm、長さ10m、こう配 $1/500$ の長方形断面の水路を用い、一辺2.5cmの正方形断面の水制を側壁に設置した。また、死水域の発生しない場合との比較のために、水路幅を10cmに狭くし、水制を設置していない場合についても実験を行なった。トレーサーとしては、比重1.0に調整した6%NaCl溶液を用い、導伝率計により濃度測定を行なった。主流域における分散雲の挙動を調べるにあたっては、上流端より1mの地点で瞬間面源にて投入した。また、主流域と死水域との混合については、死水域内部に直接NaCl溶液を連続注入し、死水域内の濃度が、ほぼ一定となった段階で注入を止め、死水域内の濃度を測定することにより、死水域と主流域との物質混合の様子を示す混合速度を求めることとした。いずれの場合も濃度測定は水深の $1/2$ の点で行なった。

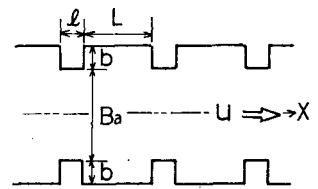


図-1

3. 実験結果およびその考察 水制のない場合について、水路中央における濃度-時間曲線からモーメント法により、分散係数を求めると、 $D/\epsilon u_m$ の値は、本実験ケースでは37~86となった。また、水制を設置した場合には、濃度-時間曲線は、水制のない場合に比較して、いわゆる tailing現象を描いていることが確認され、このときの、分散雲の挙動をピーク濃度および重心の伝播速度と断面平均流速とを対比することにより調べた。図-2は、これらの関係を図示したものであり、これらの各ケースでは、流量はほぼ同一に保たれ、また、 $L/b=\infty$ は、水制のない場合である。図中の白抜き記号はピーク濃度の発生時刻を、黒塗り記号は重心の伝播時刻を、また、各 L/b に対応する直線は、その傾きが断面平均流速を示している。これによれば、水制のない場合には、分散雲の重心の伝播速度は、ほぼ断面平均流速に一致しているが、水制を設置した場合には、かなり遅れることがわかる。I.R.Wood¹⁾は、Arisのモーメント法を用いることにより、死水域の発生している場合の分散雲の重心の伝播速度を次式により与えている。

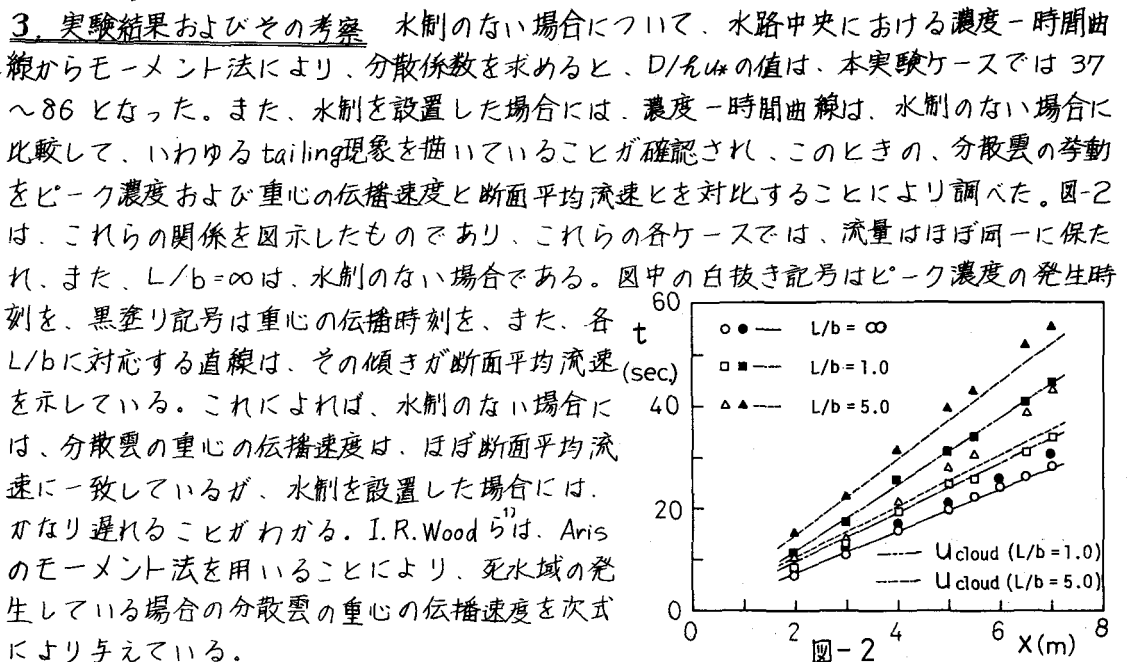


図-2

$$U_{cloud} = \frac{B_a}{B_a + 2bL/(L+b)} \bar{u} \quad (1)$$

図-2に、 $L/b=1$ および3のときに、上式より求めた値を傾きとして記入したが、これらは、実験値とよく適合している。また、上式による値を用いて、 $x/U_{cloud} \sim \sigma_t^2$ の関係を示したものが図-3であり、これによれば、水制のある場合には、ない場合に比較して、投入直後に、急激に σ_t^2 が増大していることにより、分散雲が著しく引き延ばされていることがわかる。

つぎに、死水域と主流域との物質混合を調べる実験では、主流域の濃度 $C_a=0$ のとき、死水域内の濃度が次式で与えられることより、混合速度 k を求めた。

$$C_a(t) = C_a(t=0) \exp(-kt/b) \quad (2)$$

混合速度を断面平均流速 $\bar{u}$ で無次元化したものと、 Fr 数、 Re 数との関係をそれぞれ、図-4、図-5に示した。また、他のトレーサーによる実験結果と比較のため、著者ら²⁾が直

径6mmのパンチクスを用いて行なった実験結果を図中に挿入した。これらによれば、 $k/\bar{u}$ と Fr 数あるいは Re 数との間に、著しい関係は認められないが、トレーサーとしてNaCl溶液およびパンチクスを用いた、いずれの場合においても、 $k/\bar{u}$ は、0.01~0.05程度の値をとり、これは、他の実験結果、たとえば、上述のI.R.Woodらが水路床における凹形領域に対して行なった実験結果とほぼ一致している。

4. おわりに 主流域における分散雲の挙動に関する実験では、主流域内の濃度分布は断面内ではほぼ一様であることが実測されているが、それ以降の領域、すなわち、死水域モデルよりTaylorモデルへ移行する領域での移流分散に関して、今後、研究していく予定である。

参考文献

- 1) E.M.Valentine & I.R.Wood ; Longitudinal dispersion with dead zone, Proc. ASCE, Vol.103, No.HY9, 1977.
- 2) 岩佐・綾・藤田 ; 水路中の変化による死水域の発生とそれに伴う混合現象について, 第32回年次学術講演会講演概要集, II-239, 1977.

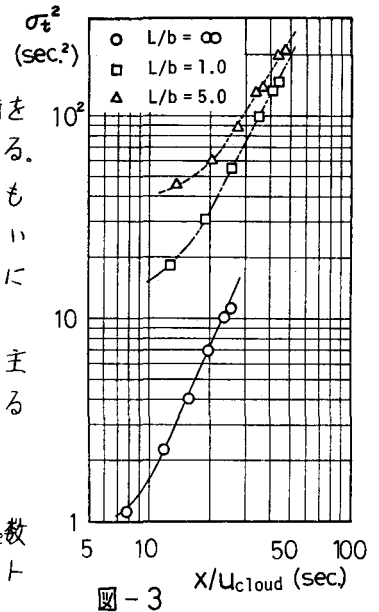


図-3

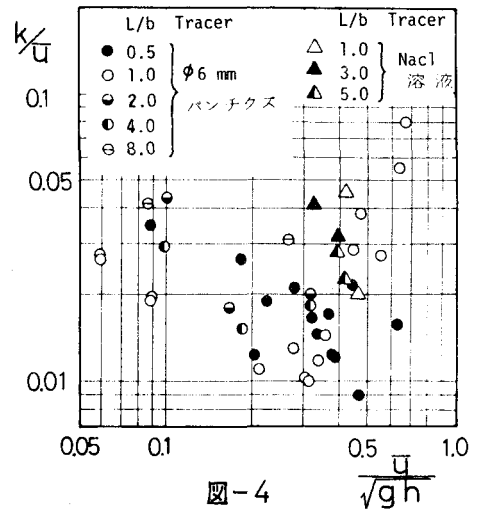


図-4

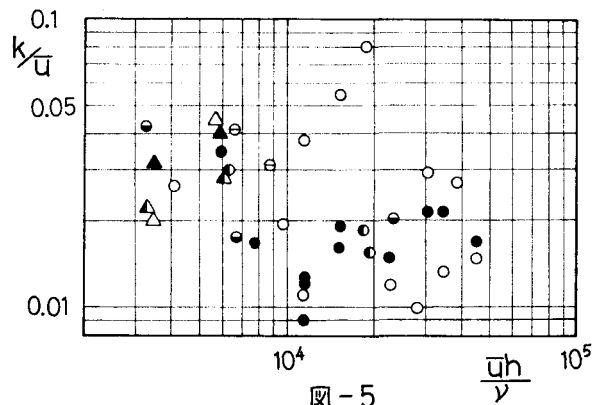


図-5