

II-215 中立浮遊粒子を含む流れの乱れ特性

九州大学工学部 正員 小松 利光
九州工業大学 正員 ○朝位 孝二
九州大学工学部 正員 柴田 敏彦
日本下水道事業団 正員 山口 正久

1. まえがき

固液混相流の特別な場合として中立浮遊粒子を含む流れがある。著者¹⁾らは以前、定常な固液混相乱流場が容易に作れる振動格子乱流を用いて完全中立浮遊粒子の場合について濃度 C を系統的に変化させて実験を行い、浮遊粒子が乱れや拡散に及ぼす影響について検討した。しかしながら、LDVの測定上の限界から C を0.135%以上に大きくすることができなかつた。今回、更に工夫を重ねて $C=1.83\%$ まで変化させて実験を行なうことができたので報告する。

2. 実験装置とデータ処理

実験の手法は文献¹⁾とほぼ同じであるが異なる点は以下の通りである。粒子濃度 C が大きくなると、レーザー光が通過しなくなる。そこで流速測定部を除くレーザー光の通過区域に内径3cmの小円筒を入れて光路への粒子の侵入を防いだ(図-1)。乱れの測定はLDVを用いて、同一点で水平方向の乱れ(u)と鉛直方向の乱れ(w)を2回に分けて測定した。粒子濃度 C は最大で $C=1.830\%$ まで計測することが可能となった。測定時間は300秒、サンプリング間隔 $\Delta t=1/67.5$ sec, データ個数は u, w についてそれぞれ16,384個として統計処理を行なった。測定点は格子の平均位置から16cm離れた点とし、 C は体積濃度で $C=0$ から $C=1.83\%$ まで10通りの段階に分けて行った。

3. 実験結果とその考察

水平方向の乱れ u については歪度が零であることが期待されるので w の歪度を図-2に、 u, w の尖度を図-3に示す。濃度 C の増加とともに w の歪度はわずかに増加の傾向を示し、尖度は u, w とも $C=0$ の清水中の3.2程度の値からやはり若干の増加傾向を示している。

u, w の乱れ強度の測定結果を図-4に示す。乱れ強度は u, w ともに C の増加とともに減少傾向を示し、従来の他の研究者の測定結果と異なっている。今回の実験は塩水を用いて完全中立粒子としており、粒子濃度を変化させた以外は完全に同一の条件で実験を行っている。これらの点を考慮すると今回得られた結果により多くの妥当性があるように思われる。乱れのタイムスケールを図-5に示す、 u, w ともタイムスケールは C の増加に従わずかに減少傾向にあるようである。

乱れの渦動拡散係数を図-6に示す。わずかながら減少傾向を示しているが、これは、乱れ強度や乱れのスケールが減少傾向を示すのと軌を一にするものである。図-7, 図-8に乱れのスペクトルを示す、粒子濃度 C の増加に伴ない低周波側はエネルギーが低下し、高波数側はエネルギーが増加して、スペクトルの勾配は緩やかとなり、従来の沈降性粒子を含む流れで得られた結果と一致している。

4. むすび

中立浮遊粒子濃度の増加に伴い、乱れの歪度・尖度はやや増加傾向を示し、乱れの強さやタイムスケール、乱れの渦動拡散係数がわずかに減少傾向を示す。またスペクトルはその勾配を緩やかにすることがわかった。しかしながら、いずれもその変化は小さく、中立粒子は本質的にはその中立性の故に、乱流構造に大きな影響を与えないことが明かとなった。

参考文献

- 1) 小松・山口・朝位・榎：固液混相流の乱れ特性に関する研究、第33回水理講演会論文集 1989。

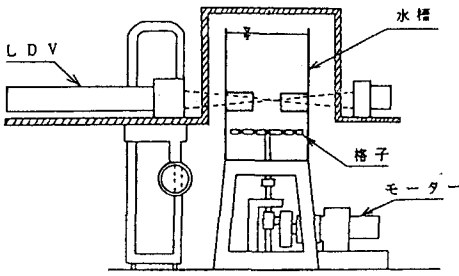


図-1 実験装置

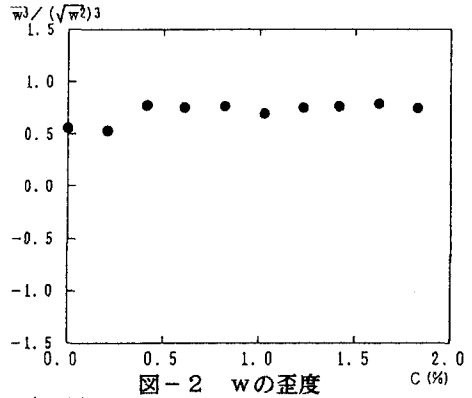


図-2 wの歪度

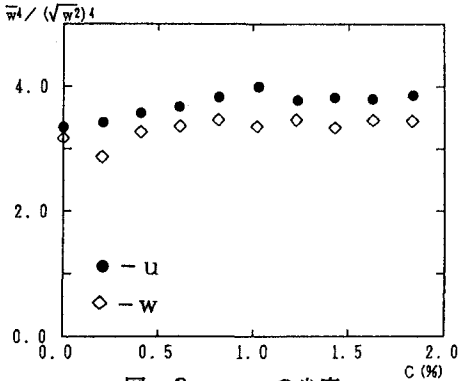


図-3 u, wの尖度

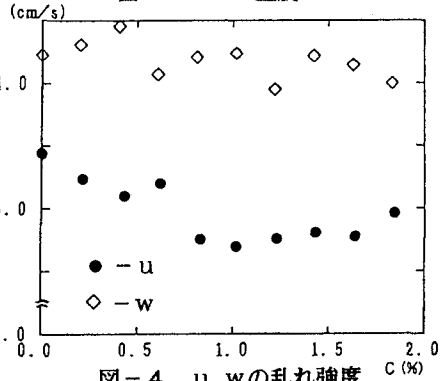


図-4 u, wの乱れ強度

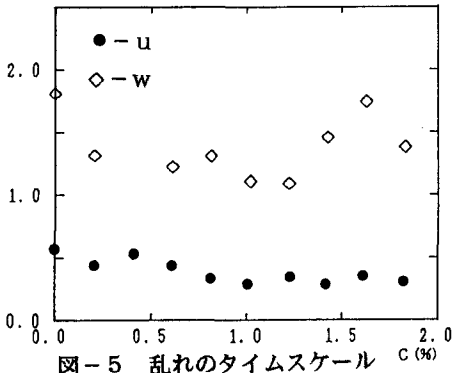


図-5 乱れのタイムスケール

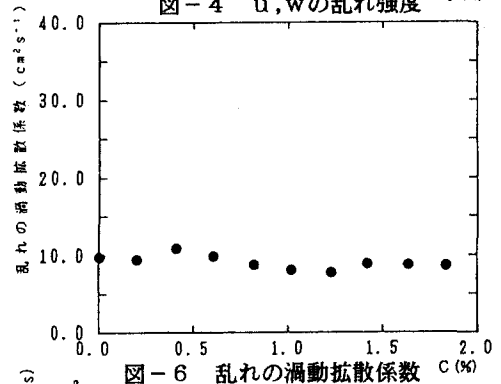


図-6 乱れの渦動拡散係数

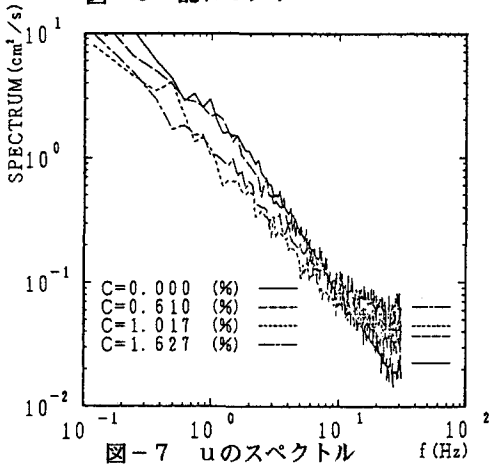


図-7 uのスペクトル

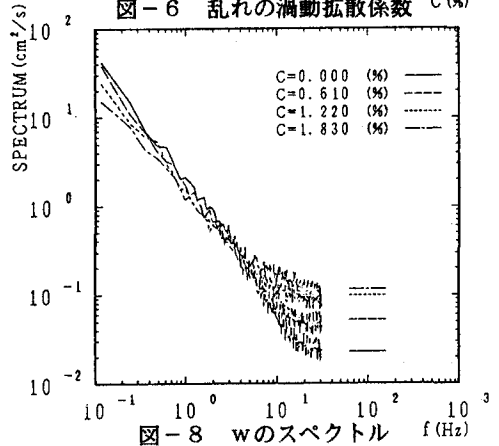


図-8 wのスペクトル