

IV-7

フロッググラニケット層内の乱れについて(II)

九州大学工学部 正会員 栗谷 陽一

九州大学工学部 学生員 楠田 哲也

九州大学工学部 学生員 伊藤 九一

1 まえがき

フロッググラニケット層内に存在しているフロッグ群の成長と破壊のメカニズムを明らかにするため第一段階として、フロッググラニケット層内の乱れのエネルギー・メカニズム¹⁾やフロッグと乱れの相関等²⁾について実験を行ってきた。前報³⁾では、フロッググラニケット層内の乱れを等方性を示すとして扱ってきたが、energy dissipation が与えられる energy の1/3倍になり energy dissipation を算定する基礎式、 $\varepsilon = 15 \mu (\frac{du}{dx})^3$ の係数にかなり疑問が存在すること、また、計測装置の問題点として、応答周波数が70 Hz-3db程度でしかなかったこと、更に Hot wire の長さがフロッググラニケット層内の乱れのミクロスケール(約4mm)と一致すること等、問題が指摘されていた。したがって今回、計測装置の応答周波数を100 Hz-3db以上に高め、Hot wire のリードワイヤーのインピーダンスを下げて、Hot wire の長さ8.1mmとした上で、フロッググラニケット層内乱れの異方性を測定した。

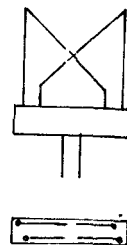
energy dissipation の係数を定めるためには、フロッググラニケット層内の lateral, horizontal 方向に關しては、等方性の仮定を適用できるものとしても、Hot wire の lateral 方向に移動させて測定しないが、重力方向を x 軸として、 $(\frac{du}{dx})$, $(\frac{dv}{dy})$, $(\frac{dw}{dz})$ 等の値を求めることができない。

実験には、1417°(φ10mm)を使用した炭素上、lateral 方向に Hot wire を移動させることが出来る energy dissipation の算定式の係数を実験から定めることができた。しかしながら、vertical, longitudinal と lateral 方向の各々の turbulent intensity が、これらの方向の乱れ、速度の自己相関を求めた、と報告する。

2. 実験装置と方法

実験に用いた装置は内径φ10.0mm、外径11.0mmの銅クリル樹脂パイプで前報³⁾でのより径で2倍にスケールアップしている。これは、できる限り wake upjet を減らすためである。Hot wire 部は図-1に示すようなもので、各 Hot wire は、進行方向に対して45°の角度をなし、Hot wire 間の角度は90°にしてある。得られたデータは従来肉眼で読みとりを行なっていたが、精度を上げるために、TEAC製 DATA RECORDER K-400に記録し、TEAC製AD CONVERTER がA/D変換を行なり、結果を九州大学大型電子計算機センターのFACOM 230-60で整理した。実験方法、プログラムのチャートフローシヨンは従来通りである。実験時の水温は27.1°Cであった。

図-1



3. 実験結果と考察

表-1にフロッグ濃度(C)、上昇流速(U)、トレーサ法により求めた拡散係数(D)、lateral 方向の平均乱流強度($\sqrt{u'^2}$)、vertical 方向の平均

乱流強度($\sqrt{u'^2}$)、フロック濃度と上昇流速から求めた energy dissipation(ϵ_2)を示す。第5, 6行の平均乱流強度は、()の付いた値は data 数 2001個、そうでないものは 402個の data から求められた。Sampling 密度は共に (4 data / フロック プラネット 1mm) である。平均乱流強度の関係を図-2 に示した。図-2 中の番号は表-1 の NO に対応する。() の付いたものは前述のとおりである。この図から実験 NO 1, 4, 5 では $\sqrt{u'^2}/\sqrt{w'^2} \sim 1.7$, 実験 NO 2, 3 では $\sqrt{u'^2}/\sqrt{w'^2} \sim 1.2$ であることがわかる。この比の値が 1 に近いほど、その乱れは均一であることが考えられる。図-3 ~ 7 に data

表-1

NO	上昇流速 U (cm/s)	フロック濃度 C (g/cm ³)	拡散係数 D (cm ² /s)	vertical 方向 乱流強度 $\sqrt{u'^2}$ cm/s	lateral 方向 乱流強度 $\sqrt{w'^2}$ cm/s	エネルギー散逸量 ϵ_2 erg/sec/cm ³
1	0.1824	0.04889	3.02	(0.912) 0.682	(0.496) 0.419	5.38
2	0.2418	0.03337	3.11	0.725 0.564	(0.446) 0.409	4.87
3	0.3133	0.01944	2.60	(0.109) 0.673	(0.484) 0.519	3.77
4	0.3617	0.01441	3.27	(0.427) 1.108	(0.615) 0.528	3.14
5	0.4436	0.00177	3.64	(0.697) 0.437	(0.522) 0.504	2.08

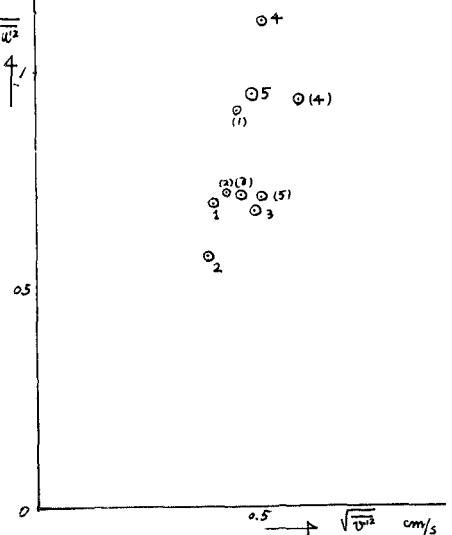
402個の場合の変動速度の相関係数を示した。図-8に data 数 2001個の場合のもつを示した。実線が $f(r)$ 、鎖線が $g(r)$ に相当する。図中にミクロスケールの値を示してある。上昇流速のかなり小さい NO1 あるいはほぼ単粒子沈降となる NO4, 5 では乱れは少なく、 $f(r)$ と $g(r)$ にかなりの差があるが、最もよく乱れる NO2, 3 では $f(r)$ と $g(r)$ がかなり近くなっている傾向が存在する。等方性乱れの理論から、 $f(r)$ と $g(r)$ の関係が

$$f(r) + \frac{1}{2} \frac{df(r)}{dr} = g(r) \quad (1)$$

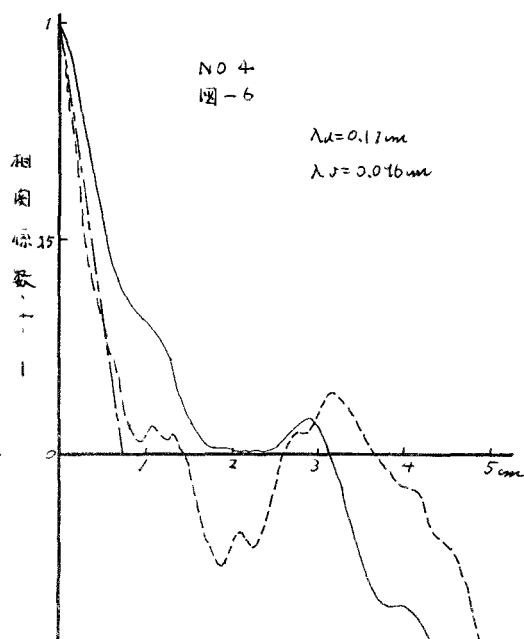
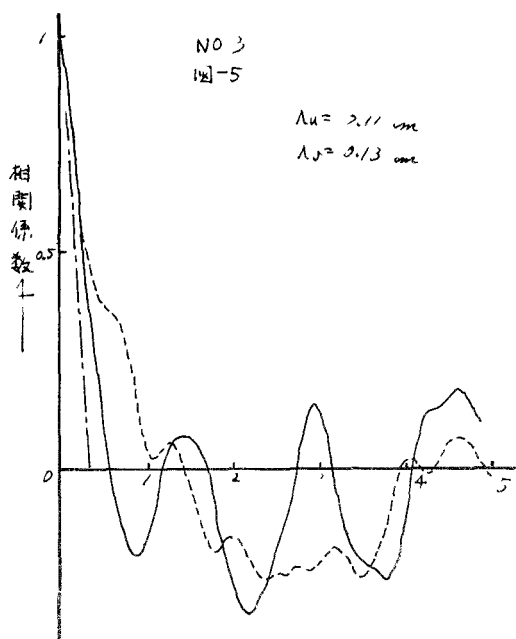
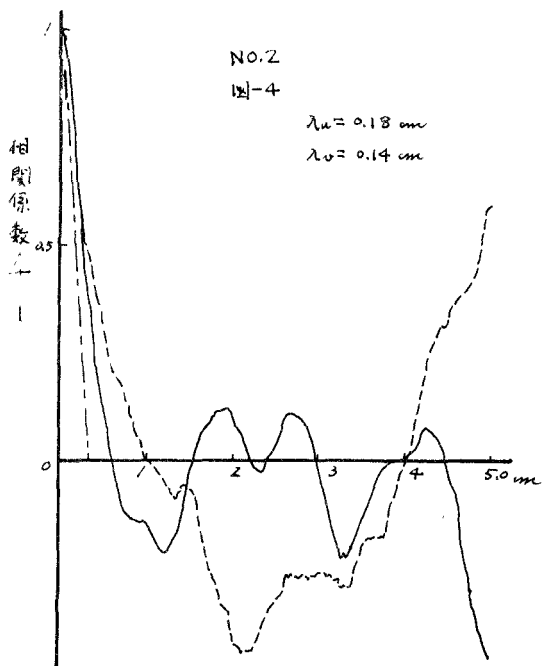
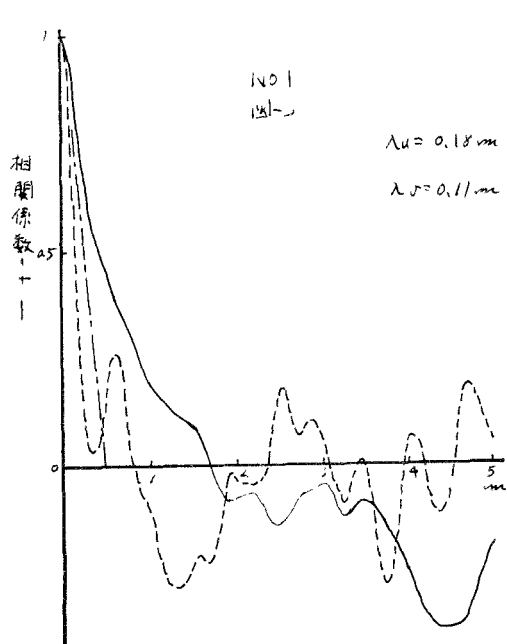
と与えられているので、乱れが等方的であると仮定して $f(r)$ から $g(r)$ のオーダーを求めたものを一実鎖線で図中に示した。これらの図から明らかなように、NO1, 4, 5 では $g(r)$ が一点鎖線より左に、NO2, 3 では右にある。

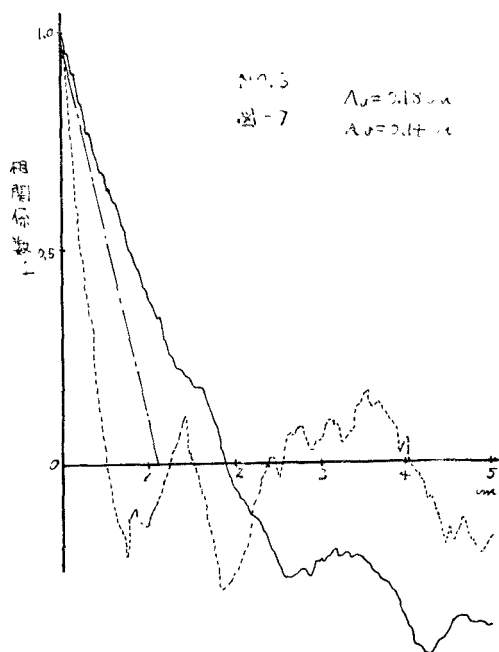
その差も NO1, NO5 では他より大きくなっている。平均乱流強度の比も NO2, 3 では他のものより 1 に近いことを考え合せて、NO2, 3 程度のフロック濃度の乱れはほぼ等方性であり、濃度がそれより小さくあるいは大きくなるに従って異方性になると考えられる。energy dissipation は乱流強度の 2 乗に比例するとしても、今問題になっている係数は 0.7 ~ 0.9 倍程度しかならず、与えられた energy と測定された energy decay の差をなくすることは今後の問題である。また Hot wire の長さは 1mm であるのでミクロスケール λ_u (~1mm) 程度の渦までも正確に計るには少し長すぎる。したがって現在用いている 25 μ の Pt wire より細い線を用

図-2



ii、機器の応答周波数を高くし、ローパスの落下速度を速くする事等、いかに種々の制約があって改良に、非常な努力が必要となるがこれらの改善は今後の課題である。





参考文献

1) Y. AWAYA and T. KUSUDA

2) 栗谷, 楠田, 伊藤 "アロワケラケット中での

粒子と乱流の相関について"

土木学会第24回年次学術講演会講演要

"The turbulence with fuel particles"

"13th congress of international association for
Hydraulic Research"

