

東北大学 大学院 学生員 ○ 内海 博
 東北大学 工学部 正 員 佐藤 栄司
 足利工業大学工学部 正 員 岩崎 敏夫

1. はじめに

後方散乱式LDAは利用する散乱光の弱さによるSN比の低下のため測定例がほとんどなかった。今回、光学系の調整法を再検討しシーディングを研究することにより、温度差のない噴流の乱流計測で満足の結果を得た。さらに温排水の拡散現象を把握するため表層水平温度密度噴流において、温排水の乱流計測とその特性の検討をおこないLDAの乱流計測への適応性について考察した。

2. 実験装置および方法

実験は4.7×5×0.5mの平面水槽と1×5×0.5mの貯水槽および0.8×1×0.8mの高水槽からなる循環式水槽を用いた。温水は高水槽から平面水槽へ至る途中ボイラーで作られ、5×5cmの放出口から表層に流れ出す。LDAはアルゴンイオンレーザーを光源とし、光学系によりビームが分割され、2方向成分の流速測定ができる。温度分布はサーミスタ温度計(10卓式)により計測した。Fig.1に流速及び温度変動の処理過程を示す。

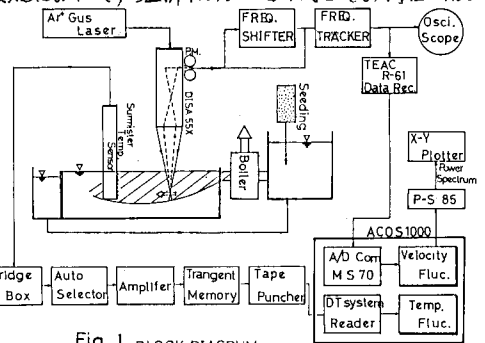


Fig. 1 BLOCK DIAGRAM

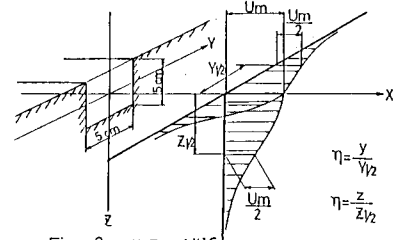


Fig. 2 X-Y-Z AXIS

実験条件は、

放出口平均流速 $U_0 = 10 \text{ cm/s}$ レイノルズ数 $Re_0 = 3810$
 放出水温 $T_0 = 20.4^\circ\text{C}$ 周囲水温 $T_a = 9.4^\circ\text{C}$ 温度差 $\Delta T = 11.0^\circ\text{C}$
 内部フルード数 $Fr_0 = 3.54$ である。

温水を流し続けると、躍層が発達したりして初期の様相とは明らかに異なってくる。これは水槽が有限であるためにおこる。これには下層に連

行方だけの冷水を補給してやることで改善できるが、今回は温度分布がほぼ定常的であるとみなせる時刻を実験により求め放水開始後5分から20分の間を測定可能時刻とした。また温度回復後の実験条件の再現性も確認した。

3. 結果と考察

Fig.3は $X=10\text{cm}$ でのY方向およびZ方向の流速分布と温度分布である。温度差にすると浮力が働くため流速分布、温度分布ともZ方向の拡がりは抑えられ、Y方向により広がっている。

Fig.4は $X-Z$ 平面の乱れ強度、分布で、軸上平均流速 U で正規化した横軸はZ座標を半値幅 $Z_{1/2}$ で正規化した形で示している。温水の場合、 U 、 V の強度にかなり開きがある。これはjetに

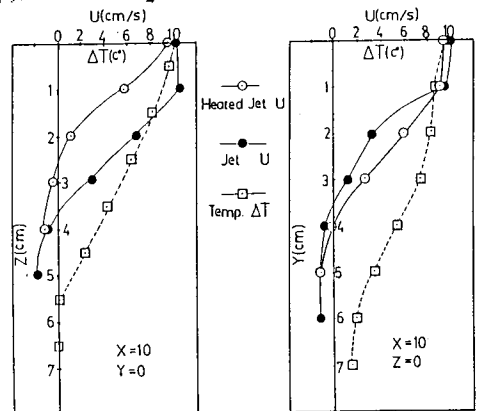


Fig. 3 流速分布と温度分布

比べてより非等方性を示していることを示している。またjetの V は、 U との圧力と速度の相関によって生じているような分布を示しているが、温水の場合はそうではない。

Fig.5は $X-Y$ 平面の乱れ強さとレイノルズ応力の分布である。温水にしても U 、 V と大きな差はないが、 U 、 V は温水の方がかなり小さくなっている。これは U 、 V の相関が悪いことを意味するから、温水では平均運動

から変動に移るエネルギーは小さく、変動による運動量の拡散は少ないと言える。

渦動粘性係数 E_m は $E_m = -\overline{uv}/dU/dY$ で示されるが、実験値を代入してこれを求めたのが Fig. 6 である。温水流の場合 Jet の約 1/6 になっている。またアラナルの仮説では、 $E_m/U_m Y_{1/2}$ の値は一定としているが、 η の増加と共にゆるやかに減少している。

Fig. 7 は (10, 0, 0) での u, v のパワースペクトルである。jet では 3 Hz 程度から u, v は一致し、粘性小領域では等方性になっていることがわかる。温水では傾きは等しいが、 v のパワーが小さく出ている。

Fig. 8 は LDA のアログ出力である流速の経時変化を示している。X = 10 cm の断面では比較的良好な結果を得たが (a)、X = 30 cm ではひんぱんにドロップアウトを起し、0 付近に流速が落ちている。(b) 原因としては流速が増すにつれてシーディング濃度が低くなりやすいことや、流速が小さくなり SN 比が悪化してくることが考えられる。また全般的に温水にすると測定は困難になってくるようである。

4. おわりに

以上、LDA による乱流計測から温水流の拡散に対して有効な結果を得た。今後はより安定した結果が得られるよう改善し、内部フィルド数を変化させての計測をするつもりである。

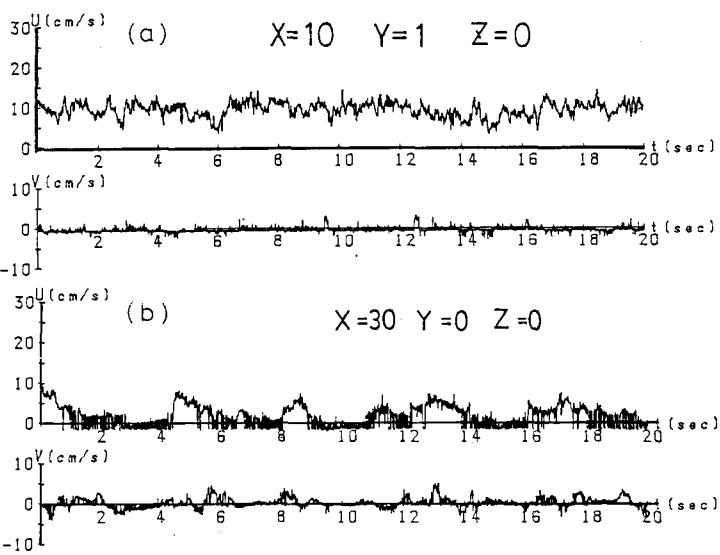


Fig. 8 流速の経時変化

◎ 参考文献 田中博通, 東北大学学位論文 (1980)

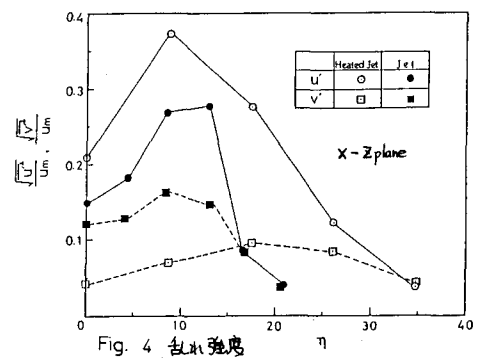


Fig. 4 乱流強度

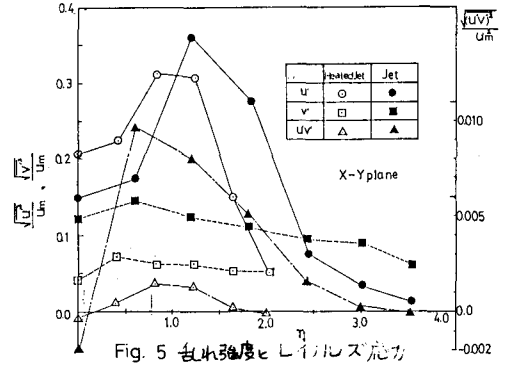


Fig. 5 乱流強度とレイノルズ応力

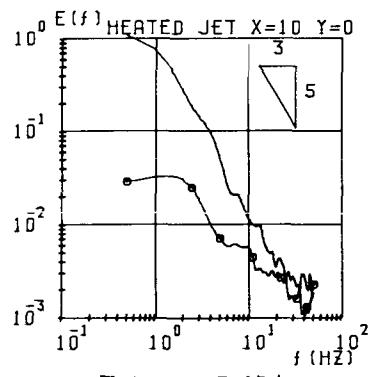
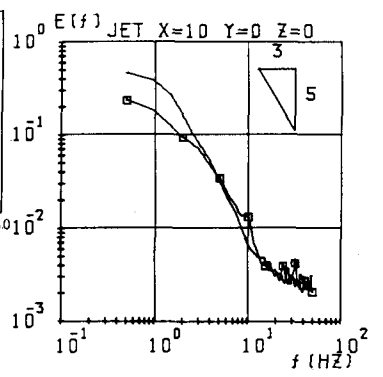


Fig. 7 パワースペクトル