

LDVによる温排水の乱流計測

東北大学 工学部 学生員 ○内海 博
東北大学 工学部 正 員 岩崎 敏夫
東北大学 工学部 正 員 佐藤 栄司

1. はじめに

後方散乱式LDVは受けとる散乱光の弱さによるS/N比の低下のために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、温度差のない噴流において満足の結果を得た。さらに、温排水の拡散現象を把握するために、表層水平温度密度噴流において、温噴流の乱流計測とその特性の検討をおこない、LDVの温水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、 $4.7 \times 5 \times 0.5$ mの平面水槽と $1 \times 5 \times 0.5$ mの貯水槽および $0.8 \times 1 \times 0.8$ mの高水槽から成る循環式水槽を用いた。温水は、高水槽から平面水槽に至る途中、ボイラーで作られ、 5×5 cmの放出口から表層水平密度噴流となる。

LDVはアルゴンイオンレーザー（最大出力5W）を源にし、光学系によりビームが3本に分割され2本を組み合わせることで2方向成分の流速測定が行なわれる。またLDVは平面水槽上に自由に移動できるトラバース装置上にあり、X-Y方向の測点を決定できる。Z方向は可動レンズを上下させることで決まる。

また温度分布はサーミスタ温度計（10点式）により計測した。Fig. 1は流速及び温度変動の計測、処理過程を示す。

実験条件は

放出口平均流速 $U_0 = 10 \text{ cm/s}$ レイノルズ数 $Re = 3810$

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 $\Delta T = T_0 - T_a = 11.0^\circ\text{C}$

内部フルード数 $Fr_0 = 3.54$

である。

温水を流し続けると 躍層が発達するなど、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、下層に進行に見合う分だけの冷水を補給してやることでも改善できるが、今回は温度分布がほぼ定常であるとみなせる時刻を実験により求め、ボイラー点火後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 $X = 10 \text{ cm}$ での温度および流速分布である。温噴流にするとZ方向への広がりには抑えられ、Y方向へよく広が

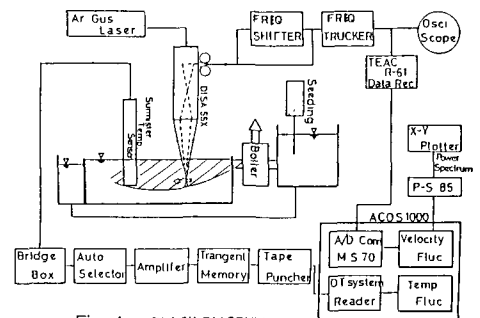


Fig. 1 BLOCK DIAGRAM

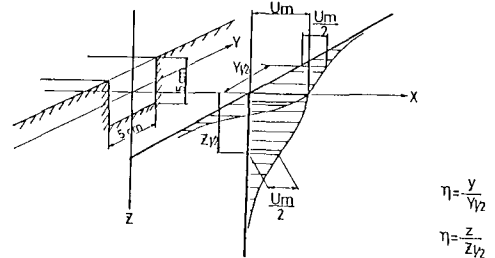


Fig. 2 X-Y-Z AXIS

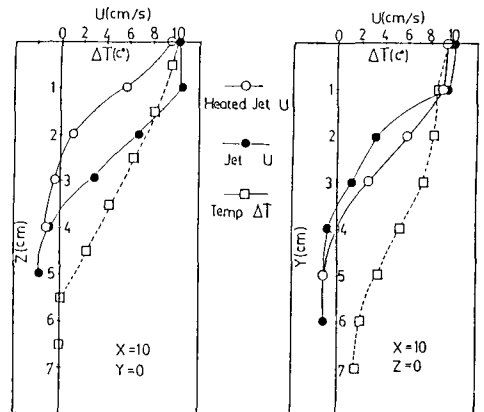


Fig. 3

ることがわかる。浮力の影響による重力安定効果が働いているためである。Fig. 4はX-Z平面の乱れ強さで、軸上平均流速 U_m で正規化してある。横軸は $U_m/2$ となる軸からの幅（半値幅） $Y/2$ で正規化してある。 U' の変動は温水の場合が大きくなっているが、 V' の変動は温水の場合がなだらかで小さいピークを示している。Fig. 5はX-Y平面の乱れ強さおよびレイノルズ応力の分布であるが、 U' の変動は $\eta=1.0$ をすぎると温水の場合が小さくなり、 V' は全般に温水流の方が小さい。レイノルズ応力の分布は、温水の場合はいずれも小さくなっている。各々、速度勾配の大きい $\eta=0.8$ 付近でピークをもつのがわかる。

渦動粘性係数 ϵ_m は $\epsilon_m = -\overline{u'v'}/dU/dy$ 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、 ϵ_m の約1/6になっている。またアラントルの第2の仮説では、 $\epsilon_m/U_m Y/2$ 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。これは田中(1980)の理論と一致する。

Fig. 7は、LDVのアナログ出力である流速の経時変化を示している。X=10cmの断面では比較的良い結果を得たが(a)、X=30cmではほとんどドロップアウトを起こし、O付近に流速が落ちている。(b) X=50cmの断面でも同様にドロップアウトが繰返された。

原因としては、流速が増すにつれてシーディングの濃度が低くなりやすいことや、流速が低くなりSN比の低下を引き起こしていることが考えられる。また全般的に温水流にするに測定が困難になってくるようである。

今後は、LDVの調整法とSeedingを再考し、安定した結果が得られるようにし、内部フルード数を変化させての計測をするつもりである。

参考文献
田中博通：表層水平自由噴流における乱流の解析的研究
東北大学 学位論文(1980)

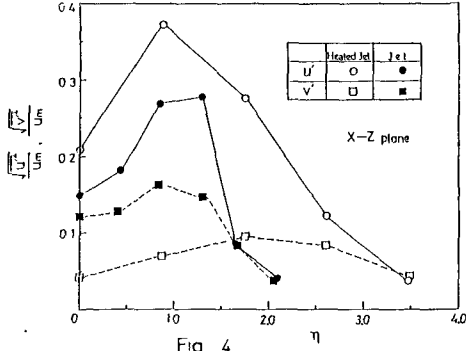


Fig. 4

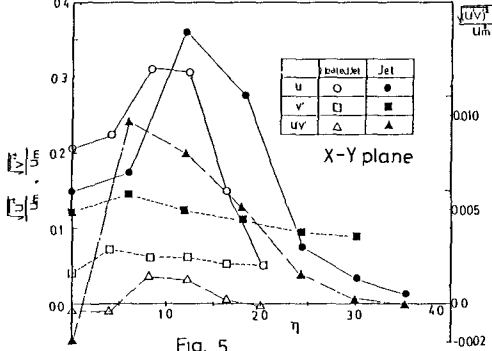


Fig. 5

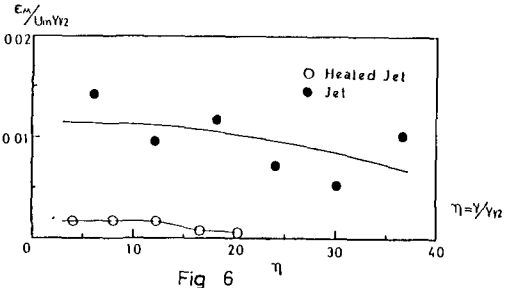


Fig. 6

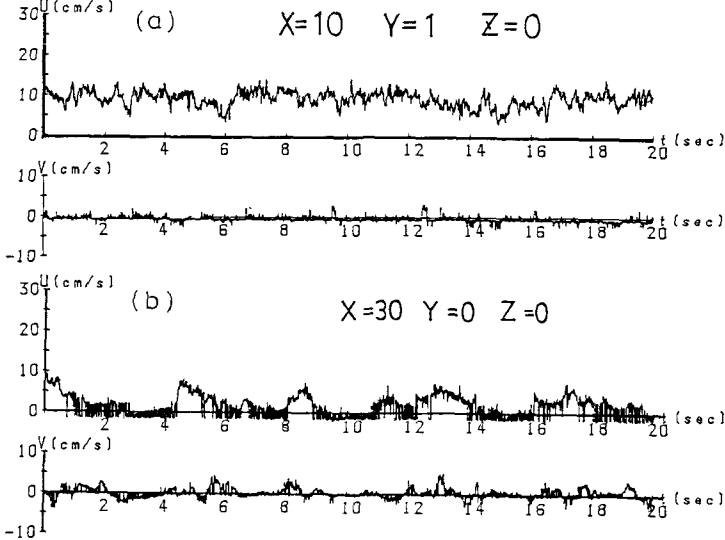


Fig. 7