

京都大学工学部 正員 中川博次
 京都大学工学部 学生員 称津家久
 京都大学工学部 学生員 為沢長雄

1 緒言

乱れ現象の本格的計測が始まり、すでに50年たらずであるが、その間に多くの乱れ計測器が開発・改良され、すぐれた成果が得られている。これらの計測器には一長一短があり、実験目的により、適宜使い分けられている。

本研究では流れを瞬時的かつ広範囲に把握することができるトレーサー法のうちで、水素気泡をトレーサーとして利用し、流れの挙動をとらえようとしたものである。検定としては同じ水理条件で行った *hot film* 流速計の結果を利用した。

2 実験及び解析法

本実験では長さ15m、幅50cmの開水路において、滑面・粗面の境界条件のもとで行った。粗面は径0.514cm及び径1.25cmのビーズを敷きつめたものを利用し、陰極には径0.1mmの白金線を約2mm間隔で絶縁し、陽極には銅板を水路床に張りつけた。気泡は電氣的にパルスを与え、2台のプロジェクターを照明として16mm撮影を行った。解析法としては *streak line* 法を利用し、白金線の下流100d (d: 白金線の径) を計測面としてフィルム上でこの前後3個の気泡の変位を読みとり内挿法により流速を求めた。変位から流速への変換は次式によった。

$$u = \frac{\Delta X}{\Delta T} \times S \quad (1)$$

ここで u : x 方向の流速, ΔX : 気泡の x 変位, ΔT : パルス幅, S : 倍率である。1コマで15点の流速を求め全コマ数の1/3をサンプル数とし、各点の流速を全サンプル数で平均して平均流速を求め、平均流速との差・速度変動より乱れ強さ、Reynolds 応力を算定した。滑面でのパルス幅は0.04 sec, サンプル数は163個, 粗面では 0.03 sec, 215個, 300 0.1 sec, 214個である。

hot film 流速計による乱れ計測は2成分 *hot film* を使用し、測定出力は磁気テープに録音され、AD変換器により、デジタル量に変換して計算を行った。サンプリング間隔 ΔT は 0.12 sec, サンプル数 N は 250 である。

3 実験結果とその考察

滑面の平均流速分布を図1に示したが、水面近くで若干ずれがあるが、ほぼ Nikuradse の式にのっとるとみなせる。粗面の場合も同様の傾向を示している。

乱れ強さの計測結果を無次元表示した一例が図2であり、これには *hot film* 流速計による計測結果と Laufer の *hot wire* 流速計による結果が併示してある。これによると水素気泡による得られた結果が約50%大きく u/u_* の分布は水面に近づくとも一定である。この原因としては次の事が考えられる。表1に摩擦速度 u_* が無次元表示してあるため、 u_* を過

少評価したことが考えられる。 u_x を求めるには水面勾配が必要であるが、非常に測定が困難であつたので、対数則分布をするものとして u_x を逆算している。オ2に写読の際の読み取り誤差が考えられる。この誤差は偶然誤差であるから平均流速を求めるにはそれ程支障とならないうが、乱れ強さを求める場合には誤差伝播法則によって無視しなない要因である。式(1)の $S=1.5$ としたとき読み取り誤差1mmすなわち $\Delta x/\Delta x=0.1$ あれば、誤差伝播法則により乱れ強さには約100%の誤差を伴ふ。したがって、定量評価のできるデータを得るには正確な写読が必要である。オ3に気泡の高周波の応答性、追従性に欠ける点、が考えられる。もともと乱れ強さは近周波成分すなわち大きな渦からの寄与が主であるが、本実験では約6Hz以下の低周波成分しか解析できなかった。だから、底面近傍の乱れ強さは過小に求まり、くいと考へられる。オ4にstreak line法による流速を求めることにも問題があると思ふ。

この方法は近似的に白金線上的同じ点から出た気泡がその後一ノ前に出た気泡の位置に到達するものとして流速を求めているため、底面近傍の変動の大きな所を求めるには問題があると思ふ。以上のことから、本実験の乱れデータを定量評価までするには疑問があるが、wall turbulenceの構造を可視化によく把握するにはきつめくすぐれてゐることがわかつた。図3は瞬時的流速分布の変化を示した一例であるが、この図からwall turbulenceの特異現象があるburstingが起きることが推測される。

今後データ解析の精度を上げて十分定量評価できるよう努め、本素気泡とhot filmを適宜に組合わせて、せん断乱流場の構造を解明しつゝゆきたいと思ふ。

(参考文献) Schraub, F.A., et al. "Use of Hydrogen Bubbles for Quantitative Determination of time dependent Velocity fields in low-speed water flows", Jour. Basic Engineering, ASME, U, Vol. 87, 1965,

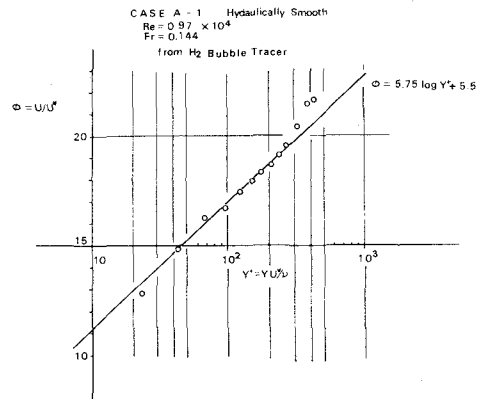


図-1

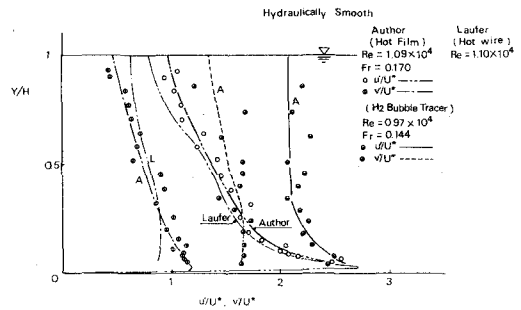


図-2

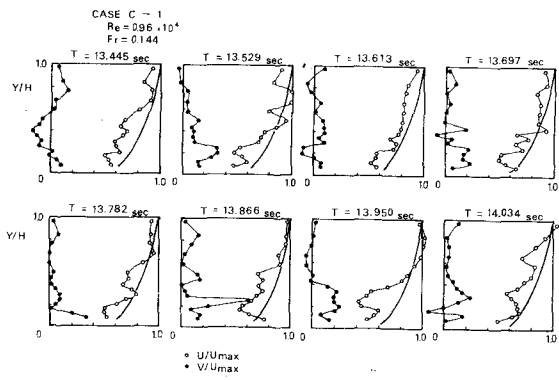


図-3