

九州大学工学部 正員 橋 東一郎
九州大学工学部 正員 小松 利光
九州大学工学部 正員 柴田 敬彦

1. まえがき

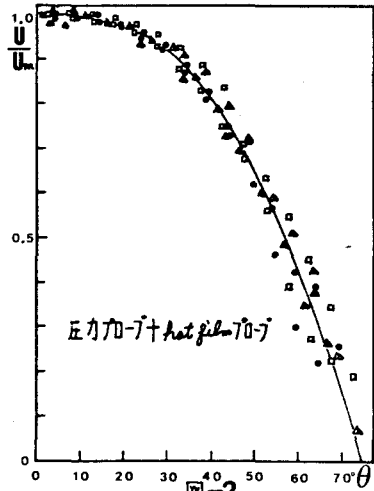
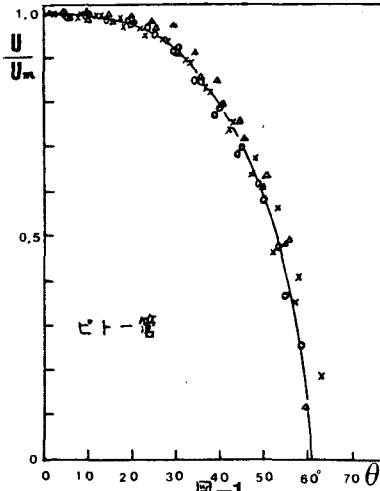
せん断流においては *Reynolds* 応力を通じて、平均流より与えられた流れ方向の乱れエネルギーは、圧力変動を媒介として他の方向へも再配分されるなど、圧力変動の果たす役割は非常に大きい。しかしながら乱流中における精度の良い瞬時圧力測定が難しいこともあって、乱れと圧力変動の関連性についてはまだ不明な点が多い。圧力の測定に際しては最近のエレクトロニクス技術の発展を反映してピエゾ効果を利用した半導体圧力変換器を用いた計測儀がなり多く行なわれるようになったが、圧力プローブを挿入すると、プローブごとの方向を向いても乱れによって生じる動圧が加わった圧力を検出する事になる。したがって純粋な圧力変動を取り出すためには多孔ピトー管を用いてこの問題を解決するが、もしくは同一点で流速と圧力の同時測定を行なって、動圧部分を差し引くかのいずれかであろう。今回、V型2方向 *hot film* 流速計プローブを直角に2個組合せ、圧力プローブと連結することにより、3方向の流速 U, V, W を測定し流速変動の影響を除いた圧力変動成分の測定を行なったのでここに報告する。

2. 圧力プローブの方向特性と圧力測定

測定に使用した圧力プローブは、内径0.65mm、外径1.15mmのステンレスパイプで平均流の方向に向けて用いた。乱流中では圧力管に衝突する流速ベクトルは一瞬一瞬変化しているため、圧力プローブの方向特性および個々のプローブに対して、固有の値をもつ静圧管係数を求めることが必要である。使用実験装置としては、流速用複定箱を使用し、流れ方向を 0° としてそれぞれ $\pm 90^\circ$ 回転出来るようにしている。実験条件を表-1に示す。RUN Cは圧力測定に使用した圧力プローブを用いており、RUN Bの実験は、圧力プローブに *hot film* プローブを連結させた場合、方向特性及び静圧管係数に変化が生じるかどうか check するために行なっている。RUN Aは圧力プローブの大きさが異なる場合の特性の変化を調べるためのもので、内径1.5mm、外径2.0mmのピトー管を用いている。RUN A, RUN B, RUN Cの実験で流れに θ だけ傾けたとき検出する流速の測定結果を、それぞれ無次元化して図-1, 図-2, 図-3に示す。図からわかるように良いまとまりを示しており、流速の大小による系統的な変化は見られない。図-1へ3に *best fit* する曲線を $\cos \theta$ の曲線と共に図-4に示す。

実験	$U(\text{cm s}^{-1})$	記号
RUN A	38.5	○
	25.4	△
	13.5	×
RUN B	26.7	□
	16.2	●
	8.8	▲
RUN C	17.0	▢
	25.5	⊙
	11.1	△
	15.0	◆
	24.7	+

表-1



これにより明らかな様に、圧力プローブ (RUNC) の場合とピトー管 (RUNA) の場合は良く一致しており管の大小による相違はほとんど、みられなかった。一方 hot film プローブの結合の影響は θ が大きくなるにつれ徐々にあらわれて来るが、V型 hot film の測定範囲が $\pm 45^\circ$ 以内であることを考慮すると、通常の乱れ測定には無視し得る。以上の事から他の圧力プローブを

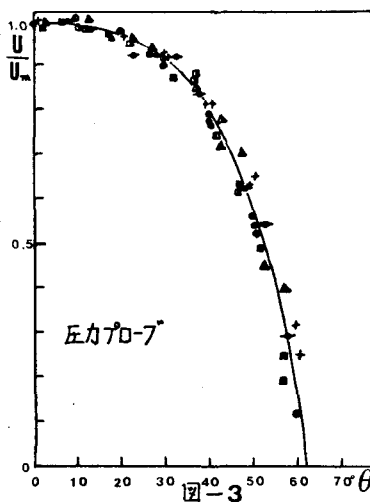


図-3

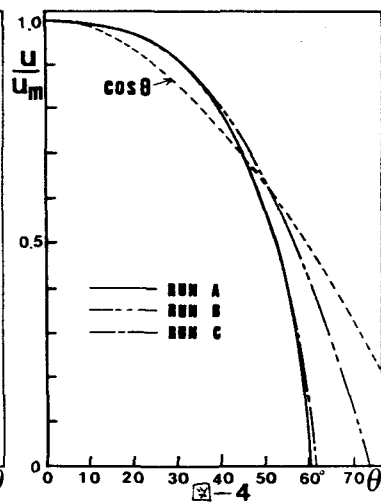


図-4

用いても、ほぼ図-4 と同様の方向特性を示すと思われる。今、乱流中の瞬間瞬間の流速をベクトル V で表わすと、圧力プローブが検出する流速 V_p は補正関数 $R(\theta)$ を導入して

$$V_p = |V| \cdot R(\theta) \cdot \cos \theta \quad \text{----- (1)} \quad \text{ここで } |V| = \sqrt{(U+u)^2 + v^2 + w^2}, \quad \theta = \cos^{-1} \frac{U+u}{V} \quad (\text{rad})$$

で与えられる。ここで $R(\theta)$ は図-4 から得られる結果を多項式で近似して次式のように表わす。

$$R(\theta) = -0.831373 \theta^3 + 0.833485 \theta^2 - 0.0895292 \theta + 1.0 \quad \text{----- (2)}$$

従って 圧力変動 P' は、差圧計が検出する圧力を P_r とすると次式

$$P' = P_r - \frac{1}{2} \rho V_p^2 = \left(P_r - \frac{1}{2} \rho V^2 \right) \quad \text{----- (3)}$$

より求まる。ここで静圧係数 K は $K=1.285$ である。

(1) ~ (3) より、一瞬一瞬の流速成分 $U+u, V, W$ がわかれば、圧力変動 P' が求まることになる。図-5に開水路乱流において測定した流速変動と圧力変動を示す。また 図-6に同一点・同時測定した、 u, v, w, P' のスペクトルを示す。図-5、図-6について考察は紙面の都合上講演場へ述べます。

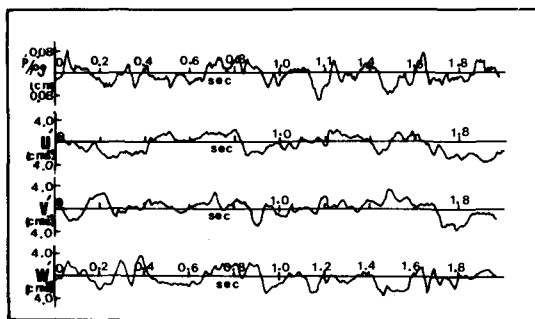


図-5

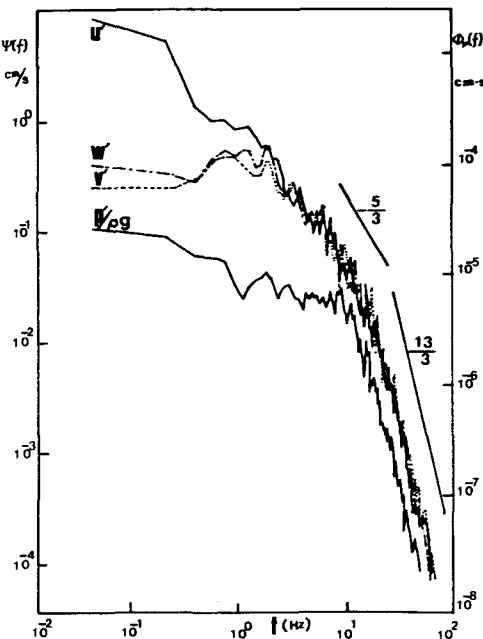


図-6