

ホットフィルム流速計とフロベラ流速計による乱れ強度測定と比較

秋田大学 ○ 学生員 石山 清

正 員 石井 千万太郎

1, はじめに 乱れの測定には応答特性の優れたホットフィルム流速計が用いられているが, ホットフィルム流速計はキャリブレーションの安定性に対して細心の注意を必要とする。一方, フロベラ流速計は応答特性は劣るが取り扱いが容易でありキャリブレーションの安定性が良い。そこで本文では, フロベラ流速計を用いての乱れ強度の測定の可能性をホットフィルム流速計による測定結果との比較により検討されている。

2, フロベラ流速計とホットフィルム流速計 使用した流速計は篠塚製作所製超小型フロベラ流速計(SV-3W型, フロベラ径 3mm)と日本科学工業製熱線流速計7214システムである。ホットフィルムのフローフはコニカルタイフ(モデル1231W, $300\mu\phi$ 白金フィルム)を用いた。流速計からの出力はデータレコーダに記録され, A/D変換器を通しマイクロコンピュータ(AI電子製abc-26)でサンプリング, 解析を行った。フロベラ流速計は電気系統の構造が簡単なのでキャリブレーションが安定しており耐久性にも密着。しかしながら, フロベラの大きさが乱れのミクロスケールに比し大きいので流速変動は空間的に平均化されたものになる。さらに, フロベラ自身の慣性のために高周波変動に十分応答できない欠点を持つ。一方, ホットフィルム流速計は乱れを観測するのに十分な応答特性を持っているがキャリブレーションの安定性に乏しい。図-1の点はキャリブレーションに用いられたデータであり, 図中の直線はそのデータを基にして決められた幾つかのキャリブレーションカーブを示す。測定例の流速は 9.1cm/sec から 14.9cm/sec までの範囲であり, 乱れ強度を比較するとキャリブレーションカーブによって乱れ強度が大きく異なるのがわかる。

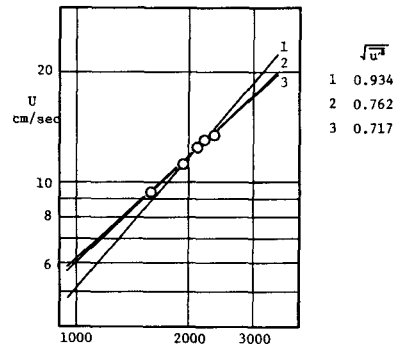


図-1

3, フロベラ流速計の平均化時間の評価 サンプリング時間 T に関しては真の平均流速に対してそのサンプリング時間で得られる平均流速のバラツキが真の平均流速の 0.5% 以内となるように試験変動曲線から求められ本実験では $T \geq 155\text{sec}$ と定めた。また, 岩佐によれば, T とフロベラの慣性による平均化時間 τ とオイラー積分時間スケール t_e の関係が $T/t_e \geq 10^2$, $\tau/t_e \leq 10^{-1}$ であるならば, τ と T の影響を無視しうるとされている。岩佐はサンプリング時間間隔 S とサンプリング時間間隔 S でサンプリングされた乱れ速度の自乗平均値 $\overline{u_s^2}$ とて, t_e , 真の乱れ速度の自乗平均値 $\overline{u'^2}$ の関係として次式を与えている。

$$\frac{\overline{u_s^2}}{\overline{u'^2}} = \frac{2t_e^2}{\tau} \left\{ \frac{\tau}{t_e} + \exp\left(-\frac{\tau}{t_e}\right) - 1 \right\} \quad (1), \quad t_{\tau} = \frac{\overline{u'^2}}{\overline{u_s^2}} t_e \quad (2), \quad \frac{\overline{u_s^2}}{\overline{u'^2}} = \frac{2t_{\tau}^2}{S} \left\{ \frac{S}{t_{\tau}} + \exp\left(-\frac{S}{t_{\tau}}\right) - 1 \right\} \quad (3)$$

ここで, 添字 τ はフロベラ流速計の慣性により平均化された量を示す。(3)式に異なったサンプリング時間間隔 S_1, S_2 とそれぞれの乱れ速度の自乗平均値 $\overline{u_{s1}^2}, \overline{u_{s2}^2}$ を代入し $\overline{u'^2}$ を計算し $\overline{u'^2}$ とホットフィルム流速計から得た $t_e, \overline{u'^2}$ を(1)式に代入することによりフロベラ流速計の平均化時間 τ が求まる。また, (2)式と(3)式から t_{τ} を消去し S と $\overline{u_s^2}$ とホットフィルム流速計から得た t_e と $\overline{u'^2}$ を代入して $\overline{u'^2}$ を計算し, (1)式に t_e と $\overline{u'^2}$ と $\overline{u_s^2}$ を代入することによってフロベラ流速計の平均化時間 τ が求まる。

4, あとがき 以上でフロベラ流速計の平均化時間 τ も得る手順を示した。実際の τ の算出, 乱れ強度測定, ホットフィルム流速計との比較等は講演時に発表する。

参考文献 1)Iwasa Imamoto;Turbulence mesurment by means of small current meter in free suface flow, Proc.12th Congr. IHAR Vol.2, 273~280