

三次元超音波流速計による流れの測定

神戸大学工学部 正員 神田 徹

神戸大学工学部 正員 瀬良昌憲

神戸大学大学院○学生員 黒岡浩平

1. まえがき 本研究は、三次元超音波流速計の構造および性能について述べ、開水路流れにおける乱流測定への適用性について検討したものである。

2. 構造と性能 本器の概要を図1に示す。本流速計は時間差法に基づいたもので、超音波の伝播方式としては、 x, y 軸方向は反射方式、 z 軸方向は対向方式を採用している。図2は反射方式の測定方法を示したもので、 x 軸方向および y 軸方向の流速測定のためにそれぞれクリスタル素子A, BおよびC, Dを配置し、中央下部に反射板Eを置くことにより素子の支持棒が流れを乱さないような構造にしている。そしてAから発信された超音波がBに到達するのに要する時間と、Bから発信された超音波がAに到達するのに要する時間の差から流速を求める。なお、超音波発振素子の固有振動数は4 MHzである。図3に本器における出力電圧ゼロ Volt のドリフト状態を示す。このように本器は長時間にわたり安定性を保つことができる。

3. 実験装置および実験方法 実験水路は幅50 cm, 高さ60 cm, 長さ1600 cm, 底勾配 $1/250$ で、測定断面として水路上流端より1200 cmの断面を選び、一断面当り40点において測定を行った。このとき、流速計の x 軸が流れ方向に一致するように設置した。水深は20 cmである。データ処理時のサンプリング周波数は100 Hz, サンプリング個数は全記録長約40秒を5分割し、それぞれ204個とした。また以下において x, y, z 軸の原点は左岸の路床としている。

4. 実験結果 図4に x, y, z 軸方向の流速成分 u, v, w の測定記録の一例を示す。 x 軸方向の平均流速の鉛直線上の分布は図5に示すように、相対水深 $z/H = 0.5$ 以下において対数則が適用できる。図6は乱れの相対強さであり、路床近傍で最大となり自由表面に近づくにつれて小さくな

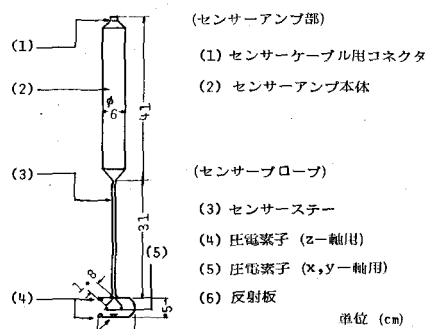


図1 三次元超音波流速計

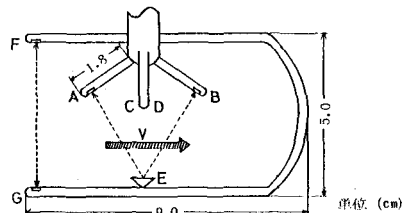


図2 センサー部

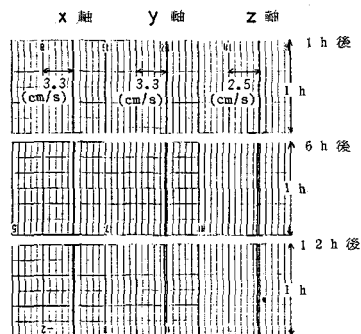


図3 ゼロ Volt のドリフト

ている。図7はひずみ度であり、 $0 \sim -0.15$ 程度の負の値をとっている。図8はとがり度を示し、 $z/H=0.45$ 以上では $2.5 \sim 2.7$ の値をとっている。今本・上野は、長方形断面水路において野外計測を行っている。その結果と比較すれば、乱れの相対強さについては、水面付

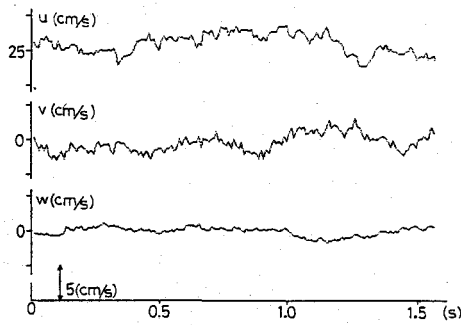


図4 三方向流速成分の測定記録

近を除いて両者の分布はほぼ同じ傾向を示すが、ひずみ度については本実験における測定結果の方が、水面近傍においてやや大きな値を示し、とがり度についてはやや小さな値を示す。図9は測定断面中央における u の電圧スペクトルを示し、これは、スペクトル・アナライザーによりサンプリング周波数 512Hz で計算したものである。 u のスペクトルは、 $-(5/3)$ 乗則に従う領域が認められる。

5. あとがき 本文においては、流れ方向のみの乱流成分についての従来の研究の確認にとどまったが、横断方向および鉛直方向の諸性質については講演時に述べる。

本研究において、終始適切な御助言を賜った神戸大学工学部、篁源亮教授に深く感謝の意を表します。

(参考文献)

1) 今本博健・上野鉄男：開水路流れにおける乱れの空間構造について、京大防災研年報，4B，1971。

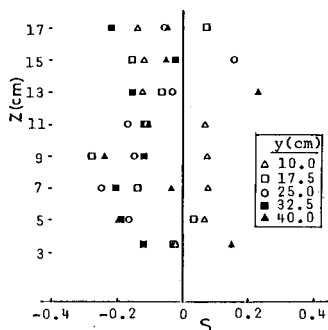


図7 ひずみ度

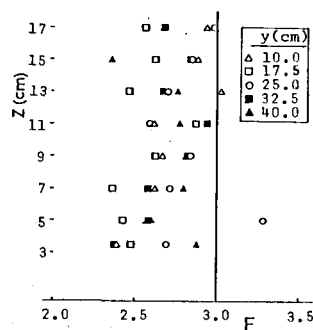


図8 とがり度

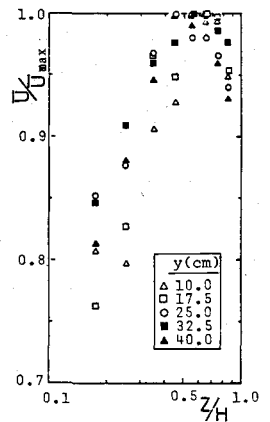


図5 平均流速分布

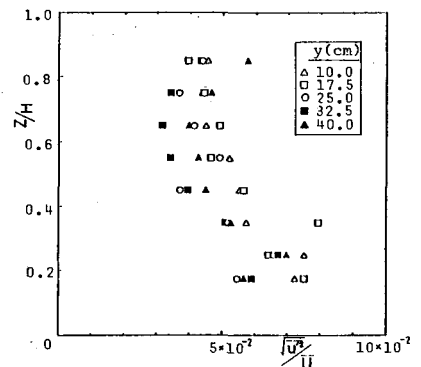


図6 乱れの相対強さ

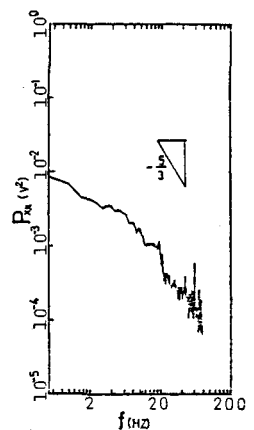


図9 スペクトル