

名古屋大学土木工学科 正会員 中川武夫
 同 上 正会員 岩田好一朗
 同 上 学生会員 〇小山裕文

1. はじめに

礫波に関する研究の進歩は主として波が砕けりからの乱れた水粒子の流速測定が思うようにできないために妨げられてきていたといえよう。この問題を解決するためには高精度かつ高感度に3次元的な水粒子の流速測定が可能な流速計が不可欠であることはいままでのことである。従来では、礫波の水粒子の測定には熱線流速計、電磁流速計などが使われてきたが、いずれの流速計もそれぞれ一長一短がありこうした要求に対して十分に答えうるものではなかった。ところが最近になって、テンション・スレッド流速計¹⁾が開発され、この流速計による礫波の水粒子速度測定の可能性が明らかになった。このテンション・スレッド流速計の原理は「流れの中に張り合わせてある糸は流下方向への抗力を受けるために、この流速に応じて糸の張力が変わる」というものである。したがって、この糸に働く張力を速度に較正すれば、糸が張り合わせてある位置での流速が求められることになる。ここでは、礫波の水粒子速度測定用に試作したテンション・スレッド流速計の設計概要およびその測定結果の一部を報告する。

2. 流速計

流速計の全容はFig.1に示したとおりである。水粒子速度の測定時には流速計はこの写真のように垂直に保たれるが、波は写真の面内へ向う方向へ進む。写真中央部に張り合わせてある合計3本の糸(直径約0.1mm、長さ:約5.5cm)がこの流速計のセンサーである。これらの3本の糸がそれぞれ独立に礫波の水粒子速度の各成分を測定することになるが、以後このうちの1本の糸のうちの1本前側の黒い糸を例にとって流速の測定原理を説明することにする。この糸は水粒子速度の鉛直成分Wを測定するものであるが、この糸の右端は支柱先端に剛性支持されるために対して左端はFig.2に示したようにFRP(Fiber Reinforced Plastic)製の片持ちばり自由端に弾性支持されている。また、この片持ちばりはこの図に示したような円筒の中に納めてあり、その平面形は台形をしており厚さは0.5mmである。さらに、この片持ちばりの付根付近の上面、下面にそれぞれ枚づつの半導体ひずみゲージ(120Ω)が接着してある。このようにして、この糸が張っている場所での水粒子の鉛直方向速度の変動に応じたひずみゲージからの出力電気信号が増幅され、記録されることになる。全く同様にしてFig.1の中でこの黒い糸と平行に張って

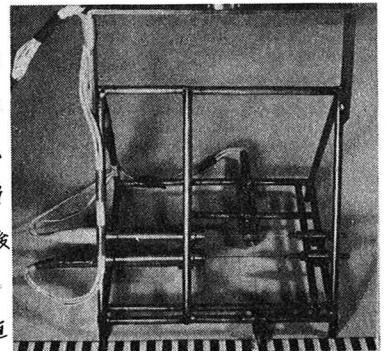


Fig.1 General view of tension thread flow velocity meter.

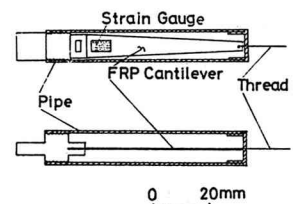


Fig.2 Cross sections of the elastic support assembly.

ある糸は波の進行方向の速度成分 U を、またこれら 2 本の平行に張った糸と直交する糸は波の進行方向に垂直な水平横方向の速度成分 V を測定することになり、結局これら 3 本の糸により測定点における 3 方向の速度成分を同時に測定できることになる。

3. 速度校正

流速計の速度校正は、この流速計を造波水槽の上縁に敷いてあるレーン上を走る台車に取り付けて、これの糸と静水中を一定速度で進行させることにより行なった。この流速計は糸の初期張力の設定値などを調節することにより対象とする現象に合った速度測定範囲になるように設計することができ、ここでは予測される砕波の水粒子速度の範囲に合わせて $3 \sim 120 \text{ cm/s}$ の間の速度校正を行なった。Fig.3 がこのようにして求めた流速計の速度校正曲線である。

4. 砕波の水粒子速度の測定結果

実験は名古屋大学土木工学科水理実験室の造波水槽(長さ 28.189 m、深さ 0.945 m、幅 0.700 m)で行った。造波装置はフラップ型エピソード型の混成型で、ほぼ 2 次元の規則波を発生することができ、この造波装置でつくられた波は水槽の後半部に設置した水平台(長さ 8.9 m、高さ 37.5 cm、幅 70 cm)の前部斜面(勾配約 20 度)直後で砕波することになる。

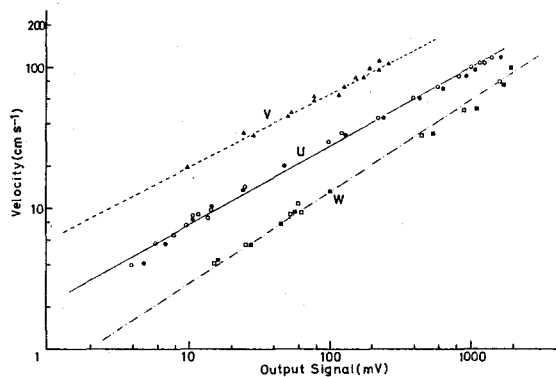


Fig.3 Velocity calibration curves.
u; velocity component of the wave direction, v; transverse velocity component, w; vertical velocity component.
opened symbol; positive direction, smbared symbol; negative direction.

Fig.4 にこの流速計を使って測定した砕波点後方の水粒子速度の 3 方向速度成分の時間変化とこの速度測定点上方の水位変動の時間変化の一例を示した。この実験の場合の砕波の型式は巻き波であり、その流速測定位置は砕波点後方 10 cm、水平台表面から上方へ 14 cm の水槽中央部である。なお、静水面は水槽底面から 57 cm、水平台表面から 19.5 cm のところにある。Fig.4 から、この場合のように静水面に比較的近い位置における砕波後の水粒子速度の各成分の時間的変化は、その上の水位変動の時間的変化とかなり良い対応がとくことがわかるであろう。さらにこの図から砕波後の水粒子速度の 3 次元性と鉛直および横方向の速度成分に高周波の乱れが顕著であることがわかる。

5. 結論

テンシオン・スレッド流速計により非定常な 3 次元的水粒子速度の測定が可能であることが実証された。今後、この流速計に改良を加えて、種々の乱れの測定への適用が期待される。

6. 参考文献

- 1) 中川武夫、テンシオン・スレッド流速計を用いた水粒子速度の測定。昭和 55 年度土木学会全国大会講演概要集 pp.79-80 (1980)。

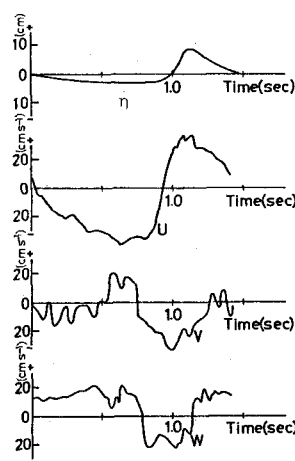


Fig.4 Time history of water surface level and three velocity components at a point behind the wave breaking point.
 η ; water surface level, u; velocity component of the wave direction, v; transverse velocity component, w; vertical velocity component.
The measured position; 10 cm from the wave breaking point, 14 cm from the horizontal bottom.