

日本大学工学部 学生員 ○藤井 誠
日本大学工学部 正 員 長林 久夫

1. はじめに

現場での乱流計測において流速計の設置誤差は測定結果に大きな影響を及ぼす。そこで精度の良い測定のためにはその補正が必要となる。よって、ここでは三次元超音波ドップラー流速計(ADV-lab, sonotec 社(アレックス電子機代理店))に設置誤差が生じた場合の補正方法の検討を行った。流速計が水平回転とあおり回転(鉛直面に対する回転)した場合の補正式を求め、室内実験により検討した。そしてさらにこの補正式が現場での測定結果にどの程度適応できるのかを野外用水路の2ケースについて検討した。

2. 検定方法

室内実験は、長さ: $L=4\text{m}$, 幅: $b=10\text{cm}$, 深さ: $D=32\text{cm}$, 水路勾配: $i_0=1/800$ の模型水路において行った。流れは等流で、水深を 20cm とした。測定は主流流速に対する ADV センサーの方向性応答についての検討を行うために流速計を水路中央測線の底面から 10cm 位置に置いて、図1のようにレシーバ1を下流に向け、y軸を中心にして ADV プローブを水平回転させた場合の回転角に対する出力を3分計測した。

野外用水路計測は、case A(幅: $b=4.2\text{m}$, 水深: $h=0.5\text{m}$, 水路勾配: $i_0=1/900$)と case B(幅: $b=2.2\text{m}$, 水深: $h=0.8\text{m}$, 水路勾配: $i_0=1/700$)の水路において行った。流速計は上下方向にスライド可能な支持台に取り付け、さらに支持台を橋の欄干に固定した。各測点における流速測定は各2分間である。

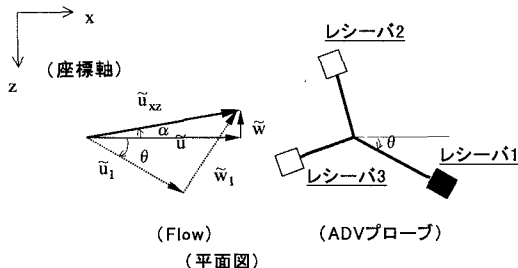
3. ADV 設置誤差の補正式

ADV 設置誤差の補正方法¹⁾として ADV プローブが y 軸を中心にして水平回転: θ した場合と、z 軸を中心として傾斜: ϕ した場合の補正式をそれぞれ式(1)と(2)に示す。

$$\tilde{u} = \tilde{u}_1 \cos \theta - \tilde{w}_1 \sin \theta \quad \tilde{w} = \tilde{u}_1 \sin \theta + \tilde{w}_1 \cos \theta \quad \cdots (1)$$

$$\tilde{u} = \tilde{u}_2 \cos \phi + \tilde{v}_2 \sin \phi \quad \tilde{w} = -\tilde{u}_2 \sin \phi + \tilde{v}_2 \cos \phi \quad \cdots (2)$$

図1は ADV プローブが y 軸を中心にして水平回転角: θ で回転した場合の概略図を示している。



ここで、

$\tilde{u}_{xz}$: 瞬間の流速成分、 α : $\tilde{u}_{xz}$ と x 軸とのなす角

$\tilde{u}$: $\tilde{u}_{xz}$ の x 軸方向成分、 $\tilde{w}$: $\tilde{u}_{xz}$ の z 軸方向成分

$\tilde{u}_1, \tilde{u}_2$: ADV センサーに出力される x 成分流速

$\tilde{w}_1, \tilde{w}_2$: ADV センサーに出力される z 成分流速である。

図1 ADVの計測概略図

4. 検定結果および検討

室内実験では ADV プローブを軸に水平回転させて流速と乱れ強度の測定を行った。回転角 θ はレシーバ1を上から見て時計回りに回転させた時を正としている。図2は横軸に回転角 θ 、縦軸に流速の各成分(x, y, z)を摩擦速度 U_0 で割ったものである。検定は水路中央で行っており、測定値と補正式はほぼ一致している。

キーワード: ADV、設置誤差、補正式、2次流

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1

日本大学工学部水理研究室

0249-56-8724 (TEL, FAX)

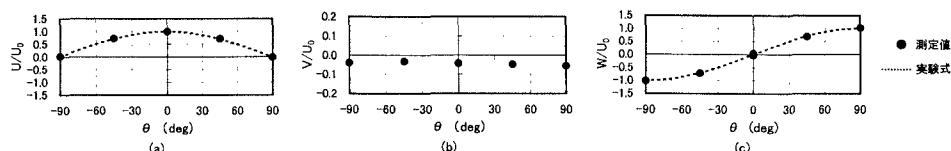


図2(a) ADVプローブを軸に水平回転させたときの流速の変化

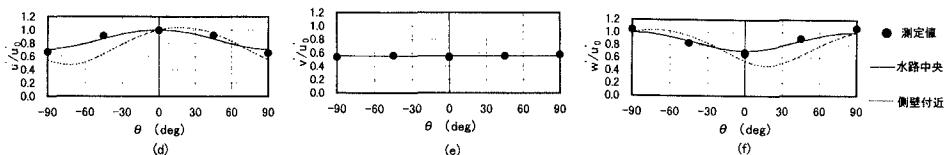


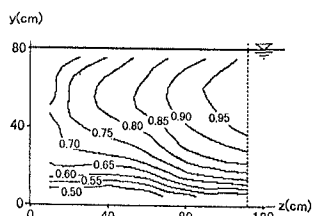
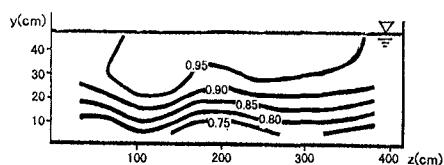
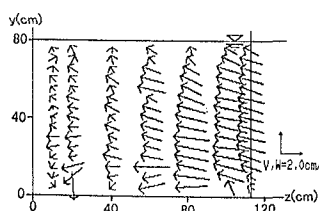
図2(b) ADVプローブを軸に水平回転させたときの乱流強度の変化

次に野外用水路において測定を水路中央で行った。case A と case B の水路における主流流速分布、2 次流ベクトル図を図3、図4と図5、図6に示す。図3より最大流速が水路中央上部に見られ、図5では左岸と右岸側に見られた。

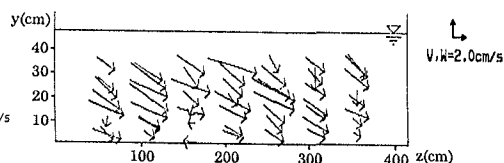
図4(a)では水路中央から左岸側へ向かう流向が見られ、また水面付近には上向への流向が主流分布と異なる流況である。

図6(a)では全てのベクトルが左岸上向から右岸下向へ向かう流向が見られる。そこで w 流速において底面から水面までの質量保存測²⁾ が成立していないと考え、測定結果を水平回転については一測線上の w 成分の平均がゼロとなるように、

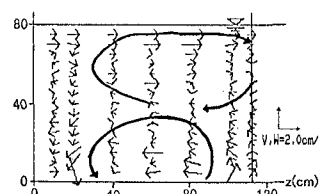
あおり回転は各測線上の水面付近の v 成分がゼロとなる θ と ϕ の角度を求めて補正した結果、平均的に case A は $\theta = 4.3^\circ$ 、 $\phi = 1.9^\circ$ 、case B は $\theta = -3.9^\circ$ 、 $\phi = 2.1^\circ$ の補正角を得た。

図3 主流流速分布 (u/U_{max})図5 主流流速分布 (u/U_{max})

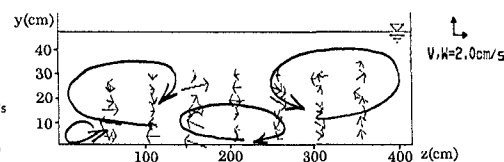
(a) 補正前



(a) 補正前



(b) 補正後



(b) 補正後

図4 2次流ベクトル図

図6 2次流ベクトル図

5. おわりに

現場での乱流計測において ADV 流速計のわずかな設置誤差が2次流流速に大きな影響を与えていることが分かった。また、その補正方法が分かった。

参考文献

- 1) 長林・木村:用水路における乱流計測、第38回日本大学工学部学術研究講演要旨集、pp.154-157、1995
- 2) 富永・江崎:長方形断面開水路流の三次元乱流構造に関する研究、土木学会論文集、第357、pp.81-88、1985
- 3) 小金・長林・木村:ADVの出力特性に関する検討、第40回日本大学工学部学術研究講演要旨集、pp.113-115、1997