

ADCP による流速測定精度の検証結果(試験水路)

(株)シーテック 正会員 ○伊藤 真行
 (株)シーテック 正会員 前田 浩伸
 (株)シーテック 正会員 土山 茂希

1. はじめに

河川や水路での流量測定において、1 方向の流速成分を測定するプライス型流速計(プロペラ式)が主として用いられているが、近年、ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) を流量測定に適用する事例¹⁾²⁾³⁾が散見される。

ADCP を水力発電所の流量調査へ適用するにあたり、発電水力流量測定規則⁴⁾では毎年の流速計係数試験による校正が不可欠であることから、流速計試験場にてプライス型流速計の検定試験と同様な試験により ADCP の精度を検証した。

使用した ADCP は、水路底面に設置して流量測定を行う形式のものであり、水深と1 測線に最大 10 測点の流速データを同時かつ瞬時に取得しうる。しかし、プライス型流速計と比較して体積が大きく、ADCP の周囲の水流に乱れを生じさせることが懸念される。

このため、試験を数値解析で模擬した計算結果と試験結果を比較し、ADCP による水流の乱れの影響を受けない検定範囲を提案するとともに、流速測定精度について検証した結果をここに報告する。

2. 実測試験

(1) 流速計概要

表 1 に、流速計試験場での検定試験に用いた ADCP の概要を示す。

表 1 流速計 (ADCP) の概要

項目	諸元
使用機器	SONTEK社製 Argonaut-SW
発信超音波数	流速計測用2Beam / 水位計測用1Beam
周波数	3MHz
測定範囲	±5.0m/s
測定分解能	0.1cm/s
測定精度	実測値の±1%, ±0.5cm/s
層数	最大10層
寸法	24.5cm (長) × 10.0cm (幅) × 6.3cm (高さ)
センサー設置水深	水面から220mm (水面下距離)
測定不能領域	センサーから120mmの区間

(2) 施設概要

表 2 に、試験施設の概要を示す。試験は、台車に固定した流速計を試験水槽の静止した水中に没し、試験台車を水路長方向に定速走行させる方式である。当該設備は、発電水力流量測定規則の解釈第 3 条 3 項に示されている基準を満たしている。

表 2 試験場概要

項目	諸元
施設名	(株)セレス 流速計試験所
水槽寸法	全長155m, 幅2.0m, 水深1.8m
設定速度範囲	0.01m/s~6.0m/s (分解能0.01m/s)
試験速度誤差	設定速度の0.5%以下
速度変動率	1%以下
速度検出方法	ロータリーエンコーダー (分解能0.1mm)



写真 1 試験設備および流速計設置状況

(3) 試験ケース

表 3 に、試験ケースを示す。台車移動速度は水槽長および測定間隔の関係から 1.0m/s および 2.0m/s の 2 ケースとし、測定間隔を各 3 ケースとしたパターンの計 6 ケース実施した。なお、1 測線上の測点間隔は測定器の最少測点間隔である 20cm とした。

表 3 試験ケース

試験流速 (m/s)	測定間隔 (s)			
	20	30	40	60
2.0	○	○	○	
1.0	○		○	○

キーワード : 超音波ドップラー流速計, ADCP, 流量測定, 流速分布, 数値解析

〒455-0054 名古屋市港区遠若町 3-7-1 Tel. 052-651-3894 E-mail ma.itou@ctechcorp.co.jp, h.maeda@ctechcorp.co.jp, s.tsuchiyama@ctechcorp.co.jp

(4) 試験結果

図1に、測点間隔 20cm に対して流速分布を測定間隔および台車移動速度別に比較した結果を示す。なお、水槽底面から 50cm の離隔範囲までは壁面反射波による干渉の影響が大きく、測定値の信頼性に欠けるため不感帯とした。

図1より、流速の測定値の鉛直分布形状は測定間隔、流速に依らず同様である。ADCP から 0.6m 程度離れた水深 1.0m から 0.6m 付近で台車と同等な速度が測定された。

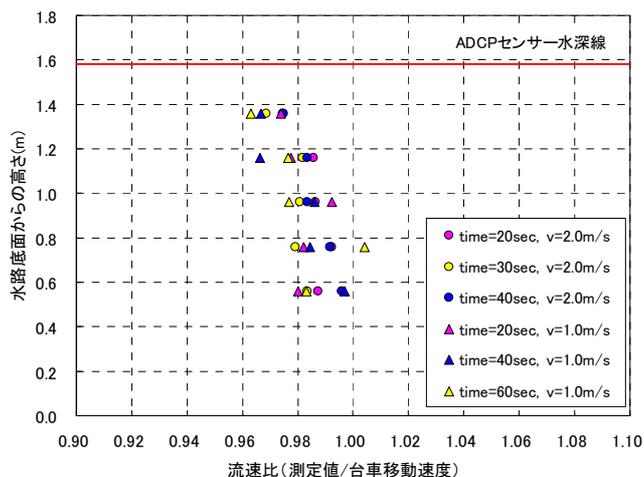


図1 流速分布 (試験結果)

3. 数値解析

(1) 解析概要

数値解析は、汎用流体解析プログラムである Flow-3D®を用いて実施した。

解析範囲は、試験水路中央軸を対称条件としたハーフモデルとし、解析範囲は水路幅 0.5m、水深 1.8m および水路長 10m とした。図2にモデル図を示す。

解析では静水場において、検定台車に流速計を固定し、台車移動速度を 2.0m/s としたものをケース 1、1.0m/s としたものをケース 2 として模擬し、流速計の移動に伴う水の乱れ範囲を調べた。

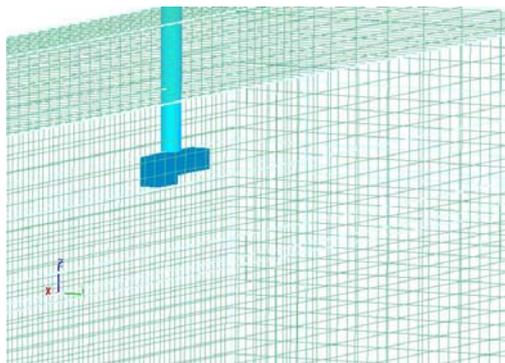


図2 数値解析モデル

(2) 計算結果

図3に、数値解析結果として台車移動速度に対する三次元合成流速の差異の比率を示す。なお、図には流速の差異が 5.0% から 0.5% までの範囲を示した。

この結果より、台車移動速度に関わらず ADCP から 0.6m (水深 1.0m) 程度の範囲までは機器移動による抵抗の影響が表れている。

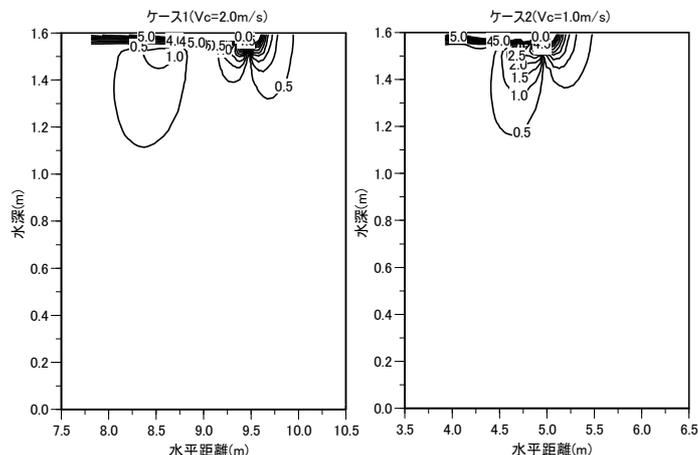


図3 流速の差異 (数値解析結果/台車移動速度)

4. 考察

試験および数値解析の結果より、ADCP から 0.6m (水深 1.0m) 程度までは ADCP が水中を移動することによる抵抗の影響を受け、台車移動速度よりも低い流速となる。この結果は流速に関わらず同様である。

また、試験結果のうち機器移動による抵抗の影響が無い区間 (水深 0.5m から 1.0m) での平均流速比は 0.987 であり、台車移動速度に対する差異は 1.3% である。

5. まとめ

流速計試験場での測定結果を数値解析で模擬した計算結果と比較し、ADCP での検定範囲を水深方向について検討するとともに、流速測定精度について検証した。

この結果、水深 0.5m から 1.0m 区間での測定値を使用することで、流速計による水流の乱れおよび底面からの影響を除くことができ、ADCP の測定性能を検討できると考えている。

参考文献

- 1) 鈴木 他：超音波流速分布計測法による水力発電所水車効率試験時における水圧鉄管内流速分布及び流量測定, 日本機械学会論文集, (2007) 907-910.
- 2) 二瓶 他：超音波ドップラー流速分布計を用いた河川流量計測法に関する検討, 土木学会論文集 B Vol.64 No.2, (2008) 99-114.
- 3) 和田 他：超音波流速分布計測法を用いた水力発電所開渠部における流量測定の適用性検討, 電気学会全国大会講演論文集 No.7 (2009) 130.
- 4) (社) 電力土木技術協会：発電水力流量調査の手引き, (2001) 21-45.