

暗渠部における流量把握方法の試み

(株)シーテック 正会員 前田 浩伸
(株)シーテック ○伊藤 真行

1. 序論

多くの流れ込み式水力発電所では、導水路内の水深を計測し、水路水深と流量との関係（H-Q カーブ）より取水流量を求めている。

しかし、水路トンネルの経年変化等により流水抵抗に変化が見られる場合、H-Q カーブを見直す必要がある。

水路が開渠であれば、JEC（電気規格調査会）に規定されているように流速計法の適用が容易であるが、暗渠の場合、流速計法の適用は容易ではなく、同等の精度を持つ他の方法が求められている。

近年、ADCP（Acoustic Doppler Current Profiler, 超音波ドップラー流速プロファイラ）を流量測定に適用する事例¹⁾²⁾³⁾も見られる。本研究では、水力発電所取水口付近の暗渠部に ADCP を設置し、流速分布から得た流量を、発電所水圧鉄管部での相対流量測定法（以下超音波法とする）により算出した流量と比較検討した。その結果を報告する。

2. 概要

(1) 対象地点概要

表 1 に示す 3 地点で流量測定を行った。3 地点とも流れ込み式水力発電所である。

表 1 計測対象地点概要

		地点名		
		A 発電所	B 発電所	C 発電所
最大出力	(kW)	1,500	800	1,800
最大取水量	(m ³ /s)	1.90	3.06	4.17
水路幅	(m)	1.65	1.70	1.80
水路高	(m)	1.75	1.50	2.00
上流直線長	(m)	1.40	17.50	38.20
直線長/水路幅		0.85	10.29	21.22
水路勾配		1/1360	1/2360	1/1120
超音波法との距離	(m)	990	280	3,300
材質		コンクリート巻立	コンクリート巻立	コンクリート巻立

(2) 暗渠部での ADCP による流量測定

ADCP を写真 1 に示すよう暗渠部の水路敷中央に取り付けた。

なお、本測定に用いた ADCP は、(株)SONTEK 社の Argonaut-SW である。



写真 1 ADCP 取付状態

(2) ADCP による流量算定方法

ADCP による流量は、水路敷中央に設置した計測器から得られる鉛直方向の流速分布を積分し、水路幅を乗ずることにより算定した。

なお、ADCP 直上の 12cm 区間は計測不可能なため、底面部から 1/6 べき乗則を適用し、底面付近の流速を補間した。

発電所鉄管部での超音波法による流量測定観測に用いた超音波流量計は(株)トキメック社の UFP-700C を使用した（写真 2 参照）。



写真 2 超音波法計測状況

キーワード：暗渠, 超音波ドップラー流速計, ADCP, 相対流量測定法, 流量測定, 流速分布

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

3. 計測結果および考察

(1) 流速ベクトル分布

図1に、ADCPで計測した流速ベクトルの鉛直分布を示す。今回使用したADCPは、1測線に最大10測点の流速データを同時に取得することが可能である。なお、発電量の変化により、水路水位は変化するため、水位変動に伴い測定点数は増減する。

ADCPは、10秒以上の設定時間で平均値を取得することができるため、図1に示すような流速ベクトルの鉛直分布を時々刻々と確認することができた。

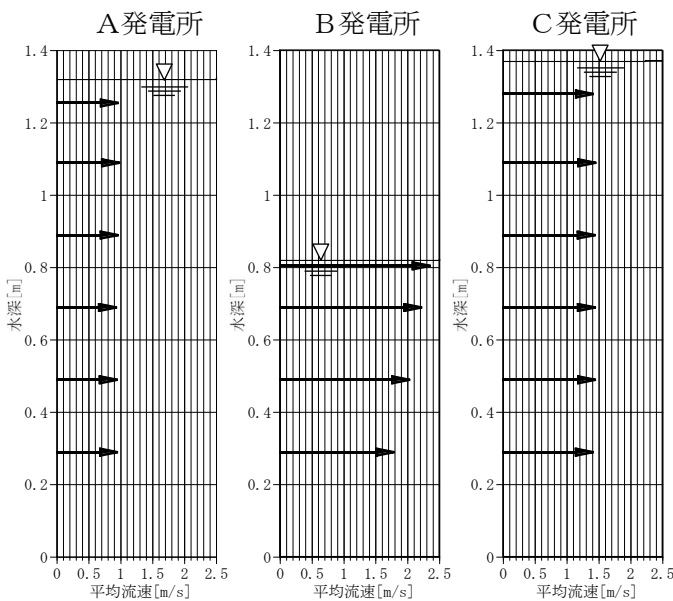


図1 流速分布図

(2) 流量の計測精度

図2に超音波法により計測された流量に対するADCPによる算出流量比を示す。

各計測地点で近似直線を描いた場合、A発電所ではADCPによる算出流量が+6.0%となり、B発電所が-6.0%、C発電所が-1.6%となった。また、各計測地点の近似直線式による相関係数は0.984から0.995を示しており、高い直線性が得られた。

3地点の計測値で近似直線を描いた場合、以下の関係式が求められた。

$$Q_{\text{超音波法}} = 0.967Q_{\text{ADCP}} \quad (R^2 = 0.984) \quad (1)$$

超音波法との差異は-3.3%であり、近似直線式による相関係数は0.984となった。この結果から、水路中央の鉛直方向の1測線での流速分布の測定でも、流量の計測が可能であることを確認した。

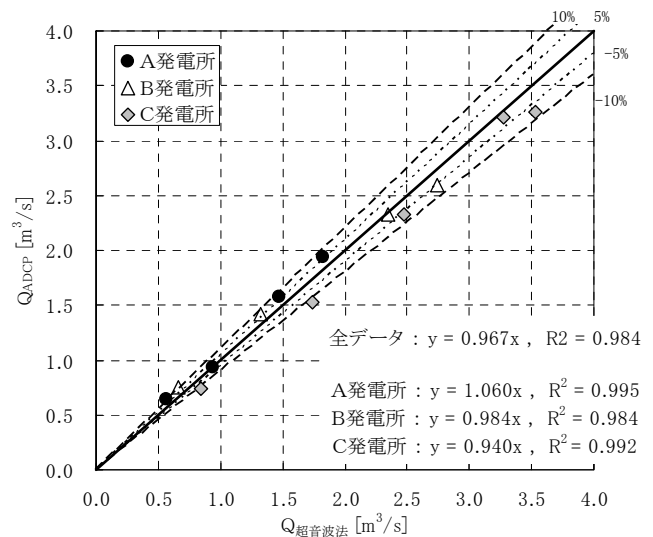


図2 超音波法に対するADCPの結果比率

(3) 考察

多点を同時計測でき、鉛直流速ベクトル分布を把握できることは、ADCPを用いた流速計測の大きな利点である。また、計測により得られた速度分布を通水断面面積で積分することにより流量を算出することは、流束の概念で流水を定義⁴⁾することと齟齬はない。

超音波流量計との結果比較について、現在の3地点のみでは明確な補正係数を示すまでには至っておらず、今後、水路規模、勾配、材質等の異なる地点において超音波法との比較を行い、パラメータ毎の関連性を把握し、流量算定精度の向上に取り組んでいく。

4. 結論

ADCPによる算出流量を超音波法による流量と比較した結果、両者には大きな差異が無く、高い直線性も確認できた。

また、流量測定にADCPを用いたことで、多点の流速を同時計測でき流速分布を計測できた。今後は水路形状などに応じて精度向上を図るべく、他地点で流量測定を試行していく。

参考文献

- 1) 二瓶ら：超音波ドップラー流速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.2,99-114,2008.4
- 2) 鈴木ら：超音波流速分布計測法による水力発電所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 907-910,2007.11
- 3) 和田ら：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, No.7,080,2009.3
- 4) 武田：流動場と流量計測におけるパラダイムシフト,計測技術,Vol.37 No.2,2009.2