

超音波ドップラー式流速計を用いた流量調査法の確立

水力発電所の取水制御を支える

Establishment of the Flow Investigation Method Using an Acoustic Doppler Current Profiler For Supporting Water Intake Control of Hydroelectric Power Stations

(株式会社シーテック 技術コンサルタント部 設計・調査G)

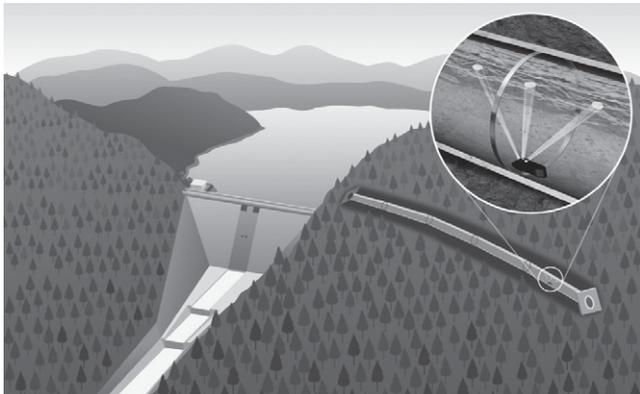
トンネル等の暗渠や圧力水路での流量調査は困難であったが、超音波ドップラー式流速計の活用により、高精度で取水流量の計測が可能となった。流量計測値に基づき取水ゲートの開閉操作をおこなうので、河川法の遵守に欠かすことができない技術である。

(Technical Consultancy Department, Civil and Architectural Engineering Headquarters, C-tech Corporation)

Flow investigation in closed conduits or pressure conduits, such as tunnels, has been difficult; however, a technology that makes it possible to measure intake rates with high accuracy has been established using an acoustic Doppler current profiler. This is a technology indispensable for abiding by the River Act, as the opening and closing operations of intake gates are performed based on the flow measurement.

1 はじめに

水力発電所の約70%は、従来の計測手法であるプロペラ式や電磁式流速計での取水流量計測が困難なトンネル等の暗渠で占められている。開水路でも水槽や調整池等による背水の影響がある水路では、水位流量曲線による流量把握が困難である。そこで、超音波ドップラー式流速計の活用により、暗渠での流量計測を可能にするるとともに、開水路での流量測定精度の向上に取り組んだ。



第1図 トンネル内の流量測定イメージ

2 超音波ドップラー式流速計の機能

超音波ドップラー式流速計は、ドップラー効果を原理とした流速測定装置である。時々刻々と計測できるので、水深の変動が大きい水路においても精度良く流速を計測できる。その利点を下記に示す。

- 1つの計測線上で最大10測点の流速が計測可能
- 流速分布を瞬時に測定可能
- 長期間にわたる継続計測が容易
- 流速の経時変化を捕捉可能
- 計測間隔は最短10秒



第2図 超音波ドップラー式流速計

3 水路断面の測定

流量測定では対象水路の断面を正確に測定することが必要である。レーザー測距式内空断面測定装置を使用し、トンネル等の内部断面形状を短時間で高精度の測定ができるようにした。その特徴を下記に示す。

- 断面の大きさに応じて測定点数の変更が可能
- 測定と測定値収録をパソコンにより自動制御可能
- バッテリー稼動も可能



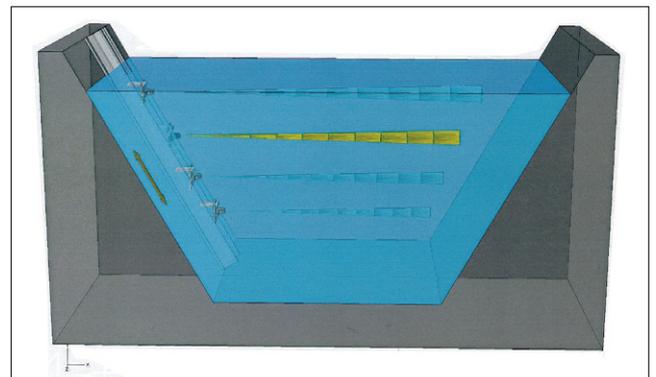
第3図 レーザー測距式内空断面測定装置

4 流速測定の実例

流速測定では、水路の形状に応じて計測線を設定する。

(1) 開水路

水路側壁に設置したガイドレールにて、流速計を上下方向にスライドさせ測定することにより、開水路横断面で格子状に数多くの流速を捉えることが可能となり、流速分布図を作成できる。偏流の測定が可能であるため、直線距離が短い水路や大断面水路等にも有効な測定方法である。



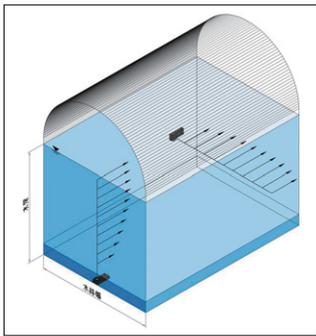
第4図 計測線配置例(開水路)



第5図 計測状況(開水路)

(2) 暗渠(自由水面を持つ流れ)

流速計を移動させて計測することが困難なため、水路中央および水路側壁に設置した流速計から得られる流速分布より、水路内の平均流速を算出する。



第6図 計測線配置例(暗渠)

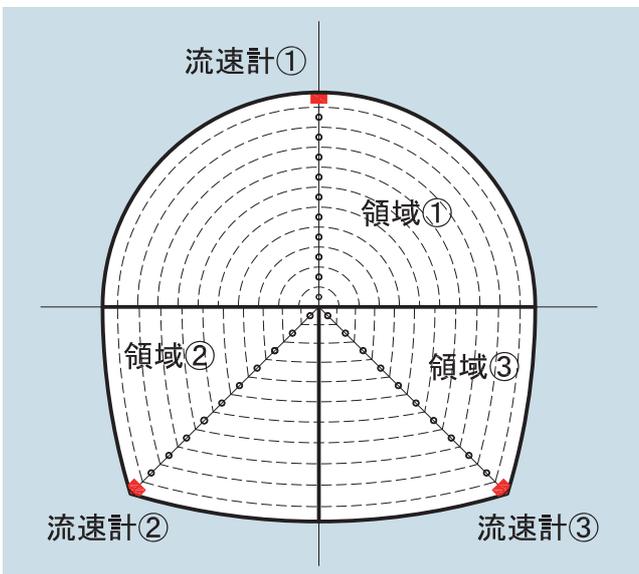


第7図 流速計設置状況

(3) 暗渠(圧力)

圧力水路では流速計を側面に固定し、流速分布を捉えることにより流量を算定する。

水路幅が5mを超える圧力水路等では、水路側面に複数台の流速計を設置し、流水断面を分割して計測する。



第8図 測点サンプル(圧力大断面)

5 流量の算定

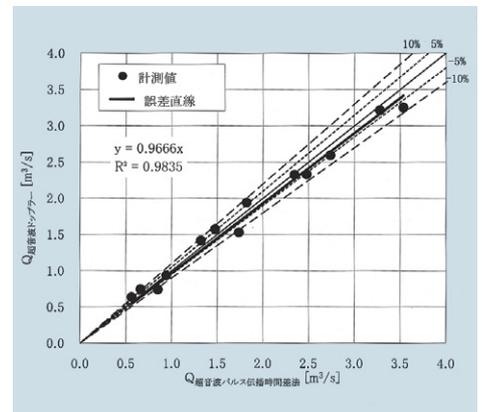
計測した各測点の流速値に対応する流水面積を掛け合わせて流量を算定する。その際に、流速計の直上に測定不能な範囲の生じることが避けられないため、底面から1/6倍乗則を適用し、底面付近の流速を補間することにした。また、側壁に流速計を設置し流速の横断分布を捉えることにより、流心の把握も可能となり、流量算定値の精度を向上できる。



第9図 流量算定の流れ

6 測定結果の精度の検証

超音波ドップラー式流速計での計測精度を検証した。自由水面を持つトンネル内での計測値と、「JEC-4002-1992附属書2相対流量測定法」による、超音波パルス伝搬時間差法により水力発電所鉄管部にて同時測定した値を比較した結果、両者には大きな差異が無いことが確認できた(第10図参照)。



第10図 計測結果の比較

7 今後の展開

弊社は、40年前から河川および開水路の流量測定を受託している。この経験により、水位観測装置の設計、施工、メンテナンスならびに、低水位測定、高水測定、水位観測データ収集、水位流量曲線・流況図表の作成までの一貫した業務が可能である。

今回紹介した超音波ドップラー式流速計により、同一水位であっても減少期の流量よりも増水期の流量が多くなるループ形状のH-Q曲線の作成も可能となる。

今後も継続して水文観測調査計画の提案をおこない、社会からの要請に応じていきたい。



執筆者 / 前田浩伸



執筆者 / 伊藤真行