

# 開水路実験装置のリアルタイム一元流量観察システムの開発

会田 俊介

東北大学

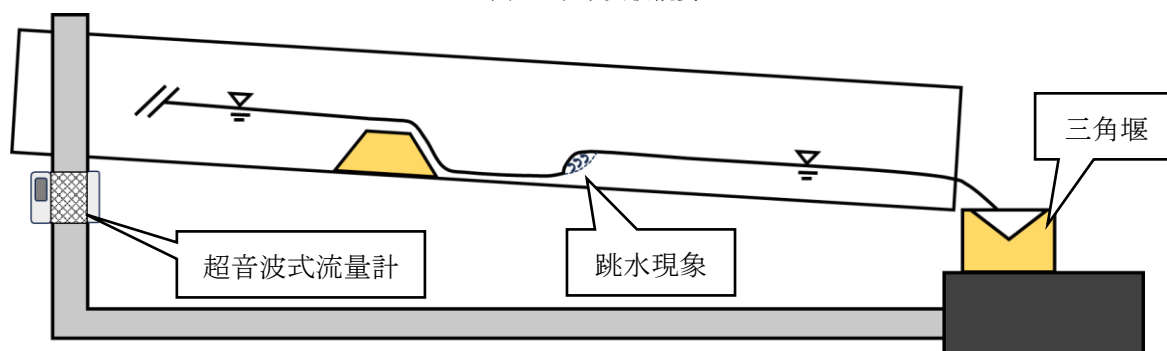
## 1. はじめに

水理実験において、流量を測定し実験の基準とすることが一般的であり、多様な流量測定方法<sup>1)</sup>が存在する。東北大学の水理実験室においても研究・教育に関する流量測定は欠かせない。しかし、全長 20m の実験用水路の各所において、最適な方法により流量測定を行うため、流量値の確認には各計測場所への移動が伴う状況であり、同時刻に一画面で観察するシステムは整備できていない。そのため、文部科学省が活用を推奨する ICT<sup>2)</sup>を用いて、流量測定方法の特性を比較することができる表題のシステム開発を行い、流量データの適切な取り扱い方を学ぶ一助となることを目指した。

## 2. 跳水実験における流量測定

東北大学土木工学専攻では、学部 3 年生を対象とした社会環境工学実験の実験授業がある。その中に跳水実験(図 1)が設定されており、水理実験室の可傾斜水路を用いて実施されている。実験内容は、跳水を発生させ、水深・跳水長・流量を測定、実験値を理論式と比較するものである。流量は水路下流部に設けた三角堰による測定と、水路への供給用配管に設置した超音波式流量計(キーエンス社製)により測定を行う。学生がレポートに使用する流量値は三角堰により測定した値である。しかし、流量計算時に単位を間違える学生があまりに多いため、超音波式流量計により測定した大まかな流量値を参考資料として与えている。

図 1 跳水実験概要



## 3. リアルタイム一元流量観察システム

跳水実験における測定項目は、流量の他に跳水長・跳水共役水深があるが、それらの測定はすべて使用水路の同一側面において行っている。そのため、データロガー(キーエンス社製)と各計測機器を繋ぐ配線は、学生が計測作業する側面とは反対側に配置した。流量測定は三角堰・超音波式流量計による測定に、水路上流部に電磁式流速計(ケネック社製)と超音波式水位計(オムロン社製)を設置し $Q = AV$ 式により求める測定方法を加え、3種類の流量測定を行った。このうち三角堰による流量測定は、フックゲージにより測定した水位から基準水位を引いた値( $\Delta h$ )を三角堰の流量公式に代入することで求める。しかし、この方法ではデータロガーに電圧値としての入力できないため、別の水位観測箱を製作し、超音波式水位計により $\Delta h$ を計測することとした。計測データは、超音波式流量計は電流値、その他は電圧値で出力され、データロガーに集約する。それぞれキャリブレーションを行い、流量値として表示されるように設定した。この流量値は、Duet Air(Duet社製)を用いてiPad(Apple社製)で確認・操作できるように設定した。Duet Airとは、タブレット端末をWindows PCのサブディスプレイとして利用できるアプリである。図2にシステム概要を示す。

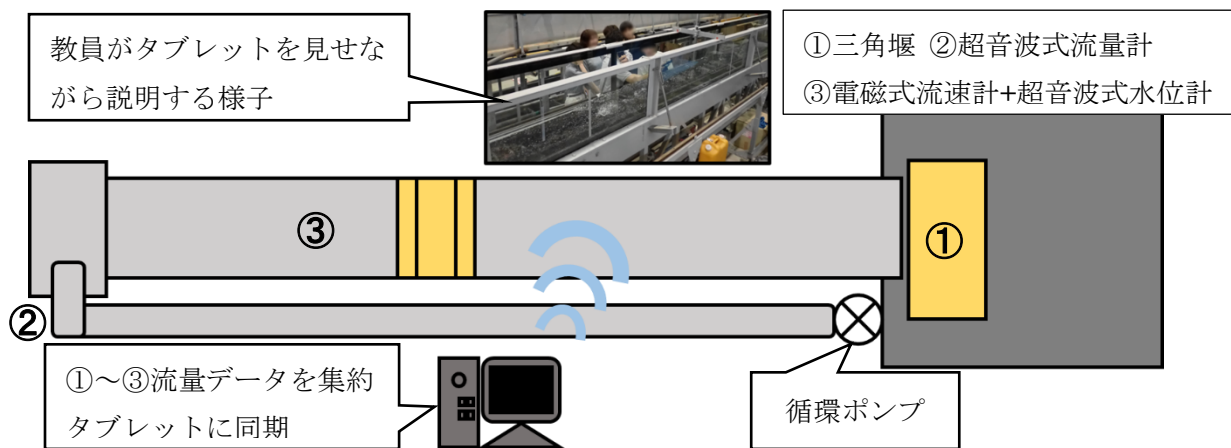


図2 リアルタイム一元流量観察システム概要

#### 4. 実験授業への活用

本システムは、2023.7.3の実験授業で試験的に運用した。跳水実験における流量の変更は、バルブの開度を変えることにより行う。ある流量における跳水現象について所定の測定が終了すると、次の流量にバルブ開度を調節する。この実験における最適なシステムの運用方法は、バルブ開度変更時から流況が安定するまでの流量変動を見せることである。そのため、バルブの開度を変更する頃に担当教員がiPadを操作して流量を確認できる状態に準備し、水路内の流況が安定するまでの間、学生にiPadを見せながら流量変動の様子を解説することとした。今回学生には、図3に示すような各流量の数値が変動する様子を見せた。学生から、「超音波式流量計の値は反応が早いけれど、値の振れ幅が大きい。」、「流量が同じにならないのはなぜ?」、「流量データと合わせて、跳水の様子をiPadで見れるといい。」などの発言があったことから、測定機器の特性や跳水現象に興味を持ってくれたことが伺えた。



図3 iPadの流量観察画面

#### 5. おわりに

今回の取り組みでは、跳水実験における3種類の流量測定値をiPadで同時に観察できるよう整備した。このシステムを授業で活用してもらうことで、実験全般または測定機器に対する興味関心を高める効果や測定値を正しく理解するきっかけとなることが期待できた。今年度は、システム整備の期間が短く、最後の実験授業に間に合わせる事が精一杯であったため、教員との運用方法の相談や、学生への意見聴取(アンケート)体制が整っていなかった。次年度の実験授業開始までに運用方法と意見聴取体制を整備し、実験授業終了後に本システムの教育効果を評価することを考えている。

#### 参考文献

- 1) 山崎弘郎, "流れの状態と流量計測法との関連についての横断的考察", 計測と制御, 1979年18巻5号 p.392-399.
- 2) 文部科学省, "高等教育機関等におけるICTの利活用に関する調査研究", 報告書3(2章2.2.4), [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/itaku/1347642.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1347642.htm) (参照日: 2023.8.7)

#### 謝辞

本技術開発は、令和5年度度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表します。