

農業用ため池の浮遊物が超音波センサを用いた小型水位計の計測値に及ぼす影響

大分工業高等専門学校 学生会員 ○喜見 優樹
 防衛大学校 正会員 佐野 博昭
 大分工業高等専門学校 非会員 高橋 徹
 株式会社アイエステー 非会員 大鶴 泰史

大分工業高等専門学校 正会員 前 稔文
 大分工業高等専門学校 正会員 姫野 季之
 株式会社サザンテック 正会員 田上 博彰

1. はじめに

近年、多発している激甚化した豪雨により河川や農業用ため池の洪水・氾濫などのリスクが高まっており、リアルタイムでの水位監視システムの構築が望まれている。とりわけ、農業用ため池（以降、ため池と略記する）の約70%が江戸時代以前に築造されている¹⁾ことから老朽化が深刻であり、豪雨時における漏水や決壊などが懸念されている。

そこで、水位計による水位観測システムが構築されれば、自治体関係者やため池管理者らは、自宅等に居ながらリアルタイムでため池の水位を確認することができるが、一般に水位計は数10万円から数100万円と高額であり、設置するとなると経済的に大きな負担となる。

このような背景のもと、筆者ら²⁾は、高専（KOSEN）発のIoT技術と超音波センサ、小型太陽電池を用いて配線工事が不要で設置も簡単で低コストの小型水位計³⁾を用いて、2020年6月19日から大分県内にある大久保ため池に設置し、水位計測を継続して行っている。小型水位計による実測値は、メジャーを用いて護岸天端から水面までの法面を実測した値から求めた水位とほぼ一致しており、小型水位計が十分な精度を有していることが確認できた²⁾。しかし、一部の計測データにおいて、水位が大きく上昇・下降する現象が確認された。

そこで、本研究では、この原因について室内において実験的に検討を行い、その結果について報告する。

2. 小型水位計を用いた大久保ため池における水位計測

図-1は、2022年3月18日～3月22日の大久保ため池における水位の変動の一例を示す。大久保ため池においては、メンテナンス等のために2021年11月下旬にため池を一時的に抜き、2022年1月に貯水し始めた。図より、水位が42mあたりまで上昇した後、水位が上下に大きく変動していることがわかる。この原因を探るために2022年3月24日に現地を調査したところ、目視で水面上に落ち葉や折れた枝などの浮遊物を大量に確認することができた（写真-1参照）。なお、小型水位計の設置箇所付近に

は斜樋とは別に取水口があり、その付近では取水口に向かって常に水が流れている。このことから、水位が不規則に変動した原因の1つとして、計測時に小型水位計の直下を落ち葉等の浮遊物が移動したことが考えられる。この点に関連して、文献4)でも同様の内容が報告されており、ため池の水面上の浮遊物が小型水位計の計測値に及ぼす影響について室内実験により検討することにした。

3. 異なる反射素材を対象とした小型水位計の計測結果

(1) 実験概要

まず、反射素材の反射面の形状の違いにより、小型水位計による計測値に変動が見られるかどうかを検討してみることにした。実験は、2022年11月16日と17日に大分高専都市・環境工学科棟地盤環境工学実験室で行った。本研究で用いた小型水位計の構成については、文献2)で詳述しているが、その水位計に2分ごとにデータを計測することができる切り替えスイッチを取り付けている。

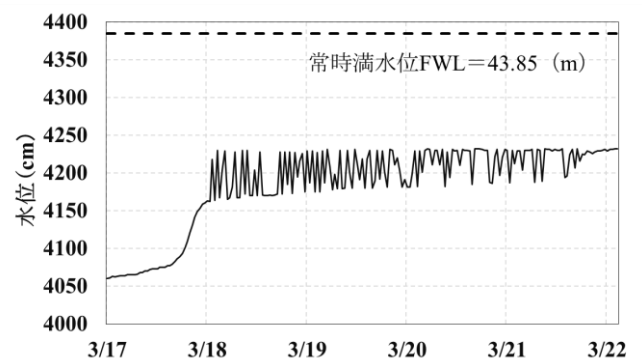


図-1 大久保ため池の水位変動の一例(2022年3月18日～22日)



写真-1 大久保ため池の水面上を浮遊する落ち葉等の様子(2022年3月24日)

今回の実験に用いた反射素材は、①容器（直径 50.5cm × 深さ 17.0cm）に入れた水、②波板（97.5cm × 39.7cm × 3.7cm）、③コンパネ、④落ち葉の 4 種類とした。各反射素材は、台車の上に置かれたコンパネ（90.0cm × 180.0cm × 1.2cm）の上に置いた。

写真-2 は、ため池の水面上の浮遊物を模擬した落ち葉を反射素材として設置した状況を示しており、落ち葉をコンパネ上に 5cm の厚さとなるように敷き詰めた。小型水位計は、反射素材の上面から 1m 離れた高さになるように下げ振りをを用いて設置した。

計測においては、反射素材を一定方向に移動させながら計測を行った。その際、各反射素材の移動速度は 1cm/min とし、落ち葉が反射素材の場合では、水面上の移動速度を考慮して、1cm/min（以後、落ち葉 A と称する）に加えて 3cm/min（以後、落ち葉 B と称する）の 2 つの条件を設定した。なお、水については、容器を設置して静止させた状態で計測した。

また、データの計測は 2 分間隔として各反射素材に対して 15 回計測を行い、開始して 2 回と終了前の 3 回を除外した 10 個のデータを用いて評価した。

(2) 実験結果

図-2 は、各反射素材における計測結果を示す。反射素材が水、波板、コンパネの場合、計測値は、それぞれ 98cm、94cm、96cm と一定の値が得られ、設置距離 100cm より 2cm~6cm 短い結果となった。

一方、落ち葉 A については、計測開始直後には 98cm となったが、3 回目と 4 回目のデータはそれぞれ 201cm、122cm と得られ、設定距離 100cm とは大きく異なる計測値となった。また、落ち葉 B については、落ち葉 A と同様に、計測開始直後には 98cm となったが、3 回目、7 回目のデータはそれぞれ 315cm、258cm となり、落ち葉 A と同様に計測値に変動が見られた。なお、速度の差による明確な違いは認められなかった。

4. まとめ

本研究の室内実験の結果より、反射素材の反射面が平坦でなくても、波板のように一定の形状であれば計測値に変動は見られず、葉が折り重なるような複雑な形状であれば計測値に変動が見られるものと考えられる。なお、移動速度の違いによる計測値の影響を確認できなかった。

また、定性的ではあるが、ため池の水位計測における水位の変動の原因の 1 つとして落ち葉等の浮遊物の影響が大きいことが明らかとなった。



写真-2 小型水位計を用いた室内実験の様子

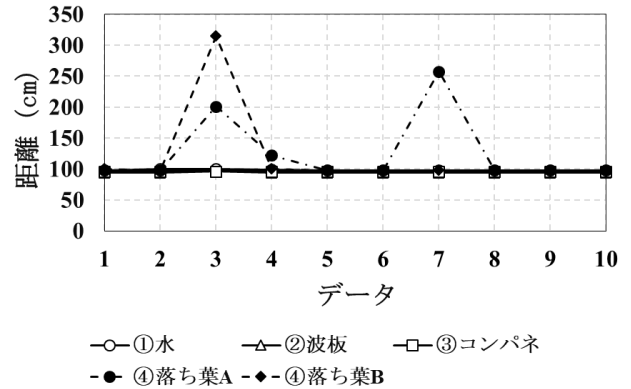


図-2 各反射素材の計測結果

謝辞：本研究を遂行するにあたり、小型水位計の作製および改良について、阿南工業高等専門学校創造技術工学科の吉田晋先生に多大なるご協力をいただいた。実証試験における小型水位計の設置および各種資料の収集等にあって、大分県農林水産部農村基盤整備課、大分市農林水産部生産振興課、地元ため池管理者等の関係各位には貴重なご意見を賜った。ここに、深甚なる謝意を表す。本研究は、令和元年度および令和 2 年度の大分ため池技術研究会研究助成の補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) ため池-農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/ (令和 4 年 12 月 23 日参照)
- 2) 前稔文, 佐野博昭, 姫野季之, 吉田晋, 田上博彰, 大鶴泰史: 高専 (KOSEN) 発の IoT 技術を用いた大分県内の農業用ため池見守りのための水位および貯水量の見える化, 九州橋梁・構造工学研究会, 土木構造・材料論文集 第 38 号, 2022.
- 3) 小野瀬博貴, 吉田 晋: ため池の水位監視システムの小型化・低価格化の検討, 平成 30 年度計測自動制御学会四国支部学術講演会, pp.34-35, 2018.
- 4) 小嶋 創, 竹村武士, 吉迫 宏, 松田 周, 廣瀬裕一, 李相潤: ため池管理者の安全確保からみた小規模ため池の豪雨時水管理の実態, 農業農村工学会論文集, 第 89 巻, 第 1 号, pp. IV_1-IV_3, 2021.