

ダムの中水マップ作成システムに関する基礎研究について

Basic Research on Underwater Map Creation System of Dam

朴 宰用^{*1}, 稲川 直裕^{*2}, 鶴野 瑞穂^{*3}, 坪倉 篤志^{*4}

Jaeyong PARK^{*1}, Naohiro INAGAWA^{*2}, Mizuho TSURUNO^{*3}, Atsushi TSUBOKURA^{*4}

^{*1}^{*2} 日本文理大学大学院工学研究科航空電子機械工学専攻

^{*1}^{*2} Departments of Aeronautical, Electronic and Mechanical Engineering,
Graduate School of Engineering Studies, Nippon Bunri University

^{*2}^{*3} 日本文理大学工学部機械電気工学科

^{*2}^{*3} Department of Mechanical and Electrical Engineering, Nippon Bunri University

^{*4} 日本文理大学工学部情報メディア学科

^{*4} Department of Media Technologies, Nippon Bunri University

^{*2} Email: inabb1@gmail.com

あらまし: ダムの貯水池は、継続的かつ適切な管理措置によって、はじめてその機能を維持出来る。特に、管理項目のひとつである堆積物は、人による潜水確認や、船からセンサーによって水深を測定する方法が存在する。しかし、従来の方法では、ダム貯水池全ての場所における堆積物の状況把握は膨大な手間がかかるため、極めて困難である。本研究では、マイクロコントローラと超音波センサーを組み合わせることで取得した水深情報及び、GPSの位置情報を活用することによって、貯水池における堆積物の状況把握の手間を大幅に軽減し、3D 水中地図を自動的に作成するシステムに関する基礎研究を行った。画期的な成果が期待されるため、最先端技術教育の事例にも繋がる。

キーワード: ダム, 貯水池, 水中探査, マイクロコントローラ, 超音波, GPS, 3D 水中マッピング

1. はじめに

水は人類にとって非常に重要な資源の一つである。そのため人類は昔から水資源の安定的な供給に多くの努力を傾けてきた。それにより誕生したのが「ダム」という構造物と「貯水池」という人工的な湖である。しかし、このようなダムと貯水池は人工構造物であり、寿命が存在し、人が継続的に点検・管理する必要がある。

本研究では、貯水池に流れ込む土砂やゴミ等の堆積物をモニタリングする労力を減らす為に、貯水池の全般的な水中状態確認を支援するシステムの基礎について説明し、従来にない画期的な手法となる為、最先端技術教育の事例にも繋がる。

2. 測量について

2.1 測量とは

地表面にある全ての点の関係位置を決定し、ある部分の位置、形状、面積を測定してこれを図示とする技術を「測量」という。この測量の中で、本研究で重点な項目は、「水路測量(Hydrographic Survey)」である。「水路測量」とは、海図作成を目的とし、水深、地質、地形、潮流等を測定することである。⁽¹⁾ これを基に「水中探査」が行われる。

2.2 ダムとは

ダムは生活に役立つ構造物であるが、人為的に水の流れを防ぐため、発生する問題点がある。この中、「河川の流れの変化」によって、水とともに流れ込んだ土砂と堆積物が貯水池の底に沈んでしまう。

貯水池の堆積物を減少させる理由はダムに加えら

れる外力の中で、「堆積物荷重(Sediment Loads)」があり、堆積物量によって、ダムの寿命と安全性に影響する。(図1) また、堆積物の量が増えることによって、「死水位(Dead Storage Level)」の変化があり、貯水池の活用容量にも影響を与える。(図2)

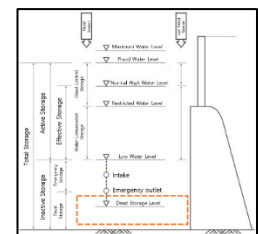
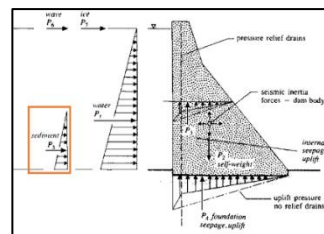


図1 ダムに加えられる外力⁽²⁾(左)

図2 貯水池水位と容量の区分⁽³⁾(右)

3. 計測システムについて

ダム貯水池の維持・管理及び、河川と湖の探査が可能なシステムの構成案を図3に示す。

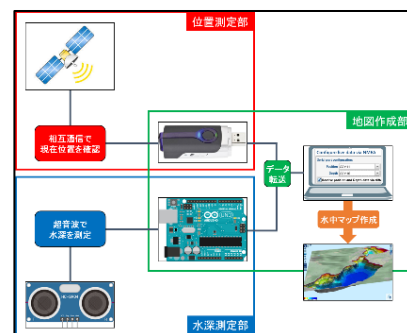


図3 システム構成図

4. 研究と実験

4.1 超音波センサーを用いた距離算出プログラム

超音波によって距離を測定する方法は、音波の性質の一つである反射を利用する。(図4)

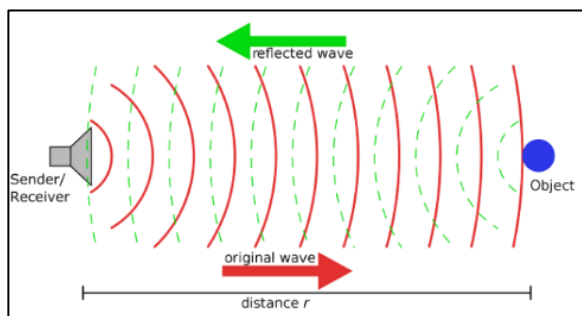


図4 超音波を利用した距離測定の流れ⁽⁴⁾

超音波を発射し、反射波が戻ってくるまでの時間(T)と超音波の速度(v)を利用して、距離(L)を求める式を式1に示す。

$$L = (T * v) / 2 \quad (\text{式 1})$$

図4の原理と式1を利用して、距離算出プログラムを作成し、距離算出回路は図5のように製作した。実験結果は、図6に示すように空気中において距離を算出することに成功した。

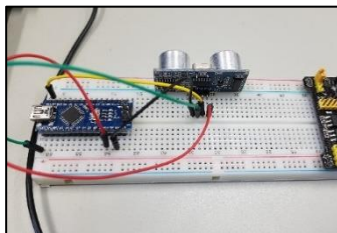


図5 製作した距離算出回路

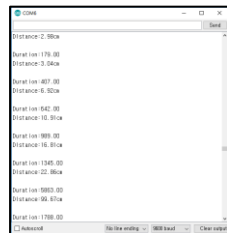


図6 距離算出結果

4.2 Reef Master による 3D Mapping Simulation

Reef Master は、超音波センサーで測定した水深データと GPS で測定した位置データによって、3D 水中マップを作成するプログラムである。⁽⁵⁾ 本研究では、この Software に 仮想水深データを入力し、3D マップの作成を試みた。(図7)



図7 測定場所と Reef Master で読み込んだ 仮想水深データ

このとき、必要とするデータは、NMEA0183 の 位置情報を持っている GPGGA 部分と水深情報を持っている SDDPT 部分である。⁽⁶⁾⁽⁷⁾

一方、Reef Master を用いて前の仮想水深データを等高線と 3D マップで表現すると、図8になる。

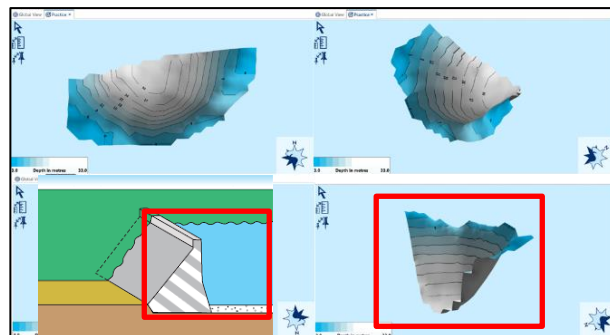


図8 仮想水深データをもとに作られた 3D マップ

5. おわりに

本研究では、膨大な労力を必要とするダムと貯水池の管理について、その負荷を軽減するために 3D 水中マップ作成システムに関する次の基礎研究を行った。本研究の発展は、ダム貯水池の水上を GPS 自動航行ロボット船に搭載された超音波センサーの自動測深によって、3D 水中マップを自動作成するシステムである。概要を図9に示す。

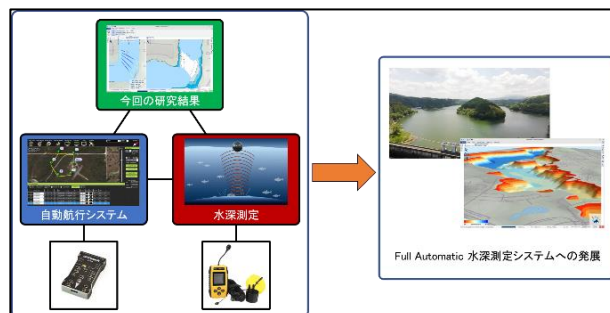


図9 今後の発展

本技術によって、従来人手によるダムの立体地形調査を自動で、3D 可視化することが実現出来るようになる為、最先端技術教育の事例にも繋がる。今後は、大分県建設技術センターや、県内企業と連携して新技術教育研究として発展させたい。

参考文献

- (1) 水路測量について: <https://goo.gl/Xzbq6f>
- (2) ダムに加えられる外力: <https://goo.gl/ev8mfV>
- (3) 貯水池水位と容量の区分: 国土交通部, “ダム設計基準”, 第3.2.2章 貯水池の容量配分と運営 (2016)
- (4) 超音波を利用した距離測定の流れ: <https://goo.gl/ASVtM5>
- (5) Reef Master の説明: <https://reefmaster.com.au/>
- (6) NMEA0183(GPGGA)について: <https://goo.gl/WqfgYx>
- (7) NMEA0183(SDDPT)について: <https://goo.gl/Qe13H7>