

# 小型流量実験装置の流量制御について

福島県立テクノアカデミー浜 職業能力開発短期大学校 計測制御工学科

発表者名 佐藤 舜

指導教官 橋本 健一

## 1. はじめに

現在、温度や流量、圧力の工業プロセス状態を制御する化学工業や食料品製造業、鉄鋼業は、製造品出荷額の上位を占め、加工・組み立を主体とする輸送用機械器具製造業に次ぐ日本を支える製造業である<sup>(1)</sup>。本校でも工業プロセスを制御する計装技術に係わる人材育成を行っている。

また近年、IoT(Internet of Things)製品が注目されている。IoTを活用することによりモノの状態がインターネットを介してパソコンやスマートフォンで手軽に監視・操作できるようになり、現在様々な製品に導入されてきている。さらに、様々な工場においても工業プロセスをIoT技術により、遠隔監視するシステムの導入が進んでいる。

本報では、計装技術に係わる人材育成の一環としてこれまで製作した小型流量実験装置<sup>(2)</sup>の流量自動制御について報告する。

## 2. 小型流量実験装置の構成

図1に実験装置の全体写真を示す。計装技術を学ぶための実験装置は大型で据え付けられているものが多い。本研究では様々な場所で展示できるように、小型で可動できるものにした。

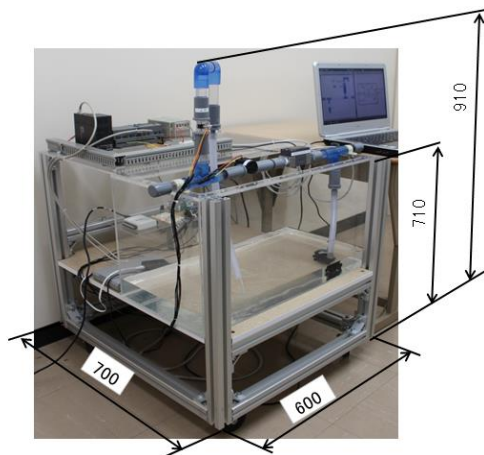


図1 実験装置の全体写真

実験装置は、水が管路内に満管になるよう構造を考え、水槽(幅:600×奥行:300×高さ:360)、管路(内径:16)の寸法を定め、流量センサーの選定を行った。また、水槽本体を乗せるキャスター付き架台の設計・組み立てを行った。流量センサーは、渦式、羽車式およびタービン式の3

種類を管路に配置した。水槽内の水はポンプで汲み上げられ配管を通り、3種類のセンサーを通過後、水槽に戻り、循環するようになっている。

また、IoTに対応した流量監視システムが構築してある。

## 3. IoTに対応した流量監視システム

図2は構築した流量監視システム構成図である。

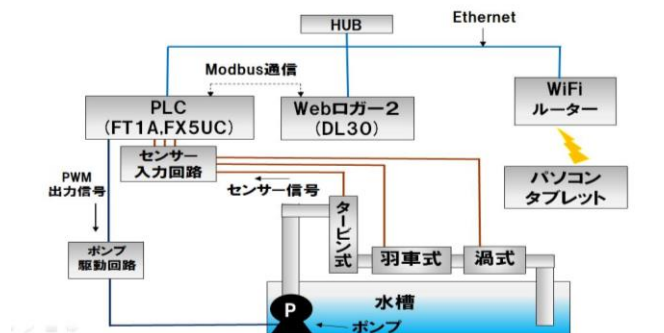


図2 流量監視システムの構成

PLC(FT1A-H40RKA: IDEC(株)FX5UC: 三菱電機)、Web ロガー2(DL30: エム・システム技研(株))、Wi-Fi ルータはHUBを介してEthernetで同一のネットワークで繋がっている。PLCとWeb ロガー2の相互の通信は共通の規格であるModbus通信を使用している。流量センサーからの信号線は、センサー入力回路を介してPLC(FT1A-H40RKA)入力側と接続している。また、PLC(FT1A-H40RKA)から送られるPWM出力信号はポンプ駆動回路を経由してポンプに送り、PWM制御による出力調整が可能となっている。PLC(FX5UC)には、PID制御機能があり、Web ロガー2から目標値と現在流量データを取得しPID演算結果(PWM出力値)をPLC(FT1A-H40RKA)に送っている。今回PID制御により流量自動制御ができるようにした。ネットワーク上にはWi-Fiルータが接続されておりWi-Fi経由で繋がったパソコンやタブレット等のブラウザ画面に流量監視画面が表示される。

図3は画面作成ツール(DL30 Web Designer: (株)エム・システム技研)を使用し作成した流量監視画面である。画面上の現在流量が表示される。またポンプの「ON」,「OFF」の操作、流量の目標値を入力できるようにした。さらにPID値(比例、積分、微分)を手動入力できるようにし、オートチューニングしてPID制御するための「ON」,「OFF」スイッチもあり、オートチューニングによりでたPID値も表示される。

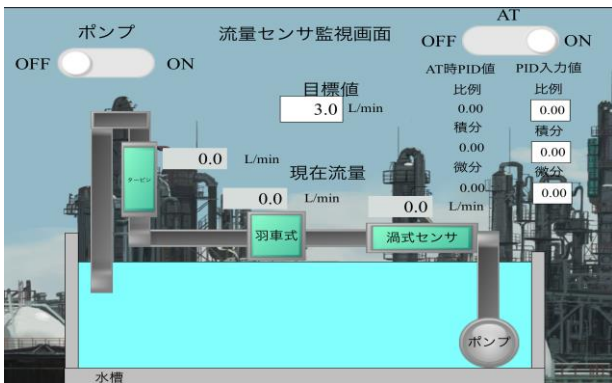


図3 流量監視画面

#### 4. 流量制御プログラム

図4はPLCの流量制御プログラムのフローチャートである。運転中ブラウザ画面のポンプ入切スイッチが「OFF」の時PWM出力は0%になるようにしてある。今回、PID値をオートチューニング(限界感度法)により求められるようにした。ブラウザ画面のポンプ入切スイッチとATスイッチが「ON」の時、ブラウザ画面の目標値がPLCに転送され、PLCに繋がったセンサーの流量値が目標値に近づくよう流量が自動制御され、Web画面にオートチューニングの結果である比例、積分、微分の値が表示される。また、ATスイッチを「OFF」にしてポンプの入切スイッチを「ON」にすると入力された、比例、積分、微分の値でPID制御される。

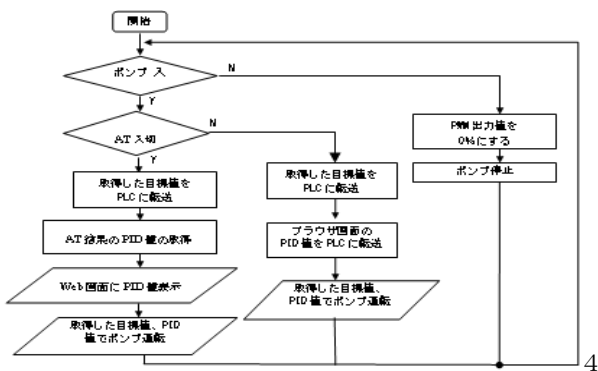
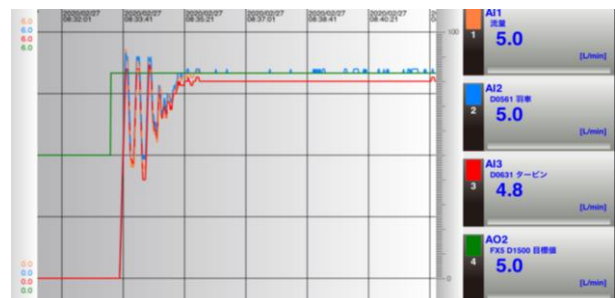


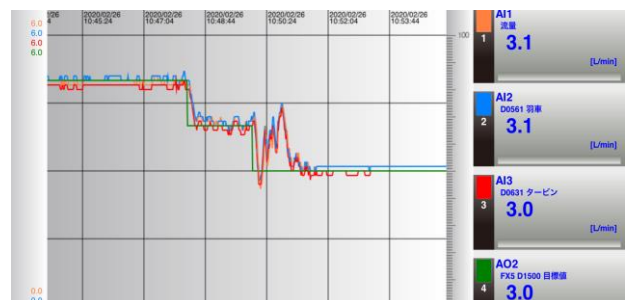
図4 流量制御プログラムフローチャート

#### 5 流量制御の結果

ポンプへのPWM出力値が10%以下では水が流せずPWM出力値100%のとき5.4L/minで流れたことから使用したポンプの特性上、今回の流量自動制御の範囲としては制御性が安定した3L/minから5L/minとした。図5にオートチューニング(限界感度法)でPID制御をした結果を示す。結果としては、目標値に各流量値が近づくことが分かった。目標値を0L/minから5.0L/minに変化させたときは約20秒、目標値を5.0L/min~4.0L/minに変化させたときは約5秒、4.0L/min~3.0L/minに変化させたときは約10秒で目標値に近づいた。



(a) 目標値 0→5.0L/min に変化



(b) 目標値 5.0→4.0→3.0L/min に変化

図5 流量制御の結果

#### 6. あとがき

今回は、これまで製作してきた小型流量実験装置に自動制御機能取り入れ、流量を自動制御できるようにできた。今後は水位制御など機能を追加していきたい。

#### 参考文献

- (1) 経済産業省大臣官房調査統計グループ構造統計室：平成26年工業統計表「概要版」、平成28年1月29日公表
- (2) 第18回東北ポリテクビジョン予稿集「IoTに対応した小型流量実験装置の製作」、佐藤 舜、橋本 健一