ダム揚圧力遠隔計測システムの開発

Development of dam uplift pressure remote measurement system

費用対効果を考慮した電力インフラ現場のDX推進支援

多くの現場において，費用対効果からDX推進が実現しないことがあり、電力インフラでも同様である。今回の揚圧力遠隔計測システムでは、汎用的なマイコンデバイスや通信機器、オープンソースソフトウェアの活用による低コスト化にて費用対効果を改善した柔軟な試作システムを構築した。

執筆者
先端技術応用研究所
情報技術グループ
志水　洋・中村　剛

1 背景・目的

DX推進には一定の費用対効果を期待する。今回紹介する再生可能エネルギーカンパニーの揚圧力(※)遠隔計測システムは、稼働頻度の低さから、この点を満たすことが難しかった。

厳しい作業環境や国土交通省への報告業務から業務廃止が困難な中、システム化要望は強く、昨今の技術進化による汎用的なマイコンデバイス等の低廉化やオープンソースソフトウェアの利用可能な環境を鑑み、費用対効果の水準に合わせた導入コストの内製システムを試作・検証した。

※揚圧力とはダム堤体を浮き上がらせようとする浸透水の圧力のこと

2 揚圧力計測の概要と課題

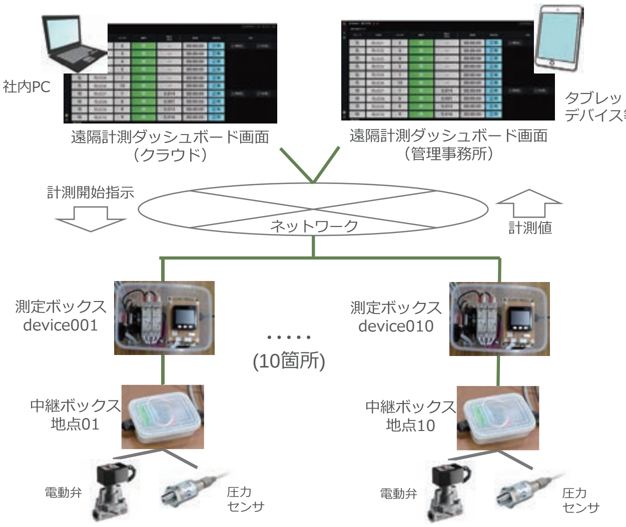
揚圧力の計測作業は、監査廊の76箇所の計測点のバルブを閉め、2時間後に計測を行う。計測と同時に、計測が終わったバルブは開いた状態に戻す。

監査廊は、非常に長い急階段で、複数回往復する揚圧力計測は大変な重労働である。計測点によっては、計測しづらい場所に設置されており、安全性での懸念もある。監査廊内は携帯電波が通じず、緊急の外部連絡が必要な場合でも、地上に戻る必要があり迅速な対応が困難な場所であった。

そのため、以前からシステム化が望まれていたが、年4回の利用と稼働頻度の低さからシステム化が見送られてきた。

3 システム概要

揚圧力計測の指示および計測結果の閲覧は、社内PCおよびダム管理事務所からダッシュボードで行う。計測開始指示により、電動弁をクローズする。計測値はクラウドと管理事務所のダッシュボードに表示される。計測終了時は、タイマにより自動的に電動弁がオープンする。(第1図)



第1図　揚圧力計測システム

(1) ネットワーク構成

システムの全体構成を第2図に示す。

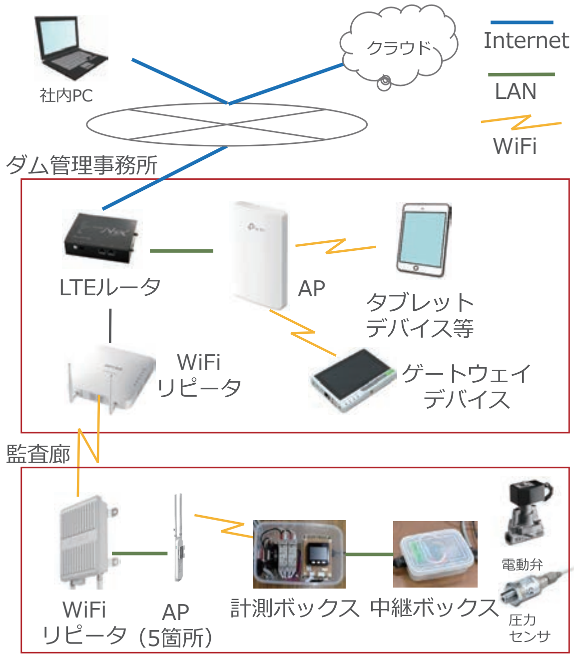
社内PC、クラウド、ダム管理事務所はインターネットに接続。監査廊内は、Wi-Fi設置の事前検証を実施。検証結果を踏まえて、通信品質確保のためアクセスポイントを5か所に設置した。

(2) ソフトウェア構成と開発

揚圧力遠隔計測システムの開発にあたり、最大限にオープンソースソフトウェア(OSS)を活用した。

ダッシュボードの開発に利用したOSSを第1表に示す。各サービスをコンテナ管理することで、クラウド用と管理事務所用でサービス定義を共通化し、コスト削減を図った。

計測ボックス開発に利用したOSSを第2表に示す。マイコンライブラリが充実しており、入門者にも扱いやすいマイコン開発環境を利用することで、コスト削減を図った。



第２図　ネットワークの全体構成

第１表　ダッシュボード開発のOSS活用

分類	OSS	クラウド用	管理事務所用
Webサーバ	Nginx	○	○
ダッシュボード	Grafana	○	○
データベース	InfluxDB	○	○
MQTTブローカ	Mosquitto	○	○
OS	Linux	○	○
コンテナ管理	Docker-Compose	○	○

第２表　計測ボックスのOSS活用

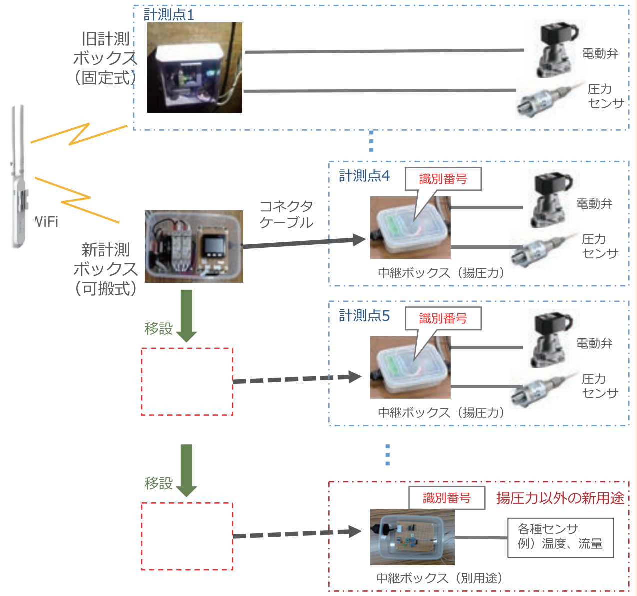
分類	OSS	計測ボックス
マイコン開発環境	ArduinoIDE	○
時刻同期	NTPClient	○

(3) ハードウェア構成と開発

電動弁制御と圧力センサ値の取得のため、計測ボックスと中継ボックスを開発した。（第３図）

旧バージョンの計測ボックスは、計測点に固定設置するものであった。新バージョンはコネクタケーブの接続切替により移設可能な方式に変更した。各計測地点の計測ボックスを使いまわすことで、コスト削減と保守性向上を狙った。

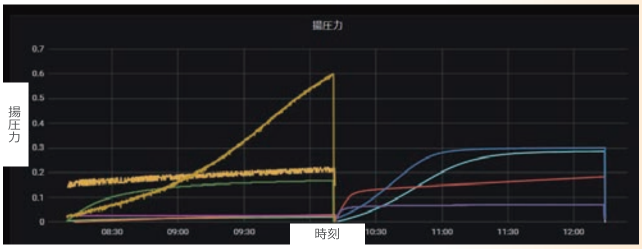
中継ボックスの追加のため複雑性が増加したが、中継ボックスを最小限の機能とすることで、複雑性の増加を抑えた。また、計測ボックスと中継ボックスを汎用的なインタフェースにすることで、揚圧力以外の新規用途の実現を容易にした。中継ボックスとセンサの取り換えのみで多様な計測が可能である。



第３図　計測ボックスおよび中継ボックスの開発

4 評価

2023年９月より検証を開始し、遠隔による制御で計測値をリアルタイムに確認できている（第４図）。



第４図　検証データサンプル

汎用的なデバイスとOSSの活用で、導入費用が従来型の方式に対し５分の１程度まで大幅に削減できる見込みである。また、Wi-Fiネットワークでのシステム構築により、揚圧力測定用途のみならず、監査廊内での作業安全確保や作業効率向上にもつながっている。2024年３月までの検証の中で、長期的な安定稼働に向けた評価を実施するとともに、課題の洗い出しを行う予定である。

5 今後の展開

引き続き測定システムとしての検証および揚圧力計測以外の機能追加を予定している。他のダムでの実証検証にて、水平展開へ向けた評価・改善を実施する予定である。また、ダム以外での利用を目指して、顧客拡大、多様なニーズの取り込みを実施していく。