

ダム監査廊内の保守業務をDX化する 揚圧力遠隔計測システムの開発

Work improvement by development of lift pressure remote measurement system

現地出向することのない計測業務の実現

高根第一ダムに、ダム内部通路内のローカル通信環境を整備し、水圧・水温計測ユニット、及び、水量計測ユニットを開発し、揚圧力計測システムを実現した。揚圧力計測システムにより、遠隔地への出向及び急勾配、湿潤、狭隘といった現場での作業を排除した。



執筆者

先端技術応用研究所
情報技術グループ
志水 洋

1

ダム揚圧力計測業務

ダム揚圧力計測は、ダムの内部通路（以後は監査廊）で浸透水の水圧、水温、水量を定期的に計測・監視する。ダムの水は、浸透水として岩盤を経由し、ダムを持ち上げる揚圧力として働く。これに起因する浸透水の水圧、水温、水量を監視し、ダムの健全性を維持している。計測は、年4回、監査廊内の各ポイントにて行う。高根第一ダム（第1図）を例にとると、監査廊は、深さが133m、幅は276mあり、計測箇所は76箇所にも及ぶ。



第1図 高根第一ダム

ダム揚圧力計測業務は、車で遠隔地に出向し、急勾配で濡れた階段を徒歩で移動しながら、狭い作業スペースで中腰になり、水圧、水温、水量を計測する。（第2図）



第2図 ダム揚圧力計測業務

ダムの「立地」や「構造」や「環境」は変えられないため、IoTを活用しながら、やり方を変えることで、安全確保や作業改善にチャレンジした。

2

自動化へのチャレンジ

自動化の目標は、「ダムに現地出向することなく」計測業務を実施することである。しかしながら、年4回と利用頻度の低さから採算性も両立する必要があり、検討の結果、内製を基本として開始した。開発には、「ダム内部通路のローカル通信環境の整備」、「水圧・水温計測ユニットの開発」、「水量計測ユニットの開発」が必要であった。

(1) ダム内部通路のローカル通信環境の整備

ダム管理事務所には、社内LANや制御LANの設備が用意されていたが、開発当初は実験的な側面もあり、既存業務への影響、回線延長のコスト、セキュリティといった面を考慮し、LTE回線を利用した。ダム管理事務所近辺は微弱な電波が入るが、監査廊入口は圏外であった。LTEの利用には、ダム管理事務所と監査廊入口の300mの距離が壁となる。監査廊内部は、狭く曲がったトンネルのため、直線的な見通しがきかず電波は届きづらい。

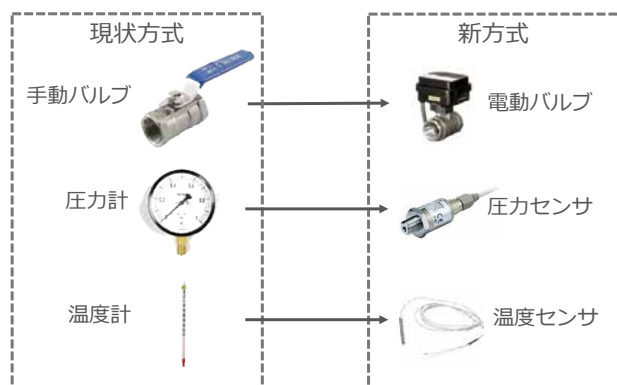
LTE回線は、通信事業者2社の電波状況を比較し、かろうじて通信できる事業者を選定し、最適なアンテナ設置場所を決定した。ダム管理事務所から監査廊入口までの300mは、コストを抑えるため、有線LANではなく、汎用無線機で中継した。監査廊内部は、WiFiを仮設置し電波状況を確認しながら、最少の台数の無線機の設置箇所を見出した。これらの対応により、監査廊内で1Mbps程度の音声通話が可能なレベルの通信品質を確保した。

(2) 水圧・水温計測ユニットの開発

計測業務は、監査廊の中で温度計を用いた水温計測を行う。圧力計測の前後には手動バルブ開閉を行う。また、圧力計を用いて、計測値を記録する。現状は全ての作業を人手で行っているため、既設の装置は人手の利用を前提とし

たものである。まずはこれらを、機械化方式のものに置き換える必要があった。

手動バルブは、遠隔制御が可能で、機械的に開閉状態が取得できる電動バルブに置き換えた。圧力計は、複数の圧力センサを評価し、既存と同等以上の精度で機械に取り込みが可能な圧力センサに置き換えた。温度計は、要件にマッチした装置がないため、温度センサ素子を利用した装置を自作した。(第3図)



第3図 機械化方式の計測装置への置き換え

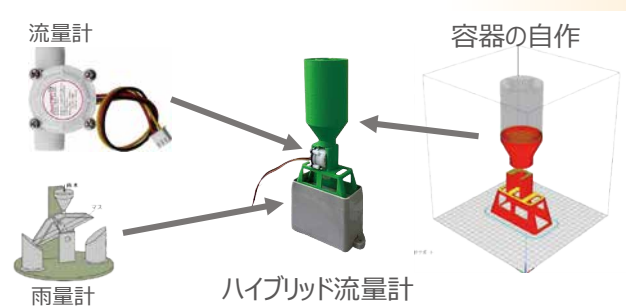
これらの装置を組み合わせ、水圧・水温計測ユニットを試作した。試作した計測ユニットを1年半かけて安定性を確認しながら、電気回路やソフトウェアを改良し、水圧・水温計測ユニットを実現した。水圧・水温計測ユニットの開発により、現場作業時間を80%削減した。

(3) 水量計測ユニットの開発

最後は水量計測の自動化となるが、水量については、開発当初より課題が見えていた。まず、水の流量は、水滴がポタポタ滴る程度の少量から、水道の蛇口から流れるような多量な場所があり、計測箇所、時期や水位により流量が変動する。また、水が泥濁りしており、計器が泥詰まりする可能性がある。これらの条件下でも利用できる、水量計測装置の開発が必要であった。

水滴程度のポタポタの流量は、通常の羽根車式流量計では測れないため、転倒マス方式を用いた「雨量計」で計測する。水道の蛇口から流れるような場合にも対応するため、通常の「流量計」も併用することで、幅広い流量範囲に対応した。泥詰まりは避けることはできないと考えており、分解清掃が可能な構造を設計し、清掃運用で回避する予定である。(第4図)

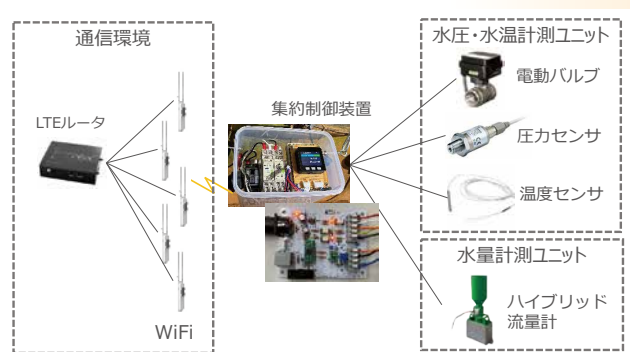
水量計測ユニットを開発することで、現場での計測作業を100%削減することができる。水量計測ユニットについては、2024年度より現地試行の予定である。



第4図 水量計測ユニットの開発

(4) 揚圧力計測システム

最終的に出来上がった、揚圧力計測システムは、第5図のような構成となる。これにより目標であった、現地出向を完全になくすことができた。



第5図 揚圧力遠隔計測システム

3

まとめ

高根第一ダムに、通信環境を整備し、計測ユニットを10台設置し、1年半の試行を経て、揚圧力計測システムを実現した。揚圧力計測システムにより、遠隔地への出向及び急勾配、濡れた、狭いといった現場での作業を排除した。また、丸一日かかっていた計測業務を、ほぼ0時間に短縮することができた。

さらに、揚圧力計測の自動化にて大量データが取得できるようになり、それらを活用した業務の合理化も期待できる。合理化の具体例としては、計測ポイントの削減、計測頻度の適正化等である。

4

今後の展開

今後は、愛知の一部ダムから本格導入を開始し、水量計測ユニットはそこで現地試行する。2025年度以降は、全社展開の予定である。これまでに培った技術を活かし、今後は社内だけでなく社会全体にも貢献していきたいと考えている。