

浸透量計測値増加に伴う緊急監視システムの構築

○菅井 卓弥¹・佐藤 隆徳²・藤本 生³・樋口 朋崇³・粥川 隆美⁴

概要：

岩屋ダムでは、平成 25 年 11 月中旬から 12 月上旬に発生した浸透量計測値の段階的な増加に伴い注意態勢を執り監視を継続しているところである。発生時の浸透量監視システムは、浸透量が増加し、管理所の無線室に設置している端末装置の警報設定値を超えた場合に、アラームが鳴る機能のみであった。

このため浸透量計測値は管理所に常駐し監視する必要性があり、夜間休日を問わず 24 時間体制で計測値の監視を行った。中部支社管内の応援もいただき監視体制を執っていたが、職員の疲労や体調管理において長期間の 24 時間監視は困難であるため、早急に打開策の検討及び監視システムの構築を図る必要が生じたため、スマートフォン、および有りあわせの機器等を用いて直営にて構築した。

キーワード：（浸透量、監視体制、緊急通報、カメラ画像）

1. はじめに

岩屋ダムは、岐阜県下呂市金山町の木曽川水系馬瀬川に建設された多目的ダムであり、堤高127.5m、総貯水容量173,500,000m³の傾斜土質遮水壁型ロックフィルダムである。施工は、昭和42年5月建設省において着手され、昭和44年12月水資源開発公団が継承、工事は中部電力株式会社に委託し、昭和52年3月に完成した。

2. 監視システム構築の経緯

2.1 浸透量の増加について

岩屋ダム管理所では、平成 25 年 11 月ごろより、河床集水堤の浸透量が段階的に増加するとともに濁度が一時的に増加したことから、常に浸透量の監視をする必要性が生じた。

2.2 監視システムの構築

浸透量の監視にあたり、警報の機能が最重要になったわけであるが、当初執務室内に警報を周知することができる機能を持つ装置がなく、無線室に設置している端末装置において「設定値を超えた場合にパソコン上でのみ

警報を出す」というシステムであった。これでは職員が執務室内にいた場合でも警報を感知することができず、更には常にパソコンの前に張り付く必要があり、浸透量計測値を監視するうえで不十分な状態であった。

3. 初期型浸透量監視システム

3.1 初期型浸透量監視システムの導入

岩屋ダム管理所は、職員が 10 名と限られており、中部支社管内の事務所からの応援をいただき、態勢要員を確保していたところであるが、このままでは通常業務にも支障をきたす可能性が大きいため、早急に対策が必要となった。そこで、現場に有るもので何か応急策がないか試行錯誤を行い、2 つの対策を施した。

3.1.1 カメラ監視システム

その 1 つ目は、スマートデバイス（スマートフォン等）の活用である。最近のスマートデバイスにはカメラとインターネット機能がついていることが殆どである。私はここに着目し、カメラとクラウドサービスを利用して、撮影した画像をクラウド上のプライベート空間にアップロードできないかと考えた。

-
1. 岩屋ダム管理所 電気・機械担当
 2. 岩屋ダム管理所 技術所長代理
 3. 岩屋ダム管理所 電気・機械担当主幹

4. 岩屋ダム管理所 シニアスタッフ

探していく中で、このようなサービスを簡単に構築でき、かつセキュリティログインにも対応する、スマートデバイス向けのアプリケーションがあることを確認した。

このアプリケーションを用いることにより、図 1「初期型浸透量監視システム」に示すように、5 秒ごとに撮影された静止画が、クラウドサーバへアップロードされ、セキュリティログインを使って、パソコン・携帯であればどこにいても浸透量のデータを監視できるようになった。

3.1.2 構内放送装置を用いた警報

続いて2つ目は、警報を確実に伝えるため、管理所の構内放送に着目した。構内放送装置の外部入力之余っていたのを活用し、端末装置からの警報音を構内放送に入

力し、管理所内であれば、警報が出ればすぐ気付けるようなシステムを構築した。

3.1.3 初期型浸透量監視システムの成果と課題

これらのシステムにより、管理所内であれば、警報が発報された際に気付くことができ、外に出ている際でもカメラを使ってデータを監視することができるようになった。

初期型は、職員が直営で設置を行ったため、メンテナンス性が高く設置費も掛からない、かつ静止画データのため端末を選ばず閲覧が可能というメリットがあったものの、有り合わせの機器・材料を組み合わせで構築したため、安定動作に不安を抱えるデメリットもあり、更なる工夫と改善の余地が必要であった。

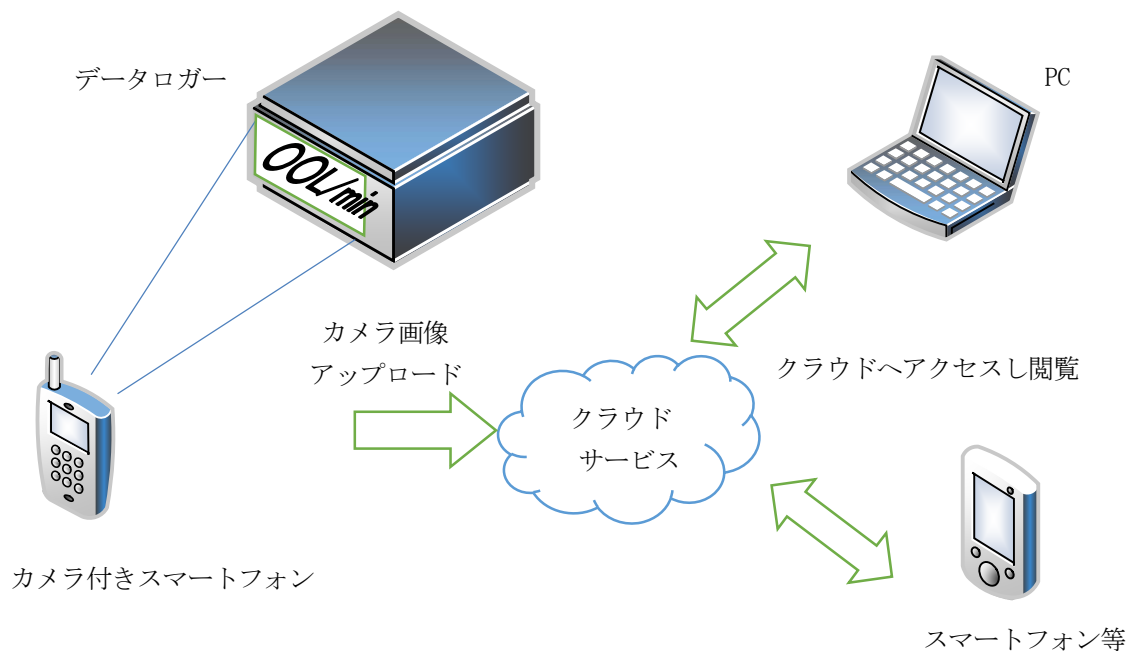


図1 初期型浸透量監視システム

4. 改良型浸透量監視システムの構築

4.1 初期型の改善とそのための改良

初期型の課題を受けて、これらを克服することができるシステムを考え、以下の点で優位になるシステムを考えた。

・リアルタイム発報

どこにいても警報が出れば、管理所内はもちろんのこと、それをメールで受け取ることができ、同時に現在値を知ることができる。

・カメラ監視

安定性を向上させ、有線 LAN を用いて、外部からでも安定して閲覧可能なカメラを設置する。

4.2 改良型浸透量監視システムの構築

4.1 で列挙した点を満たすものとして、接点出力を用いた警報発報システムが市場品として販売されているこ

とに着目し、当該システムを利用して、監視体制の強化につなげようと考えた。

その市販品は、接点による入力を基に、LAN 装置の可視可聴型の警報装置を動作、警報発生時に指定アドレスへメールを送信することができる。

以下、図 2「改良型浸透量監視システム」のとおり、端末装置で設定した警報値を上回ると、接点出力によりインターフェースコンバータが ON となる。ON になると、コンバータは所内の警報装置を鳴動させ、メール発報機能により、指定アドレスへ警報が発生した旨と現在値をメールする。

続いて、継続監視を外部からも行えるようにするため、本格的なカメラ監視システムの導入も行った。初期対応では、スマートデバイスを Wi-Fi 接続により外部へ配信していたため、接続切れやアプリケーションの不具合等

で、安定した配信ができなかった。そのため、図 3「カメラ監視システム構成図」に示すように、有線 LAN 接続による Web カメラの導入を行った。

今回は、通常の閲覧に加えて、遠隔操作が可能になっており、必要であれば現地との簡易的な通話機能、カメラの操作、現在画像を保存する機能が使えるようになり、監視体制の強化に役立てることが可能となった。

また、電源や LAN 接続が一時的に遮断されても、自動

的に接続の復帰を行うため、安定性も非常に向上した。

今回の改良型監視システムの構築に合わせ、同時施工中であった監視カメラ設備工事にて、図 4「監視カメラ設備工事 浸透量室カメラ概要図」に示すように、浸透量室へ Web カメラを追加設置し、管理所内で浸透量室の状態を常に把握できるものとした。

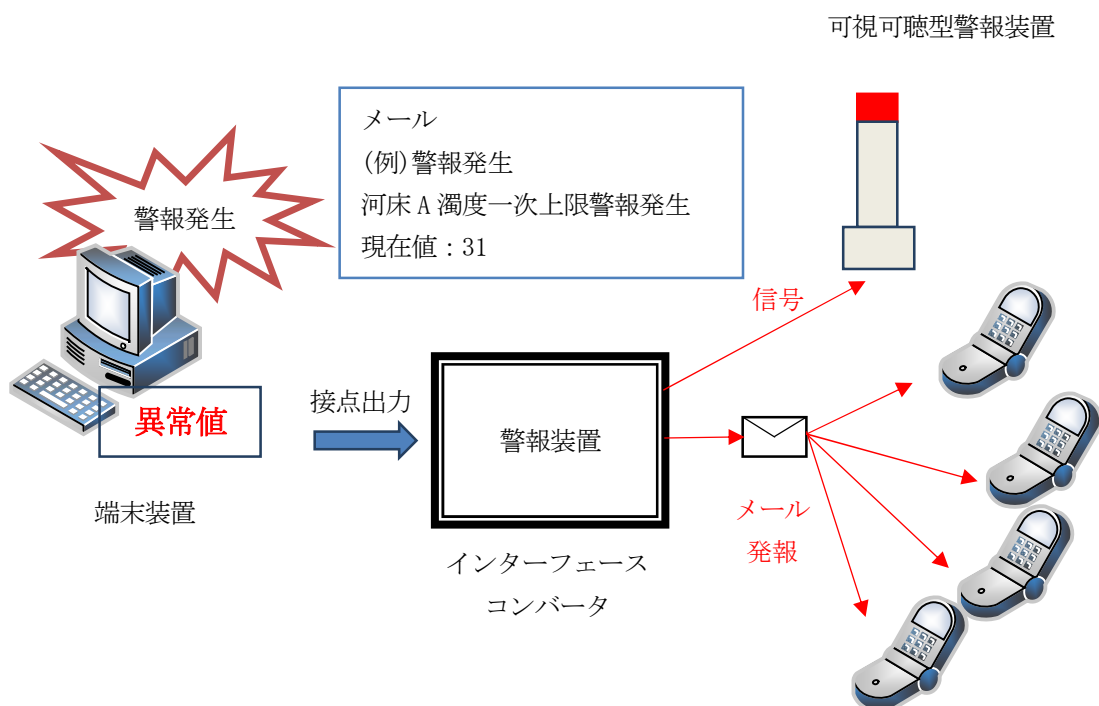


図 2 改良型浸透量監視システムの構成図

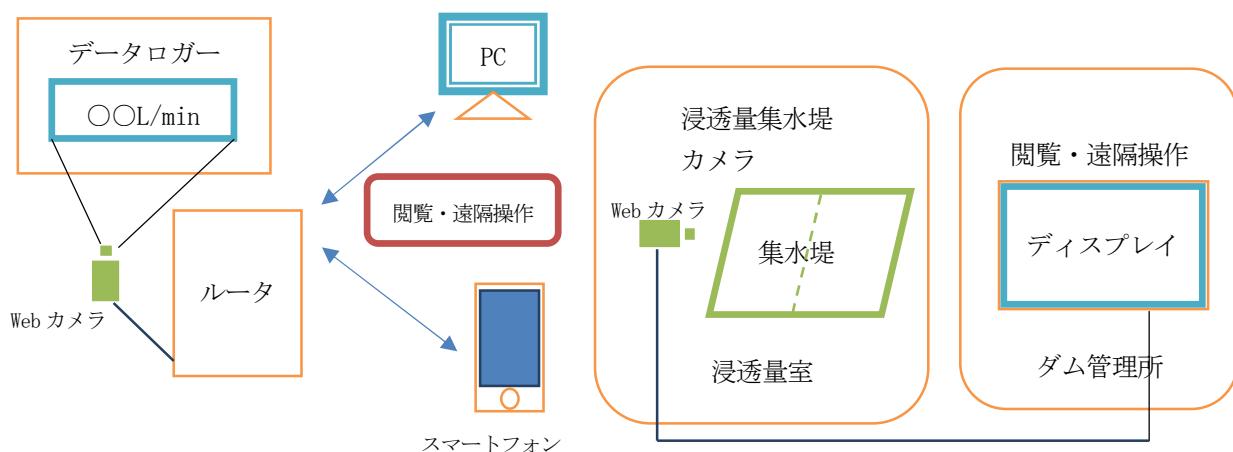


図 3 カメラ監視システム構成図

図 4 監視カメラ設備工事 浸透量室カメラ概要図

5. システム構築概要

5.1 メール発報装置の設定

初期型の課題を克服した改良型浸透量監視システムであったが、施工においては大きく2つの問題が発生した。

1 つめが、メール発報機能が有効にならないという点である。

警報が発報された際、インターフェースコンバータの機能により、所内の警報装置が作動することは確認ができたものの、メールがいくらたっても来ないのである。

原因は、インターフェースコンバータ側のソフトウェアが、セキュリティの高いメールサーバに対応しておらず、送信メールに※SSL 認証を使用するサービスは利用できない、ということであった。

そこで、図5「メール警報システム変更図」に示すように、メール機能はインターフェースコンバータと切り離し、セキュリティの高いメールサーバにも対応したソフトウェアを持つPCカードを端末装置に接続した。このPCカードからメール発報機能を使うことにした。

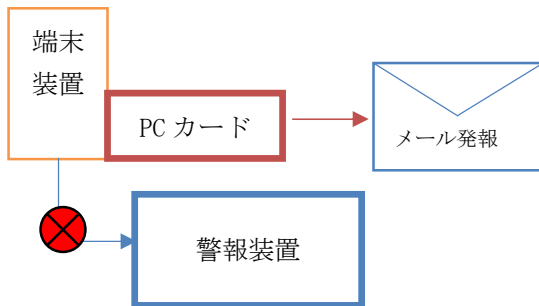


図5 メール警報システム変更図

5.2 カメラシステムの外部配信設定

2 つめが、カメラの外部配信で使用しているスタンドアロン用の既存ルータが古く、外部に情報を発信するための機能を標準で有しておらず、イントラネットでないカメラ映像を見ることができなかった。

そのため、業者と密に打ち合わせを行い、現状のルータにプログラム機能があることを確認し、直に設定を打ち込むこととした。

カメラ映像などを外部に公開し、外部から操作等をする際は、ルータのポート解放が必要である。しかし、ポート解放をすると外部からのハッキングや攻撃の対象となるため、セキュリティには細心の注意を払った。

結果として、限定的なポート解放をすることで、セキュリティ機能を維持しつつ、外部にカメラ映像を公開することができるようになった。

図6「カメラへのセキュリティ対策」の通り、Webカメラ側にグローバルIPアドレスとポート番号を割り当て、このポートならびにIPアドレス以外のIPパケットは一切ルータから通さない設定を施したうえで、限定的なポート解放としたことにより、カメラへのセキュリティ対策を行い、カメラ映像を外部公開することが可能となった。

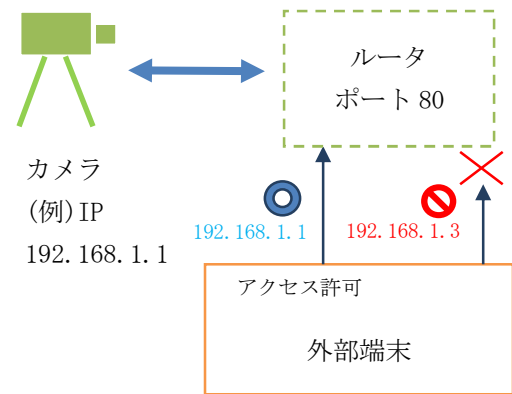


図6 カメラへのセキュリティ対策

6. 結論

今回、浸透量計測値の増加に伴い、緊急対応が必要になり、遠隔監視システムの導入に至ったが、このようなシステムは、今後ダム管理・水路管理をしていくうえで、活かすことができるものであり、私自身のステップアップにすることもできた。

このような監視システムは、普段日常的な点検が困難な部分の監視や警報発報に大いに役立つものであり、業務の省力化に大きく貢献できるものとして、今後活かすことができるであろう。

岩屋ダムは10人という限られた人数の中で管理をしており、業務の効率化は課題の1つである。その中で今回このシステムを導入し、加えてタブレット端末の導入も行った。これにより、現地に居なくても情報を確認・発信、現場や関係各所に報告・指示ができるようになった。

結果、夜間・休日の監視態勢解除につながり、かつ日中の業務についても大幅な業務量削減、効率化につながっている。

技術は日々進歩しており、多種多様に対応できるようになってきている。我々はこのような技術を積極的に取り入れ、自身の技術を高めつつ、かつ業務の効率化に貢献していくべきである。

謝辞

応援態勢にご協力いただいた近隣事務所の皆様、並びに支社・本社・センターの皆様には感謝を申し上げます。