

遠隔モニタリングシステムの水力鋼構造物への適用

(財)電力中央研究所 正会員 ○塩竈 裕三、齋藤 潔、山本 広祐

1. はじめに

電力中央研究所では、既設電力土木施設の維持管理業務の支援を目的として、水力土木施設のように広域に分散する施設に対して効率的にモニタリングを実施できる、ネットワーク技術を活用した遠隔モニタリングシステムを開発した。ここでは、同システムの現場環境における耐久性・信頼性を確認するために行ったダム洪水吐ラジアルゲートおよび水圧鉄管へ適用試験について述べる。

2. 遠隔モニタリングシステムの概要

開発した遠隔モニタリングシステムでは、無線 LAN、ISDN ルータなどを使用して既存の LAN と観測サイトをネットワーク接続することで、遠隔地からのモニタリングを容易にしている。また、観測サイトでのデータ収録装置制御や、遠隔地とのデータ通信を行う機器として工業用ネットワークコンピュータ(NC)を導入し、システムの信頼性・耐久性を高めている(図 - 1)。機能として、WWW ブラウザを通じての計測データのリアルタイムモニタリング、定期計測・自動保存、観測サイトでの計測データの常時監視・警戒値の電子メール通知を実現している。

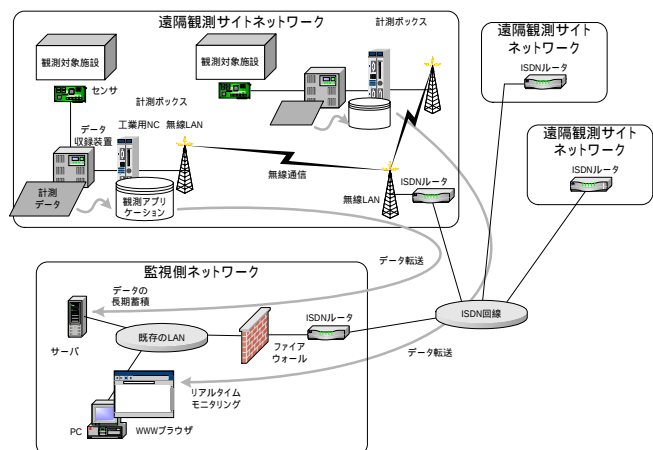


図 - 1 遠隔モニタリングシステムの概要

3. 現場適用

遠隔モニタリングシステムの現場での耐久性・信頼性を確認するため、ダム洪水吐ラジアルゲート（図 - 2 ）および水力発電所水圧鉄管（図 - 3 ）への適用を行った。



図 - 2 システムを適用した洪水叶ラジアルゲート



図 - 3 システムを適用した水圧鉄管

ラジアルゲートは、トラニオンピンを軸にしてワイヤロープ等により扉体を巻き上げることによって放流を行うが、経年劣化等によるピンと支承の間の回転摩擦の増加により脚柱に過大な曲げモーメントが生じ、ゲートの破壊に至る場合がある。そこで、脚柱のうち巻き上げ時の応力変化が大きいピン付近に計測断面を設け、フランジ上下端、ウェブ中央にひずみゲージを取り付けモニタリングを実施した（図 - 4）。サンプリングは 3 秒間隔で行い、ひずみの値を工業用 NC 上のプログラムで常時監視して、ゲート巻き上げ等で値に急激な変化が生じた場合は、その前後 110 サンプリング分のデータをファイル保存した。また定常時は、10 分毎にひずみデータをファイル保存した。

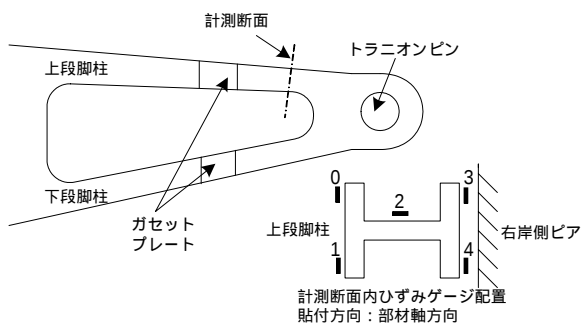


図 - 4 ラジアルゲートにおけるセンサ配置

キーワード：遠隔モニタリング、ラジアルゲート、水圧鉄管、回転摩擦、圧力波

連絡先 : 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所材料構造部 Tel : 04-7182-1181 Fax : 04-7182-5934

水圧鉄管では、水車発電機の回転数に主として誘発される鉄管の共振現象や、発電機停止操作に伴う鉄管内の水圧上昇に伴う鉄管ひずみの上昇などが問題となる。そこで、地表に露出した水圧鉄管の、サージタンクに近い固定台付近に計測断面を設け、鉄管外周に加速度センサ 8 点（感度方向：径方向）ひずみゲージ 3 点（感度方向：鉄管周方向）測音抵抗体 2 点を取り付け、鉄管振動のモニタリングを行った（図 - 5）。サンプリング周波数は 100Hz で、3 時間毎に定期計測を行い 5000 サンプル分をファイル保存する設定とした。また、発電機停止操作時などの急激な加速度、ひずみの変化をとらえるため、それぞれに 100cm/s^2 、 90μ のしきい値を設定し、これを超える振動についてはトリガをかけ、トリガ前後で 5000 サンプル分をファイル保存する設定とした（発電機停止操作前後のより長時間の挙動を観察するため、現場適用期間中の一部でファイル保存するサンプリング数を変更した）。

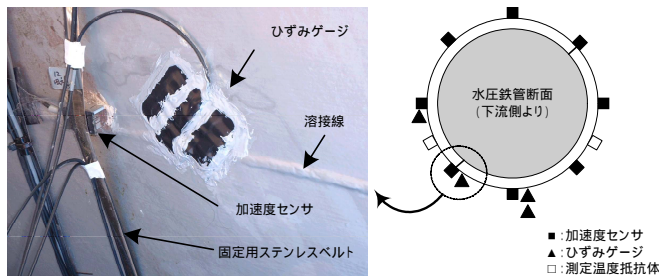


図 - 5 水圧鉄管におけるセンサ配置

4. 結果

ラジアルゲート、および水圧鉄管へ遠隔モニタリングシステムの適用を行った結果、WWW ブラウザによる遠隔地からの計測データのリアルタイムモニタリング機能などシステムが備える各種機能が現場環境でも正常に動作することを確認した。また、適用期間はラジアルゲートへ約 14 ヶ月、水圧鉄管へ約 12 ヶ月と長期に及んだが、この間順調に動作を続け、本システムの現場環境下における耐久性、信頼性を確認した。

図 - 6 に、適用期間中に行われたラジアルゲートの開閉操作時のひずみ変化を示す。ゲートの開操作（ワイヤロープによる巻き上げ）開始時に、ピンの回転摩擦抵抗によって生じた曲げモーメントによる大きなひずみ変化が見られる。引き続いて行われる開操作ではわずかな変化しか見られないが、閉操作に移ると再び急激な変化を示しゲート開操作開始前のひずみレベルに戻る。その後全閉状態まで順次繰り返される閉操作では小さな変化が見られるのみである。

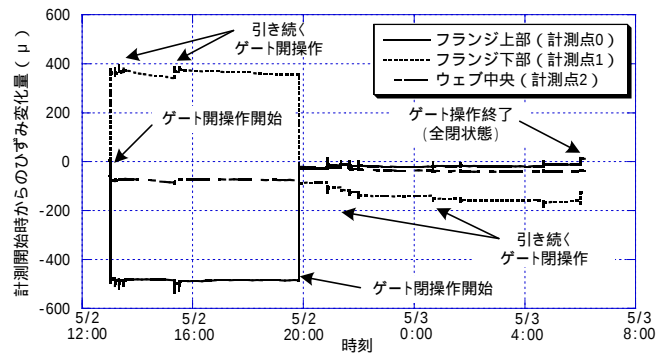


図-6 ゲート操作時のひずみ変化

図 - 7 に、発電機停止操作時の水圧鉄管断面底部の加速度とひずみの応答を示す。加速度応答を見ると、発電機停止操作終盤に大きな応答が見られるようになり、発電機停止後はほとんど応答が見られなくなる。一方、ひずみ応答を見ると、発電機停止操作中にサージングの影響と思われる長周期（300sec 程度）の変動が現れ、次第に減衰していくものの発電機停止後も変動は続く。発電機停止直後にパルス状の応答が見られるが、これは、水圧鉄管内を往復伝播する圧力波の影響である。

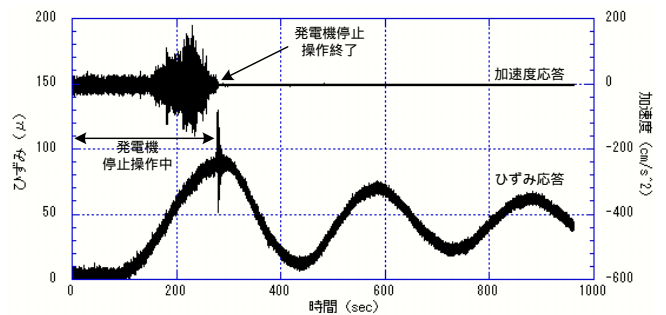


図-7 発電機停止時の水圧鉄管の応答

5. まとめ

開発した遠隔モニタリングシステムを、ダム洪水吐ラジアルゲート、および水圧鉄管へ適用した。それぞれ、14 ヶ月、12 ヶ月間に渡る長期適用により、同システムの現場環境における耐久性・信頼性を確認した。また、取得したデータからゲート、水圧鉄管の運用時の状態を分析した。

謝辞

本研究は電源開発（株）水力流通事業部土木グループとの共同研究の一環として行ったものである。関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

塩竈他：電力土木施設の維持管理に有効なネットワーク型遠隔観測システムの開発，電力中央研究所報告 U00067，2001.4