

# 無線LANによる木曾川大堰監視制御のバックアップ回線の構築について

上久保拓磨<sup>1</sup>・柿崎達也<sup>2</sup>・濱田哲郎<sup>3</sup>・大西章仁<sup>4</sup>

<sup>1</sup>木曾川用水総合管理所 電気通信課 (〒495-0036 愛知県稲沢市祖父江町馬飼寺東26-1)

<sup>2</sup>木曾川用水総合管理所 電気通信課 (〒495-0036 愛知県稲沢市祖父江町馬飼寺東26-1)

<sup>3</sup>木曾川用水総合管理所 電気通信課 (〒495-0036 愛知県稲沢市祖父江町馬飼寺東26-1)

<sup>4</sup>木曾川用水総合管理所 電気通信課 (〒495-0036 愛知県稲沢市祖父江町馬飼寺東26-1)

木曾川大堰は安定した取水を目的とした堰であり、堰上流水位を常時一定に保つことが必要である。そのため管理所から24時間常時監視を行い各ゲートの開度調整を行っている。これら常時監視制御を行うため、管理所から馬飼大橋を経由して各ゲート室までの間に光ケーブルが敷設されているが、大規模地震発生の際には馬飼大橋が地震の影響を受ける可能性があり、光ケーブルの損傷等により監視制御が不能に陥るおそれがあるため、バックアップ回線を構築する必要がある。

本稿は、大規模地震対策として採用した、バックアップ回線の検討内容について報告するものである。

キーワード：木曾川大堰、監視制御処理設備、大規模地震対策、無線LAN、バックアップ回線

## 1. はじめに

木曾川大堰は、木曾川河口から26km地点に位置する施設で、調節ゲート3門、洪水吐ゲート9門、土砂吐ゲート2門を常に管理所操作室から監視制御し、上流水位を一定に保つことで、木曾川左岸より濃尾第二地区に農業用水と愛知県・三重県の都市用水として併せて最大41.83m<sup>3</sup>/sの安定した取水を行っている。木曾川用水施設は管理開始から34年を経過し、経年劣化による設備劣化が懸念されるとともに中央防災会議で想定されている東海地震、東南海地震及びその連動型地震が発生した場合に、大きな被害が発生する危険性が高まっており、大規模地震対策が急務となった。こうした状況を受けて、平成25年度から大規模地震対策工事を進めているところである。(写真-1,2参照)

## 2. 大規模地震の影響

木曾川大堰の堰柱の上には木曾川を横断する岐阜県道・愛知県道134号桑原祖父江線の馬飼大橋が兼用工作物として通っている。

馬飼大橋の管理は岐阜県が行っており管理費用については水資源機構と岐阜県が負担割りしている。馬飼大橋の大規模地震対策については、岐阜県の緊急輸送道路に



写真-1 管理所操作室



写真-2 左岸から見た木曾川大堰

指定されていないことから、平成30年度までに実施する緊急輸送道路の耐震対策完了以降、順次対応となる予定であるが、橋全体の数が多く具体的な実施予定までは決まっていない状況である。

この馬飼大橋を利用して大堰監視制御処理設備の管理所と各大堰ゲート間の通信を行うための重要な光ケーブルが配線されている。

万一、大規模地震が発生した場合でも木曾川大堰ゲートの運用は取水や河川管理のために継続する必要があるが、馬飼大橋が地震の影響を受けて光ケーブルが損傷するなどした場合には、管理所操作室から木曾川大堰ゲート設備の監視制御ができなくなる可能性があり水管理に多大な支障が発生することから、万一の際の措置としての対応方法を検討する必要性が生じた。（写真-3, 4参照）



写真-3 木曾川大堰と馬飼大橋

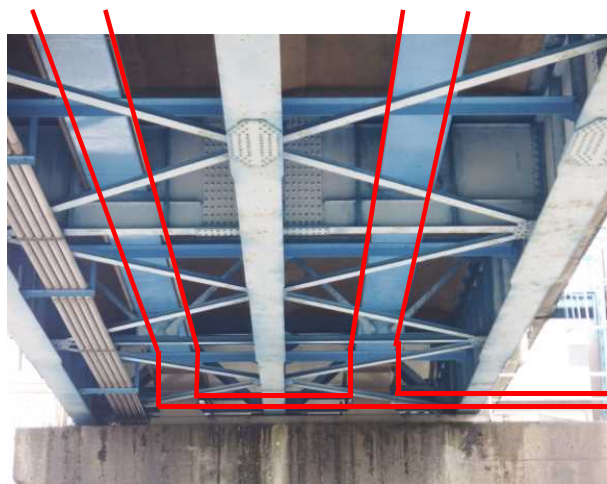


写真-4 馬飼大橋下配線状況

### 3. 光ケーブルバックアップ回線ルート of 検討

光ケーブルのバックアップ回線ルートの検討では、河川敷内を架空配線により配線する方法と既設配線ルートに移設する2案で検討を行った。

(1)河川敷内を架空配線する方法

左岸橋台からケーブルを引き出し鋼管柱にて立ち上げ架空配線によりP1までアクセスし、P1からP17まではピア間を架空による配線の検討を行った。左岸橋台から架空配線するためには河川敷内に電柱を建てる必要があり、概略設計を行って、河川管理者と協議を行ったが、河川内の電柱は流水障害となることから認められないとの結果となった。（図-1参照）



図-1 配線ルート検討図1

(2)既設配線ルートに移設する方法

馬飼大橋は、現在まで耐震調査が行われていないが馬飼大橋の桁掛が長いので、落橋の心配よりも支承部の支承が外れることでケーブルダクトが潰される可能性があると考えた。対策案としてケーブルダクトを支承に影響されない場所への移設を考案し、河川管理者と協議を行ったが洪水時の高水水位プラス2mの範囲内には流木等の影響が考えられるため河川構造物は作ることが出来ない結果となった。（図-2参照）

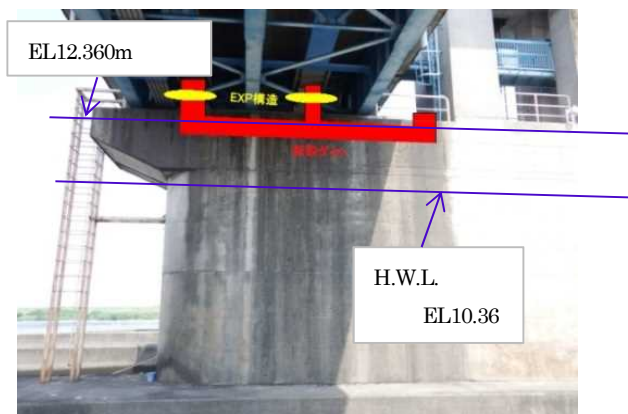


図-2 配線ルート検討図2

(3)検討結果

上記2案とも実施できない結果となり、光ケーブルバックアップ回線による方法が見当たらないことから、

光ケーブルを使用せずデータ伝送を行う方法を模索した結果、可能な方法として無線通信が考えられるため無線によるデータ伝送方法の検討を行った。

#### 4. バックアップ用無線LAN通信回線構築

##### (1) 無線LAN通信の導入について

今回採用する通信方式は、1台の親局装置に対し複数台の子局装置と同時に通信を行うことが可能であり、かつ、高速で双方向通信が可能であることが条件となる。本システムに採用した無線LAN装置は、1台の親局に対し子局の接続可能台数が128台であり、今回設置する子局数14台をクリアしている。

通信速度については、監視制御処理設備のデータ更新周期が1秒毎となっており、おおよそ1 Mbps以上の通信速度が必要となる。今回の無線LAN装置については、天候などにあわせて通信速度を可変させる適用変調機能があり、最低でも6 Mbps以上の通信速度が確保され、1秒の更新周期を十分確保出来る計算となり、設置後の現地試験では、100 Mbps以上の通信速度が得られる結果となった。

##### (2) 使用周波数帯の選定について

無線LANは、周波数帯の違いにより無線LAN規格が規定されている。

今回の回線構築で使用する無線LAN装置は、IEEE802.11a/b/g/n/jに対応したものであり、2.4GHz帯、5GHz帯が選択可能である。2.4GHz帯は回折性が高く障害物に強いが、電子レンジなど様々な機器に採用されており、電波の干渉を受けやすいという特徴がある。これに対し5GHz帯は、2.4GHz帯よりも壁などの障害物には弱い、同一周波数帯を使用する機器が少ないため電波の干渉を受けにくいという特徴がある。

今回の回線構築では、信頼性の高い安定した回線が必要であり、各ゲート室から管理所までの間に障害物となるものも存在しないため、5GHz帯を採用することとした。

なお、本回線では5GHz帯の中から4.9GHzを選択した。4.9GHzの周波数は無線従事者による免許申請及び登録が必要となるが、他の周波数に比べて高い電力が許可されており、雨等の環境条件にも強い。また、公共事業者向けの周波数であり、電波干渉が最も少ないことがメリットである。

##### (3) 無線LAN通信のセキュリティについて

無線LANについてはその性質から外部からの不正侵入の可能性が完全には排除出来ないため、今まで重要な設備の制御に関する通信には原則的に使用して来なかった。

しかし今回、光ケーブルによるバックアップルート確保が困難であることから、大規模地震時の非常時の通信を確保する必要がある際の使用に限るという条件で検討を行い、実施後は実際の伝送状況などを検証していくこととした。

無線LAN通信のセキュリティ方法は、次のとおりである。

##### a) 標準的なセキュリティ方式

暗号化種類	特徴	適否
WEP	固定された暗号化キー使用 セキュリティレベル：弱	△
WPA (TKIP/AES)	暗号化キーを自動的に変更 セキュリティレベル：中	○
WPA2 (TKIP/AES)	WPAの改良型、最新暗号方式 暗号化キーを自動的に変更 セキュリティレベル：強	◎

##### b) 製造者独自の暗号化技術の採用

今回採用した無線LAN装置では、通信上のデータが読み取れないよう製造者が独自で開発した暗号化技術を採用しており、セキュリティ強化が図られている。なお、製造者の技術的な内容については一切、公表されない社内の機密情報となっている。

##### c) 結果

上記より①の最新の暗号化方式、かつセキュリティのレベルが最も高いWPA2及び②の製造者独自のセキュリティ方式の両方式を採用することにより一定のセキュリティを維持することが可能と判断した。

##### (4) 無線LAN通信の運用条件

無線LANによる通信運用についてはセキュリティ面を考慮して常時通信を行うのではなく、通常時の通信は光ケーブルによる通信を行うこととして、大規模地震などで主回線である光ケーブル側での通信が途絶した際に光切替装置が自動的に判断を行って無線LAN側の回線へ切り替える通信システムとした。(写真-5参照)

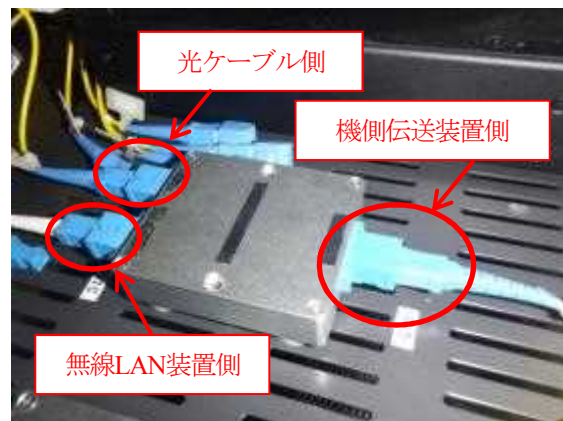


写真-5 機側伝送装置内 光切替装置

### (5) 無線LAN装置の配置について

無線LAN装置の配置にあたっては、親局装置1台を管理所屋上から木曾川大堰全体が見渡せる場所を選定し設置することとし、各子局装置が親局装置から遮るものがなく、通信範囲に収まる場所に設置した。

また、子局装置については、確実に管理所が見られ安全・確実に設置出来るスペースを検討した結果、ゲート室に上がる螺旋階段に子局装置14台をそれぞれ設置した。

設置に際しては、軽量かつコンパクトな構造であることからゲート室建屋のような狭い場所でも他の設備の支障になることなく設置することができた。

このように各装置を配置し、(1:N)通信方式によるネットワークを構成した。

(機器本体は写真-6、機器配置は図-3参照。)



写真-6 無線LAN装置 (子局装置)

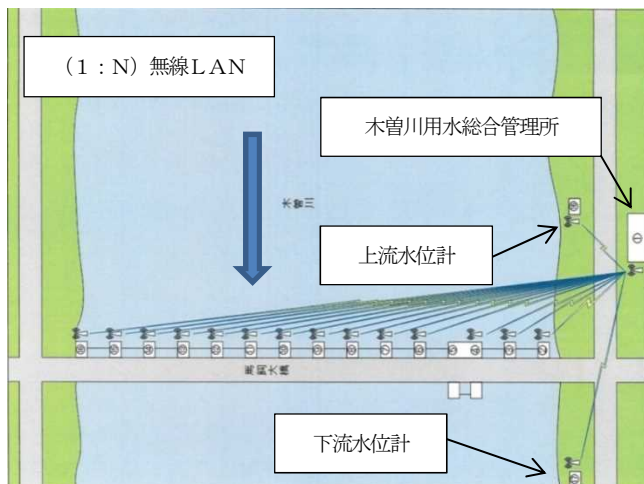


図-3 無線LAN装置配置図

## 5. 水位計との通信

木曾川用水のゲート操作において、大堰の上下流の水位データは非常に重要なものである。しかし、左岸の上下流主水位計については、左岸観測塔からP1を經由し直接伝送され、左岸の上下流副水位計はP2まで有線にてデータ伝送して機側伝送装置を經由して水位データが伝送されるため、水位計センサーから機側伝送装置までの間のケーブルに障害が発生した場合には水位データが欠測することとなる。

そのため前述のゲート制御の回線同様、水位計センサーから信号を直接管理所まで無線LANで伝送する設備を構築し、災害時のバックアップ回線とした。この回線もまた、前述のゲート通信用回線同様、通常時に使用する光ケーブルにて通信を行えない時にのみ使用するものである。

## 6. おわりに

今回、大規模地震時に大堰ゲートの監視制御に最も重要となる光ケーブルに障害が発生した場合でも、光ケーブルとは異なる無線LAN装置による通信方法で大堰ゲート設備の監視制御のバックアップ構築を行うことが出来た。

今後は点検を兼ねた無線LANによる監視制御を行って通信上の課題が無いか検証を行っていく予定である。

バックアップ回線の構築に向けて機構内部や河川管理者と協議を重ねた結果、通信方法を光ケーブルではなく無線LANとする機構でも初めての試みを実現できたことは、大変意義のあることだと感じています。