

# 衛星無線を用いた 水門遠隔監視制御設備の二重化

船本 直宏

大阪府西大阪治水事務所 施設課 (〒550-0006 大阪府大阪市西区江之子島2丁目1-64) .

西大阪治水事務所所管の7水門を津波時に閉鎖操作するための水門遠隔監視操作システムにおいて、既存の光ファイバを用いた伝送路に加えて、地震津波に強い衛星無線通信を情報伝送路に追加することで、南海トラフ巨大地震の際に水門をより安全確実に閉鎖できるよう機能を強化している。なお、以下で報告する地域衛星通信ネットワークを用いた水門の遠隔手動操作システムは全国初の事例である。

キーワード 南海トラフ巨大地震津波対策事業, 水門遠隔監視制御, 衛星無線

## 1. 防潮水門の概要

大阪市の西大阪地域は、地形的条件から高潮が起こりやすく、1950年(昭和25年)のジェーン台風、1961年(昭和36年)の第2室戸台風による被害を契機として数々の対策を行ってきた。そして、1965年度(昭和40年度)からは、より高い安全度を確保するため、計画目標を「史上最大と考えられる伊勢湾台風級の超大型台風による高潮に十分対処できる恒久的防潮施設を整備すること」とし、事業が推進されることとなった。

1970年(昭和45年)にはこの計画の基幹施設である三大水門(安治川水門、木津川水門、尻無川水門)などが完成、第一線の防潮ラインが形成され、1981年(昭和56年)には内水排除用の毛馬排水機場が完成した。

現在、西大阪治水事務所が管理している防潮水門は、安治川水門、木津川水門、尻無川水門、三軒家水門、六軒家川水門、正蓮寺川水門、出来島水門の7水門で、位置を図1に示す。

これらの操作は、台風接近の数時間前に発令される高潮注意報及び警報を受けて、当事務所職員20名が各水門の現場操作にて大水門では50分を要して閉鎖しており、その操作状況は光ファイバを情報伝送路とした遠隔監視システムで西大阪治水事務所本部や神崎川出張所から監視している。

三大水門のひとつである尻無川水門の写真を図2に示す。



図1 西大阪治水事務所管内図



図2 尻無川水門

2. 津波時の水門遠隔操作化の経緯

従前は高潮対策として使用していた水門であるが、2011年3月に発生した東日本大震災における津波被害を踏まえ、津波発生時には減災の観点から水門を閉鎖することとした。これらの水門に津波が到達するのは地震発生後120分と想定されているため、水門閉鎖までの所要時間短縮を最優先課題として、以下の3施策を2013年3月までに実施した。

1) 操作の単純化及び閉鎖時間の短縮

煩雑であった操作方法を1ボタンにて操作出来るよう変更した。

これにより三大水門では閉鎖時間を10分短縮した。

高潮時：サハ吹鳴⇒信号切替⇒緩衝チェーン緊張⇒防塵スクリーン開放⇒主水門閉鎖⇒副水門閉鎖の6工程を順に各ボタンで操作して、50分で閉鎖

津波時：全工程を1ボタンの操作とし、さらに可能な範囲で同時動作をさせて、40分で閉鎖

2) 操作体制の強化

平日の勤務時間中は事務所職員が水門操作を実施するが、夜間休日は特定配備職員（事務所及び各水門の近隣に住む府職員（事務所職員では無い））が現場及び遠隔で水門操作を実施する体制を敷くことで、参集に要する時間を短縮する。

3) 光回線による遠隔操作

現場での水門閉鎖は、操作員が津波から逃げ遅れるなどの安全確保が難しい場合があるため、水門操作員の安全確保と、複数の水門のより迅速な閉鎖を目的に事務所本部や神崎川出張所から水門を遠隔監視操作できるシステム（既設光ファイバを利用）を構築した。

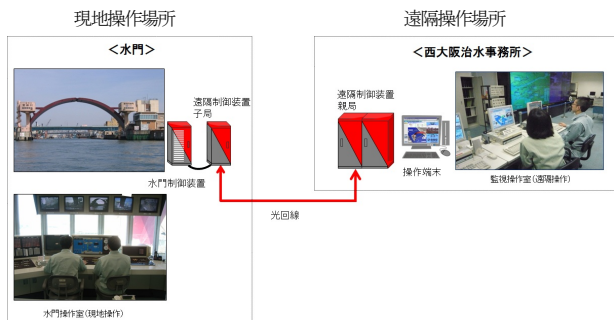


図3 遠隔操作イメージ

3. 衛星無線による通信回線の二重化

遠隔手動操作にて水門閉鎖出来るこの設備は、光ファイバを用いた通信回線を使用しているが、その敷設箇所は堤防上がメインとなっている。これには、地震発生の際に堤防が破損や変形することにより光ファイバが断線する恐れがあるという深刻な課題があり、この対策として断線が無い通信回線をバックアップとして緊急に構築する必要があった。

(1) 二重化回線の選定

バックアップとなる通信回線は無線によるものとし、地上系が衛星系と比較した。衛星系は地上系とは違い中継局が不要であり、事務所と水門のアンテナが損傷しない限り通信出来ることが強みであることから、より大規模災害時にも使用可能な衛星を選択した。

西大阪治水事務所で選択した衛星回線は、一般財団法人自治体衛星通信機構が通信衛星のトランスポンダ（中継器）を借り上げ管理している衛星を使用した地域衛星通信ネットワークである。この衛星回線は地方公共団体向けに管理されており、一般公衆網のように不特定多数の人が使用することはない。大阪府でも危機管理部署が衛星電話回線として使用しているもので実績がある。

図4に光ファイバと衛星回線を用いたシステムイメージを示す。

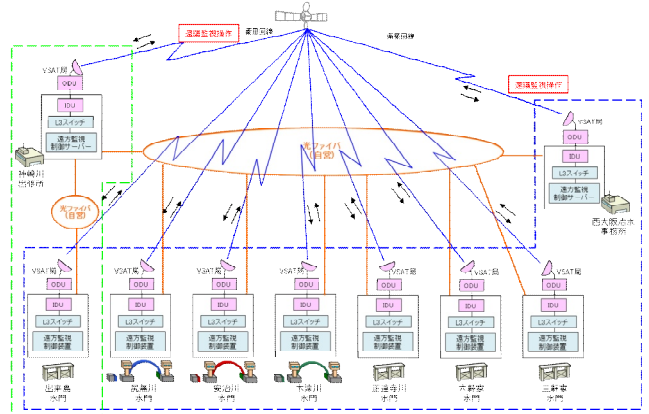


図4 遠隔監視制御の二重化イメージ

(2) 地域衛星通信ネットワークの採用理由

西大阪治水事務所で管理している水門は、地震発生後120分以内に確実に閉鎖完了させること、及び閉鎖以降も水門の状態監視を継続して実施しなければならない。これを可能とするためには地震発生直後から津波が無くなるまでの間において通信が遮断されない回線である必要がある。

採用した地域衛星通信ネットワークは2011年に

発生した東日本大震災時にも自治体間の連絡手段として活躍している。図5に発災直後である3月11日15時台の1時間当たりの通信量を通信回数と通信時間で示すと、通信回数は3,942回、通信時間115時間であった。この数値は東日本大震災時も含めてこれまでのネットワーク使用量の過去最高である。

通信のひっ迫度を見るため、発災直後の同時に使われた通信回線数の推移をみてみると、図6のとおり同時に使われた通信回線数は、195回線に上り、このネットワークの最大使用可能チャンネル数492回線に対して約40%であり、通信状況には余裕があったことから西大阪治水事務所が必要とする条件を満たしていた。

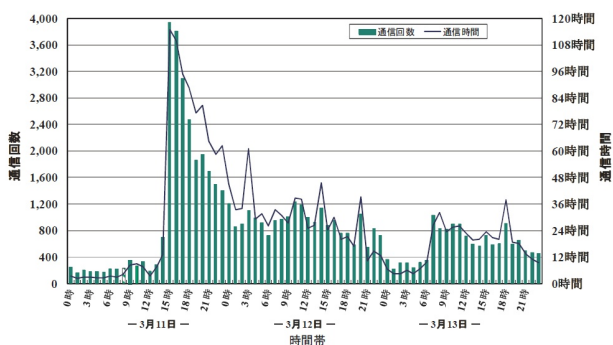


図5 2011年3月11日から13日のトラフィックの時間変化(個別通信とIP通信全都道府県)(出典:財団法人自治体衛星通信機構 東日本大震災と地域衛星通信ネットワーク利用状況報告書 平成24年7月)

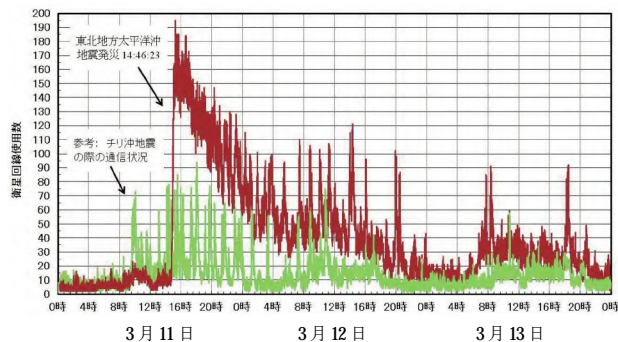


図6 2011年3月11日から13日に同時に使われた通信回線数の推移(出典:財団法人自治体衛星通信機構 東日本大震災と地域衛星通信ネットワーク利用状況報告書 平成24年7月)

### (3) 地域衛星通信ネットワークの概要

東経162度の赤道上空約3万6千kmを飛行する「スーパーバードB2号機」という静止衛星を介して、地方公共団体内の音声やデータ、あるいは映像の送受信を行う通信システムである。

水門の遠隔操作システムはこのネットワークを使用して実施している。

### (4) 監視項目

事務所で監視している項目として、光ファイバでは複数映像を同時伝送しているが、衛星回線では、伝送容量に限りがあるため1カメラ映像を圧縮して送ることとした。その他監視項目の水門開閉状況等は衛星時も光ファイバと同様のデータを監視可能である。

図7に監視項目の一部を示し、図8に衛星回線でのカメラ映像を示す。圧縮されているとはいえ、水門形状や堤防を確認するには十分であるので、閉鎖する際の船舶航行の安全確認や津波到達後の水門状態を把握することが出来る。

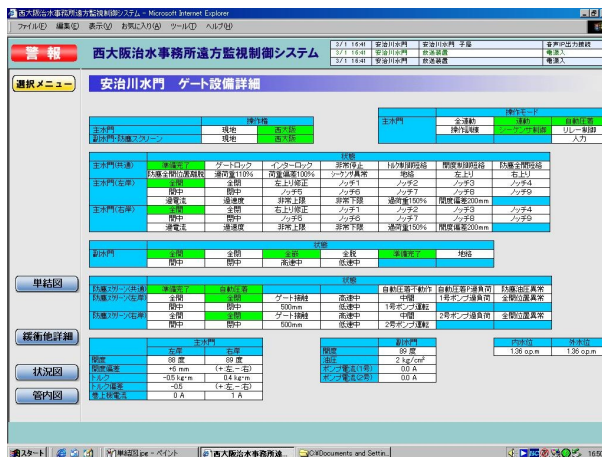


図7 監視項目表示



図8 衛星カメラ映像

### (5) 設計施工時に注意した点

今回の設計施工に関して注意した箇所は以下の3項目である。

#### 1) 衛星無線の自動切替え

光ファイバが断線した際には自動で衛星回線に切替わるようにした。具体的には、ある水門近くの光ファイバが断線したらその水門のみ衛星回線に切替わるようにしている。これは光ファイバのほうが映像部において有利なため個別で切替えを実施している。

2) いかなる時でも水門操作可能

対象水門は津波注意報等が発令された場合は閉鎖しないとイケない施設なので、遠隔監視制御システムのソフト改修を平日勤務時間中で復帰しておく必要があった。その結果、休日夜間に遠隔監視制御が出来なくなる期間は無かった。

3) 保守を考慮したアンテナ設置箇所

水門設置建屋の地上部（駐車場等）は浸水エリアにかかる箇所もあるため、建屋上階に設置とした。アンテナ装置の前方には送信器が設置されているため、保守点検時に足場仮設等が不要な箇所を選定した。

こうすることによって、維持管理を考慮した設置箇所にすることが出来た。



図9 アンテナ設置状況写真

(6) 使用する人への配慮

水門遠隔監視制御の使用は、平日は事務所職員が実施することになるが、休日夜間は特定配備職員が使用するため、二重化工事を実施することにより、操作方法が変わらないようにした。具体的には今回工事の前後で変更した箇所は図10と図11を比較すると一部箇所のみである。

使用している人からは光ファイバでも衛星無線でも同じように使えるようにすることにより、今まで慣れた操作方法を変更せず、新たな負担が発生することを軽減させた。



図10 整備前の遠隔操作画面



図11 整備後の遠隔操作画面

4. さいごに

地域衛星通信ネットワークを用いての水門の遠隔監視制御（手動操作）の実施は日本で初めてとなる。

今回の整備により伝送路を光ファイバと衛星無線で二重化した水門遠隔監視制御システムの運用が可能となり、たとえ現地に赴けない場合も以下の2点を確実に実施出来る効果は非常に大きいと考える。

- ・津波到達までの120分以内に安全確実な水門閉鎖
- ・津波到達直後の施設の損傷や故障を把握することで、迅速な対策準備

地震津波対策については、今後、尚一層の強化をしていく必要がある。