階段状に配置されたダム群の連係操作訓練機能の高度化

東北電力㈱　法人会員　　鐙　　盛雄
東北電力㈱　法人会員　○長谷川裕一

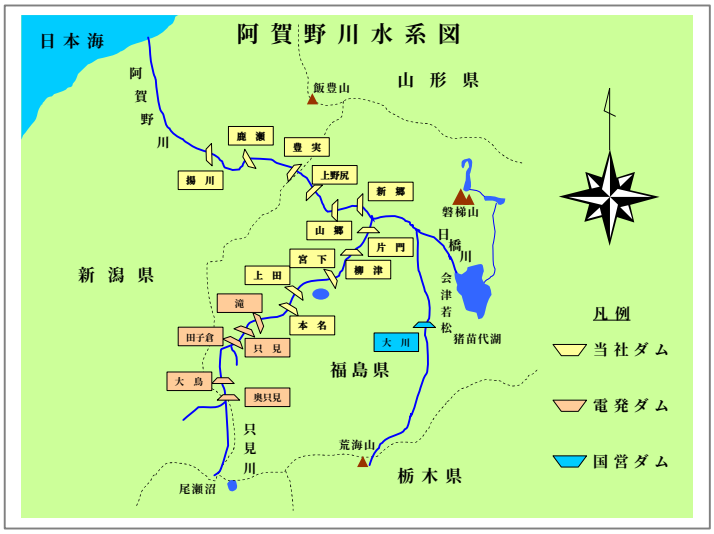
１．概要

東北電力㈱会津ダム管理センターでは，ダム操作訓練用シミュレータ装置（以下シミュレータ装置という）を使用し，東北電力㈱が所有するハイダム（河川法で規制される高さ 11m 以上のダム）を対象として出水時のダム操作訓練を行っている。当該システムの更新にあたり，通常の単独・連係ダム訓練機能に加え，一河川に階段状に配置された複数のダムの現地制御装置を活用した連係操作訓練機能を開発し導入したので，その概要を報告する。

２．阿賀野川水系の水力発電所

阿賀野川は栃木県と福島県境に位置する荒海山を水源とし，会津地方で最大の支川である尾瀬沼を水源とした只見川と合流し，新潟平野を流れて日本海に注ぐ流域面積 7,710km²，流路延長 210km の我が国でも屈指の大河川である。

この阿賀野川と大支川の只見川には，電源開発㈱と東北電力㈱のダムを利用した発電所群が階段状に設置されている他，東京電力㈱の水力発電所も設置され，その認可出力の合計は約 380 万 kW と全国でも有数の大電源地帯である。東北電力㈱においては全水力発電所の出力の約 60%をこの阿賀野川水系で占めており，社内的にも重要な位置付けである。会津ダム管理センターでは，只見川に設置された 5 個所（本名，上田，宮下，柳津，片門），阿賀野川に設置された 6 個所（新郷，山郷，上野尻，豊実，鹿瀬，揚川）の計 11 のハイダムの管理を行っている。この 11 のダムは，河川延長約 120 kmの範囲に階段状に設置されており，それぞれの背水影響区間が上流発電所の直下流までおよんでおり，自然河川がほとんど無いため，最上流のダムから最下流のダムまでを連続した調整池として統合的に管理を行っている。



図－１　阿賀野川水系図

３．水系連係ダム操作訓練の開発・導入

本名から揚川 11 ダムには，操作規程により事前警戒，予備警戒，洪水警戒の 3 段階の警戒体制が定められており，警戒体制毎に水位低下量が決められている。ダムは，発電を行うための落差を確保するために河川の水を堰き上げて水位を高く維持しているが，降雨等による河川の増水が予測される場合，ダムが設置される以前の河川の状態に近づけるために，貯めていた水を事前に放流する必要がある。

その量は，各警戒体制で平均約 8m 程度，合計約 24m のダム水位を低下させなければならず，そのためには 11 ダムの貯留水のうち，2,970 万 m³（東京ドーム約 25 杯分）を安全にダムから放流しなければならない。

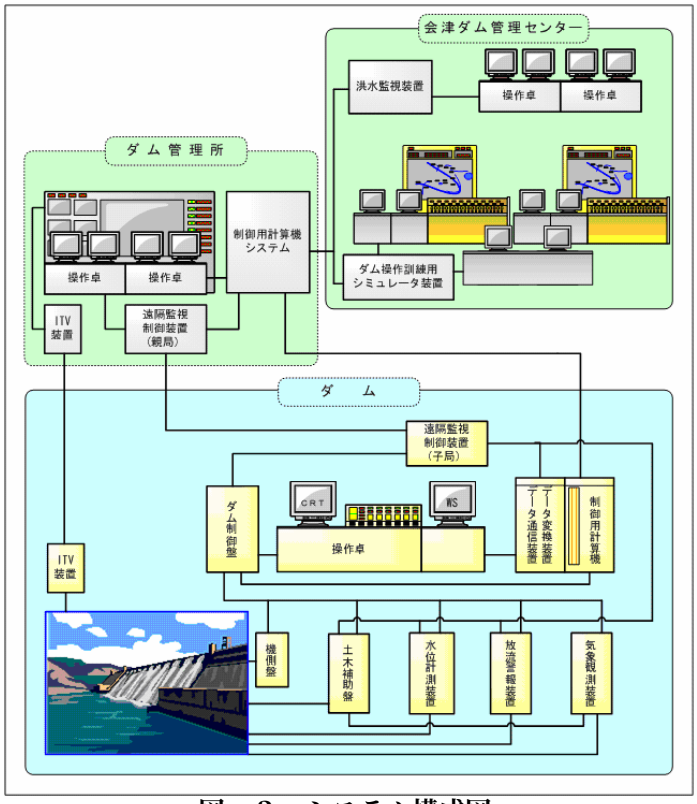
この水位低下時の注意点として，ダムが階段状に設置してあるため，水位低下のために全ダムが一斉にダム放流を開始した場合，上流のダムからの放流量の積み重ねによって下流域のダムの流入量が洪水量に達してしまう人工洪水を発生させる恐れがあることから，実出水時において安全，確実に水系全体を予備低下することが会津ダム管理センターの統合管理において大きな課題となっていた。

そこで，これまで有していた単独および 2 ダムの連係機能に加え，本名～揚川までの 11 ダム連係操作訓練機能を導入することで，ダム操作訓練に加えて統合管理の訓練を実施できるようシステムの開発を行った。

４．効率的な水系連係ダム操作訓練のシステム

実戦的な訓練を行うためには，シミュレータ装置の訓練者卓を，11 ダム分準備する必要があった。しかし訓練用のためだけに現地ダム自動制御装置と同様な装置を訓練室に 11 台設置するのは，設置費とスペースの確保において非現実的なものであった。

このため，すでに現地の各ダムに設置してあるダム自動制御装置の活用の可否について調査・検討を行った結果，現地制御装置が有していた試験機能の一部を利用することで，実放流を伴わないゲート操作を現地装置で行い，その操作情報をシミュレータ装置に出力することで，11 ダム同時に訓練を行うシステムが構成可能となった。



図－２　システム構成図

５．情報の伝送

現地装置を使用して訓練を行うには，大容量の訓練データの通信を行うための回線が必要であった。しかし訓練用のためだけに総延長約 350 ㎞もの専用回線等を整備するには多額の費用を要するため，当社が所有する既設の通信回線網を利用することができないか検討・調査した結果，ダム周辺の当社事業所を経由することで接続が可能であることが判明した。

しかし，既設の通信回線網は通常のダム管理用に整備されたもので，訓練データの送信容量に制限があったため，通信回線の状況や計算機の許容負荷の中で，どれだけ実際の出水時の状況をリアルに再現することができるか，訓練者の使用感などを様々なケースで検討した結果，ダムゲートの操作情報はリアルタイムでシミュレータ装置に送信，シミュレータ装置側からは，通信回線が切断した場合のバックアップを含めて，ダム水位情報を 1 分周期に未来 5 分のデータ，雨量は 1 時間毎，支川水位および他ダムの情報は 10 分毎に送信することで，実際の出水と同様なダム操作訓練を違和感無く実施することを可能とした。

６．様々な自然条件の再現

シミュレータ装置には，風による波浪現象やセイシュ現象（調整池水面の固有振動：5～15 ㎝/20 分程度）などの水位変動現象を再現する機能を導入しており，水系連係ダム操作訓練では，これらの自然現象を加味した水位を配信して訓練することも可能である。特にセイシュ現象は上田・柳津・片門の 3 ダムで顕著に確認されている現象で，この影響によって実出水時におけるダム操作に支障をきたすこともあり，この事象に対する訓練を可能としたことで，実出水時の安定した水位維持操作に大きな効果を発揮している。

また，過去の洪水記録を個別に解析し，各ダム間の流量到達時間を河川流量によって変化させ，ダム間の流量別到達時間を 11 ダム個別に設定することで，より実出水に近い状態での訓練を可能とした。

７．おわりに

今回報告した現地自動制御装置とシミュレータ装置を接続した水系連係ダム操作訓練機能は，我が国で初めての考案，導入であると考えており，いままでの訓練に比べ非常にレベルの高い訓練が実施できているといえる。

今後は，当社で使用しているタンクモデル等の出水予測システムとの連係を図り，異常気象による集中豪雨を想定した出水処理訓練をより多く実施し，安全なダム管理に向け，ダム管理・操作技術力の更なる向上に努めることとしている。