

# 広域水運用管理システムの一例

柳明電舎 水処理事業部 ○桜井 紀昭

## 1. まえがき

上水・工水の需要増に対処するには、水資源の有効利用や新水源の開発が必要である。水資源の有効利用を図るには、複数の水源や浄水施設・送配水施設を上手に連系して水の融通を図る事が重要であり、複数の施設の有機的な結合を行う広域水運用管理が必要である。新水源は1市町村内に求めることが困難になりつつあり、県や複数の市町村が共同で水源を開発する広域水道事業が多く建設されている。広域水道事業に於てもやはり広域水運用管理が必要である。水運用管理の方法は、その地域の水資源状況や施設の形態で異なり一義的に求めることはできない。本文では水運用管理システムの具体例を述べてみたい。

## 2. 施設概要

本システムが対象とする地域は昭和50年代に相当量の工水・上水の新規確保の必要性が予測されていたが、水源河川に乏しいため、通常手段で開発できる水源は残されておらず特殊な利水方式が必要となった。以下に利水方式の概要を示す。第1図に取配水系統図を示す。

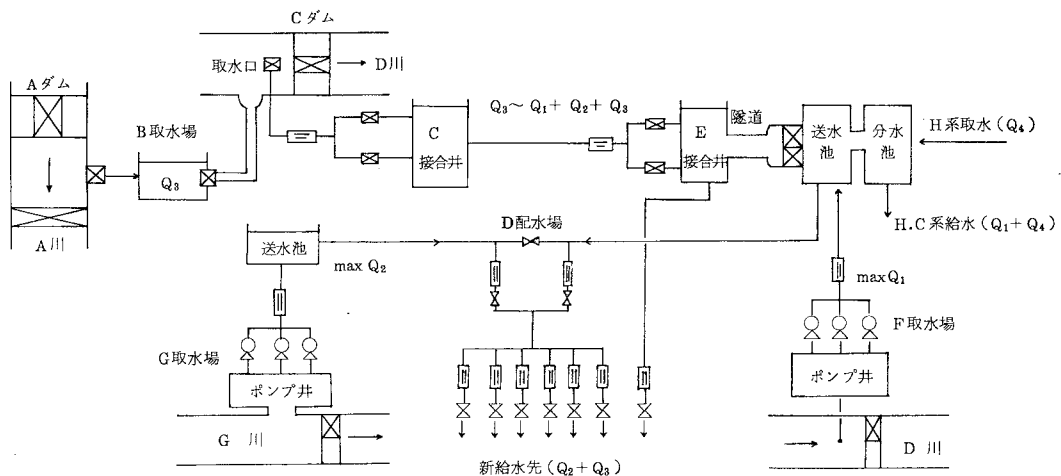
(1) 既設のCダムを嵩上げて利水容量を倍以上に増加し、かつCダム下流のD川の残流域の余剰水をF取水場で最大 $Q_1 m^3$ /日をポンプ取水してF送水池へ揚水し、Cダムから取水していた $Q_1 m^3$ /日の肩代りをする。余剰水が $Q_1$ に満たない場合はCダムから新ルートで補給する。

(旧給水先のルート変更)

(2) ダム地形に恵まれず未開発のG川の最下流にG取水場を設け、河川余剰表流水をポンプ取水してG送水池から自然流下方式で最大 $Q_2 m^3$ /日をD配水場から給水する。G川の余剰水が $Q_2$ に満たない場合は、CダムからF送水池を経由してD配水場へ補給する。(新給水先)

(3) A川水系としてA川ダムの水を下流のB取水場で分水して約5.5Kmの隧道によりCダムに導水して $Q_3 m^3$ /日の給水量を確保している。(新給水先)

(4) 上述のようにG取水場、D配水場、F取水場、Cダム、B取水場、H・C系を管路、隧道、池により結び、相互運用によって安定給水を図っている。



第1図 取配水系統図

### 3. 水運用方式

本システムが対象とする施設は3つの水系の2つのダム、4つの取水場（C接合井を含む。）、1接合井及び1配水場を結ぶ膨大な施設であるうえ、刻々変化する河川の余剰水を最大限に利用することを目的としているので、これを人的に制御することは困難である。そのため管理センターには計算機を、B、F、G取水場にはデジタル制御装置を、その他の機場にはアナログ制御装置を設置して、これらの有機的な結合のもとに最適取水配分を行う階層制御システムを採用している。

以下に水運用方式を示す。第2図に水運用方式の概念を示す。

(1) 管理センターの計算機はG、F両取水場のデジタル制御装置が演算している取水可能量を受取り水収支のバランスを監視している。取水可能量の変化、ポンプ・各種設備の故障などで水収支がアンバランスになった場合は、故障等を考慮した供給可能量から配分計算を行い、G取水場にポンプ取水計画値を、F取水場にポンプ取水計画値と隧道取水計画値を、D配水場にはG系配水計画値と給水系統切替指令を送る。このように管理センターの計算機は全体設備を監視しながら最適な取水計画値、配水計画値を計算している。

(2) G取水場のデジタル制御装置はG送水池水位を一定に保つために取水量の補正值を求め、管理センターから受けたポンプ取水計画値との合計値を取水目標値としてポンプの制御を行う。

(3) F取水場のデジタル制御装置はF送水池水位を一定に保つために管理センターから受けたポンプ取水計画値に補正をかけてポンプ取水目標値としポンプの制御を行う。ポンプ取水目標値は取水可能量の範囲内にあるので不足分は隧道から補給する。従って隧道からの取水目標値は管理センターからの隧道取水計画値と不足分を合計した値となる。隧道からの取水は越流式スライドゲートで行っている。Cダムからの取水は途中のE接合井からF送水池迄無圧隧道のために応援水の到着に時間遅れが出る。その解決策として無圧隧道を貯水池として利用する利水技術を採用している。デジタル制御装置は隧道の貯水量が一定になるようにE接合井のジェットフローゲートを制御している。

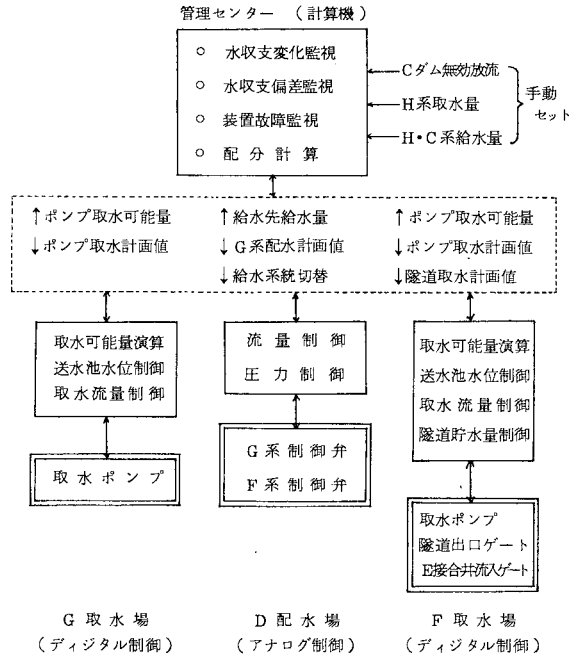
(4) D配水場にはG系制御弁とF系制御弁があり、管理センターからの給水切替指令で第1表に示す制御を行っている。

### 4. 計算機設備

各機場からTC/TMを介して得られる情報をもとに、監視・表示・記録・演算を行っている。第3図に機器構成図を示す。

(1) 監視 第2表に示すように各種の監視を行っている。

a 水収支変化監視 D川、G川の各取水可能量、オペコン設定の他系からの取水量・余剰水の変化を監視し、前回配分した値との差が大きい時にはメッセージT/Wにその旨印字すると共に配分計算を行う。



第2図 水運用方式の概念

第1表 D配水場バルブ制御方式

	G系制御弁	F系制御弁
両系統から給水	流量制御	圧力制御
G系から給水	圧力制御	全 閉
F系から給水	全 閉	圧力制御

b 水収支偏差監視 本システムでは他系からの取水量・余剰水はオペコンから人為的に設定された値なので、これらの実流量が変化して水収支変化監視では検出できず、又送水池は水位一定制御がかかっているので全体としてはバランスを保つが、これは本来意図したバランス状態と異なる。このような状態をさける為に各取水計画値と実取水量の差があらかじめ設定した値よりも大きい場合は水収支偏差大としてCRTに故障表示すると共にメッセージT/Wに印字する。

(2) メッセージ記録 メッセージ記録はメッセージT/Wに印字する記録であり第2表に示すような記録の他下記の記録を行っている。

a 配分計算トリガ記録 配分計算が手動でトリガされた時記録する。

b 配分送出記録 配分計算の結果がオペレータにより配分了承された時、配分出力される値を記録する。

c 配分水量不足記録 配分計算を行なった結果、供給できる水量が不足してダムから余分に取水せざるをえなくなった時記録する。

(3) システム記録 システム記録は監視制御システムに関する記録であり情報装置故障、センサ異常、データ変更、データロックの記録をシステムT/Wに印字する。

(4) ロギング記録 システムの運用上重要な数値データを所定のフォーマットで記録する。

a 日報記録 3台の日報T/Wに定時記録(時間間隔はオペコン上で設定可)、日集計記録、任意記録、日報フォーム記録(日の初めから前正時迄の正時記録)を印字している。

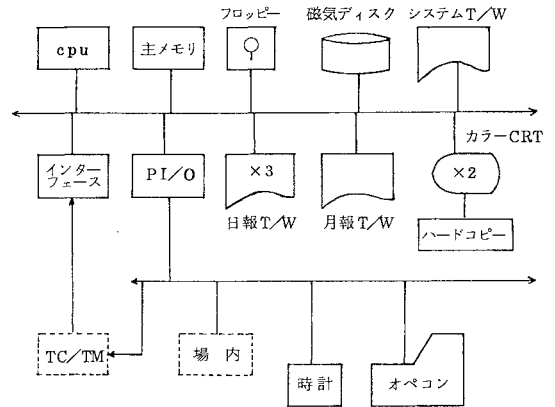
b 月報記録 毎月最終日の月報記録の他、月始めから前日迄の記録を行う月報フォーム記録がある。

(5) CRT表示 20インチのカラーCRT2台を用いて各機場の監視、データの表示、グラフの表示を行っている。2台のCRTは互いに独立した操作が可能である。CRT1は主としてシステムの監視に使用し故障確認、ブロック図表示(19画面)、配分表示に使用する。CRT2は主として参考データの表示に使用し、グラフ表示(17画面)、データ一括表示(17画面)、データ個別表示(1画面)を行う。上記表示のうち故障確認と配分表示は自動表示も行いが他はオペコン上の押しボタンとテンキーにより表示の選択を行う。いずれの画面もハードコピーが可能である。

a 故障確認 機器故障が発生時CRT画面が表示中でない場合は故障画面が自動表示され故障マークがフリッカする。画面がすでに表示されている時や多重故障発生の場合はオペコン上の故障確認ボタンをフリッカさせ故障発生を知らせる。故障表示画面には故障対策用のマニュアルページを表示している。

b 故障表示チェック 故障表示が存在する画面にどのような故障表示が有るかを確認するために故障表示チェックのボタンが押されると故障マークがすべて表示される。

c 故障代表表示 各ブロック図中に故障継続中のものが有ることを表示する機能でブロック図のメニュー画面に故障マークを表示する。



第3図 計算機設備機器構成図

第2表 監視機能

監視項目	カラーCRT	メッセージT/W	システムT/W
装置故障監視	○	○	
機器動作監視		○	
上・下限逸脱監視	○	○	
水収支変化監視		○	
水収支偏差監視	○	○	
情報装置故障監視			○
センサ異常監視	○		○

d 配分表示 システム全体の取水・給水の配分状況を示す画面である。

e グラフ表示 状態グラフ（4画面）は河川相互の状態などを比較するためのもので表示時点の状態を棒グラフ及び数値で表示する。時系列グラフ（13画面）は1つ又は2つのデータの過去の変化の推移状態を表示するもので棒グラフ及び数値で表示する。

(6) 配分計算 2項の水運用方式で述べたように限られた水資源を有効に使用するため取水・送水の最適配分を計算し、結果を各機場の制御装置に送出するのが配分計算の目的である。配分計算の手順としては各供給可能量を算定してから配分値を求める。供給可能量は取水可能量や運転可能なポンプ台数等から求める。配分値は取水の優先順位と供給可能量から旧給水先への取水配分を求め、改に新給水先の取水配分を求める。最後に各制御装置に送出すべき計画値を配分結果として決定する。

(7) 利水計算 D川、G川の流量を長期予測するために今迄に蓄積されてきた、あるいは今後蓄積する利水データ（ダム流入量）を保存しておき必要時に利水計算を行い月報T/Wに印字する。利水データはフロッピーディスクにデータライブラリとして保存する。利水データの登録・参照・修正及び利水計算の開始指示、計算開始・終了年月、計算条件の設定等はシステムT/Wと会話形式により行う。

(8) その他下記の機能を有している。

a 時計合せ 計算機から時計合せの信号をTC/TMを通して各デジタル制御装置に送っている。

b デジタルデータ出力 管理センターで扱うデータのうち設定値や計測値をTC/TMを通してアナログ制御装置や別途施設に送信している。

c トレンド記録計出力 水位、流量、濁度等を十数点トレンド記録計に出力している。

## 5. 情報伝送設備

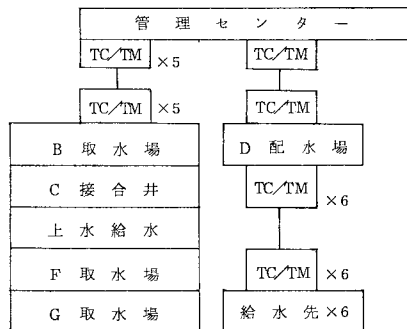
管理センターと各機場との情報伝送装置としてTC/TMを使用している。対向方式は1:1で伝送路は自営専用ケーブルを使用している。D配水場と各給水先では1:1対向方式の小容量TC/TMが設置されている。いずれのTC/TMも数値制御を行っている。第4図に伝送系統図を示す。

## 6. ITV設備

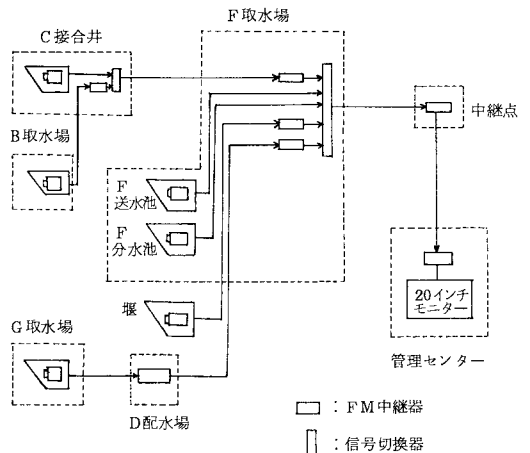
管理センターから機場の機械や水の状態を監視するためにITVを設置している。映像信号をFM変調し自営の同軸ケーブルで長距離伝送し、管理センターで復調してモニターに写している。カメラの選択や操作はTC/TMを介して行っている。第5図にITV系統図を示す。

## 7. おわりに

以上広域水運用管理システムの一例を紹介した。本システムは完成迄に数年にわたる非常に長い年月を要した。その間のエレクトロニクスを中心とした技術進歩はめざましく現時点では最新の機器・装置であるといえない部分もあるが、水運用方式は新鮮さを失うことなく今後の同様の計画にも充分に応用できる方式であると確信している。本文が今後の計画の一助となれば幸である。



第4図 伝送系統図



第5図 ITV系統図