

Ⅱ－10 不定流解析による長大用水路の管理支援システムの構築

チェリーコンサルタント 正会員○姜 華英
 チェリーコンサルタント 正会員 本條忠應
 チェリーコンサルタント 正会員 植田昌宏

1. 用水路システムの概要

香川用水事業(図1)は、香川県のライフラインとして、農業用水(農地 30,700ha, 11.8m³/s)、水道用水(給水人口 90 万人, 3.12 m³/s)、工業用水(1.38 m³/s)を供給する多目的水路事業である。

本用水の幹線水路は、全長約 43km と長大であり、この間、チェックゲート・分水工など様々な水理構造物が含まれている。

2. 管理支援システムの機能

日々の水需給に対応したゲート等水理施設の操作、水路流況予測、管理操作の習得、緊急時・渇水時操作対応等管理業務の合理化・高度化・安全化を計るために、不定流解析を用いたパソコンによる管理支援システムを開発した。

3. 管理支援システムの構成

(1)水理モデル

香川用水の取水工から古川チェックまでの幹線水路(図2)には12カ所にチェックゲートがある。

本システムでは幹線水路のチェックゲートを境界として、サブモデル(図3)を作成した。各サブモデルの距離刻み幅は水理構造物のサイズと時間刻み幅の関係から 100m とした。

各チェックポイント間の分水については、各サブモデル内下流のチェックゲートの直上流で分水し、分水量はサブモデル内各分水工分水量の合計であると仮定した。

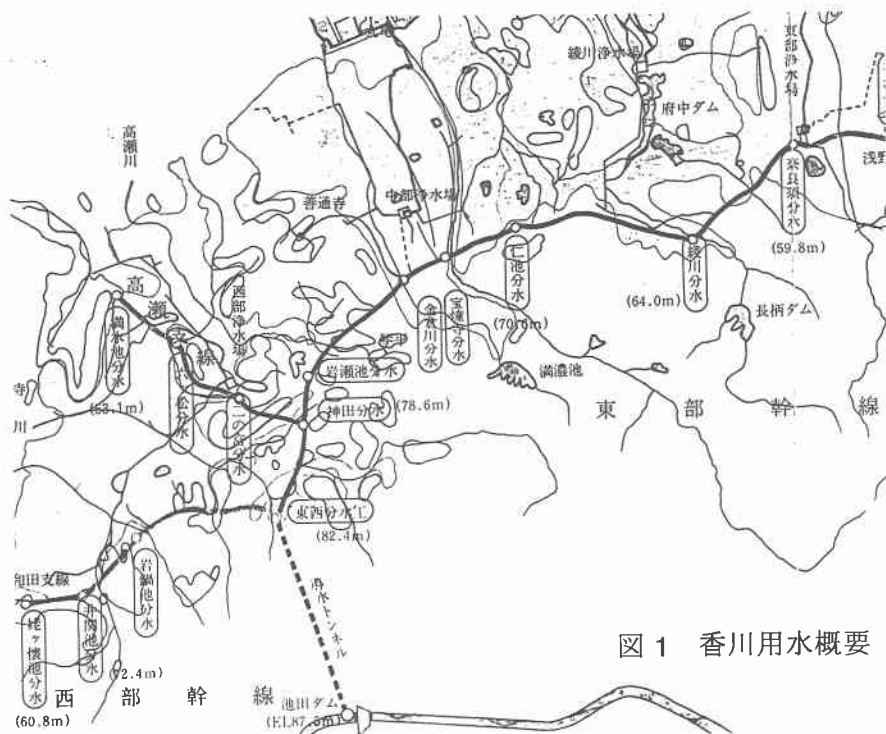


図1 香川用水概要

香川用水(共用区間)管理施設模式図

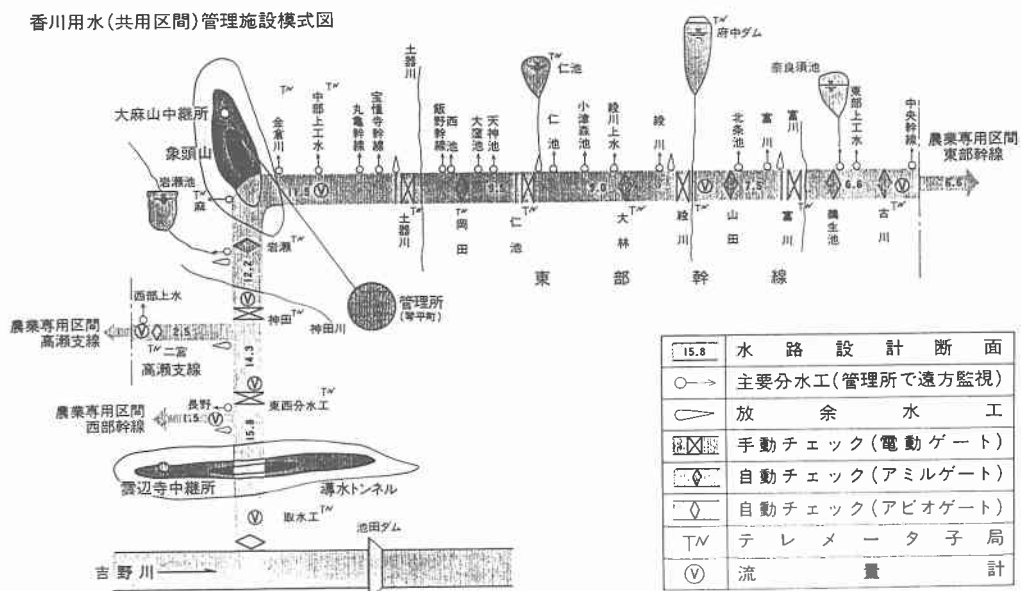


図2 管理模式図

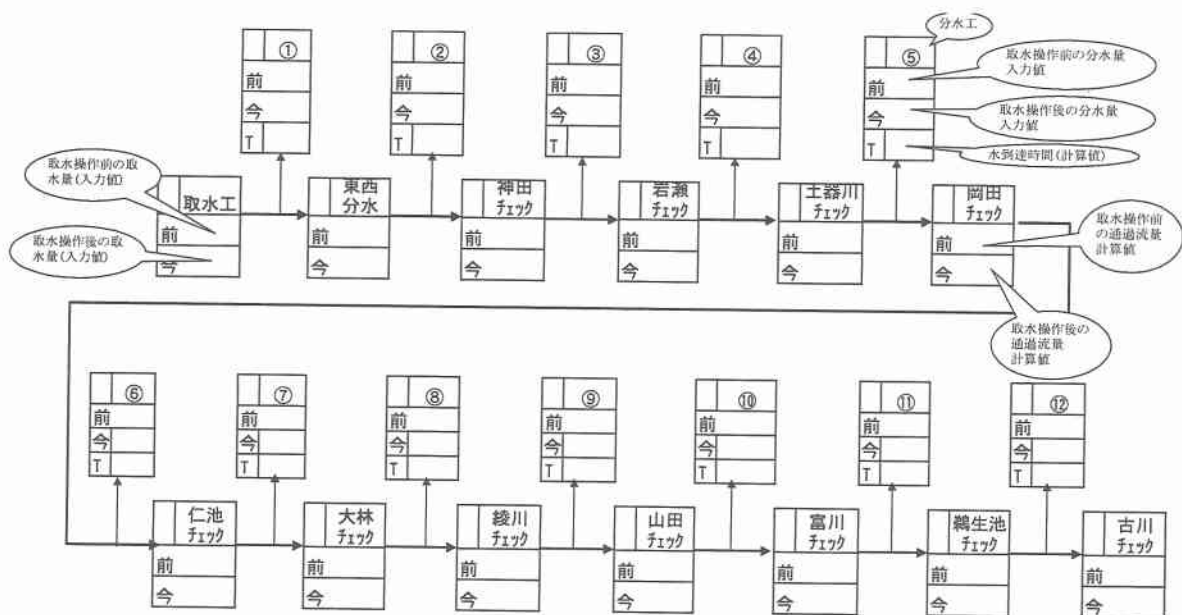


図 3 配水系統サブモデル（操作画面）

なお、各サブモデルの上下流境界条件は表 1 に示す通りである。

(2)解析手法

本支援システムでは、基本解法として差分法中の FTCS (Forward-Time, Centered-Space) 法を用いた。

表 1 境界条件

サブモデル名	上流状況	下流状況
取水工-東西分水工	取水工の取水量	東西分水工の設定水位
東西分水工-神田チェック	東西分水工の東部幹線分水量	神田チェックの設定水位
神田チェック-土器川チェック	神田チェックの通過流量	土器川チェックの設定水位
土器川チェック-岡田チェック	土器川チェックの通過流量	岡田チェックの設定水位
岡田チェック-仁池チェック	岡田チェックの通過流量	仁池チェックの設定水位
仁池チェック-大林チェック	仁池チェックの通過流量	大林チェックの設定水位
大林チェック-綾川チェック	大林チェックの通過流量	綾川チェックの設定水位
綾川チェック-富川チェック	綾川チェックの通過流量	富川チェックの設定水位
富川チェック-古川チェック	富川チェックの通過流量	古川チェックの設定水位

開水路の非定常流を記述する基礎式は、下記の運動方程式(1)と連続方程式(2)を用いた。ここで、水路の下流端を x の原点とする。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2g} \frac{\partial V^2}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + S + \frac{n^2 V |V|}{R^{4/3}} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2)$$

ここで、 g は重力加速度 (m/s^2)、 t は解析時間 (sec)、 V は流速 (m/s)、 x は水路下流からの距離 (m)、 H は水深 (m)、 S は水路勾配 (x が正の方向へ下る場合に正)、 n は水路の粗度係数、 R は水路の径深 (m)、 A は流積 (m^2)、 Q は通過流量 (m^3/s)、 q は単位幅当たりの横流入量 (m^3/s) である。

取水操作による用水路内非定常流現象は、式 (1)、式 (2) を連立して解くことにより、取水開始後の任意の時刻、用水路内任意の場所での水深 H と流速 V が求められ、パソコン画面にて瞬時にビジュアル表現することが可能である。

4. まとめ

本支援システムを用いることにより、配水操作等による時間的変化の大きい流れをより正確に把握することが可能になり、水路流況シュミレーションや管理操作の習得等管理業務の軽減のみならず、今後の香川用水の有効利用に向けて、その活用が期待される。

最後に、現地調査をはじめ本支援システム開発にあたっては、水資源開発公団香川用水管理所の皆様にご多大なご指導を賜りました。ここに記して謝意を表します。