1.3　水管理制御システムの使用目的による分類

本指針では、水管理制御システムをその使用目的により次のとおり分類する。

(1)　水路系に用いられる水管理制御システム

(2)　ポンプ運転管理に用いられる水管理制御システム

(3)　ダム・頭首工管理に用いられる水管理制御システム

1.3.1　水路系に用いられる水管理制御システム

(1)　用水路系

用水路系の送配水管理上の検討課題として下記の事項に留意する必要がある。

①　供給主導又は需要主導の水管理方式の設定

②　水位、流量調整と制御方式の設定

③　用水到達時間の把握と無効放流の節減方法

④　用水の需要と供給の調整方法

⑤　分水量の適正な配分方式

⑥　水路の安全と維持管理

用水路系の水管理方式の典型的なものに「供給主導型」と「需要主導型」がある。「供給主導型」の水管理方式の一例としては、開水路による送水がある。一般に管理者が開水路途中の各分水工掛りのかんがいほ場で、希望する用水量を集計して、この水量に基づいて水源の取水量を制御する。

各分水工のゲート・バルブ操作は管理者側で直接行う又は管理者から委託された受益者側の責任者が行う。このように、管理者（供給側）により送水量を制御する水管理方式を「供給主導型」と呼んでいる。

一方、「需要主導型」の水管理方式の具体的な例として家庭用の水道をあげることができる。水道は、利用者が水を使いたいときに蛇口を開けば水が出るし、また、止めたい時には蛇口を閉めると水を止めることができる。

水を供給する側は、この自由な水使用を保証できるように供給施設を制御している。

このように受益者の自由意志に基づいて使用される水を供給する水管理方式を「需要主導型」と呼び、畑地かんがいのファームポンド以降のパイプラインや水田パイプラインの末端などでは多く採用されている。

この両水管理方式を水路形式からみると、開水路系は「供給主導型」、管水路系（パイプライン）は「需要主導型」となる場合が多い。しかし、パイプラインでも、①水源の容量が最大需要水量に対応するものであるか、②それにかわる調整能力を持った調整池やファームポンドがなくては「需要主導型」の円滑な運用はあまり期待できない。これらの容量が不足する場合は、需要側が輪番制をとるなどして「供給主導型」的な運用を採り入れる必要がある。

用水路系の水管理方式は水源、送配水形態、需要水量などを十分に検討して決定する必要がある。

(2)　排水路系

排水には常時排水と洪水排水がある。常時排水は従来から自然排水が主体になっているが、水田の汎用化により畑地として利用する場合もあり、地域内の地下水位を機械排水などにより制御する例が増加している。

一方、洪水時の排水管理は、降雨による流出量を制御することができないので受身の管理となる場合が多い。洪水時排水の管理には、①降雨時に自然排水からポンプ排水へ切換える確実性、②流出量の変化に対する最適な制御をどう行うかなどの問題がある。これらの問題に的確に対処するためには、上流地域の降雨量も含めて各地点での流出量、同地域関連排水機場の運転状態などを把握する必要がある。特に住宅地との混在地域で洪水が発生した場合、排水ポンプの始動の遅れは許されないので、先行待機運転などで対処することも検討する必要がある。

(3) 水路形態と監視制御対象

水路形態には図 1.3-1 に示すように開水路形式と管水路（パイプライン）形式の２種類があり、管水路形式はさらにオープンタイプ、クローズドタイプ及びセミクローズドタイプに分類される。

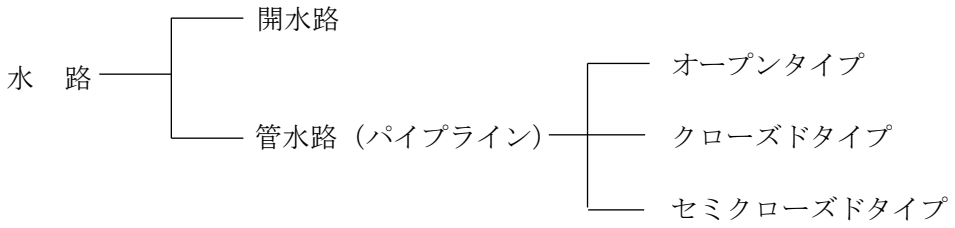

図 1.3-1　水路形態の分類

水路形態と制御対象の一般的な組合せ例を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1　水路形態と制御対象の組合せ（例）

水路形態 ＼ 制御対象	開水路	管水路（パイプライン）		
		オープンタイプ	クローズドタイプ	セミクローズドタイプ
流　　量	◎	◎	○	○
水　　位	◎	◎	－	◎
圧　　力	－	－	◎	○

（注）　◎：監視と制御、○：監視のみ

① 開水路

自由水面を持つ水路を主体とする形態であり、開水路、暗渠、トンネル、サイホンなどにより構成される。サイホンなどのように自由水面を持たない管水路が部分的に介在しても、水路系全体としては開水路形式と呼ぶ。ゲート操作により流量の調整を行う場合、流量変化の伝達速度は管水路に比べて応答が遅く、特に長大水路では定常状態に至るまでにはかなりの時間を要する。

開水路の主な制御方式としては定比流量制御方式、上流水位制御方式、下流水位制御方式がある。

(a)　定比流量制御方式

最も簡単な制御方式であり、幹線水路において分水管理を必要とせず、また適正な一元管理が不可能な場合に選択される。供給者は頭首工地点で需要を満たすのに不足しない流量を流し込み、分水地点では定比分水工により自然分水される。

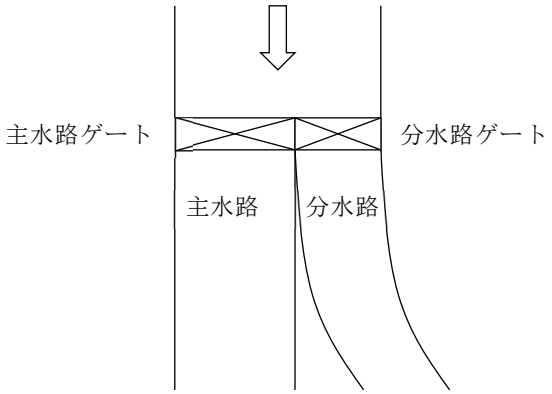

図 1.3-2　定比流量制御方式

(b)　上流水位制御方式

各チェックゲート区間水位において、上流側区間水位が設定水位に到達したら、次段区間水位を確保する。以下順に区間水位を上流側区間から、下流側区間に向かって水位制御する方式。

上流側貯留時間分、下流への流下到達時間が必要になるので、時間遅れ、無効放水にならない配慮が必要である。

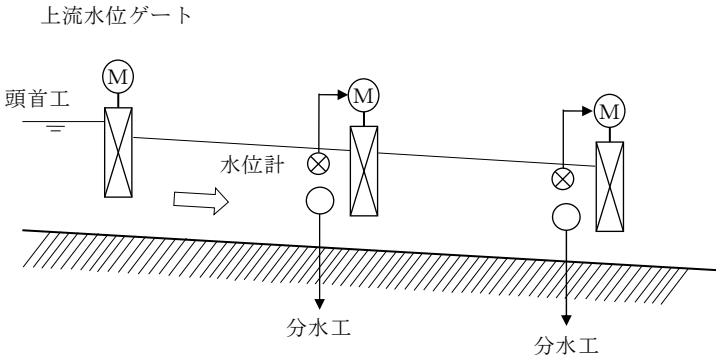

図 1.3-3　上流水位制御方式

(c)　下流水位制御方式

各チェックゲート区間水位において、直上流区間貯留分を下流側区間へ流下させる。

各チェックゲートを同時操作することで流下時間遅れを少なく抑えることが可能になるが、水路内貯留量が少ないと、区間水位は、どの区間水位とも低下するため、これを予防するのに、流入量を多めにするなどの考慮が必要である。

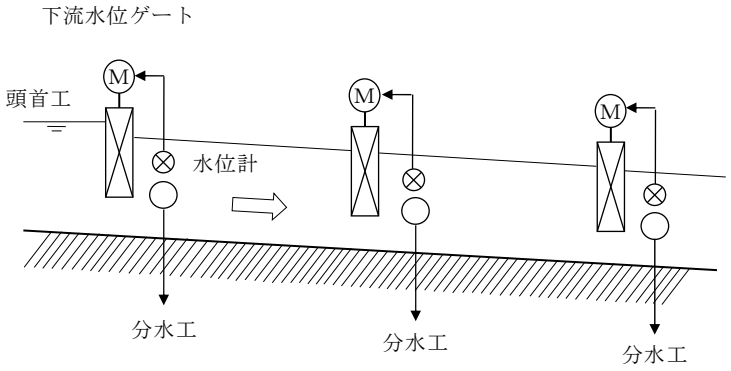

図 1.3-4　下流水位制御方式

②　管水路（パイプライン）

パイプラインにはオープンタイプ、クローズドタイプ、セミクローズドタイプの３種類がある。

(a)　オープンタイプパイプライン

パイプラインに沿った要所要所に自由水面を持つスタンド（立ち上がり）を配置した形式である。スタンドには調圧作用の他に、分水工や放水工などの機能を兼用させるのが一般的である。開水路に準じた水路形態であり、余水はすべて放流される。

①分水量の調節が容易、②低水圧で利用できるが管径が大となる、③分水点では放流施設が必要、④傾斜地にはスタンドが多くなり不向き等の特徴がある。

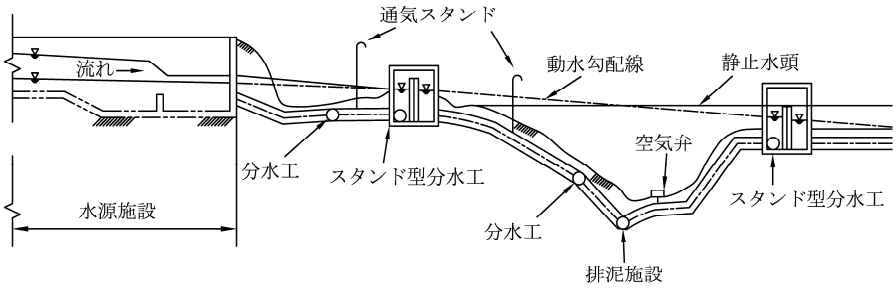

図 1.3-5　オープンタイプパイプライン（例）

(b)　クローズドタイプパイプライン

上流から末端まで閉管路で流水が連続し、末端の給水栓を開くことにより所要の水量及び水頭を得る形式である。

①水頭を有効利用できるが内水圧が高くなる、②オープンタイプよりも管径を小さくできる、③スタンド及び分水点に放流施設が不要、④内圧変動による給水量変化がある等の特徴がある。

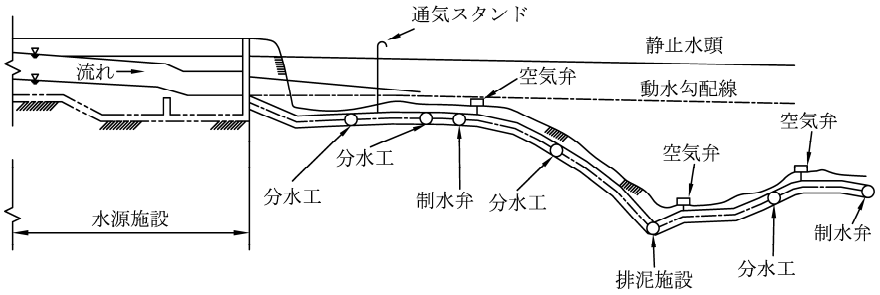

図 1.3-6　クローズドタイプパイプライン（例）

(c)　セミクローズドタイプパイプライン

フロート弁類を連続的に用いることにより構成される形式である。クローズド方式では管路にかかる静水圧が過大となる場合に、静水圧を切る目的で用いられることが多い。フロート弁による調圧機能によりオープン方式のような無効放流はない。

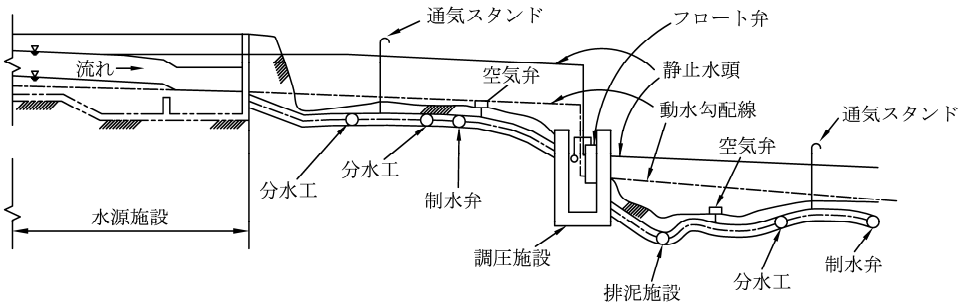

図 1.3-7　セミクローズドタイプパイプライン（例）

(4)　パイプラインの送配水方式による分類

パイプラインの送配水方式は、自然圧式（自然流下式）とポンプ圧送式に大別され、さらにポンプ圧送式は配水槽式、圧力水槽式、ポンプ直送式に分類される。

パイプラインの送配水方式の概要を表 1.3-2 に示す。

表 1.3-2　送配水方式の概要

送配水方式		送配水方式の概要
自然圧式		地形上の自然落差を利用して送配水する方法
ポンプ圧送式	配水槽式	送水あるいは配水のために必要な水頭が得られる場所に配水槽を設け、それに一旦ポンプ等で揚水したのち、自然圧式で送配水する方法
	圧力水槽式	ポンプ直送の場合で、特に水撃圧防止や、自動運転時の頻繁な断続運転回避の目的で、ポンプの吐出口近くに圧力水槽を設ける方法
	ポンプ直送式	所定の落差が地形上得られない場合や、所定の水圧が必要な場合、直接ポンプによって圧送する方法

1.3.2　ポンプ運転管理システム

(1)　運転方式

ポンプの運転方式は、ポンプ場諸設備の性能特性、運転条件等を総合的に検討し、安全かつ適正な運用ができるようにしなければならない。

(2)　運転管理設備

運転管理設備として、ポンプ場の運転操作及び保守管理を適切かつ安全に行うため、ポンプ設備の規模、運転方式、立地条件等を検討の上、必要な運転監視制御設備及び維持管理設備などを設ける。

また、ポンプ設備のほか地域全体の用排水系統や他の流域等に与える影響等を十分配慮した上で検討し、特に洪水時については十分な安全対策が図れる体制とする。

運転管理設備は、用排水系全体の各水利施設にわたる総合的な水管理を検討し、ポンプ場の施設能力を最大限に発揮させて、最も効率的にポンプの運転目的を達成するとともに、各設備の機能を常に良好な状態に維持して、諸設備の性能特性及び運転条件等に応じた適切な運転管理ができることがきわめて重要である。

運転管理設備には、下記のものがある。

① ポンプの適正な運転・監視・制御を行うための監視制御装置、機側操作盤等の運転監視制御設備

② 運転・監視・制御に必要な水位、流量及び雨量等を計測するための計測設備

③ ポンプの遠方監視制御に必要な計測データ及びポンプの操作信号を伝送するテレメータ・テレコントロール装置並びに伝送路

④ ポンプ場の保守管理を安全かつ適切に行うための管理所、管理用道路、保安設備等の維持管理設備

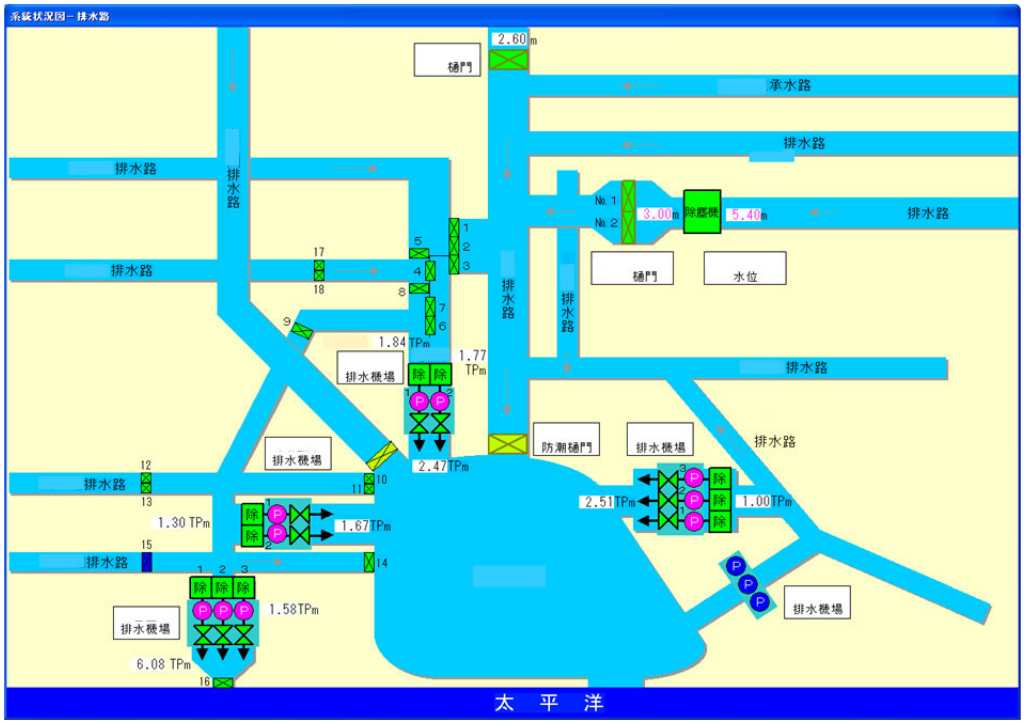

図 1.3-8　ポンプ場運転管理システム（例）

1.3.3　ダム・頭首工管理システム

(1)　ダム管理

ダム管理には農業用水、上水道、工業用水、発電などの利水目的のための管理と、洪水調節のための管理がある。

利水管理においては、かんがい期及び非かんがい期の貯水運用ルールを定め、これに基づいて適切に管理することにより、貯留水の有効利用と平水・渇水時の所要用水量の確保を図る。観測項目としては、貯水位、貯水量、流入量、取水量、放流量、雨量、雪量などがあり、制御対象としては取水ゲート、農業用水取水バルブ、緊急放流ゲートなどがある。

洪水時管理はダムの運用に関する管理と、放流に伴うダム下流河川における危険防止のための管理に大別される。後者の場合は放流に伴う危険を一般に周知させるための措置としてダム放流警報が河川法に定められており、その手段として可聴警報と可視警報がある。放流操作に必要な観測項目として、貯水位、ゲート開度、ダム上流域の雨量やダム上下流の河川水位、ダム諸量があり、これらのデータを参考に流況に合わせた放流計画を作成する。また制御対象としては洪水吐ゲートがある。

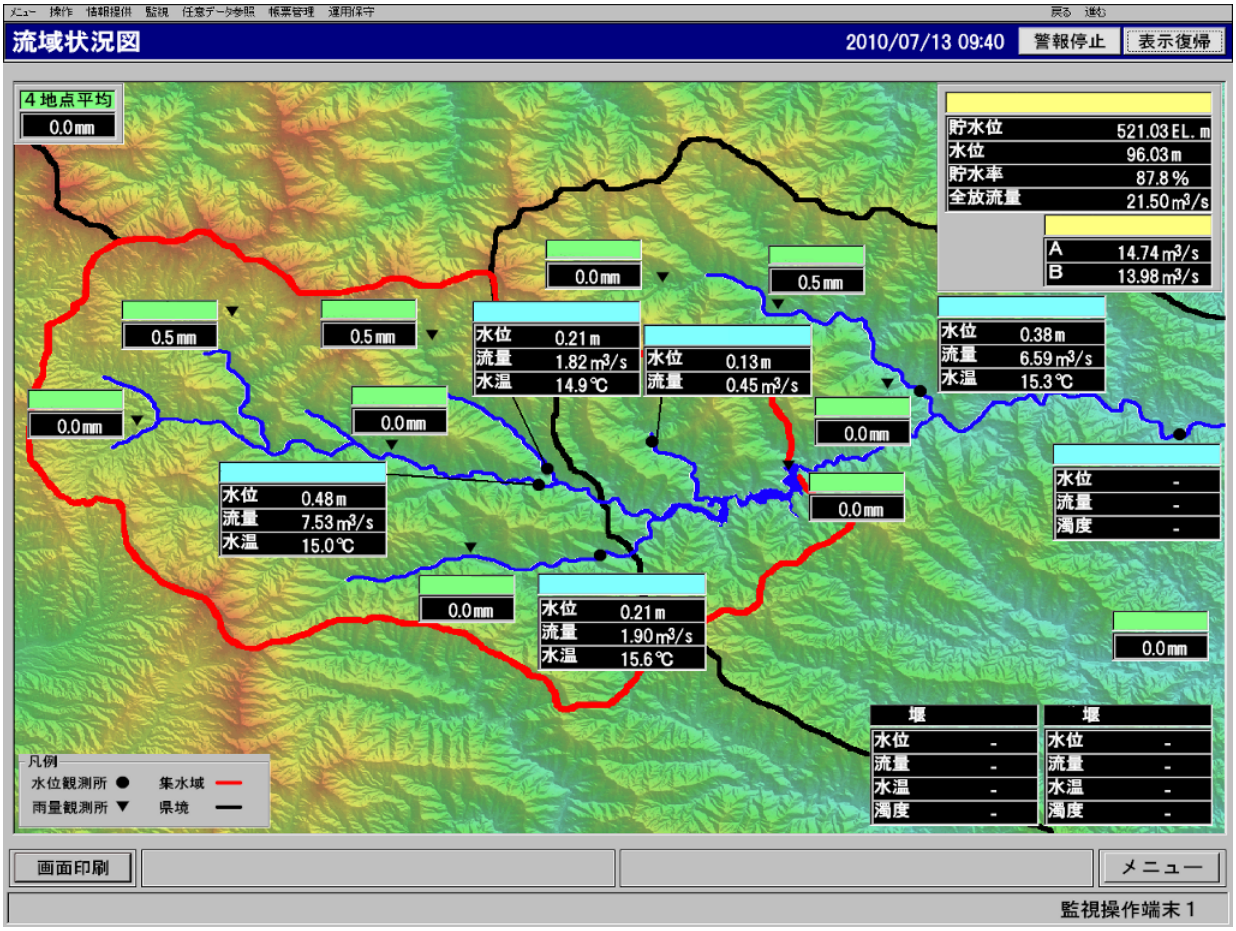

図 1.3-9　流域状況図（例）

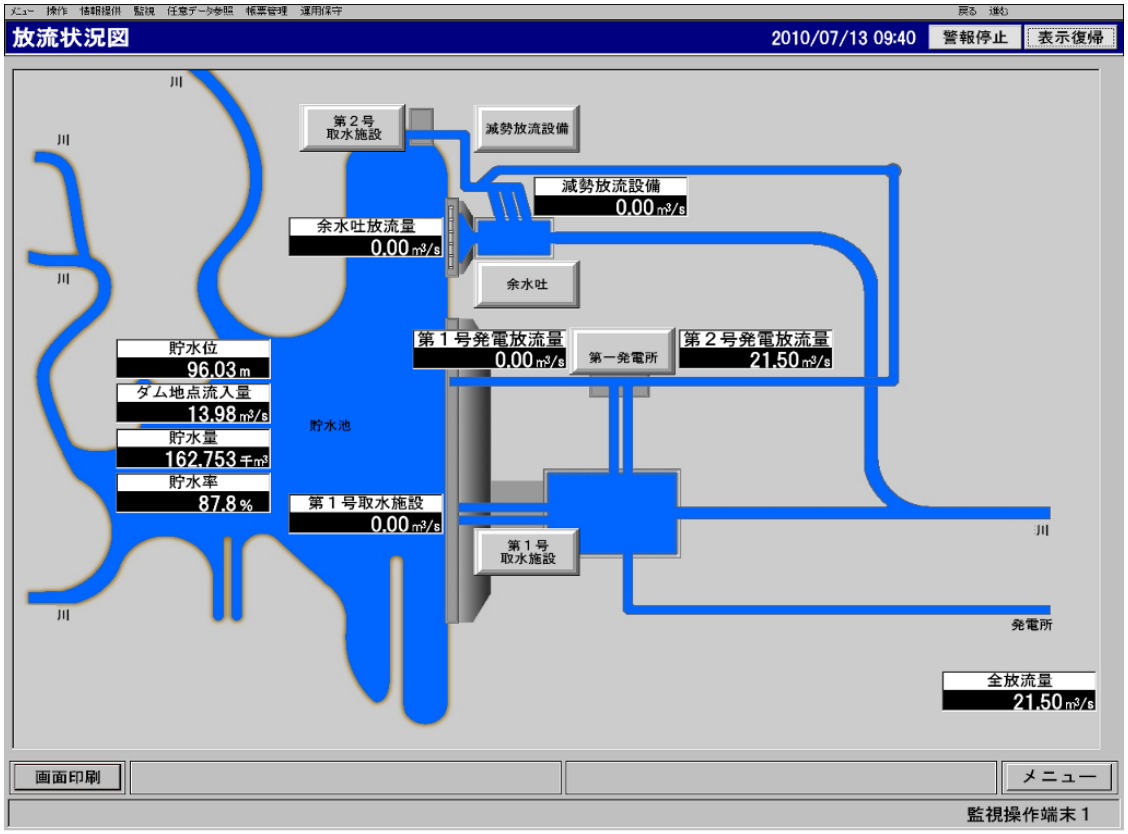

図 1.3-10　放流状況図（例）

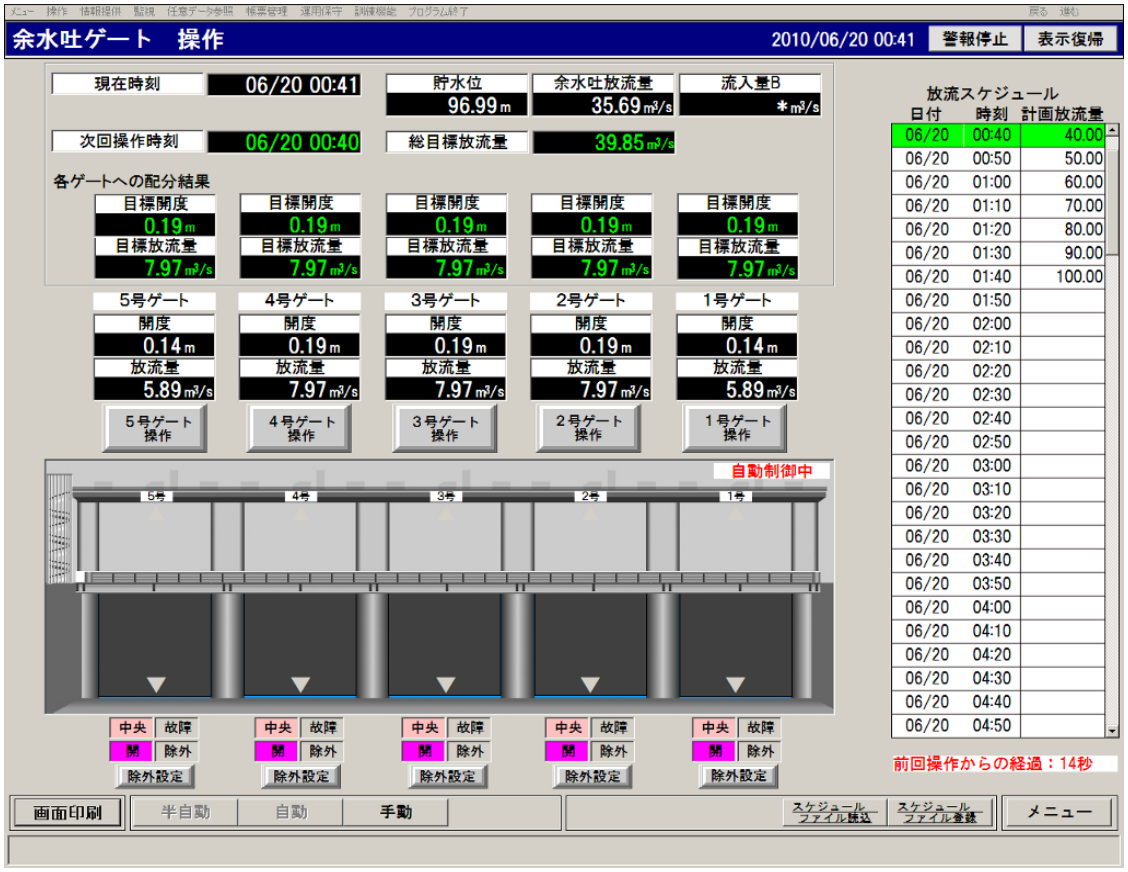

図 1.3-11　操作画面（例）

(2)　頭首工管理

頭首工管理は、平常時においては堰上流の水位を一定以上に保ち、必要量の用水を取水するとともに下流に義務放流量を流化させることが目的である。

また、洪水時は流水を安全に流下させることと河川のミオ筋を維持することが目的となる。このとき下流河川への影響が大きい場合は放流警報が必要となる。観測項目としては、堰上下流水位、用水路流量、雨量などがあり、制御対象としては取水ゲート、洪水吐ゲート、土砂吐ゲート、制水ゲートなどがある。

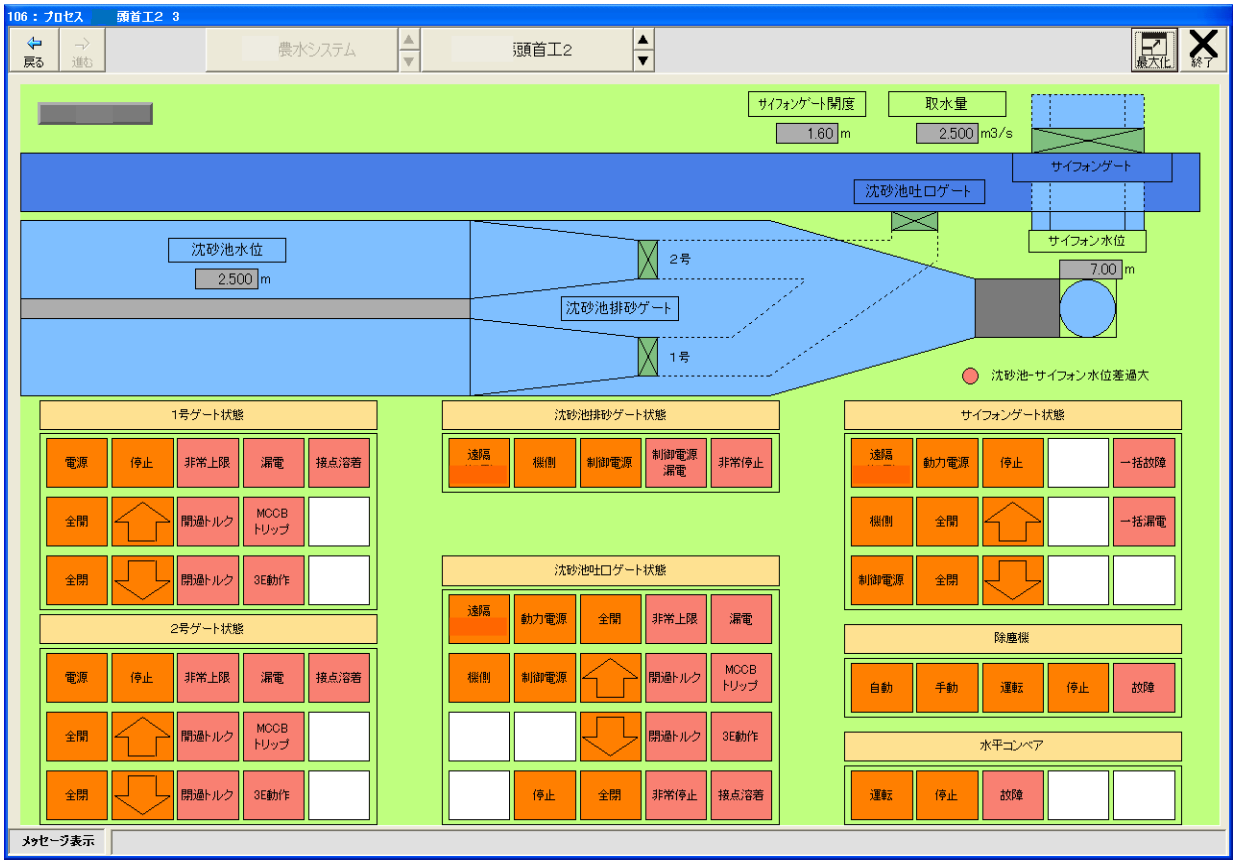

図 1.3-12　頭首工管理システム（例）