

第2章 システム設計

本章では、水管理制御システムを構築する上で必要となるシステム構成、管理レベル、システム重要度区分や監視制御方式などシステム設計（以下単に「システム設計」という。）について述べる。

なお、本章では、近年の主流である分散処理方式の設計を基本として述べるが、その詳細と従来型の集中処理システムについては、第Ⅱ編 2.2 項参照。

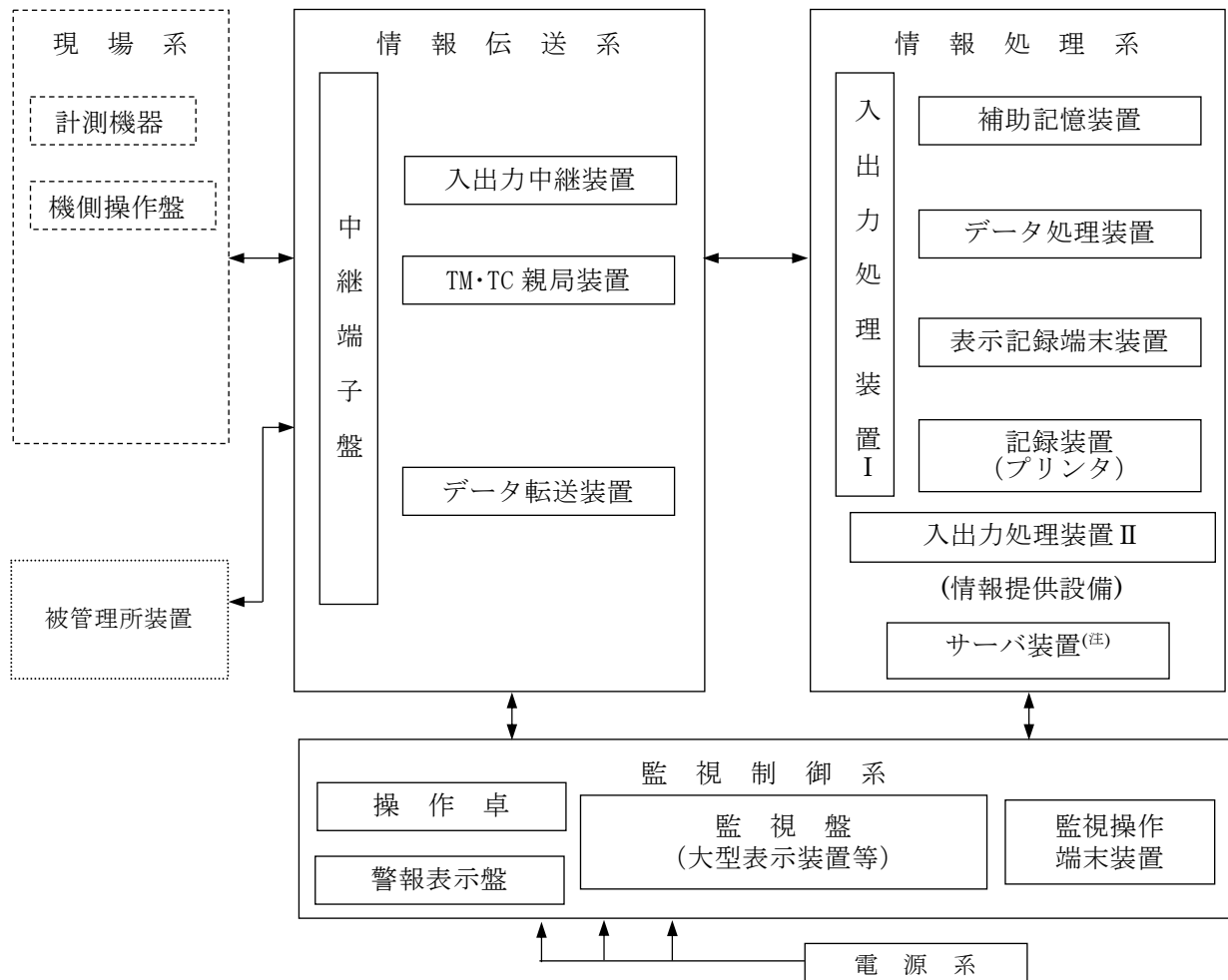
2.1 水管理制御システム

2.1.1 装置構成

(1) 管理所

管理所の装置構成は、情報処理系、監視制御系、情報伝送系から成り、その基本的な構成例を図 2.1-1 に示す。

なお、一部に現場系が組込まれることがある。



（注）サーバ装置は取り扱うデータ量や機能に応じて、1 台又は複数台で構成する。

図 2.1-1 管理所装置構成(例)

(2) 被管理所

被管理所の装置構成は、情報伝送系、現場系から成り、その基本的な構成例を図 2.1-2 に示す。

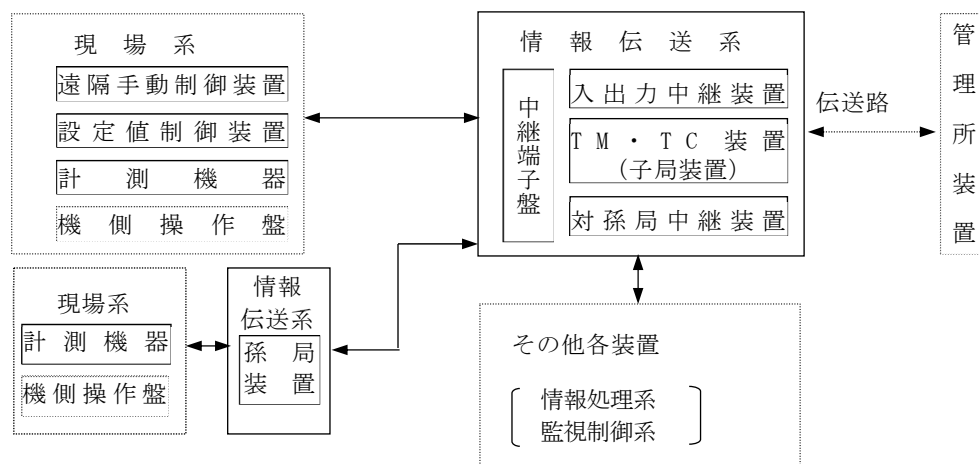


図 2.1-2 被管理所装置構成（例）

2.1.2 各装置の機能

(1) 情報処理系機能

情報処理系の主たる機能は、情報伝送系と入出力処理装置を介して被管理所あるいは現場系の情報を収集し、データの記録、日報・月報などの印字、ディスプレイなどへの表示などを行い、監視制御系への計測演算結果の出力、監視制御系からの操作指示の処理などを行う。

情報処理系はデータ処理装置と周辺装置からなるハードウェアとソフトウェアで構成される。ハードウェアとハードウェアに組み込まれるソフトウェアは、処理データ量及び機能により決定する。

(2) 監視制御系機能

監視制御系は大型表示装置などの監視盤、操作卓(又は監視操作端末装置)、警報監視盤からなり、水管理対象施設の概略状況を把握するためのヒューマン・マシン・インタフェース装置の一つである。

監視制御系の主たる機能は、情報処理系、情報伝送系よりデータを受けて、水管理対象施設の状態を把握しやすいように表示すること及びこれらの表示を監視しながら、情報伝送系を介して、任意の施設の操作ができることである。

また、情報処理系が停止した場合でも、監視制御機能のうち、施設の概略状況把握及び操作卓からの手動操作ができるように考慮する必要がある。

(3) 情報伝送系機能

情報伝送系の主たる機能は、被管理所の計測監視信号（計測機器の数値信号と被監視機器の二元情報、例えばオン・オフ信号など）を送信し、管理所で受信し、情報処理系、監視制御系に情報を出力する TM 機能と、管理所の監視制御系、情報処理系より入力される信号を送信し、被管理所で受信し、制御信号(被制御機器へ制御指令と設定値データ)を被管理所の機器に送る TC 機能である。情報伝送系は被管理所と管理所に設置される。

(4) 現場系機能

現場系の主たる機能は、被管理所の水利、気象、機械状態の観測・状態監視を行って、これらの信号を情報伝送系に渡し、管理所からの制御信号に基づき、ゲート・バルブ・ポンプの操作を行う。

また、現場マイナーループの比較的簡易な制御を行う場合もある。

現場系の装置は、遠隔手動制御装置、設定値制御装置、計測機器等で構成する。

(5) 電源系機能

電源系の主たる機能は、情報処理系、監視制御系、情報伝送系、現場系に供給する電源の停電対策を行うこと、外乱（瞬時停電、電圧変動、周波数変動、波形歪み、高周波ノイズなど）を吸収することである。

電源系の装置としては、直流電源装置、無停電電源装置、予備発電装置、太陽電池電源装置、耐雷トランスなどである。

なお、太陽電池電源装置は、ケーブルによる電源の供給が困難な地域に設置される。太陽電池電源装置の設置に当たっては、設置場所の日照時間を十分に検討した上で採用を決定する必要がある。

2.2 管理レベル

管理レベルとは、各水利施設に対してどのような情報の計測・監視・制御を行うのか、また、集められた様々な情報をどのような形と方式に分類・記憶・処理を行って、表示・記録・制御等を行うかについて、主として定性的な区分を示すものである。

水管理制御システムの設計に当たっては、地区全体の営農計画や水利用計画及び用排水施設と関連設備の特徴を把握して、その地区の実状に即した管理レベルとする必要がある。

管理レベルを選定する上で、各種の水利施設の管理をどのような方法で行うかを検討することが重要である。管理方法の種類を図 2.2-1 に示すが、施設の機能、重要度などを考慮し各種管理方法の併用を検討する必要がある。

①	現	地	常	駐
②	巡	視	管	理
③	遠	隔	管	理
④	遠	方	管	理

図 2.2-1 管理方法の種類

2.2.1 管理レベル区分の考え方

(1) 監視及び記録形態

水管理制御システムの持つ機能の中で基本となるのが、監視と記録である。監視には機側における「目視確認」から中央管理所での「表示端末装置による表示」までいくつかの方法がある。

記録にも簡易な「手書記録」からデータ処理装置とプリンタを使用した「自動印字記録」などいくつかの方法がある。

これらを機能ごとに分類したものを図 2.2-2 に示す。

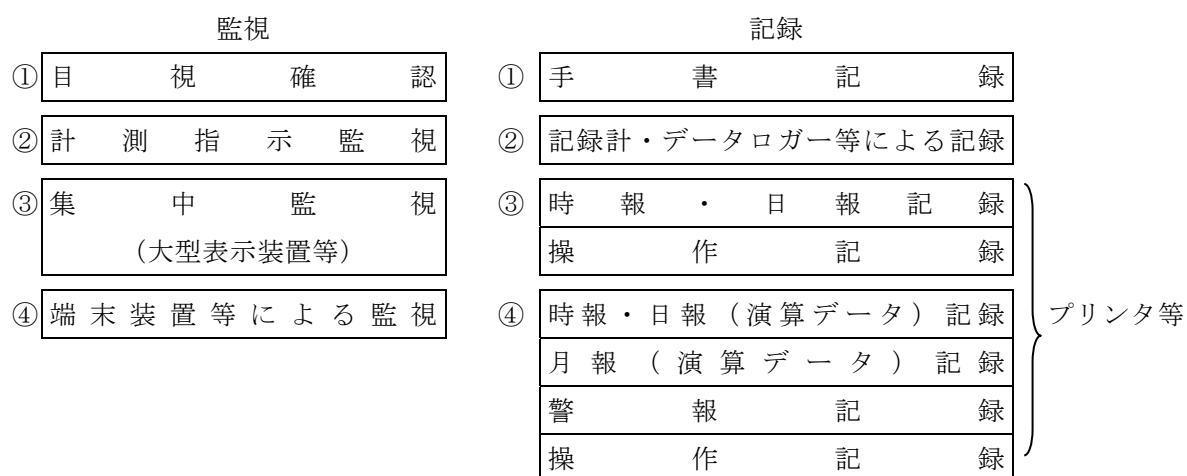


図 2.2-2 監視及び記録形態の種類

(2) 操作・制御形態

管理レベルを選定する上では、操作と制御機能の検討も行う。なお、操作と制御は次のように定義する。

操作 (Operation) ・ ・ 操作員の手動 (釦押下げ等の任意の動作) によって機械や装置を働かせること (「手動制御」と呼ばれることが一般的であるが、農業用排水施設の管理では慣例上「操作」を用いているため、ここでは「操作」として定義する。)。

制御 (Control) ・ ・ 操作するために必要な運転条件、方法等をPLC等に組み込んだ制御装置等を介して機械や装置を働かせること。

また、操作・制御位置の区分では、対象設備の機器近傍で行う「機側」、ダム、頭首工などの管理所やポンプ場の操作室などから行う「遠隔」、中央管理所などの対象設備から距離的に離れた場所から行う「遠方」がある。(第Ⅱ編 3.1.2 項(1)参照)

制御形態についても、制御目標量を人的に設定する「手動設定値制御」、データ処理装置などを用いて自動的に設定値を与える「自動設定値制御」がある。

これらの操作及び制御を区分に従ってまとめたものを図 2.2-3 に示す。

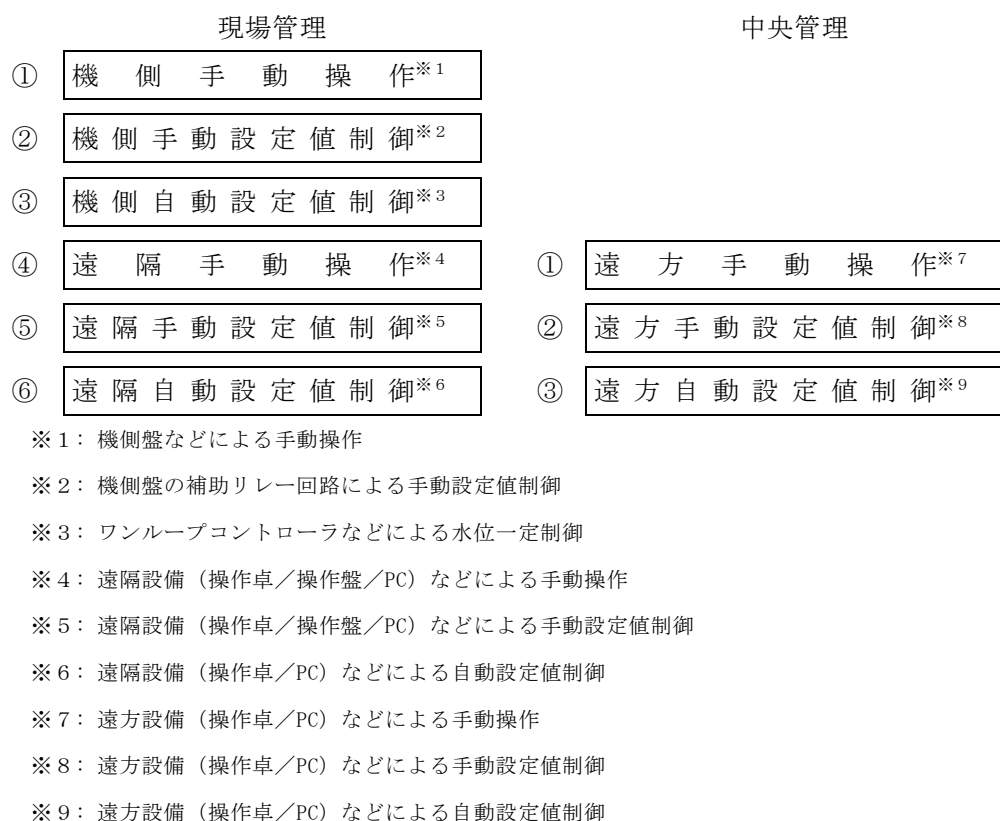


図 2.2-3 操作・制御形態の種類

(3) 情報処理形態

① 監視・警報処理

監視・警報処理は予め設定された判定用の設定値等に基づき、各種諸量データの水利・水文状態（水位上・下限等）、設備・機器状態（水位計異常等）を判定し、可視、可聴の警報を行うものである。

② 演算処理

演算処理は、農業用水利施設に関する貯水池諸量、雨量諸量、取水量、排水量その他の諸量演算及び日報・月報の集計値処理を行うものである。

③ 予測処理

予測処理は、制御に直結するような予測制御と流出予測のように操作員の操作（放流操作や放流警報・放流通知等）の参考に資するものがある。

干拓などでは、潮位及び河川水位より内外水位差を求めそれに応じて開度を調節するなど、制御に直結した予測が行われる。

また、ダム・排水機場などでは操作員が予測した雨量などに基づき上流部からの流出量（ダムの流入量）の予測を行い、よりの確な放流操作や放流警報・放流通知などを行えるようにしている。

2.2.2 管理レベルの分類

管理レベルは、地区ごとに水管理・施設管理の方法が異なるため分類し難いが、前項の考え方に従って、ここでは現場側と中央側に分類し、現場側 8 レベル、中央側 9 レベルを設定した。

表 2.2-1 に現場側、表 2.2-2 に中央側の管理レベルと機能を示す。

ここで設定した管理レベルは当該地区に必要な機能について全て対応しているとは限らないので、設計に当たってはこの管理レベルを参考にして、当該地区に適合した機能を構成する必要がある。

なお、情報提供を付加したシステムは、レベルの後に-K をつけて区別する。

(例 レベル Y-1-K 等)

また、現場管理所及び中央管理所の機能をクラウド方式により実現する場合においても、管理レベルの考え方はオンプレミス方式と同様である。

表 2.2-1 管理レベルと機能（現場側）

機 能 管理 レベル		監視				記録			操作・制御				情報処理			備 考
		機 側 指 示	表 示 盤	大 型 表 示 装 置 等	端 末 装 置 等	日 誌	記 録 計	プ リ ン タ 等	機 側 手 動 操 作	遠 隔 手 動 操 作	遠 隔 設 定 値 制 御	遠 隔 自 動 設 定 値 制 御	監 視 ・ 警 報 処 理	演 算 処 理	予 測 処 理	
A	A-1	○				○			○							
	A-2	○	○				○		○	○						
	A-3	○	○				○		○	○	○					
B	B-1	○		○				○	○	○	○		○			日報・操作記録
	B-1A	○		○				○	○	○	○		○	○		日報・操作記録
	B-2A	○		○	○			○	○	○	○		○	○		日・月報・操作記録
	B-3A	○		○	○			○	○	○	○	○	○	○		日・月報・操作記録
C	C-1	○		○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	日・月報・操作記録

表 2.2-2 管理レベルと機能（中央側）

機 能 管理 レベル		監視				記録		操作・制御			情報処理				備 考
		表 示 盤	大 型 表 示 装 置 等	端 末 装 置 等	モ バ イ ル 端 末	記 録 計	プ リ ン タ 等	遠 方 手 動 操 作	遠 方 設 定 値 制 御	遠 方 自 動 設 定 値 制 御	監 視 ・ 警 報 処 理	演 算 処 理	予 測 処 理	W e b 配 信 処 理	
X	X-1	○				○									
	X-2		○		△	○		○						△	
	X-3		○		△	○		○	○					△	
Y	Y-1		○		△		○				○			△	日報・操作記録
	Y-1A		○		△		○				○	○		△	日報・操作記録
	Y-2		○		△		○	○	○		○	○		△	日報・操作記録
	Y-2A		○	○	△		○	○	○		○	○		△	日・月報・操作記録
	Y-3A		○	○	△		○	○	○	○	○	○		△	日・月報・操作記録
Z	Z-1		○	○	△		○	○	○	○	○	○	○	△	日・月報・操作記録

※Web配信処理については必要に応じて構成する。

Web配信処理を構成した場合、モバイル端末の監視を可能とする。

2.2.3 管理レベルのシステム構成例

（注）管理レベル図中におけるデータ処理装置は分散処理方式で表記している。

（1）現場の管理レベル

現場の管理レベル区分を次に示す。なお、中央管理所から、遠方操作を行う場合には、操作場所を「現場」とした状態の監視・記録レベル、操作・制御レベルを想定して選定する。管理レベルは機能面から選定するため、A-2 や A-3 レベルにおける図中の現場管理所については管理所建屋がない場合もある。

① レベル A-1

運転操作員による機側手動操作を行う管理レベルである。

記録方式は手書きによる。

機側における手動設定値（全開、全閉制御など）のみの場合もこのレベルである。

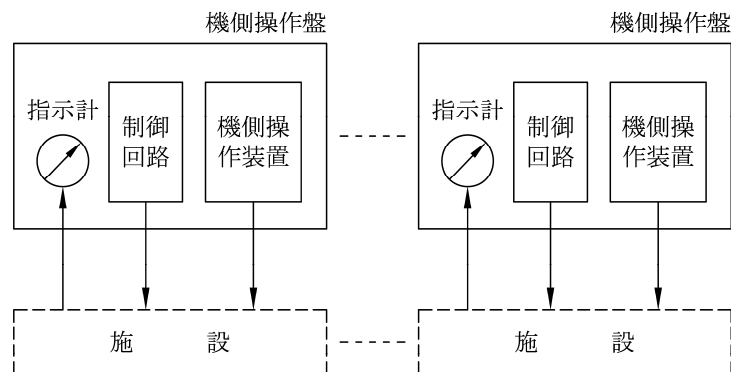


図 2.2-4 レベルA-1システム構成（例）

② レベルA-2

運転操作員による遠隔監視及び遠隔手動操作を行う管理レベルである。

記録方式は記録計による。

比較的制御頻度の少ない場合に適する。

現場管理所は局舎が無く、屋外盤で構成されることもある。

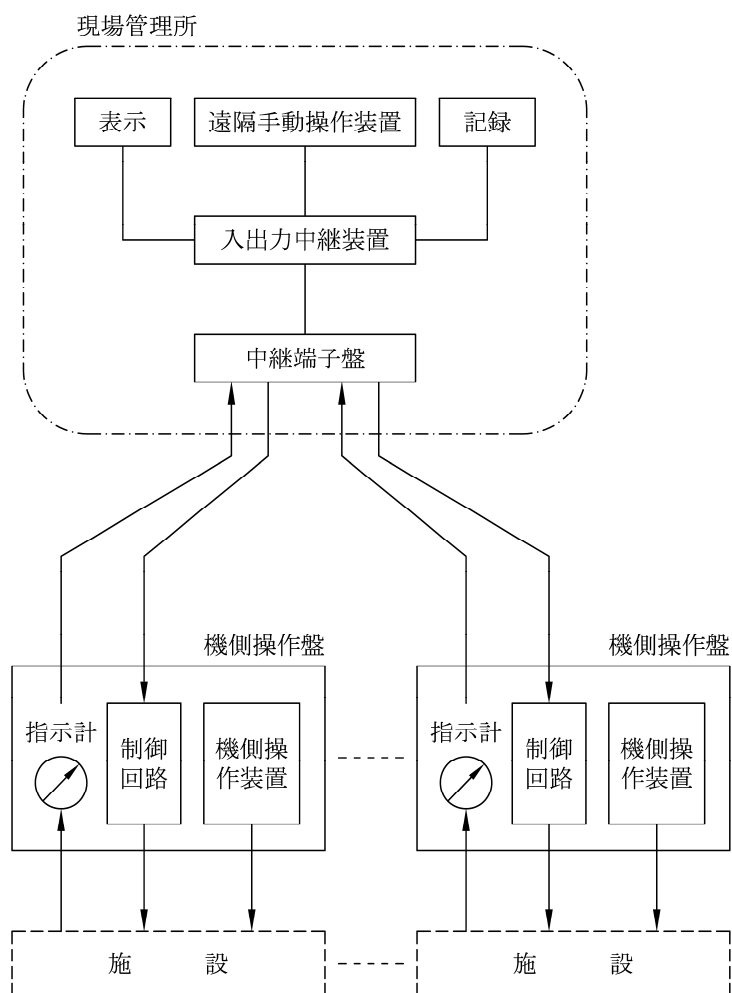


図 2.2-5 レベルA-2システム構成（例）

③ レベル A-3

運転操作員による遠隔監視及び遠隔手動操作又は遠隔手動設定値制御を行う管理レベルである。

なお、設定値制御装置に関して遠隔手動操作装置または入出力中継装置におけるソフトウェア機能で構成可能な場合は代替可能とする。

記録方式は記録計による。

現場管理所は局舎が無く、屋外盤で構成されることもある。

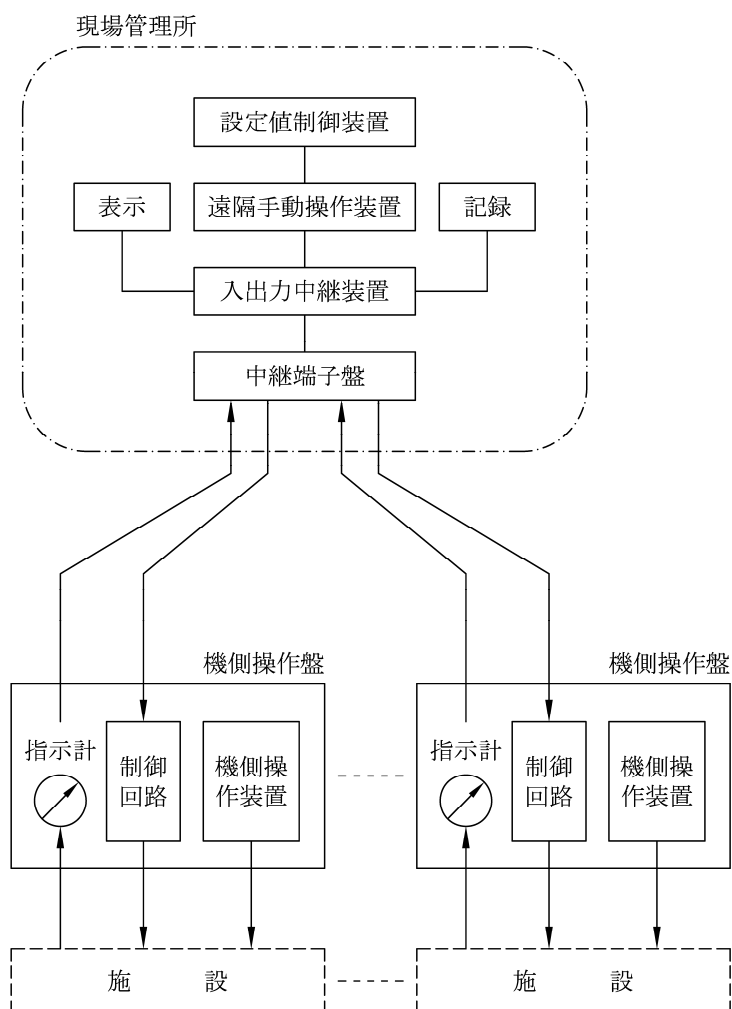


図 2.2-6 レベルA-3システム構成（例）

④ レベル B-1、B-1A

運転操作員による遠隔監視及び遠隔手動操作又は遠隔手動設定値制御を行うとともに、データ処理を自動化して演算加工データの表示、日報及び操作記録の自動作成を行う管理レベルである。

なお、設定値制御装置に関してデータ処理装置などにおけるソフトウェア機能で構成可能な場合は代替可能とする。

また、B-1A の場合には、H-Q 演算、積算、集計などの各種演算処理を付加する。

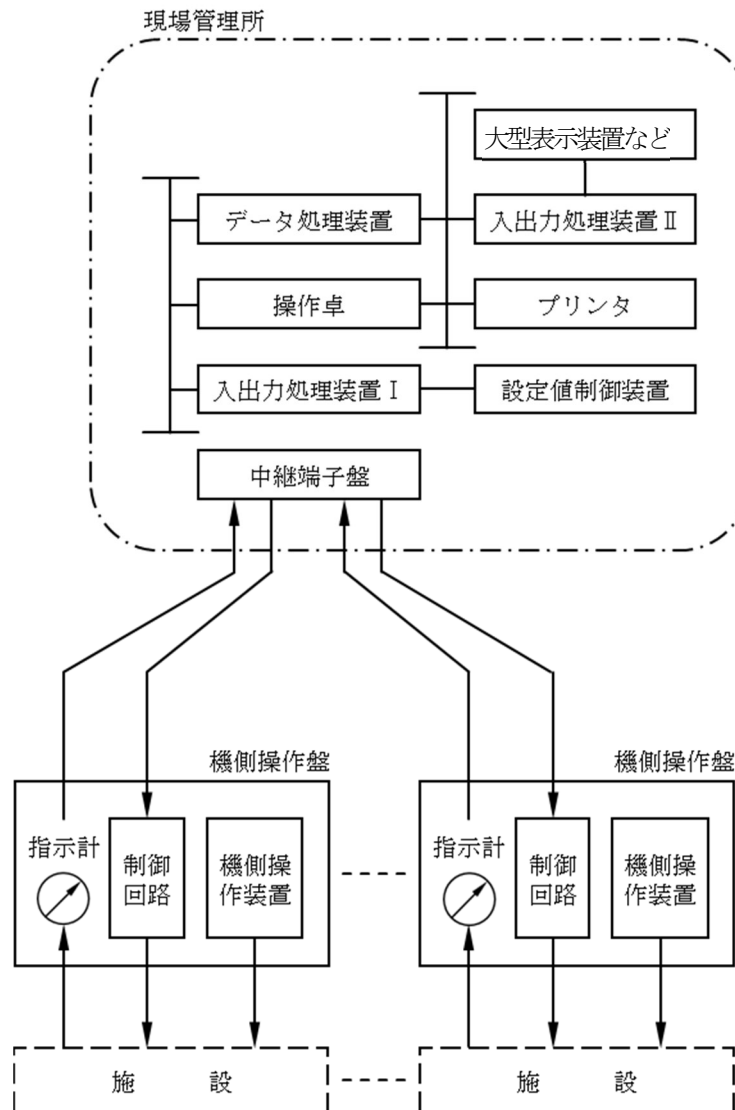


図 2.2-7 レベルB-1、B-1Aシステム構成（例）

⑤ レベル B-2A

レベル B-1、B-1A に表示記録端末装置による画面表示と月報記録の機能を付加した管理レベルである。

なお、設定値制御装置に関してデータ処理装置などにおけるソフトウェア機能で構成可能な場合は代替可能とする。

主にダム、頭首工、ポンプ場に採用される。

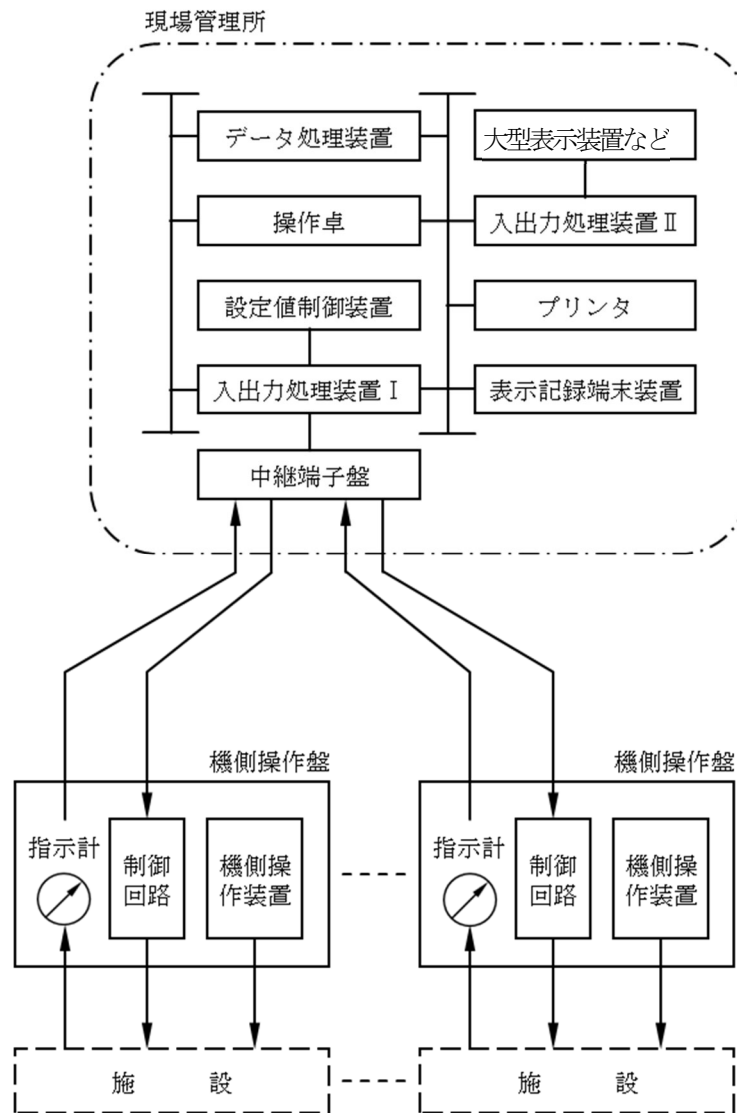


図 2.2-8 レベルB-2Aシステム構成（例）

⑥ レベル B-3A

レベル B-2A に加えて自動制御や目標値、異常時のガイダンス処理を必要に応じ付加する管理レベルである。

なお、設定値制御装置に関してデータ処理装置などにおけるソフトウェア機能で構成可能な場合は代替可能とする。

主にダム、頭首工、ポンプ場に採用される。

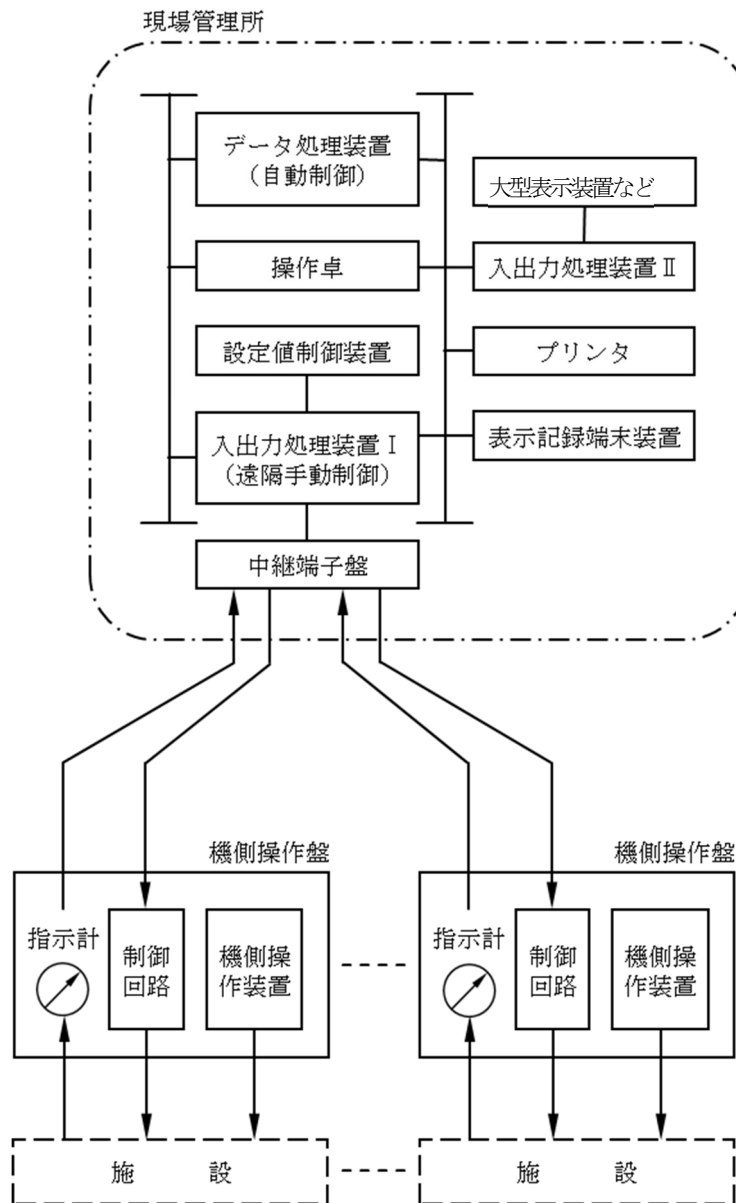


図 2.2-9 レベルB-3Aシステム構成（例）

⑦ レベル C-1

レベル B-3A に加えて予測機能を付加した管理レベルである。

なお、設定値制御装置に関してデータ処理装置などにおけるソフトウェア機能で構成可能な場合は代替可能とする。

需要予測と出水予測に基づき水使用計画を作成する。

主にダム、頭首工、ポンプ場に採用される。

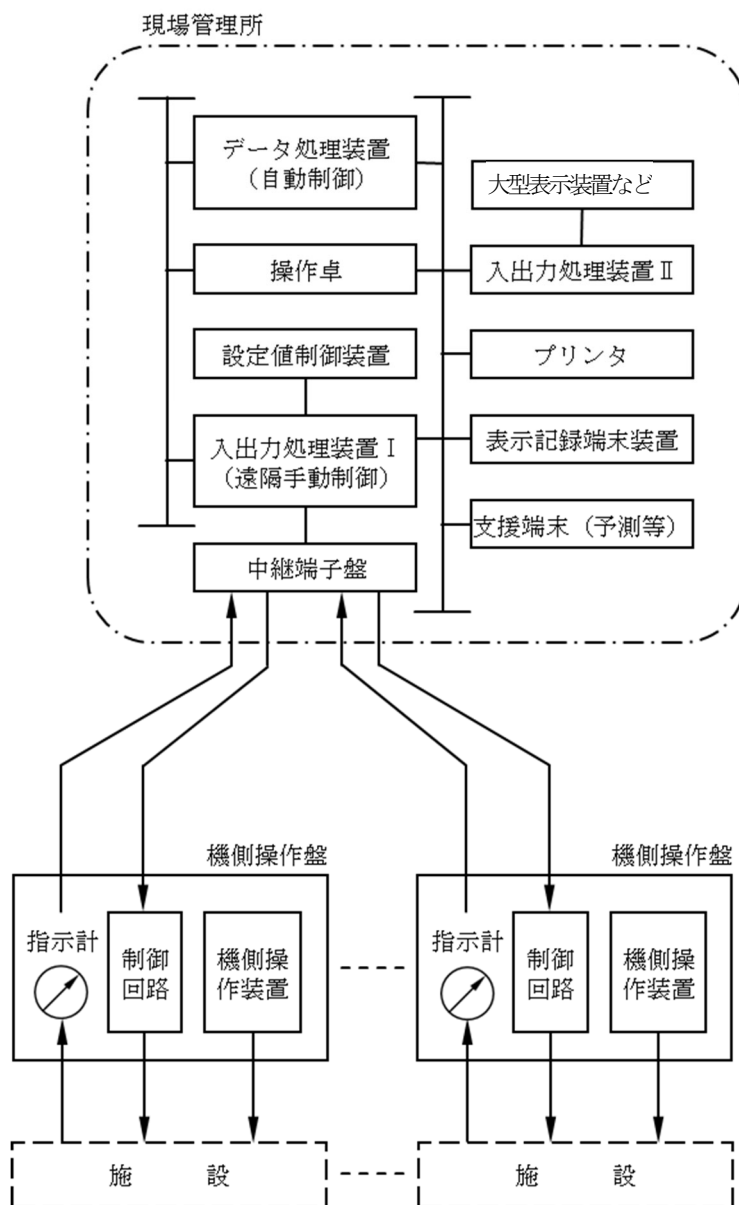


図 2.2-10 レベルC-1システム構成（例）

(2) 中央の管理レベル

中央管理所で監視、操作・制御を行う場合の中央側の管理レベル区分を次に示す。

なお、現場側の管理レベルは、第Ⅲ編 2.2.3 項(1) 参照。

① レベル X-1

運転操作員による遠方監視を行う管理レベルである。

記録方式は記録計による。

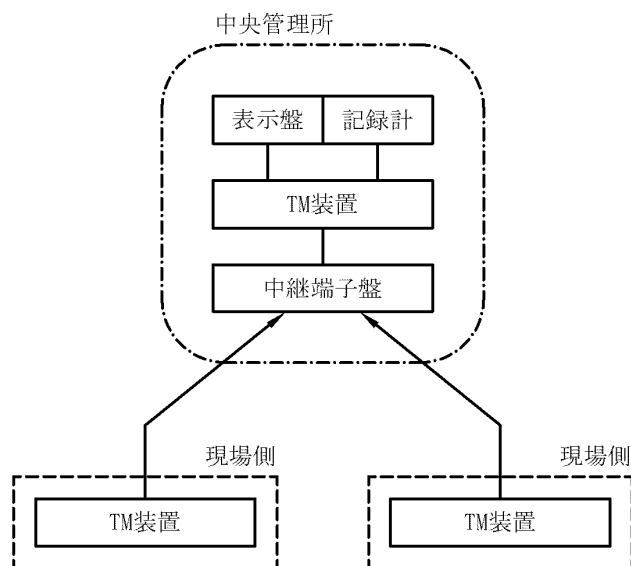


図 2.2-11 レベルX-1システム構成（例）

② レベルX-2

運転操作員による遠方監視及び遠方手動操作を行う管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

記録方式は記録計による。

比較的制御頻度の少ない場合に適する。

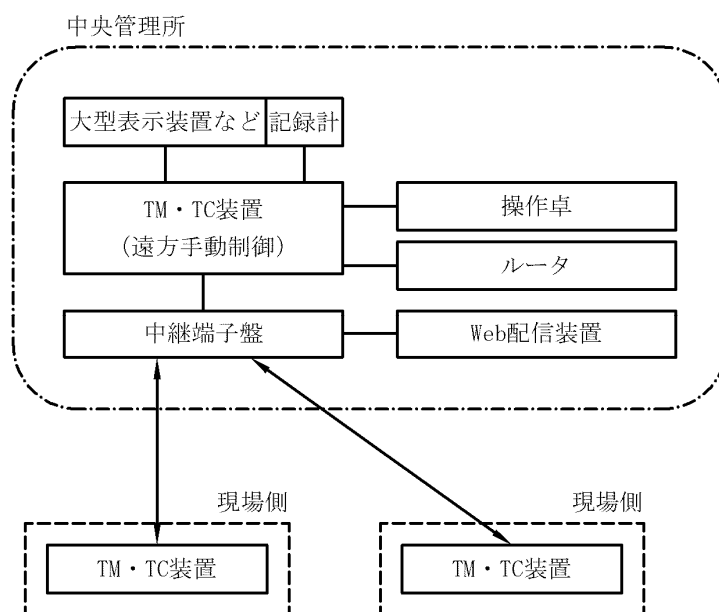


図 2.2-12 レベルX-2システム構成（例）

③ レベルX-3

運転操作員による遠方監視及び遠方手動操作又は遠方手動設定値制御（現場に設置の設定値制御装置により目標値を設定）を行う管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

記録方式は記録計による。

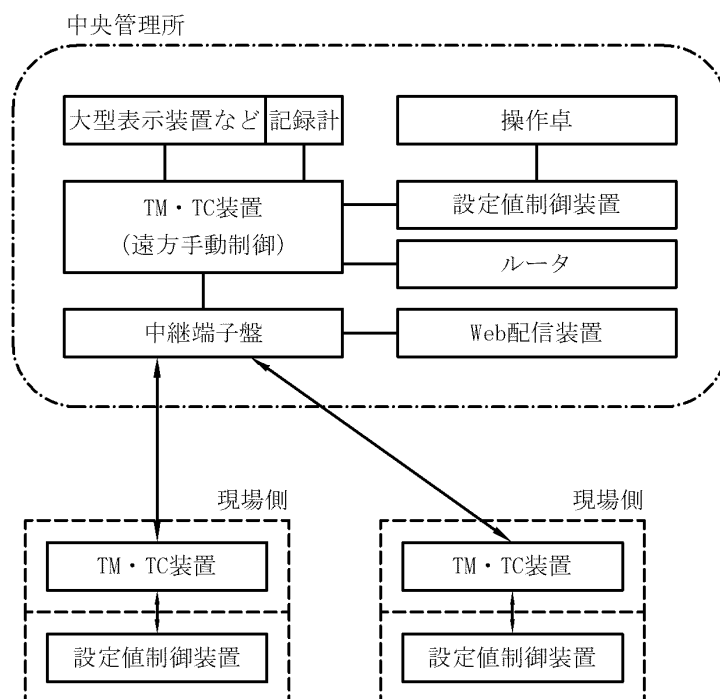


図 2.2-13 レベルX-3システム構成（例）

④ レベルY-1、Y-1A

運転操作員による遠方監視を行うとともに、データ処理を自動化して演算加工データの表示、日報及び操作記録の自動作成を行う管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

なお、Y-1Aの場合にはH-Q演算、集計、積算などの各種演算処理を付加する。

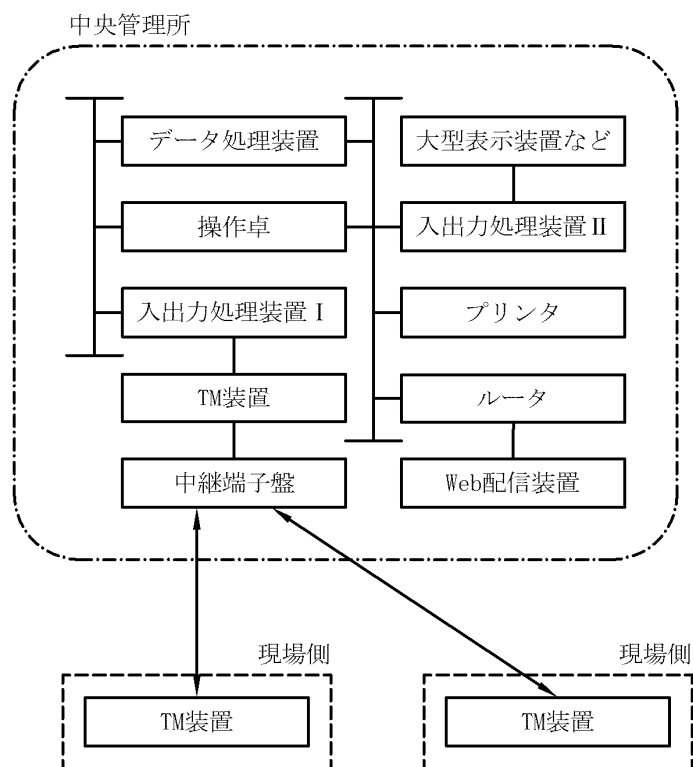


図 2.2-14 レベルY-1、Y-1Aシステム構成（例）

⑤ レベルY-2

管理操作員による遠方監視及び遠方手動操作、遠方手動設定値制御（現場に設置の設定値制御装置に目標値を設定）を行うとともに、データ処理を自動化して演算加工データの表示、日報及び操作記録の自動作成を行う管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

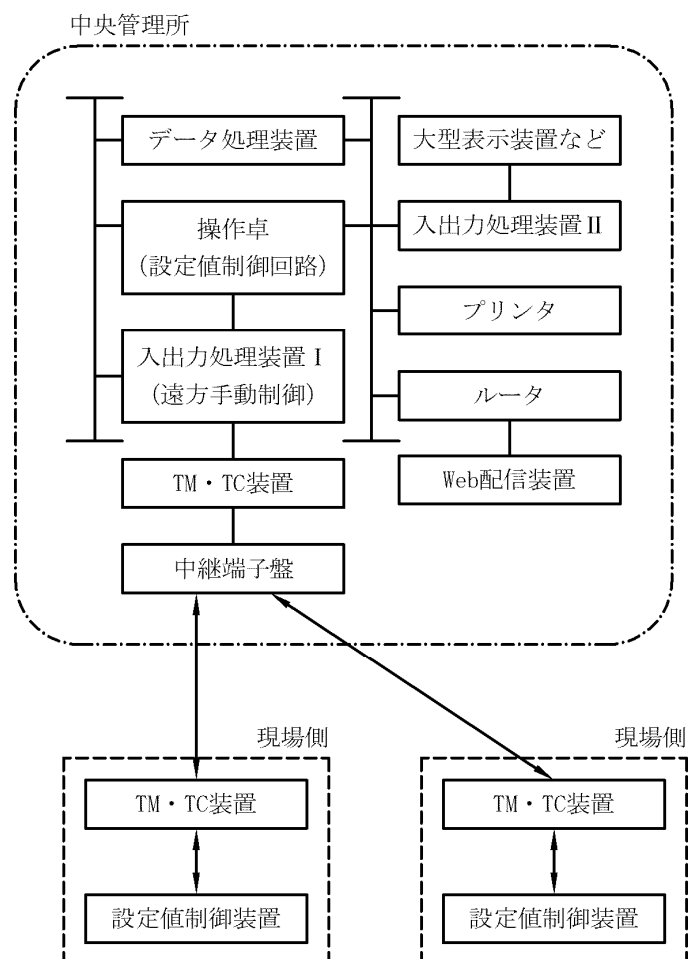


図 2.2-15 レベルY-2システム構成（例）

⑥ レベルY-2A

レベルY-2に表示記録端末装置による画面表示と月報記録の機能を付加した管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

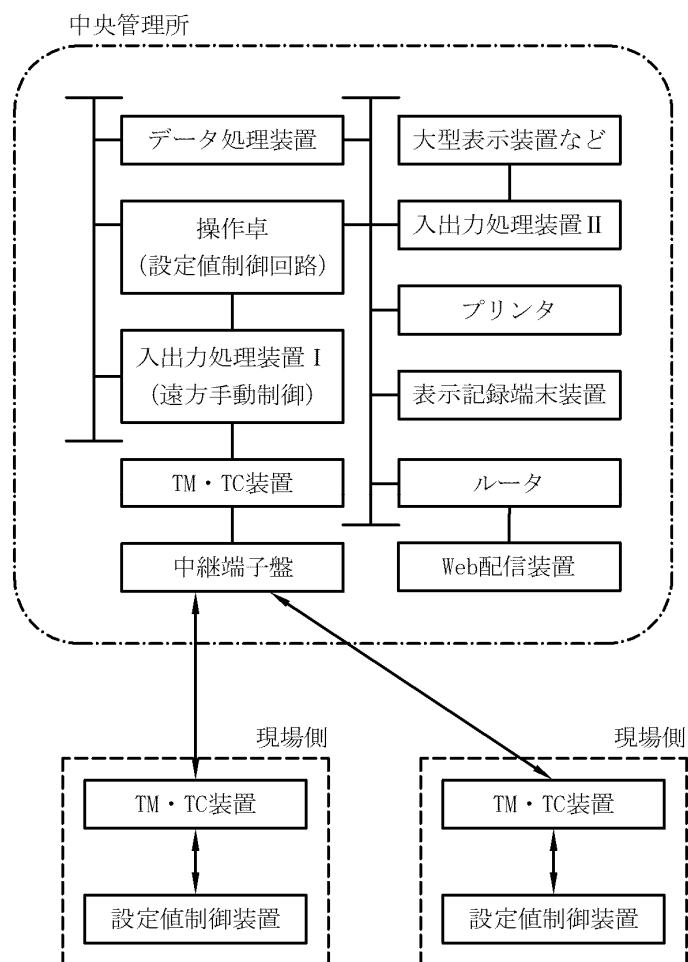


図 2.2-16 レベルY-2Aシステム構成（例）

⑦ レベルY-3A

レベルY-2Aに加えて、自動制御や目標値、異常時のガイダンス処理を必要に応じ付加した管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

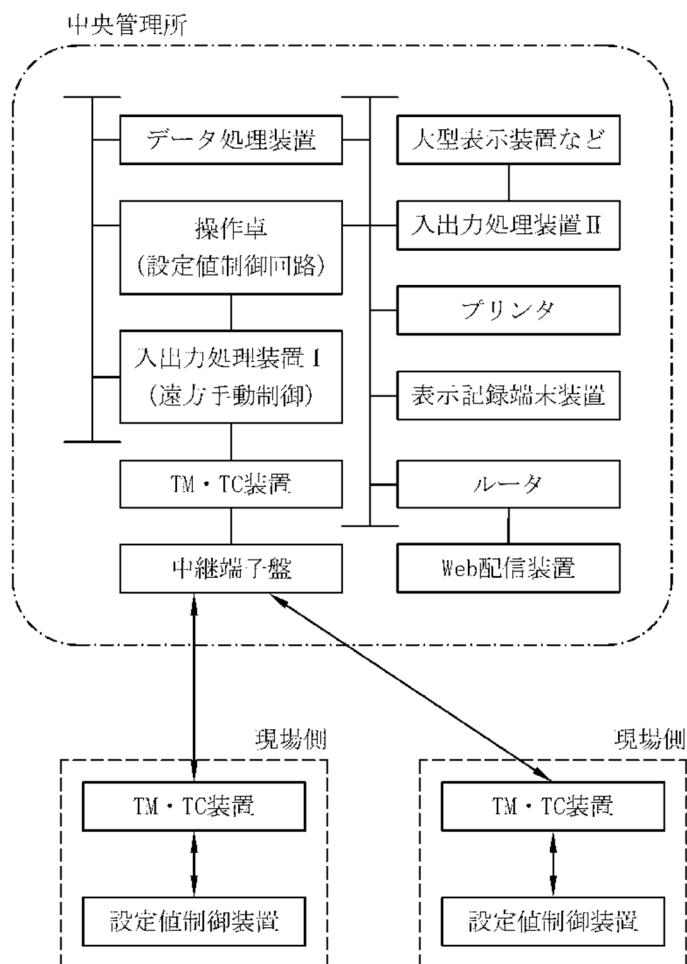


図 2.2-17 レベルY-3Aシステム構成（例）

⑧ レベルZ-1

レベルY-3Aに加えて予測機能を付加した管理レベルである。必要に応じてWeb配信処理により配信されたWebコンテンツをPCやモバイル端末から閲覧し、状態監視を行う。

需要予測と出水予測に基づき水使用計画を作成する。

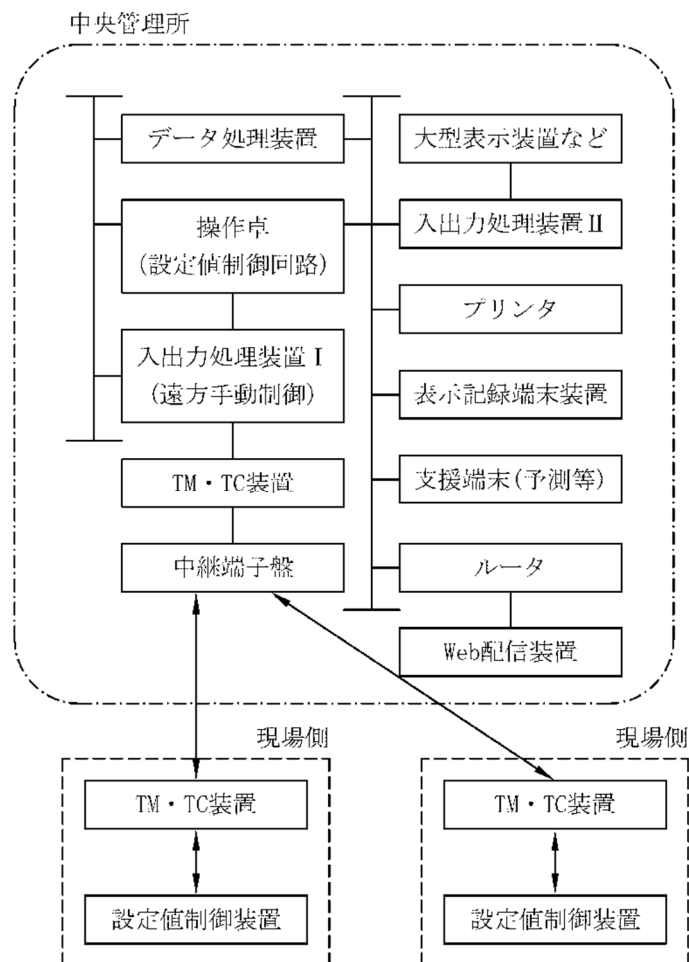


図 2.2-18 レベルZ-1システム構成（例）

2.2.4 管理レベルの選定

管理レベルは、対象地区の地域的特徴、営農計画、水利用形態、施設の構造、管理体制、経済性などを考慮して選定する。

実際には、地区固有の条件を考慮した上で、各種管理レベルを比較検討し、最適なレベルを選定する。

機能の内容とそれに適合した管理レベルをまとめたものを表2.2-3に示す。

この表の説明を次に示す。

(1) 記載内容の説明

① 大項目、小項目、内容、適用施設

対象となる水管理施設の管理レベル選定要因（管理体制、目的など）と水管理制御システムに要求される機能及びこれに対応する適用施設を示している。

② 適合管理レベル

具体的な水管理制御システムの機能とこれらの機能が管理レベルのどの機能に該当するかを現場側と中央側に分けて示している。

(2) 管理レベルの表示

① 丸印の意味

丸印（○、◎、●）は管理レベル選定要因に対しての適用を示したものである。

② 現場と中央の意味

現場単独で監視制御を行う場合を●印で示し、中央で集中監視制御を行う場合を◎印で示している。

(3) 適合管理レベルの選定

該当する選定要因を全て拾い出し、その選択範囲の共通項から管理レベルを選択する。

なお、各施設で特殊事情のあるものは、その要因を加味して選定する必要がある。

(4) 経済性

管理レベルの経済性について基本的な関係を図2.2-19に示す。施設関連費はシステム導入費とその保守費であり、一般に現場側でA、B、C、中央側でX、Y、Zの管理レベルの順に高額となる。また、労務関連費は管理に要する全人件費と事務費であり、一般に現場側でA、B、C、中央側でX、Y、Zの順に低額となる。

総管理投資額は施設関連費と労務関連費の合計である。実際には図のような明確な関係のカーブにはならないが、選定した管理レベルごとに算出して経済性を検討する。

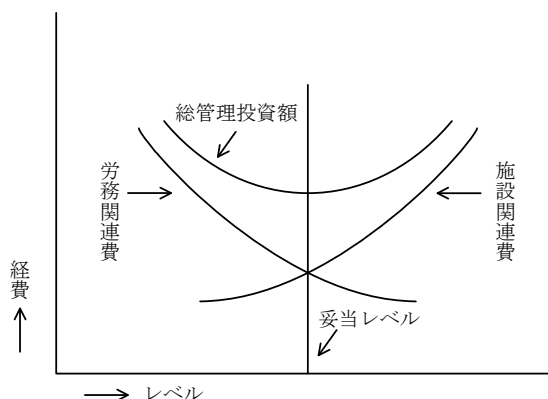


図 2.2-19 管理レベルの経済性

表 2.2-3 レベル選定要因 (1/2)

凡例 ○：適用を示す
 ◎：中央集中監視制御
 ●：現場単独監視制御

レベル選定要因				適用施設				適合管理レベル																	
NO	大項目	小項目	内 容	ダム	頭首工	用水路	ポンプ場	現 場 側								中 央 側									
								A			B			C	X			Y			Z				
								A-1	A-2	A-3	B-1	B-1A	B-2A	B-3A	C-1	X-1	X-2	X-3	Y-1	Y-1A	Y-2	Y-2A	Y-3A	Z-1	
								データ処理不要			データ処理必要			データ処理不要			データ処理必要			データ処理必要					
1	管理義務	1. 法律などによる管理義務がある場合	水量などを報告する義務があるため、データ演算処理を行い、プリンタ出力が必要な場合	○	○		○					●	●												
																		◎							
		2. 他事業と関連して、その制限を受けている場合	他事業へ水量等のデータを送信するため、監視・警報処理が必要な場合	○	○		○	◎	◎			●	●	●							◎				
																			◎	◎					
2	水の有効利用	1. 確実な取水	(1)ダム下流取水地点の流況を監視して必要量をダムから放流する。	○																					
			(2)決められた水量を河川水位変動にかかわらず取水する。		○											◎	◎								
		2. 貯水量の確保	需要予測、流出予測を必要とする場合	○																	◎	◎			
																								◎	
		3. 水源が多くあってその使用方法が複雑な場合	ダム、河川などの水源状況を把握し、予め決められた取水順位に従って取水する場合	○	○							●	●	●										◎	
		4. 無効取水の排除(除雨時規制を含む)	用水需要量を把握し、取水量(用水量)を調整する必要がある場合や一定量の降雨での分水又は取水停止を行う場合	○	○		○	●	●										◎	◎					
3	合理的配分	1. 使用割合の維持	(1)各分水量を監視する場合				○	◎									◎			◎					
			(2)分水量と計画分水量を比較監視し、分水量を調節する場合。				○	◎	◎	◎										◎	◎				
			(3)配分の公平化のため揚水量を把握する必要がある場合。				○	◎	◎																
		2. 時期的、地域的な用水量変動への対応	(1)パイプライン等で需要主導の水管理を行っており用水量が時間単位で変動する場合				○	変動に対してはファームポンドで対応する。																	
							○	●	●																
			(2)用水量が半日又は1日程度で変動する場合				○	◎	◎	◎										◎	◎				
							○	●	●																
			(3)用水量が半旬単位程度で変動する場合				○	◎	◎																
							○	◎	◎																
		3. 到達時間遅れの対応	(1)流下時間を考慮した運転操作が必要	○	○		○	◎	◎	◎												◎	◎	◎	
			(2)調整ゲートの連系制御により負荷の変動に即応した取水・分水運用を必要とする場合		○	○				◎														◎	

表 2.2-4 レベル選定要因 (2/2)

凡例 ○：適用を示す
 ◎：中央集中監視制御
 ●：現場単独監視制御

レベル選定要因				適用施設				適 合 管 理 レ ベ ル																	
NO	大項目	小項目	内 容	ダム	頭 首 工	用水 路	ポン プ 場	現 場 側								中 央 側									
								A			B				C	X			Y			Z			
								A-1	A-2	A-3	B-1	B-1A	B-2A	B-3A	C-1	X-1	X-2	X-3	Y-1	Y-1A	Y-2	Y-2A	Y-3A	Z-1	
								データ処理 不要				データ処理 必要				データ処理 不要			データ処理 必要						
4	施設の保全と 災害防止	1. 適正な余水放流	流入量に応じて放流操作を行うダムの 場合	○							●	●	●												
		2. 用水路溢水の監視	(1) 溢水の監視をする場合			○				◎	◎				◎										
						○				◎	◎	◎				◎	◎								
		3. 施設異常の発見	施設状況を監視・記録し、異常値などの 判断をデータ処理で行う必要がある場合	○	○							●								◎					
						○				◎	◎									◎					
							○			◎	◎									◎					
							○			◎	◎									◎					
		4. 緊急時の監視及び 制御の即応性	(1)常時監視しなければならない対象施設 である場合	○	○	○	○	○	◎	◎						◎									
				○	○	○	○	◎	◎	◎					◎	◎	◎								
				○	○	○	○	◎	◎	◎													◎		
				○	○		○		◎	◎															
		5. 農地等の湛水防 除	(1)複数の排水機場を集中監視する場合				○	◎	◎							◎									
							○	◎	◎																
							○	◎	◎															◎	
5	管理費の節減	労務管理費の節減	(1)操作頻度が高く、集中監視制御を必要 とする場合	○	○	○	○	◎	◎	◎							◎	◎							
						○	◎	◎							◎	◎									
							◎								◎										
			○	○		○	◎	◎			●								◎						
						○	◎													◎					
			○	○		○	◎	◎			●										◎				
						○	◎															◎			
			○	○	○	○	◎	◎	◎													◎			

2.3 システム重要度区分

水管理制御システムは、ダム、頭首工、用・排水機場、分土工、放土工などの制御対象施設と統括する中央管理所及びダム・頭首工等の現場管理所で構成されていて、各管理所に求められる重要度要素は、施設の構成と機能により異なる。

また、中央管理所と現場管理所の機能を持った複合のケースの場合は、重要度の高いシステムに合わせる必要がある。

施設・機能の重要度に応じて、障害対応を考慮した使用機器の選定及び信頼性向上対策を図る。特に、システム導入費や維持管理費の軽減を目的とし、市販汎用品の選定を検討する場合は下記事項に留意するものとする。

- ・産業品と比較し製品のライフサイクルが短いため、重要度が高い施設・機能に用いる場合は故障時や製造終了時に備え、予備品等の確保を検討する。
- ・故障時における機器交換作業や試験確認に伴うシステムの停止期間の短縮のため、交換作業が簡易なユニット型のものを検討する。
- ・製品のライフサイクルが短く、後継においてインタフェースなどが変わることがあるため、互換性等について検討する。

なお、産業品、汎用品については、第Ⅲ編 4.1.4 項参照。

〔解 説〕

水管理制御システムは、多くの管理対象施設を集中的に監視制御するため、設備の故障が全施設の機能消失に至る可能性をはらんでいる。

また、情報伝送系、情報処理系論理部、監視制御系と言った複数の系列が直列的に接続されて設備の機能を発揮しており、一つの系でも故障すると設備全体の機能が失われることになる。

さらに、系内部の構造も装置、ユニット、部品等が階層的に組み合わせられて該当する系の機能を発揮するように構成されており、一つの部品の故障が系全体ひいては設備全体の機能に障害を及ぼすことになる。

表 2.3-1 システム重要度区分表

重要度 区分	重要度要素	システム例	システム構成と機器選定
高	○システム停止が人命や財産に重大な影響を与えたり大きな社会問題になるシステム		
	・機器障害で、誤放流などにより、下流への人災、構造物流失など二次災害発生の危険性が大きい	・ダム管理システム ・堰・頭首工(本川制御)監視制御システム	・長期間システム停止の防止 ・バックアップシステムの構築 ・制御に関するデータ処理が連続24時間運転可能な機器の選定 ・制御部の短寿命機器の採用不可
	・機器障害で長期間湛水など二次災害発生の危険性が大きい	・広域排水制御システム	・産業用品の採用 ・予備品の充実
中	○機器の故障などで長期間システム停止が問題になるシステム		
	・機器障害により広域現場への運転員の配置が必要	・平野部集中監視制御システム ・用・排水機場監視制御システム	・停止時の現場運転員配置が必要な時はバックアップとして、自動運転回路の手動回路設置や、中央管理所の機器障害が多数の現場に影響する中央管理所機器の共通回路部を二重化する ・予備品の確保
	・機器障害によって自動運転不能時の代替運転員の配置が必要	・水管理制御システムで自動運転制御ループを構築	
低	○システム停止が許されるシステム		
	・代替機器輸送、交換作業の長時間停止の間、運転員等による巡視点検等に対応 ・データの長時間欠測などが許容できる(連続性不要)	・小規模集中監視システム ・データロガーシステム ・中央管理所のリモート監視システム ・上記重要度区分の高、中以外のもの	汎用品の使用に当たっては、 ・予備品、機器の交換時停止、試験作業期間に配慮をする ・機器に耐熱設計品を選択し、民生品とは区別する

2.4 システム構成とインタフェース

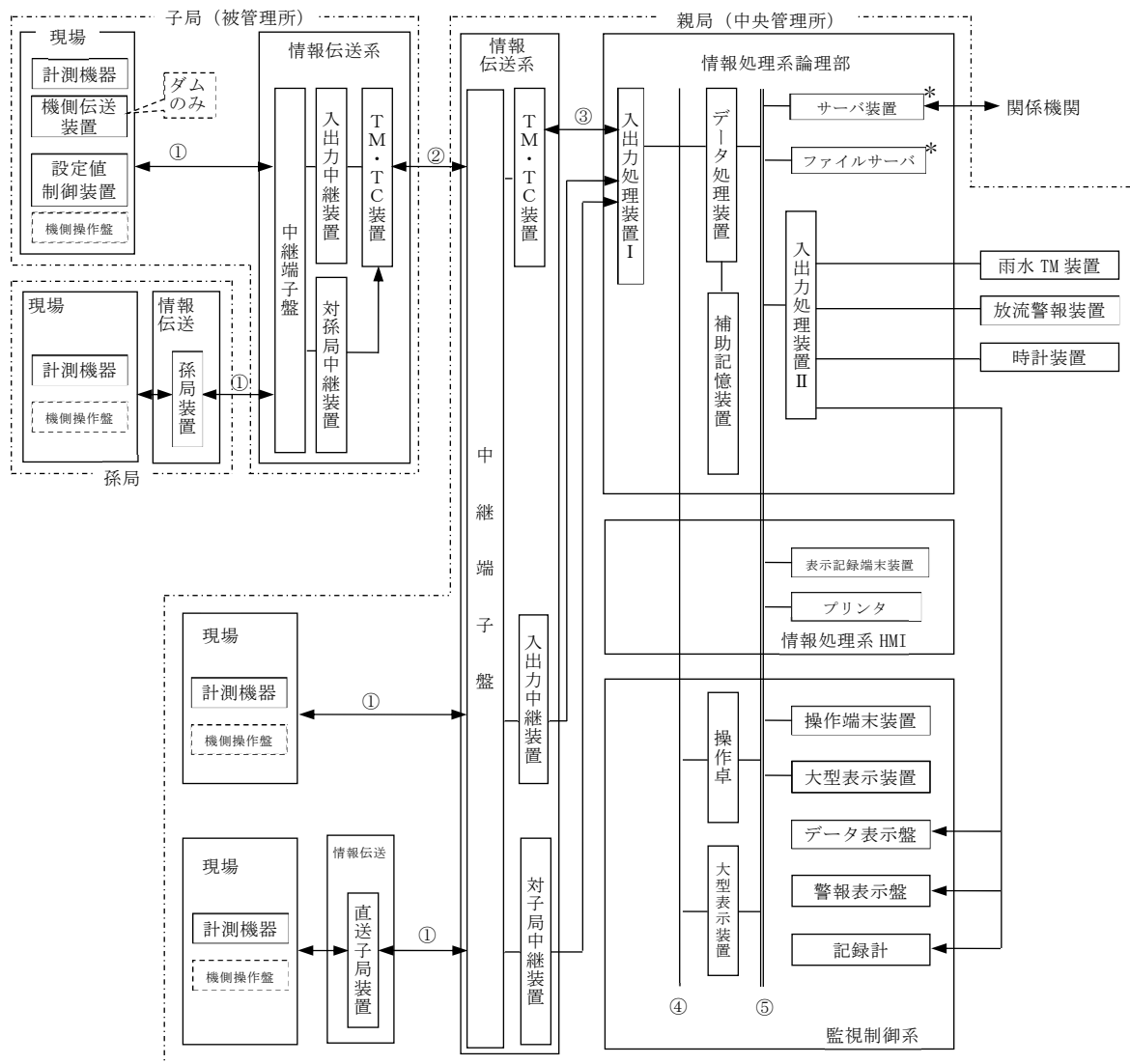
水管理制御システムは各種装置並びに機器類から構成されるが、ここでは基本的なシステム構成とインタフェースについて述べる。

なお、管理対象設備が少ない場合は、管理方法に応じて、以下構成例に限らず情報処理系設備の一部機能を情報伝送系設備に具備するなど、システム管理の実態に合わせたシステム構成についても施設管理者と協議の上決定すること。

2.4.1 基本的なシステム構成

水管理制御システムでは、一般的に①親局（中央管理所）、②子局、孫局（被管理所）、③その間を接続する伝送回線により構成する。また、子局から離れた場所にあるセンサ及び機器類を孫局と称し、子局（被管理所）を経由して親局（中央管理所）との情報伝送を行う場合もある。

図2.4-1に基本的なシステム構成を示す。



伝送形態凡例

- ①：直送
- ②：搬送（自営線、NTT 線等、無線）
- ③：直送又は FA-LAN
- ④：FA-LAN
- ⑤：OA-LAN
- *は必要に応じて付加する機器を示す。

図 2.4-1 基本的なシステム構成図

2.4.2 システムの信頼性向上

システムの信頼性を向上させる方法としては、構成する装置自体の耐久性を向上させるだけでなく以下の事項が考えられる。

① 装置の二重化

ダムや頭首工のシステムでは、設備を操作する基本となる水文量等の演算や、制御のための演算を常時行っているデータ処理装置などについて、故障による演算の停止や点検による処理の中断を回避するために装置の二重化を図る場合がある。

二重化するかしないかの判断要素としては、一般的に次のことがあげられる。

(a) システムの停止が人命や財産に対して重大な影響を与え、大きな社会問題となる。

(b) 機器の故障や定期保守点検などのために行う、短時間のシステム停止も許容できない。

なお、2台のデータ処理装置で演算値が異ならないような処理構成とする必要がある。

また、データ処理方式として、一定時間ごとの記録バックアップ保存や、印刷の一定間隔出力なども行われている。

② 停電対策

停電対策を行う必要がある場合は、商用電源の各種外乱（瞬時停電、電圧変動、周波数変動、波形歪み、高周波ノイズなど）から装置を保護するケースと、長時間停電が許容できないケースである。前者には無停電電源装置（UPS）を用い、後者のためには施設に非常用発電設備を導入する。

③ 制御量の制限

一つの操作が、過大な動作量となり人災になるおそれがある場合には、一操作による制御量を制限する方法を採用する。例えば、機側操作盤内のゲート過動作検出の他に、制御装置において過動作検出を行う場合や、開度設定値制御において、開度設定後に、実開度が設定開度に達した段階でループ回路から離脱させる方法がある。

④ 情報収集方法の複合化

装置の二重化ではなく、情報を異なる方法により収集することで付加価値を上げながら信頼性を向上させることである。例えば、水管理制御システムで、一般的な情報収集はテレメータ装置で行うが、カメラによる映像監視を併用することで信頼性が向上している。

⑤ 管理者への通報

管理者が不在の時でも、システムの異常や重要な水理・水文情報を自動通報装置で通報することにより、迅速な復旧対応、初動対応が可能となる。

また、携帯端末で遠隔操作を行うことなどで障害を最小限に抑えることができる。

⑥ 有電圧継続接点出力

有電圧継続接点出力では、付勢回路電源及び自己保持を送信側(水管理側)に持っているため、事故等により制御ケーブルが切断され、開放又は短絡状態になった場合でも誤動作を防止できる。例えば、開信号出力中に断線した場合又は停止信号が出力されなくとも、ゲートの開動作が停止するし、停止中にケーブルが短絡してもゲートは動作を始めることがない。

ただし、短絡した場合には、電源装置のヒューズが断となるため、限定して採用する必要がある。

ダムや頭首工などの大規模なゲート制御回路に限定して使用する。

⑦ 機器、部品の耐久性

機器・部品は、選定が可能な範囲で余裕を持った設計がなされているものや、耐久性に考慮（接栓部のメッキ厚、巻き線太さ、耐酸性塗料など）されているものを選定する。

2.4.3 装置間インタフェース

(1) インタフェースの概要

装置を大別すると、現場系、情報伝送系、伝送回線系、情報処理系、監視制御系に分類される。

各種装置の設計に際しては、これら装置間の情報の信号受け渡しのために、次の装置間インタフェースが整合するようにその条件を検討する。

① 被管理所での装置間インタフェース

現場系～情報伝送系間インタフェース（表 2.4-1 の（A））

② 伝送回線とのインタフェース

情報伝送系～伝送回線系間インタフェース（表 2.4-1 の（B））

情報伝送系～伝送回線系間インタフェース（表 2.4-1 の（C））

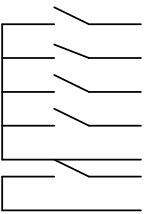
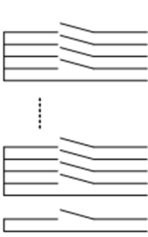
③ 管理所での装置間インタフェース

情報伝送系～情報処理系間インタフェース（表 2.4-1 の（D））

情報伝送系～監視制御系間インタフェース（表 2.4-1 の（E））

具体的な情報受け渡し方式を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 情報受け渡し方式一覧表

比較項目	(A) WSBP方式	(B) 全ビットシリアル方式	(C) IP方式	(D) 全ビットパラレル方式	(E) LAN方式
必要銅線数	7 本 	2 本  T：伝送装置 M：モデム	2 本  T：伝送装置 R：ルータ	5 本×桁数 + 2 本 	2 本  S：サーバ R：ルータ
適用	短距離 中容量 低速	中遠距離 大容量 高速	中遠距離（インターネット間） 大容量（マルチメディア） 高速	短距離 小容量 低速	中遠距離（LAN間） 大容量（マルチメディア） 高速
局間	子孫間	親子間	親子間、子孫間	子孫間	親子間・子孫間

(2) 被管理所装置間インタフェース

① 受け渡し信号の内容

被管理所では、現場系と情報伝送系との間で計測、監視、制御の各信号の受け渡しを行う。

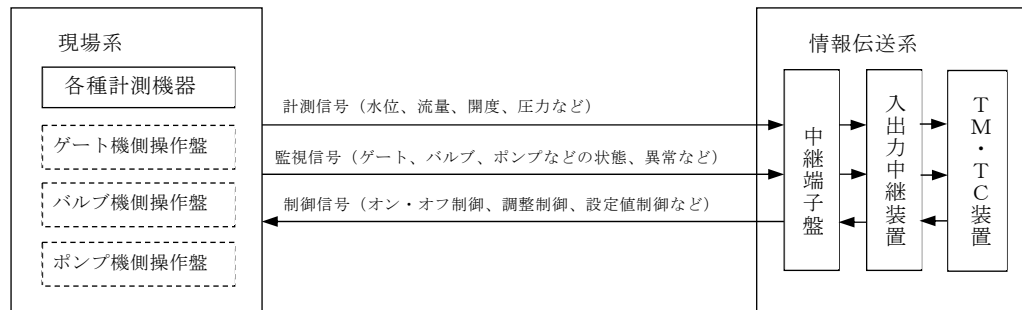


図 2.4-2 現場系～情報伝送系間受け渡し信号

- (a) 計測信号：水位、流量、開度、圧力など
- (b) 監視信号：ゲート、バルブ、ポンプなどの状態、異常など
- (c) 制御信号：オン・オフ制御、調整制御、設定値制御など

② 受け渡し条件

受け渡し信号の条件（仕様）は次のものがあげられる。

なお、現場装置と TM・TC 装置との間において必要となる雷対策、信号変換などは入出力中継装置で行う。

- (a) 計測信号
 - a) アナログ信号で受け渡す場合
 - ア 電流信号の場合 DC 4 ～ 20mA
 - イ 電圧信号の場合 DC 1 ～ 5 V
 - b) デジタル信号で受け渡す場合
 - ア BCD 符号、パルス信号で行う。
 - イ 上記以外の信号については、必要に応じ変換器を設け対処する。
- (b) 監視信号
 - ア 接点信号（無電圧接点方式）で行う。
- (c) 制御信号
 - a) オン・オフ制御信号の受け渡し
 - ア 無電圧又は有電圧接点方式で行う。
 - b) ゲート・バルブ調整制御信号の受け渡し
 - ア 無電圧又は有電圧継続接点方式で行う。
 - c) 設定値制御信号の受け渡し
 - ア アナログ信号で受け渡す場合
 - ア) 電流信号の場合 DC 4 ～ 20mA
 - イ) 電圧信号の場合 DC 1 ～ 5 V

イ デジタル信号で受け渡す場合

ア)BCD 符号

ウ レディ信号（読込可能状態を表わす信号）の受け渡しの場合

ア)無電圧接点方式で行う

（注）オン・オフ制御とはオン信号を1回渡したら次にオフ信号を受け渡すまで、被制御対象機器が動作状態にある制御のこと。

(3) 伝送回線インタフェース

① 受け渡し信号の内容

伝送回線が音声回線の場合、情報伝送系と伝送回線系の間では、計測・監視信号及び制御信号を周波数偏移（FS）変調された音声周波数信号として受け渡しを行う。

伝送回線は以下の種類がある。

(a) 有線方式（自営線、NTT 線（専用線/加入線/光回線）など）

(b) 無線方式（単一无線（70/400MHz 帯）、LTE 回線など）

回線の選択目安を表 2.4-2 に示す。

表 2.4-2 回線の選択目安

回線種類	有線回線				無線回線	
	NTT 専用線	NTT 加入線	NTT 光回線	自営線 (メタル, 光)	単信回線	LTE 回線
選択の 目 安	市街地で自営線を敷設できない場合や、都市雑音、建物などによる電波障害が考えられる場合。サービスとして終息方向であるため、新規採用においては選択肢より除外すること。	同左、通信頻度が少ない場合。新規受付終了しているため、新規採用においては選択肢より除外すること。	市街地で自営線を敷設できない場合や、都市雑音、建物などによる電波障害が考えられる場合。カメラ映像などの大容量の伝送が必要な場合。	距離が短く工事上問題がない場合や電力線と共架できる場合。	距離が遠くその間に河川、鉄道、谷間などがある場合や、NTT 電話施設がない場合。台風、地震など災害時に稼動を要求される場合。	NTT 電話施設がない場合。カメラ映像の伝送がないなど小容量のデータ転送のみの場合。

（注）近年は電気通信事業者から多様な回線が提供されているので、各回線の特性を踏まえて最適な回線を選択すること。

（注）NTT 光回線のサービス提供エリアであっても開設できない場合があるので、事前協議を行い開設可能か確認すること。

② 受け渡し条件

受け渡し信号の条件は次のとおりとする。

(a) 入出力レベル 送信レベル 0 ～-30dBm

受信レベル 0 ～-22dBm

(b) 入力インピーダンス 600Ω ±20%

(4) 管理所装置間インタフェース

① 受け渡し信号の内容

管理所においては、情報伝送系、情報処理系及び監視制御系の間で収集データ（計測・監視信号）、処理データ、制御信号、データリクエスト信号などの受け渡しを行う。

② 受け渡し条件

(a) 受け渡し方式

受け渡し方式は、次のいずれかによる。

a) ワードシリアル・ビットパラレル（WSBP）方式

ワード単位で時分割にデータ番号、データ及びレディ信号の受け渡しを行う。

b) 全ビットシリアル方式

JIS-X-5101、RS-232C などの方式により受け渡しを行う。

c) 全ビットパラレル方式

全てのデータの全ビットをパラレルに受け渡しを行う。

d) LAN 方式

LAN（10BASE-T、100BASE-TX 等）を用いて受け渡しを行う。

(b) 受け渡し信号形式

受け渡し信号の形式は、次のいずれかによる。

a) リレー渡し（無電圧接点受け渡しなど）

ア ゲート・バルブ状態信号、ポンプ盤状態信号など

（注）特に信頼性の確保が必要な場合、接点に電源を印加した有電圧接点渡しを考慮する。

b) 半導体渡し（オープンコレクタ受け渡しなど）

ア A/D 変換器出力信号、センサ出力信号など

(5) 既設設備とのインタフェース

既設設備を被管理所設備として選ぶ場合には、既設設備において上記の計測・監視信号が引き出されているか、また、制御信号を引き込んで接続できるようになっているかを事前に調査し、接続できない場合には、インタフェースを考慮して既設設備の改造の検討が必要である。

また、ポンプ、ゲート、バルブなどの設備は、水管理制御システムより先行して設置される場合が一般的であるため、これらの設備を設置する場合には必ず上記のインタフェースを考慮した設計とする。

(6) 情報伝送系のインタフェース

情報伝送系の機器の伝送量等に対する項目数は、次のとおりとする。

機器名称 伝送項目		TM・TC 親局装置 TM・TC 子局装置 機側伝送装置	入出力中継装置
監視項目		(CDT 方式) 12 項目 / 1 量 (HDL C、BSC 方式) 16 項目 / 1 量	(CDT 方式) 12 項目 / 1 量 (HDL C、BSC 方式) 16 項目 / 1 量
計測項目	デジタル入出力	(CDT 方式) BCD 3 桁 / 1 量 (HDL C、BSC 方式) BCD 4 桁 / 1 量	(CDT 方式) BCD 3 桁 / 1 量 (HDL C、BSC 方式) BCD 4 桁 / 1 量
	アナログ入出力	DC 4 ～ 20mA / 1 量 DC 1 ～ 5 V / 1 量	DC 4 ～ 20mA / 1 量 DC 1 ～ 5 V / 1 量
	パルス入出力	デジタル入出力と同様 (伝送する桁数)	1 項目 / 1 量
制御項目		10 項目 (オン・オフ) / 1 量	1 台 (開・停・閉) / 1 量
設定値制御項目		計測項目と同じ (開始、停止は別)	計測項目と同じ (開始、停止は別)

(7) 機側監視操作系のインタフェース

現場系は主に計測機器や機側操作盤、遠隔手動制御装置、設定値制御装置などから構成され、情報伝送系を経由して入出力され、対象施設の監視や制御が行われる。

水管理制御システムの更新時には、管理対象設備（ポンプ、ゲート設備等）の追加等により、新規にインタフェースが発生する場合があるが、管理対象設備の設計図書を詳細に検討するとともに必要に応じて管理対象設備メーカーとの打合せを行うなど、水管理制御システムを新設する場合と同レベルの検討が必要となる。以下に標準インタフェースを示す。

① 状態表示信号

一般的にポンプ、ゲート設備側で無電圧接点を設ける。信号が複数となる場合は信号線数の低減を目的として、図 2.4-3 のように片側を共通線とすることが多い。

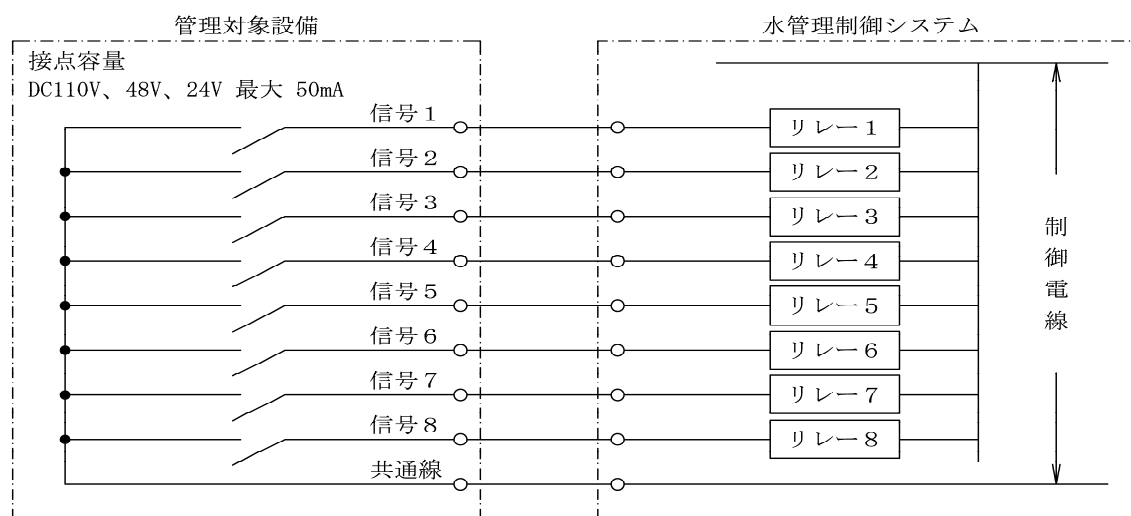


図 2.4-3 無電圧接点信号渡し（8 点コモンの例）

② 計測信号

水管理制御システムにおいては、計測信号の種別として DC 4 ～ 20mA、DC 1 ～ 5 V あるいは BCD を標準としている。DC 4 ～ 20mA はノイズ等の影響を受けにくいと、信号線の距離が比較的長い場合に適している。

しかし、計装機器が直列に接続されるため、ある機器の故障で信号ループがオープンになると、同じループに接続される全ての機器の機能を喪失する欠点がある。

また、外部サージ対策として計装用アレスタの設置を検討する必要がある。

DC 1 ～ 5 V は、計装機器が並列に接続されるため、ある機器が故障しても他の機器に影響することはない。

しかし、ノイズ等の影響を受けやすいため、信号線の距離が比較的長い場合は、適用できない。管理対象設備からの出力信号が上記以外の種別の場合は、変換器が必要となる。例えば、ゲートの開度信号がシンクロ方式で出力されている場合には、シンクロアナログ（デジタル）変換器を設ける。

③ パルス信号

流量積算や電力量積算などのパルス接点信号は、パルス幅が短すぎると水管理制御システム側で取りこぼしが発生する場合があるため、発信器の選定やオフディレイタイマー^(注)によってパルス幅を 50ms 以上とする検討が必要である。

積算処理に関しては、管理対象施設の変換器から積算パルスで水管理制御システム子局に入力し、子局でカウントして積算値として親局へ伝送する方式が一般的である。

停電などにより管理対象施設側と水管理制御システム側の積算値にずれが生じた場合の対策として、子局に積算値補正機能を備えることがある。変換器及び水管理制御システム子局の電源を無停電化することにより、積算値のずれを防止することが可能となる。

(注) オフディレイタイマー：接点のオフ動作に遅延をもたせるためのタイマー

④ 操作指令

操作指令の接点渡しには、有電圧接点渡し、無電圧接点渡し、瞬時接点渡し、連続接点渡し等の方式があり、それらが組み合わされて適用されている。

(a) 無電圧接点渡し

無電圧接点渡しは、操作対象設備側で制御リレーの駆動電圧を供給する方式である（図 2. 4-4 参照）。伝送路の短絡が見かけ上、水管理制御システムからの接点出力が閉じたものと同じ条件になり、制御リレーが動作して誤動作状態になるので、重要施設の制御には採用すべきでない。なお、接点を開く時、制御リレーのコイルに蓄積されたエネルギーによってアークが発生して接点を損傷する場合があるので、制御リレーは、サージ吸収回路内蔵タイプとするなどの配慮を行うことが望ましい。このことは、有電圧接点渡しの場合も同様である。

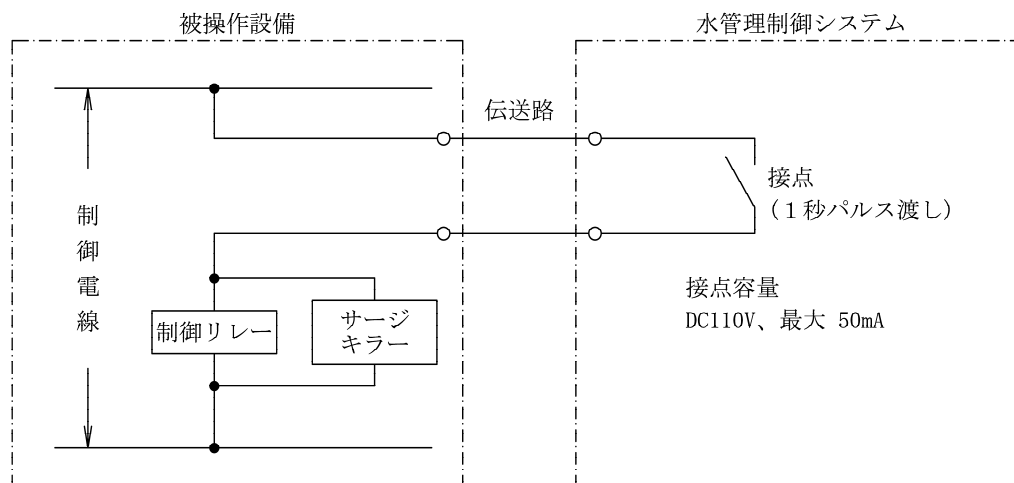


図 2.4-4 無電圧接点渡し

(b) 有電圧接点渡し

有電圧接点渡しは、操作指令を出力する側から制御リレーの駆動電源を供給する方式である（図 2.4-5 参照）。伝送路短絡時に制御リレーが誤動作しない利点があるが、接点が閉じた状態で伝送路が短絡すると、制御リレーが無電圧となるとともに、水管理制御システムの制御電源供給回路が過電流でトリップするので、適用範囲は、ダムの洪水吐ゲートなど誤動作が重大な事故に至るおそれの有る箇所限定して採用する必要がある。駆動電源は、水管理制御システム側から供給することとなるが、DC100V 仕様の場合には直流電源装置が必要となるため注意しなければならない。

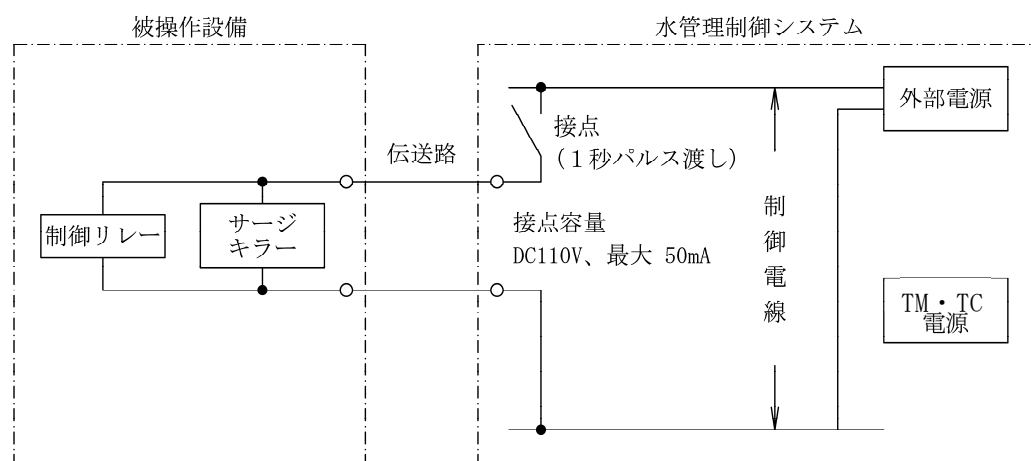
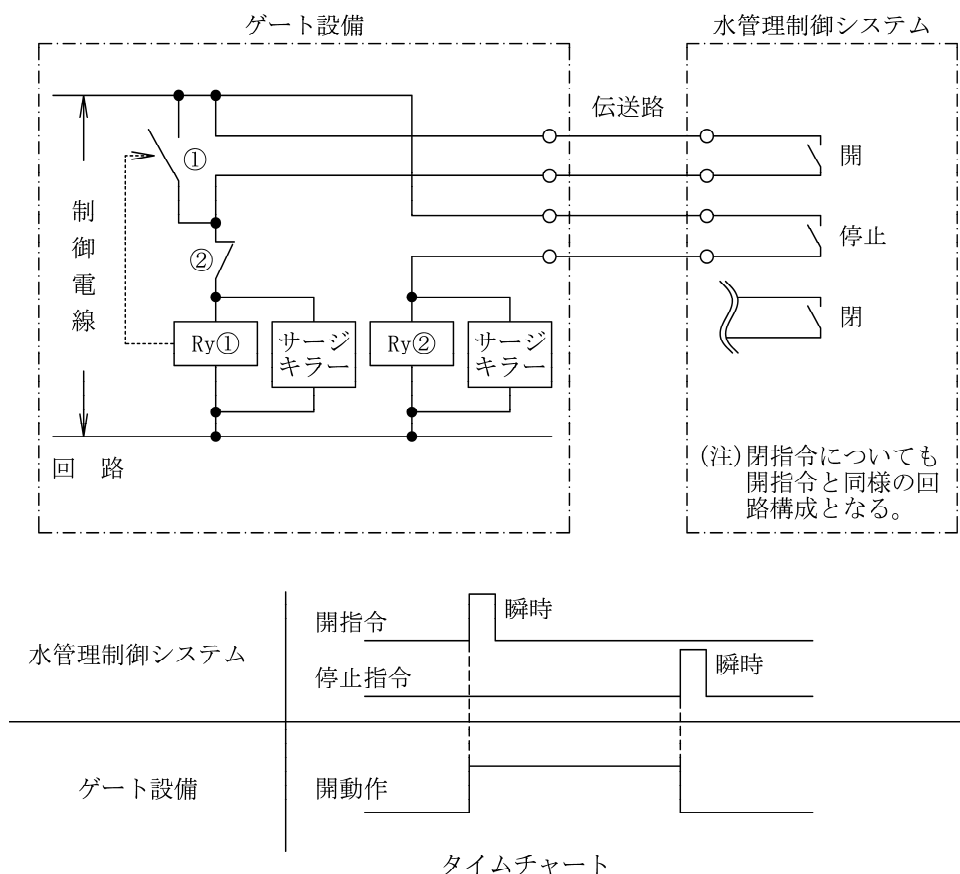


図 2.4-5 有電圧接点渡し

(c) 瞬時接点渡し

水管理制御システムから瞬時的に出力される接点信号を操作対象設備側で保持し、その解除は別の接点信号で行う方式である。ゲート操作の例を図 2.4-6 に示す。

「開指令」により Ry①が ON 状態になると同時にゲート設備側で自己保持するため、その後伝送路に断線事故が発生してもゲート設備に波及せず Ry①は ON 状態を継続するが、「停止指令」の伝送ラインが断線しているため、Ry①を解除することができず停止操作が行えなくなる。



[動作説明]

- ア 初期状態においては、接点①は開、接点②は閉である。
- イ 水管理制御システムからの開指令 (瞬時) によりゲート設備の Ry①が ON 状態となり、接点①が閉じ、Ry①が保持されてゲートは、開動作する。
- ウ 水管理制御システムからの停止指令 (瞬時) によりゲート設備の Ry②が ON 状態となり、接点②が開いて Ry①の保持が解除され、ゲートは停止する。

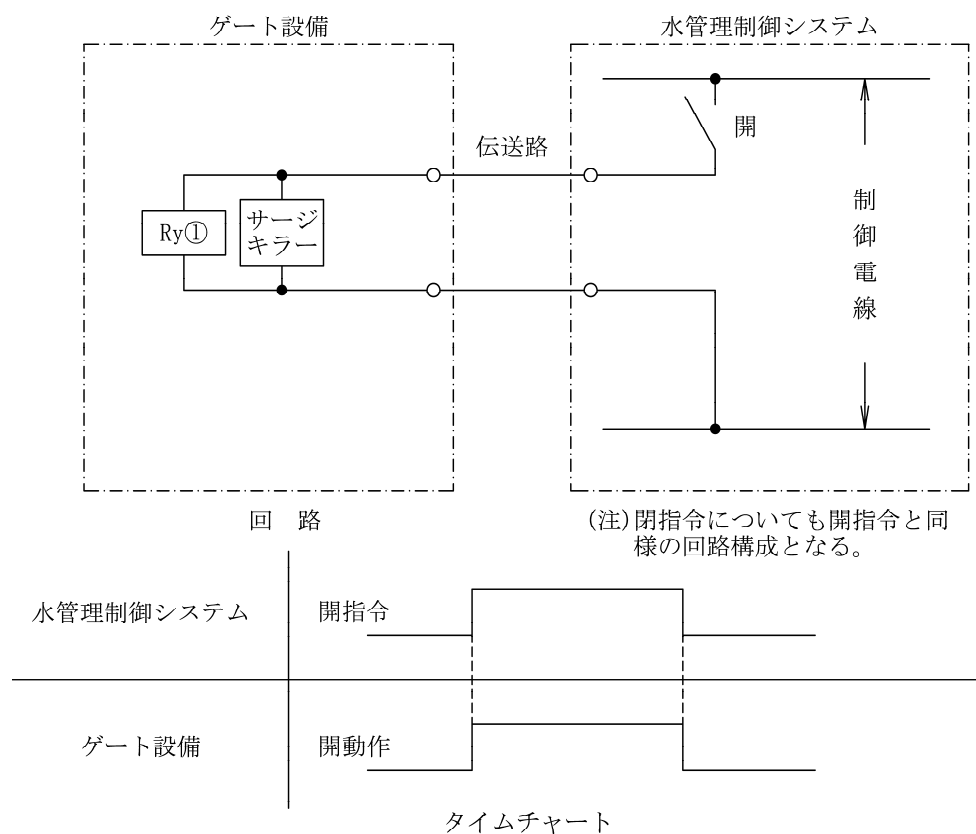
図 2.4-6 瞬時接点渡し

(d) 連続接点渡し

水管理制御システムから連続的に出力される接点信号で操作対象設備を操作する方式である。ゲート操作の例を図 2.4-7 に示す。「開指令」が継続している間 Ry①は ON 状態を保持し、「開指令」が途絶えると Ry①は OFF 状態となる。

「開指令」が継続中に伝送路に断線事故が発生すると Ry①は OFF 状態となる。

保持回路を現場に持たないので、伝送路障害で保持解除（中央での保持）が容易となり、停止信号が出力出来なくなるような事が避けられる。



[動作説明]

- ア 水管理制御システムからの開指令（連続）によりゲート設備の Ry①が ON 状態となり、ゲートは開動作する。
- イ 水管理制御システムからの開指令（連続）が途絶えることによりゲート設備の Ry①が OFF 状態となり、ゲートは停止する。

図 2.4-7 連続接点渡し

(e) 操作指令の適用

ポンプ設備の運転・停止指令は、無電圧瞬時接点とすることが一般的であるが、ゲート設備の開・閉・停止指令は主として無電圧瞬時接点と有電圧連続接点の2通りのケースがある。

それらの適用については、ゲートの種別を

- ・種別1：誤動作によって水害その他の危険がもたらされる可能性が高いゲート設備
- ・種別2：その他のゲート設備

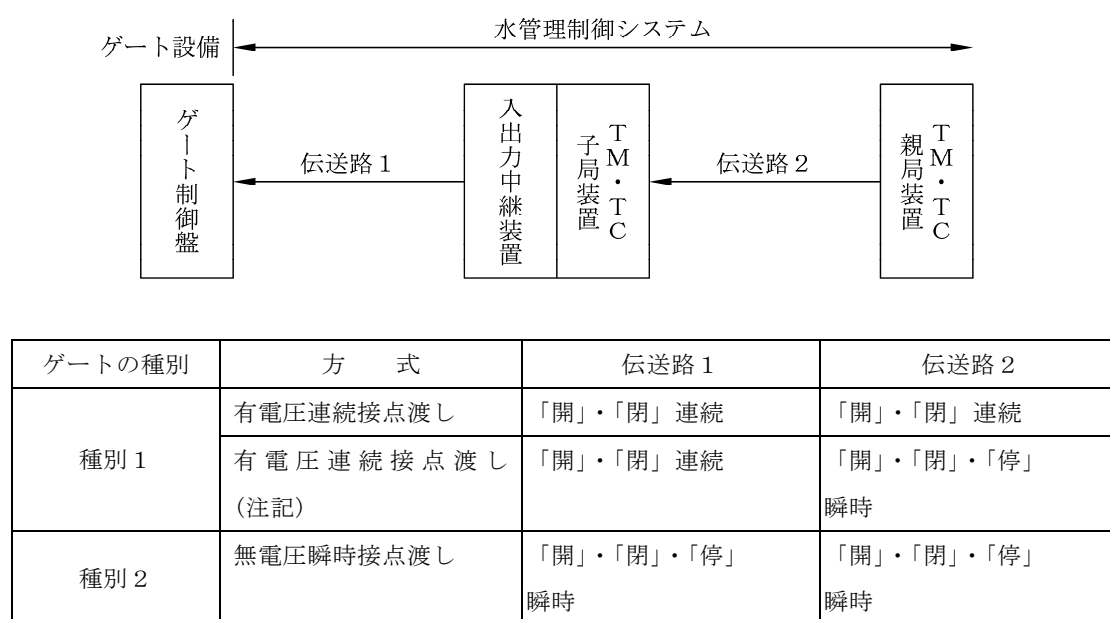
のように分類した場合、種別1のゲートに対しては安全面を重視して伝送路で断線、短絡いずれの故障が発生してもゲートが停止するよう有電圧連続接点渡しとするケースが多い。

そのようなゲート設備を遠方からTM・TC装置を介して操作する場合は、TM・TCの親局、子局間の操作指令も連続信号とすることが望ましい。

ただし、操作固定となることから、同一局内の他設備や他局設備の監視操作に支障をきたさないような検討が必要である。

また、種別2のゲートに対しては無電圧瞬時接点渡しとするケースもある。

操作指令の適用について図2.4-8に示す。



(注) ゲート動作中に伝送路2に異常が発生した場合にゲートが停止しないため原則として採用しない。

図2.4-8 操作指令の適用

(f) モード切替指令

水管理制御システムから操作対象設備の制御モード（自動－手動等）を切替える際、切替え時に運転を継続する必要がある場合は、接点をオーバーラップさせなければならないことがある（図2.4-9参照）ので、操作対象設備側と十分な打合せを行うことが望ましい。

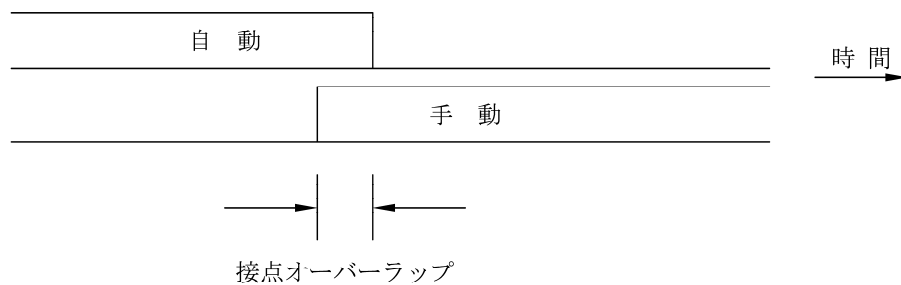


図 2.4-9 制御モード切替時のオーバーラップ（自動から手動への切替時）

⑤ 設定値制御方式の検討

ゲートの操作形態としては、大きく分けて次の２種類がある。

- (a) 開度調整を伴わない操作
- (b) 開度調整を伴う操作

中央管理所から TM・TC 装置を経由して手動操作を行う場合には、伝送遅れのため開度調整を行うことは一般には困難とされている。そのような場合、現場側の入出力中継装置に開度設定値制御装置を設け、中央から開度設定値及び設定値読込指令を送信して現場マイナーループによる開度設定値制御とすることを検討する。若しくは、TM・TC 装置に組み込まれたソフトウェア機能で設定された開度までのゲート制御とすることを検討する。

開度設定値制御装置を設けた場合の設定値制御方式の説明図を図 2.4-10 に示す。ソフトウェア機能で実現する場合についてはこの限りではない。

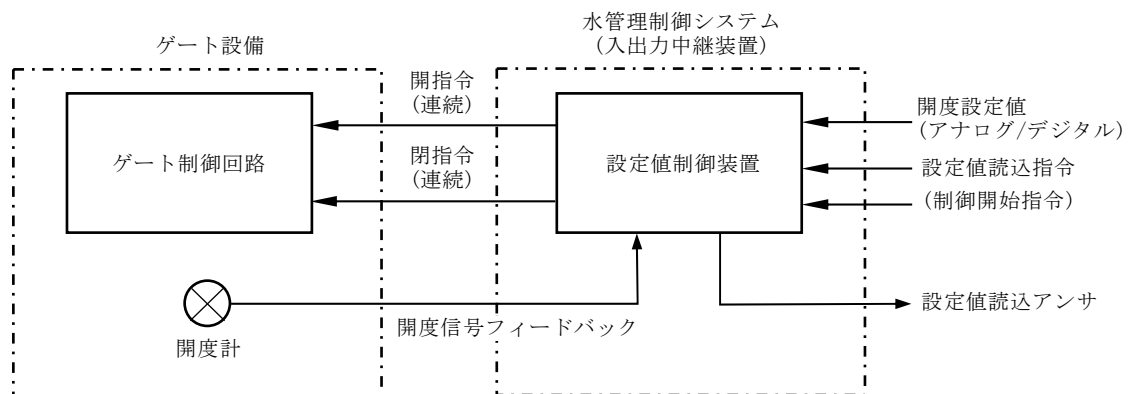


図 2.4-10 開度設定値制御

設定値制御装置の標準インターフェースは以下のとおり。

- (a) 入力・出力信号
 - a) デジタル BCD（無電圧接点）
 - b) アナログ DC 4 ～20mA 又は DC 1 ～ 5 V
- (b) 出力信号
 - a) デジタル 無電圧接点又はオープンコレクタ
 - b) アナログ DC 4 ～20mA 又は DC 1 ～ 5 V

⑥ 伝送装置を用いている場合の注意事項

ポンプ、ゲート設備と専用の伝送装置（PLC リンク等）で信号受け渡しを行っている場合は、水管理制御システムの更新に当たって通信仕様等において旧伝送装置と同一にできるか確認し、それが不可能であればポンプ、ゲート設備側の伝送装置も併せて更新する等、信号受け渡し方式を改めて検討する必要がある。

(8) ダム・頭首工のゲート機側操作のインタフェース

ダム・堰管理用制御処理設備は、過放流など社会的に大きな問題に発展する可能性があり、安全性を含めシステムの切り分け明確化などに注意して、機側操作盤とのインタフェースを決定する必要があるが、主機の納入時期や既設機側操作盤の仕様によって下記インタフェースから選択する。

① 標準仕様

機側操作盤は、ゲートの開閉制御を行うために最も優先度が高く位置付される。このため上位制御装置の障害などでは、最終制御機能を受け持つため、操作は簡易で単純なものとし、使用機器も堅牢で、障害の発生しにくいもので構成されるのが基本となっている。

上位系の遠隔・遠方制御装置とのインタフェースも可能な限り単純化し機器を最小化して故障率の少ないものにした構成とする必要がある。

伝送路によって二方式があり、インタフェースの構成を図 2.4-11 に示す。

- (a) ダム管理所と機側操作盤間を直接メタルケーブルで結合する。
- (b) メタルケーブルが困難な場合は、光ケーブルで結合するが、この場合は機側操作盤と併設して機側伝送装置を設けダム管理所と信号伝送を行う。非常停止信号についてはメタルケーブル（銅芯線）による敷設を原則とする。ただし、光ファイバーケーブルを用いる場合で、ケーブルが2系統以上敷設されており、いずれかの系統から確実にゲートが停止できる場合はこの限りでない。

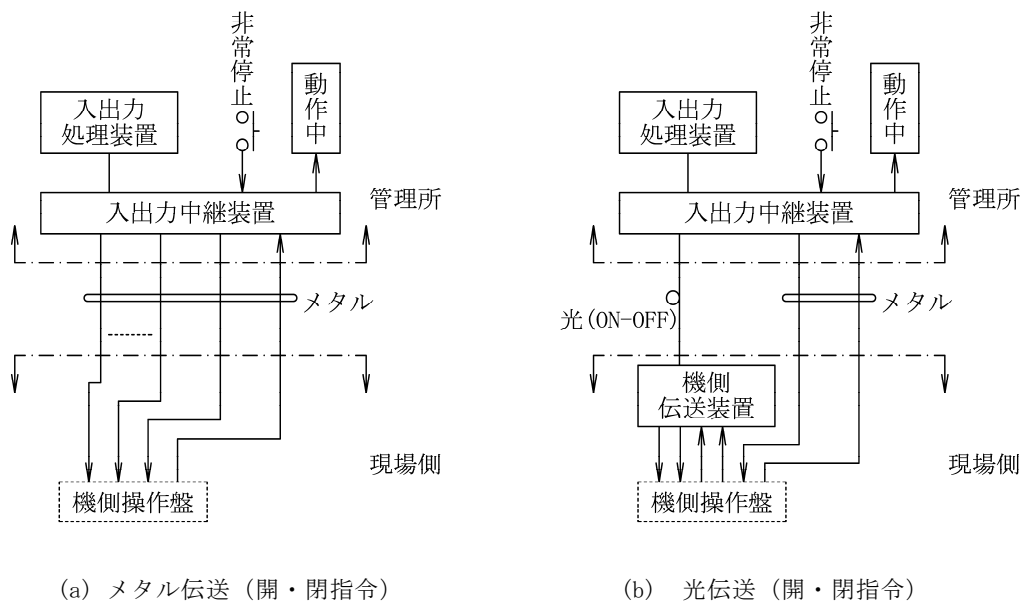


図 2.4-11 標準ゲートインタフェース

② その他仕様

機側操作盤が既設でプログラマブルロジックコントローラ（PLC）によって製作されている場合のインタフェースは、信号を出力する方式によって二方式あり、インタフェースの構成を図 2.4-12 に示す。

- (a) 機側伝送装置から開閉信号を出力する方式
- (b) 開度設定値信号と、手動開閉信号を出力する方式

詳細はダム管理用制御処理設備標準設計仕様書（解説）平成 28 年 8 月（国土交通省）遠方・機側間通信共通仕様書（案）によること。

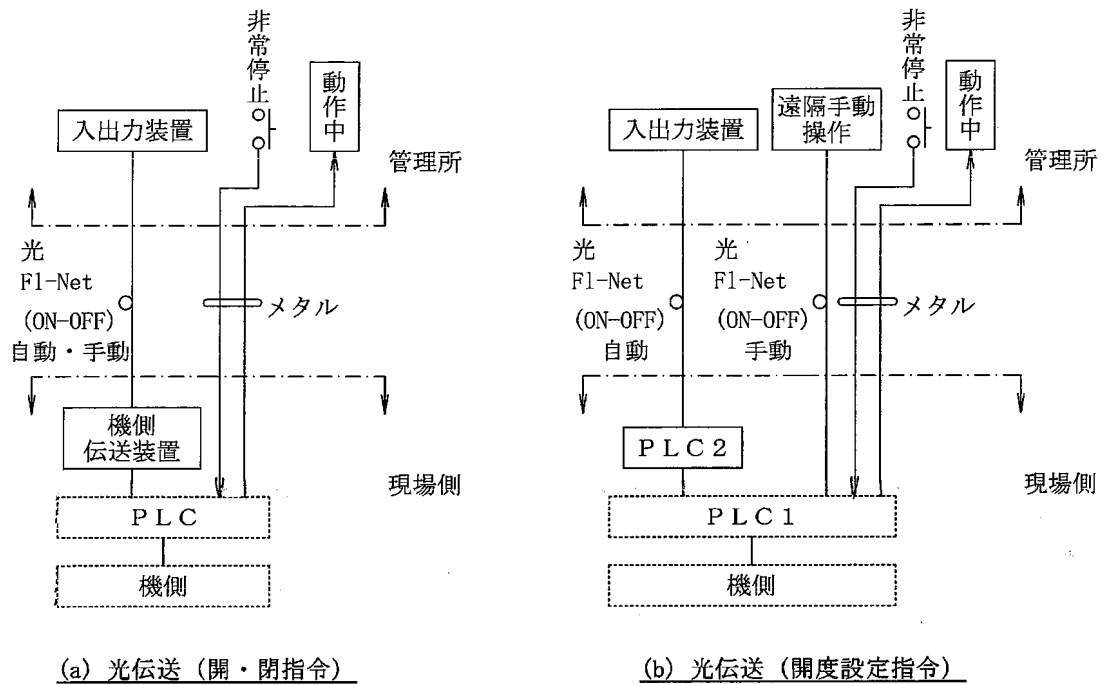


図 2.4-12 既設機側操作盤仕様に合わせたインタフェース

2.5 水管理制御の管理対象施設と管理項目

2.5.1 管理対象施設

地区内の水利施設はダム、頭首工、用排水路、ポンプ場など多岐にわたっており、水管理制御システムの対象とする施設の選定が重要である。

一般に管理対象施設としては以下の施設がある。

- | | |
|--------|----------|
| 水源施設 | ① ダム |
| | ② 頭首工 |
| | ③ 調整池 |
| | ④ ため池 |
| 用排水路施設 | ⑤ 分土工 |
| | ⑥ 放水工 |
| ポンプ場 | ⑦ 用水ポンプ場 |
| | ⑧ 排水ポンプ場 |
| | ⑨ 加圧ポンプ場 |

(1) 水源施設

ダム、頭首工、調整池、ため池は地区の水源として重要な施設であり、管理対象を前提として検討する。なお、水源施設の現場管理所が中央管理所を兼ねる場合もある。

(2) 用排水路施設

用排水路は、一般に路線距離が長く多数の支線を有するので分土工等の施設も多くなるが、管理の対象施設は、水の有効利用、水の合理的配分と経済性との兼ね合い及び施設の重要度を考えて選定する。

用水路施設の中でも設置箇所数が多い分土工について選定に際しての考え方の参考例を述べる。

① 分水量把握率による選定方法

幹線用水路から大小分土工が不規則に分布している場合は、分水量把握率を参考にして管理対象を選定するのも一方法である。図2.5-1に示す例では15箇所の分土工のうち、分水量が大きい順に例えば6箇所の分土工を管理対象とすれば、全流量の75%を管理できることを表している。

このように分水量把握率を指標とすることにより管理対象施設を絞ることが可能であるが、分水量の大小以外にも、管理上、その施設が重要かどうかの観点も考慮して管理対象を選定することが重要である。

分 水 工 名 〔大きい順 に並べる〕	分水流量 (m^3/s)	累 計 分 水 流 量 (m^3/s)	分 水 量 把 握 率 (%)	同 左 (%)				
				20	40	60	80	100
A	1.25	1.25	24.9					
B	0.85	2.10	41.8					
C	0.65	2.75	54.8					
D	0.42	3.17	63.1					
E	0.33	3.50	69.7					
F	0.27	3.77	75.1					
G	0.23	4.00	79.7					
H	0.18	4.18	83.3					
I	0.17	4.35	86.7					
J	0.15	4.50	89.6					
K	0.13	4.63	92.2					
L	0.12	4.75	94.6					
M	0.10	4.85	96.6					
N	0.09	4.94	98.4					
O	0.08	5.02	100.0					

図 2.5-1 分水量把握率計算（例）

② 分水形態による選定方法

(a) 階層構形成（ハイアラキー）

大きく枝分かれする分水工について流量を計測する選定方法である。

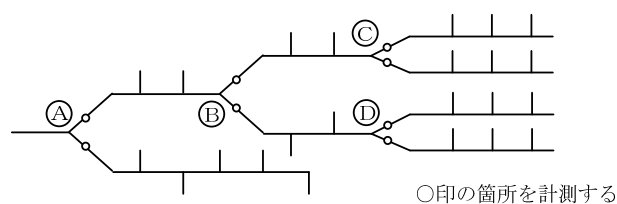


図 2.5-2 階層構成分水形態（例）

この場合は、支配的な用水操作を行う①～④分水工を対象とする。

①～④の幹線分水工の分岐流量を計測することにより各区分での分水量を知ることができる。①～④を幹線分岐工と呼ぶこともある。

(b) 魚骨構形成（フィッシュボーン）

背骨にあたる主要分水工について流量等を計測する選定方法である。

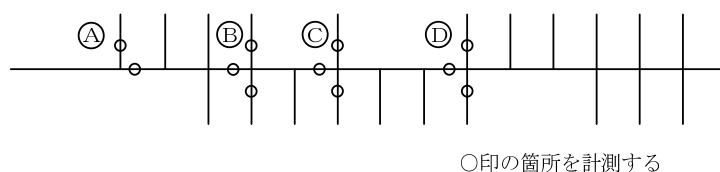


図 2.5-3 魚骨構成分水形態（例）

小分水工が多数設けられている場合には、全施設を対象とすることは、経済的に不利であるため、幹線主要地点の流量・水位・水圧などの計測を行う。

幹線と、主要分水工の流量を計測することにより、大分水工と各区間での小分水工の合計流量を知ることができる。

なお、複数の管理者（土地改良区など）となる場合、管理境界点の流量計測を行うこともある。

(3) ポンプ場

① 用水ポンプ場及び加圧ポンプ場

用水ポンプ場は重要施設であり、管理対象施設とするのが一般的である。

② 排水ポンプ場

大きな排水系を集中管理する場合や、他の水利施設と水系の中で組合せて運用する場合、管理対象施設とするのが一般的である。

2.5.2 管理項目

中央管理所での管理項目は、管理対象施設の機能、管理方法、目的を考慮して選定する。

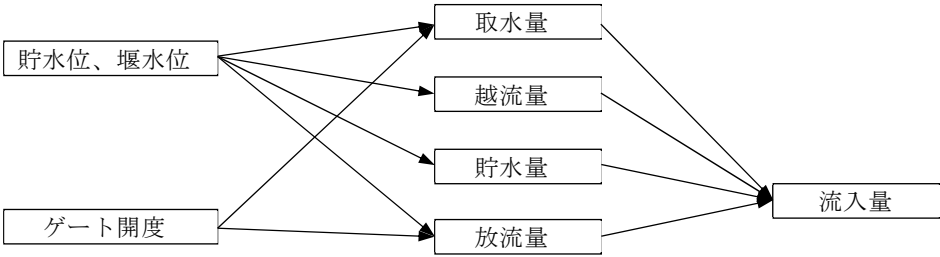
(1) ダム・頭首工関連

- ① ダム・頭首工における関連主要管理項目を、表2.5-1に示す。施設の内容に応じて、項目を選定する。

表 2.5-1 ダム・頭首工関連主要管理項目

施 設	項 目			
ダ ム	上流	上	流	雨 量
		上	流	水 位
	ダム地 点	雨		量
		貯	水 位 、 貯	水 量
		流	入	量
		取	水	量
		取	水 ゲ ー ト 、 放 流	バルブ
		放	流 量 (越 流 量)	
		緊	急 放 流	ゲ ー ト
		洪	水 吐	ゲ ー ト
		受	電	設 備
	下流	下	流	水 位
		放	流	警 報
頭首工	頭首工 地点	堰	水 位 (上 流 、 下 流)	
		雨		量
		取	水	量
		取	水 ゲ ー ト	
		放	流	量
		洪	水 吐 ゲ ー ト 、 土 砂 吐 ゲ ー ト	
		船	通 ゲ ー ト 、 魚 道 ゲ ー ト	
		越	流	量
		受	電	設 備

② ダム・頭首工は、貯水位、取水水位、取水量及びゲートやバルブ開度が管理の基本データとなる。他の諸量は、必要に応じ計算により求める。各諸量の相互関係を、図2.5-4に示す。



※例えば放流量は、貯水位と放流ゲート開度から計算により求める。

図 2.5-4 ダム・頭首工関連諸量の相互関係

(2) 用排水路関連

用排水路における関連主要管理項目を表2.5-2に示す。

水配分については分水流量、分水ゲートやバルブの管理が主体となり、施設管理については幹線調整ゲート、幹線調整バルブ又はパイプライン水圧の管理が主体となる。

表 2.5-2 用排水路関連主要管理項目

施 設		項 目
用排水路	開 水 路	幹線調整ゲート
		分水流量
		分水ゲート
	パイプライン (オープンタイプ)	幹線調整ゲート、 バルブ
		分水流量
		分水ゲート、バルブ
	パイプライン (クローズドタイプ)	分水流量
		分水バルブ
		パイプライン水圧
	パイプライン (セミクローズドタイプ)	幹線調整バルブ
		分水流量
		分水バルブ
		ファームポンド 水 位
	放 水 工	制水ゲート
		放水ゲート
		河川水位
		末端ゲート

(3) ポンプ場関連

- ① ポンプ場における関連主要管理項目を表2.5-3に示す。施設の内容に応じて、項目を選択する。

表 2.5-3 ポンプ場関連主要管理項目

施 設	項 目
用 水 ポ ン プ 場	吸 水 槽 水 位
	ポ ン プ
	吐 水 槽 水 位
	送 水 流 量
	制 水 弁
	受 電 設 備
配 水 ポ ン プ 場	内 水 位
	常 時 排 水 ポ ン プ
	洪 水 時 排 水 ポ ン プ
	河 川 水 位
	自 然 排 水 ゲ ー ト
	制 水 ゲ ー ト
加 圧 ポ ン プ 場	受 電 設 備
	加 圧 ポ ン プ
	吸 水 槽 水 位
	送 水 流 量
	吐 水 圧
	受 電 設 備

2.5.3 監視制御

(1) 検討事項

監視制御の方法は、施設全体を適切に運用管理する観点で検討する。

主な検討事項は、次のとおりである。

- ① 制御方法に関する基本事項
- ② 操作形態（第Ⅱ編3.1.2項参照）と制御方式（第Ⅱ編3.2.1項参照）
- ③ 監視制御情報

(2) 制御方法に関する基本事項

監視制御の方法決定に当たっては、次に示す基本事項に留意する。

- ① 手動操作以外の制御をする場合、バックアップとして手動操作も併用できるようにして信頼性の確保に努める。
- ② 制御はすべてを装置にまかせるのではなくて、制御方式の切替、設定値の変更など、重要操作事項には管理者が介入できること。
- ③ 装置の異常、水理上の異常などを検知したときは、ゲート、バルブなどの開度を現状に維持するとともに、警報を発して管理者の速やかな介入判断ができること。
- ④ 情報処理系が停止した場合でも情報伝送系により必要最小限の監視制御ができること。

(3) 監視制御情報

① 監視情報

集中管理の監視情報には、監視制御対象施設の動作状態や制御状態、あるいは現況を示す状態監視情報と制御量、操作量などの計測情報がある。

監視情報の選定に当たっての留意事項を次に示す。

(a) 状態監視情報の選定

a) 情報の内容

状態監視情報の中には物理量として計測しない制御量や操作量も含まれるが、一般には監視制御機器の状態、操作モード、警報関係が主なものである。

b) 情報の集約化

状態監視情報は対象設備機器 1 台当りの項目数が多いため、安易に監視量を増やすと施工費の増加を招き易い。設備機器の重要度、地区の管理体制などに応じて機側、現場管理所、中央管理所ごとに、操作制御が支障なく行える範囲で情報の集約化を計りながら選定する。

(b) 計測情報の選定

計測情報の種類と項目は、施設全体の適切な運用と計測精度を考慮し、管理対象施設の操作、制御とそれに伴う施設の状況変化を把握するために必要なものを選定する。

なお、計測機器の選定及び設置については第Ⅲ編2.8.2項参照。

② 制御情報

制御情報は、制御対象施設と操作形態との関連を考慮して選定する。

制御情報の選定に当たっては、対象設備機器を直接操作する場合や設定値（制御目標値）を制御する場合及び操作モード切換の場合があることに注意する。

(a) 監視制御情報の例

監視制御情報の例を、表2.5-4に示す。

表中、監視制御を伴うバルブ、ゲートの状態監視情報には、開中、閉中を、重要な機器には重故障、軽故障分類を考慮するものとする。

表 2.5-4 各種水利施設における監視制御情報（例）

監視制御情報		水利施設の 種類	ダ ム	頭 首 工	開水路 分水工	パイプライン 分水工 (クローズド)	パイプライン 分水工 (セミクローズド)	放 水 工	用水 ポンプ場	排水 ポンプ場	加圧 ポンプ場
計 測 情 報	流 量		○		○	○	○		○		
	水 位		○	○	○		○	○	○	○	○
	圧 力					○					
	雨 量		○	○						○	
	ゲート・バルブ開度		○	○	○	○	○	○			
	ポンプ回転数								○		
	ポンプ翼角度									○	
	設備・ 機器	電 流	○	○					○	○	○
		電 圧	○	○					○	○	○
		電力量	○	○					○	○	○
状 態 監 視 情 報	ゲート開・閉		○	○	○			○		○	
	ゲート故障		○	○	○			○		○	
	バルブ開・閉		○			○	○		○	○	○
	バルブ故障		○			○	○		○	○	○
	ポンプON・OFF								○	○	○
	ポンプ故障								○	○	○
	ポンプ準備完了								○	○	○
	ポンプ補機故障								○	○	○
	設備・ 機器	運転モード表示	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		電源異常	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	水位異常		○	○	○		○	○	○	○	○
	圧力異常					○					
	伝送回線異常		○	○	○	○	○	○	○	○	○
	被管理所扉開		○	○					○	○	○
	火 災		○	○					○	○	○
制 御 情 報	ゲート開・閉		○	○	○			○		○	
	バルブ開・閉		○			○	○		○	○	○
	ポンプON・OFF								○	○	○
	受電設備しゃ断機入切		○	○					○	○	○
	自家発ON・OFF		○	○					○	○	
	モード切換		○	○	○	○			○	○	
	流量設定		○	○	○	○	○		○		
	水位設定			○	○		○			○	
	圧力設定					○					
	ゲート・バルブ開度設定			○	○	○	○				
	ポンプ回転数設定								○		
	ポンプ翼角設定									○	

（注）本表は一般的な項目を示すものであり、具体的には管理項目の選定から決まる。例えば、水位については、ダムではダム貯水位、上下流水位など、またポンプ場では、吸水槽水位、吐水槽水位などがある。

2.5.4 関係機関への情報提供

(1) 検討事項

関係機関への情報提供は、施設管理者間の共有や外部機関との情報交換、関係機関・受益者への情報提供を行うものである。そのため、関係機関への情報提供の適用は情報の共有、情報の開示がどこまで必要かの観点で検討する。

主な検討事項は、次のとおりである。

- ① 情報共有・開示の必要性
- ② 情報共有・開示の範囲
- ③ 情報共有・開示する項目
- ④ 情報共有・開示方法

(2) 情報提供に関する基本事項

関係機関への情報提供の方法決定に当たっては、次に示す基本事項に留意する。

- ① セキュリティー管理を万全に行う必要がある。
- ② ID番号・パスワード等を利用して、利用権限の制限を行う。
- ③ OS、セキュリティーソフトのアップデートは即時に反映できる仕組みを作る。
- ④ 情報共有、開示の目的に合った、方法を検討する。
- ⑤ 情報共有、開示項目は、目的・利用対象を検討し、必要十分な範囲を決定する。
- ⑥ ブラウザ配信、メール送信の利用者側と水管理制御システムとのプロトコルの調整を図る。

(3) 関係機関への情報提供内容例

関係機関への情報提供は各システムで利用方法が異なるため、代表的な例をあげる。

- ① 水管理情報の Web 閲覧
管理所内又は自宅等で現在の状況や、過去の経緯を確認する。（画像確認を含む）
- ② 警報のメール配信
システム警報が発生した場合、指定管理者に警報発生をメールする。
- ③ 外部機関への情報配信
外部機関へ水監視情報の配信を行う。
- ④ 情報提供
関係機関・受益者に水管理情報を提供し、営農・地域防災等の資料として活用する。

2.5.5 管理項目表

実際のシステム設計においては、管理項目に対して、データの数、伝送方法、監視制御方法などを整理した管理項目表を作成し、水管理制御システムの機器仕様などを具体化していく。管理項目表の各項目の説明を表 2.5-5 に示す。

ダム管理と水管理の管理項目表は、表を分けて記載する。

表 2.5-5 管理項目表の説明

区 分		説 明
局名(施設名)		水管理制御システムを構成する局名あるいは施設名を記載する。
施設区分		システムで取り扱う施設名等を記載する。
管理項目		システムで取り扱う情報はすべて記載する。
設置	台数	各管理項目についてデータ入出力の対象とする現場機器(センサ、ゲート、バルブ、ポンプなど)の台数を示す。警報項目については、現場側に警報表示が必要などのために警報設定器などを設置する場合あるいはセンサ変換器などに警報接点出力がある場合にその台数又は出力点数を記載する。設定項目については、設定値制御装置の台数を記載する。
	1 台あたりデータ量数	対象とする現場機器 1 台あたりの入出力データの数量(計測項目は量数、監視項目は監視点数、制御項目は制御点数)を示す。
	合計	各管理項目のデータ数の合計(台数×データ)を示す。但し、ゲート・ポンプ機側盤の状態や切換制御は台数当りとならない場合がある。
受渡条件	入出力信号	BCD、DC4～20mA、シンクロ、無電圧接点等の入出力信号種類
	桁数	システムで扱う信号の有効桁数
	最小単位	システムで扱う信号の最小単位
	計測範囲 【設定範囲】	システムで扱う入力信号の計測範囲 システムで扱う設定値の設定範囲
伝送	直送	現場施設と管理所(現場管理所又は中央管理所)間のデータ伝送を直送方式で行う場合
	搬送	TM 現場から管理所への TM 信号のデータ伝送を TM・TC 装置を使用して搬送方式で行う場合 TC 管理所から現場への TC 信号のデータ伝送を TM・TC 装置を使用して搬送方式で行う場合
現場(機側)	表示	アナログ 現場でアナログの数値表示を行う デジタル 現場でデジタルの数値表示を行う ランプ 現場でランプ表示を行う
	操作・制御	手動操作 現場で手動操作を行う 手動設定値制御 現場で設定値制御を行う 自動制御 現場で計算機による自動制御を行う
中央管理所又は現場管理所	大型表示装置	管理所でのデータ表示を大型表示装置で行う場合を示し、それぞれデジタル数値表示、アナログ数値表示、シンボル表示を示す。
	操 作 卓	表示 管理所でのデータ表示を操作卓で行う場合を示し、それぞれデジタル数値表示、アナログ数値表示、ランプ表示を示す。 操作・制御 (遠方・遠隔手動操作) 管理所での手動操作・設定制御を行う
	○ ○	表示 管理所でのデータ表示を行う
	端 末 装置	操作・制御 (遠方・遠隔手動操作) 管理所での操作制御・定数設定等を行う
	情 報 処理	演算処理 現場からのアナログ計測データに対するスケール変換処理や開度計測データの円弧／鉛直変換処理等のデータ変換処理を行う ダム諸量、頭首工諸量、雨量諸量や河川流量、H-Q 演算、積算等の処理、集計処理を行う 自動制御処理 遠方手動設定値制御などの自動制御に係わる各種動作や、操作量の演算を行う 警報処理 警報判定、表示、記録、可聴警報を行う 記録処理 日報、月報、通報・警報、操作等の記録を行う ガイダンス処理 操作・処理のガイダンスを行う
	データ転送(中央管理所へ)	現場管理所から中央管理所への情報伝送及び、中央管理所から現場管理所への設定値等の伝送。
	情報提供	外部データ配信 他機関との情報を(市販の表計算ソフト、CSV、XML 等)でデータ配信する項目を示す。特に配信先の受信装置、受信ソフトも確認する。 ブラウザ配信 受益者等に必要情報を開示する項目を示す。 メール送信 警戒・警報項目等のメール送信を行う項目を示す。

△現場(機側)、◇(現場管理所)、○(中央管理所)で示す。

ここでは、管理対象施設の管理項目表の取りまとめ例を示す。

なお、管理対象施設の管理項目表の作成方法は第Ⅲ編第8章参照。

中央管理所の管理レベルはY-2Aとし、計測及び監視制御項目、管理項目表作成例の参照表番号は表2.5-6による。

また、全体システム構成例を図2.5-5に示す。

表 2.5-6 管理対象施設と計測及び監視制御項目

種 別 No.	対 象 施 設	施設模式図	計 測 及 び 監視制御項目	管 理 項 目 表 作 成 例	備 考
1	ダ ム (ケ ー ス D 1)	図 8.1- 1	表 8.1- 3	表 8.1-11	
2	頭 首 工 (ケ ー ス H1)	図 8.2- 1	表 8.2- 1	表 8.2- 3	堰上流水位一定
3	開 水 路 分 水 工	図 8.3- 1	表 8.3- 1	表 8.3- 3	
4	パ イ プ ラ イ ン 分 水 工 (オープンタイプ)	図 8.3- 4	表 8.3- 4	表 8.3- 6	オープンタイプ
5	パ イ プ ラ イ ン 分 水 工 (クローズドタイプ)	図 8.3- 7	表 8.3- 7	表 8.3- 9	クローズドタイプ
6	パ イ プ ラ イ ン 分 水 工 (セミクローズドタイプ)	図 8.3-10	表 8.3-10	表 8.3-12	セミクローズドタイプ
7	放 水 工	図 8.3-13	表 8.3-13	表 8.3-15	
8	用 水 ポ ン プ 場	図 8.4- 1	表 8.4- 1	表 8.4- 3	
9	排 水 ポ ン プ 場	図 8.4- 5	表 8.4- 4	表 8.4- 6	
10	加 圧 ポ ン プ 場	図 8.4- 8	表 8.4- 7	表 8.4- 9	

2.6 情報処理

2.6.1 情報処理の種類

管理所では必要に応じて、データ処理装置を用い次のような情報処理を行う。

(1) データ収集と入力処理

各種施設の必要データを収集し、データ処理装置に入力する。

(2) 水理、水文データの演算処理

流量演算（ $H-Q$ 、 $H-Z-Q$ ）、貯水量演算（ $H-V$ ）、雨量演算（時間雨量）などの演算処理を行う。

（注） H ：水位、 Q ：流量、 Z ：開度、 V ：貯水量

(3) データの記憶

収集したデータや、演算処理したデータを主記憶装置又は補助記憶装置に記憶する。

(4) データの表示、記録

演算したデータを操作卓、大型表示装置などに表示する。

また必要なデータは、プリンタや、記録計などを用いて記録する。

(5) 制御のための演算処理

ゲート、バルブを対象として、設定水位制御、設定流量制御など各種制御を行うための演算処理を行う。

(6) 警報処理

水理、水文データの異常値、各機器の故障や、異常状態の検出及び警報の処理などを行う。

(7) 予 測

流出予測、需要予測などの予測計算を行う。

2.6.2 ソフトウェア

データ処理装置が機能を発揮するには、ハードウェアに加え、ソフトウェアが必要となる。

ソフトウェアは、機能面から見ると、ソフトウェア全体を管理するオペレーティングシステム(OS)と、各種業務を処理するためのアプリケーションプログラムに大別される。表 2.6-1 にソフトウェア機能の概略内容を示す。

また、作成面から見ると、システムエンジニアリング、プログラミング、デバッグに大別される。

表 2.6-2 にソフトウェア作成の概要を示す。

表 2.6-1 ソフトウェアの機能

項 目	機 能
オペレーティングシステム (OS)	各アプリケーションにわたって共通に動作する部分を標準プログラムとして作成したものである。
シ ス テ ム の 制 御	各アプリケーションプログラムの実行制御を行う。 (主記憶装置の管理、時間管理、割込管理など)
入 出 力 制 御	各種入出力装置の制御を行う。
システムの保護、障害管理	主記憶装置の保護、装置全体の障害管理を行う。
オペレータとの対話	データ処理装置とオペレータとの対話を行う。
アプリケーションプログラム (AP)	アプリケーションプログラムは各管理対象のプロセスを制御するためのプログラムで、水管理制御システムに用いられる例としては下記がある。
シ ス テ ム 管 理	プログラム管理、メモリ管理など基本的な処理プログラム
デ ー タ 編 集 処 理	収集データの識別、変換、演算等を行う処理プログラム
演 算 処 理	水理諸量の演算、集計値等を行う処理プログラム
ゲート等自動制御処理	ゲート等の目標操作量等を演算する処理プログラム
状態監視・警報処理	設備・機器状態等の監視、警報を行う処理プログラム
操作入力処理	操作卓や表示用端末装置等からの入力操作を行う処理プログラム
ディスプレイ表示処理	表示用端末装置等のディスプレイ表示を行う処理プログラム
記 録 処 理	ページプリンタやシリアルプリンタによる記録を行う処理プログラム
ガイダンス処理	操作員に対し適切な支援を行う処理プログラム
フ ァ イ ル 処 理	処理データを保存する処理プログラム
TM・TC 親局装置入出力処理	TM・TC 親局装置とのデータの入出力等を行う処理プログラム
デ ー タ 収 集 処 理	現場設備等からのデータの入力を行う処理プログラム
操 作 ・ 出 力 処 理	現場設備等に操作・制御信号の出力を行う処理プログラム
監視盤・操作卓表示処理	監視盤・操作卓に状態表示等を行う処理プログラム
デ ー タ 転 送 処 理	他システム等とのデータ転送を行う処理プログラム
その他の入出力処理	警報盤、音声応答装置等へのデータ出力を行う処理プログラム
情 報 の 提 供 処 理	諸データを提供するために加工・編集する処理プログラム

表 2.6-2 ソフトウェアの作成

項 目	内 容
システムエンジニアリング (システム設計)	情報量の算出、制御方法の決定、管理データの決定。 TM 装置、TC 装置、データ処理装置、周辺機器などハードウェアの決定。 プログラム仕様の決定と基本フローチャートの作成。
プログラミング (プログラム設計)	メモリー割付け。 詳細フローチャートの作成。 コーディング及びプログラムの作成。
デバッグ (プログラム試験)	工場内デバッグ 現地デバッグ

2.6.3 表示、警報、記録方式

収集した情報を、わかり易く整理して表示し、データの上下限チェックなどを行って施設の稼動状況の把握、現場装置の異常の発見などが容易にできるように表示、警報、記録方式を選定する。

(1) 表示方式

収集した情報を常時多数表示すると、表示盤や操作卓表示部が大形となり、システム状況の監視、判断が困難になる場合がある。

したがって、情報の中から常時表示する重要項目と必要に応じて選択的に表示する項目とに区分するとともに、表示装置についても監視しやすい表示場所及び表示用機器を検討の上決定する。

表 2.6-3 に表示目的と一般的な表示用機器の関係を示す。

表 2.6-3 表示目的と表示用機器

表 示 目 的		表 示 用 機 器
全 体 状 況 の 把 握	計器、表示器によるデータの表示	表 示 盤
	水系の模式図とデータの表示	大型表示装置等
部分的な詳細表示	表示項目が比較的少なく、固定されている場合	操 作 卓 表 示
	表示項目が多い場合、時系列表示、グラフ表示が必要な場合	表 示 端 末 装 置

(2) 警報方式

収集した各種情報の中に施設の故障、用水量の過大、不足など水管理上問題となる情報がある場合には、管理者に即刻これを認知させるためにランプの点滅やブザーなどによって警報させる。

ランプは表示盤、操作卓などの比較の見易い位置に配置する。

警報ブザーは、宿直室など、管理者詰所でも聴取可能なよう必要に応じ外部接続端子を用意する。

(3) 記録方式

記録の方式には、管理者が、現場において目視により読取り記入する方式、表示器から目視により読取り記入する方式及び、定時に自動的にプリンタ等で印字する方式などがある。

これらの方式の選択に当たっては、対象施設のレベルを考慮して決定する。

特にダム、頭首工などで取水量及び操作の記録が操作規程又は管理規程で義務づけられている場合には、プリンタなどによる定時記録方式が望ましい。

表 2.6-4 に記録方式と一般的な記録用機器の関係を示す。

表 2.6-4 記録方式と記録用機器

記 録 方 式		記録用機器
デ ー タ 記 録	連続的にグラフ様式で記録	アナログ記録計
	一定時間間隔ごとに数字データにより記録	プリンタなど
	ディスプレイ画面に表示したものを記録	ハードコピー
操 作 記 録	バルブやゲートの操作を行った場合に時刻と操作内容を記録	プリンタなど
監 視 警 報 記 録	機器の故障や水位の警報などが発生した場合に時刻と事象を記録	プリンタなど

日報・月報記録の印字項目は、ダムや頭首工の流入量・貯水量・水位及びゲート開度などがある。これらの印字様式例を図 2.6-1～図 2.6-4 に示す。

月	日	時分	＊		＊		＊		＊		＊		＊		ゲート・バルブ								制御方式	印字要因	
			貯水位	調整量	貯水量	空容量	流入量		取水量	放流量			ゲート		バルブ		N								
							全	入		放流量	放流量	放流量	開度	放流量	開度	放流量	開度	放流量	開度	放流量					
			m	m3/s	×10 ³ m3	×10 ³ m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s		
注) ＊はダムのみ																									

[illegible][illegible][illegible]

– 215 –

2.6.4 印字記録

収集した情報は、必要に応じて演算処理・ファイル処理を行い、計測値データについては日報・月報記録を、監視データについては操作・警報記録を自動印字する。

時報印字は動作指示により印字を行う。月報については、要否確認の上、印字することもある。

(1) 時報

随時の印字動作指示により、その時点の水位・流量・ゲート開度などの瞬時データを印字する。

印字項目は、定時印字項目と同一とする。

(2) 日報

正時データ及び日集計データを印字する。

① 定時印字（平均値）

毎正時の値として、一定周期で収集した計測値の平均値を印字する。

通常は毎正時の印字は行わず、1日分をまとめて印字する。

② 定時印字（積算値）

一定周期で収集した瞬時計測値を周期時間単位で積算し、毎正時に1時間積算値を算出し印字する。この場合も毎正時の印字は行わず、24時の区切で1日分をまとめて印字するのが一般的である。

③ 日合計印字

毎正時の積算値の1日（1時～24時）の合計を印字する。

④ 日平均印字（積算値）

毎正時の積算値の1日（24時間）の累計平均を印字する。

⑤ 日最大値印字

毎正時（平均値）による24個のデータの最大値を印字する。

⑥ 日最小値印字

毎正時（平均値）による24個のデータの最小値を印字する。

(3) 月報

日データ及び月集計データを次月の1日に印字する。

月報は、次に示す1日ごとの①平均値と②積算値を印字し、月の終りの③～⑥の項目について印字を行う。

① 日印字（平均値）

毎日の平均値を印字する。

② 日印字（積算値）

毎日の正時データ（24時間）の合計値を印字する。

③ 月合計印字

毎日の日平均値・日合計積算値の1か月（1日～31日）の合計を印字する。

④ 月平均印字

毎日の平均値データの1か月（1日～31日）の累計平均を印字する。

- ⑤ 月最大値印字
毎日の日最大値データ中の月最大値を印字する。
- ⑥ 月最小値印字
毎日の日最小値データ中の月最小値を印字する。

(4) 操作記録

操作対象機器の操作を行った時に機器の状態（開・閉・運転・停止など）とその日時を印字する。

また、警報すべき水理状態が発生した場合にその内容と日時を印字する。

(5) 警報記録

監視対象機器の故障や水位・流量など計測値の異常発生時に、その内容と日時を印字する。

また、水理・水文の異常時にも印字する。

2.6.5 表示記録端末装置

(1) 表示記録端末装置の機能

表示記録端末装置は、データ処理装置が収集、演算し、データ処理装置又はファイルサーバが記憶したデータを文字、図形、グラフなどによって表示するとともに、プリンタへの印字出力を行う。

(2) 表示記録端末装置の表示の種類と内容

主な表示画面の種類と内容を次に示す。

- ① 系統図表示
用水路を模式図で表示する画面で、系統図中に設定値・計測値及び機器の運転・停止・故障状態などを表示する。
- ② 表形式表示
計測値及び機器の状態を一覧表形式で表示する。
- ③ トレンドグラフ表示
一定周期でサンプリングしたデータをデータ処理装置から読出し、横軸を時間、縦軸をスケールにしてグラフ表示する。
- ④ イベント表示
運転、停止、故障発生、上限、異常回復などのイベントを表示する。
- ⑤ 帳票表示・修正、印字操作
日報・月報等の表示を行い、表示画面を使用してデータの修正作業も行える。
また、プリンタへの帳票出力指示を行う。
- ⑥ 保守画面
管理値の表示・変更等のシステム保守を行う。

2.6.6 操作端末装置

(1) 操作端末装置の機能

操作端末装置は操作卓の機能を置き換えるもので、ディスプレイとマウスを使用して手動制御や設定値制御を行うものである。システムの規模により、表示記録端末装置に操作機能を組み込み、表示操作記録端末装置とする場合もある。

(2) 操作端末装置の制御種類と内容

① 手動制御

制御対象を個別に選択し、開・閉・停又は運転・停止の制御を行う。

② 設定値制御

制御対象を選択し、目標設定値（開度、流量等）を設定する。以後の制御は制御対象側で自動的に行われるが、本装置では異常動作がないか監視し、異常動作が発生した場合は、制御中止・警報出力等の処置を行う。

2.7 データ伝送

システム設計に当たり、管理対象施設とその監視制御方式が決まると、その次にこれに最も適したデータ伝送方式を選定する。

主な検討項目は次のとおりである。

- (1) 局構成
- (2) 伝送回線（伝送路）の選定
- (3) データ伝送方式
 - ① 情報伝送方式
 - ② 対向方式
 - ③ 信号変換方式
 - ④ 起動方式（遠方監視周期）

2.7.1 局構成

(1) 基本的考え方

局構成を決定するには、広域に点在する管理対象施設の集約化（子局～孫局構成の採用）を図る。

一般に、現場系装置（検出器、機側盤など）～子・孫局間と子局～孫局間には直送伝送方式を適用し、親局～子局間には搬送伝送方式を適用する。

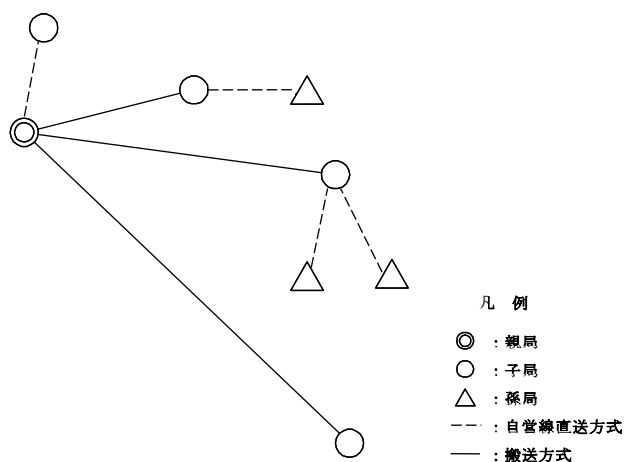


図 2.7-1 親局－子局－孫局構成

中央管理所と遠方にある管理対象施設間の情報伝送の場合、各管理対象施設に TM・TC 装置を設置するよりも、近接する施設を直送回線でまとめた後、TM・TC 装置を設置して伝送する方が経済的である。

(2) 局の配置

① 水位観測局

水位観測局は、水利施設の適切な監視制御が行える場所に設置する。

(a) 水位制御する場合の観測点

頭首工の取水堰ゲートや取水ゲート制御のための堰上下流水位や取水ゲート下流側水位などあるいは用排水路の分水ゲート、放流ゲート水位など

(b) 流量制御する場合の観測点

開水路における水位-流量 (H-Q) 演算を要する地点、分水路における水位-開度-流量 (H-Z-Q) 演算を要する地点など

(c) ダム管理用の観測点

上流水位観測局は、ダムへ流入する河川の流量を把握できる地点(ダム貯水池直上流地点と中流～上流の1～3か所)でダムの堰上げの影響を受けない位置に配置する。(河川法施行令第26条)

下流水位観測局は、洪水時の高水流量或いは低水時の河川維持流量が把握できる基準点など(1～3か所)に配置する。(河川法施行令第26条)

なお、観測所の設置場所は、現地踏査により次の条件を満足する地点を選定する。

- a) 河床変動が少なく、ミオ筋が安定した地点
- b) 適性な水位流量関係が得られる地点
- c) 将来の開発などについても調査し、長期間継続して観測できる地点
- d) 維持管理が容易な地点(道路近傍であることなど)
- e) 回線構成が可能である地点

② 用水路流量観測局

流量観測点は、第Ⅲ編2.5項で選定した流量の監視を必要とする管理対象施設において、流量計設置条件を満足するか所とする。

③ 雨雪量観測局

平場の水管理制御システムであれば、中央管理所1か所で観測すればすむことが多く、また、積雪観測の必要はない場合が多い。

ダム管理用流域雨雪量の観測は、一般に流域50km²当たり1か所以上でダムへの流入量を予測できる位置に設けるものとされている。

なお、河川法施行令第26条では設置局数と集水面積の関係は、表2.7-1のように定められており、河川砂防技術基準(案)では、50～100km²に1か所以上とされている。

表 2.7-1 雨量観測局数と集水面積の関係

集水面積	観測局数
200km ² 未満	1以上
200km ² 以上 600 km ² 未満	2以上
600km ² 以上	3以上

ダム流域雨雪量の観測所は、雨雪量の事前調査により対象流域の降雨特性を充分把握し、流域平均雨量との相関解析を行った上で代表値となりうる地点に設置することが望ましい。

なお、観測所の設置場所は、現地踏査により次の条件を満足する地点を選定する。

- (a) 地形が平坦で、気流が水平になるような地点
尾根の上、尾根筋、山の急斜面、深い谷底、道路ぎわは避ける。
- (b) すぐ近くに障害物（建物、樹木など）があると気流が乱れ捕捉率に影響するため、これらの高さの4倍以上離れた地点で、10m 四方以上開放された地点
- (c) 将来の開発などについても調査し、長期間継続して観測できる地点
- (d) ゴミや塵などにより受水口が詰まる心配がなく、観測所の維持管理が容易な地点

④ 放流警報局

放流警報局は放水工、頭首工、ダムなどで、ゲート・バルブ等の操作によって下流の水位が著しく上昇する場合に、危険を報知するために設置される。

配置の決定に際しては、その音達距離が目安になる。

音の伝達は、地形、気象条件、樹木などの障害物の影響を受け、一概には定まらないが、音達距離の目安として次の値が使われている。

表 2.7-2 音達距離（参考値）

	出力	音達距離（局間距離）
サイレン	0.75kW	約 0.5 km（約 1 km）
	2.2kW	約 0.8 km（約 1.6 km）
ホーン スピーカ	200W、100W×2	約 0.5Km（約 1 km）
	100W×1	約 0.4Km（約 0.8 km）
	50W	約 300m

音達距離を小さく想定し局数を増やせば、警報音の伝搬は確実になるが周辺民家や家畜に対する騒音公害の増大や設備費の上昇を招くため、地形条件、警報車との協調などを考慮し、経済性とのバランスを配慮する。

なお、警報局の配置場所は次の事項を考慮して選定する。

- (a) 周囲の人家（特に学校、病院、養豚場、養鶏場）への騒音影響について配慮する。
- (b) 山岳、丘陵、建物、樹木などの遮へい物の影響を受ける可能性がある場合は、位置の移動又は高い場所を選定する。
- (c) 音波伝搬上は、適当であっても電波伝搬上問題がある場合には、できる範囲内で電波伝搬条件の良い方へ設置場所を移す（無線伝送回線の場合）。
- (d) 音達範囲があまり重複しないように配置する（複数警報局設置の場合）。
- (e) スピーカの音達が得られない場合は、警報局舎から概ね 300m 程度ケーブルも延長してスピーカを増設する。

2.7.2 伝送回線の選定

伝送回線は、一般的には伝送速度・応答性・信頼性等の諸特性及び経済性（回線施工費や回線使用料等）を検討し選定する。伝送回線の詳細については、第Ⅱ編 2.1.6 項参照。

なお、ダムについては特有の選定条件があるので次に述べる。

(1) 雨雪量観測局

ダムの上流側は一般的に山間の不便な場所で、電力会社の配電線も、NTT の電話回線なども施設されていない場合が多い。このため、太陽電池を使用した無線回線を使用する場合が多い。

(2) 水位観測局

伝送回線の選定条件は次のとおりである。

- ① ダム現場管理所と水位観測局の間で年間を通じて良好な回線が構成できる。
- ② 豪雨による土砂くずれ、強風による倒木、雪崩など災害による影響を受けにくい。
一般に暴風雨等の自然災害に対して最も安定な無線回線を選定することが多い。

(3) 放流警報局

ダム現場管理所と放流警報局との間の伝送回線の選定条件は水位観測局の場合と同一であり、暴風雨等の自然災害に対して最も安定な無線回線を選定することが多い。放流警報局はダムの下流に位置するため、人家もあり交通の便も比較的良好な場合が多く、電力会社の配電線や NTT の電話回線が施設されている場所もある。近年は NTT 回線を使用する場合もある。

(4) 中央管理所とダム現場管理所等との間の伝送回線

中央管理所とダム現場管理所との間の伝送回線の選定条件は次のとおりである。

- ① 中央管理所から取水バルブや河川放流ゲート等の遠方制御を行うためには、全二重通信が必要である。
 - ② ダム現場管理所で収集した TM 諸量及びダム諸量を中央管理所に伝送する場合、伝送量が多くなるためデータ誤り率の少ない回線が必要である。
 - ③ 業務連絡用の通信回線が確保できる。
- 上記の条件を満足できる回線としては、無線回線と NTT 等の専用回線及び加入回線がある。
なお、各回線の特質については、第Ⅱ編 2.1.6 項参照。

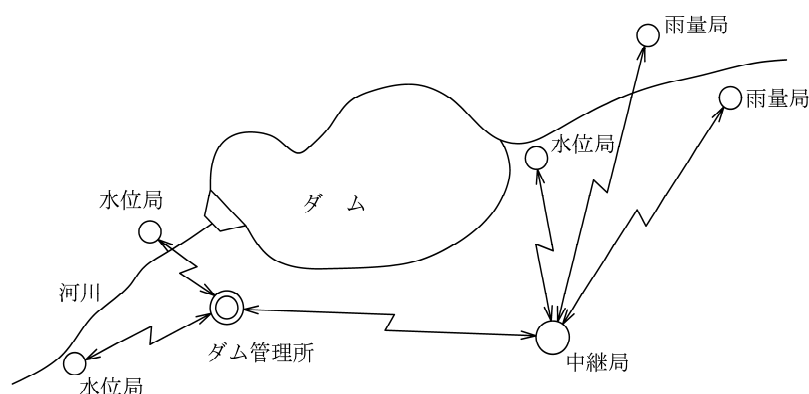


図 2.7-2 無線伝送回線例

2.7.3 データ伝送方式の選定

局の構成と伝送回線が決まると次にデータ伝送方式を選定する。データ伝送方式の選定要因は次のとおりである。

- ・ 情報伝送方式
- ・ 対向方式
- ・ 信号変換方式
- ・ 起動方式（遠方監視周期）

(1) 情報伝送方式

情報伝送方式はアナログ伝送とデジタル伝送に大別され、それぞれさらに直送方式、搬送方式に区分される。ただし、搬送式は、搬送波をアナログ信号で変調（「搬送波に乗せる」という）して、遠方に伝送する方式をいう。デジタル伝送でも同様に搬送波に乗せて伝送するが、デジタル搬送方式という言葉より「デジタル伝送方式」で表し、直送の場合だけ「デジタル直送方式」と表すことが一般的である。

水管理制御システムにおいては子局・孫局間にアナログ直送方式又はデジタル直送方式、親局・子局間にデジタル伝送方式を採用しているのが一般的である。

① アナログ直送方式

アナログ直送方式は、①電流信号、②電圧信号、③シンクロ信号などの伝送が代表的である。

本方式の適用条件は次のとおりである。

- (a) 子局・孫局間の距離が比較的長く、デジタル直送方式より経済的である場合
- (b) 既設センサ出力がアナログ信号である場合
- (c) センサ信号の分岐数が多く、デジタル信号より経済的である場合

② デジタル直送方式

デジタル直送方式は、通常 BCD 信号を無電圧接点信号として受け渡す。

本方式の適用条件は次のとおりである。

- (a) センサ信号の精度を必要とする場合
アナログ直送方式では、直送部分で混入した雑音は以後の回路で検知できないが、デジタル直送ではパリティ検定が可能である。したがって、精度を要する場合はデジタル信号とすることが望ましい。
- (b) センサと入出力中継装置間の距離が比較的短く経済的不利が問題とならない場合。
- (c) 既設センサの出力がデジタル信号である場合。

③ デジタル伝送方式

水管理制御システムで遠距離通信に用いる代表的伝送方式は CDT 方式(電気学会)、BSC 方式(JIS X5002)、HDLC 方式(JIS X5105)である。詳細は第Ⅱ編 2.1.10 項参照。

中央管理所から他施設への伝送、あるいは他施設から中央管理所へのデータ伝送で、大量・高速伝送が必要と考えられ場合は HDLC 方式が適する。当面は、個々の伝送区間ごとに経済性を勘案して決定すべきである。

また、ダム管理などに用いられる近年の雨水テレメータにも HDLC 方式のフレームフォーマットが使用されている。この場合は、テレメータ用として特殊な制限をつけた方式で、JIS で規定されるいわゆる HDLC 方式とは区別して考える必要がある。採用に当たってはシステムの

構成、河川管理者との協議内容などを勘案して検討しなければならない。

④ LAN 方式（OA-LAN：TCP/IP）

一般に水管理制御システムにおける大規模システムで FA パソコンを利用した場合に、他の端末（演算処理装置と端末装置やサーバ装置など）を結ぶ伝送に用いられる。この場合、以下の機能が必要である。

- (a) 管理所内各機器間の汎用データ伝送とする。
- (b) 接続する各機器の処理周期に対し、遅れが生じない伝送速度とする。
- (c) 機器増設時に容易な接続を可能とする。
- (d) 国際標準に準拠した機能とする。

カメラ映像の伝送による伝送データの大容量化により、親局－子局間の通信に光回線を使用することが増えてきている。光回線を採用する場合は、VPN によるセキュリティ確保や経済性などを勘案して決定すべきである。

⑤ PLC リンク方式（FA-LAN）

主に PLC 間の通信に使われる方式で、その伝送手順はメーカーごとに異なっていたが、近年業界共通の手順（FL-net）が開発され、これをサポートしている装置であればメーカーが異なっても相互接続が可能となる。通常、同一建屋内の装置間のデータ伝送（TM・TC 装置－情報処理装置など）に使用されるが、光ファイバケーブル等を使用する事により遠距離の伝送を高速に行うこともできる。

⑥ 特定小電力無線方式

主に子局－孫局間の通信に近年使われる方式で、近距離（0.5～1km 程度）の通信に適している。中継機能を利用して距離を延長することも可能。1：1 対向、1：N 対向に対応している。無線免許申請は不要なため、簡易に設置可能である。使用にあたっては電波伝搬試験を行って、十分な受信感度が得られるか確認する必要がある。

⑦ 無線 LAN 方式

無線 LAN を利用して IP カメラ画像等を伝送する方式で、代表的な周波数として 2.4GHz 帯、5GHz 帯、25GHz 帯を使用する方法がある。

2.4GHz 帯無線 LAN は最も一般的で安価であり、数 m から数 100m 程度の伝送に適するが、同一周波数を利用する機器が多いため、ノイズの影響を受けやすい。

また、他者が容易に受信可能なため、セキュリティ対策を万全に行う必要がある。

5GHz 帯は、日本国内のみ利用が可能であり、数 km～最大 30km を超える長距離の伝送が可能である。電波干渉が少なく、レーダーとの干渉回避の必要もないため、安定した無線中継システムを構築することが可能であるが、総務省への登録が必要である。周波数再編アクションプラン（総務省）において廃止の検討がされているため、新規および更新においては総務省の通知を確認の上、検討を要する

25GHz 帯無線リピータは 1 km～数 km の伝送に適するが、指向性が大きく間に障害物がある場合は通信できない。

また、1：1 通信のため、中継を行う場合には複数セットを用意する必要がある。いずれの方法を使用する場合も、事前に電波伝搬試験を行い、十分な受信感度が得られるか確認する必要がある。

⑧ 携帯回線方式

携帯電話回線網を利用して伝送する方式で、700MHz 帯～3.5GHz 帯まで広い範囲の周波数帯を利用され、数 km まで通信可能であり回り込みに強い特徴から、LTE 回線を使用することも増えてきている。一定の通信量以上となると低速となる定額制であることが多いことから、映像データを伴わない少容量データを送受信する際に適する。回線を提供するキャリアで障害が発生した場合に影響を受ける可能性が大きいため、回線品質やセキュリティなどを勘案して決定すべきである。

また、伝送速度は低速なものの、LTE 並みの広域・遠距離通信を、低消費電力・低コストで実現できる LPWA を採用される事例もある。その特性から周りに障害物がない施設の水位データなど小容量のデータ伝送で利用され、圃場の水位、揚水機場や分水工の水位のデータ伝送で使われている。

(2) 対向方式

① 対向方式の種類

対向方式には $(1:1) \times N$ 対向方式、 $1:N$ 対向方式、 $2:N$ 対向方式の 3 種類がある。伝送回線の種類、応答性、信頼性、経済性を考慮の上、対向方式を決定する。

また、制御 $1:N$ 、監視 $1:1$ の組合せ方式が使われる場合もある。

② 対向方式の得失

単信無線回線の場合は複数回線の確保が困難であるため、ほとんどの場合 $1:N$ 対向方式を採用する。

また、自営線、NTT 線については局数の多少から $1:1$ 対向方式か $1:N$ 対向方式を選定（局数が多い程 $1:N$ 対向方式が経済的）する人が多い。ただし、特に早い応答性や高い信頼性が要求される場合は、 $(1:1) \times N$ 対向方式を選定する場合もある。

$1:N$ 対向方式の信頼性及び応答性を高める方法として $2:N$ 対向方式がある。

(a) $1:1$ 対向方式 ($(1:1) \times N$ 対向方式)

デジタル伝送方式では、大容量データの場合（大規模ポンプ場及び多数の孫局を有する子局など）や長距離伝送、高信頼度伝送が必要な場合、また早いデータ収集周期が要求される場合や子局数が少ない場合などに適用する。

(b) $1:N$ 対向方式

子局数が多く、かつシステム全体としてのデータ収集周期が長くてもよい場合に、 $1:N$ 対向方式を適用する。

制御を行うシステムでは、監視と制御の応答を緊密にして、運用操作が円滑に行えるよう制御時には当該子局に伝送路選択を固定させるなどの方法がとられる。

この場合、残り子局の監視、制御は出来ない事などの欠点がある。

$1:N$ 対向方式では、子局装置 N 式に対し、親局装置は 1 式である。したがって親局装置が故障するとシステム全体の停止となるので、高い信頼性を要求する場合には不向きである。

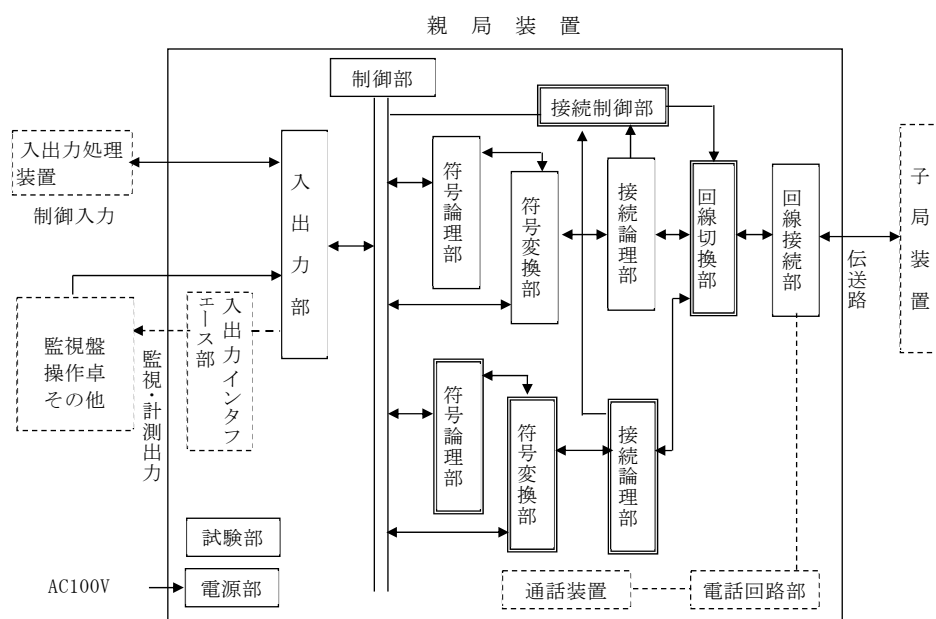
(c) $2:N$ 対向方式

$2:N$ 対向方式は、親局装置を完全に二重化する方法から一部を二重化して応答性と信頼性の改善を主目的とする方式までいろいろ考えられているが、水管理制御システムで用いられるのは接続論理部、符号変換部、符号論理部を二重化して応答性と信頼性をあげる方式が

一般的である。この方式の特徴は次のとおりである。

- 観測時は、子局を2グループに分けてデータを収集する。このため収集時間は1:N対向方式の約半分となる。
- ある子局を制御する場合、片方の系をこれにあてながら、他系が制御していない他の子局のデータを収集する。このため、制御動作中以外（他局）の監視が可能となる。
- 接続論理部、符号変換部、符号論理部の片方の系が故障した場合、他系がバックアップするため欠測が少なくなる。

図 2.7-3 に2:N対向方式の親局装置基本構成を示す。



（注）装置ブロック図の凡例は、次のとおりとする。

- 標準機能
- 2:N方式の場合の実装（2重化部）
- 付加機能又はその他の機器

図 2.7-3 2:N対向方式親局装置基本構成図

(d) 経済性

子局数（N）が大きくなればなるほど、1:N対向方式が経済的には有利である。

2:N対向方式については、親局装置の基本部の一部が二重化されるので、この部分についてはコストが上昇する。

(3) 信号変換方式

信号の変換が必要な場所としては、孫局、子局、親局の3か所が考えられる。

主な変換形態を表 2.7-3 に示す。

表 2.7-3 主な変換形態

No.	変 換	用 途	項 目 例
1	R/I 変換	ポテンシオメータ出力の場合	水位、開度など
2	S/I 変換、S/D 変換	シンクロ出力の場合	開度など
3	V/I 変換	電圧出力の場合	
4	電力用変換 V/I、A/I、F/I、PF/I、W/I	電力信号出力の場合	電圧、電流、周波数、 力率、電力など
5	I/I 変換	電源のアイソレーションを要する場合	計測項目一般
6	接点変換	有電圧接点から無電圧接点への変換、あるいは接点容量の変換及びアイソレーションなど	監視制御項目一般

① 孫局における信号変換

孫局においては、センサ出力や機側操作盤からの信号出力など現場で発生する信号を子局へ直送するのに適した形態（DC 4 ～20mA 信号、無電圧接点などが一般的）に変換する必要がある。

したがって、センサ出力が既に直送に適した形態になっていれば変換は不要である。

なお、子局からの制御信号を機側操作盤などへ受け渡す場合にも、表 2.7-3 の No. 5、6 の変換が必要となる場合がある。

② 子局における信号変換

子局に設置される TM 装置又は TM・TC 装置は、伝送回線が少なくすみ、かつ各種伝送路に適用可能なデジタル伝送方式が一般的である。

デジタル TM 装置の信号入力形態は、一般に①アナログ入力、②デジタル入力、③接点入力の 3 種を用意しているので、これに適合しない場合に信号変換が必要となる。

ゲート・バルブなどの機側操作盤に対する制御信号の受け渡しの信号変換は孫局と同様である。

③ 親局における信号変換

センサ出力や機側操作盤からの信号出力など現場で発生する信号を親局に入力する場合は、孫局や子局に準じ変換が必要となる。

(4) 起動方式

起動方式は、デジタル伝送方式において、情報を収集・監視する方式としてサイクリック式、ポーリング式、ランダム式に区分できる。監視周期に適する方式を選定する。

2.7.4 他系統とのデータ伝送

水利用上、河川管理者や上水・工水の管理者と情報交換が必要となる場合がある。

この場合のデータ伝送は、下記の事項を考慮する必要がある。

- ① 一般の子局のデータ量に比較して大量であり、このため高速の回線を使用する必要がある。
- ② 接続相手装置との製作時期が異なるケースが多く、インタフェース、伝送手順を定める必要がある。
- ③ 時刻付きデジタルデータとして、データの一致を考慮する。

上記のような条件を満たすものとしては、従来は電気学会の CDT 方式が多く、回線としては NTT が使用されていた。

しかし、近年は HDLC 伝送手順で NTT の高速回線を使用する場合も出てきている。

図 2.7-4 に中央管理所がダムにある場合の他系統接続例を示す。この図の中で「データ転送システム 4」とあるのは、配水系の中央管理所が別設置となる場合に必要なデータのやりとりをする装置である。

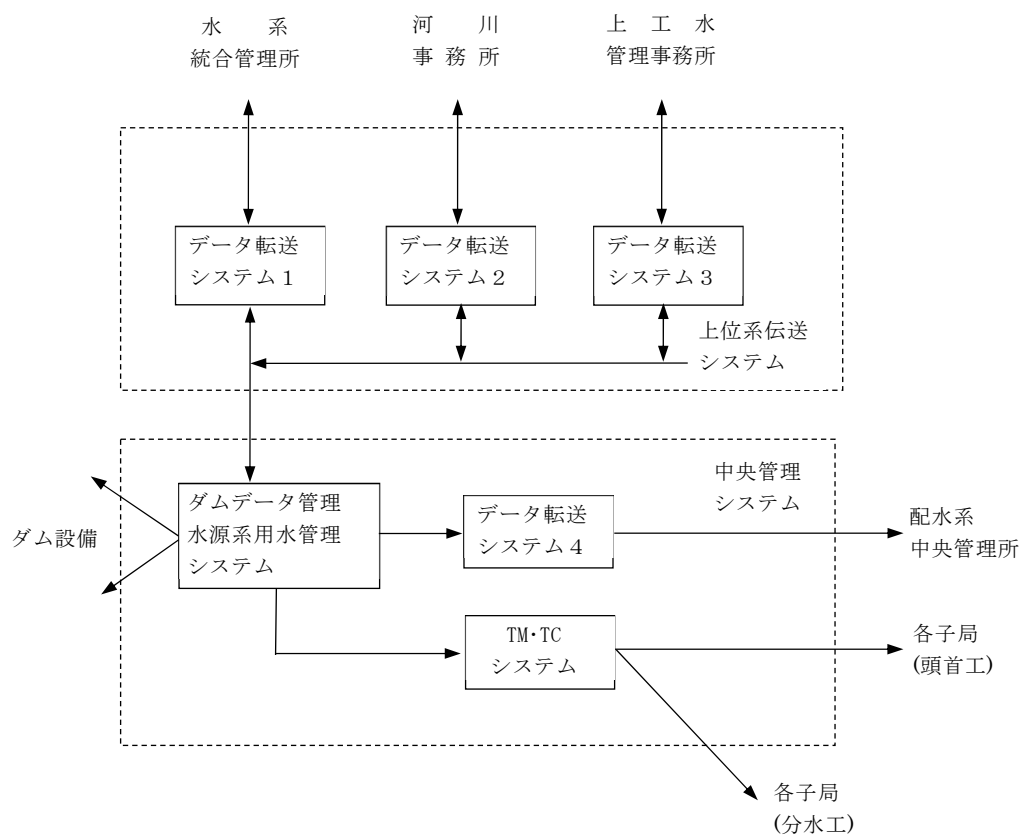


図 2.7-4 他系統との接続（例）
（中央管理所がダムの場合）

2.8 計測機器の選定

計測機器は次の事項を踏まえて選定する。

- (1) 計測項目とデータ精度
- (2) 計測機器の設置条件
- (3) 計測機器の種類と特性

また、水管理制御システムの設計における計測機器設計のフローを図 2.8-1 に示す。

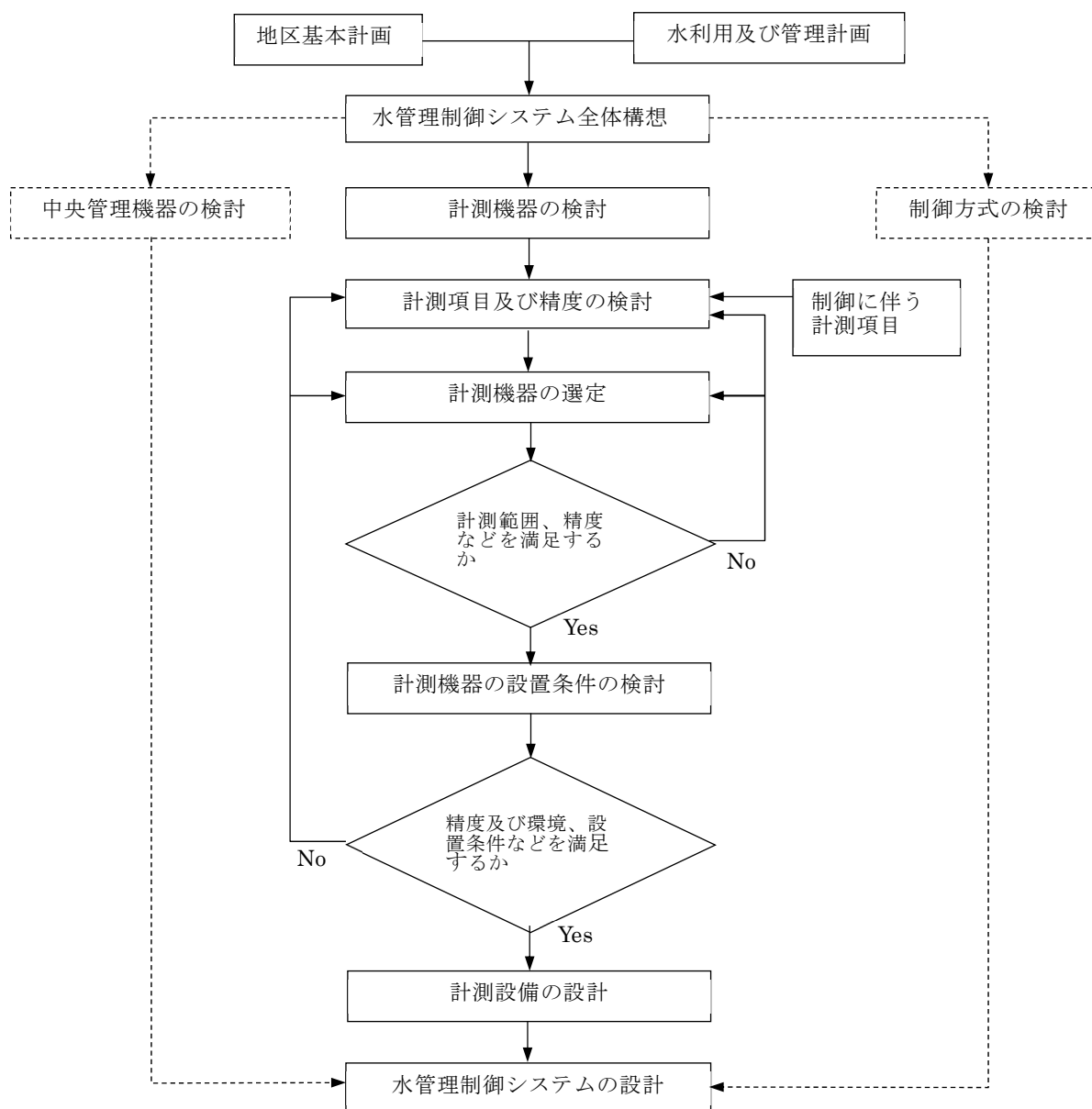


図 2.8-1 計測機器設計フロー

2.8.1 計測項目

計測項目の検討に当たっては、下記について留意する。

- (1) 該当地区の水利用などの状況を的確に把握し、最適の水管理を行うため、どの場所のどの水利施設の何を計測するか。（水位、流量、圧力等）

- (2) 施設の制御を適切に行うために関連状況把握のため、何を観測するか。（降雨量、水質等）
- (3) 制御対象施設の状況を把握するため何を計測するか。（ゲート開度等）
- (4) 安全管理のために何を計測するか。（気象、震度等）

2.8.2 計測機器の選定

必要とする計測項目と精度が決まると次に計測機器を選定するが、機器の選定に当たっては測定範囲についても検討する。

アナログ出力の計測機器の場合、測定幅を 100%とし、これに対して精度が決まるため、精度が同じでも測定範囲が大きい場合には誤差量が大きくなる。

一方、デジタル出力の計測機器の場合は、測定幅に関係なく計測した値に対する精度で表される。

例えば、水位計で測定値 10m の範囲で水深を計測する場合、アナログ出力の水位計は、その精度をフルスケールに対し $\pm 1\%$ とすると 10m では 10cm の範囲で誤差が生じる可能性がある。

また、デジタル出力の水位計は、その精度を $\pm 1\text{ cm}$ とすると $\pm 1\text{ cm}$ の範囲で誤差が生じる可能性がある。したがって、実際の誤差量が許容できるかどうかを検討して機器を選定する。

観測データの精度は、地区全体の監視及びポンプ、ゲートなどの制御を適切に行うために必要な地区全体としての精度を検討し、精度のアンバランスが生じないよう地区全体の整合性を持たせる必要がある。

(1) 機器の選定

機器の選定に当たっては次の事項について検討する。

- ① 必要とする精度、測定範囲に適合したものであること。
- ② 湿度、温度などの環境条件を考慮し、十分な耐久性を有すること。
- ③ 現場条件把握、施工方法に合致した機種を選定。
- ④ 経済的（機器価格、工事費及び維持管理費の合計）である。
- ⑤ 国が造成した気象観測施設の届け出について、気象業務法に基づき行うこと。

(2) 計測機器の設置

計測機器の設置場所は、土木構造物などの設計、施工時に子局等用地として確保しておく必要がある。

計測機器の設置に当たっては次の事項について検討する。

- ① 運用後の保守管理が行いやすい。
- ② 計測機器が機械的、電氣的ストレスから保護され安全である。
- ③ 計測機器が設置可能な環境条件である。
- ④ 計測機器の精度を保つための設置条件を満足し、計測データの精度に悪影響を与えない。
- ⑤ 将来、増設計画に対応できる。

2.9 電源方式

(1) 電源条件

屋外設置の装置（計測装置など）や屋内設置の親局・子局・孫局装置などの制御用機器へ供給する電源は、AC100V±10Vを基本とする。

(2) 電源供給方式の種類

制御用機器の電源としては、表 2.9-1 に示す 5 種類の方法がある。

商用電源による電源供給を基本とし、必要に応じて停電対策を行う。

商用電源による電源供給が経済的に不利な山間部などの水位観測局、雨量観測局などは、太陽電池と蓄電池の組み合わせにより電源を供給することがある。

表 2.9-1 電源供給方式の種類

電源種類 項 目	太陽電池と蓄電池の組み合わせ	商用電源のみ	商用電源と蓄電池の組み合わせ	商用電源とUPSの組み合わせ	商用電源とUPSと予備発電機の組み合わせ
負荷への供給電源種別	直流	交流	直流	交流	交流
瞬時停電保障 (数 100ms 程度)	○	×	○	○	○
短時間停電保障 (数分間程度)	○	×	○	○	○
長時間停電保障	×	×	△(注)①	×	○
安定した周波数及び電圧の交流電源を連続に供給する能力	×	×	—	○	○
電 圧	DC12/24/48V	AC100V	DC12/24/48V	AC100V	AC100V
適 用 例	雨量テレメータ局等 (商用電源の確保が難しい場合で、連続したデータを必要としない局)	子局、孫局	小規模施設で停電を避ける場合 (無線中継所、重要な子局)	中央管理所、現場管理所、子局、孫局	高度な中央管理所、大規模な現場管理所 (注)②、③

凡例 ○：適する

△：場合によっては適する

×：適さない

(注) ① 負荷消費電力が小さい子局などの長時間停電保証に適用可能であるが、負荷消費電力が大きい親局などでは、蓄電池のコストが高くなるので、長時間停電を保証することは難しい

② 瞬時停電対策・商用から予備発電機への切り替え時の電源対策など安定性他電圧、周波数の電源供給を要する場合には、UPSを設ける。

③ UPSで保障しなければならない設備と予備発電機の保障だけでもよい設備を使い分けることにより、UPS容量の低減が可能である。

(3) UPS（無停電電源装置）の選定

停電すると管理機器が停止し、特に現場管理所及び中央管理所が停止した場合、多くの管理対象施設の監視制御等が行えなくなる。このため、電源異常が発生していても、必要最低限の機器への電源供給を確保する必要がある。

電源確保の基本的な考え方は、次のとおりである。

- ① 停電時においても、管理上必要最小限のデータ収集と遠隔・遠方操作及びデータの保存を継続する。
- ② 負荷容量が大きい場合は、機器を分割設置するなどして経済的な設計を行う。
- ③ UPS は、商用電源停電保障時間が 5 ～10 分程度であるので、それ以上の停電に対処させる必要がある場合には、非常用予備発電設備の設置の検討をする。

水管理制御システムでは、現場管理所及び中央管理所において 1 ～10kVA/ 5 ～10 分間程度の UPS を使用する例が多く、子局及び孫局においては 0.5 ～1 kVA/ 5 ～10 分間程度の UPS を使用する例が多い。

なお、水管理制御システムを構成する機器は高価なものが多いため、一定時間電力を供給し続け、一定時間経過後にシステムを正常にシャットダウンさせることで機器やデータを保護することを目的として、下記について考慮の上、適切なものを選定する。

- ① 停電時に電源確保する機器及び電源環境から給電方式を決定する。
- ② 停電時に電源確保する機器の電源総容量を算出する。
- ③ 停電時に電源確保する時間を決定する。

(4) 予備発電機の選定

予備発電機は停電時の影響度、施設の重要度などを考慮して設置する。

水管理制御システムに必要な負荷容量は一般に 10 ～20kVA 程度であるが、設置する場合は地区ごとの水管理制御システムの規模が異なるため「電気設備計画設計技術指針（高低圧編）（農林水産省農村振興局整備部）」を参照して容量を決める。

(5) 直流電源装置の選定

直流電源装置は、国土交通省「電気通信関係機器仕様書」による国電通仕 25 号、26 号を参照の上、施設の重要度や電源環境などを考慮して選定するものとする。