

農業水利施設の機能保全に関する
調査計画の参考資料
(案)

[水管理制御設備編]

令和3年6月

農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料（案）
（水管理制御設備編）

目 次

1 1. 水管理制御設備	水- 1
11.1 基本事項	水- 1
11.1.1 水管理制御設備の構成要素	水- 1
11.1.2 水管理制御設備の機能と性能	水- 12
11.2 機能診断調査	水- 17
11.2.1 基本事項	水- 17
11.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）	水- 20
11.2.3 現地踏査（巡回目視）	水- 29
11.2.4 現地調査（近接目視と計測）	水- 32
11.3 機能診断評価	水- 48
11.3.1 機能診断評価の視点	水- 48
11.3.2 機能診断の手順	水- 49
11.3.3 設備・装置・部品の健全度評価	水- 51
引用・参考資料	水- 58

【凡例】（本文の文字色等）

赤字、赤の吹き出し、赤枠：ポイントや参考、注意点等を示す。

青字：調査表等の記載内容例として、参考に示す。

11. 水管理制御設備

11.1 基本事項

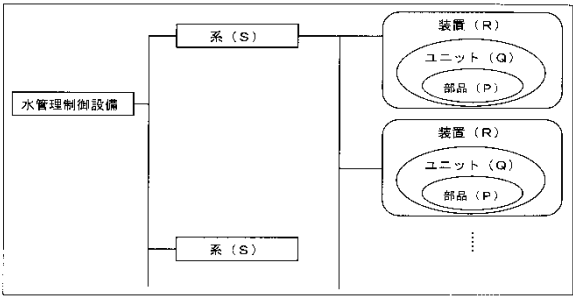
11.1.1 水管理制御設備の構成要素

水管理制御設備は、7種類の系と装置、ユニット、部品からなる階層構造となっており、これらが各々の役割を果たす事で設備全体の基本機能（監視・制御・記録）を発揮している。一つの構成要素の故障が系全体、ひいては設備全体の機能に障害を及ぼす事に充分留意する必要がある。

【解説】

(1) 基本的な設備構成

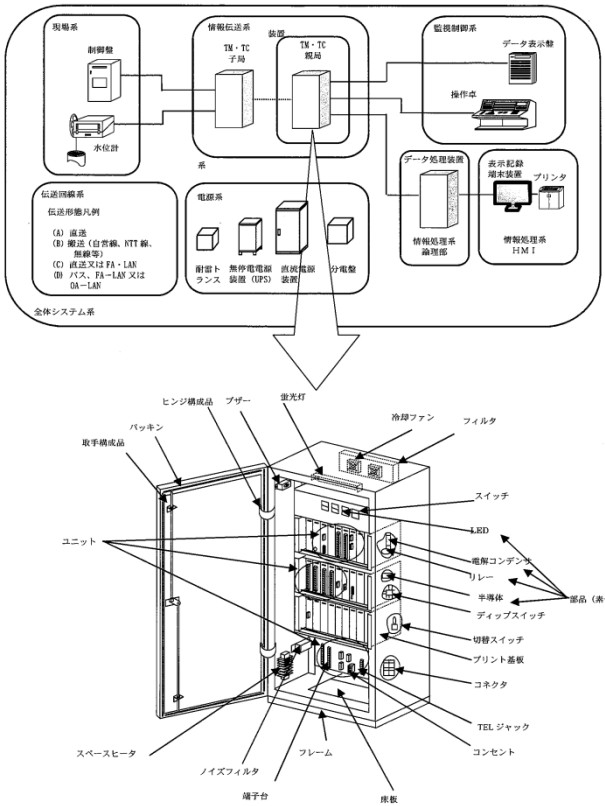
水管理制御設備は、図-11.1.1 及び図-11.1.2 の概念図に示すよう、階層構成になっており、多種多様な装置とそれを構成するユニット・部品（素子）から構成され、図 11.1-2 に示すように機能別に「情報伝送系」、「情報処理系論理部」、「情報処理系 HMI※」、「監視制御系」、「現場系」、「伝送回線系」、「電源系」のサブシステム（系）に大別できる。



※HMI: ヒューマン・マシン・インターフェース (機器とその利用者である人間との間の情報の相互伝達のための取り決め)

(出典: 農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」)

図-11.1.1 水管理制御設備の構成概念図(その1)



(出典: 農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」)

図-11.1.2 水管理制御設備の構成概念図(その2)

(2) 水管理制御設備の主要構成装置

水管理制御設備では、一般的に中央管理所（親局）、被管理所（子局）、その間を接続する伝送回線により構成されている。また、子局を経由して子局から離れた場所にある計測機器類（孫局）と中央管理所との情報伝送を行う場合もある。図-11. 1. 5 に基本的なシステム構成を示す。

中央管理所の装置構成は、情報処理系論理部、情報処理系 HMI、監視制御系、情報伝送系から成り、被管理所の装置構成は、情報伝送系、現場系から成る。各系の主要構成装置を表-11. 1. 1 に示すと共に、各系の主要装置の概要を以下に説明する。

表-11. 1. 1 各系の主要構成装置一覧

系（サブシステム）	装置（例）
情報伝送系	TM 装置、TM・TC※装置、網制御装置（NCU）、無線装置 入出力中継装置、中継端子盤、データ転送装置等
情報処理系論理部	データ処理装置、補助記憶装置、入出力処理装置等
情報処理系 HMI	表示記録端末装置（ディスプレイ含む）、プリンタ、ハ ードコピー等
監視制御系	監視盤（グラフィック）、操作卓、大型表示装置、警報 表示盤、CCTV 装置※等
現場系	計測装置、設定値制御装置、機側盤等
伝送回線系	自営線、光ケーブル、NTT 回線、無線回線等
電源系	無停電電源装置（UPS）、直流電源装置、耐雷トランス、 分電盤等

※TM：テレメータ TC：テレコントロール

※CCTV 装置：工業用テレビジョン

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」）

中央管理所（親局）の主要構成装置の配置事例を図-11. 1. 3 に示す。また、主な装置の詳細（例）を図-11. 1. 4 に示す。

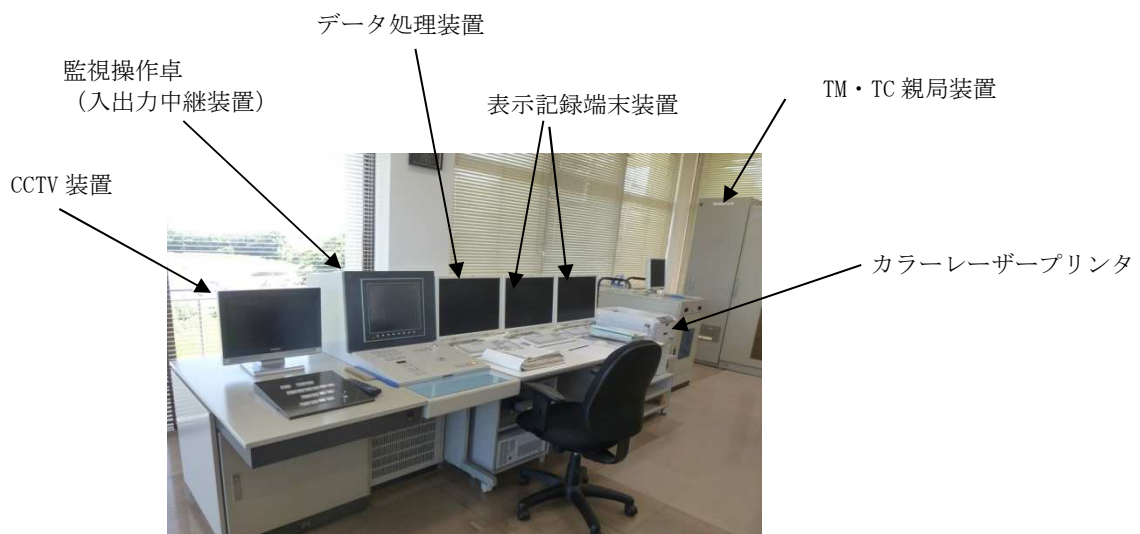


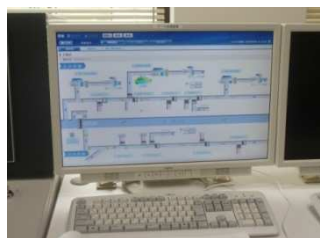
図-11. 1. 3 中央管理所各装置の設置事例



監視操作卓
(入出力中継装置実装)



データ処理装置 (全体)



画面表示例



表示記録端末装置 (2台) (全体)



表示記録端末装置本体



画面表示例

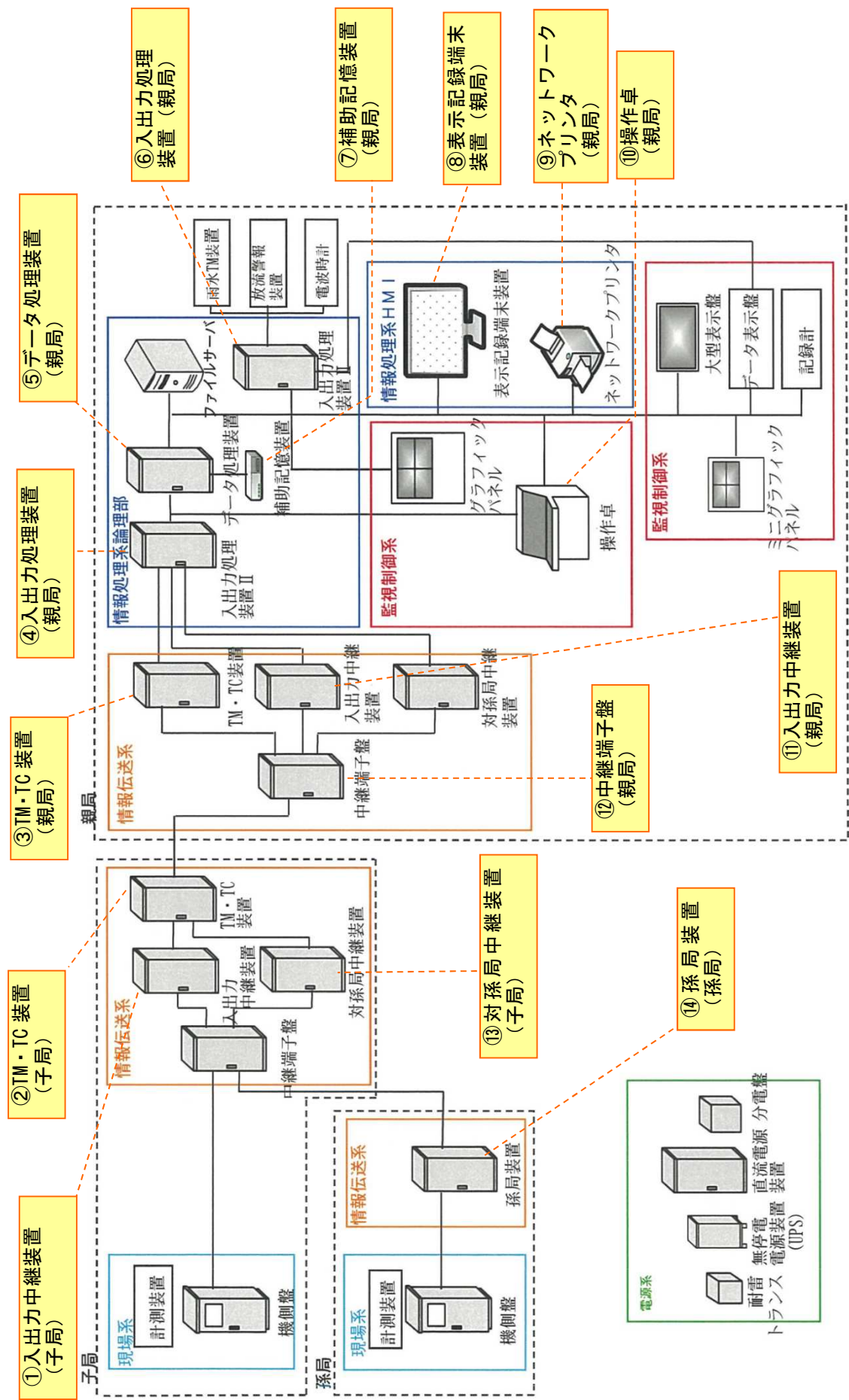


カラーレーザープリンタ



TM・TC親局装置

図-11.1.4 中央管理所各装置の詳細 (例)



(参考:「農業水利施設の機能保全の手引き(水管理制御設備)」のシステム構成図を引用して再構成したもの)

図-11.1.5 基本的なシステム構成図

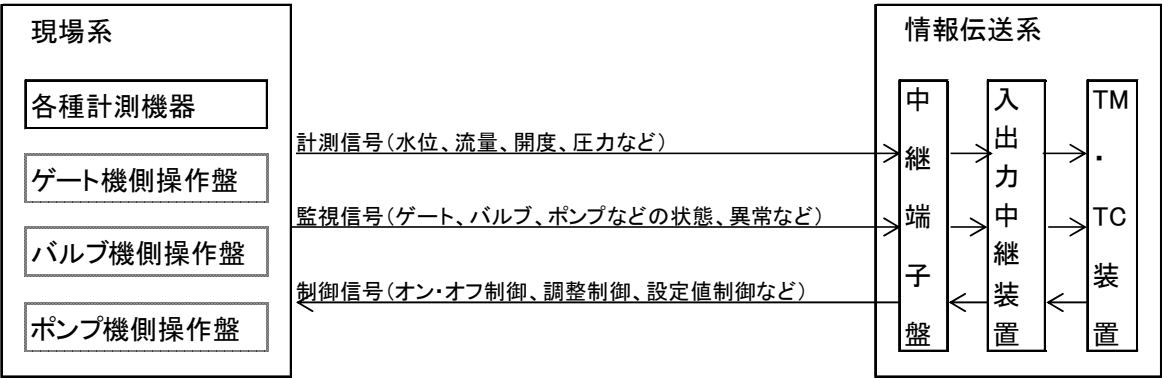
基本的なシステム構成の主な装置等の機能について下表に示す。

表-11.1.2 システム構成における主な装置・ユニットの機能一覧

番号	装置・ユニット名	装置・ユニットの機能
①	入出力中継装置 (子局)	子局で各種計測機器、機側盤などからの信号を TM 装置、TM・TC 装置のほか現場管理所の情報処理装置、グラフィックパネル、操作卓などへの信号レベルに変換・分配し、また、機側操作盤などへ渡す信号レベルに変換する。
②	TM・TC 装置 (子局)	頭首工、分土工などの用水路施設の水位、流量、ゲート(バルブ)開度などの計測データやゲート(バルブ)、ポンプの動作状況などを示す監視情報の伝送や親局の操作卓からゲート(バルブ)、ポンプの制御指令設定値データなどの制御指令を受けて子局施設の遠方制御を行う。
③	TM・TC 装置 (親局)	頭首工、分土工などに設置された TM・TC 子局装置から伝送される水位、流量、開度などの計測データや施設機器の動作状況などを示す監視情報を受信し、情報系処理装置、監視制御系装置へ受信データのインターフェイスを行うとともに、操作卓からの制御を TM・TC 子局装置に伝送し、子局の遠方操作を行う。
④	入出力処理装置 (親局)	データ処理装置と入出力中継装置・TM・TC 装置などとの間で計測・監視信号の常時入出力を主体に行う。
⑤	データ処理装置 (親局)	水管理についての各種のデータ編集、演算、記憶、表示記録、警報及び制御処理を行う。
⑥	入出力処理装置 (親局)	操作卓、監視盤(グラフィックパネルなど)、警報表示盤、水位・雨量テレメータ装置などとの間で間欠的な入出力を行う。
⑦	補助記憶装置 (親局)	データ処理装置の主記憶装置と対応し、外部メモリとしてデータやプログラムを保存する。
⑧	表示記録端末装置 (親局)	データ処理装置が処理したデータを表、図形、グラフなどにより表示する。また、時報、日報、月報を記録する。
⑨	ネットワークプリンタ (親局)	アナウンスメント、時報、日報、月報などの作成、画面コピーを行う。
⑩	操作卓 (親局)	水管理対象施設全体の概略状況を操作卓に取り付けられたミニグラフィックパネルなどで監視しながら、同時に操作・制御を行う。
⑪	入出力中継装置 (親局)	管理所周辺の計測機器やゲート機側盤など現場機器と情報処理系装置、監視制御装置との信号中継を行う。
⑫	中継端子盤 (親局)	中央管理所において外部との入出力信号を 1 箇所にとりまとめ、信号を接続装置ごとに分配する。中継端子盤は各種計測機器、機側盤など外部からの入力信号および現場管理所から機側など外部への出力信号を 1 箇所にとりまとめ、ケーブル工事および保守上の便を図る。
⑬	対孫局中継装置 (子局)	子局において孫局との直送信号入力を 1 箇所にとりまとめ、信号を TM 装置、TM・TC 装置およびその他現場系装置への信号レベルに変換・分配し、また孫局装置へ渡す信号レベルに変換する。
⑭	孫局装置 (孫局)	孫局で各種計測装置、機側盤などからの信号について中継端子盤を通して受け渡す。また、子局の対孫局中継装置と直送入出力信号の受け渡しが容易な信号レベルに変換する。

1) 情報伝送系

現場系と情報伝送系間の信号受け渡しのイメージを図-11.1.6に示す。



(出典：水管理制御方式技術指針（計画設計編）)

図-11.1.6 現場系～情報伝送系間の信号受け渡し

①TM・TC（親局、子局）装置

TM・TC 親局装置は、頭首工、分土工などに設置された TM・TC 子局装置から伝送される水位、流量、開度などの計測データや施設機器の動作状況などを示す監視情報を受信し、情報処理系装置、監視制御系装置へ受信データのインターフェース※を行うとともに、操作卓からの制御信号を TM・TC 子局装置に伝送し、遠方操作を行う。

※ソフトウェアやハードウェアの機能のうち、施設管理者の操作を受け付けたり、そのフィードバックを返したりする部分。



図-11.1.7 TM・TC 子局装置の主要構成装置等の例

②網制御装置（NCU）

網制御装置は、N T T加入電話回線を使用する場合、TM・TC 装置と回線を接続するための装置である。

複数の子局に対する自動発信・着信機能を有する親局に設置される装置（A A型）と、親局に対する自動あるいは手動発信及び自動着信機能を有する子局に設置される装置（M A型）がある。

③入出力中継装置

入出力中継装置は、現場の計測機器やゲート機側盤等と TM・TC 子局装置との信号中継を行う装置であり、雷サージ※対策機能と信号変換分配の機能を有する。なお、中央管理所内の計測機器や機側盤に関しては中央の情報処理系装置及び監視制御系装置との信号中継を司る。

※雷の影響により発生する過渡的な異常高電圧、その結果流れる過渡的な大電流のことをまとめている。

④中継端子盤

中継端子盤は各種計測機器、機側操作盤など外部からの入力信号及び現場管理所から機側など外部への出力信号を 1 箇所にとりまとめ、ケーブル工事及び保守上の便を図るために設置される。また、機器間の責任分界点を規定する機能も有する。

⑤データ転送装置

データ転送装置は、中央管理所とダムや他システムとの比較的容量の多い情報交換を行うための装置である。

2) 情報処理系（論理部及びHMI）

①データ処理装置及び補助記憶装置

水管理についての各種のデータ編集、演算、記憶、表示記録、警報及び制御処理を行うもので、各種施設のデータを取り込み、編集、演算等の処理を行う。又、データを補助記録装置に保存すると共に、必要な項目はプリンタ等により記録する。更に、処理したデータを操作卓、ミニグラフィックパネル、表示記録端末装置等に送って表示させ、水理・水文データの上下限異常、各機器の故障異常等を検出して警報処理を行う。

なお、データ処理装置には、現在主流であるFAパソコン※の一世代古い機種としてミニコンと呼ばれる制御用コンピューターが採用されていた時代があり、今なお一部稼働しているシステムが見受けられる。ミニコンは、製造メーカー特有のOSによって構築されており、ハードのみならずソフトの使用期限も既に限界を越えているので、診断時には注意が必要である。



データ処理装置（盤内）



入出力処理装置（外観）

図-11.1.8 データ処理装置、入出力処理装置（例）

※工場の自動化や無人化を図るために用いられるコンピュータ。過酷な設置環境に適用できるよう、通常のパソコンに比べ信頼性、稼働性、保守性を向上させる機能の付加、防振、防塵等の対策及び電源部が強化されている。

②入出力処理装置

入出力処理装置は、データ処理装置と周辺の装置とのデータのやり取りを行うものである。

入出力中継装置、TM・TC装置等との間で計測・監視信号の常時入出力を行う「入出力処理装置Ⅰ」と、操作卓、監視盤(グラフィックパネルなど)、警報表示盤、水位・雨量テレメータ装置などとの間で間欠的入出力を行う「入出力処理装置Ⅱ」がある。

これらは周辺装置との入出力を行う以外に、計測値スケール変換※、状態変化検出などの一次処理も担う。

※測定したままの値ではなく、測定値に対して変換式による計算を行ったのちの数値・単位で表示を行う機能

③表示記録端末装置及びプリンタ

表示記録端末装置は、データ処理装置が処理したデータを表、図形、グラフなどに表示する。また、プリンタは、データ処理装置で処理されたアナウンスメント、時報、日報、月報などを印字出力する。



表示記録端末装置



プリンタ（外観）

図-11.1.9 表示記録端末装置、プリンタ装置の設置例

3) 監視制御系

①監視盤

監視盤は主として中央管理所に設置され、対象地域全体のゲート、バルブ、ポンプ等の稼働状況や流量・水位等のデータを表示し、システムの状態を一括把握できるようにした装置である。水管理対象施設全体の概略状況を把握するためのマン・マシン・インタフェース※のひとつとして使用する。

データ処理装置の停止時のバックアップ用としても使用し、操作卓からの手動操作時でも全体把握ができるように考慮されている。

※機器とその利用者である人間との間の情報の相互伝達のための取り決め。

（＝ヒューマン・マシン・インタフェース（HMI:Human Machine Interface））



図-11.1.10 監視盤及び操作卓設置例

②操作卓

水管理対象施設全体の概略状況を監視盤などで監視しながら、同時に操作・制御を行うためのマン・マシン・インタフェースの一つ。表示記録端末装置の有無によって操作項目が変わってくるので、管理レベルに合わせて内容を検討されている。

操作卓はデータ処理装置のシステムダウン時にもバックアップ操作(手動操作)ができるように考慮されている。



監視操作卓（全体）



監視操作卓（操作部）

図-11.1.11 監視操作卓（入出力中継装置実装）例

③大型表示装置

表示記録端末装置のディスプレイとは別に、データを表示する大型のディスプレイ装置。プラズマ方式や液晶表示方式等があり、40～50 インチのサイズが多く使われる。操作室の壁面に固定される場合が多く、複数の監視員が一度に情報を共有するために用いられる。更に、監視カメラ (CCTV 装置) や TV チューナなどの映像を切替え表示する事もできる。

④警報表示盤

設備およびシステムの異常、機器の状態を集約して、宿直室等に通報するもので、合わせて主要データの表示も行う。

⑤CCTV 装置

ダム、頭首工等の運用操作上の安全性と確実性を図るため映像監視を行う装置で、カメラ、モニタテレビ、それらの制御装置及び信号を伝送するケーブル等で構成され、伝送画像によって「静止画」と「動画」に区分される。

4) 現場系

①計測装置

計測装置は、水位・流量など水理水文情報を量的に計り取る装置全般を示す。水管理制御設備においては、水位計、流量計、雨量計、圧力計、開度計等が一般に良く使われる。



水位計（電波式）



水位計（フロート式）



雨量計（屋根設置）



雨量計（柱上設置）



雨量計（地上設置）

雨量計（転倒ます式）

図-11.1.12 現場計測装置の例

②設定値制御装置

開度、流量、水位などの制御目標値を指定された設定値に一致するようにゲート・バルブ・ポンプなどを自動的に制御する現場マイナーループ制御装置※。

※目標値を設定値で与え、水位、流量等の制御量を実測し、目標値との偏差により操作量を与える。

5) 伝送回線系

伝送回線は情報を伝送するための伝送路であり、水管理制御設備では通常情報伝送系の TM・TC 親局装置と TM・TC 子局装置の間に位置し、親局—子局間の情報の伝送を担う。

伝送回線としては、情報伝送系から送られた信号を定められた送信先の情報伝送系に、必要な伝送速度で、遅延なく、確実に、且つ安定して伝送する機能が求められる。

なお、施設管理者として管理対象となるのは有線方式のメタリックケーブルと光ケーブルとなる。それ以外の有線方式の回線と無線方式の携帯電話は、一部の配線や付属品等を除き NTT 等の回線業者側の管理となるのが通常である。

伝送回線には図-11.1.13 に示すような種類がある。

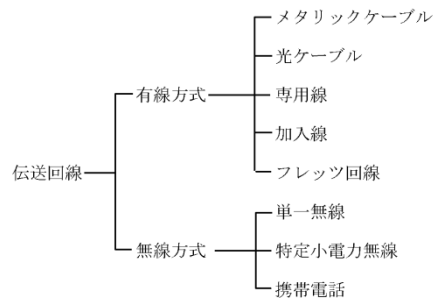


図-11.1.13 伝送回線の種類

6) 電源系

①無停電電源装置（UPS）

商用電源のもつ各種の外乱（瞬時停電、電圧変動、周波数変動、波形歪、高周波ノイズ等）を吸収して停電しない電源を供給するもので、UPS と呼ばれ、整流器、蓄電池、インバータ※などから構成される。定格容量により UPS とミニ UPS に分けられ、水管理制御システムでは一般にミニ UPS（定格容量 5kVA 以下）が用いられる。

※直流から交流へ電力変換する装置

②直流電源装置

受配電機器の操作及び保護監視用の電源として設置されるが、これを利用して計装設備、監視盤設備、TM・TC 装置、無線機、放流警報装置などの無停電化を図る。

③耐雷トランス

誘導雷による低圧商用電源側からの雷サージを防止するための機器。トランスと避雷器から構成され、低圧商用電源に直列に挿入されている。

なお、水管理制御設備の TM・TC 盤に設置されている避雷器の例を下記に示す。



図-11.1.14 TM・TC 子局装置内の避雷器の例

11.1.2 水管理制御設備の機能と性能

水管理制御設備の基本機能は、対象施設の遠方監視機能、対象機器の遠方制御機能及び帳票などの記録機能であるが、水管理制御設備の性能は、これらの機能を発揮する能力であり、設備に要求される性能を満足するよう機能保全に努める必要がある。

【解説】

(1) 水管理制御設備の性能管理

水管理制御設備の性能管理を、水管理制御設備の機能を脅かす劣化状況を把握し、機能を維持する為の保全計画を策定する行為と定義づける。このためには、設備の導入目的（用水の有効利用、施設の災害防止など）や設備が果たすべき機能を十分に理解した上で、日常点検や機能診断調査等を実施する必要がある。

水管理制御設備の機能としては、対象施設の遠方監視機能、対象機器の遠方制御機能及び帳票などの記録機能が基本であるが、性能管理を実施するに際しては、設備全体が有すべき基本機能と共に、系毎の機能にも着目し、個々の性能管理を行うものとする。

系毎に装備する機能を表-11.1.3 に示す。

表-11.1.3 系毎に具備する装備機能

系(サブシステム)	主な機能
情報伝送系（TM・TC 装置など）	・ 遠方監視（TM）機能 ・ 遠方制御（TC）機能
情報処理系論理部 （データ処理装置など）	・ データ収集、編集機能、演算処理機能
情報処理系 HMI （表示記録端末装置など）	・ ディスプレイ表示機能、操作信号入出力機能 ・ 帳票印字記録機能
監視制御系（操作卓など）	・ データ表示機能（状態・故障表示、計測値表示） ・ 操作信号入力機能
現場系（計測装置など）	・ 計測機能、状態監視機能
伝送回線系（自営線など）	・ 信号伝送機能
電源系（UPS など）	・ 電源供給及び安定化機能

（参考：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」を引用して再構成したものである）

(2) 本来的機能と社会的機能

水管理制御設備が具備する本来的機能（基本機能）を実現するためには、その機能を発揮する能力である運用管理性や設備信頼性、修復性、耐久性、拡張性などの性能を確保する必要がある。

また、本来的機能以外に社会的機能があり、この機能を十分に発揮させるためには経済性、環境性、安全性などの性能に着目する必要がある。水管理制御設備の機能と性能及び性能指標の例を表-11.1.4 に示す。

機能診断調査では、本来的機能に関する性能の確認を行うことが主となるが、性能管理においては本来的機能のみではなく社会的機能も考慮して設備全体で適切な要求性能を把握し管理していく必要がある。

表-11.1.4 水管理制御設備の機能・性能と性能指標の例

機能・性能		性能の内容	性能指標の例
1) 本来的機能 ・遠方監視機能 ・遠方制御機 ・記録機能		事業目的や水管理制御設備の設置目的などの本来目的を達成するため、必須となる固有機能（水管理制御設備に直接求める役割）	
	運用管理性	施設運用管理時において管理対象施設を的確容易に監視・制御・記録できる性能	監視表示性、操作性、制御性、記録性
	設備信頼性	安定して稼働できる性能、一部機能の停止が全体機能に著しく影響を与えない性能	長期使用安定性、機能劣化の波及性
	修復性	災害や経年劣化による機器・部材等の損傷・故障時において、容易に修復できる性能	修復容易性、損傷・故障時対応性、保守対応年数
	耐久性	ユニット・部品等の経年劣化や高頻度の使用に対する耐久性能（耐疲労性、耐劣化性、耐腐食性）	耐疲労性、耐劣化性、耐腐食性、耐温度性、耐振動性、耐ノイズ性
	拡張性	監視制御内容などの軽微な変更にも対応できる性能	部分変更性、ユニット等の互換性・接続性
2) 社会的機能		本来的機能以外の機能で、社会的要求に対し、適切に貢献する機能	
	経済性	建設費・維持管理費等ライフサイクルコストを低減できる性能	建設費・維持管理費
	環境性	環境負荷（消費電力）を低減できる性能	環境負荷
	維持管理性	誤操作の防止、電氣的絶縁性、操作・点検時の安全性等を確保できる性能	誤操作の防止性、電氣的絶縁性、操作・点検時の危険性

（参考：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」を引用して再構成したものである）

【用語の定義】

機 能：施設の設置目的又は要求に応じて、施設が果たすべき役割、働きのこと。

性 能：施設が果たす役割（施設の機能）を遂行する能力のこと。

(3) 水管理制御設備の劣化と故障

故障の発生状況は、使用時間の経過と共に初期故障、偶発故障、摩耗故障の順に進んでいくのが一般的である。（この故障率曲線をバスタブ(Bath-tub)カーブと呼ぶ。図-11.1.15）。機器等の性能低下は、製造された時点から種々の要因によって徐々に進行し、設計上の許容範囲を越えたときに故障として現れるが、通常このような劣化による性能低下は摩耗故障期に現れる。使用時間と故障率及び信頼度との関係を図-11.1.16に示す。

これを出来るだけ防ぐためには、日常や定期的に適切な点検や整備を行い、必要に応じて機器の状態に応じた延命対策や更新計画をたて、設備・機器を常に最良な状態に維持していくことが重要である。

なお、屋外の子局や孫局などの現場のTMやTC装置で、情報伝送路にメタリックケーブルを使用している場合などは、誘導雷による異常電圧の侵入を受ける機会が多く、雷害対策をし

ていても、これに起因する故障が生じることがある。雷害対策については、十分な検討が必要となる。

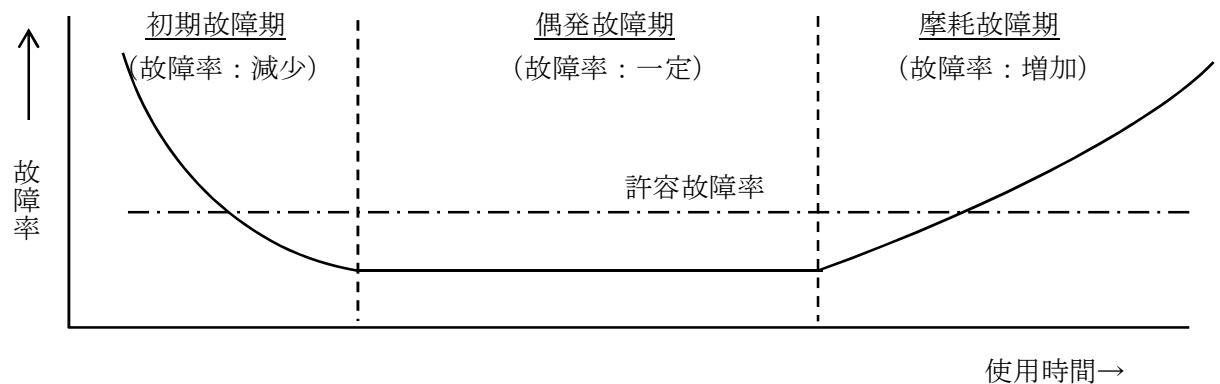


図-11.1.15 使用時間と発生する故障の関係

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」）

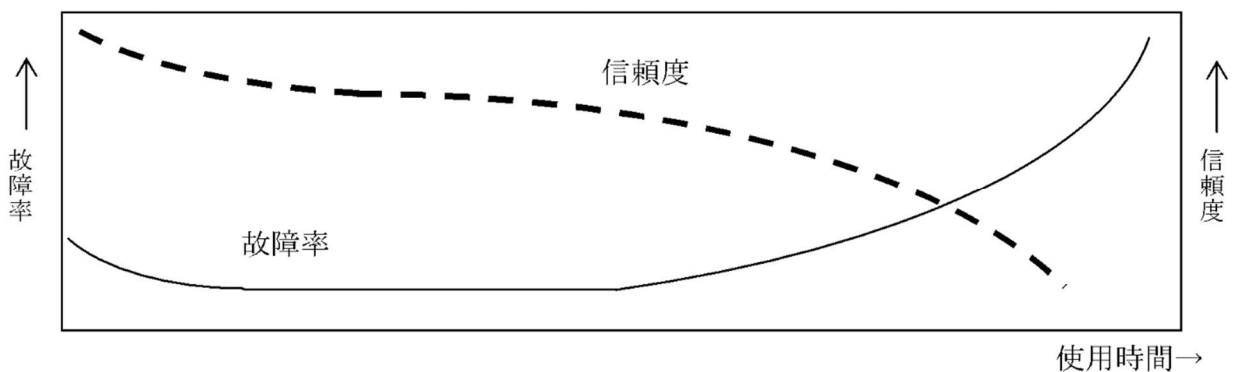


図-11.1.16 使用時間と故障率、信頼度の関係

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」）

(4) 水管理制御設備の劣化要因と現象

水管理制御設備で使用される機器の劣化要因には、電氣的、機械的、化学的、熱的、環境的の要因がある。これらの劣化は複合的な要因によることが比較的多く、単独要因による劣化形態は少ないのが現実である。

劣化要因別の代表的劣化現象を次に示す。

1) 電氣的要因

- ①部分放電に伴う絶縁劣化
- ②開閉サージ、雷サージ等の異常電圧による絶縁劣化
- ③局所的電界部での部分破壊による絶縁劣化

2) 機械的要因

①回転部、摺動部、接触部の摩耗

- ・ ディスク装置…………… ディスクの読み込み、書き込みミスの増加
- ・ プリンタ・ハードコピー装置…………… 紙送りミス、紙つまりの増加
- ・ 旋回装置…………… 回転時のガタによる動作異常
- ・ スイッチ類…………… 接点表面の磨耗による動作異常
- ・ 冷却ファン…………… ベアリング等の磨耗による動作異常

②機械的衝突、機械的負荷の繰り返しによる疲労（亀裂、破損）

- ・ ドットインパクトプリンタ…………… ハンマピンの折損

3) 化学的要因

①内部材質の化学変化による劣化

- ・ C R T …………… 蛍光物質の劣化等による解像度の低下及びカソードエミッション（電子放出量）減少による輝度低下
- ・ 各種半導体…………… 特性劣化による回路の異常
- ・ 蓄電池…………… 化学反応による容量低下
- ・ 電解コンデンサ…………… 電解液の蒸発に起因し容量低下による回路の異常

4) 熱的要因

①発熱による絶縁物の劣化

②発熱による変形、ひずみ

③過大電流、電流開閉時のアーク放電による局部的熔融、溶着

5) 環境要因

①日光（紫外線）、酸素（オゾン）による劣化

- ・ ケーブル…………… 外皮の劣化

②湿気等による絶縁劣化

- ・ ケーブル…………… 水トリー※¹による絶縁劣化
- ・ プリント基板…………… マイグレーション※²による絶縁劣化

※¹ 配線ケーブルの外被絶縁層内に微量の水分や異物が侵入し、絶縁が劣化して絶縁破壊に至る現象。

※² 湿度の高い環境にプリント基盤が長時間放置された場合、電極間をイオン化した金属が移動し、短絡が発生する現象。

6) その他要因

注意して点検する必要がある。

①ネズミ等による損傷、蛇の盤内侵入によるショート



TC・TM子局装置の内部状況

ケーブルの損傷、盤内閉塞状況を確認

- ・ネズミ等によるケーブル等への損傷の状況確認
- ・盤内への小動物等の侵入を防止するために、開口部が閉塞されているか確認する。

局舎内部の状況確認

局舎の損傷による雨水や湿度により子局装置等に影響を与えるので局舎状況（環境条件）を確認する。



局舎内部の状況

局舎ケーブル引込部の状況確認

局舎外壁の蔦等を除草するときにケーブルを切断する危険性があるため、ケーブルの保護管の状況を確認する。



局舎ケーブル引込部状況

架空線の状況確認

架空線が樹木の枝等により切断する懸念があるため、架空線付近の状況を確認する。



架空線の状況

図-11. 1. 17 現地調査時の状況確認事例

11.2 機能診断調査

11.2.1 基本事項

機能診断調査は、事前調査、現地踏査及び現地調査によって水管理制御設備の性能レベル（健全度）を把握する目的で実施する。機能診断で実施する調査内容や手法の選定にあたっては、構成する機器ごとの特性を踏まえ、調査の目的を明確にした上で、その目的に対応した最適な手段を選択する必要がある。

【解説】

(1) 機能診断調査の基本的な考え方

機能保全では、設備が適正な性能レベルで管理されているかを判断し、性能レベルの低下がみられる場合はレベルの低下に応じた機能保全計画（点検・整備計画を含む）を立案する流れとなる。このうち、性能レベル（健全度）を把握する目的として機能診断調査を実施する。施設管理者が行う点検では要求性能を満たしているか否かを判定するのに対し、機能診断では、どの程度要求性能を満たしているか、あるいはどの程度性能が低下しているかを判定する。

なお、調査を行う際は、調査の結果により判定できる事実がもたらすコストの縮減やリスクの回避といった価値と、調査に要する費用等が見合うものであるか、などの視点での検討も必要である。そのため、事前調査で健全度が判定できる場合（例えば設置後、数年程度の経過で日常管理でも異常がない設備や、適正な点検整備により履歴管理がなされており、健全度が明らかに高い（S-5、S-4）と判断できる場合）は現地調査を省略してもよい。

また、機能診断調査に係る情報は、一元化を図りデータベースとして蓄積するとともに、調査にあたっては、これらを施設の状態を把握するための基礎情報として活用する。

定量的な情報は、過年度との比較ができるトレンドグラフなどで整理し、傾向管理に役立てる。

(2) 機能診断調査の手順

水管理制御設備の機能診断調査を行う時期は、設備の供用中で、機器等の劣化による故障等障害が増えて機能や性能に問題が生じる時、又は機能や性能に問題が生じていなくても設備の供用開始後5年経過した時を目安に行う。

機能診断調査は、効率的に施設を把握する観点から以下の3段階を基本とし、水管理制御設備の構成要素毎の主要な劣化及び劣化特性を踏まえて、合理的に調査を実施する。

- ①-1 資料収集や施設管理者からの聞き取りによる **事前調査**
- ①-2 設備の概況把握、仮設の必要性確認、現場の制約事項の確認等を行う **現地踏査**
- ①-3 目視、計測等により定性的・定量的な調査を行う **現地調査（概略診断調査・詳細診断調査）**

1) 事前調査

事前調査は、現地調査の実施方法の検討を目的とし、農業水利ストック情報のデータベース（以下、「ストックDB」という。）の参照、設計図書、点検整備記録、管理・故障・補修履歴等の文献調査、施設管理者からの聞き取り調査等により、機能診断調査のための基本的情報を収集する。

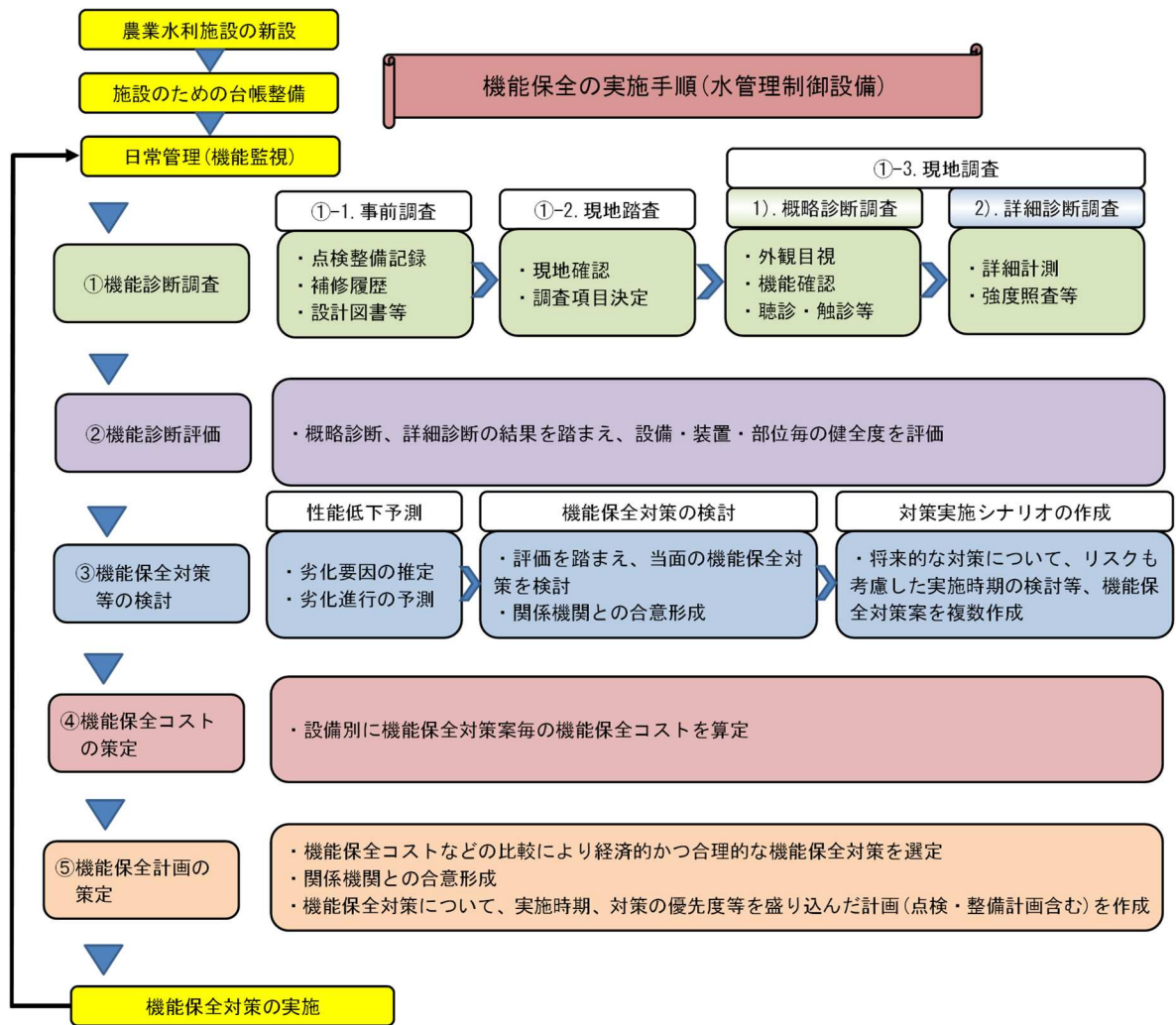
2) 現地踏査

現地踏査は、技術的知見を持つ技術者が目視により対象施設を調査することで、劣化箇所の位置、劣化の内容や程度、水位計・流量計等の不可視部分、現地調査に伴う仮設等の必要性などを概略把握し、現地調査を効果的かつ効率的に行うための実施方法や調査範囲を具体的に検討することを目的とする。

なお、事前調査で設備状態が把握可能な場合には、現地踏査を省略しても良い。

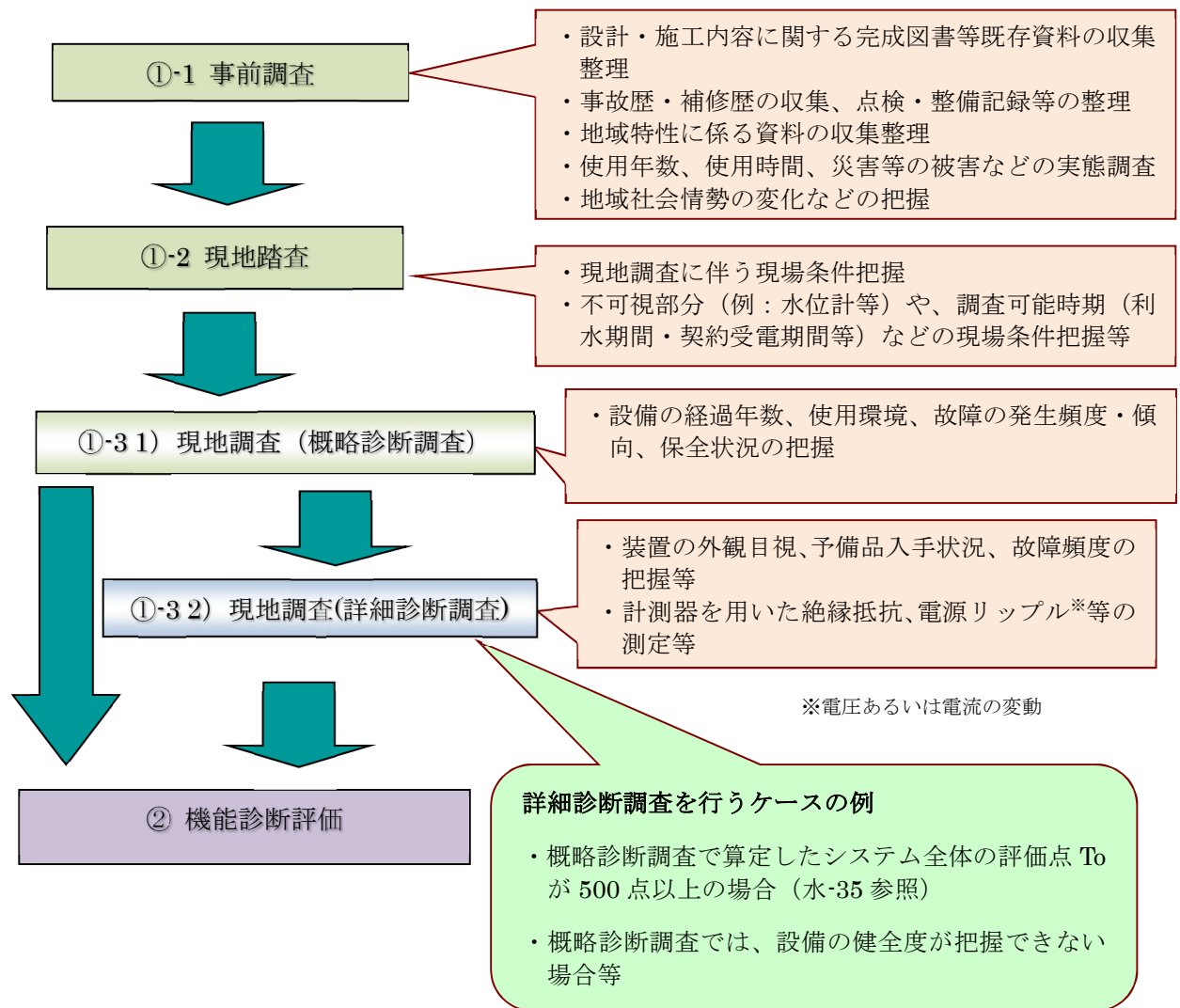
3) 現地調査

現地調査は、事前調査の結果から、設備の重要度や経済性を踏まえて効率的な調査計画を検討し、現地において定性的・定量的な調査や診断を実施する。診断は、設備の経過年数（使用期間）、使用環境（屋内外、空調設備の有無等）、故障の発生頻度・傾向、保全状況（点検整備の状況）等の現況を「調査区分による評価点表（水-33～34 参照）」により定量的に評価し、設備の劣化状況を推定する概略診断調査を行い、装置の劣化状況の外観目視や計測を行う詳細診断調査を必要に応じて実施する。



(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」)

図-11.2.1 機能保全の実施手順



（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」）

図-11.2.2 機能診断調査の手順

【留意点】現地調査の実施に当たっての留意事項

●現地調査を実施する際の留意点

現地調査（概略診断調査・詳細診断調査）を行う場合は、完成図書や点検・整備記録や機能診断結果及び今後の点検・整備予定等を確認し、施設管理者から意見要望等を含めた問診調査を行う必要がある。

●現地調査計画を立案に際しての留意点

現地調査は、目視、触診等の五感による判断や、水管理制御設備による制御対象施設の動作や状態の確認並びに各種計測等多岐にわたる調査となる。特に設備の運用期間中の地区においては様々な制約があるため、施設管理者と施設運用時期、受電期間等並びに調査項目に応じた調査期間等を調整する必要がある。



11.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）

事前調査では、設備の状況や問題点等を把握するために、関係機関から事前に既存資料収集や聞き取り調査等を行う。これにより、現地での機能診断調査項目を決定し、健全度評価や劣化対策等に必要となる情報を収集・整理する。

【解説】

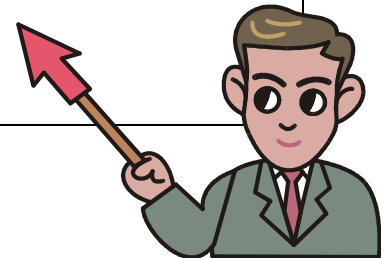
(1) 既存資料の収集・整理

事前調査で収集することが望ましい資料及び主な調査内容を表-11.2.1 に示す。また、ストックDBを活用し、施設基礎情報や補修等履歴、既往の機能診断結果を参考にする。

施設管理者（土地改良区等の担当者）への聞き取りにあたっては、対象設備毎に日常点検票を準備し、意識調査表の調査項目に従って、設備の現況を把握する。また、現地踏査及び現地調査の実施方法や日程等についても施設管理者から確認する。

表-11.2.1 事前調査で収集する既存資料

情報の種類			参考資料
施設諸元	事業の目的・経緯		工事誌・事業誌
			事業情報（ストック DB を確認）
	施設量の把握		設計書・工事完成図書
			施設管理台帳
			土地改良区管内図
			土地改良区パンフレット
			施設基本情報（ストック DB を確認）
施設の補修・整備履歴		土地改良施設維持管理適正化事業記録	
		基幹水利施設管理事業記録	
		災害復旧事業記録	
		補修等履歴情報（ストック DB を確認）	
施設の運転・管理情報		日常・定期・臨時点検表	
		運転・維持管理情報（ストック DB を確認）	
施設の機能診断結果		既往の機能診断報告書	
		機能診断情報（ストック DB を確認）	
その他	地域特性	塩害の可能性	地形図



1) 設計、施工内容に関する**既存資料**の収集整理

設計、施工内容に関する調査では、施設管理者が管理・保存を行っている水管理制御設備の設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（詳細図、施工管理記録、取扱説明書等）、施工方法、使用材料、施工年月及び事業誌、工事誌、用地関係の必要最小限の資料を収集するとともに、必要に応じて、設備の設計者、施工者に対して聞き取り調査を行う。

また、施設管理者が管理・記録・保存を行っている、設置後の運転記録（運転時間や計測機器の指示値及び故障データ含む）や今日まで設備に対して実施してきた機器・部品等の交換及び補修等の状況を把握できる「故障履歴情報」「補修・整備履歴情報」「運転操作記録」「点検・整備時の計測記録情報」等を収集するものとし、施設管理者からこれらの**情報**の聞き取りを行い整理するものとする。



主な調査項目は次のとおりである。

① システムの名称、所在地、設計者及び施工者

この項目は調査対象の基本事項であり、必要に応じて設計者や施工者への聞き取り調査を行う。

② 完成年月

設計図書、完成図書などから完成年月（完成時期）を調査する。劣化現象は経年的に進行することから、完成後の経過時間を把握することにより、劣化現象の原因の把握、今後の予測などを行う基礎的資料となる。

また、施工当時の各種基準、材料特性などを把握することができ、それにより劣化要因を推定することが可能となる場合もある。

③ 設計内容

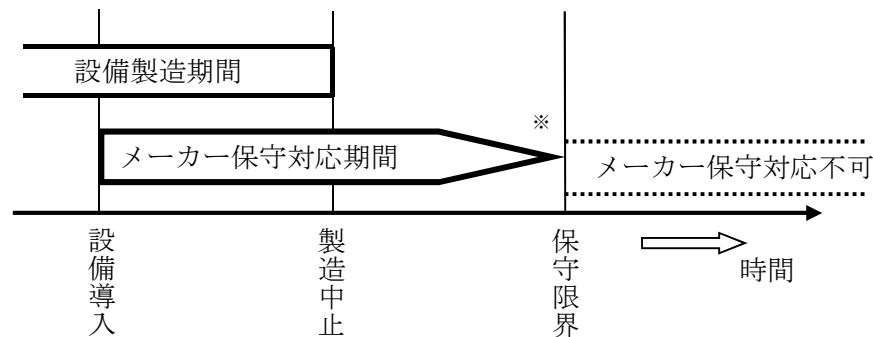
設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（詳細図、施工管理記録、取扱説明書等）から、構造物の用途・規模・構造等、当初の設計条件、荷重条件、地盤条件、部材条件等を調査し、設計内容の妥当性の確認を行うとともに、当初と現在の設計基準・規格内容を比較し、必要に応じて現在の設計基準により安全性の確認を行う。また、現地踏査及び現地調査結果と比較することにより、設計条件との違いを明らかにし、それにより劣化要因を想定することが可能となる。

④運転履歴・維持管理内容

施設機械設備の劣化は設備の運転時間、維持管理内容やその頻度に大きく影響されるため、運転記録や維持管理内容・頻度、保守整備費等の情報を収集する。

⑤メーカー保守限界

システムで構成されている各装置のうち、F Aパソコンやディスプレイ、T M・T C装置などの装置は、一定年数を経過後製造中止となり、交換部品は在庫が終了次第入手できなくなる。また、メーカーの保守対応期間が終了した後は修理やオーバーホール等のメーカー保守が受けられない。そのため、製造メーカーの部品供給体制や保守期限、代替品の有無等の情報を既設製造メーカーより収集する。これらの情報は同一製品の製造期間や保守対応期間も短く、寿命面では「経年劣化よりも保守限界が寿命を左右する。」という水管理制御設備の特徴があるため、保全計画の立案においては「保守対応期間」がシステム寿命の重要な要素となる。メーカー保守対応期間とメーカー保守限界の関係図を図-11.2.3に示す。



※メーカー保守対応期間（保守限界）は、予備品を確保することにより延長できる場合がある。（メーカーとの個別打合せが必要）

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」）

図-11.2.3 メーカー保守対応期間と保守限界

2) 事故履歴・補修履歴の収集整理

設備を良好な状態に維持し、適切な整備・補修方法を選定するためには、設備の点検・保守、整備・修理、故障・修理履歴を所定の様式により記録し、設備の機能・性能がどのような状態にあるかを絶えず把握しておく「履歴管理」が重要である。

点検・整備・故障の履歴は、設備の機能状態、劣化状態等を**定量的に把握**するための基礎資料として可能な限り詳細に記録しておくことが必要である。これら**整備の実態や整備履歴**を調査することで機能や性能の劣化兆候をいち早く発見するのにも有効利用できるためこれらの情報を収集する。特に写真データは経年劣化の推移を把握する有効な手段である。

履歴管理に必要な項目と内容については表-11.2.2に示す。

装置等のユニットや部品ごとに故障の程度に応じて、その発生頻度の推移を把握することにより装置等の状況変化が確認でき、このことによって異常の兆候や装置等の劣化予測（交換時期）に有効となる。

表-11.2.2 履歴管理に必要な項目と内容

項 目	内 容
点検・保守記録	日常、定期、臨時点検結果、外部委託の場合に要した費用
整備・修理記録	整備・修理内容、整備・修理年月日、修理交換部品等名称、整備・修理に要した費用
故障・修理記録	故障部位、故障内容、故障原因、故障発生年月日、修理処置内容、交換部品等名称、修理年月日、修理に要した費用

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「水管理制御設備」)

3) 地域特性に係る資料の収集整理

塩害、雷害、塵芥等により劣化を促進させる地域特性が存在する場合は、これらを把握しておく必要がある。

実際に運用管理している担当者でないと正常状態との比較状況はわからないので、これらの情報を聞き取ることが重要である。

4) 施設管理者に対する問診事項及び取りまとめ方法

施設管理者に対する問診事項としては、設備のどの部分に、どのような劣化や異常が発生しているかを基本とするが、可能な限り劣化の程度や水管理制御・保守上の課題や改善点、維持補修費用、操作の実態等まで確認することが必要である。

水管理制御設備は広範囲な施設が対象となることから、河川流況や取水期間等により対策範囲や期間に制約を受けることが多いため、現地調査時に断水調査等を想定している場合は、通水期間、断水可能期間（時間）などを施設管理者からの聞き取りにより把握しておく。

前述の1)及び2)により既存資料を収集したものは事前調査表として整理して取りまとめ、概略診断調査表や詳細診断調査表の評価に利用する。記載例を表-11.2.3～表-11.2.4に示す。

水管理制御設備は設置後十数年経過している場合、管理設備を取り巻く周辺環境も大きく変わっていることが多い。流砂や流木及び塵芥物の流下物や水質の変化、設備の管理体制や操作対応の変化等も、「機能保全計画書」作成時の対策工法等の決定に重要な要素となるため、事前調査において把握する必要がある。

また、施設管理者の設備に対する意向や問題意識等を聞き取りにより、「意識調査表」を作成し、概略診断調査表や詳細診断調査表の評価に利用する。記載例を表-11.2.5、表-11.2.6に示す。

なお、意識調査表は機能診断調査項目の選定とともに、健全度評価や保全対策に反映することから、今後はこの情報をストックDBにストックすることが望まれる。

5) 予備品・修理品の保有状況等の整理

各系を構成する装置の機器の予備品・修理品は、故障に備えて常に一定数保有し、その保有状況（ストックされているか、修理中であるか等）を管理しておく必要がある。

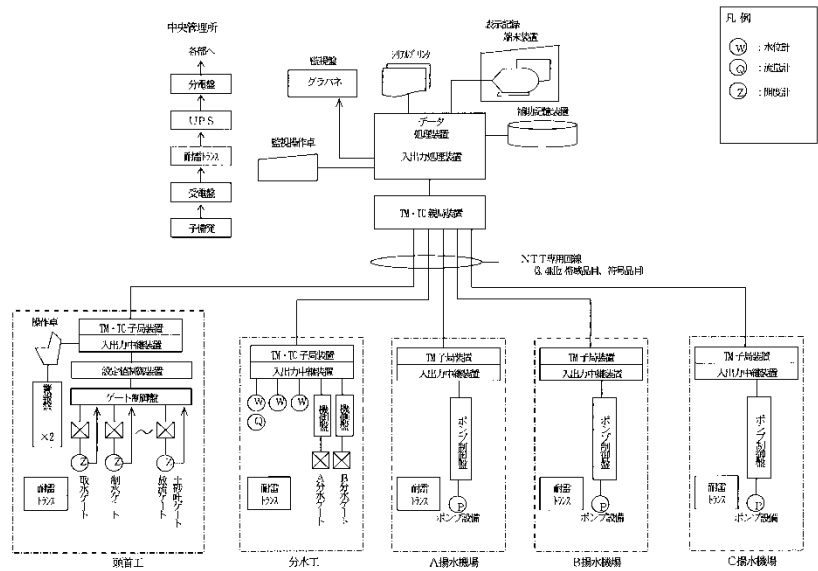
特に、製造中止製品がある場合などは代替品の有無や予備品の在庫状況により製品の修理交換ができなくなる恐れがあるため重要な情報となる。この「事前調査表（予備品・修理品）」は概略診断調査表や詳細診断調査表の評価に利用する。管理様式例を表-11.2.7に示す。

表-11.2.3 水管理制御設備の事前調査表（設備概要） 記載例

項 目	内 容
1. 地区の概要	
事業名	国営〇〇農業水利事業
地区名	〇〇平野地区
水管理制御設備名称	〇〇〇水管理システム
設置場所	〇〇市△△町字〇〇地先
管理者名	〇〇改良区
施工業者名	〇〇電機(株)
施工費用	〇△千円
設置年月日(供用年月日)	平成 年 月 日(供用：平成 年 月 日)
設備概要	①中央管理所： 1箇所 ②頭首工： 1箇所 ③用水機場： 3箇所 ④分木工： 1箇所

収集した既存資料等により整理、記載する。

システム全体図



システム設置状況写真



中央管理所



TM・TC子局装置

表-11.2.4 水管理制御設備の事前調査表（各系概要）

記載例

項 目	内 容				
1. 系の概要					
系 名	情報伝送系				
施工業者名	〇〇電気(株)				
施 工 費 用	〇△千円				
設置年月日(供用年月日)	平成 年 月 日(供用：平成 年 月 日)				
2. 装置構成					
①TM・TC装置	親局 1	TM子局 2	TM・TC子局 5		
②無線装置	8				
③入出力中継装置	1				
④中継端子盤	1				
3. 点検実績					
実施年月日	対象機器	点検整備内容	実施者(業者名等)	費用(千円)	
H 2 2 . 1 1 . 1 5	無線機	定期点検	〇〇電気(株)	〇〇〇	
H 2 2 . 1 1 . 2 0	子局設備	定期点検	〇〇電気(株)	〇〇〇	
H 2 2 . 1 1 . 2 5	親局設備	定期点検	〇〇電気(株)	〇〇〇	
4. 整備実績(機器及び部品等の修理及び交換)					
交換年月日	交換機器・部材名	規格・材質・メーカー	交換理由	数 量	
H 2 3 . 5 . 1 2	避雷器	(株)〇〇電子	落雷	3 個	
H 2 3 . 9 . 1 5	電源ユニット	〇〇電気(株)	出力不良	1 台	
5. 故障・不具合の記録					
発生年月日	故障内容	故障前の兆候	作業内容	取替部品内訳	費用(千円)
H 2 3 . 8 . 5	データ欠測	断続的にデータが欠測	モデム交換	モデム	〇〇〇
6. 事故記録					
発生年月日	原 因	内 容	対応措置方法		
H 2 3 . 8 . 5	落雷	誘導雷による水位計破損	水位計の交換		
7. 管理・操作体制状況					
管理人員 5名					
8. その他特記事項					

収集した既存資料等により
系ごとに整理、記載する。