

土 木 研 究 所 資 料

排水機場自動化設計要領（案）

平成8年1月

建設省土木研究所
材料施工部機械研究室

Copyright ©(1996) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複製は、土木研究所長による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

排水機場自動化設計要領(案)

機械研究室	室 長	吉 田 正	
	前 室 長	杉 山 篤	1)
	主任研究員	石 松 豊	
	前 研 究 員	宮 武 一 郎	2)
	前 研 究 員	山 中 勇 樹	3)
	前 研 究 員	大 城 智	4)
		服 部 達 也	

要旨

近年、河川周辺への人口集中・資産集中あるいは都市化の進展などの治水環境の変化にともない、出水時間の短縮化の傾向が顕著になってきており、迅速かつ的確な対応が求められている。また、排水ポンプ設備の運転操作は、年間を通じてその運転管理時間が短いため、運転・管理業務に対して精通が難しい傾向にあり、さらに、高齢化など熟練労働者不足への対応が求められている。従って、排水機場を自動化し、操作遅れの解消・運転管理の省人化を図ることが緊急の課題になっている。

本要領（案）は、揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説に準拠するものであり、自動運転を実施する排水機場において自動運転システム導入の計画・設計・維持管理を行うにあたり、必要な技術事項を取りまとめている。

キーワード : 排水機場、自動運転、ポンプ設備、排水ポンプ
自動化、簡素化、省人化、安全対策、信頼性

-
- 1)現 水資源開発公団機械課長
 - 2)現 四国地方建設局機械課整備係長
 - 3)現 関東地方建設局大宮国道工事事務所大宮出張所機械係長
 - 4)現 関東地方建設局宇都宮国道工事事務所国分寺出張所機械係長

まえがき

排水機場は、国民の生命、財産を保護する重要な使命を担っており、運転時の高い信頼性ととともに、機器の保守や維持管理をも含めた総合的な性能が重用視されている。

近年、河川周辺への人口集中、資産集中あるいは都市化の進展などの治水環境の変化にともない、出水時間の短縮化の傾向が顕著になり、排水運転でも益々迅速かつ的確な運転操作が必要になってきている。排水ポンプ設備の運転操作は、運転操作員に負うところが多い一方で、年間を通じてその運転時間が短く、運転員が非常駐である場合が多いため、運転・管理業務に対して精通が難しい傾向にあり、また、高齢化など熟練者不足が深刻化している。こうした課題に対応するため、操作遅れの解消や運転管理の省人化等を目的に、排水ポンプ施設の諸機能の信頼性向上や操作方法の簡素化と合わせて自動化の必要性が高まっている。

そこで、平成 4 年度から排水機場の自動化に関する調査を行い、自動化のコンセプトやシステム等を検討しながら「排水機場自動化設計要領(案)」をとりまとめてきた。

本要領(案)は、揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説に準拠するものであり、自動運転を実施する排水機場において自動運転システム導入の計画・設計・維持管理を行うに当たり、必要な技術事項をまとめたものである。

おわりに、この設計要領(案)の作成に参加された多くの委員や幹事の方々の努力に対し心から誠意を申し上げます。

排水機場自動化設計要領(案)

目次

第 1 章	総則	1
1.1	一般（目的、適用、用語の定義等）	1
1.2	管理体制	7
1.3	基本方針	8
第 2 章	設計総論	13
2.1	設計の基本条件	13
2.2	自動運転システムのグレード	19
第 3 章	設計各論	23
3.1	主ポンプ設備	23
3.2	主原動機	30
3.3	動力伝達装置	32
3.4	系統機器設備	33
3.5	運転操作方式	36
3.6	監視操作制御設備	53
3.7	計装設備	68
3.8	伝送設備	70
3.9	除塵機設備	75
3.10	付帯設備	76
3.11	電源設備	77
3.12	ポンプ室	78
3.13	制御室	79
3.14	安全対策	81
第 4 章	維持管理	91
4.1	基本方針	91
4.2	点検	92
4.3	整備	95
参考資料		99

第 1 章 総 則

- 1. 1 一 般
- 1. 2 管理体制
- 1. 3 基本方針

第1章 総 則

1. 1 一 般

1. 1. 1 目的

この要領（案）は、自動運転システムを導入する排水ポンプ設備の設計・維持管理に必要な技術事項を定めることにより、当該設備の機能確保と信頼性の向上を図ることを目的とする。

〔解説〕

1. この要領（案）は、自動運転を実施する排水機場において自動運転システム導入の設計・維持管理を行うにあたり、新技術・新素材の開発成果を踏まえ現在における平均的な技術水準を基にして、必要な技術事項を取りまとめたものである。
2. この要領（案）における「自動運転システム」とは、水位信号等によって、排水運転の条件により設備機器があらかじめ設定された状態に自動的に追従して運転するシステムで、排水運転の信頼性の向上や運転管理の省人化等を図るものである。

1. 1. 2 適用範囲

この要領（案）は、河川管理施設としての排水機場のうち、自動運転システム導入にあたっての設計・維持管理に適用する。

〔解説〕

1. この要領（案）は、機器の合理化された新設機場を対象とするが、既設機場及び機器の合理化が図られた更新機場への適用を妨げるものではない。
2. この要領（案）は「河川管理施設等構造令」に定める排水機場において自動運転システムを導入するにあたっての設計要領について定めたものであり、排水ポンプ設備に関する一般的技術的事項については、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」によるものとする。なお、機場管理のための雨量等水理水文、気象に関する状況把握及び収集のためのシステムについては別途とする。
3. 設計条件の相違や技術進捗により、この要領（案）によることが適当でない場合には、この要領（案）を適用しなくて良いものとする。これは、この要領（案）が平均的な技術水準のもとに、標準的な事項を定めたものであるもので、必ずしも全ての設計条件に合致するものではないためであり、技術的に、より高度な、あるいは当該機場の特殊条件に、より適合した設計を行うことを妨げるものではない。ただし、この場合でも、要領（案）の条文に示す技術水準を損なわないものとする。

1. 1. 3 用語の定義

この要領（案）における、各々の用語の定義を以下のとおりとする。

1. 「中央管理所」とは、遠方で排水機場を監視制御する管理所をいう。
2. 「機場中央」とは、排水機場においてポンプ設備等を一括監視制御する中央操作室をいう。
3. 「自動運転」とは、排水運転の運転条件により、設備機器があらかじめ設定された状態に自動的に追従される運転をいう。
4. 「強制運転」とは、遠方において「自動」「連動」「反連動」モードで始動条件不成立の場合、条件不成立項目を確認の上、必要に応じて非常時始動条件により強制的に行う遠方始動操作をいう。
5. 「遠方監視」とは、遠方において機場から送られてくるゲート、水位、雨量、安全の状況、機器の状態等を監視することをいう。
6. 「遠方制御」（遠制）とは、遠方において機場設備を操作制御することをいう。
7. 「監視員」とは、中央管理所において、設備の運転、水位・雨量状況及び安全確認等が適切に把握でき、かつそれに基づき操作卓等を操作するのに必要な知識と技量を有するものをいう。
8. 「巡回員」とは、機場において、点検が行え、かつ異常時に適切な応急処置を行うのに必要な知識と技量を有するものをいう。
9. 「点検員」とは、機場において、点検を行うのに必要な知識と技量を有するものをいう。

1. 1. 4 自動運転システムの基本事項

1. 自動化排水機場は、排水運転の運転条件により定められた順序で設備が自動的に排水運転を行わなければならない。
2. 排水機場自動化の範囲は、ポンプ設備以外に自然流下ゲート及び、吐出樋門・樋管を含めるものとする。
3. 排水機場の自動運転システム導入にあたり、監視員・巡回員等の役割、技術レベル、使用する情報等自動運転のあり方について整理しなければならない。

[解説]

1. 排水機場の自動運転におけるゲート及びポンプの制御は、排水機場の操作規則に則して運転条件を設定しておく。排水ポンプの制御方法は、内外の水位による台数制御を基本とし、機場への流入量に追従した排水運転、停止を行うものとする。また、支川の自然流下ゲートの制御は、基本的に自動で開閉するものとし、吐出樋門・樋管の制御は自動で開するものとする。

2. 自動化の範囲

排水ポンプ設備以外に自然流下ゲート及び吐出樋門・樋管を含めた範囲とする。

(图 1.1.4-1 参照)

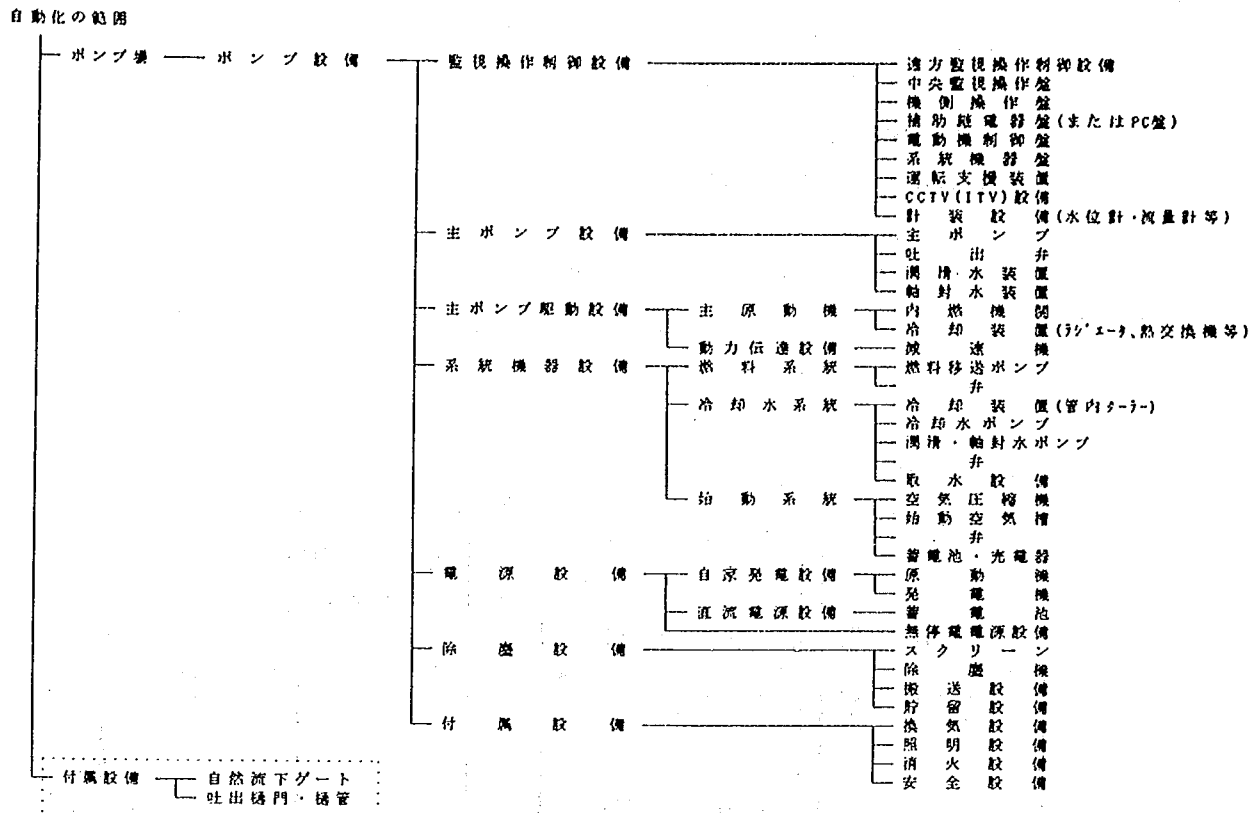


図 1.1.4-1 排水機場における自動化の範囲

3. 自動化の考え方

(1) 自動運転のための基本情報

排水機場自動化に際しては、既存の河川情報を活用するものとする。かつ必要に応じて、流域の雨量・水位等を測定するための新たな雨量計・水位計等の設置を行うものとする。

(2) 自動運転方式

自動化された排水機場は、通年で自動運転状態にしており、排水目的の運転は自動運転を基本とし、必要に応じて、その他の運転方法（連動運転、半連動運転、単独運転等）を可能なものとする。

(3) 排水優先

排水機場自動運転時に故障が生じた場合でも、強制的に排水運転を必要とする場合は、何らかの処置をとることにより、機械に重大な破損を生じないように継続運転するものとする。

(4)故障時の対応

故障箇所および、故障原因の特定を支援できる装置を備えることなどを検討し、あらかじめ故障については、その対応方法を定めておく必要がある。

(5)維持管理

自動化排水機場においては、洪水時の排水運転始動を多くの制御関連機器に依存することになるので機器の機能の維持・信頼性の確保は一層重要となる。そこで、自動運転モードの管理運転ができるように疑似水位データ入力による自家発電機起動、ゲート開閉動作、主ポンプ起動指令、除塵機及び主ポンプ起動（又は起動プログラム作動）確認等自動化された部分については、特に十分な維持管理を行わなければならない。

(6)自動化システムの方向性

排水機場の自動化システムの導入は、運転管理の省人化や排水運転の信頼性向上等を図るものであり、将来的には、広域河川施設統合運転管理システム（図-1.1.4.2 参照）の構築を目指すものと考えられる。

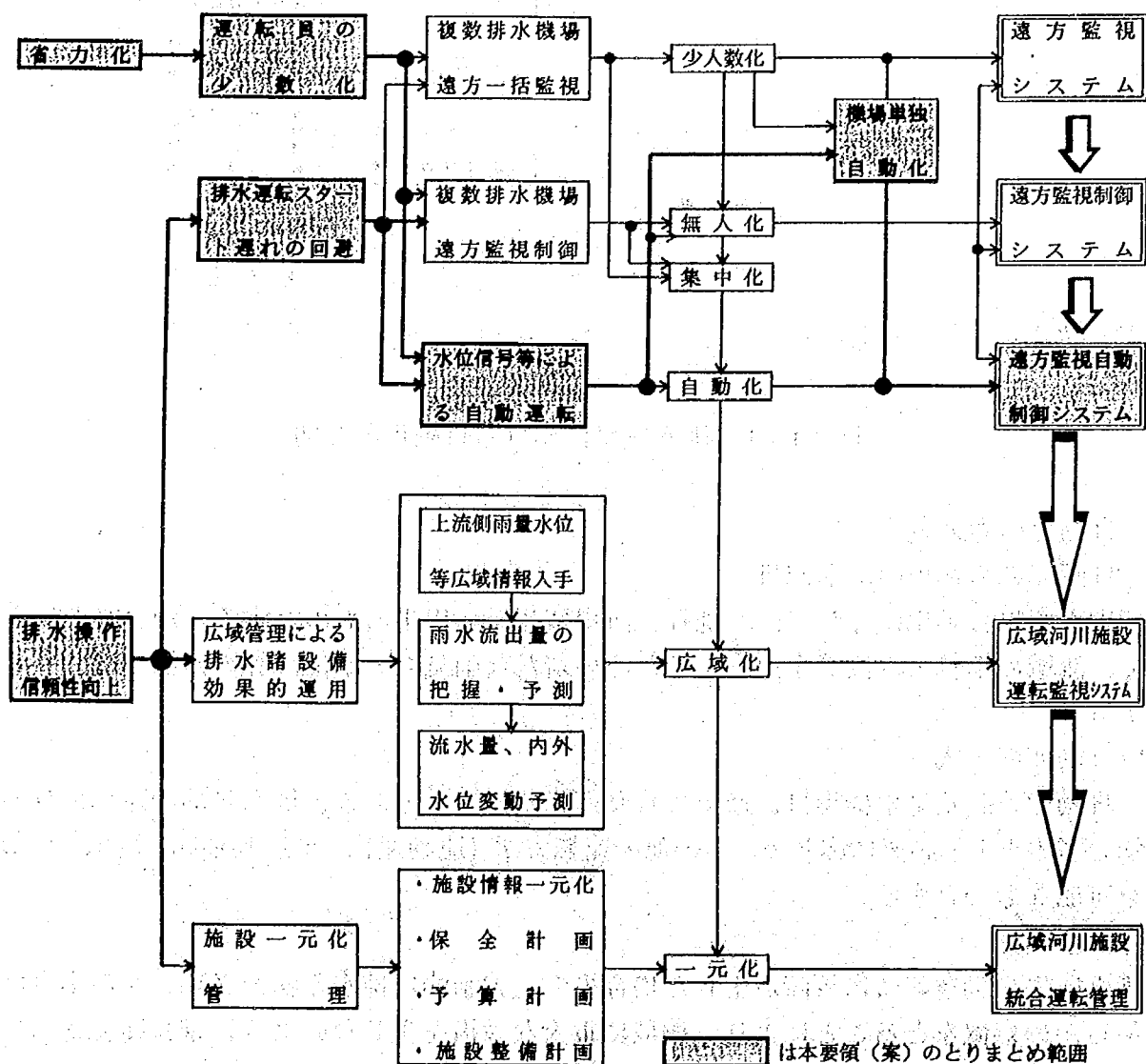


図 1.1.4.2 遠制化・自動化ステップの概念

1. 1. 5 システムの構成

システムの構成は、機場特有の条件により、安全性、信頼性、管理体制、経済性、将来性等を総合的に判断し、排水ポンプ自動化対象範囲、機場中央の有無、水位や吐出量による制御方式などを考慮して定めるものとする。

[解説]

システム構成のグレードは、排水ポンプの始動・停止における自動化台数の範囲や機場中央の有無による運転管理方式及び水位による ON-OFF・吐出量制御・水位予測制御による制御方式などを考慮して定めるものとする。(第2章設計設備参照)

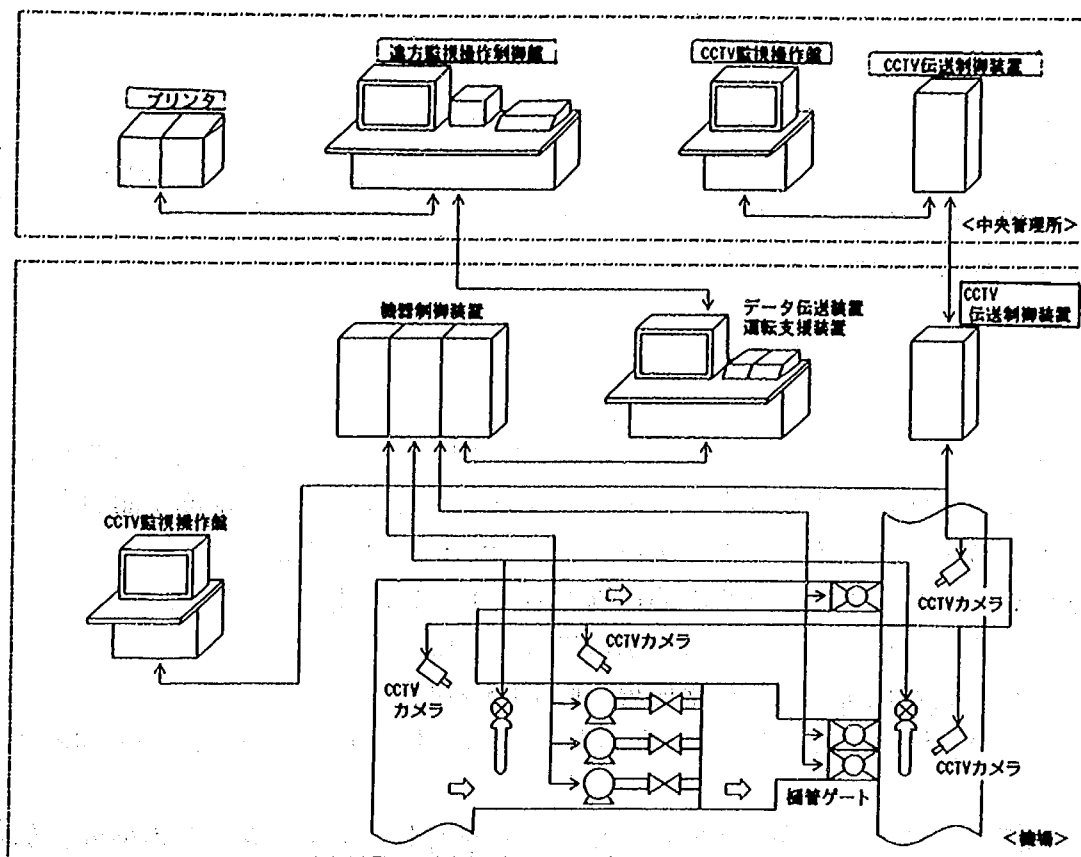
自動化排水機場のシステム構成は基本的に以下の(1)(2)に大別できる。

(1) 機場中央がなく、中央管理所はある排水機場 (図 1.1.5 参照)

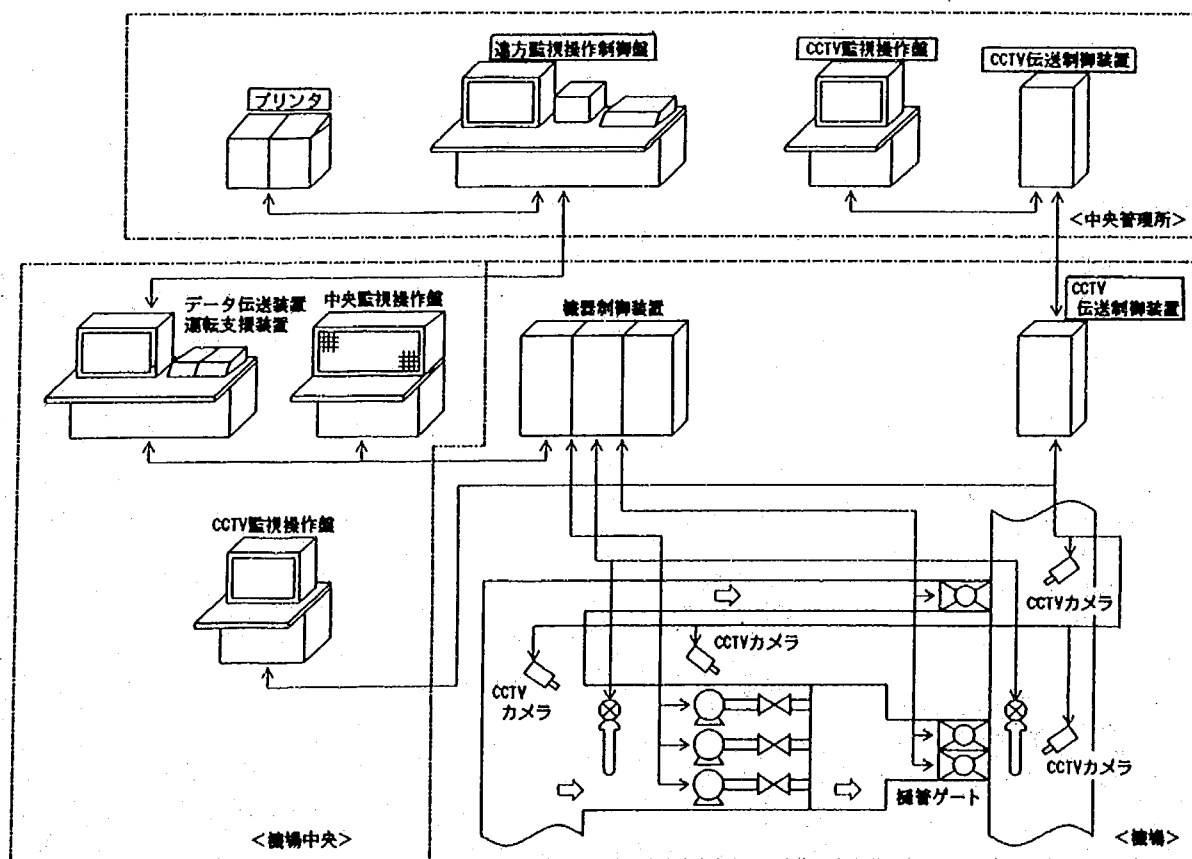
(2) 機場中央及び中央管理所のある排水機場 (図 1.1.5 参照)

なお、機場中央の有無は、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説」による。

システムの構成は、将来の動向、最新の技術をよく検討した上で、システム構成、伝達方式等を決定する。



機場中央がなく、中央管理所はある排水機場



機場中央及び中央管理所のある排水機場

□で囲まれた機器は、従来機場からの追加分を示す。

図 1.1.5 自動化排水機場システム構成図例

1. 2 管理体制

管理体制は、排水機場のシステム構成、運転管理を行う機場数等を考慮して定めるものとする。

[解説]

図 1.1.5 に示す自動化排水機場の運転管理における洪水時・異常時の対応を表 1.2-1 操作員等の人員配置を表 1.2-2 に示す。

表 1.2-1 排水機場の運転管理と洪水時・異常時の対応

分類	項目	1 機場の運転管理	複数機場の運転管理
洪水時の対応	始動時	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ始動・水位・雨量状況等を管理する。	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ始動・水位・雨量状況等を管理する。
	運転中	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ運転・水位・雨量状況等を管理するとともに、巡回員が1機場で定期的に点検を行う。	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ運転・水位・雨量状況等を管理するとともに、巡回員が複数機場を巡回しながら定期的に点検を行う。
	停止時	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ停止・水位・雨量状況等を管理するとともに、巡回員が1機場で運転後の点検を行う。	中央管理所にて監視員が遠方監視操作制御設備で安全確認及びポンプ停止・水位・雨量状況等を管理するとともに、巡回員が複数機場で運転後の点検を行う。
異常時の対応	故障発生	巡回員は、故障箇所及び原因に応じて機場で適切な応急処置を行う。	巡回員は、故障した機場において、故障箇所及び原因に応じて適切な応急処置を行う。この間点検員は、巡回員の代わりに、複数機場を巡回しながら定期的に点検を行う。

表 1.2-2 排水機場の運転管理と人員配置

運転管理	1 機場での運転管理	複数機場での運転管理
監視員	○ (中央管理所)	○ (中央管理所)
点検員	—	○ (機 場)
巡回員	○ (機 場)	○ (機 場)

※○印は、1-1-3「用語の定義」に該当する技術レベルをもつ人員を配置することを示す

1. 3 基本方針

1. 3. 1 信頼性の確保

自動化排水機場は、信頼性の高いシステムや機器を採用するものとする。

[解説]

自動化排水機場では、運転が自動的に開始される。それは、ポンプの運転が人間の状況判断や処置を介さず制御関係機器に委ねられるため、排水機能の維持には自動化されていない機場に比べて、個々の機器から排水機場全体にわたる一層の信頼性向上が必要とされる。そこで、設備の簡素化を含め、以下に示す信頼性の向上を図る必要がある。

- (1)排水機場全体の信頼性向上
- (2)個々の機器の信頼性向上
- (3)制御・伝送設備の信頼性向上
- (4)センサリングの信頼性向上

1. 3. 2 保護対策

自動化排水機場は、各機器の異常に対し十分な保護対策を講じるものとする。

[解説]

機械設備の重故障に対しては、破損が生じる前に必要に応じて運転が停止されるシステムにしておく必要がある。また、設備の重要性、設置されている環境に応じて、十分な設備の保護対策を講じるものとする。

1. 3. 3 安全性の確保

1. 自動化排水機場は、安全管理上、機側優先の構造とし、機側操作による運転時には中央管理所及び、機場中央からの運転が行えないものとする。
2. 自動化排水機場は、関係者以外に対しても安全対策を講じるものとする。

[解説]

1. 安全面を考慮して、中央管理所及び、機場中央に対して機側優先の操作とする。
2. 自動化排水機場は、自動的に運転を開始するため十分な安全対策を施す必要がある。
特に、排水機場施設への関係者以外の侵入を防ぐためのフェンス、掲示板等を必要に応じて設置するとともに排水機場全体が監視できるようにCCTV、照明設備を設置するものとする。

また、運転開始等をあらかじめ的確かつ迅速に周囲へ知らせることを目的に警報設備を設置するものとする。

なお、施設の安全対策は表 1.3.3-1 に掲げるものを設けることを標準とする。

表 1.3.3-1 施設の安全対策

No	安全確認及び保護	フェンス	掲示板	警報設備	CCTV／ 照明設備	備考
1	流入ゲート、吐出樋門・樋管 周辺の安全対策	○	○	○	○	
2	建屋外安全対策	○	—	○	○	除塵設備 水位計
3	敷地内侵入防止	○	○	○	○	
4	吸水槽内の浮遊物・土砂堆積 点検	—	—	—	—	定期的に 事前に確 認除去
5	建屋内安全点検	—	—	○	○	

1. 3. 4 機能保全

自動化排水機場の点検・整備は、設備の機能維持及び、安全確保のため、合理的かつ確実な方法で行わなければならない。

[解説]

1. 自動制御方式は、多くの制御関連機器に全面的に依存することになる。従って、これらの機器の機能の維持・信頼性の確保は、より一層重要となるので、機場の立地条件や機器の設置条件等を考慮した施設管理が要求される。

一般的に考えられる施設管理の項目は以下のとおりとする。

- (1) 定期点検整備の実施
- (2) 管理運転の実施
- (3) センサー類の機能維持
- (4) 休止期間の運用体制

2. 点検・整備は、それぞれの設備の目的、使用状況、技術レベル、新旧の程度、設置環境並びに管理体制などによって決定されるものであり一概に決められないが、流水管理および保守管理を考慮した設計思想の浸透、設備・機器に関する技術および信頼性の向上、並びにメンテナンスフリーや省力化、点検整備作業の外注化、少数要員による保守管理など管理体制の変化を考慮して、それぞれの設備に適合した合理的かつ確実な方法で行わなければならない。

すなわち、点検・整備は画一的になされるものではなく、これらを総合的に判断して、点検・整備の回数および内容を適切に増減して、必要とする保守管理水準を確保できるものとしなければならない。

1. 3. 5 新技術への対応

1. 自動化排水機場は、信頼性を確保することが極めて重要であり、設備機器固有の信頼性向上に資するものは、現在及び将来の技術動向を見極めて採用することが望ましい。
2. 新技術の採用にあたっては、その導入時期についても十分に検討しなければならない。

[解説]

1. 設備の主要箇所への新技術採用にあたっては、試験データや他分野における採用実績に鑑み、信頼性が向上するものを導入することが望ましい。
2. 新技術は、設備全体の信頼性、保全性等を考慮して総合的に評価されるものであり、一部分のみが優れていても設備として要求される機能を十分発揮できない。そこで、新技術の導入にあたっては、各構成要素間の関係を考慮し、導入時期を揃えないと、新技術の効果が半減するものもあるので注意を要する。

第2章 設計総論

- 2. 1 設計の基本条件
- 2. 2 自動運転システムのグレード

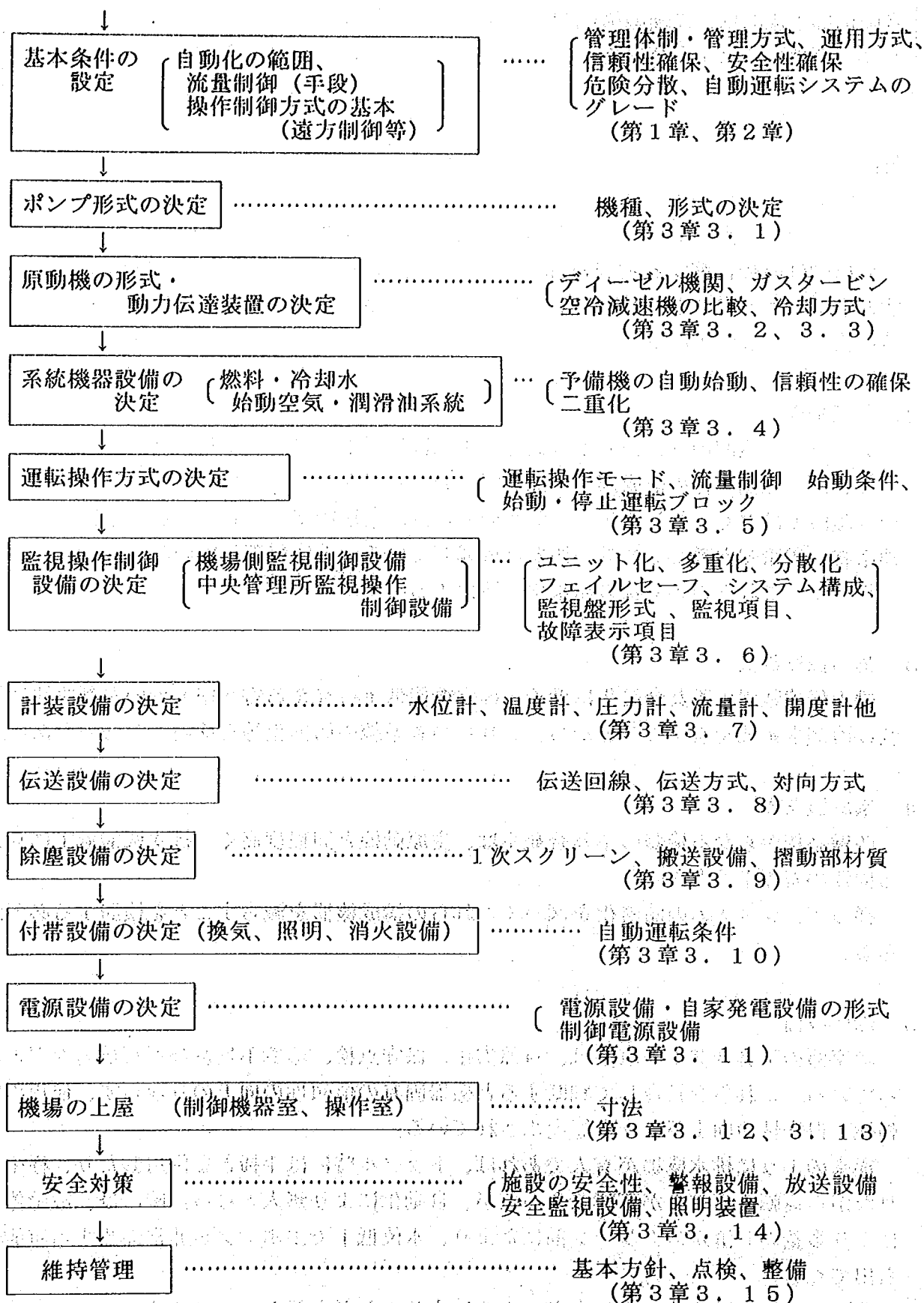
2. 1. 1 設計手順

自動化排水機場の設計に際しては、その目的に適合した機能を満足する機器の設計を行うものとする。

〔解説〕

1. この要領（案）は従来機場と自動化機場において機器設計の面で差異のある部分について記載するものとし、特筆なきところは別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」によるものとする。
2. 自動化排水機場を設計する際の手順を以下に示す。

自動化排水機場設計開始



2. 1. 3 機械ハード面の設計基本条件

自動化排水機場は、設備の構成機器が自動運転となるため、信頼性の確保、保護対策及び安全性の確保を十分考慮した設計を行うものとする。

〔解説〕

1. 主ポンプ

排水ポンプ設備の不具合発生実態の調査研究（平成2年3月土木研究所資料「機械設備の信頼性評価に関する調査研究」）によると、主ポンプの不具合発生は低く、排水機能低下に与える寄与率も低い。しかし、さらなる簡素化につながる主ポンプの機種・構造を検討する必要がある。

2. 主原動機

ディーゼル機関の不具合発生は高く、排水機能低下に与える寄与率も高い。

これは、機関本体の構成部品の点数が多い（6気筒エンジンで20,000～30,000点）という理由ではなく、むしろディーゼル機関には、①圧縮空気系統、②燃料系統、③潤滑油系統、④冷却水系統等多数の機器が付属していることに起因している。

従って、これらの各系統の簡素化を検討する必要がある。

3. 動力伝達装置

動力伝達装置の不具合発生は低く、排水機能低下に与える寄与率も低い。潤滑油系統及び冷却水系統を有することから、これらの各系統の簡素化等を検討する必要がある。

4. 系統機器類

各種系統からなる機器の不具合発生は、主原動機と同程度高く、排水機能低下に与える機器の寄与率は大い。

従って、システムの簡素化を図ってこれらの構成機器を減らすことを検討する必要がある。

5. 除塵設備

除塵機の不具合発生の原因は、自然劣化、保守点検、環境不良及び不可抗力などとなっている。これらを総合して判断すると機器固有の信頼性の向上のみならず、使用の信頼性・保守性の向上がより一層要求されている。

従来のように排水機場が有人であれば、トラブル時には手掻きを併用したり、様子を見ながら運転することが可能であったが、自動化により無人となった時には、故障停止により多量のし渣がスクリーン前にたまり、水位低下で主ポンプが非常停止する可能性も出てくる。

従って、故障発生時の復旧をどのようにするのが重要となってくる。

また、粗大ゴミが流入してくる場合は、どうしても手作業となってしまうので、上流での阻止方法も十分に検討する必要がある。

ホッパーを設ける場合には、その容量を有効に使用する為に、搬送段階におけるゴミの選別機能を持たせたり、ゴミの減量化の為にスクリーン目巾を大きくすることも検討する必要がある。

2. 1. 4 操作制御面の設計基本条件

自動化排水機場の制御は操作制御設備に依存しているため、制御機器及びシステムの信頼性向上について十分考慮するものとする。

〔解説〕

1. 自動化排水機場は、始動指令によって確実に始動し、排水機能を満足する必要がある。そのため、操作制御機器（センサ類を含む）の信頼性向上が重要で基本的には始動シーケンスと保護項目を極力簡略し、センサや付属品の数量を減らすことにある。それは、長い休止期間中の設備の制御回路の絶縁劣化や油脂・粉じんなどの付着固着化などによる悪影響および小配管系内に水が滞留したままになっていると、その中に含まれる混入物の沈降・固着によってフローリレー・圧力スイッチ・電磁弁などセンサ類の不調をもたらすからである。
2. 特にシステム信頼性向上の為には以下の条件について留意すべきである。
 - ① 操作制御システムの障害により、排水機能を喪失したり、無監視の状態に陥ることがないこと。
 - ② 万一の故障発生時には、排水設備がフェイルセーフ状態を保つこと。（故障波及の限定化）
 - ③ バックアップ等の代替機能及び手段が完備していること。（重要なセンサ及びP Cの多重化）
 - ④ 緊急時及び異常時の処理ガイダンスができること。

2. 2 自動運転システムのグレード

2. 2. 1 自動運転システムのグレードの分類

自動運転システムは、機場固有の条件により、安全性、信頼性、管理体制、経済性、将来性等を総合的に判断し自動化対象機器のグレードを選択するものとする。

〔解説〕

1. 自動化対象機器のグレード

内水位が操作水位に達すると排水ポンプを自動で始動させる。また、逆に内水位が停止水位まで下がれば排水ポンプを停止させる。自動化導入によって重要となるのは、これら機器のどの部分を自動的に作動させるかである。そこで、考えられる自動運転パターンを、表2. 2. 2-1に示す。

尚、自然流下ゲートの操作は、自動化が望ましいが、機場の条件、運用形態で操作方式が異なるため、別途自動化の検討を行うものとする。

表2. 2. 2-1 自動化対象機器での分類によるグレード

分類	排 水 ポ ン プ		吐出樋門・樋管		摘 要
	始 動	停 止	開	閉	
1	1 台のみ 自 動	手 動	自動	手動	・ 初期自動対応。
2	1 台のみ 自 動	1 台のみ 自 動	自動	手動	・ ポンプ 1 台の全自動。
3	複数台 自 動	複数台 自 動	自動	手動	・ ポンプ複数台の全自動。 ・ ポンプは全台自動停止としても良い ・ ポンプ停止時は安全上等問題の有る時は、部分的に手動にしても良い。

2. 運転管理方式のグレード

運転管理方式とは、排水機場を運転管理するために人の配置や役割についてのとり決めで、考えられる管理方式について、表2.2.2-2のように分類する。

表2.2.2-2 運転管理（操作・監視場所）方式での分類によるグレード

分類	機 場		中央管理所	摘 要
	機側	中央	監視操作	
A	○	—	○	・ 1 機場での運転管理。 ・ 巡回員は、機場に配置。
B	○	○	○	・ 1 機場での運転管理。 ・ 巡回員は、機場に配置。
C	○	—	○	・ 複数機場での運転管理。 ・ 巡回員は定期的に巡回しながら点検を行う。
D	○	○	○	・ 複数機場での運転管理。 ・ 巡回員は定期的に巡回しながら点検を行う。

3. 制御方式のグレード

排水ポンプの制御方法は内水の水位による台数制御を基本とする。さらに、機場特有の条件によって、流量制御や水位予測制御が必要となる場合がある。表2.2.2-3に制御方法の分類を示す。

表2.2.2-3 制御方法での分類によるグレード

分類	水位による ON-OFF	吐出量 制御	水位予測 制御	摘 要
ア	○	—	—	・ 予め定めた始動水位になればポンプが運転され 停止水位になれば通常停止する。
イ	○	○	—	・ (ア) の水位制御＋可動翼・回転数制御によっ て水位一定制御や軸動力一定制御を行う。
ウ	○	—	○	・ 水位を予測し、事前に警報、通報等の安全管理 を施し、機器をスタンバイさせ、始動水位で自 動的に運転を行う。
エ	○	○	○	・ (ア) の水位制御＋(イ) の流量制御＋(ウ) の水位予測制御の組み合わせ制御。

2. 2. 2 自動運転システムのグレードの組合わせ

自動運転システムのグレードは、自動化対象設備、運転管理方式、制御方式の組合せにより選択するものとする。

〔解説〕

自動運転システムのグレードの選択例を次に示す。

選択例： グレード 3 - D - ウ

自動化対象設備での分類				運転管理方式での分類			制御方式での分類		
排水ポンプ		吐出樋門・ 樋 管		機 場		中 央 管理所	水位 による ON-OFF	吐出 量制 御	水位 予 測制 御
始 動	停 止	開	閉	機側	中央	監視操作			
複数台 自 動	複数台 自 動	自動	手動	○	○	○	○	—	○

説明：複数台の排水ポンプは、水位及び水位予測により自動運転される。

また、運転操作は、中央管理所、機場中央または、機側盤にて行うことができる。

第3章 設計各論

- 3. 1 主ポンプ設備
- 3. 2 主原動機
- 3. 3 動力伝達装置
- 3. 4 系統機器設備
- 3. 5 運転操作方式
- 3. 6 監視操作制御設備
- 3. 7 計装設備
- 3. 8 伝送設備
- 3. 9 除塵機設備
- 3. 10 付帯設備
- 3. 11 電源設備
- 3. 12 制御室
- 3. 13 操作室
- 3. 14 安全対策

第3章 設計各論

3. 1 主ポンプ設備

自動化に適した主ポンプ設備は、始動性、信頼性、操作制御性に優れたもので、ポンプ形式は立軸斜流（一床式及び二床式）、立軸軸流（一床式及び二床式）を標準とする。

[解説]

1. 自動化に適した主ポンプ設備は、センサー類、補機類を簡素化し、信頼性の高い設備とする必要がある。従って、セラミックス軸受、無給水軸封装置の採用により、給水装置が省略でき、又真空ポンプ他満水系統を必要としない立軸ポンプの採用を標準とする。無給水軸封装置の比較を参考資料1（表1、図1）に示す。
2. 排水機場の制御方式は、内外水位による台数制御を基本とするが、吸水槽の容量及び流入パターン等の水理条件によって、ポンプの起動頻度が著しく高くなる場合には、流量制御の採用や、全水位全速運転ポンプの併用を検討する。

3. 吐出量制御方式

吐出量制御方式として、次の3方式がある。

- ① 翼角度制御方式
- ② 回転数制御方式
- ③ 吐出制御方式

ただし、吐出弁による吐出量制御は、制御範囲が狭く、応答性に劣るため、「吐出弁制御方式」の採用は避けたほうが望ましい。

制御方式の比較を表3.1.1に示す。

表3.1.1 吐出量制御方式の概略比較

項目 \ 制御方式	翼角度制御	回転数制御	吐出弁制御
流量制御範囲	・配管損失が小さい場合：広い ・配管損失が大きい場合：若干狭い ・翼角を大とし、低揚程大容量域の揚水量増加が可能	・配管損失が小さい場合：若干狭い ・配管損失が大きい場合：広い	・吐出弁に発生するキャビテーションによる制限 ・ポンプの少水量運転領域の制限
制御の応答性	・制御スパンを小さくできる ・追従性がよい	・制御スパンを小さくできる ・追従性がよい	・制御スパンが大きい ・追従性で劣る
運 転 効 率	・配管損失が大きい場合：若干劣る ・配管損失が小さい場合：良い (ポンプの最高効率点の軌跡に沿った運転範囲) ・軸動力一定制御により最大揚水量運転が可能	・配管損失が大きい場合：良い (ポンプの最高効率点の軌跡に沿った運転範囲) ・配管損失が小さい場合：若干劣る	・損失動力が大きい
メンテナンス	・制御設備が若干増える	・制御設備が若干増える	・容易
各制御方式の採用の目安	・配管損失の小さい機場 ・排水能力を大きく確保したい機場 ・軸流ポンプの中、大規模機場	・配管損失の大きい機場 ・斜流ポンプで揚程の高い（10m以上）機場	・小規模で設備費が安価な機場 ・手動による流量制御で対応できる機場

(1) 翼角度制御

- ・羽根車の翼取付角度を翼角制御装置により変化させることにより、図3.1.1 に示す様にポンプの性能を変化させることが出来る。

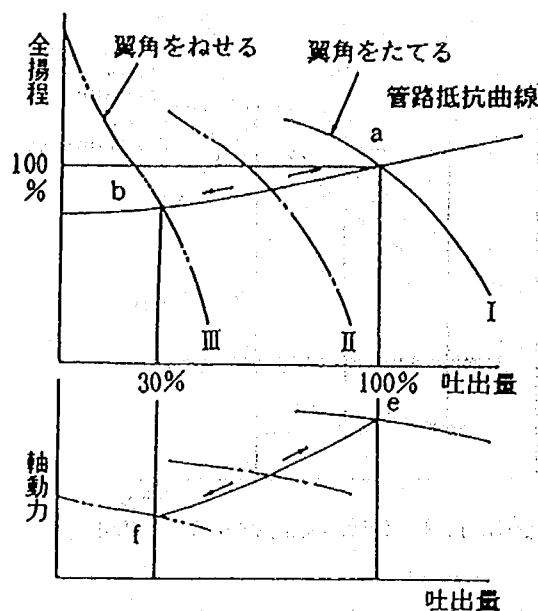


図3.1.1 可動翼ポンプの特性（参考例）

- ・可動翼の操作方法には、機械式と油圧式があるが選定にあたっては翼角度の操作トルクを考慮し、設備の規模、設置条件、制御性、保守性等を検討する必要がある。一般的には機械式を採用する。表3.1.2 には各方式の比較を示す。

表3.1.2 可動翼機構の比較（参考例）

項目 \ 方式	機 械 式	油 圧 式
適用の目安	中大形（口径600～2600mm）	大形（機械式より適用可能範囲は大きく、メーカーによっては、500～1200m ³ /min程度まで製作可能。）
操作方法	電動機（交流・低圧電源）	油 圧
付 属 機 器	電動操作機	油圧源装置、配圧弁、コントロールモータ
設 置 面 積	固定羽根と同じ	油圧源装置の設置面積が必要
羽根角保持	ウォームギヤ、ウォームホイール	サーボシリンダー部のピストン
機 能	ウォームギヤ、ウォームホイールによりロックされるため、羽根角は一定に保持される。	リングおよび配圧弁のすり合せ面を通じて作業油が若干リークするため、アキュムレータリンクを設ける必要がある。
保 守 性	補機が少なく油がないため簡単	補機が多く油があるため複雑

(2) 回転数制御

- ・ポンプの回転数を変化させることにより、図3. 1. 2に示す様にポンプの性能を変化させることができる。

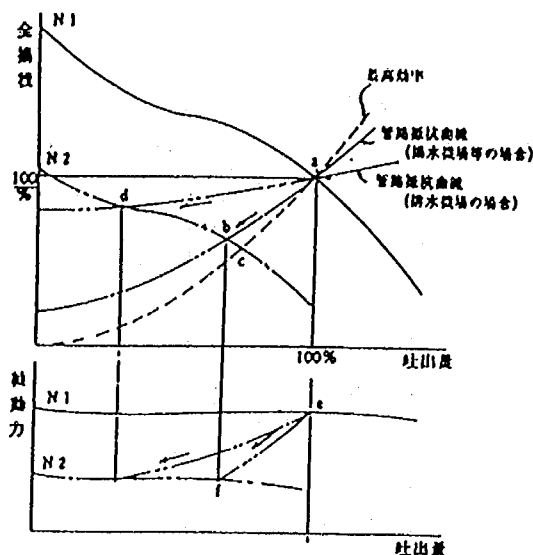
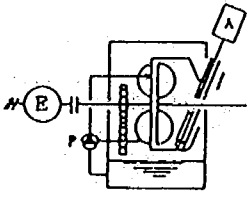


図3. 1. 2 回転数制御ポンプの特性

- ・回転数制御方式は、内燃機関（ディーゼル機関、ガスタービン）本体の回転数を変化させる方式と流体継手（流体継手内蔵減速機含）をスリップさせる方式が排水機場の場合一般的である。

方式の概要を表3. 1. 3に示す。

表3. 1. 3 機械式制御方式概要

項目	流体継手による回転制御	内燃機関による回転数制御
制御方式の概要	 E : 内燃機関 P : 油ポンプ (内蔵型) A : 操作盤 ・流体継手羽根車内の油量をすくい管の位置を調整させてポンプの回転数を変えて、流量制御を行う。	・速度設定器（ガバナモータ等）により燃料を調整し、ポンプの回転数を変えて流量制御を行う。
制御の応答性	・流入量の変化に対し、多少の遅れを生じ応答性がやや悪い。	・流入量の変化に対し、制御が容易で応答性が良い。
運転効率	・低速回転の場合は伝達効率が低いため、運転効率が若干下がる。	・回転数を下げる事によりポンプ軸動力が小さくなり、効率的である。
運転範囲	・100%回転～約65%回転 ・駆動機がディーゼル機関の場合でも、ねじり振動、共振の恐れがない。 ・小流量域での安定性がやや悪い。	・100%回転～約65%回転 ・ディーゼル機関では、回転数の制御範囲によってはねじり振動、共振の可能性がある。 従って共振範囲に於ける運転を避けて運転する必要がある。
メンテナンス	・内燃機関の定期的点検：ほぼ同じ ・流体継手の点検：ほぼ同じ	・内燃機関の定期的点検：速度設定器の点検が追加。 ・流体継手の点検：ほぼ同じ
設備費	ほぼ同じ。	ほぼ同じ。

4. 全水位全速運転ポンプ

- (1) 全水位全速運転ポンプは、ポンプ場の急激な雨水の流入が想定される場合、運転頻度が高い場合、運転操作の簡素化及び運転操作員の省力化を計る場合に、導入の利点がある。表3.1.4に導入の条件、利点を示す。

表3.1.4 全水位全速運転ポンプ導入の利点

導入の条件	内 容	対象機場	利 点
1. 急激な流入が想定される時	1) 機場までの流達時間が短く、吸水位上昇が早い (起動水位からHWL迄10～15分程度以下) 2) 流入路が逆サイホン形状の管路の場合	都市形機場 中小形機場	① 起動遅れの解消 ② 事前運転による機器の確認が可能 ③ 始動時間の短縮
2. 運転頻度が高い時	1) 河川・沈砂池の貯留量が小さい 2) 小水量流入時の起動停止が多い ・ 起動頻度の目安 1回/30分～1時間	同 上	① 間欠運転の回避 ② 再起動の失敗防止
3. 運転操作の簡素化及び運転操作員の省力化を計る時	1) 台数制御・回転数制御等の制御をやめたい 2) 操作員負担の軽減、熟練者不足及び高齢化への対応 3) 吸水位に関係なく事前運転をしたい	同 上 大形機場	① 制御機器不要 ② 遠隔操作への対応が容易 ③ 気中管理運転が可能

- (2) 全水位全速運転ポンプへの適用範囲は、口径φ2400mm程度、全揚程20m程度までとする。

- (3) 全水位全速運転ポンプには、気水切替運転方式と気水混合運転方式の2つがある。
構造と作動原理を図3.1.3に示す。

方式	概略図	作動原理
気水切替運転方式		1. 排水水位 (LWL) 以下で気中待機運転 2. 排水水位 (LWL) 以上で排水運転 (切替弁閉、空気混入なし) 3. 水位低下し揚水遮断水位 (LLWL) で切替弁開 羽根車入口負圧で空気を吸引し瞬時に揚水遮断、待機運転
気水混合運転方式 (I)		1. 気中待機運転 2. 羽根車入口水位以上で気水混合運転 3. 設定水位以上で定常排水運転 4. 設定水位以下で気水混合運転および待機運転
気水混合運転方式 (II)		1. LWL以下では空気吸込管より空気を吸込み、気水混合待機運転 2. LLWL以下では気水分離口より多量に空気を吸込み、完全気中待機運転

図3.1.3 全水位全速運転ポンプの構造と作動原理

(4) ポンプ最高効率

全水位全速運転ポンプは、従来形ポンプに比べてインペラ隙間を広くとっているため、効率は低下する。ポンプ最高効率は、従来形ポンプの最高効率の0.02を減じた値とし、次表に掲げる値以上になければならない。

表3.1.4 ポンプ最高効率

形式 口径 mm	立軸斜流	立軸軸流
400	0.70	0.68
500	0.75	0.73
600	0.76	0.74
700	0.77	0.75
800	0.78	0.76
900	0.79	0.77
1,000	0.80	0.78
1,200	0.81	0.79
1,350	0.815	0.795
1,500	0.82	0.80
1,650	0.825	0.805
1,800	0.83	0.81
2,000	0.83	0.81

(備考)

- ① ポンプの効率はポンプ長さが4 m（ポンプ口径2,000mmでは4.5m）以下の条件で示してある。これを越える場合は、0.01を減じた値とする。
- ② 上表の値を保証効率として取扱う場合の保証条件は JIS B 8301による。

(5) 全水位全速運転ポンプの水中軸受には、ゴム軸受の採用を原則とする。

尚、セラミックス軸受は、気中連続ドライ運転後、排水による急冷で熱衝撃破損が懸念されるので、セラミックス軸受を採用する場合は、潤滑水系統などを考慮するものとする。

5. ポンプ形式、計画吐出量、計画全揚程、材質等の決定に際しては、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に準拠するものとする。

3. 2 主原動機

自動化に適した主原動機は始動性、信頼性、操作制御性、経済性等に優れたもので、ガスタービンを標準とする。

[解説]

1. 合理化機場で使われる駆動機としてはディーゼル機関（管内クーラ方式、ラジエータ方式）ガスタービンがある。ディーゼル機関とガスタービンの比較は別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に示す。

また、全水位全速運転ポンプをディーゼル機関で駆動する時は以下の対応が必要となる。

- ① 待機運転状態ではディーゼル機関が低負荷運転状態になり不完全燃焼による不具合が発生する。したがって、30分でディーゼル機関を停止するか、もしくは吸込空気のヒーティング対策等を施す。
- ② 管内クーラ方式では、気中運転時に管内クーラの機能が喪失する。したがって、膨張タンク容量を大きくするか、温調弁を設置して冷却水槽に戻す等の配慮を施す。

2. ディーゼル機関の冷却方式としては、二次冷却方式が従来採用されてきたが、自動化に際しては系統機器設備が大幅に簡素化された管内クーラ方式、ラジエータ方式のものが望ましい。

3. ガスタービンは、軸構成形式で分類すれば、1軸式と2軸式がある。1軸式はガスタービンの軸が1本で構成されているため、圧縮機、タービンが出力軸に機械的に連結され、機関の構造は簡単であるが、回転数は一定となる。始動トルクが小さいのでクラッチを併用する必要がある。

2軸式は一方の軸が圧縮機とこれを駆動するタービンで構成され、他方の軸に燃焼器で生じた高温高压のガスで駆動される出力タービンを取り付けたものである。トルク性能から始動時にはクラッチを必要とせず（図3. 2-2参照）、出力タービンの回転数を容易に可変できる。したがって、回転数制御を行う場合は、機関本体で可能な2軸式が適している。

また、ガスタービンはメーカーの枠番によって出力がさまざまであり、全ての出力範囲で適用機種があるわけではない。したがって、制御性、経済性等を勘案して機種選定を行う必要がある。

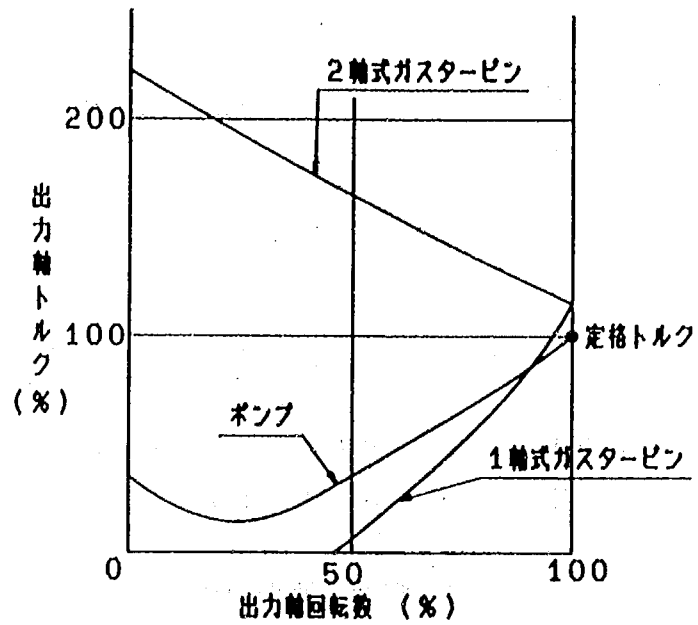


図3.2-2 トルク性能カーブ

4. 出力の算出、消音器及び排気管の設計に際しては、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に準拠するものとする。

3. 3 動力伝達装置

動力伝達装置は、歯車減速機、軸継手、クラッチ又は流体継手で構成されており、それぞれが信頼性、操作制御性、経済性に優れ、自動化に適したもので、空冷方式を標準とする。

[解説]

1. 歯車減速機で発生する熱エネルギーは通常、潤滑油を介して機外に持ち出され、油冷却器によって放熱される。

この冷却水系統を簡素化するために、管内クーラ方式や減速機自体で空冷を行う減速機がある。この空冷方式の比較を表3. 3-1に示す。

表3. 3-1 空冷減速機の比較

方 式	概 要
本 体 直 接 空 冷 方 式	減速機の入力軸にファンを取り付けて本体を直接冷却する方法
油 管 直 接 空 冷 方 式	減速機の入力軸にファンを取り付けてコイル状の油管を冷却する方法
回 転 冷 却 器 方 式	減速機の入力軸に回転冷却器を設置し、その中に直接潤滑油を通し、放熱作用により冷却する方法
ラジエター機付ファン併用方式	減速機の入力軸にファンを取り付けて本体と、潤滑油ラジエターを直接冷却する方法

2. 歯車減速機の伝達容量計算及び軸継手、クラッチ、流体継手の選定については別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に準拠するものとする。

3. 4 系統機器設備

自動化排水機場では系統機器設備を簡素化し、より信頼性の高いシステムとする。

[解説]

1. 立軸ポンプを用いた合理化機場で対象となる系統機器設備は以下の6系統である

- ① 燃料系統
- ② 冷却水系統
- ③ 始動空気系統
- ④ 潤滑油系統
- ⑤ 屋内排水系統
- ⑥ 換気系統

このうち冷却水系統の簡素化が排水機場の自動化に大きく貢献する。

2. 燃料系統は燃料貯油槽、燃料移送ポンプ、燃料小出槽等で構成されており、比較的簡単なシステムである。自動化にともなって信頼性を高めるための方策として以下のことが挙げられる。

- ①燃料移送ポンプが故障の場合は予備機を自動始動させる。
- ②燃料貯油槽には発信機付の油量計を設ける。

3. 冷却水系統は排水機場の信頼性確保と操作の簡素化を図るためにできるだけ簡略化する。管内クーラ方式、ラジエータ方式、ガスタービン直接駆動方式について代表的な配管系統図を図3. 4-1～図3. 4-3に示す。但し、全水位全速運転ポンプを採用する場合はゴム軸受を用いるものとし、潤滑水供給用の電動弁は、図3. 4-4に示すように二重化することが望ましい。

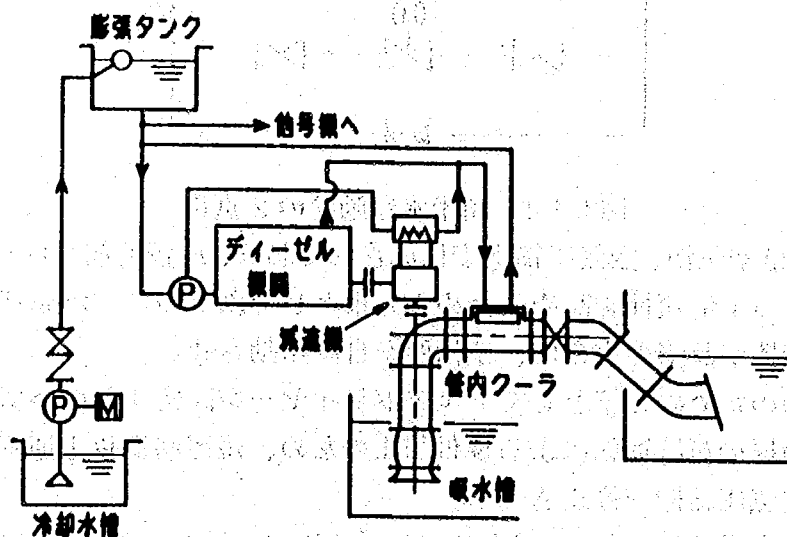


図3.4-1 管内クーラ方式

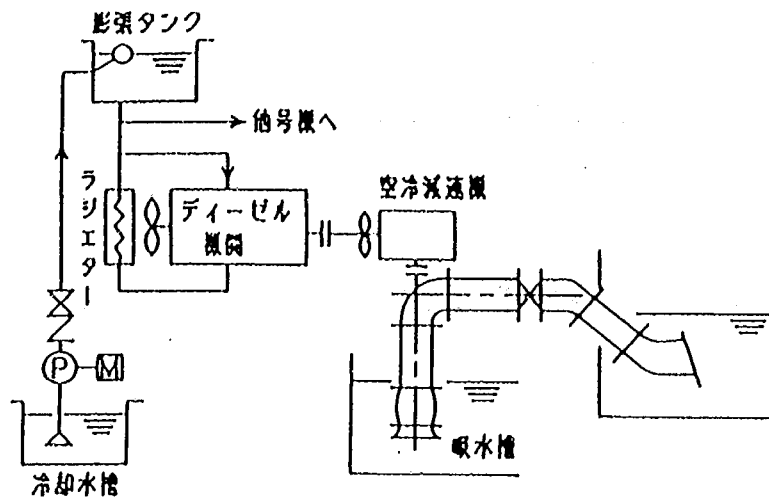


図3.4-2 ラジエータ方式

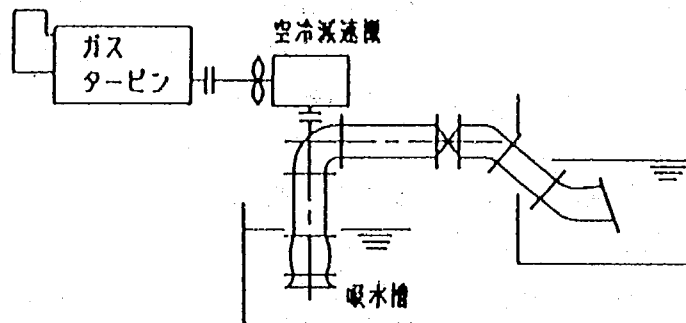


図3.4-3 ガスタービン直接駆動方式

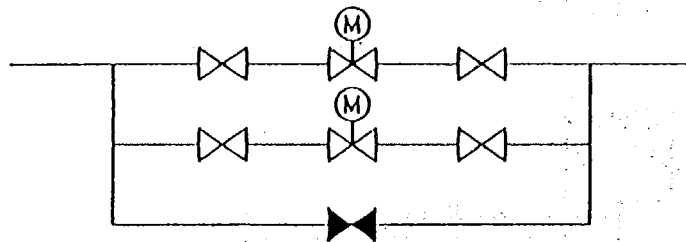


図3.4-4 潤滑水電動弁の2重化

4. 始動空気系統は空気槽、空気圧縮機で構成されており、比較的簡単なシステムである。自動化にともなって信頼性を高めるための方策として以下のことが挙げられる。

- ① 空気圧縮機が故障の場合は、予備機を自動始動させる。
- ② 水分除去のための方策として、エアドライヤーを設置するのが望ましい。
- ③ 空気圧縮機の連続運転による焼付防止のため、規定時間以上運転継続した場合は自動的に空気圧縮機を停止させる。
- ④ 空気槽の自動切替を行う。(図3.4-5に示す配管系統図参照)
- ⑤ 配管からの空気洩れ等を防ぐために溶接継手を用いる。
- ⑥ 始動電磁弁を2重化する。

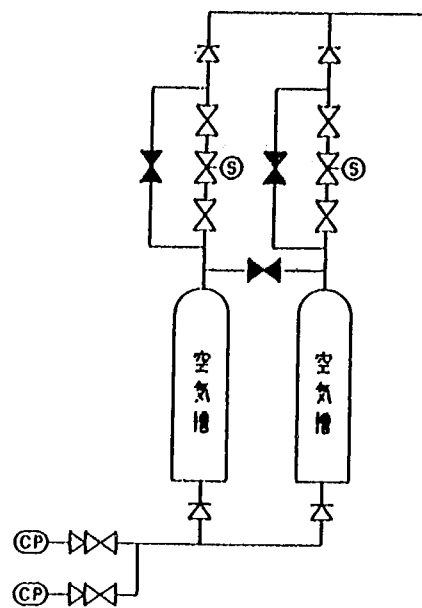


図3.4-5 空気槽回り配管系統図

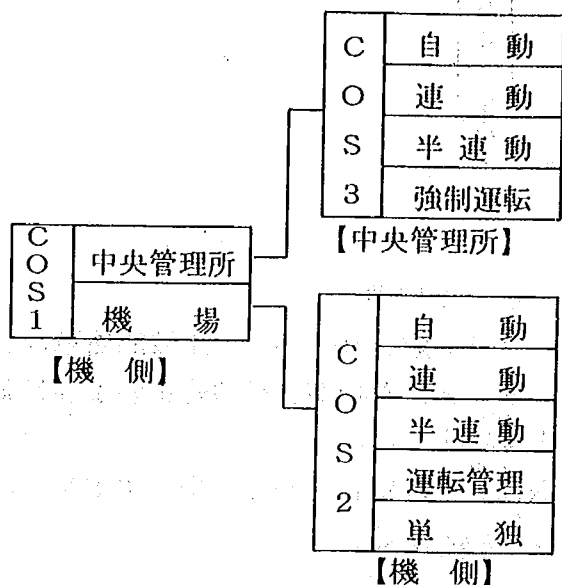
5. 潤滑油系統は主にプライミングポンプとクーラで構成されており、比較的簡単なシステムである。自動化にともなって特に付加すべきことはないが、発錆防止および始動時間の短縮の面から定期プライミングを行うことが望ましい。
6. 燃料系統、冷却水系統、始動空気系統等の設備設計は別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に準拠して行うものとする。

3. 5 運転方式

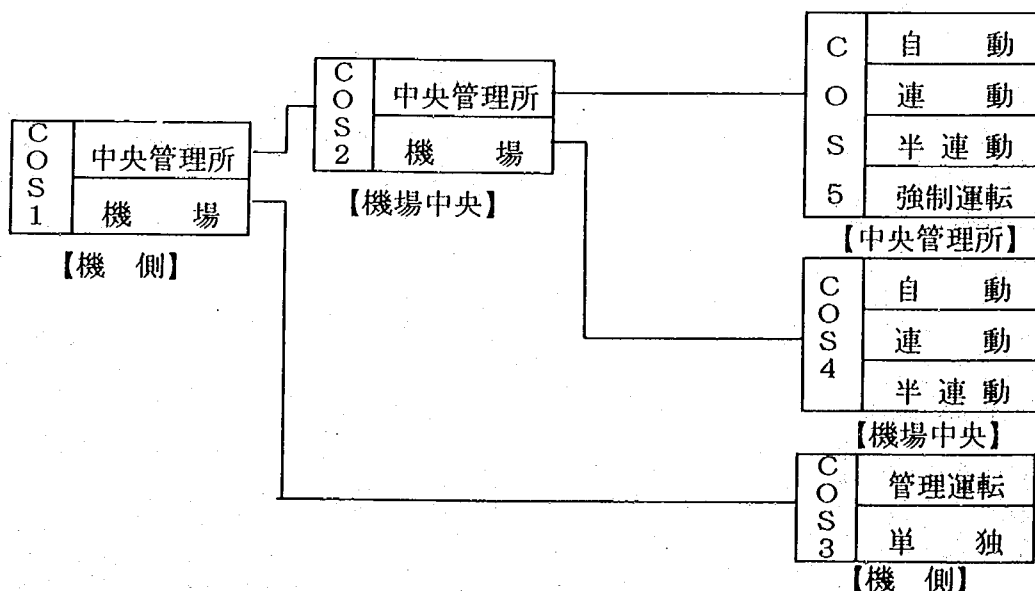
自動化排水機場の運転操作方式は機場内外の人の安全性が確保され、かつ排水機能の維持及び設備の安全性が確保されなければならない。

〔解説〕

1. 自動化機場の運転操作モードは運転管理方式のグレード(2.2.2)により計画され、それぞれのグレードに対し図3.5.1に示す操作モードを標準とする。



分類A（操作場所が機側又は中央管理所）



分類B（操作場所が機側又は機場中央又は中央管理所）

分類A、Bは表2.2.2-1「運転管理（操作・監視場所）方式での分類によるグレード」による。

図3.5.1 自動化機場の運転操作モード

- ① COSはそれぞれ【 】で示した場所に設置し、優先順位は、機側→機場中央→中央管理所の順とする。
- ② 通常は、中央管理所における「自動」運転を基本とする。
- ③ 「自動運転操作」とは、COSを「自動」モードにすることにより、各ポンプ設備の運転停止が予め設定された水位により自動的に行われる運転のことである。
- ④ 「強制運転操作」とは、始動条件不成立時に中央管理所で緊急運転対応を図る際に、中央管理所で条件不成立項目を確認の上、機側単独レベルでの始動条件で始動する運転のことである。
- ⑤ 「自動」モードにおいては、除塵設備まわりの十分な安全管理対策が可能な場合に限り、自家発電設備、除塵設備は、ポンプ始動停止指令と連動化するものとする。
- ⑥ 「連動」モードにおいては、除塵設備まわりの十分な安全管理対策が可能な場合に限り、ポンプ始動停止指令と連動化するものとする。但し、自家発電設備は単独の操作設備とする。
- ⑦ 「半連動」モードにおいては、自家発電設備、除塵設備はそれぞれ単独の操作とする。

2. 自動化機場における流量制御は、その制御目標を水位及び軸動力とする。この場合の制御手段について概要を表3.5.1に示す。

表3.5.1 制御目標と制御手段

制御目標	分 類		制 御 手 段		
			台 数	回 転 数	可 動 翼
水位幅制御	組 合 わ せ	A	○		
水位一定制御		B	○	○	
		C	○		○
軸動力一定制御		D			○

① 水位幅制御

水位（内水位）が予め設定された始動水位に達した場合に、ポンプ及びその付帯設備に対し自動的に始動指令が出され、事前に設定されている順序に従い始動する。また同様にポンプ運転後、水位が停止水位に達した場合に、ポンプ及びその付帯設備に対し自動的に停止指令が出され、ポンプ及び付帯設備は事前に設定されている順序に従い停止する。

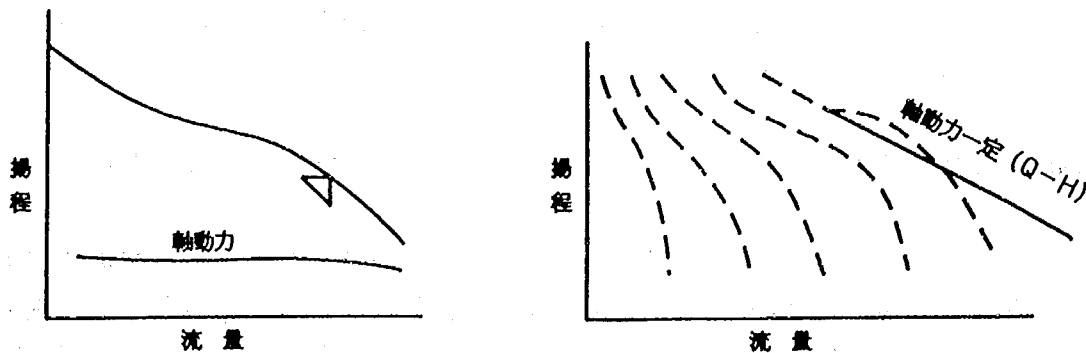
② 水位一定制御

排水機場の場合、吸水槽等の容量及び水位的条件によっては前述の水位幅制御ではポンプの始動停止頻度が著しく高くなる場合がある。そのような場合には、ポンプ回転数若しくは翼角度を制御することによりポンプの排水量を調節し、内水位を一定（管理水位）に保つ水位一定制御の採用を検討する必要がある。

③ 軸動力一定制御

低揚程ポンプの場合の軸動力特性は、図3.5.2に示すように計画揚程より運転点が高くなるほど軸動力が大きく、低いほど軸動力は小さくなる。この特性を利用して、内水位が、ポンプを運転しても上昇する場合には、設定軸動力での運転に切り換え、原動機の最大出力で運転しポンプの吐出量を増やす制御を行う。

可動翼ポンプで採用されている制御である。



(a) 低揚程ポンプの特性

(b) 軸動力一定制御

図3.5.2 低揚程ポンプの特性と軸動力一定制御

- ④ 可動翼ポンプは一般的に水位一定制御と軸動力一定制御の組み合わせで用いられる。

すなわち、水位一定制御で目標とする水位より上昇する場合は、自動的に軸動力一定制御に切り替わり、原動機の最大出力で運転を行う。

- ⑤ 自動制御回路は制御系の危険分散を考慮に入れ各機場側で組まれるものとし、中央管理所からは設定値変更指令を与え、各ポンプの運転停止水位、制御目標水位等の設定値の変更が可能なものとする。この時、機場側にもバックアップ用として「自動」モードを設け、回線異常等の緊急時の管理労力の低減を図るものとする。

⑥ ポンプ運転中は設定値の変更はできないものとする。設定値変更手順は、

設定値変更スイッチ選択 → **設定値入力** → **変更確認スイッチ操作** で行われるが、**設定値変更スイッチ選択** の時点で操作モードは、「自動」ではなくなる。

変更確認スイッチ操作 で前のモードに復帰するものとする。

⑦ 「自動」モードの各機器の動作と水位幅制御の場合の内水位の設定値関係について整理した運転フローの例を図3.5.3に示す。

3. 共通補機は全て予備機を設置し故障時は自動バックアップするものとする。

4. 常用自家発電機における自家発電故障時の予備機の自動バックアップ及び常時買電非常用自家発電機の買電停電時の自動始動の制御を行うものとする。この際自家発電機が立ち上がる迄の時間、建屋の換気ファン、ガスタービンパッケージ換気ファンが一時停止するので、問題の無いことを確認しておく必要がある。問題のある場合は換気ファンを油圧モータ方式にするか、あるいは電源を別途検討する。

5. 全水位全速運転ポンプの場合

「自動」モードにおいては設定された始動水位により自動始動し、気中運転が30分継続した場合に自動停止もしくは、スイッチ操作により停止とする。

その他のモードにおいては始動、停止は操作員のスイッチ操作によるが、気中運転が30分継続した場合には、自動的に停止する。

6. ポンプ設備の始動条件は表3.5.2, 表3.5.3に掲げるとおりである。

機側もしくは機場中央及び中央管理所で、始動条件不成立時の確認ができるようにしておく必要が有る。

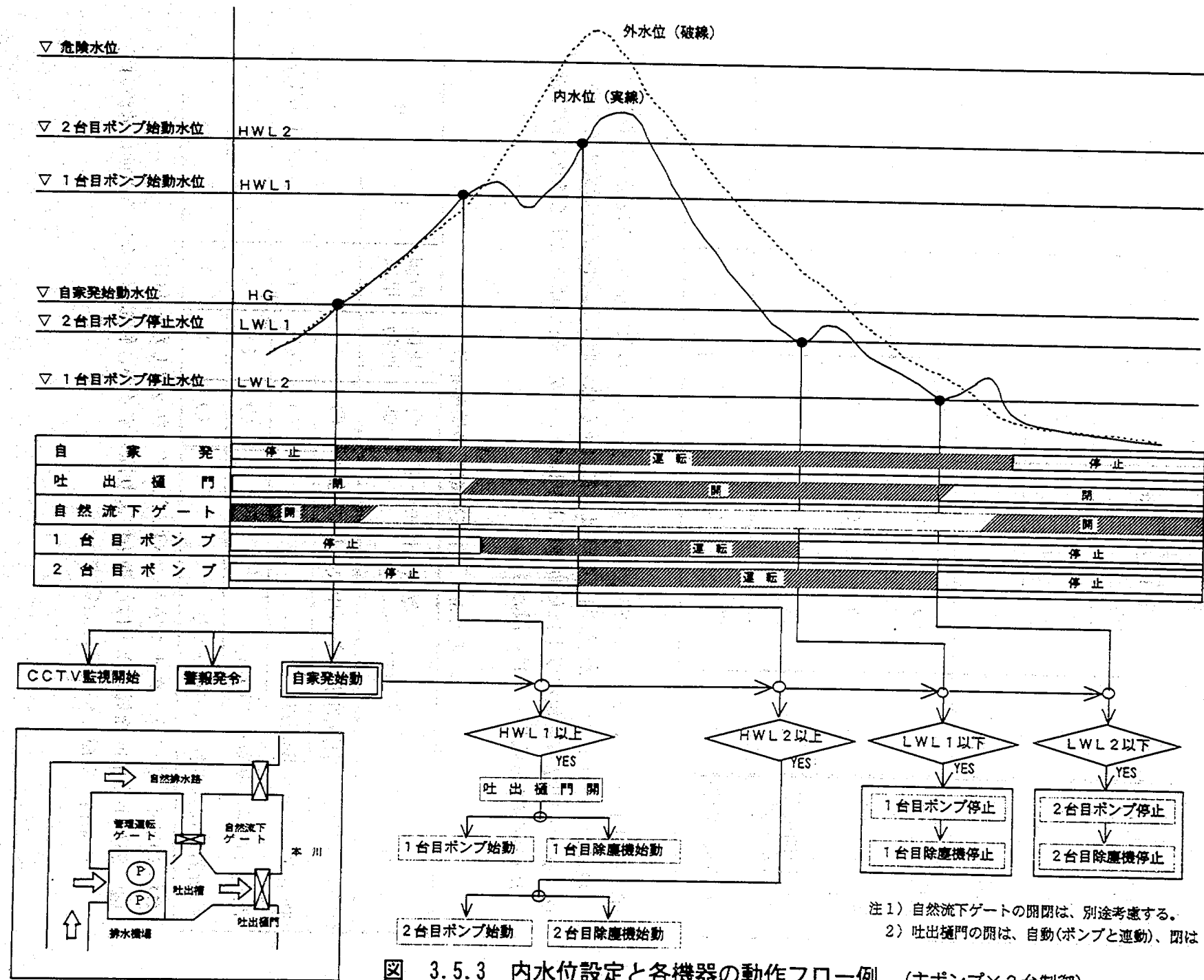


表3.5.2 主ポンプ（立軸ポンプ）の始動条件

運転操作 モード 項目	自 動	連 動	半連動	強制運転 単 独	管理運転	備 考
吸水槽水位 規定以上	×	※1 ○	※1 ○	×	※1 △	全水位全速運転 ポンプの場合※ 1は×とする。
膨張タンク水位 規定以上	○	○	○	○	○	ディーゼル機関 の場合
吐出弁全開	○	○	○	×	○	軸流ポンプの場 合
保護継電器が 復帰している	○	○	○	○	○	
他のポンプが 始動中でない	○	○	○	×	×	
各切換開閉器 が所定位置	○	○	○	×	○	
その他重要な物	○	○	○	○	○	

- ① ○はインターロックする項目、×はインターロックしない項目、△は排水運転時にはインターロックするが、管理運転時吸水槽水位が低い時に模擬回路を形成するもの。
- ② 燃料小出槽液面規定以上は始動条件より除外するが、軽故障を発する液面は故障対応の余裕を考慮して高目に設定する。

表3.5.3 自家発電機の始動条件

運転操作モード 項目	自 動	機側 連動	機側 単独	備 考
「中央－機側」の切換開閉器が「中央」にある事	○	×	×	
膨張タンク水位規定以上	○	○	○	ディーゼル機関の場合
保護継電器が復帰している。	○	○	○	
遮断器が投入されていないこと。	○	○	○	

- ① ○はインターロックする項目、×はインターロックしない項目
- ② 燃料小出槽液面規定以上は始動条件より除外するが、軽故障を発する液面は故障対応の余裕を考慮して高目に設定する。

7. ポンプの故障項目については別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説」による。

ただし、吸水槽水位異常低下については、水位上昇後、自動復帰とし、全水位全速運転ポンプの場合は必要ないので削除する。

8. 自家発電設備の故障項目については別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説」による。

9. ポンプ設備の始動停止順序は次の通りである。尚、運転条件、機器の組合せにより、一部修正を行うことがある。

表3.5.4 操作の分類

分 類	区 分	操作場所	内 容	適 用
Ⅰ分類	始 動 順 序	図3.5.1 分類A、B による	図3.5.4-1	流体継手なし立軸斜流ポンプ (ディーゼル機関駆動の場合)
	停 止 順 序		図3.5.4-2	
Ⅱ分類	始 動 順 序	同 上	図3.5.4-3	流体継手なし立軸斜流ポンプ (ガスタービン駆動の場合)
	停 止 順 序		図3.5.4-4	
Ⅲ分類	始 動 順 序	同 上	図3.5.4-5	流体継手なし立軸斜流ポンプ 但し、流体継手と歯車減速機 が一体の複合減速機の場合を 示す
	停 止 順 序		図3.5.4-6	
自家発電 設備及び 補機	始 動 順 序	同 上	図3.5.4-7 図3.5.4-8	
	停 止 順 序		図3.5.4-9	

(1) 操作場所は、図3.5.1「自動化機場の運転操作モード」の分類によって変わるので、設計対象機場毎に設計するものとする。

(以下のブロック図は、自動運転の基本的な動きのみを示している。)

自動、連動、強制－停止運転ブロック図例

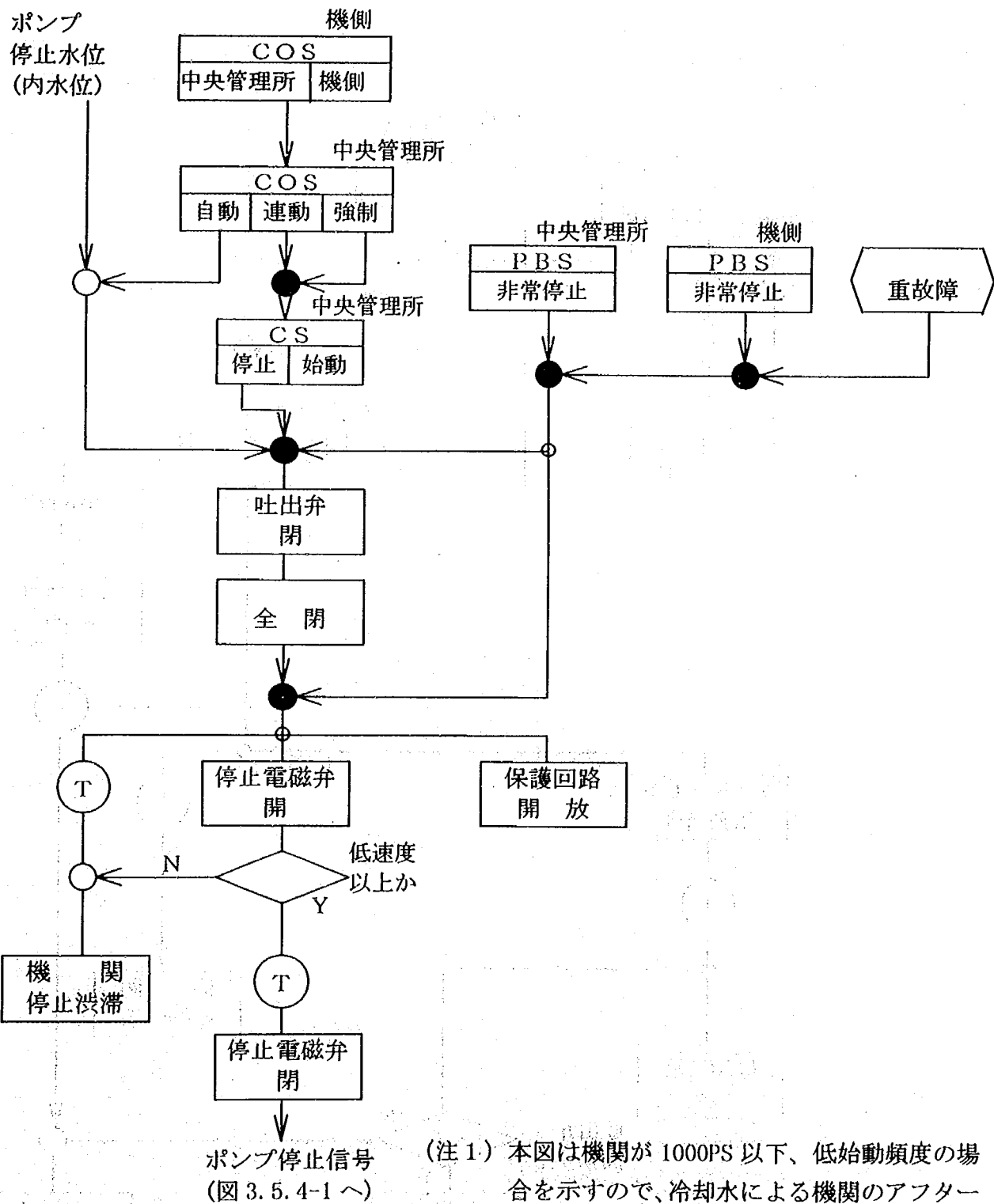


図 3.5.4-2 流体継手なし立軸斜流ポンプ (ディーゼル機関駆動の場合)

自動、連動、強制－始動運転ブロック図例

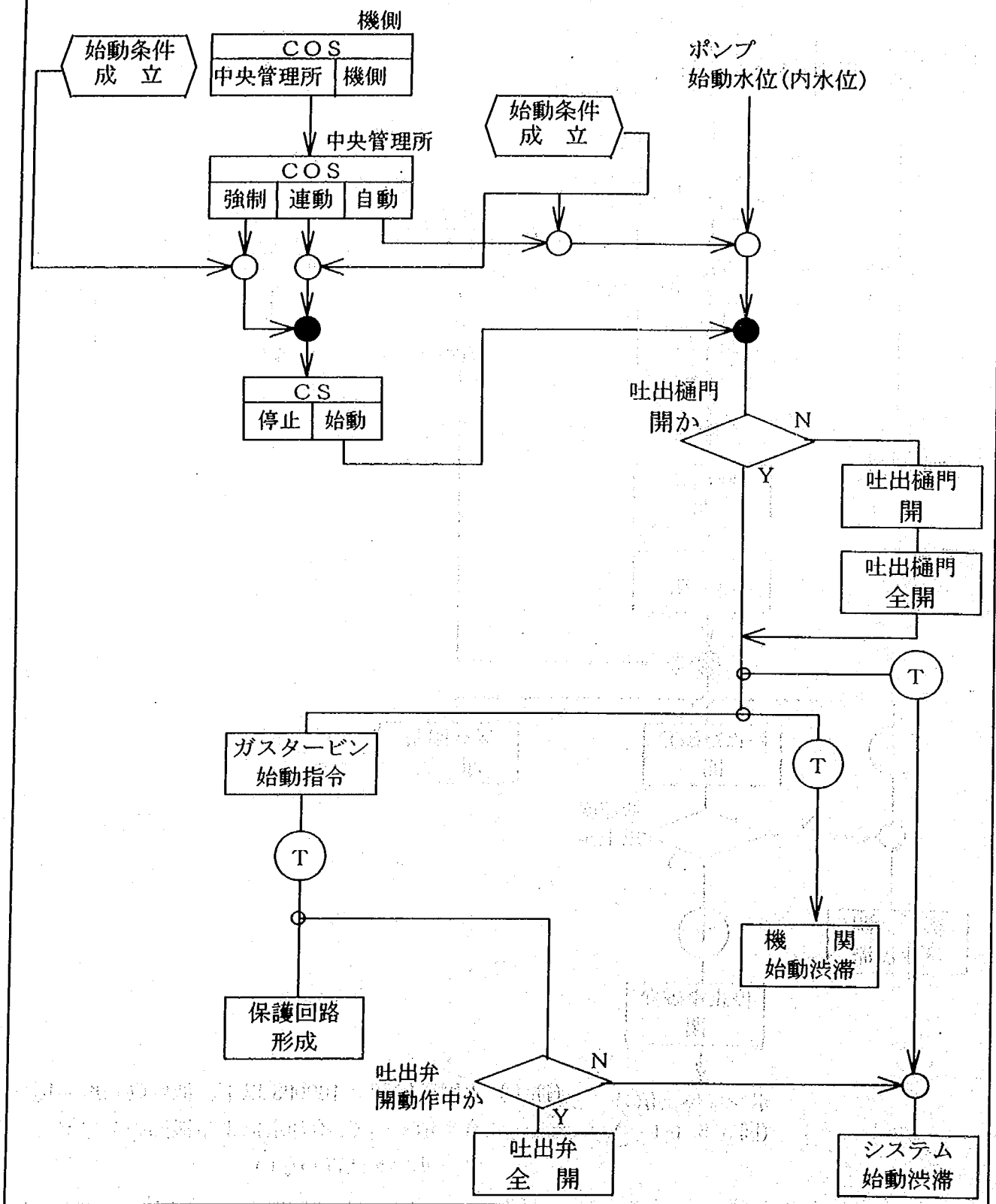
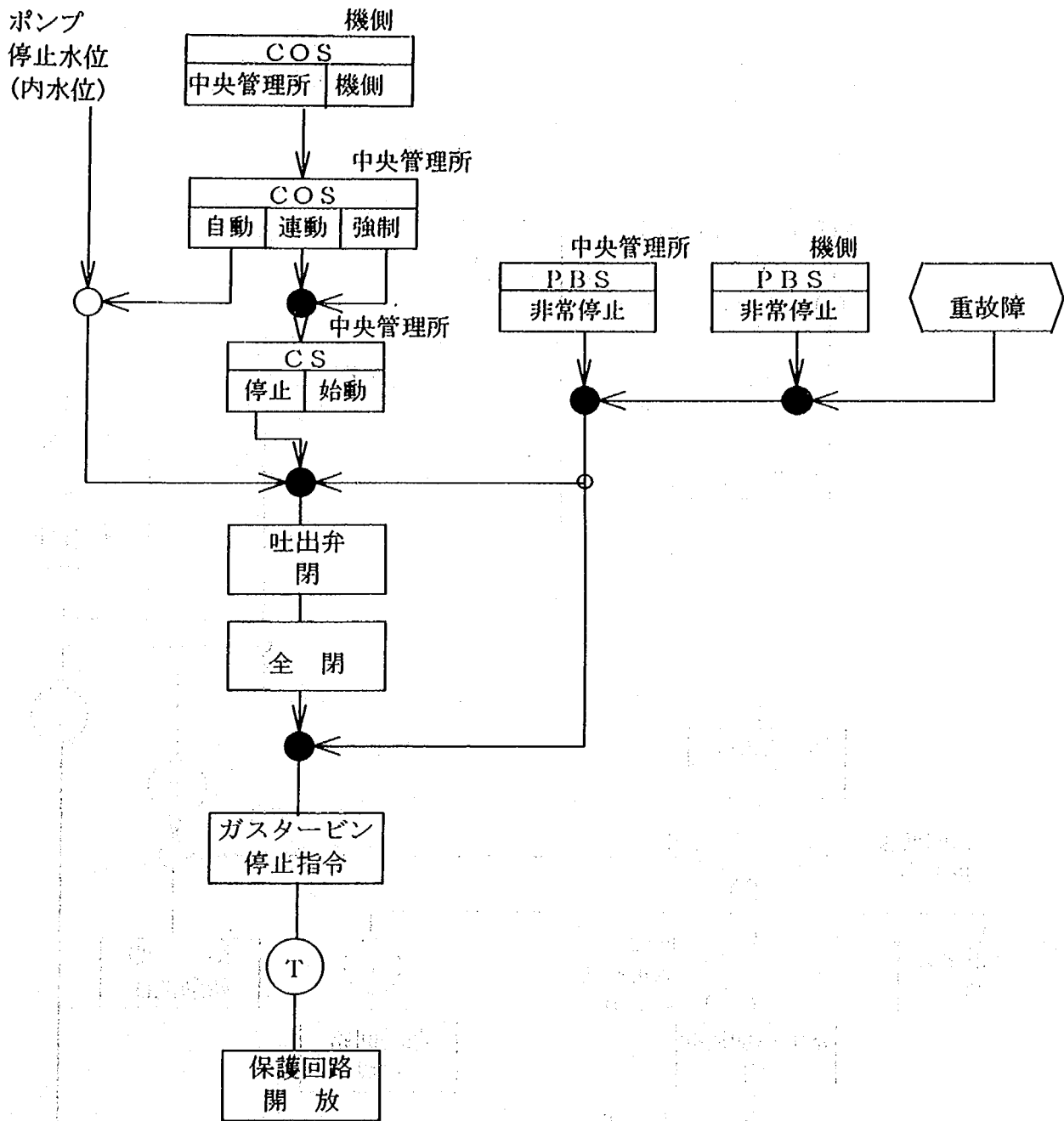


図 3.5.4-3 流体継手なし立軸斜流ポンプ (ガスタービン駆動の場合)

自動、連動、強制一停止運転ブロック図例



(図 3.5.4-3 へ)

図 3.5.4-4 流体継手なし立軸斜流ポンプ (ガスタービン駆動の場合)

自動、連動、強制－始動運転ブロック図例

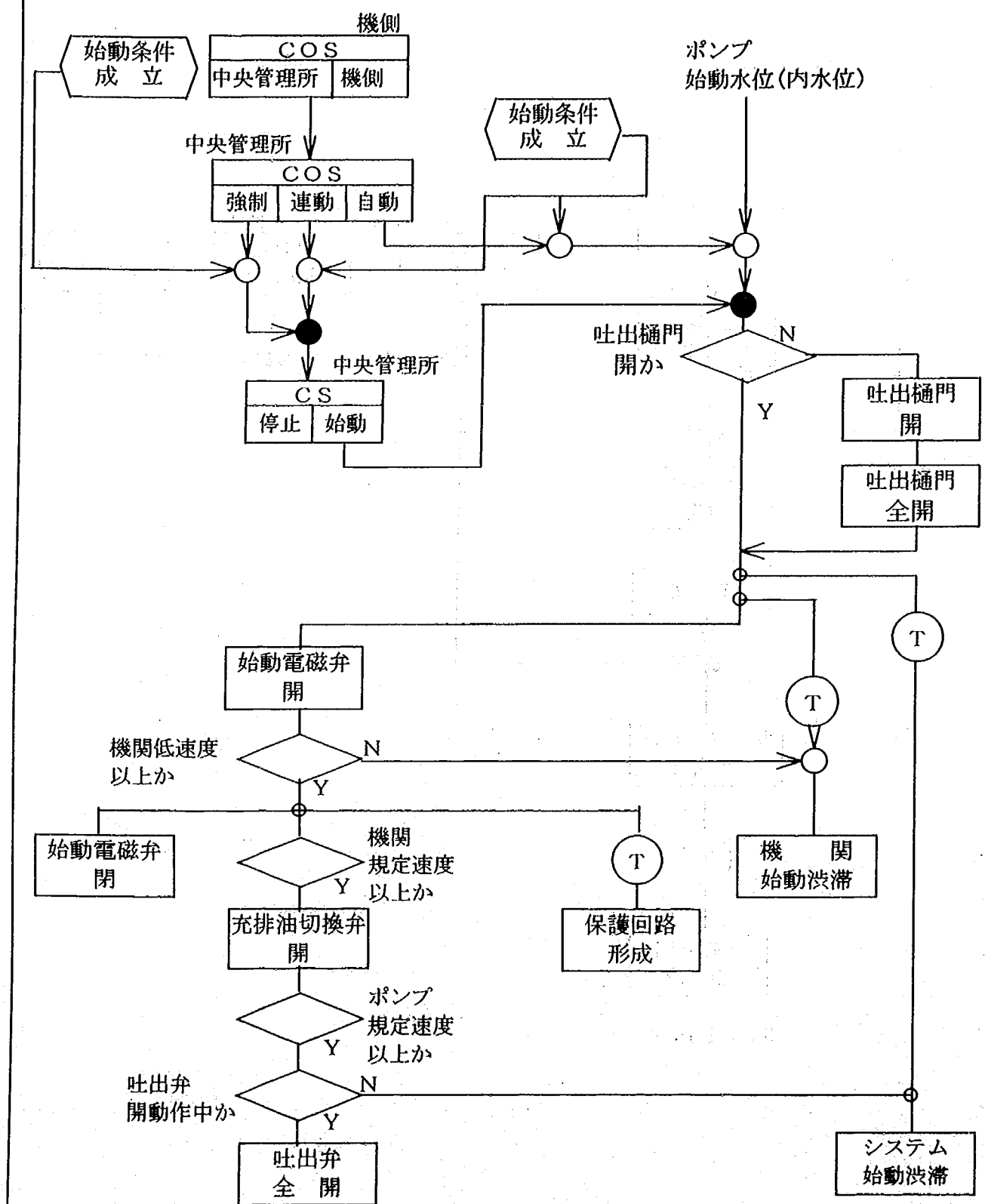


図 3. 5. 4-5 流体継手付き立軸斜流ポンプ

自動、連動、強制－停止運転ブロック図例

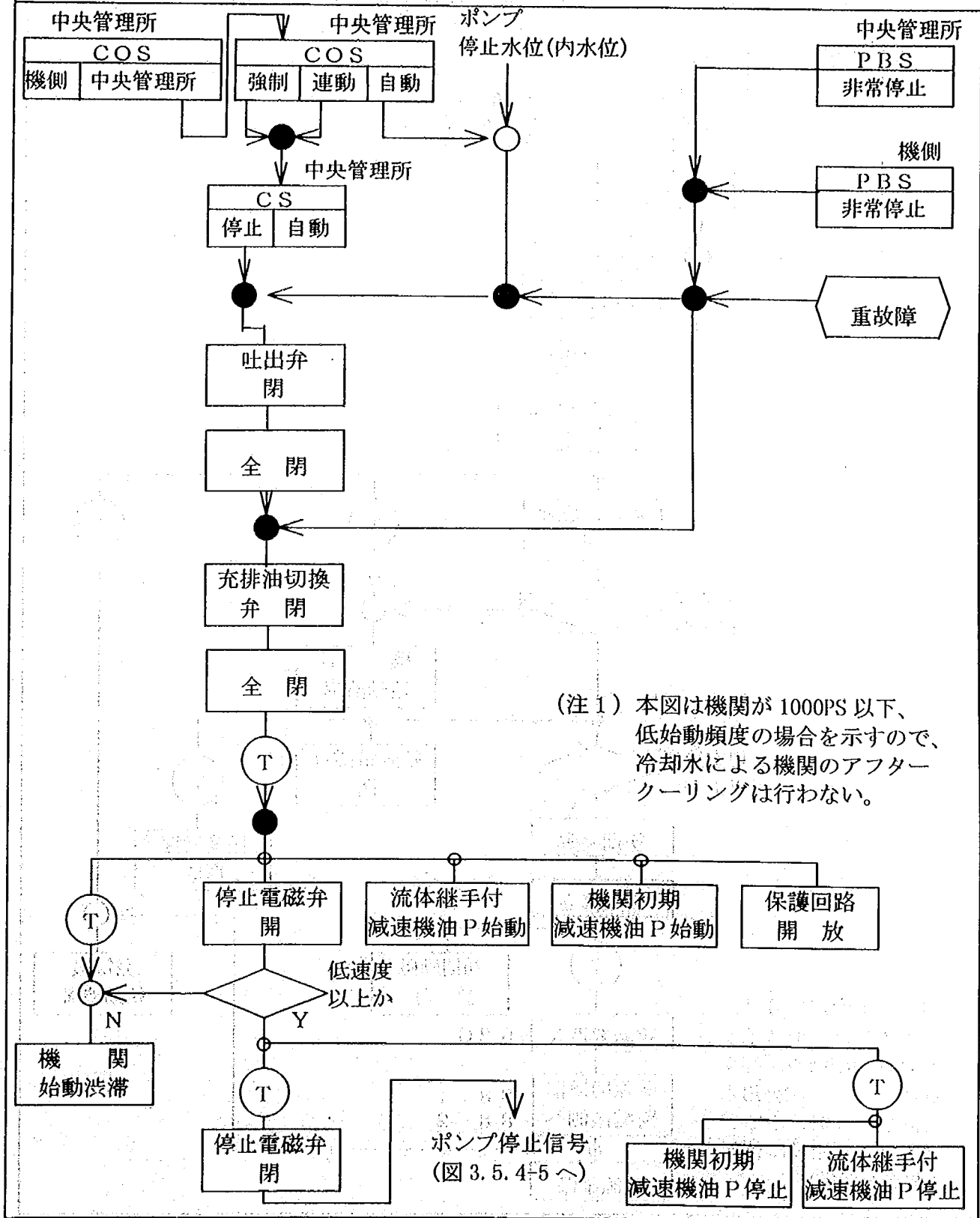


図 3. 5. 4-6 流体継手付き立軸斜流ポンプ

自動、連動－始動運転ブロック図例

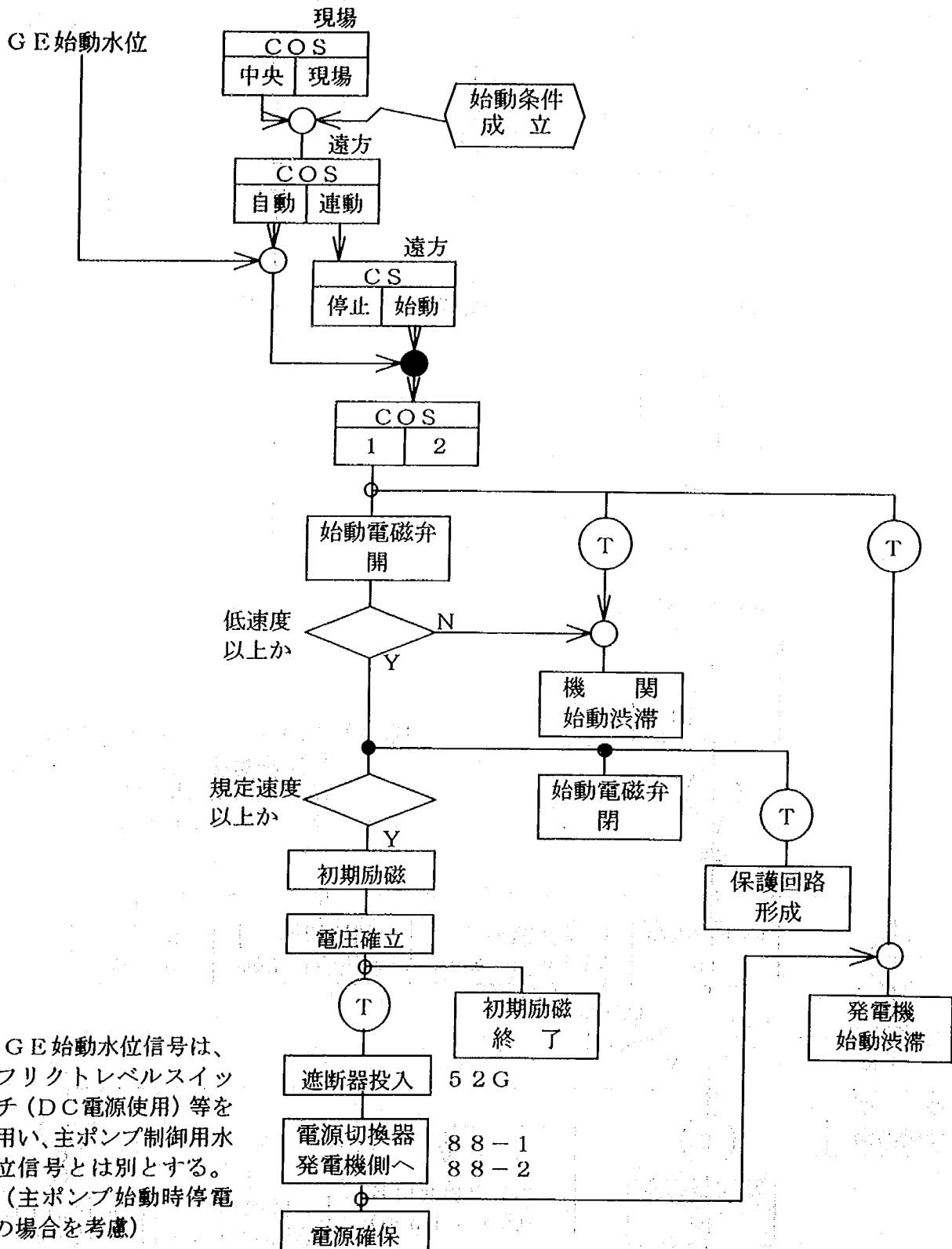
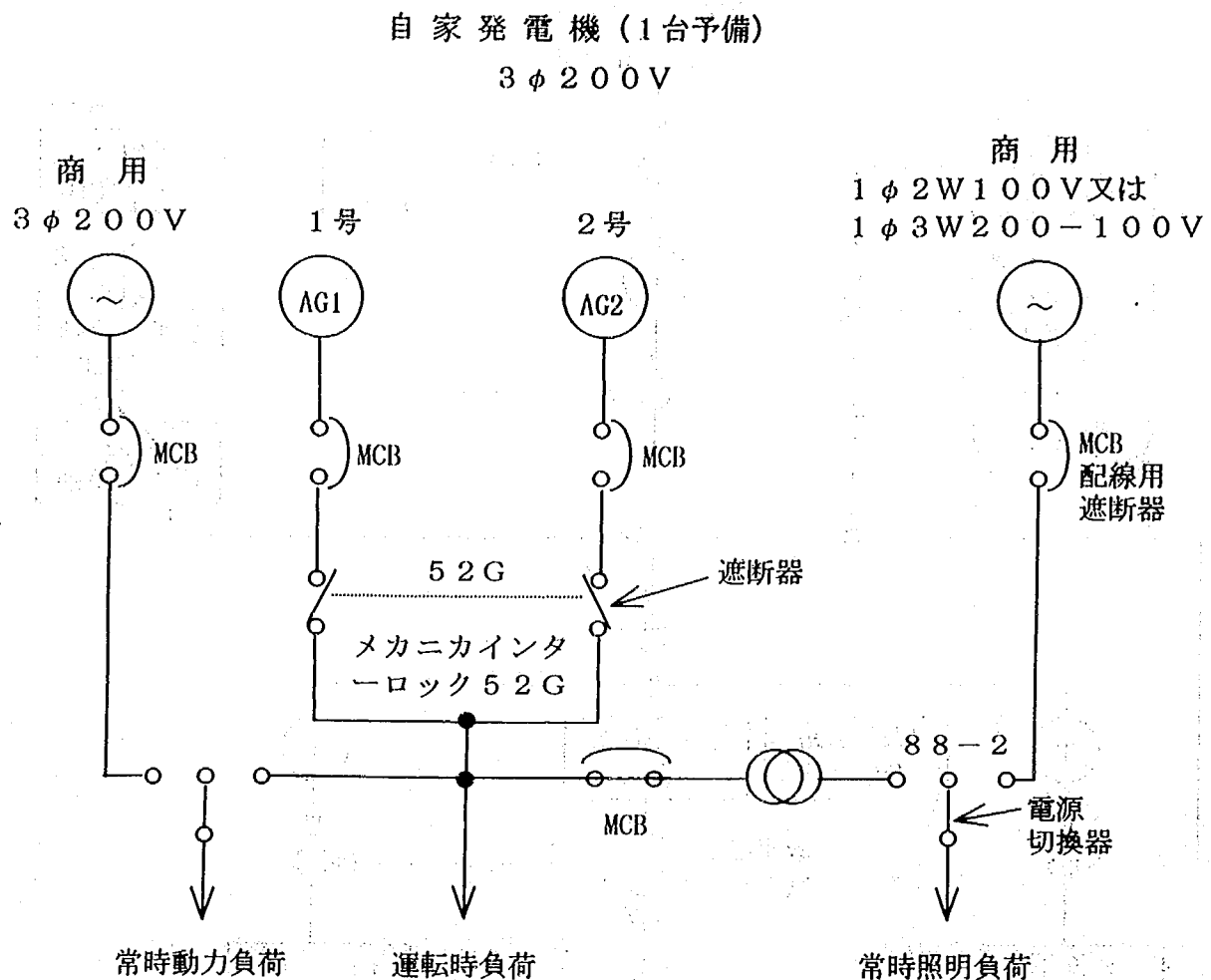


図 3. 5. 4-7 自家発電機

商用－自家発切換－操作ブロック図例



注) 自家発が重故障停止した場合は、予備機が自動始動するものとする。

図 3.5.4-9 自家発電機

3. 6 監視操作制御設備

3. 6. 1 機場側監視操作制御設備

自動化排水機場の監視操作制御設備は、中央監視操作盤、補助継電器盤又はプログラマブルコントローラ(ＰＣ盤)、機側操作盤、系統機器盤、計装設備、ＣＣＴＶ(ＩＴＶ)設備、音声警報装置、遠方監視操作制御設備、運転支援システム等により構成するものとし、その組合せは信頼性、経済性、自動運転システムのグレード、運転操作方式等を検討のうえ決定するものとする。

〔解説〕

1. 排水ポンプ機場は、出水時には排水運転が確実に且つ連続して行われる事が要求される非常用設備であり、その操作制御の自動化に際しシステム全体の信頼性のより一層の向上を図るため、以下の条件を満足する必要がある。

① 操作制御システムの障害により排水機能を喪失したり、無監視の状態に陥ることが無いこと。

② 万一の故障発生時には、排水設備がフェイルセーフ状態を保つこと。

③ バックアップ等の代替機能及び手段が完備していること。

④ システム全体の予防保全機能により、プリメンテナンスが可能なこと。

(故障予知については、別途検討するものとする。)

⑤ 緊急時及び異常時の処理ガイダンスができること。

(運転支援システムの機能として別途検討するものとする。)

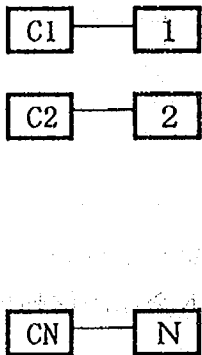
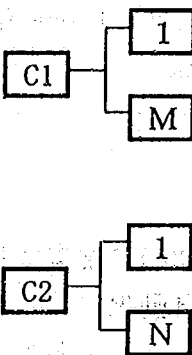
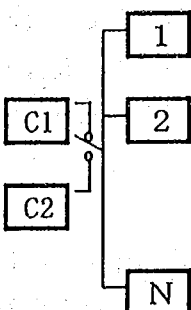
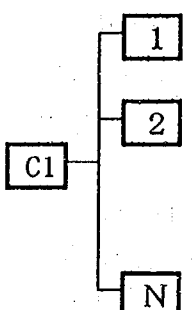
すなわち、操作制御システムの信頼性の向上策、機器及び操作制御システム等の予防保全策、及びマン・マシンの機能向上が不可欠となる。その具体策として、ユニット化、多重化、分散化、自動バックアップ、フェイルセーフ等の自動化対応技術が挙げられる。

2. ユニット化とは、共通補機用もしくは共通回路用の回路部は極力省き、各排水ポンプ号機毎に回路部を分割設置する構造をいう。

表 3. 6. 1 に分割方法の例を示す。表 3. 6. 1 に示すように 1 : 1 のユニット構成は、最も信頼性が高いが、逆にコストも最も高くなるので総合的に評価し、検討を行うものとする。

一般的な排水機場における操作制御設備の構成とユニット化の考え方の一例を図 3. 6. 1 に示す。

表3.6.1 制御系統の分割方法の例

分割方法	1:1のユニット	二 分 割	二重化共通	一重共通
構 成				
長 所	信頼性が最も高い	片系を停止して保守が可能	予備系共通部の保守点検が可能	コストが最も低い
短 所	コストが最も高い	片系共通部故障でその系統が停止する	切換部の停止、切換部の故障対策が必要である	共通部故障で全面停止

注) 上表の構成図において、C、N、M及び各数字は以下の意味である。

C1～CN : 各操作制御回路部 (コントローラ)

1～M、1～N : 各主ポンプ設備等の操作制御対象

3. 多重化システムとは、ある機能がダウンしたときに、他の装置により同一の機能を果たすシステムをいう。

多重化は信頼性の向上には有効な手段であるが、イニシャルコストやメンテナンスコストが高くなり、また場合によってはむしろ信頼性の低下の原因ともなり、運用に当っては信頼性と経済性についての総合評価が必要となる。

操作制御設備については、近年、プログラマブルコントローラ（P C）が、従来のリレー回路に代わり用いられる場合も見受けられるが、P Cは制御及び監視情報伝達等の重要な役割を持っており、多重化する事を基本とする。

4. 分散化とは、制御システムの機能を分散させておき、その一部がダウンしてもダウン範囲を局部に制限する事により、他は正常に機能するシステムをいう。

3.5 運転操作方式で示した操作場所（機側、機場中央、中央管理所）は、この分散化の例である。

5. 自動バックアップとは、ある機能がダウンしたときに自動的に代替装置により同等もしくはレベルの低い機能を果たすシステムをいう。

① 機器の自動バックアップ

自動化に際して、共通補機は全て予備機を設置し、故障時は自動バックアップするものとする。

② 制御回路（コントローラ）のバックアップ

シーケンスコントローラもしくは、マイクロコントローラの接点出力のバックアップの方式の例を図3.6.1に示す。

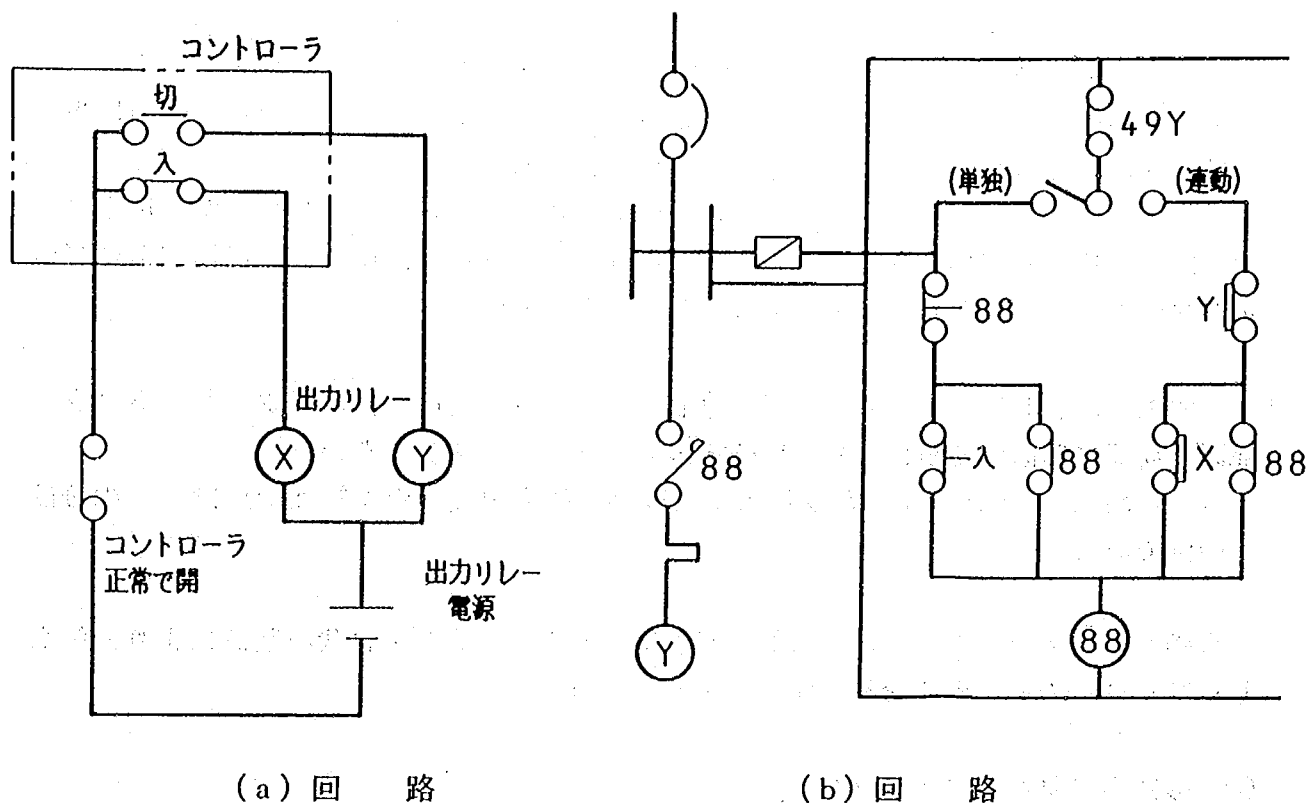


図3.6.1 暴走回路とバックアップの例

コントローラ正常時には、(a)回路の出力リレーX、Yにより(b)回路の補機運転用継電器を入切して連動運転等を行う。

コントローラが異常時には、機器の暴走を防ぐために出力リレー回路は常時「断」としておく。即ち、X、Yいずれも指令を出さず補機運転用継電器をホールドさせ、遠方操作不能のときは切換器により機側単独操作でバックアップする。

6. フェイルセーフとは、機器や装置の異常（故障）時にシステム全体が安全側に作動して事故につながらないシステムをいうが、排水機場においては、機械保護優先とするか排水優先（排水機能維持）とするかによりシステムが異ってくる。

排水機場設備のフェイルセーフシステムについては、極力排水優先の発想を取り入れるものとする。

以下に例を示す。

① 電源消失時

排水機場の電源は、自家発電機のAC電源と直流電源装置のDC電源に大別されるが、保護回路はDC回路としてAC電源消失時には、補機電動機が停止後これに付属する保護機能(DC100V)の動作によって、主機が停止する（機械保護優先）。DC電源消失時には、通常は（電源断で停止動作の対策がない限り）非常停止が不能となり、無制御無保護で運転が続行されることになる。この時中央に「制御電源断」等の故障表示を行うものとし、表示確認の後原因を調査し、排水続行又は手動強制停止の処置をすることになる（排水優先）。

② 機器の特異性

フェイルセーフシステムを考える場合には、機器の特異性を知っておく必要がある。

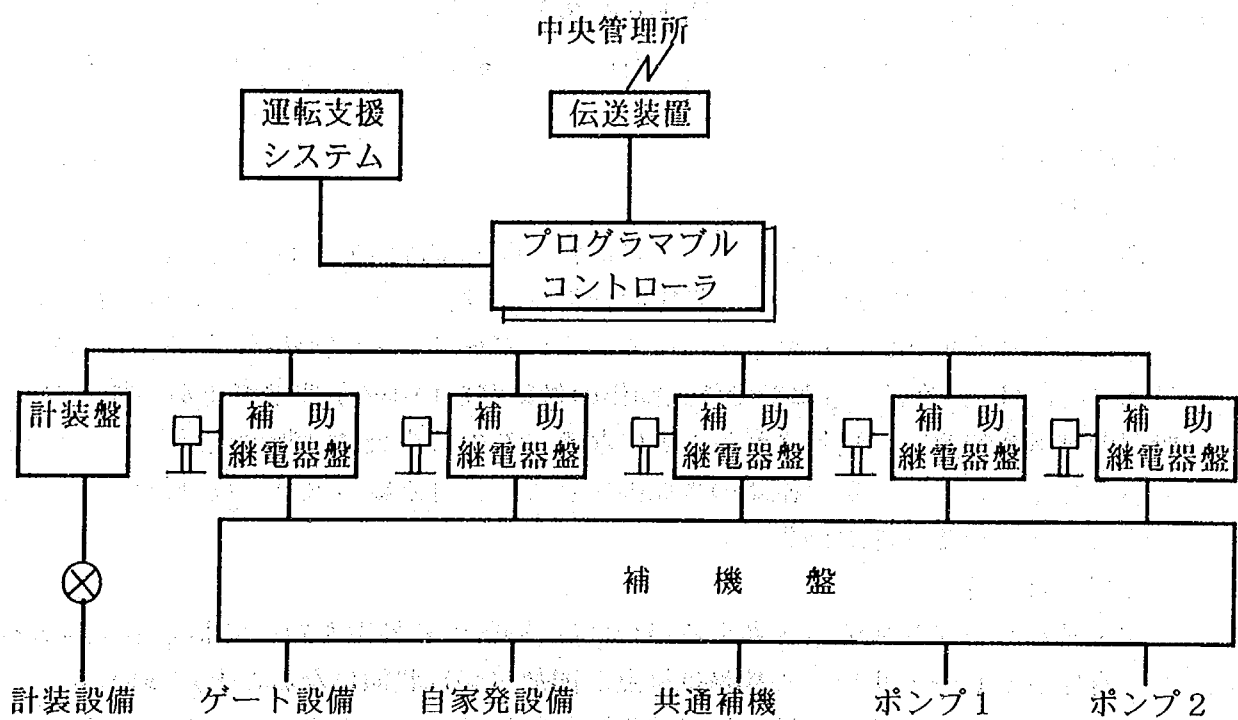
有接点リレー：リレーの故障は接点が開放（切）状態になることが多い。

無接点機器：素子の故障は短絡（入）状態になることが多い。（SSR, SSC）

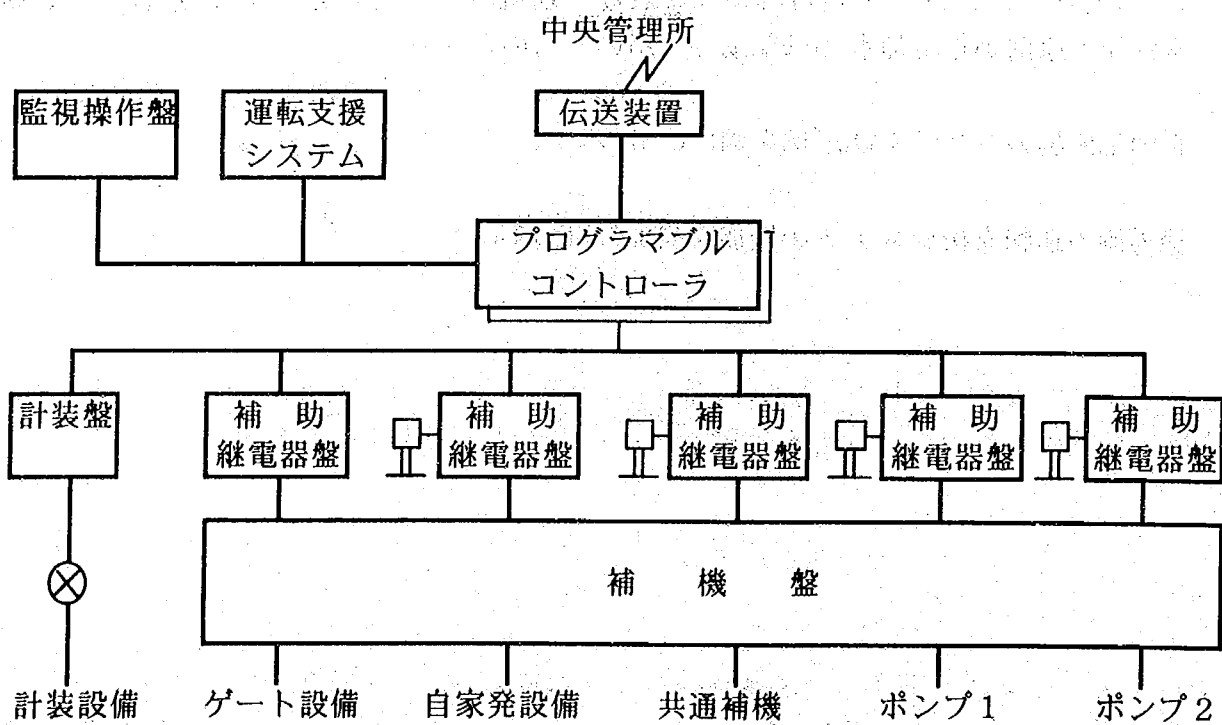
例えば、冷却水弁に電磁弁を採用すると、制御電源断で冷却水断水とならざる得ない。（通常ポンプ休止時の常時励磁を避け“通電開”の電磁弁とする。）従って、排水優先の原則から冷却水弁は電動弁を用いるものとする。

7. 自動化機場のシステム構成例を図3.6.3に示す。

8. 機場側の運転支援システムの機能を表3.6.6に示す。

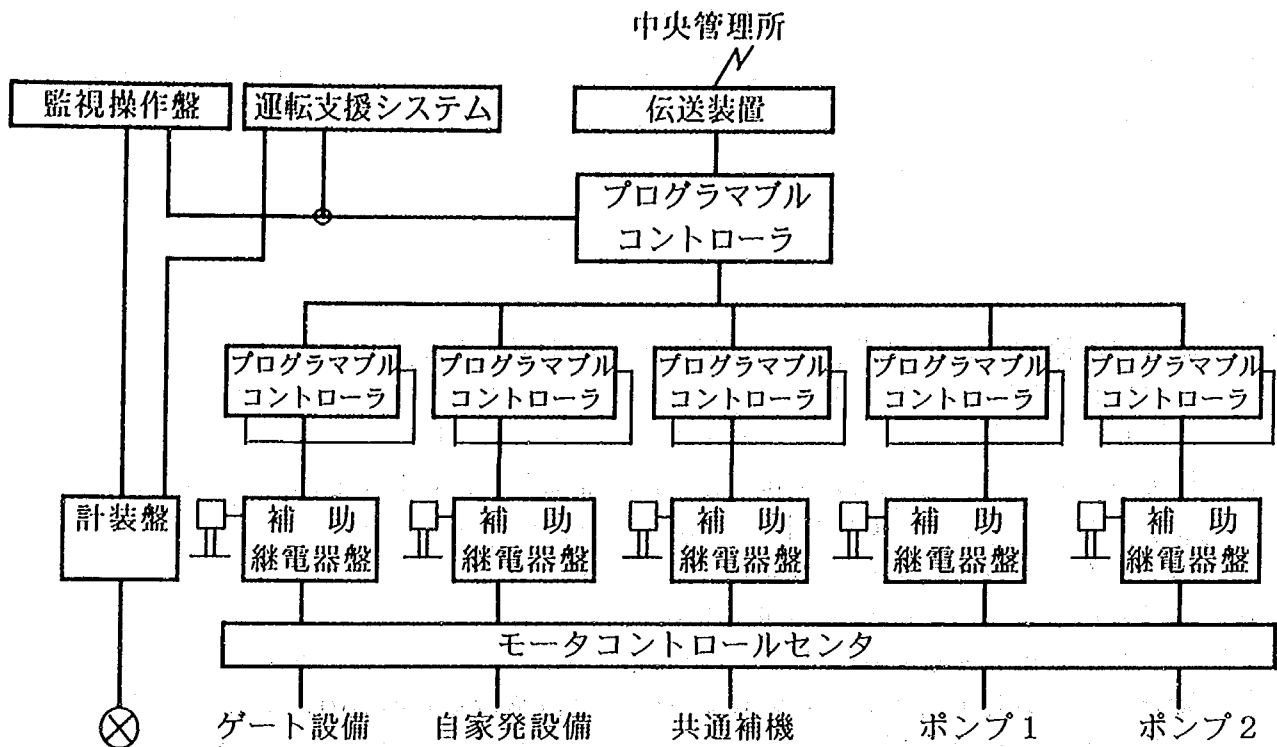


(a) 機場中央のない排水機場

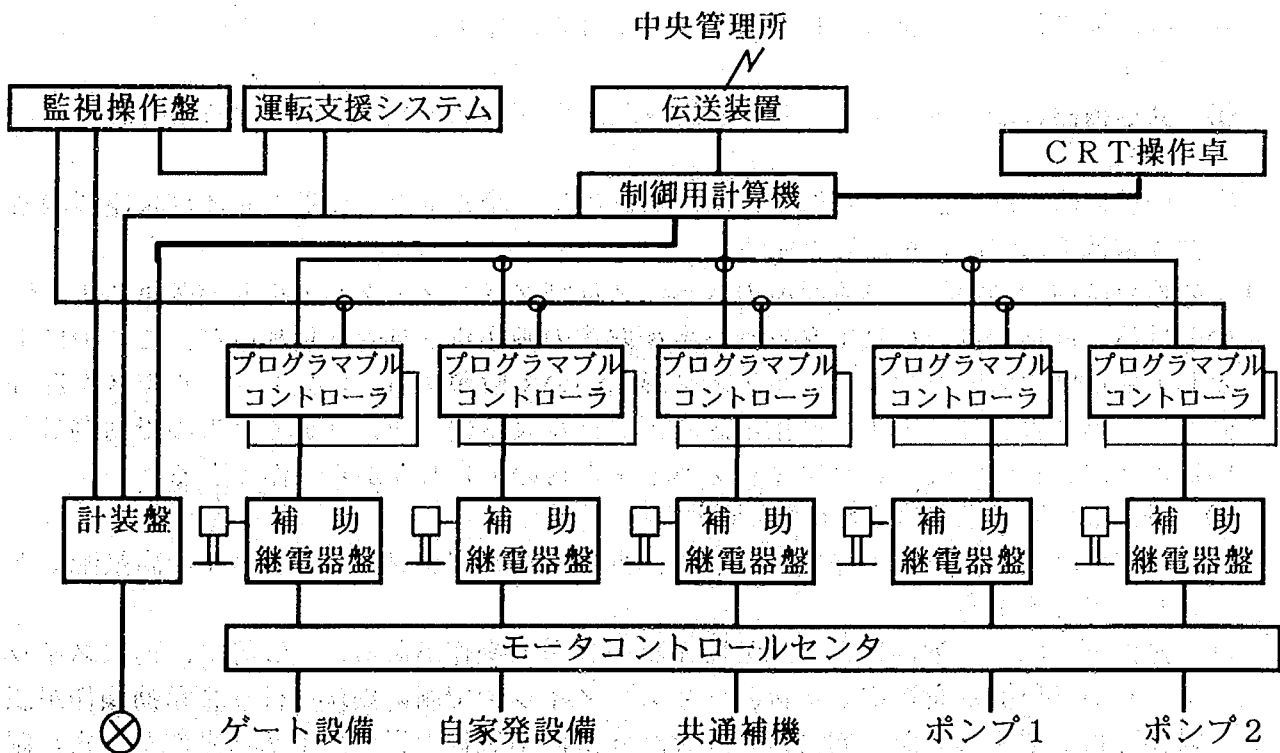


(b) 機場中央のある排水機場（その1）

図3.6.2. システム構成例



(c) 機場中央のある排水機場 (その2)



(d) 機場中央のある排水機場 (その3)

図3.6.3. システム構成例

3. 6. 2 中央管理所監視操作制御設備

中央管理所の監視操作制御設備は、監視盤、操作卓、データ処理装置、記録装置、入出力制御装置、運転支援装置等により構成するものとし、信頼性、監視操作性、設置スペース等を検討のうえ決定するものとする。

〔解説〕

1. 監視盤は流域及び排水機場全体の概略状況を把握するため使用するもので、その形式は、大形グラフィックパネル、ミニグラフィックパネル、CRTディスプレイ、大形ディスプレイがあげられる。これらの比較を表3. 6. 2に示す。
2. 遠方側に表示する項目を表3. 6. 3に示す。監視盤には重要度の高いもの、状況把握のしやすいものを表3. 6. 3より選択して表示する。CRTディスプレイもしくは運転支援システムの表示内容によっても検討する必要がある。
3. 故障表示項目を表3. 6. 4、表3. 6. 5に示す。
 - ① 圧力、温度、水位に関する重故障項目については、1段目で軽故障、2段目で重故障とし、軽故障で警告して対応して対応に余裕を持たせるものとする。
 - ② 故障表示はCRTディスプレイ、大形ディスプレイは個別、操作卓は一括とするが、一括表示は各機場主ポンプ号機毎の重故障一括、軽故障一括及び共通補機故障一括とする。
 - ③ 吸水水位異常低下の重故障状況回復により自動復帰するものとし、ホールドしないものとする。
 - ④ 共通補機自動バックアップ時の過渡現象的な短時間の減・断水等は時限付故障検知とする。
 - ⑤ 内燃機関の潤滑油圧異常低下、冷却水量不足、冷却水温度異常上昇及び減速機潤滑油異常低下は時限付重故障とする。
4. 操作卓は施設の規模、設置場所のスペース及びグラフィックパネルとの関連により使い分ける。近年では、CRTタッチパネル方式の操作卓も見受けられるが、ここでは主として使用例の多いコントロールデスク形について解説する。コントロールデスク形は傾斜面に集合表示灯、アナログ指示計、デジタル表示器の取付けができるので制御対象機器の状況を直接監視（グラフィックパネルを含めて）しながら操作できる。
 - ① 操作卓の表示項目は表3. 6. 3に示す。
 - ② 操作卓は、各施設毎の操作スイッチ、表示器類をグラフィックパネルの施設配置と合わせて配列する。
 - ③ 操作方式は1挙動操作、2挙動操作及び3挙動操作がある。一般的には選択スイッチで制御対象機器を選択した後、マスタースイッチで制御操作を行う2挙動操作が誤操作防止上望ましいが、制御対象施設が非常に小規模の場合は1挙動操作を、また制御対象施設が非常に大きい場合は、3挙動操作を採用することもある。
 - ④ 非常停止は原則として設備毎に設け、カバー付スイッチとする。非常停止信号は極力計算機やPCを介さずに伝送路で直送し、機場側においても非常停止回路に直接入力できることが望ましい。

表3.6.2 監視盤の形式比較

監視盤形式	機 能	省スペース	拡張性	信頼性	保守性	表現力	見易さ
大形グラフィックパネル	グラフィック部にアクリル、シルクスリーン、モザイク等を用いて絵柄を作成し、必要部を点灯・消灯することにより、状態表示を行う。またデジタル式やアナログ式の計器を取り付け計測表示も行う。	×	△	○	○	×	○
ミニグラフィックパネル	機能は大形グラフィックパネルと同等であるが、絵柄が小さいので、一般的には、操作卓と一体形としコンパクトなシステムとする。	△	△	○	○	×	△
CRTディスプレイ	またグラフや表、英数字、特殊記号等により解り易い表示ができる。 ハードコピー装置により表示画面が記録として残せる。画面サイズに制約を受けるため諸施設の同時一括監視は困難である。	○	○	△	○	○	△
大形ディスプレイ	CRTディスプレイの画面を大形化し解り易く表示する他、ITVモニタ、としても、またTV、BS等の映像出力としても利用できる。マルチ化すれば更に大画面化も可能である。投射管に寿命があり、常時監視用には適さない。	○	○	△	△	○	○

○：優れている △：普通 ×：劣っている。

表3.6.3 中央管理所状態監視項目(1/2)

状態表示、計測及び開閉器		立軸ポンプ表示場所				発電機表示場所				備考
		操作卓	CRT	大形ディスプレイ	グラパネ	操作卓	CRT	大形ディスプレイ	グラパネ	
状態表示	中央管理所	○	○	○		○	○	○		
	機場	○	○	○		○	○	○		
	操作モード	○	○	○		—	—	—	—	自動、連動、半連動、強制、管理、単独
	吸水位正常		○	○		—	—	—	—	
	吸水位模擬回路入		○	○		—	—	—	—	
	膨張水槽水位正常		○	○			○	○		膨張水槽が必要な場合
	故障復帰	○	○	○		○	○	○		
	吐出弁全開	○	○	○		—	—	—	—	軸流ポンプの場合
	他のポンプが起動中でない		○	○		—	—	—	—	
	切換開閉器位置が正常である		○	○			○	○		
	準備完了	○	○	○	○	○	○	○	○	
	冷却水通水		○	○			○	○		
	潤滑水通水		○	○		—	—	—	—	水潤滑軸受の場合
	機関油圧正常		○	○			○	○		
	減速機油圧又は油流正常		○	○		—	—	—	—	
	始動中	○	○	○		○	○	○		
	運転	○	○	○		○	○	○		流体継手なしの場合
	機関運転	○	○	○		—	—	—	—	流体継手付きの場合
	排水		○	○	○	—	—	—	—	
	停止動作中	○	○	○		○	○	○		
	停止	○	○	○	○	○	○	○	○	
	電圧確立	—	—	—	—	○	○	○	○	
	除塵機運転		○	○	○	—	—	—	—	
	空気槽圧力正常		○	○			○	○		
	異常状態表示	○	○	○	○	○	○	○	○	CRT大型ディスプレイ個別 操作卓、グラパネ一括
	各補機の運転停止		○	○			○	○		
	火災報知器作動	○	○	○		—	—	—	—	
	ゲート操作モード	○	○	○		—	—	—	—	
	ゲート全開・全閉		○	○	○	—	—	—	—	
	各種センサー異常	○	○	○	○	○	○	○	○	

表3.6.3 中央管理所状態監視項目(2/2)

ポンプ、発電機 状態表示、 計測及び開閉器		立軸ポンプ表示場所				発電機表示場所				備 考
		操 作 卓	CRT	大形 デイス プレイ	グラ パネ	操 作 卓	CRT	大形 デイス プレイ	グラ パネ	
計 測	内 水 位		○	○	○	—	—	—	—	速度制御を行う 場合 流体継手付きの 場合
	外 水 位		○	○	○	—	—	—	—	
	運転時間		○	○			○	○		
	機関回転数		○	○		—	—	—	—	
	主ポンプ回転数		○	○		—	—	—	—	
	吐出弁開度		○	○		—	—	—	—	
	電 圧	—	—	—	—	○	○	○	○	
	電 流	—	—	—	—	○	○	○	○	
	周 波 数	—	—	—	—	○	○	○	○	
	電 力	—	—	—	—	○	○	○	○	
	商用200V電圧		○	○		—	—	—	—	性能カーブ、内水位 より算出
	商用200V電流		○	○		—	—	—	—	
	100V 電圧		○	○		—	—	—	—	
	100V 電流		○	○		—	—	—	—	
	直流電源電圧		○	○		—	—	—	—	
	直流電源電流		○	○		—	—	—	—	
	ゲート開度		○	○		—	—	—	—	
	燃料貯油槽油面レベル		○	○			○	○		
	ポンプ吐出量(合計)		○	○	○	—	—	—	—	
	そのほか必要なもの	○	○	○	○	○	○	○	○	
開 閉 器	切換開閉器	○				—	—	—	—	自動連動、半連動 強制 始動—停止 開—停止—閉 入—切(流体継手 付きの場合)
	ポンプ用操作開閉器	○				—	—	—	—	
	吐出弁用操作開閉器	○				—	—	—	—	
	流体継手用操作開閉器	○				—	—	—	—	
	非常停止用引釦スイッチ	○				—	—	—	—	
	表示復帰押釦スイッチ	○				—	—	—	—	
	ランプチェック用押釦スイッチ	○				—	—	—	—	
	警報停止用押釦スイッチ	○				—	—	—	—	
	発電機用操作開閉器	—	—	—	—	○				
	ゲート用操作開閉器	○				—	—	—	—	
	除塵機用操作開閉器	○				—	—	—	—	開—停止—閉 始動—停止

注1) 表示場所は参考とする。

注2) 運転支援システムとして必要な項目についてはその機能に応じ別途検討するものとする。

表3.6.4 主ポンプ中央管理所故障表示項目

区分	検 知 項 目	備 考
重 故 障	内燃機関過速度 内燃機関潤滑油圧異常低下 内燃機関冷却水量不足 内燃機関冷却水温度異常上昇 内燃機関排気温度異常上昇 歯車減速機潤滑油圧又は油流量異常低下 スラスト軸受温度異常上昇 吸水槽水位異常低下 電気系統重故障 その他重要なもの 火災発生	直接冷却方式の場合 ガスタービンの場合 すべり軸受の場合 全水位全速運転の場合は除く
軽 故 障	二次冷却水量不足 膨張水槽水位異常低下 冷却水・潤滑水用水槽水位異常低下 空気槽圧力異常低下 燃料小出槽油面低下 流体継手潤滑油温度異常上昇 歯車減速機潤滑油温度異常上昇 吐出弁トルクスイッチ作動 補機ポンプ故障，その他付帯機器故障 始動渋滞 内燃機関始動渋滞 電気系統軽故障 その他重要なもの 吸水槽水位上昇 燃料貯油槽油面低下 停止渋滞	必要な場合 電動弁の場合

表3.6.5 自家発電機中央管理所故障表示項目

区分	検 知 項 目	備 考
重 故 障	内燃機関過速度 内燃機関潤滑油圧異常低下 内燃機関冷却水温度異常上昇 内燃機関排気温度異常上昇 発電機過電圧 発電機過電流 低 電 圧 接 地 発電機軸受温度異常上昇 その他重要なもの	ガスタービンの場合 遮断器開放のみ すべり軸受の場合
軽 故 障	二次冷却水量不足 始動渋滞（始動指令から冷却水通水まで） 機関停止渋滞 始動渋滞（始動電磁弁開から低速度リレー動作まで） 膨張水槽水位異常低下 燃料小出槽油面低下 空気槽圧力異常低下 その他重要なもの	必要な場合

5. データ処理装置は、各機場におけるデータ収集、演算、記憶、表示、記録、警報及び制御処理を行うものである。

データ処理装置としては一般に16 bit ミニコン、32 bit ミニコン、32 bit スーパーミニコンなどの制御用計算機が使用されデータ量、処理速度(応答性)等考慮し、決定する。

なお、パソコンは一般に事務処理を対象として個人向けもしくは個別の用途向けに開発された計算機であり、工場現場などで使用できるように、耐環境性を強化したものが、工業用パソコンである。これらはいずれも上記のような制御用計算機とは一般に位置付けが異なっている。したがってパソコン及び工業用パソコンは、制御用計算機として要求される機能を全て具備しておらず、一般に性能も劣っているため、適用に際しては十分な配慮が必要である。

6. 記録装置はアナログ式記録計、ロギングタイプライタ、ラインプリンタ等の形式があり、用途に応じ、選定する。

① アナログ式記録計

アナログ式記録計は、計測量を記録紙に記録するもので、指示と記録を同時に行う。ペン式と打点式の2種類が使用されている。

プロセス量の状態変化を容易に判断でき、データ処理装置のシステムダウン時バックアップ用として使用できる。

ペン式は連続測定ができ、瞬時的に急激なプロセス変化量の測定に適している。

打点式は間欠測定となる。

② ロギングタイプライタ

アナウンスメント、時報・日報・月報等の作成を行う。

本装置はラインプリンタと区別して、シリアルプリンタと呼ばれるものが、一般に多く使用されている。

本装置の選定条件としては、以下の様な項目があげられる。

イ) 印字品質がよいこと。

ロ) 安価なこと。

ハ) 特殊な用紙を必要としないこと。

ニ) 故障が少ないこと。

ホ) 低騒音、低消費電力であること。

③ ラインプリンタ

年報の作成を行う場合等、多量のデータを高速で印刷するものである。

7. 入出力制御装置は、データ処理装置と他の装置、すなわち入出力中継装置、データ伝送装置、監視装置及び操作制御装置との間でデータの中継を行うものである。

本装置の配置が、データ処理装置と列盤になる構成の場合は、一般的にデータ処理装置に合わせた外観、寸法に統一するのが外観上好ましい。

8. 運転支援システムの機能を表3.6.6に示す。

機能の選定にあたっては、施設の規模(小規模、中規模、大規模)CRTディスプレイや大形ディスプレイの機能等と合わせ検討する。

表3.6.6 運転支援システム機能一覧

	区 分	内 容	備 考	機 場 側 の 機 能	中 央 管 理 所 の 機 能
運 転 操 作 支 援 機 能	運 転 操 作 ガイダンス	運転準備	電源、燃料、空気系統等の確認ガイダンス	○	○
		始動条件確認	始動条件が未確立時の対応ガイダンスを含む	○	○
		運転モード選択		○	
		始動停止タイミング ※		○	○
		始動・停止操作 ※		○	
		巡回点検		○	
		運転後処置		○	
		音声告知	※を音声告知でサポートする。	○	○
		流入流況演算	上下流側の広域情報を基に始動停止タイミングを演算	○	○
		運転中機器表示	系統グラフィック画面の表示	○	○
	運 転 監 視	状態表示	リスト表示	○	○
		計測中のバーグラフ表示		○	○
		計測量のトレンド表示		○	○
		ポンプ運転点表示	Q-H曲線の表示	○	○
故 障 対 応 支 援 機 能	故障発生表示	遠方監視信号出力分岐		○	
		警報音+メッセージ表示		○	○
		警報+系統図フリッカ		○	○
		音声告知		○	○
	故障原因分析追求	想定故障原因の羅列	故障項目のオフライン信号で固定対策画面表示		
		想定故障原因の選別表示	現行基準監視項目のオンライン信号で判定		
		原因の絞り込みグレード1	上記機能+オンライン手動入力併用で判定	○	
		原因の絞り込みグレード2	上記機能+オンライン監視機能アップ:センサー追加で判定	○	
	故障復帰及び緊急運転支援	異常予知	限界値との比較診断	○	○
		故障復帰対策リスト表示	応急、恒久対策をリスト形式で表示	○	
		故障復帰対策手順フロー表示	応急、恒久対策をフロー形式で表示	○	
		緊急運転必要性判断支援	危険水位までの余裕演算	○	
		緊急運転対策リスト表示	緊急処置方法をリスト形式で表示	○	
		緊急運転対策手順フロー表示	緊急処置方法をフロー形式で表示	○	
		対策画像表示	静止画	○	
		対策画像表示	動画:レーザーディスク	○	
記 録 ・ 情 報 管 理 機 能	記 録	日報月報自動作成		○	○
		運転停止、故障メッセージ一覧	リスト印字	○	○
		最大/最小/平均値など演算	積算、累積等を含む	○	○
		データ保存	フロッピーディスクへの記録	○	○
	情 報 管 理	故障情報履歴統計分析	バー、円グラフ表示	○	○
		点検整備修理情報履歴統計分析	バー、円グラフ表示	○	○
		管理運転情報履歴統計分析	バー、円グラフ表示	○	○
		運転記録データ傾向管理		○	○
		異常報告書作成機能		○	○
		図書類管理	光ファイル等		○
自 動 機 能 に 追 伴 加 う	点検業務支援	点検項目、手順ガイダンス	静止画+文字	○	
		伝送設備、伝送路機能確認	テストパターン	○	○
		制御回路動作確認	機器動作シミュレータ	○	○
		操作モード確認	各機器の操作モードを表示	○	○
		点検データ入力	ハンディターミナル化	○	
		点検報告書作成機能		○	

注) 本表は機場と中央管理所の機能を分類したものであり、機能の選定にあたっては別途検討すること。

3. 7 計装設備

自動化排水機場における計装設備は、機場を運転管理するために、自動運転システムのグレード、信頼性、経済性、必要精度等を検討して決定する。

〔解説〕

1. 計装とは機械設備に計器類を装備して、運転の状態を把握することにより設備の操作および維持管理を容易かつ正確にすることを目的とするものである。計装設備としては、水位、温度、圧力、流量、開度、回転数を検知するものがあげられ、その構成は図3. 7. 1に示すように検出部、伝送部、調節部及び表示部に大別される。

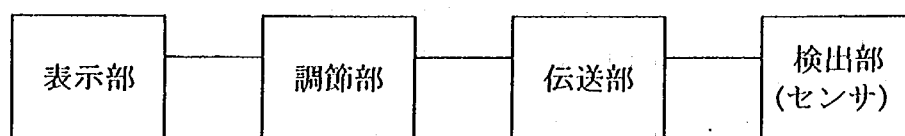


図3. 7. 1 計装設備の構成

本解説においては特に信頼性の要求される検出部（センサ）について解説する。

2. 計装設備の用途は制御用と監視用に大別される。制御用は始動インターロック、連動条件確認、故障検出等、設備の制御用に用いられるものであり、監視用はトレンド、状態等、維持管理用に用いられるものである。
3. 水位計にはフロート式、静電容量式、触針式、投込式、圧力式、測定柱式、電極式、超音波式、音波式、水晶圧力式があげられ、各方式の比較を参考資料4-1に示す。
 - ① 参考資料4-1の各方式より、必要精度、設置環境等により選定する。
 - ② 自動化機場においては、ポンプ設備の自動始動、停止用に用いる水位計はその重要性、信頼性から方式の異なる水位計により二重化を図るものとする。

両者の水位計の表示値の偏差が大きい場合は、水位表示尺をCCTVもしくは目視により確認し、正しい値を示すセンサにより制御を行う。
 - ③ ポンプ非常停止用の水位計は、除塵設備の後流側に設けるものとし、水路がポンプ毎に独立している場合は、それぞれのポンプに一台ずつ設けるものとする。
4. 温度計は機関排気温度、ポンプスラスト軸受温度、機関潤滑油温度、減速機潤滑油温度等の検出に用いられる。温度計には、バイメタル式、液体充満式、気体膨張式、熱電対式、抵抗体式があげられ、各方式の比較を参考資料4-2に示す。
 - ① 参考資料4-2の各方式より、表示場所、必要精度等により選定する。

5. 圧力計は、機関や減速機の潤滑油異常圧力、始動用空気槽の圧力検知等に用いられる。圧力計にはブルドン管式、ダイヤフラム式、ベローズ式、静電容量式、半導体式があげられ、各方式の比較を参考資料4-3に示す。
- ① 参考資料4-3の各方式より用途（故障検知、始動中のインターロック、トレンド管理等）、必要精度等により選定する。
6. 流量計は流入量、排水量、冷却水量、燃料消費量等の管理を行うために用いられる。流量計には、電磁式、羽根車式、超音波式、差圧式、ポンプ性能曲線式等があげられ、各方式の比較を参考資料4-4に示す。
- ① 参考資料4-4の各方式より用途、経済性、必要精度、設置スペース等により選定する。
7. 開度計は、ゲート、吐出弁、翼角等の開度表示用として用いられ、ポテンショ式またはシンクロの発信器が使用される。この方式の比較を参考資料4-5に示す。
- ① 参考資料4-5より、表示場所、制御方式等により選定する。
8. 回転計は、機関やポンプの回転数の監視、制御に用いられ、タコジェネ式またはパルスピックアップ式の回転発信器が使用される。複合減速機又は流体継手を設ける場合は、その出力軸側にポンプの規定速度検知用の速度スイッチ又は回転計を設ける。
9. 他のセンサとして振動、ギャップ（軸受、羽根車等）、騒音（異音検知）、臭気等があげられるが、これらは環境条件、使用条件、運用管理の内容、維持管理体制等総合的に判断し、現状技術を把握した上で、採用の可否を検討する。
10. 4～20mA等のアナログ信号をBCD信号に変換する場合、データ処理装置において変換したものを正として、監視、制御、記録に用いるものとする。同一の信号を監視、制御、記録各々で、デジタル変換すると変換器の誤差によってデジタル数値に差異が生じる場合がある。但し、データ処理装置がダウンしたときの二重化を図るために、監視装置には、必要に応じて変換器を設けることができる。

3. 8 伝送設備

自動化排水機場における伝送設備は、地理的条件、信頼性、経済性、拡張性、保守性等を考慮して仕様を決定するものとする。尚、伝送回線は光ファイバーケーブルを標準とする。

〔解説〕

1. 伝送設備は、情報送信部と情報受信部とそれを結ぶ伝送回線で構成される。
2. 情報送信部と情報受信部は、情報処理量、伝送速度、将来性、経済性を考慮して決定するものとし、情報処理装置（パソコン、エンジニアリングワークステーション、ミニコン、スーパーミニコン、プログラマブルコントローラ）及び伝送制御装置（モデム等）から成る。
3. 伝送回線
 - (1) 伝送回線は、図3. 8. 1に示す各種のものがあるが、自動化排水機場には、光ファイバーケーブルを標準とする。有線方式の比較を表3. 8. 1に示す。

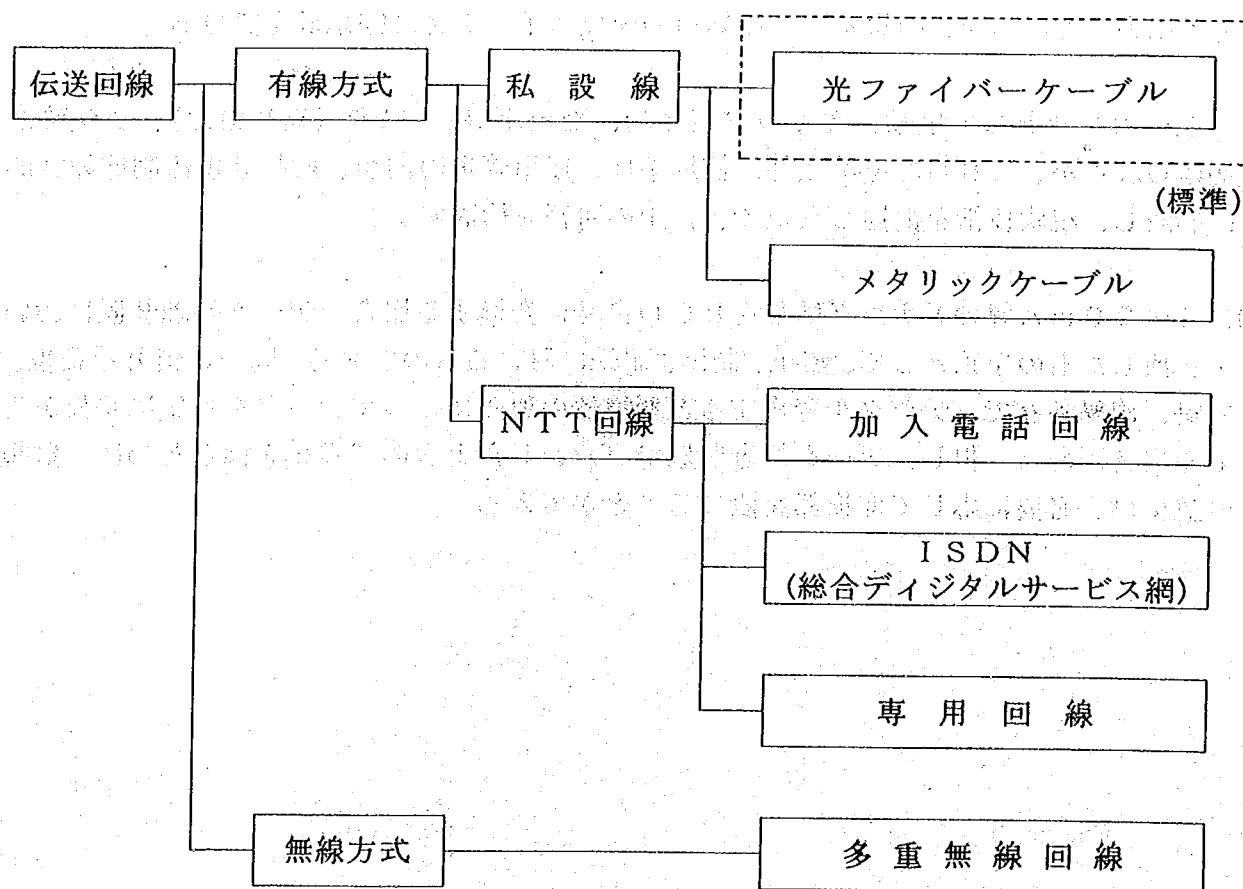


図3. 8. 1 伝送回路の分類

表3.8.1 有線方式の比較

項 目		加入電話回線		I S D N		専用回線		メタリック		光ファイバーケーブル			
システムの特徴		一般の加入電話回線を利用したアナログ回線 (アナログ伝送路・交換機)		ディジタル回線の導入により、データ・画像等の全ての通信サービスを総合化したネットワーク		2地点間を伝送路で直接結んだ回線 (途中に交換機なし) 高速ディジタル、映像伝送等4種類あり		平衡／同軸の2種類 平衡：定周波、短距離 (～数10KW) 向き 同軸：高周波、長距離 (7+7g多重伝送) 向き		細径の高純度石英系ガラス繊維中に光信号を通す構造 (低損失、広対域、無誘導、対雷性)			
信頼性	回線確保 (接続品質)	○	平均的には99%程度の接続確率 (設計値：加入回線 90%、ISDN 92%)			◎	100%可能		◎	100%可能			
	データ精度 (伝送品質)	○	10 ⁻⁵ 以下で保証		○	10 ⁻⁶ 以下で保証		○	10 ⁻⁷ 以下で保証 (同軸の場合)		◎	10 ⁻⁹ 以下で保証	
	気象条件の影響	○	通信ケーブルの誘雷は問題なし。伝送装置に対しては、誘雷対策機器 (耐雷トランス、同軸避雷器、保守器等)あり					○	NTT回線と同じ		◎	誘雷に対し、非常に強い	
経済性	初期工事費	○	専用線に比べ、初期工事費小(通常の電話回線工事) 初期回線契約料が必要					△	ケーブル埋設工事費大 (メタリックと光では同じ)				
	設 備 費	○	テレメータ装置必要					○	ケーブルコストは、メタリックと光でほぼ同等 光電伝送装置分だけ光がメタリックより大				
	維 持 費 (含回線料)	○	装置保守費＋回線使用料必要 回線料 { 専用回線：毎月定額 加入回線・I S D N：通信時間に比例					◎	ケーブル保守不要、機器の保守のみ。 (メタリックは信号減衰の調整要)				
拡張性	対向方式	△	1:Nでの回線接続。 回線の切換え必要で 監視周期大。		◎	1:Nでの回線接続。 実質(1:1)xNでの通信が可能で拡張容易		○	(1:1)xNセットで回線拡張		△	(1:1)xNセットで回線拡張、順次切換え方式で5局を10秒周期での監視可能。 拡張のためのケーブル工事必要	
容易性	保 守	◎	NTTの責任で保守がなされるので、手間がかからない。					○	ケーブルについては保守不要 伝送機器等1回以上／年の定期点検実施				
	申請・資格	◎	不要					○	電気通信管理局への申請必要				
	設置条件・工事等	◎	問題なし		○	地域によっては、設置不可の場所有		◎	問題なし		◎	開発当初は配線工事が困難との評価があったが、現在は問題なし	

4. 伝送方式

- (1) 伝送方式には、監視方法（通常又は間欠）、重要度、対向方式、経済性等を考慮して決定する。伝送方式は、表3.8.2のように分類されるが、監視及び操作・制御を遠方より行う場合は、応答性の問題から、サイクリックデジタル方式を採用する。

表3.8.2伝送方法の分類

信号形態	伝 送 方 式	符号伝送方式
アナログ式	直 送 式 直 流 方 式 セミスーパー方式 搬 送 式 パルス周波数式 (衝流周波数方式) 特殊符号方式	
デジタル式	搬 送 式 パルス符号式	サイクリック デジタル方式 ボーリング デジタル方式

- (2) サイクリックデジタル方式は、デジタル伝送の代表的なもので複数の情報を所定の順序に配列（時分割という。）し、これを一定周期で繰り返し（サイクリックという。）伝送するデータ伝送装置である。

伝送距離は約30km、伝送量は1 chで多量のデータ伝送ができる。伝送項目は、計測、表示パルス、制御及び設定値をすべて伝送でき、伝送速度も50, (100), 200, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 28800bit/秒が採用できる。

サイクリックデジタル方式は、アナログ方式に比較して回路構成が複雑となるため装置が高価となるが、デジタル方式が測定量を符号化するという本質的に不連続サンプリングシステムである点を利用して、符号変調回路制御回路、伝送回路は一式のみで入出力回路を切り換えることにより多くの情報量も切り換え伝送することができる。

サイクリックデジタル方式は、伝送量が多くなる程装置価格が割安となる大きな

利点を持っている。

伝送を行なう場合には、送信側の情報が正確に受信側に伝わるよう、あらかじめ送受信相互で、伝送速度、変調方式、符号形式、伝送規格、同期方式等の事項について統一をはかっておく必要がある。

5. 対向方式

管理所1ヵ所で機場が1ヵ所あるいは複数箇所があるとき、それぞれの伝送装置を結合させるための方式を対向方式という。

対向方式は、データの伝送量、伝送スピード、制御性、信頼性、経済性等を考慮して決定するが、自動化排水機場の場合は、遠方より監視・制御を行うため、1:1方式、 $(1:1) \times N$ 方式を採用する。

図3.8.2に対向方式の分類、表3.8.3に対向方式の比較を示す。

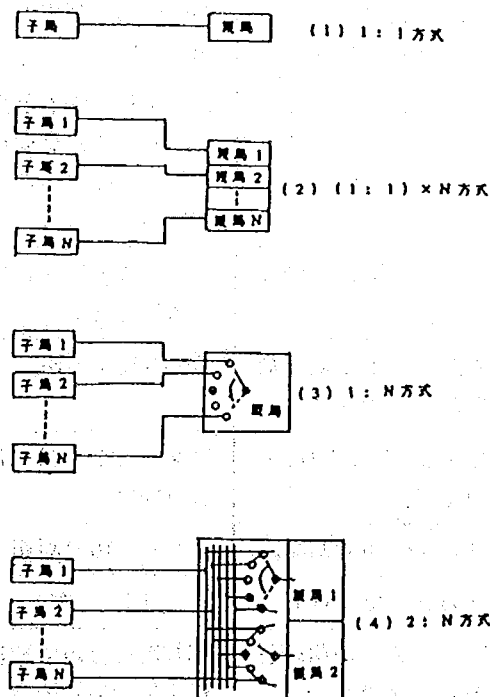


図3.8.2 対向方式の分類

表3.8.3 対向方式の比較

方式		(1:1)×N方式	1:N方式	2:N方式
項目				
伝送路の数		N回線	N回線	N回線
適用伝送路		有線(私設線) 有線(NTT線) 無線(多方向多重)	有線(私設線) 有線(NTT線) 無線(半二重) 無線(多方向多重)	同左
NTT回線使用料		回線数が同一の場合は同じ。 私設線の場合は不要。		
情報周期(同一情報量、 同一伝送速度として)		各局が独立して情報 伝送するため最も短 い。	各局を巡にスキャン するため長い。	(1:N)と同等であるが制 御を行う場合は左2つの中 間。
制御性		各局が独立している ため、1局を制御中 他局の監視が行える ので極めて良好。	1局を制御中、他局 の監視は行えない。 制御の結果がすぐ判 明しない。	親局の1が監視、2が制御 を行うので(1:1)×Nなみ。 ただし同時に2機場の制御 はできない。
システムの信頼性(安 全性)		1局の故障が他局へ 波及しないため最も 信頼性が高い。	親局が故障すると全 子局との情報交換が 途絶するので信頼性 は低い。	親局1、2が相互の機能を バックアップできるので比 較的信頼性は高い。
システムの拡張性		他局と無関係に増設 可能。	子局増設のほか親局 の改造が必要。	同 左
親局計算機、CRT、プ リント等		原則として子局1局 当たり1組宛。	子局N局宛1組。	同 左
設備費	制御あり	$N \leq 5$ で(1:N)と 同程度。	$N > 5$ で(1:1)×N より安い。	1:Nより高い。
	監視のみ	$N > 9 \sim 10$ で割高。	$N > 9 \sim 10$ で割安。	同 左
維持費		他方式とほぼ同じ	同 左	同 左
総合		(イ)システムの信頼性 が必要な場合 (ロ)拡張性が必要な場 合 (ハ)各局とも制御が必 要な場合	(イ)制御を行わず監視 が主体である場合 (ロ)局数が少なく監視 点数が少ない場合	(イ)1:Nと同様であるが信 頼性、制御性を向上させたい場合

3. 9 除塵設備

自動化排水機場における除塵設備は、し査対策・安全対策を充分考慮した形式及び制御方法を採用するものとする。尚、機械式除塵機の形式は、定置式の背面降下前面搔上式を標準とする。

[解説]

1. 粗大ゴミの流入による除塵設備及び搬送設備の停止が重大問題となるので吸水槽の上流側には、1次スクリーン（フロート形の防塵柵等）を設置する場合がある。
2. 機械式除塵機の形式は、确实性を考慮して定置式の背面降下前面搔上式を標準とする。
3. 自動化を行った場合には、排水ポンプが運転中は連続運転が基本となるので、自動化機場には搬送設備と貯留設備（又は、貯留スペースを）設けることが望ましい。
 - (1) 搬送設備には、水平コンベヤの他傾斜コンベアを設けること標準とする。
 - (2) ホッパーの貯留容積は、5～10 m³程度とし、これを超える場合は傾斜コンベアを旋回式とし、貯留スペースを確保するものとする。
4. 自動運転は、除塵機周辺の安全確保を条件に行われるので、安全対策については、3. 14項を参照のこと。
5. 操作制御及び電気品に関しては、以下の点を考慮をするものとする。
 - (1) 除塵設備及び搬送設備については、主ポンプと連動運転をさせるものとする。
 - (2) ホッパー+傾斜コンベアの場合は、ホッパ満杯信号あるいは遠方よりのCCTVの監視により傾斜コンベアを旋回させるものとする。
 - (3) 土砂の多い地域では、レーキが運転不能にならないように定期的に自動運転を行うものとする。
 - (4) 故障後の処置
過負荷あるいは過トルクにて停止した場合には、遠方よりCCTVにて監視しながら逆転操作が可能なような方策を検討するものとする。
6. 都市部に設置される除塵機において、摺動部より発生する騒音が住民とのトラブルとなることがあるので、摺動部の材質を再検討し低騒音化を図るものとする。
7. 本解説以外の一般的事項については、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針（案）同解説」に準拠するものとする。

3. 10 付属設備

自動化排水機場における換気設備・照明設備及び消火設備は、無人運転を考慮し機器との連動あるいは自動運転を行うものとする。

[解説]

1. 換気設備

換気ファンを設ける場合は、主原動機と連動運転、あるいは温度スイッチによる自動運転を考慮するものとする。

2. 照明設備

- (1) 屋内外に照明を設け、主ポンプ運転中は自動的に点灯させるものとする。
- (2) 安全対策上必要な照明は、3. 14. 4項を参照のこと。

3. 消火設備

- (1) 中央管理所への火災警報が出せるものとする。

4. 本解説以外の一般的事項については、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案) 同解説」に準拠するものとする。

3. 11 電源設備

自動化排水機場における電源設備、自家発電設備及び制御電源設備は、無人運転を考慮し、機器との連動あるいは自動運転を行うものとする。

〔解説〕

1. 電源設備

- (1) 遠方監視の為に CCTV を設ける場合、CCTV の台数・監視範囲によっては従来より照明容量が多くなる可能性があるので、照明範囲について充分検討し、電源容量を決定するものとする。
- (2) 機関の定期プライミングの実施、無停電電源装置の設置及びガスタービン用直流電源装置の設置等により買電負荷が増加するので、電源容量について十分検討する必要がある。
- (3) 自家発自動始動後、買電負荷の自家発側への切替は自動的に行うものとする。

2. 自家発電設備

- (1) 自家発装置の型式は、ラジエータ冷却方式又はガスタービン方式とする。
- (2) 自家発の始動は、自家発始動水位により自動始動するものとする。
- (3) 自家発始動水位信号は、フリクトレベルスイッチ等 DC 電源を使用する形式のものを選定し、主ポンプ制御用水位信号とは別とする。
(自家発始動時、停電の場合を考慮する。)
- (4) 先発機が重故障停止した場合は、予備機が自動始動するものとする。
- (5) 自家発用機関の潤滑油系統は、主原動機と同様定期プライミング方式とする。

3. 制御電源設備

計算機（運転支援装置含）・伝送設備及びプログラマブルコントローラ用に、無停電電源装置（10分容量以上）を設けるものとする。

4. 本解説以外の一般事項については、別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説」に準拠するものとする。

3. 12 制御機器室

3. 12. 1 機場側制御機器室

機場側の制御機器室の大きさは盤の配置、維持管理、搬出入、換気設備の設置などを考慮して決定するものとする。

〔解説〕

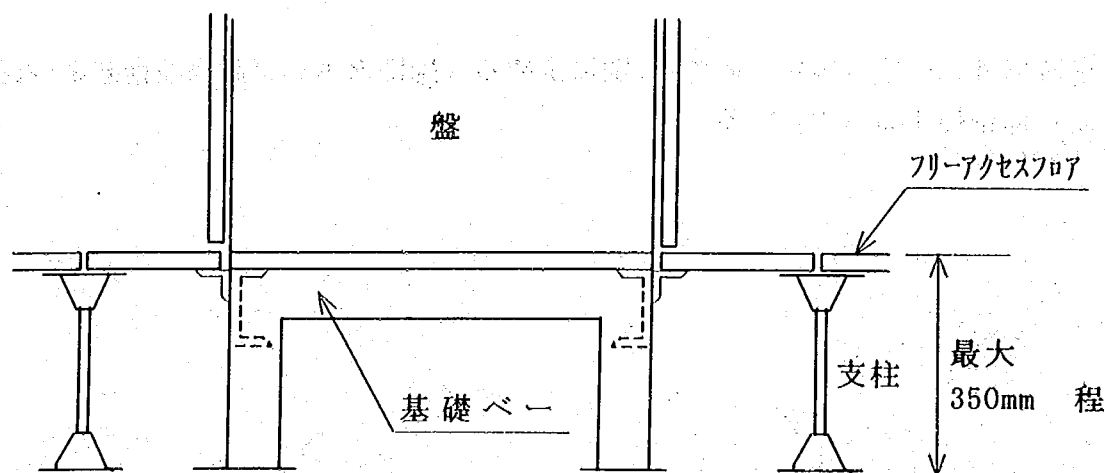
1. 各機場側の制御機器室の大きさは別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案) 同解説」によるものとする。

3. 12. 2 中央管理所制御機器室

中央管理所の制御機器室の大きさは、データ処理装置、入出力処理装置、伝送装置、無停電電源装置等の配置、維持管理、搬出入等を考慮して決定するものとする。

〔解説〕

1. 中央管理所の制御機器は、制御機器室を設け設置する場合と、3. 13に示す操作室に監視盤や操作卓と一緒に設置する場合がある。配置例を図3. 13. 1に示す。
2. 中央管理所の制御機器室には、PC や制御用計算機等電子機器を設置することが多いので、温度や湿度を一定水準に保つ必要があり空調設備を設置する。
3. 制御機器室の天井梁下高さは、設置される盤の高さに500mm以上の余裕を見て計画する。搬入経路については、盤の寸法に対して、高さの余裕を300mm、幅の余裕を600mm程度考慮して扉、通路等の寸法を計画する。
4. 制御機器室のフロアは、施工性、拡張性及び美観を考慮し、フリーアクセスを標準とする。



3. 13 操作室

3. 13. 1 機場側操作室

機場側の操作室の大きさは盤の配置、維持管理、搬出入、換気設備の設置など、作業性や居住性を考慮して決定する。

〔解説〕

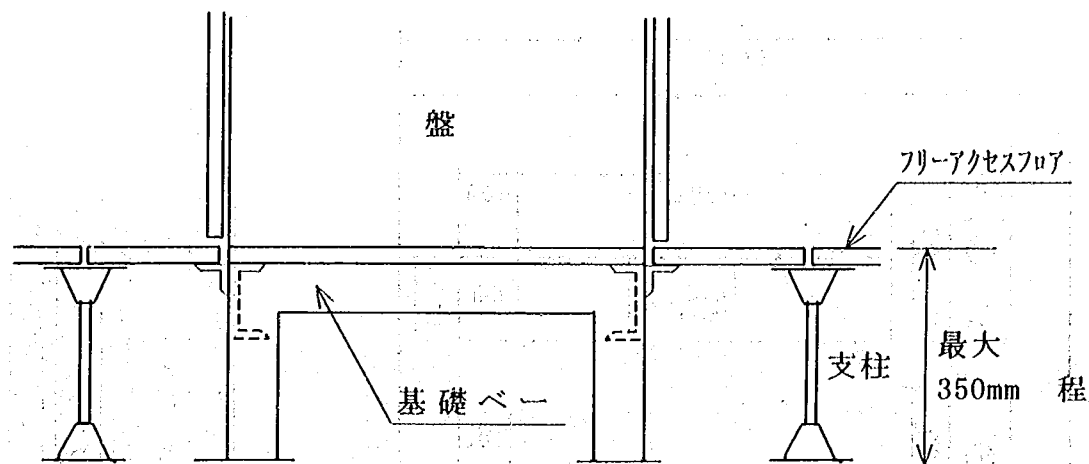
1. 各機場側の操作室の大きさは別に定める「揚排水ポンプ設備技術基準・指針(案)同解説」によるものとする。

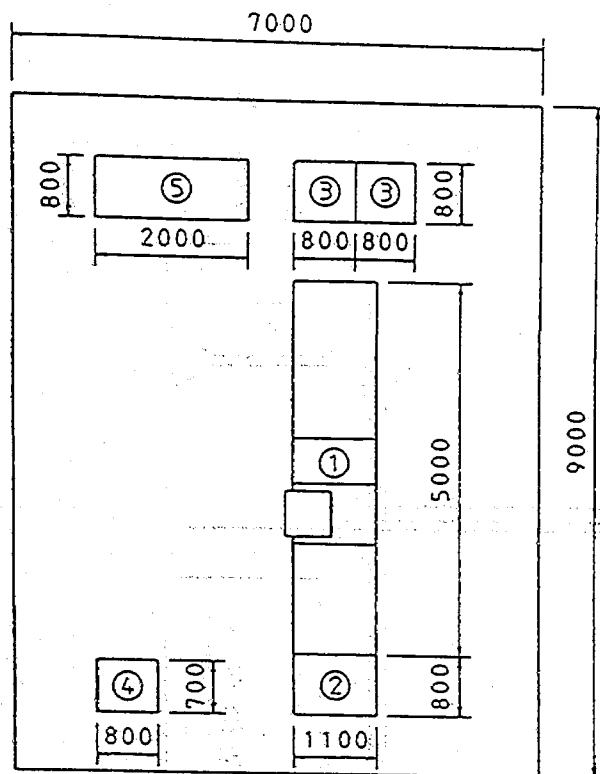
3. 13. 2 中央管理所操作室

中央管理所側操作室の大きさは、監視盤、操作盤、記録装置、運転支援装置、CCTV (ITV) 設備等の配置、操作性、維持管理、搬出入等を考慮して決定する。

〔解説〕

1. 中央管理所操作室には、制御機器も一緒に設置する場合がある。配置例を図3. 13. 1に示す。
2. 制御機器も一緒に設置する場合は、空調設備を設置する。
3. 操作室の天井梁下高さは、設置される盤の高さに500mm以上の余裕を見て計画する。
搬入経路については、盤の寸法に対して、高さの余裕を300mm、幅の余裕を600mm程度考慮して扉、通路等の寸法を計画する。
4. 操作室のフロアは、施工性、拡張性及び美観を考慮し、フリーアクセスを標準とする。





記号	名称
①	遠方監視操作制御盤
②	CCTV監視操作盤
③	プリンタ
④	CCTV伝送制御装置
⑤	無停電電源装置

図3.13.1-1 遠方側機器配置例

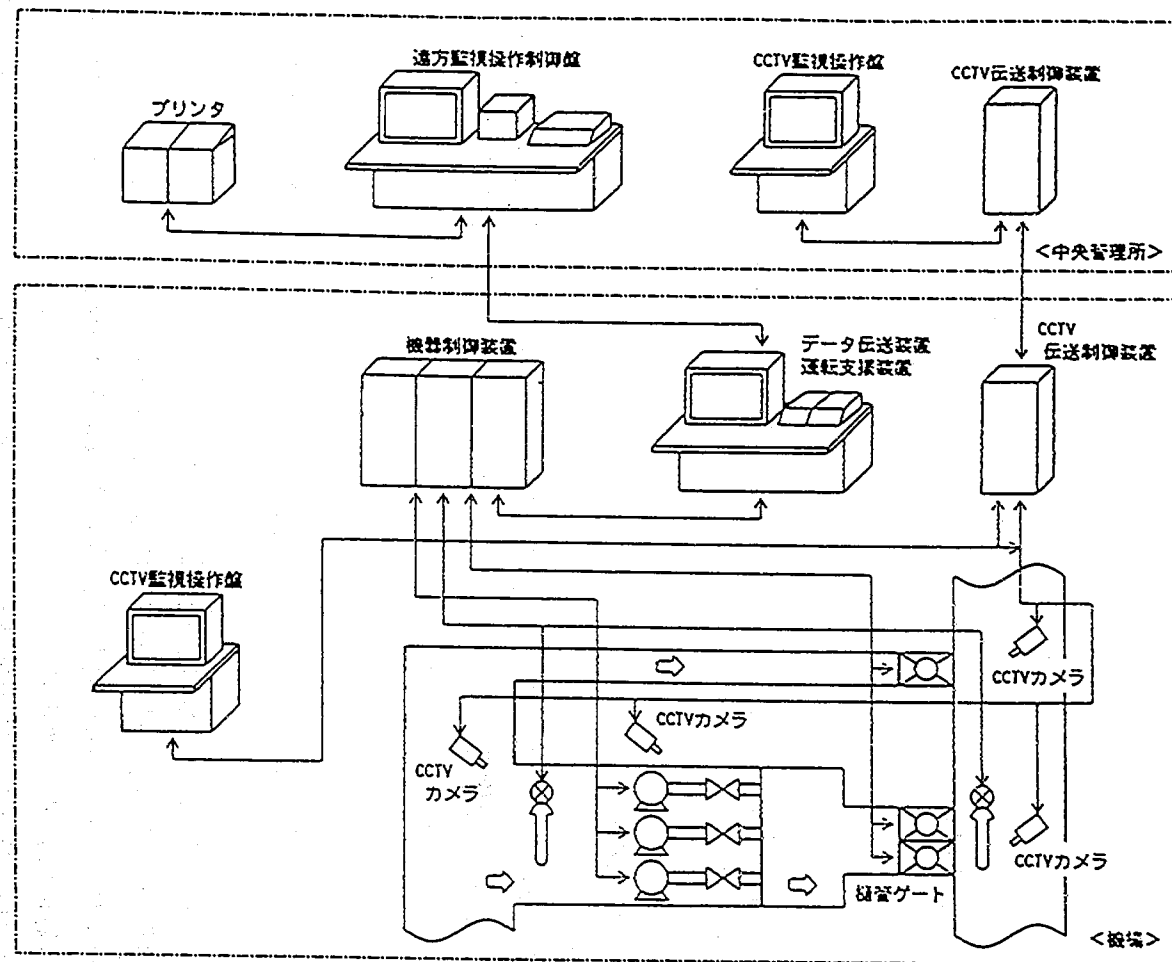


図3.13.1-2 システム構成例

3. 14 安全対策

3.14. 1 施設の安全対策

自動化排水機場においては危険な場所への侵入を防止するため、フェンス、防護柵および掲示板を設置するものとする。

〔解説〕

1. フェンス、防護柵

フェンス、防護柵（バースクリーン等を含む）は、外部からの侵入を防ぐと共に、安全な場所と危険な場所との境界がわかることから、次のような施設に対して設置する。

- ① 流入・川表水路の周辺
- ② 吐出水槽の周辺
- ③ 吸水槽流入側（バースクリーン等）
- ④ 流入ゲート、吐出樋門・樋管の周辺
- ⑤ 除塵設備、水位計、燃料貯油槽などの建屋外設備の周辺
- ⑥ 排水機場敷地の境界線

2. 掲示板

自動運転システム導入機場では、ゲートや除塵機などの設備が自動的に稼働し、排水が開始されるため、その旨を掲示し部外者への注意を喚起させることが望ましい。

掲示板の設置場所は、次のような所が望ましい。

- ① ゲート（流入、自然流下、吐出、バイパス等）周辺部
- ② 排水機場敷地内の通路に面する所
- ③ 水路に面する所

3.14.2 警報設備

自動化排水機場においては、あらかじめその状況を的確かつ迅速に周囲へ知らせるため、音警報（サイレン・チャイム）、光警報（赤色回転灯等）、警報表示板等の警報装置を設置するものとする。

[解説]

1. 警報装置

- (1) 排水を開始するときや機器を運転するときには、事前に施設の周囲に対して警報を発する設備を設置することにより、危険を防止することとする。
- (2) 音警報（サイレン・チャイム）
自動的に運転・停止する機器（除塵機・ゲート等）に対して、運転動作の状態で連動するサイレン又はチャイム等により機場内外へ音で伝える警報機能である。
- (3) 光警報（赤色回転灯等）
音警報と同様に機器（除塵機・ゲート等）の運転動作の状態で連動して運転状態の変化を「点灯」「消灯」あるいは「点滅」といった表示状態の変化で表す警報機能である。尚、一般に視界の関係で発光告知範囲に視境界があるため、機器単位（除塵機・ゲート等）に設置することが望ましい。
- (4) 警報表示板
自動的に運転停止する機器（除塵機・ゲートなど）の動作の状態で連動して運転状態の変化を文字情報で表示する機能であり、一過的な音声告知と異なり、連続的に表示させることにより注意喚起の徹底を図る為に設置されるものである。
- (5) 各警報装置は、機場規模・設置環境等を考慮して適宜組み合わせ設置されるものとする。

2. 音声装置

- (1) 音声による人間への情報の伝達は、身体を揺らすという方法に次いで高いレベルにあり、警報装置の機能を補完する装置として有効である。
- (2) 排水開始や機器の運転に先立ち、定型的なメッセージを発して注意を促すものとする。
(例) 「排水ポンプを運転します」
「除塵機が稼働しますのでご注意下さい」
なお、放送スピーカの設置場所は、音の伝わり方を検討して決定するものとする。
- (3) 情報量を増やしてアナウンス時間を長くするようなことは避けて、簡潔な表現とすることが望ましい。
- (4) 音声装置は、音声合成LSIとメモリICからなる音声合成装置を用いることが一般的である。

3. 放送装置

(1) 前述の警報・音声装置は全て、情報の伝達でいえば定型的なものであるが、放送装置は中央管理所から各機場側へ任意の音声情報を伝達できる。中央管理所からのCCTV用のモニタ監視で侵入者等の異常が発見された場合、放送装置で任意の音声注意が行えるのでより一層の安全確保が可能である。

(2) 機器構成

機場中央側の機器構成を図3. 14. 2-1に示す。

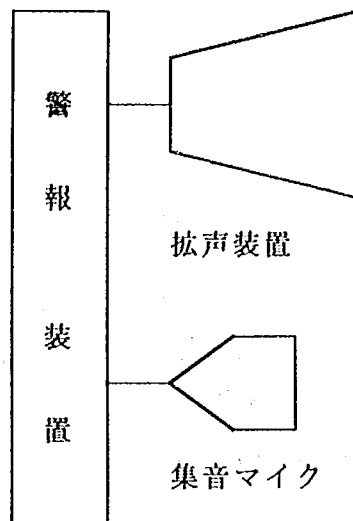


図3. 14. 2-1 警報局機器構成

(3) 機器仕様

A. 警報装置

制御項目の例としては、擬似音放送、放送起動、放送停止及び点検などがある。

B. 拡声装置

① 音声増幅器とスピーカーとの接続

音声増幅器とスピーカーとの接続に際しては、容量とインピーダンスの整合を取る必要がある。例えば音声増幅器が出力容量100Wの場合、次のような接続となる。

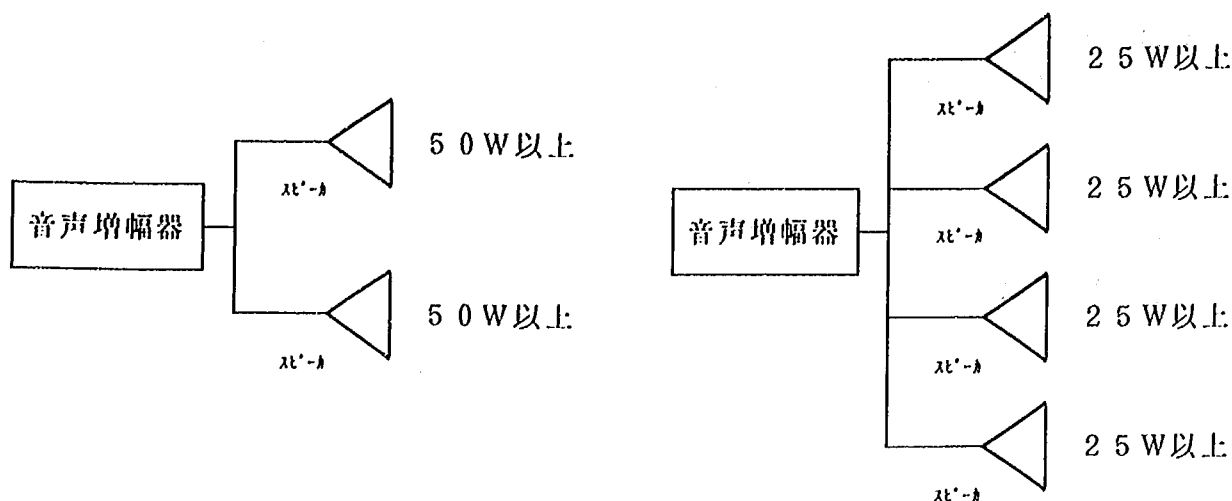


図3. 14. 2-2 音声増幅器スピーカーとの接続

②延長スピーカー

警報局舎から離れた所に、ケーブルを延長してスピーカーを設置する場合には次の問題が、あるので留意しなければならない。

- a. ケーブルの災害による断線
- b. 経年変化による破損劣化
- c. 雷害による機器の障害
- d. ケーブル長が300m以上となると、特性インピーダンスの影響が大きく明瞭度が劣化する。

C. 集音マイク

一般にホーン型、ダイナミック型があり、構造は防鳥網付全天候型とする。

3. 14. 3 安全監視設備

自動化排水機場におけるCCTV装置は、中央管理所から各機器の運転に対する安全確認と動作確認を行なうため、設置するものとする。

[解説]

1. 安全監視装置用CCTV装置

- (1) 機器の運転の安全性、信頼性をより確実なものにするため、CCTV装置を設置するものとする。各機器毎のセンサーや状態検知装置等は、いわば点情報であるのに対し、CCTVは構成機器全体を画面として監視する面情報であり、運転状態や異常状態の迅速・的確な把握を図るために設置するものとする。

設置に関しては、次の事項に留意する必要がある。

- ① 屋外の除塵機、ゲート設備等を運転する際に、周囲の安全性（人間の侵入や障害

物が無いこと)を確認できること。

② ポンプ及び原動機等の運転状況を監視できること。

(特に機側の人の有無や原動機の発煙、発火、等)

③ 極力死角の無いカメラ配置とし、旋回装置、電動ズームレンズ付きとする。また必要に応じて走行機能を有するものとする。

④ 画像はカラーを標準とする。

⑤ 屋外設置カメラについては、気象条件を詳細に調査し、必要に応じて、投光器、ワイパー、デフロスター、自動絞り機構等を付属する。

⑥ 原則として下記被写体を対象として4ヶ所の設置とするが、設置台数については各機場毎の構造により決定するものとする。

a. 機場内原動機室用×1台

b. 除塵機、吸込水路用×1台

c. 自然流下ゲート用×1台

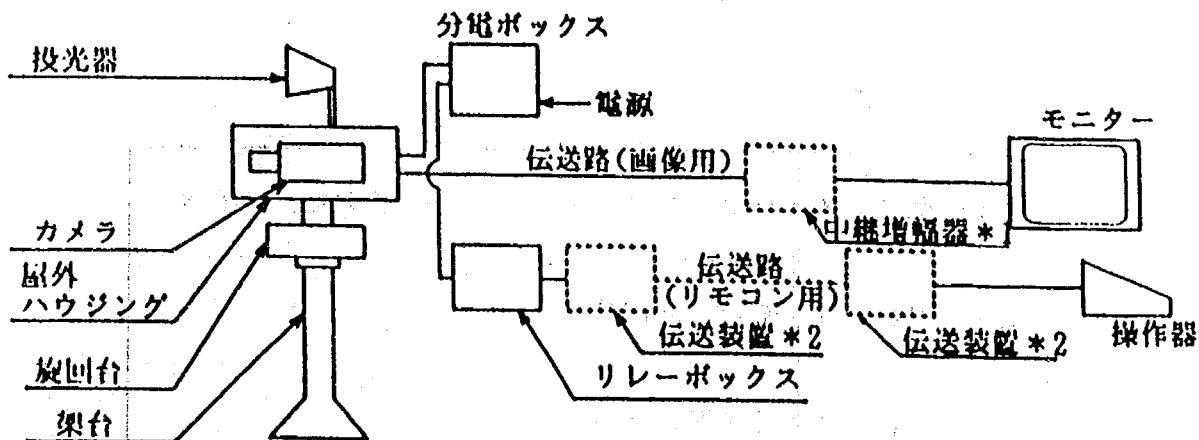
d. 吐出樋門・樋管用×1台

⑦ 中央管理所における受像機は原則として1台/機場とするが、管理対象機場数が多数に及ぶ場合は、兼用切替方式の採用を検討するものとする。

⑧ 画像は、別途検討決定される伝送回線の形態より大きく左右されるが、原則として私線(同軸ケーブル又は光ファイバ)による動画電送とする。

(2) 構成

CCTV装置の構成例を図3.14.3-1、図3.14.3-2に示す。



※1 中継増幅器を設置する場合は、設置方法、電源供給を考慮する必要がある。

※2 リモコン伝送装置は、被監視所と監視所の距離が短く、直送多芯ケーブルを布設する場合は、不要となる。

図3.14.3-1 CCTV装置構成 (動画監視)

(3) 装置仕様

① カメラ

使用目的あるいは、使用条件に適したカメラを選択して使用する。

② レンズ

監視対象の大きさと、カメラからの距離により、レンズの種類と焦点距離を決定する。

2 / 3 インチレンズの場合

$$H = \frac{6.6}{f} \times L$$

$$W = \frac{8.8}{f} \times H$$

1 インチレンズの場合

$$H = \frac{9.6}{f} \times L$$

$$W = \frac{12.8}{f} \times L$$

ただし、L : 撮影対象までの距離 (m)

H : 撮影対象高 (m)

W : 撮影対象幅 (m)

f : レンズ焦点距離 (mm)

③ カメラ付属設備

屋外ハウジング	ハウジング、デフロスターガラス、ワイパー
カメラ取付台	架台、旋回装置
投光設備	投光器、ランプ
リレーボックス	——

a. 屋外ハウジング

イ. 一般にCCTV監視は、屋外設備を対象とするため、カメラも屋外に設置する。

この場合の防雨、防雪、防露を目的として、このような付属設備を付加使用する。

ロ. 屋外ハウジングには、サーモスタットコントロール式にファンヒーターを内蔵し、外気温による自動入・切を可能とする。

ハ. デフロスターガラスのヒーター入／切及びワイパー入／切の制御は、リモコン手動とする。

b. カメラ取付台

イ. カメラ取付架台は、設置環境に応じたものとする。

ロ. 旋回装置は、屋外ハウジングごとカメラを水平方向、垂直方向に回転させる電動回転台で、リモコン操作により作動させる。

仕様の一例を次に示す。

(水平回転)

回転角度 10～340°

回転速度 約3°／秒

(垂直回転)

回転角度 上15°～下60°

回転速度 約3°／秒

c. 投光設備

イ. 夜間あるいは、気象条件悪化時の照度補助として、あるいは固定照明の死角補助として、投光設備を旋回装置によりカメラハウジングと共に回転させるように取付け使用する。

ロ. ランプの種類や光度は、カメラ能力、撮影対象までの距離、撮影範囲等により決定するが、ハロゲンランプ500～1000Wを使用することが多い。

d. リレーボックス

中央管理所の操作器からのリモコン操作により、カメラ及び付属設備等の制御を行う補助リレーボックスである。

操作内容は概ね次のとおりである。

カメラ電源	ON/OFF
ファンヒーター電源	ON/OFF
デフロスターヒーター電源	ON/OFF
ワイパー	ON/OFF
投光器	ON/OFF
ズーミング	
水平旋回	
垂直旋回	

④ 伝送路

a. CCTV用伝送路の種類

CCTV用伝送路は、表3. 14. 3-1に示す種類がある。伝送可能距離、経済性を考慮して選択する。

表3. 14. 3-1 CCTV伝送路

区 分		画 像 用	リ モ コ ン 用
動 画 監 視 用	私 設 線	同軸ケーブル	制御ケーブル又は通信用ペアケーブル
		光ファイバーケーブル	光ファイバーケーブル
	N T T 線	映像伝送サービス	専用回線

b. CCTV用伝送路の特徴

イ. 動画監視用伝送路

・同軸ケーブル

同軸ケーブルにて動画伝送を行う場合には、1～2 kmの無中継伝送が可能である。長距離伝送を行う場合には、1～2 km毎に中継増幅器を設置する必要がある。この場合中継増幅器用の電源供給を併せて考慮する必要がある。

・光ファイバーケーブル

光ファイバーケーブルは、無誘導で雷サージによる傷害の恐れがないということに加え、同軸ケーブルに比較して減衰が少なく、使用するケーブルとO/E、E/O変換器の特性によるが、概ね近距離の場合は無中継での画像伝送が可能である。

・NTT映像伝送サービス

NTTより回線及び回線終端装置を借用し、利用者側は端末器のみ用意すればよい。伝送距離の制限は意識しなくてよいが、使用料は高い。またカメラの遠方制御を行う場合は、専用回線を別に契約する必要がある。

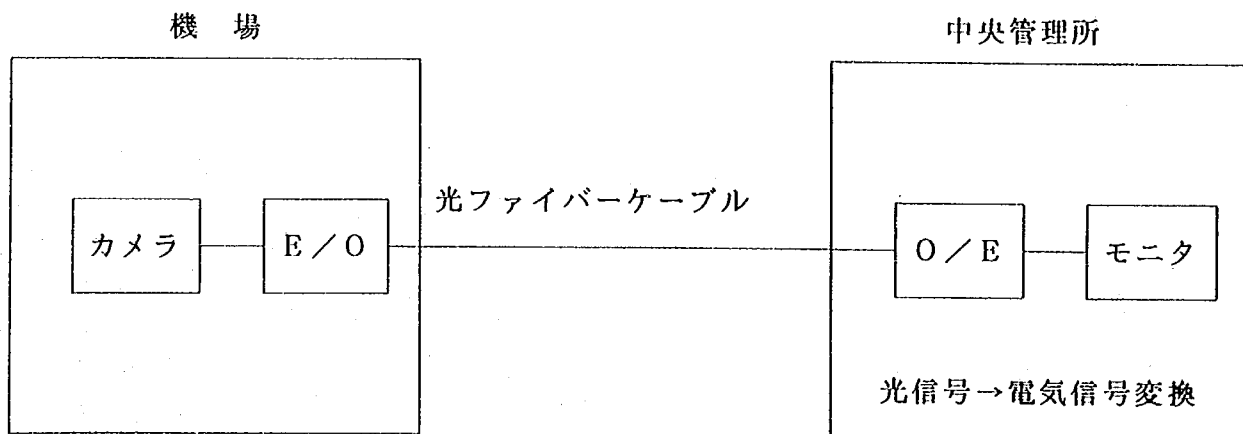


図3. 14. 3-3 光ファイバーケーブルによる伝送

3. 14. 4 照明装置

自動化排水機場においては、夜間あるいは気候条件悪化時の照度補助として照明装置を設け、安全対策に必要な照度を確保するものとする。

[解説]

1. 屋外に設置する掲示板等の安全設備に対しては、適切な照明条件を確保することとする。
2. CCTV装置で監視する対象には、カメラの能力に応じた照明条件をつくり出すために、投光器などの照明装置を設置することが必要となる。なお投光設備については3. 14. 3 - (3) 章を参照のこと。

第 4 章 維持管理

- 4. 1 基本方針
- 4. 2 点 検
- 4. 3 整 備

第4章 維持管理

4. 1 基本方針

自動化排水機場においては、機器の予防保全システムの確立、巡回員、点検員、監視員の育成等を実施し、維持管理を行うものとする。

〔解説〕

1. 設備毎、機器毎のメンテナンス記録をもとにトレンドを把握して予防保全に活用する手法は、排水設備が非常用であるために運転中のトレンド把握が難しく、適用範囲が狭い。予防保全手法としては、経過年数のみで部品や機器を更新する方法も併用する必要がある。
 - ① 主要機器については、部品レベルの管理台帳、その他は機器レベルの管理台帳を作成してデータベースを構築し、予防保全を図る。
 - ② 主機系統の機器・部品については主として経過年数による保全を図る。
 - ③ 比較的頻繁に運転される機器や電気設備については、運転時間や運転状態監視のトレンドを加味して管理する。
2. 出水時に何等かの機器やシステムにトラブルが発生した場合には、高度に自動化された設備に対して迅速に対応する必要がある、従来にも増して高度な技術力や判断力が必要とされる。このような事態に対処する巡回員、点検員、監視員は、管理運転等を通じて養成されなければならない。
3. 複数の機場を横断的に維持管理するためには、複数の機場のシステム自体が共通性を有する必要があるが、それを理解するための巡回員、点検員、監視員に対する講習会等を組織的に実施する必要がある。なお、管理運転時には、自動運転の他に、不測の事態を想定してトラブルに対する模擬体験ができるようなプログラムを組むことも検討する必要がある。
4. 自動運転に伴って、出水時には複数の機場を必要最小限の巡回員で効率的に対応する必要がある。従って、巡回時はもちろんのこと、定期点検時にも維持管理作業の平準化を図る必要がある、運転支援システムに点検業務支援機能を設けるものとする。

なお、1 機場だけの自動運転においても、運転支援システムに対する機能は同様とする。

4. 2 点 検

動化排水機場における点検は、定期点検、運転時点検及び臨時点検とする。

〔解説〕

1. 定期点検

(1) 定期点検は、制御関連機器の信頼性確保・機能維持及び設備の老朽化等による損傷の発見及び劣化防止のため周期を定めて行うもので、作業目的による月点検、年点検に区分する。

定期点検時には原則として管理運転を実施するものとする。

1) 月点検

①出水期

出水期には、出水に備え、設備の信頼性確保、機能維持を目的として機器の整備状況、作動確認、偶発的な損傷の発見に主眼をおき、原則として出水期間中月1回実施するものとする。

②非出水期

非出水期には、設備の機能維持を目的として発錆の有無、給油状況並びに偶発的な損傷の発見に主眼をおいて原則として2～3ヶ月に1回実施するものとする。これ以外の月に、法令等により行うこととされている最小限必要な点検は外的な要因による事故や傷害のチェックを兼ね合わせて外観の目視を主体とした巡視・点検により行うものとする。

2) 年点検

年点検は、設備の機能回復、信頼性確保、機能維持を目的として全体機能の確認を主眼として、出水期の1ヶ月前までに行う点検で、年1回実施する。なお、年点検を実施した月の月点検は省略できる。

(2) 自動化排水機場の場合、制御関連機器の信頼性確保及び機能維持の確認に対するウエイトが大きくなるため、これら機器について従来機場と異なる点検内容とする必要がある。詳細を参考資料-4に示す。

2. 運転時点検

- (1) 運転時点検は、連続運転時の運転状況及び異常の有無を確認するため実施する。
- (2) 運転時点検は従来常駐の運転操作員が、計器の指示値・音・振動等を計測することにより、異常の有無あるいは傾向を確認することができたが、自動化機場の場合は主に巡回により、その時の状況のみを確認することとなる。従って、その機器の傾向管理を監視する為には、巡回時に運転支援装置に入力されたON-LINE情報をチェックするという点検となる。

尚、主要なデータでON-LINEとなっていないものについては、ハンディターミナル等を用いて、運転支援装置に入力あるいは中央管理所に送信する等点検作業の効率化を図るものとする。

但し、巡回員がデータをチェックした場合、そのデータに問題があるのかないのかを判断できるような訓練をする必要がある。

- (3) 異常発生時の対応を速やかに実施する為、運転支援装置には故障対応機能を持たせると同時に、故障時の訓練プログラムを用意することが必要である。

3. 臨時点検

臨時点検は、地震、落雷、火災、暴風雨等が発生した場合、必要に応じ施設の点検を実施するものとする。

4. 点検周期

点検周期は、原則として表4.1に示す周期で実施する。

なお、消防法、電気事業法、労働安全衛生法等の関連法規に係る点検も定期点検に併せて実施するものとする。

表4.1 点検の周期

4. 3 整 備

自動化排水機場における整備は、定期整備と保全整備とする。

〔解説〕

定期整備は、主として設備の老朽化を防ぐ目的で一定の期間毎に行う整備であり、定期整備の周期と整備内容を参考資料-5に示す。

おわりに

おわりに

近年、河川流域への人口密度の集中や都市化の進展などの河川環境の変化にともない、出水時間の短縮化の傾向が顕著になっており、その対応が求められている。また、運転管理員の熟練度や人員不足が深刻な課題になっている。

今回の報告は、こうした課題に対応するため、操作遅れの解消や運転管理の省人化等を目的に、自動運転システムを導入する排水機場における計画、設計、維持管理について必要な技術事項をとりまとめ、要領(案)として作成したものである。今後、この要領(案)が新設や既設の改良による自動化排水機場の計画、設計、維持管理の指針として参考になれば幸いである。

なお、本要領(案)を作成するにあたり、ご協力ご指導を賜った「排水機場自動化運転システム検討会・幹事会」の委員・幹事並びに関係各位に感謝の意を表する次第である。

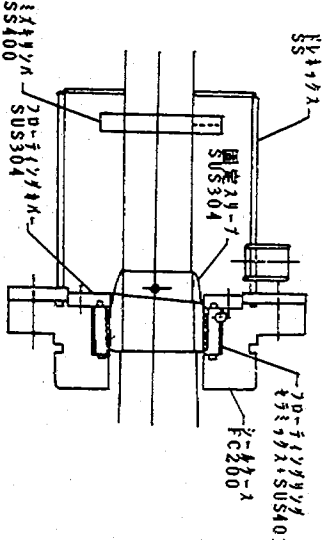
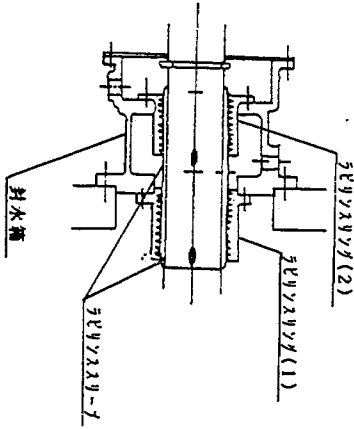
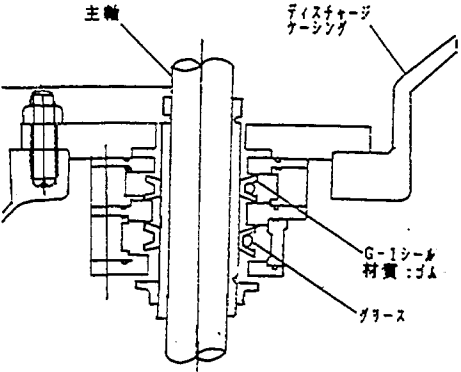
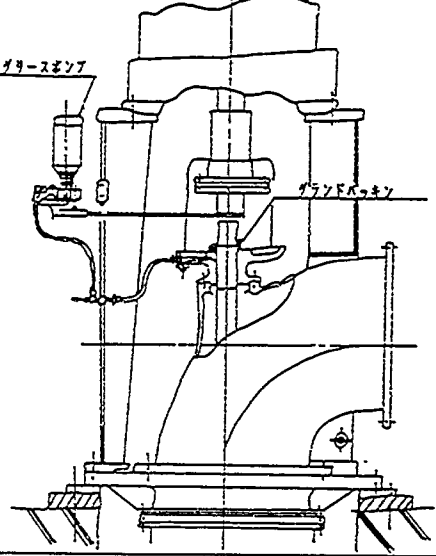
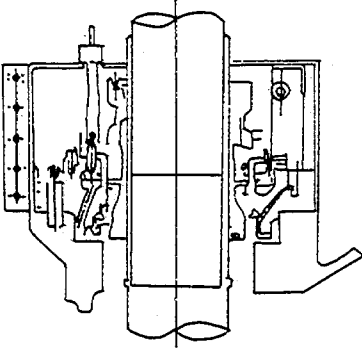
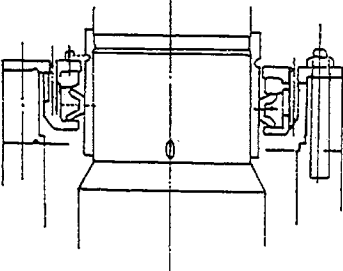
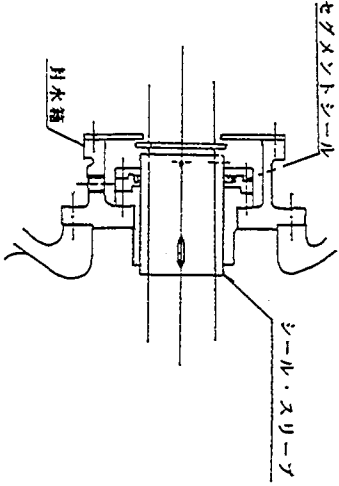
参 考 資 料

1. 無給水軸封装置の比較
2. 機付きラジエーター選定図
3. センサーの各方式の比較
4. 自動化機場の点検内容
5. 自動化機場の定期整備の周知と整備内容

1. 無給水軸封装置の比較

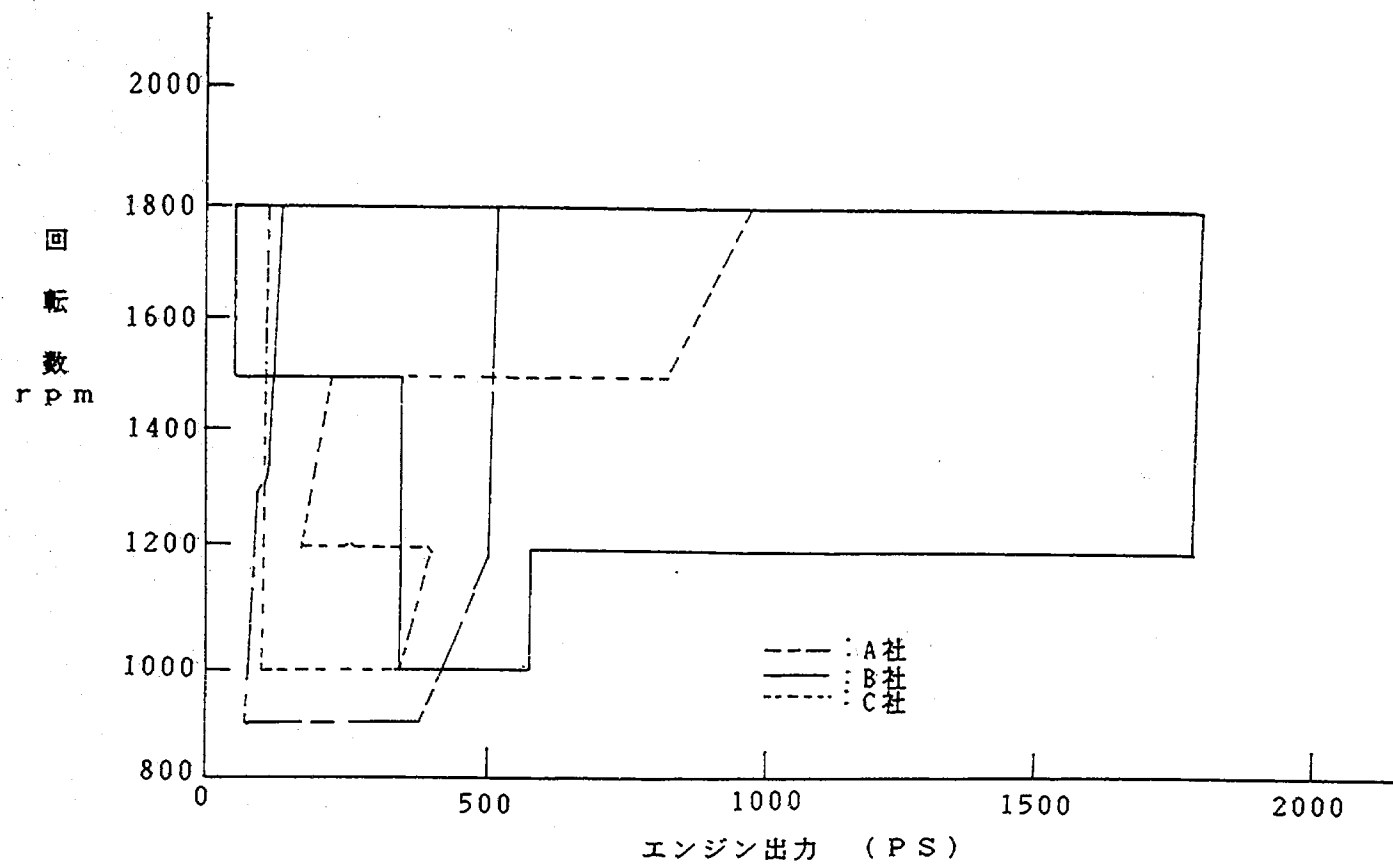
表-1 無給水軸封装置の比較

軸封形式		タイプ：Ⅰ (フローティングシール)	タイプ：Ⅱ (ラビリンスシール)	タイプ：Ⅲ (グリースバックシール)	タイプ：Ⅳ (グランドバックシン グリース給油)	タイプ：Ⅴ (メカニカルシール)	タイプ：Ⅵ (サイドシール)	タイプ：Ⅶ (セグメントシール)
技術 レベル	製作実績最大軸封径 mm	φ380	φ210~φ435	φ200	φ160	φ160	φ180	φ130
	製作可能最大軸封径 mm	φ500	φ300~φ800	——	——	φ350	φ700	φ600
	軸封部圧力の範囲	~20m	-5~30mが多い	-5~15m	-5~30m	0~50m	-5~30m	-5~20m
耐久性	軸封装置寿命他	・スラリー濃度が性状により異なるが、雨水排水ポンプでは15~20年	・非接触により寿命・耐久性にすぐれている ・10年以上	・雨水10年	・雨水10年	・スリーブは半永久使用可。 ・メカニカルシールは摺動部材は20,000hr	・サイドシール及びライナは4,000hr又は5年程度	・スラリー濃度・性状により異なるが、一般的には10年を交換目安
点検整備の容易性	軸封装置の点検項目	・異常な漏水	・漏洩量と発熱のチェック	・1回/3ヶ月グリース補給		・異常な漏水 ・メカニカルシール端面材の摩耗状況	・サイドシール潤滑グリースの補充 ・漏水発熱の確認	・運転中：漏洩量発熱チェック ・分解時：寸法検査(摩耗・隙間) ・外観検査(シール面の損傷程度)
	グランドバックシンと異なる点検整備	・増締め等のシール調整が不要	・増締め等のシール調整が不要	——	——	——	・増締め等のシール調整が不要	・増締め等のシール調整が不要
安全性	ドライ運転の可否	・可能	・可能 但し、補助シールを設けているタイプは1hr程度まで	・短時間運転可能	・短時間運転可能	・不可 ドライ運転では、シール端面材の焼付が発声しやすい。	・不可 発熱し、シール面をいためる。	・排水ポンプの通常想定される運転時間内はドライ運転可能
	揚液の液質による使用制限	・汚水ポンプ等で、取扱液中に異物が多量混入する場合や異臭が許容できない場合推奨不可	・下水には漏水による臭気あり ・異物侵入対策が必要	——	——	・液質による使用制限なし。	・高濃度スラリー液の場合、スラリーにより漏水やすくなる。	・汚水ポンプ等で取扱液中に異物が多量混入の場合には、ゴミ除け装置等の対策を行う。
	輸送に対する配慮	・一体輸送の場合、衝撃荷重が加わらない様に回転体固定指示金具を取付ける	←	←	←	←	←	←

タイプ：Ⅰ（フローティングシール） 	タイプ：Ⅱ（ラビリンスシール） 	タイプ：Ⅲ（グリースバックシール） 	タイプ：Ⅳ（ランド・ハブシール・グリース給油） 
タイプ：Ⅴ（メカニカルシール） 	タイプ：Ⅵ（サイドシール） 	タイプ：Ⅶ（セグメントシール） 	

無給水軸封装置構造図

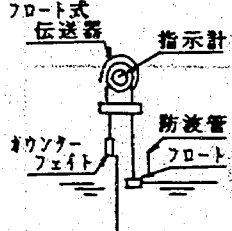
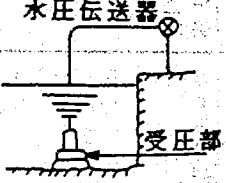
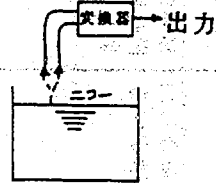
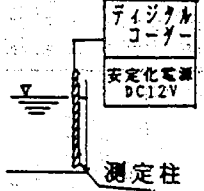
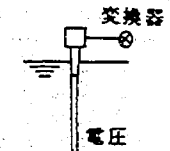
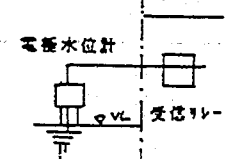
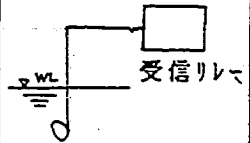
2. 機付きラジエーター選定図



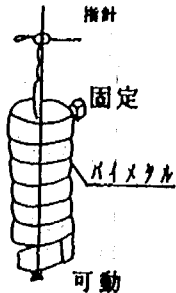
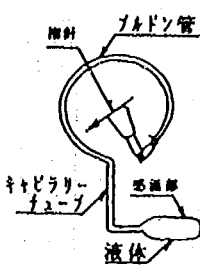
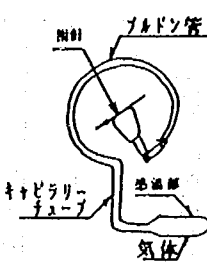
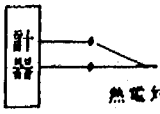
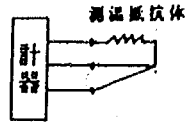
機付きラジエーター選定図

3. センサーの各方式の比較

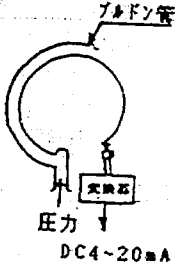
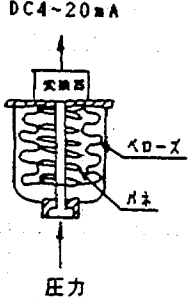
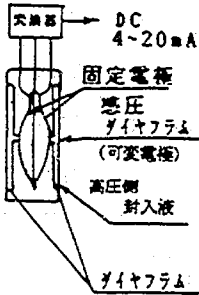
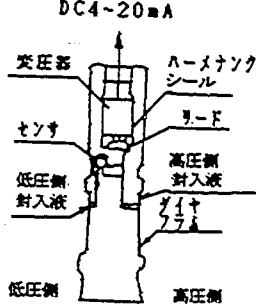
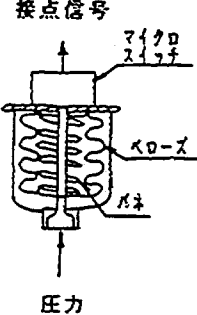
水位計の各方式の比較

方式 項目	フロート式	投込圧力式	超音波式	測定柱式	静電容量式	電極式	フロートスイッチ
測定原理	 水面にフロートを浮かべ、水面の変動に伴いフロートの位置が上下することを利用し電気信号に変換する。	 水中に投入した受圧部が水位変化を水頭圧として受ける。水圧の変化に伴い、水頭圧が変ることを利用し、差圧伝送器で測定し電気信号に変換する。	 超音波の伝達時間を検出し、測定する。	 測定柱にリードスイッチが1cmごとに並べられており水位の上部に伴い、フロート頭部の永久磁石により、その位置のスイッチが作動し、水位信号を出力する。	 水中に電柱を挿入し、電極間の静電容量が水位により、変化することを利用して水位を測定する。	 水中に電極棒を挿入し、水の電気伝導により水位を検出する。	 特殊形状のフロートに水瓶スイッチを汲み込ませ、フロートの姿勢により水位を検出する。
特徴	構造が簡単。 取扱いが容易。 直接指示計付けられる。	構造が簡単。 取扱いが容易。 半導体式、水晶式（高精度）など種類が豊富。	機械的可動部分がない。 取付が容易。 水面と非接触。	精度が高い。多芯数のケーブルが必要。 防液管を必要としない。	取扱いが容易。 省スペース。	構造が簡単。 数値計測は不可。	構造が簡単。 数値計測は不可。
設置条件	フロートが流れたり、波動の影響が出ないように防液管の設置が必要。	受圧部が土砂に埋没されない所に設置する。 流速が早い所では防液管を設置する。	ビーム角範囲内に反対物のないところに設置する。測定音波に近い周波数の音源のない所に設置する。	測定柱を固定できる場所に設置する。	金属容器でない場合はアース電極を用いる。	波、ゴミおよび泡の影響を防ぐため防液管を用いる。	流水によってフロートが流れないように固定する。
誤差要因	波、ゴミ、流水の影響がある。 水面凍結のときは測定できない。	土砂による埋没や水の密度変化が誤差になる。	ゴミ、泡、水蒸気、連続した強風、および壁面反射の影響がある。 水面凍結のときは測定できない。	ゴミの詰まり。	ゴミ、泡の影響がある。 汚水、汚泥の影響がある。	波、ゴミ、泡の影響がある。 汚水、汚泥、浮遊物の影響がある。	波、流水、ゴミが誤動作の原因となる。
故障要因	ロープの損傷。 フロートの腐食。 雷害。	受圧部の劣化。 雷害。	超音波発信部の劣化。 雷害。	ゴミの詰まり。 雷害。	電極の劣化。 雷害。	電極棒の脱落。	フロート固定部の損傷。 リード線の断線。

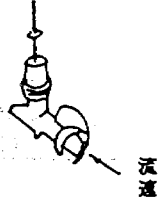
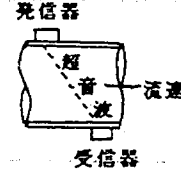
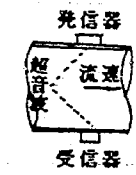
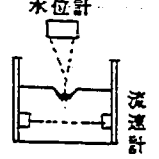
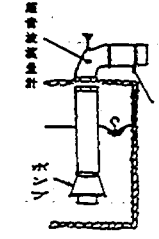
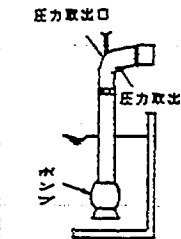
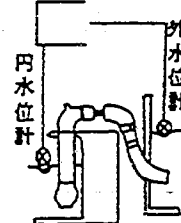
温度計の各方式の比較

方式 項目	バイメタル式	液体充填式	気体膨張式	熱電対式	抵抗体式
測定原理	 膨張係数の異なる2種の金属薄板を張り合わせたものが、温度によって変形することを利用する	 温度による液体の体積変化を利用する。	 気体がボイルシャルルの法則に従って圧力変化する特性を利用する。	 2種類の導電体の接続部が温度差によって生ずる熱起電力(ゼーベック効果)を利用。	 金属はその時の温度変化に比例した電気抵抗値を示す性質がある。従って抵抗値を測定すれば、逆に温度を測定することができる
特徴	比較的低い温度に利用。機械的な動作をとまう。遠隔指示は不適當。	比較的低い温度に使用。機械的な動作をとまう。	比較的低い温度に使用。機械的な動作をとまう。	構造が簡単。利熱性大きい。急熱急冷に強い。高温に適す。振動に強い。補償導線が必要。	構造が簡単。感度が良い。精度が良い。測温部が大きい。衝撃に弱い。
設置条件	振動、衝撃の加わらない場所	振動、衝撃の加わらない場所。キャピラリーチューブおよび指示部はできるだけ常温で著しい温度変化のない場所とする。	振動、衝撃の加わらない場所。	雰囲気に適した保護管を選定する事。	雰囲気に適した保護管を選定する事。
誤差要因	管温部を充分測定体に挿入しないと誤差になる。	感温部を充分測定体に挿入しないと誤差になる。周囲温度変化による誤差がある。	感温部を充分測定体に挿入しないと誤差になる。周囲温度変化による誤差がある。	素線劣化による起電力変化。	素子の劣化による特性変化。
故障要因	振動、衝撃を加えたり管温部を曲げたりすると故障する。	振動、衝撃を加えると故障を発生する場合がある。キャピラリーチューブをつぶしたり切断すると故障する。	振動、衝撃を加えると故障を発生する場合がある。キャピラリーチューブをつぶしたり切断すると故障する。	素線の劣化。	素子の劣化。

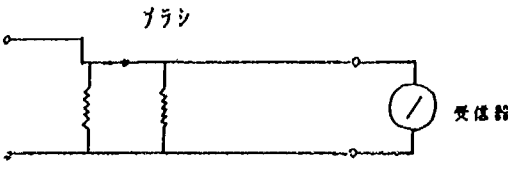
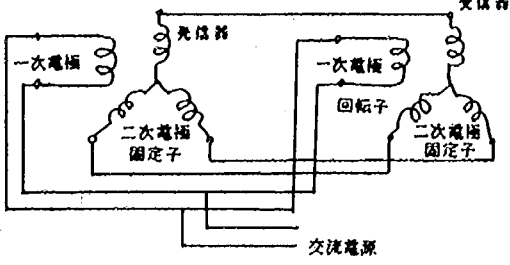
圧力計の各方式の比較

方式 項目	ブルドン管式	ダイヤフラム	ベローズ式	静電容量式	半導体式	圧力式
測定原理	 断面が扁平な管を曲げて一端を固定し、これに内圧を加えたときの他端の変位を電気信号に変換する。	 金属または非金属の膜（ダイヤフラム）に圧力を加えたときの変位を電気信号に変換する。	 圧力によるベローズの伸縮とバネを釣合わせて生じた変位を電気信号に変換する。	 感圧ダイヤフラムと固定電極との間の静電容量変化から圧力を検知する。	 高精度で高寿命。耐振性がよい。静電誘導に対し安定している。	 ベローズ式に同じ。
特 徴	構造が簡単。 現場指示計に使用される。 温度による影響が大きい。	構造が簡単。 動作が確実。 ○圧測定が可能。	バネの選択により測定範囲が変更できる。	高精度で高寿命。 耐振性が良い。	高精度で高寿命。 耐振性がよい。 静電誘導に対し安定している。	ベローズ式に同じ。
設置条件	計器をパイプまたは壁に取付け、本管より導圧管で接続する。	—	—	—	—	—
誤差要因	圧力脈動、気泡および異物の混入、経年変化など。	—	—	圧力脈動、気泡および異物の混入。	—	圧力脈動、気泡および異物の混入、経年変化など。
故障要因	脈動による疲労、振動、衝撃、過大圧、凍結、腐食性液体など。	—	—	過大圧、凍結、腐食性液体など。	—	振動、衝撃、過大圧、接点のサビ・消耗、腐食性液体など。

水位計の各方式の比較

方式 項目	電磁式	羽車式	超音波（直管路用）		超音波式 （開水路用）	超音波式 （ポンプ吐出曲 管路用）	差圧式 （ポンプ吐出曲 管路用）	ポンプ性能曲線 式
			伝搬時間差式	ドップラ式				
測定原理	 磁束電圧 起電力 流速 電極 磁界中を水が流れると電極間に起電力が発生するというファラデーの法則を利用する。	 流速 水の流れによる羽根車の回転を利用する。	 発信器 超音波 受信器 流速 超音波の伝搬速度から流速を測定し、これから流量を求める。	 発信器 超音波 受信器 流速 水中の浮遊物から反射する超音波（ドップラ波）により水の流速を測定し、これから流量を求める。	 水位計 流速計 超音波式の水水位計と流速計を組み合わせることで流量を求める。	 超音波流速計 ポンプ 吐出管 吐出曲管の点検窓あるいは吐出短管に超音波センサを取付けて計測する流速と流速対流量特性から流量を求める。	 圧力取出口 ポンプ 吐出管 吐出曲管に圧力取出口を設け曲管部に生じる差圧対流量特性を記憶しておき、その差圧を計測する事によって流量を求める。	 内外水位計 ポンプ性能データと内外水位計の信号から演算し、流量を求める。
特徴	液体の圧力、温度、密度に影響されない。圧力損失がない。精度が良い。コストは管路の口径に比例する。	構造が簡単。圧力損失がある。精度はあまり良くない。	取付が簡単。圧力損失がない。精度が良い。コストは管路の口径に比例しない。清浄な液体に適す。	取付が簡単。圧力損失がない。精度が良い。コストは管路の口径に比例しない。清浄な液体に不適。	水路を絞る必要がないので圧力損失がない。流速計は水圧によって伝搬時間差式またはドップラ式を使い分ける。	ポンプ自身の曲管部を利用する。ポンプの工場試験時に流速対流量特性をとっておく。コストはポンプ口径に比例しない。超音波流速計はドップラ式。	ポンプ自身の曲管部を利用する。ポンプの工場試験時に流速対流量特性をとっておく。コストはポンプ口径に比例しない。	直管長を必要としない。全ての種類のポンプに適用できる。ポンプ性能と内外水位から間接的に流量を求める。コストはポンプ口径に比例しない。
設置条件	液体が常に充填していることが必要。上流側に管径の3～10倍の直管長が必要。	液体が充填していることが必要。上流側に5～10倍、下流に3～5倍の直管長が必要。	液体が充填していることが必要。上流側に10～50倍、下流に5倍の直管長が必要。管路の材質に注意を要す。	同左	上流側に水路幅の10～20倍の直管長が必要。水位計が起水しないように取付ける。気泡の運行がない所。	立軸ポンプの点検窓あるいは吐出短管に検出器を取付ける。直管長は不要。	吐出曲管の内外に圧力取出口を設ける。直管長は不要。	水位計にできるだけポンプに近い箇所に設ける。
誤差要因	空気の混入、流速分布の乱れ	流速の急変、年度をもった液体、空気の混入	空気の混入、流速分布の乱れ、大きな浮遊物	大量の空気の混入。少量の空気は可。大きな浮遊物。ただし極小浮遊物は必要。	沈積物による水路断面積の変化	大量の空気混入。大きな浮遊物	圧力取出口のゴミ詰り。大量の空気混入	経年劣化によるポンプの性能変化が誤差になる。水位計の誤差に左右される。
故障要因	電極の劣化、雷害	ゴミの詰まり、摩耗	発信器の劣化、雷害	同左	大きなゴミ、沈積物による流速計の埋没、雷害	超音波流速計の劣化、雷害	差圧発信器の劣化、雷害	水位計が故障した場合、雷害

開度計の各方式の比較

項目 \ 方式	ポテンシヨ式	シンクロ式
測定原理	 機械的変位によりブラシを動かし、固定された巻線抵抗上を摺動させることにより、対応した電圧を得る。	 機械的変位により発信器の回転子を回転させると、受信器に回転力を生じ両者の誘起電圧が等しくなった所で、発信器の回転子は停止する。
特 徴	発信器と表示器の距離が長い場合や、開度設定制御が必要な場合に用いられる。	比較的近距離で表示だけの場合に用いられる。
設置条件	すべり抵抗器部を機付とし、途中で電圧電源交換器を設け、遠方の表示器を表示する	発信器を機付とし、遠方に発信機を設け表示する。
誤差要因	温度、配線抵抗、交換器など	温度、配線抵抗など
故障要因	振動、衝撃、落雷、高温、高湿度	同 左

4. 自動化機場の点検内容 (従来機場に対して追加となる項目)

4. 1 従来機場に対して追加となる定期点検項目

自動化に伴い、従来の点検内容に追加される項目は以下のとおり。

(1/2)

設備名	機器名	点検内容	点検方法	点検周期		備考
				月	年	
電源設備	発電機盤 自動始動盤	①水位による自動始動・停止回路の動作確認 ②「自家発電・商用」の自動切り替え動作確認 ③遠方操作の動作確認 ④予備機との自動切り替えの動作確認 ⑤定期的プライミングの動作確認	①「水位」模擬入力を入れ、自家発電の自動始動・自動停止を確認。 ②上記の自動始動・停止に伴い、「商用—自家発電」の切り替えも自動的に行われることを確認。 ③遠方と機場で電話連絡しながら、遠方操作による動作確認。 ④先発機の「故障」模擬入力を入れ、後発機が立ち上がり、先発機と交代することを確認。 ⑤タイマー設定を模擬的に調整することにより潤滑油プライミングが自動的に行われることを確認。	○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検
	無停電電源装置	①インバータ給電と商用との無瞬断切換確認	①電源切換操作によって供給負荷に異常が生じないこと。	○		
監視操作制御設備	監視制御盤類	[1] 主ポンプ・駆動機の制御回路 ①水位による自動始動・停止回路の動作確認 ②遠方操作による連動運転回路・強制運転回路の動作確認 ③故障時飛び越し回路の動作確認 ④PCによる制御回路のバックアップ動作の確認 (注) PCは二重化されている。 ⑤フェイルセーフの動作確認	①「水位」模擬入力を入れ、ポンプの自動始動・自動停止を確認。 ②遠方と機場で電話連絡しながら、遠方操作による動作確認。 ③水位による台数制御の場合、故障した主ポンプを自動飛び越しして次の主ポンプが自動始動することを確認。 ④PC自己診断機能の動作確認。 その上で「PC異常」模擬入力を入れて、バックアップPCが正常動作することを確認。 ⑤機器保護よりも排水運転続行機能優先のフェイルセーフ思想で制御回路が組まれている為「AC電源喪失」「DC電源喪失」等の異常事態発生状況を作り出してフェイルセーフ動作を確認。	○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検
		[2] ゲートの制御回路 ①水位による自動開閉制御回路の動作確認 ②遠方操作による開閉制御回路の動作確認 ③フェイルセーフの動作確認	①「水位」模擬入力を入れ、ゲートの自動開閉を確認。 ②遠方と機場で電話連絡しながら、遠方操作による動作確認。 ③異常事態発生状況を作り出してフェイルセーフ動作を確認。	○		
		[3] 除塵機の制御回路 ①主ポンプとの連動運転制御回路の動作確認 ②遠方操作による始動・停止回路の動作確認 ③フェイルセーフの動作確認	①「主ポンプ運転」模擬入力を入れ、除塵機の連動運転を確認。 ②遠方と機場で電話連絡しながら、遠方操作による動作確認。 ③異常事態発生状況を作り出してフェイルセーフ動作を確認。	○		
				○		詳細点検方法別紙
				○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検
				○		詳細点検方法別紙
				○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検
				○		詳細点検方法別紙
				○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検
				○		詳細点検方法別紙
				○		操作制御用伝送装置との組み合わせ点検

設備名	機器名	点検内容	点検方法	点検周期		備考
				月	年	
		[4] 各種補機の制御回路 ①予備機での自動バックアップ回路の動作確認 ②換気ファンの連動運転制御回路の動作確認 ③フェイルセーフの動作確認 [5] 共通制御回路 ①中央監視操作や遠方監視制御等の機器のフェイルセーフ動作確認 (データ処理装置が加わる場合)	① 「常用選択機故障」の模擬入力を入れ、予備機が自動バックアップすることを確認。 ② 主ポンプ運転と連動して換気ファン(別途手配の場合多い)が動作することを確認。 ③ 異常事態発生状況を作り出してフェイルセーフ動作を確認。 ① 「電源断」の模擬入力を入れて、表示や制御回路等のフェイルセーフ動作を確認。 ・ 従来の監視制御盤類の点検項目に加え、データ処理装置の詳細点検も行う。	○		詳細点検方法別紙
				○		
				○		
					○	
計装設備	水位計	異種の2台の水位計で二重化し、2つの信号偏差が規定値を越えた場合に警報を出力する。その動作確認を行う。	① 水位表示尺と2台の水位計の信号とを比較照合して水位計の動作確認を行う。 ② 強制的に水位偏差を発生させ、警報動作の確認を行う。 尚、この警報は遠方の監視員に知らせることが重要であるため、必ず遠方での警報確認も必要である。	○		
				○		
伝送設備	操作制御用伝送装置	操作制御用伝送装置が正常に動くことを確認	① 監視操作制御設備の点検に合わせて、動作確認を行う。 ② 遠方と機間で計測信号等の突き合わせを行う。 ③ 従来の監視制御盤類としての点検項目に加え、伝送装置の信号レベル確認等も行う。	○		遠方操作に応じて機場側が正常に動作すれば問題無
				○		
					○	
	I・TV画像・警報等伝送装置	I・TV画像・警報用伝送装置が正常に機能することを確認	① 安全設備(I・TV・警報・拡声・放送等)の点検に合わせて、動作確認を行う。 ② 従来の監視制御盤類としての点検項目に加え、伝送装置の信号レベル確認等も行う。	○		遠方操作に応じて機場側が正常に動作すれば問題無
					○	
安全設備	I・TV	① I・TV機器が正常に動作することを確認 ② ワイパー「入/切」の動作確認 ③ 投光設備の動作確認	① I・TVの動作確認(旋回・上下・ズーム等の動作確認) ② 遠方操作による動作確認 ③ 夜間、正常に点灯することの確認	○		
				○		
				○		
	警報・拡声・放送設備	警報・拡声・放送設備が正常に機能することを確認	① 機場の中央操作室と機側との間で動作確認を行う。	○		

表参-1 定期整備の周期と整備内容

①

	種 類	項 目	整 備 内 容
定 期 整 備	短期 (5年)	減速機	①潤滑油取替 ②油冷却器エレメント ③圧力計取替 ④棒状温度計 ※
		流体継手	①作動油取替 ②油冷却器エレメント ③圧力計取替 ④棒状温度計 ※
		主原動機 (及び発電機 駆動原動機)	①全潤滑油取替(エンジン関係は2年毎) ②燃料噴射ポンプ吐出弁及び燃料弁 ※ ③清水冷却器エレメント ④冷却水ポンプ(機付) ※ ⑤バッテリー(鉛式)(アルカリ式は10年) ※ ⑥セルモータ分解整備 ⑦シリンダ検水プラグ取替 ⑧余熱栓 ※ 〔ガスタービンの場合〕 ①潤滑油ポンプ用オイルシール取替 ②潤滑油温度センサ取替 ③点火栓・点火コード取替 ④エキサイタ取替 ⑤燃料調量弁用Ｏリング等取替 ⑥燃料ポンプオイルシール取替 ⑦燃料安全弁スプリング取替 ⑧回転センサ取替 ⑨排気温度センサ取替 ⑩スタータ用電磁スイッチ分解整備 ⑪エンジンコントローラ調整 ⑫ガスタービン本体(ボアスコープによる点検 及びカラーチェック) ⑬保護回路の動作確認
		弁 類	①グラント、パッキン取替
		ゲート	①潤滑油取替 ②扉体各軸受等重点点検
		(補機類)	
		空気圧縮機	①潤滑油取替 ②Vベルト取替 ③圧力計取替

		燃料移送ポンプ	①エレメント取替
--	--	---------	----------

※取替を前提としての点検を行う必要があるものを示す。

	種 類	項 目	整 備 内 容
定 期 整 備	長期 (10年)	主原動機 (及び発電機 原動機)	①セルモータブラシ取替及びピニオン ※ ②燃料噴射ポンププランジャ及び軸継手 ※ ③燃料高圧管 ④燃料小出槽整備 ⑤冷却水温調弁 ※ ⑥始動弁、分配弁 ※ ⑦エンジン本体分解整備(シリンダ、クランク 軸受・給排気弁) ⑧潤滑油プライミングポンプ ※ ⑨過給気分解整備 [ガスタービンの場合] 5年整備に対して下記を追加する ①潤滑油圧力スイッチ取替 ②燃料しゃ断弁取替 ③スタータの分解整備及びブラシの取替
		弁 類	①塗装 ②水密ゴム取替
		ゲート	①水密ゴム取替 ②各種リレー、センサー類取替
		(補機類)	
		空気圧縮機	①分解整備 ②空気槽弁類 ※
		燃料移送ポンプ	①分解整備 ②燃料槽整備
		全冷却水関係 ポンプ	※全体
		全配管類	①ステンレス管除く配管材 ※ ②バルブ類 ※
		制御関係	①メーター類 ※

定期整備			②絶縁油、トランス油 ※ ③電磁接触器 ※ ④センサ類取替 ⑤操作開閉器 ※ ⑥各種リレー ※
------	--	--	--

※取替を前提としての点検を行う必要があるものを示す。

	種 類	項 目	整 備 内 容
定期整備	長期 (10年)	発電機 除塵設備	分解整備を考慮 ①集中給油装置 ※ ②リミットスイッチ、センサー類の取替 ③ワイヤロープ
保全整備	随時	各点検結果により、不具合箇所を発見した場合にその修復を行う。	

※取替を前提としての点検を行う必要があるものを示す。

〔注記〕

1. 5年整備における自動化機場と従来機場の比較

(1) 主ポンプ

自動化機場の主ポンプは、グランドパッキンのない無水ポンプであり軸部も無給水タイプを使用する為、5年整備は不要となる。

(無給水軸封装置については、ほとんどのメーカーが10年整備としている)

(2) 減速機

自動化機場の減速機は空冷化となるが大型の場合は、油冷却器が取付くので従来機場と同じとなる。

(3) 流体継手

自動化した場合も水冷となり、従来機場と同じとなる。

(4) 主原動機（及び発電機駆動用原動機）

ディーゼルを使用の場合は、従来機場と同じ。

ガスタービンを使用の場合は、メーカーによっては特殊箇所に対して3年毎の整備を規定している。

以上により、5年整備に関しては主ポンプが不要となるがガスタービンに関しては、原則5年整備とし特殊箇所についてはメーカー規定によるものとする。

3. 10年整備における自動化機場と従来機場の比較

従来機場と同様とするが、主ポンプについては無給水軸封装置の取替を追加するものとする。

委員会名簿

平成4年度 排水機場自動化運転システム検討委員会名簿

	氏 名	役 職
委員	吉田 正	建設省 建設経済局 建設機械課 課長補佐
同	唐沢 則次	建設省 建設経済局 建設機械課 機械設備係長
同	木内 豪	建設省 土木研究所 河川部 総合治水研究室
同	小島 博之	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 課長補佐
同	佐藤 元樹	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 維持修繕係長
同	橋本 正一	建設省 関東地方建設局 道路部 機械課 課長補佐
同	須田 幸彦	建設省 関東地方建設局 道路部 機械課 整備係長
同	細川 泰一	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 副所長
同	木村 義行	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 調査課 課長
同	近藤 治久	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 機械課 課長
同	杉山 篤	建設省 土木研究所 機械施工部 機械研究室 室長
同	宮武 一郎	建設省 土木研究所 機械施工部 機械研究室 研究員
同	山中 勇樹	建設省 土木研究所 機械施工部 機械研究室 建設技官
同	大城 智	建設省 土木研究所 機械施工部 機械研究室 建設技官
事務局	土井 昭昌	(社)河川ポンプ施設技術協会 技術第二部 部長
同	清田 研治	三菱重工業(株) 水車ポンプ部 課長代理
同	阿部 康二	(株)荏原製作所 システム事業部 課長
同	古川 博彦	(株)クボタ ポンプ事業部 課長

平成5年度 排水機場自動化運転システム検討委員会名簿

	氏 名	役 職
委員	唐沢 則次	建設省 建設経済局 建設機械課 機械設備係長
同	木内 豪	建設省 土木研究所 河川部 都市河川研究室
同	山口和一郎	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 課長補佐
同	橋本 正一	建設省 関東地方建設局 道路部 機械課 課長補佐
同	渡邊 泰也	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 調査課 課長
同	山本 茂弘	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 管理課 課長
同	酒井 一夫	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 機械課 課長
同	吉田 正	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 室長
同	宮武 一郎	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 研究員
同	山中 勇樹	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 研究員
同	大城 智	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 建設技官
事務局	土井 昭昌	(社)河川ポンプ施設技術協会 技術第二部 部長
同	阿部 康二	(株)荏原製作所 システム事業部 課長
同	古川 博彦	(株)クボタ ポンプ事業部 課長
同	吉川 慶彦	(株)日立製作所 ポンプシステム設計部 主任技師

平成7年度 排水機場自動化運転システム検討委員会名簿

	氏 名	役 職
委員長	岡崎 治義	建設省 土木研究所 材料施工部 部長
委員	高見 壽男	建設省 河川局 治水課 課長補佐
同	村松 敏光	建設省 建設経済局 建設機械課 課長補佐
同	栗城 稔	建設省 土木研究所 河川部 都市河川研究室 室長
同	掛足 俊一	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 課長
同	橋本 正一	建設省 関東地方建設局 道路部 機械課 課長
同	佐多 直武	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 副所長
同	吉田 正	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 室長
幹事	小川 信一	建設省 河川局 治水課 災害水防係長
同	牧野千代春	建設省 建設経済局 建設機械課 機械設備係長
同	勝田 隆治	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 課長補佐
同	阿部 武	建設省 関東地方建設局 道路部 機械課 課長補佐
同	天野 雄介	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 調査課 課長
同	平野 功	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 管理課 課長
同	酒井 一夫	建設省 関東地方建設局 荒川下流工事事務所 機械課 課長
同	石松 豊	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室 主任研究員
同	服部 達也	建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室
事務局	土井 昭昌	(社)河川ポンプ施設技術協会 技術第二部 部長
同	米井 陽	三菱重工(株) 機械技術部 課長
同	吉川 慶彦	(株)日立製作所 ポンプシステム設計部 主任技師
同	古川 博彦	(株)クボタ ポンプ事業部 課長
同	阿部 康二	(株)荏原製作所 システム事業部 課長

途中交代委員等

	氏 名	役 職
委員	戸谷 英雄	建設省 関東地方建設局 河川部 河川管理課 課長
幹事	木内 豪	建設省 土木研究所 河川部 都市河川研究室 研究員