

# 河川ポンプ設備 更新検討 マニュアル

(財) 国土開発技術研究センター 編集

# 河川ポンプ設備 更新検討 マニュアル

(財) 国土開発技術研究センター 編集

山海堂

## まえがき

河川ポンプ設備は、国土の保全と洪水などの被害から国民の生命と財産を守る重要な設備であり、その機能として「必要なときに確実に始動でき、所要の機能を発揮できること」が求められている。このような機能を保持するためには、設備の信頼性を常に一定のレベルに維持し、また必要により向上を図ることが大切である。

設備の信頼性を維持する手段としては、一般的に点検・整備が実施されている。河川ポンプ設備については、昭和63年11月に制定された「排水機場設備点検・整備指針（案）・同解説」に点検・整備の時期および内容が詳細に規定されており、現在、これに従って設備の点検・整備が実施されている。

しかしながら、設備は設置後の経過年数が長くなるに従い、劣化が進行し機器の性能の低下や故障率の増加が起こる。また、地域を取り巻く環境条件が建設当初に比べ種々変化していくため、排水機場は徐々に環境に対応できなくなったり、設備における技術革新や社会の要求水準が高度化するため、相対的に設備の陳腐化が生じる。

このように、設置後の経過年数が長くなった設備では、点検・整備による保全や故障部分とその都度修理・交換する対処療法では限界があり、機場の信頼性を確保するのが難しく、現状の整備機能の総合的な見直しが必要となってくる。

このような場合、施設管理者は設備の「総合診断」を行うことによって、これに対処しなければならない。すなわち、設備の「総合診断」は、定期点検・整備の記録等を基にして構成機器、システムあるいはポンプ設備を対象に排水機能の維持・向上を目的として、信頼性、経済性、安全性および運転・維持管理性等の面から総合評価し、合理的な改善策や更新の方向付けを行うものである。したがって、「総合診断」の実施と更新等の検討は、河川ポンプ設備としての機能を維持・向上するために欠くことのできないものである。

このため、建設省では、「河川ポンプ設備更新検討要綱」（平成6年1月）を定め通達した。本マニュアルは、同要綱に準拠して具体的に、その実施の手順を解説したものである。

本マニュアルはまだ不十分な点もあると思うが、今後必要に応じ改訂を加え一層の内容の充実を図っていく所存である。

平成8年3月

財団法人 国土開発技術研究センター  
理事長 廣 瀬 利 雄

# 目 次

<b>1</b>	<b>はじめに</b> .....	1
1.1	本書の目的と使用方法 .....	3
1.2	更新等の検討 .....	7
<b>2</b>	<b>機能保全とその限界</b> .....	11
2.1	河川ポンプ設備に求められる機能 .....	13
2.2	河川ポンプ設備の信頼性 .....	14
2.3	点検・整備 .....	16
2.4	機能保全の限界 .....	19
<b>3</b>	<b>総合診断の必要性の検討</b> .....	23
3.1	概 要 .....	25
3.2	設備の運転・管理状況の把握 .....	28
3.3	検討手順 .....	51
3.4	必要な資料・情報 .....	64
<b>4</b>	<b>総合診断の種類とその選択</b> .....	67
4.1	総合診断の種類・対象範囲 .....	69
4.2	全般概略診断 .....	70
4.3	個別診断 .....	72
4.4	目的別診断 .....	74

4.5	具体事例	76
<b>5</b>	<b>総合診断の実施</b>	79
5.1	総合診断の進め方	81
5.2	措置方法の選択	89
<b>6</b>	<b>有識者等の意見聴取</b>	93
6.1	概 要	95
6.2	提示資料	96
6.3	意見聴取	97
<b>7</b>	<b>更新の計画と施工</b>	99
7.1	概 要	101
7.2	計画時の検討事項	102
7.3	施工前の検討事項	104
7.4	施工後の総合試運転	107
<b>8</b>	<b>改造・修理の計画と施工</b>	109
8.1	改造・修理の計画と施工	111
<b>9</b>	<b>継 続 使 用</b>	113
9.1	継続使用	115
<b>10</b>	<b>添 付 資 料</b>	117
1.	河川ポンプ設備更新検討要綱・同解説	119
2.	揚排水機場耐震点検マニュアル・解説	147

3. 用語 .....	179
4. 関係法規・規格・基準 .....	185
5. 最近採用されている各種技術 .....	187
6. 有識者等の意見聴取のための資料の一例 .....	209

# 1

# はじめに

- 1.1 本書の目的と使用方法 .....1-3
- 1.2 更新等の検討 .....1-7

本項では、本書を有効的に使用していただくために、その作成された目的および使用方法について紹介している。

また、更新等の検討はなぜ必要か、また、どのように実施するかについて、その概要と手順の要点を説明している。

## 1.1 本書の目的と使用方法

### 1.1.1 本書の目的

本書は、図 1.1 に示すような構成からなる河川ポンプ設備において、施設管理者が「河川ポンプ設備更新検討要綱・同解説」（以下『更新要綱』という）により、河川ポンプ設備のシステムや機器の更新、改造・修理、継続使用（以下「更新等」という）の検討に必要な具体的な対応の手順と内容をわかりやすく示すことで、業務の円滑な推進に役立てることを目的として作成されている。

なお、本書は内水排除を目的とする排水ポンプ設備を主体に取りまとめているが、揚水ポンプ設備にも準用することができる。

### 1.1.2 本書の使用方法

(1) 本書は、次の観点から記述されている。

- ① 更新等の検討はなぜ行う必要があるのか。
- ② 更新等の検討はどのようなときに行うのか。
- ③ 更新等の検討の手順はどのように進めるのか。
- ④ 総合診断ではどのようなことが行われるのか。
- ⑤ 総合診断の結果を受けて何を行うのか。
- ⑥ 更新等の計画・施工時にはどのような注意が必要なのか。

(2) 本書は、概ね『更新要綱』の条文の順序に従って記述されている。本マニュアルの構成の概要と該当する『更新要綱』の各条は次のとおりである。

	『本マニュアル』の構成	『更新要綱』の構成
更新等の検討はなぜ行う必要があるのか ↓	1. はじめに 1.2 更新等の検討 2. 機能保全とその限界 2.1 河川ポンプ設備に求められる機能 2.2 河川ポンプ設備の信頼性 2.3 点検・整備 2.4 機能保全の限界	第1条 目的 第2条 機能保全とその限界
更新等の検討はどのようなときに行うのか ↓	3. 総合診断の必要性の検討 3.1 概要 3.2 設備の運転・管理状況の把握 3.3 検討手順 3.4 必要な資料・情報	第3条 総合診断 第4条 総合診断の必要性の検討
更新等の検討の手順はどのように進めるのか ↓	4. 総合診断の種類とその選択 4.1 総合診断の種類・対象範囲 4.2 全般概略診断 4.3 個別診断 4.4 目的別診断 4.5 具体事例 5. 総合診断の実施 5.1 総合診断の進め方 5.2 措置方法の選択	第5条 総合診断の種類と選択 第6条 総合診断の対象範囲 第7条 総合診断の実施
総合診断ではどのようなことが行われるのか ↓	6. 有識者等の意見聴取 6.1 概要 6.2 揭示資料 6.3 意見聴取	第7条 総合診断の実施
総合診断の結果を受けて何を行うのか ↓	7. 更新の計画と施工 8. 改造・修理の計画と施工 9. 継続使用	第8条 更新の計画と施工 第9条 改造・修理の計画と施工 第10条 継続使用

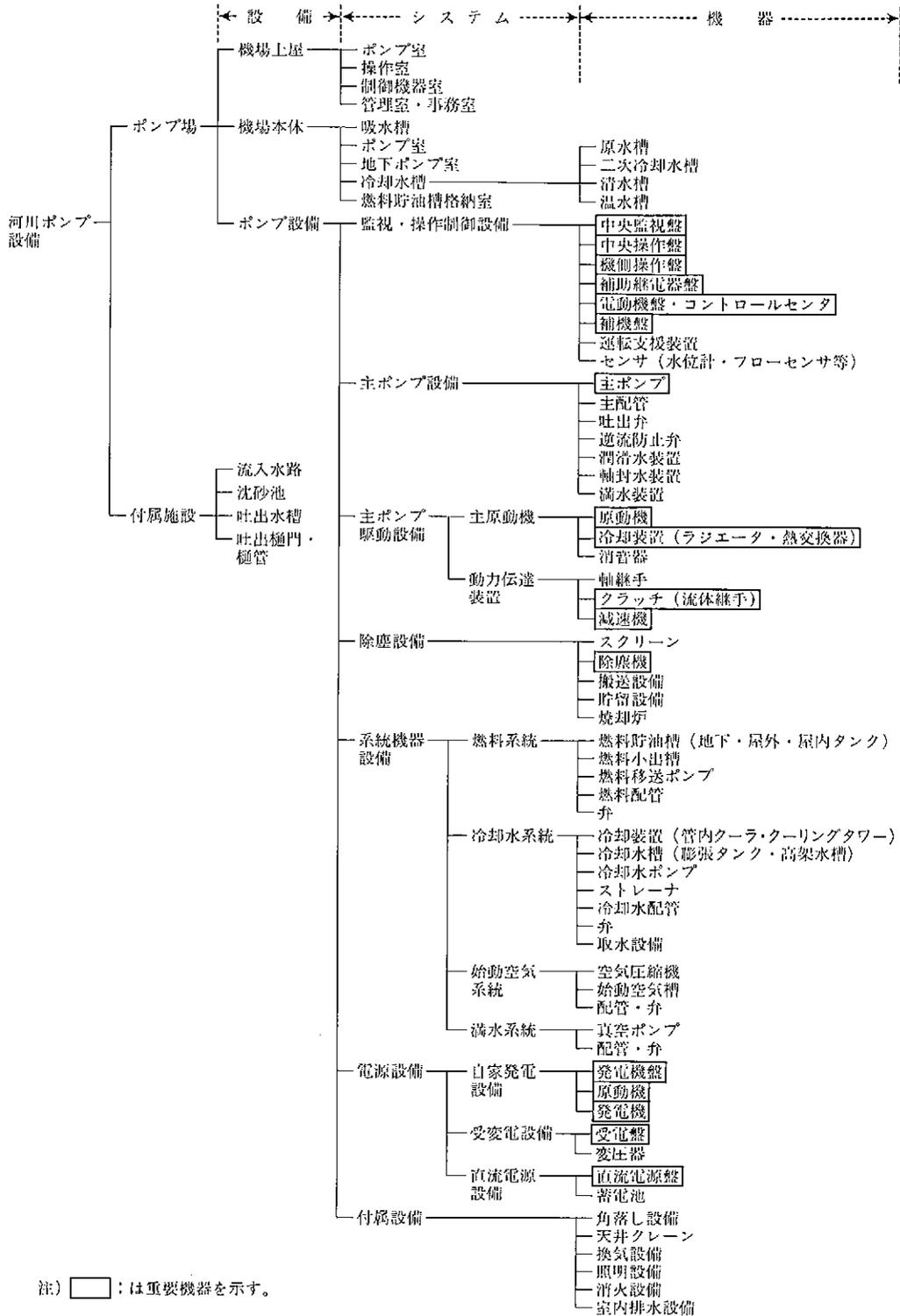


図 1.1 河川ポンプ設備の構成

## (3) 本書の使用方法

- ① 本書は『更新要綱』に記載された手順と内容について、さらに具体的にわかりやすく説明したものである。
- ② 本書の各項は、各々独立した形を取っている。

更新等の検討がなぜ必要なのかを知りたい場合

- ⇒ 1.2 更新等の検討  
2. 機能保全とその限界を参照する。

実際に総合診断の必要性の検討を実施したい場合

- ⇒ 3. 総合診断の必要性の検討を参照する。

総合診断を実施し、有識者等の意見聴取を行うための資料を準備したい場合

- ⇒ 4. 総合診断の種類とその選択  
5. 総合診断の実施  
6. 有識者等の意見聴取を参照する。

更新、改造・修理を施工する場合やシステム・機器を継続使用する場合に、どのようなことに留意をすればよいかを知りたい場合

- ⇒ 7. 更新の計画と施工  
8. 改造・修理の計画と施工  
9. 継続使用を参照する。

- ③ 理解を助けるために参考となる資料を巻末に添付しているので、必要に応じて併せて利用されたい。

## 1.2 更新等の検討

### 1.2.1 更新等の検討の目的

- (1) 河川ポンプ設備は、国土の保全と洪水などの被害から国民の生命・財産を守る重要な設備であり、その機能として「必要なときに確実に始動でき、所要の機能を発揮できること」が求められている。

このような機能を保持するためには、設備の信頼性を常に一定のレベルに維持し、また必要により向上を図ることが大切である。

- (2) 設備の信頼性を維持する手段として、一般的に、点検・整備が実施される。

「点検・整備」は設備・機器・部品の異常ないし損傷の発見と機能の良否の判定をし、それに基づき設備・機器・部品の機能保持・復帰のために実施される清掃、調整、給油、部品交換、修理等の作業のことである。

河川ポンプ設備については、「排水機場設備点検・整備指針（案）・同解説」（以下『点検・整備指針（案）』という）に点検・整備の時期および内容が詳細に規定されており、これに従って実施されている。

しかし、設備は設置後の経過年数が長くなるに従い、物理的劣化が進行し機器の性能の低下や故障率の増加が起こる。また、機場を取り巻く環境条件が建設当初に比べ種々変化していくため、機場は徐々に環境に対応できなくなったり、整備における技術革新や社会の要求水準が高度化するため、相対的に設備の陳腐化が生じる。

このように、設備設置後の経過年数が長くなった機場設備では、点検・設備による予防保全や、故障部分をその都度修理・交換するといった対処療法（事後保全）では限界があり、機場の信頼性を確保するのが難しく、現状の設備機能の総合的な見直しを必要とする場合がある。このような場合、施設管理者は、「3. 総合診断の必要性の検討」で述べる検討を行うことによって、これに対処する。

- (3) 総合診断は、定期点検・整備の記録等を基にして各構成機器、システム、あるいはポンプ設備を対象に排水機能の維持・向上を目的として、信頼性、経済性、安全

性、操作性、維持管理性などの面から総合評価し合理的な改善策や更新の方向付けをするものである。

すなわち、表 1.1 に示すように、定期点検・整備が物理的耐用性を対象にして実施されるのに対し、総合診断は物理的耐用性のみならず、機能的耐用性や社会的耐用性なども対象にして実施されるものである。

表 1.1 総合診断と定期点検・整備の役割

設備の機能 保全項目 予防保全 の対応方法	物理的耐用性	機能的耐用性	社会的耐用性	備 考
総合診断による予 防保全	○	○	○	広義の予防保全
定期点検・整備に よる予防保全	○	—	—	狭義の予防保全 『点検・整備指針 (案)』に示す具体的 処置を実施
備 考	構成機器の機能・性 能の低下や故障の増 大	設備・システムの陳 腐化による相対的機 能低下	雨水流入形態や環境 条件などが建設当初 と異なる	

(5) 総合診断の実施と更新等の検討は、河川ポンプ設備としての機能・性能を維持・向上するためには、欠くことのできないものである。

### 1.2.2 更新等の検討の概要

更新等の検討を行ううえで、定められた手順が必要となるが、その概要を示したものが図 1.2 である。さらに、その詳細を図 3.1 に示す。

その概要は図 1.2 に示すとおりである。

下記に示すような事態などが発生したとき、

- (1) 運転中や、運転時点検、定期点検、定期整備において、平常時と異なる兆候が認められる場合や、多く不具合の発生が認められる場合。
- (2) 設備・機器の老朽化、陳腐化が見られ、現状の設備・機器の改善の必要性が認められる場合。
- (3) 河川流域の環境が建設当初と著しく変化し、設備の能力・機能の見直しの必要性が認められる場合。

次の順序に従って検討を進める。

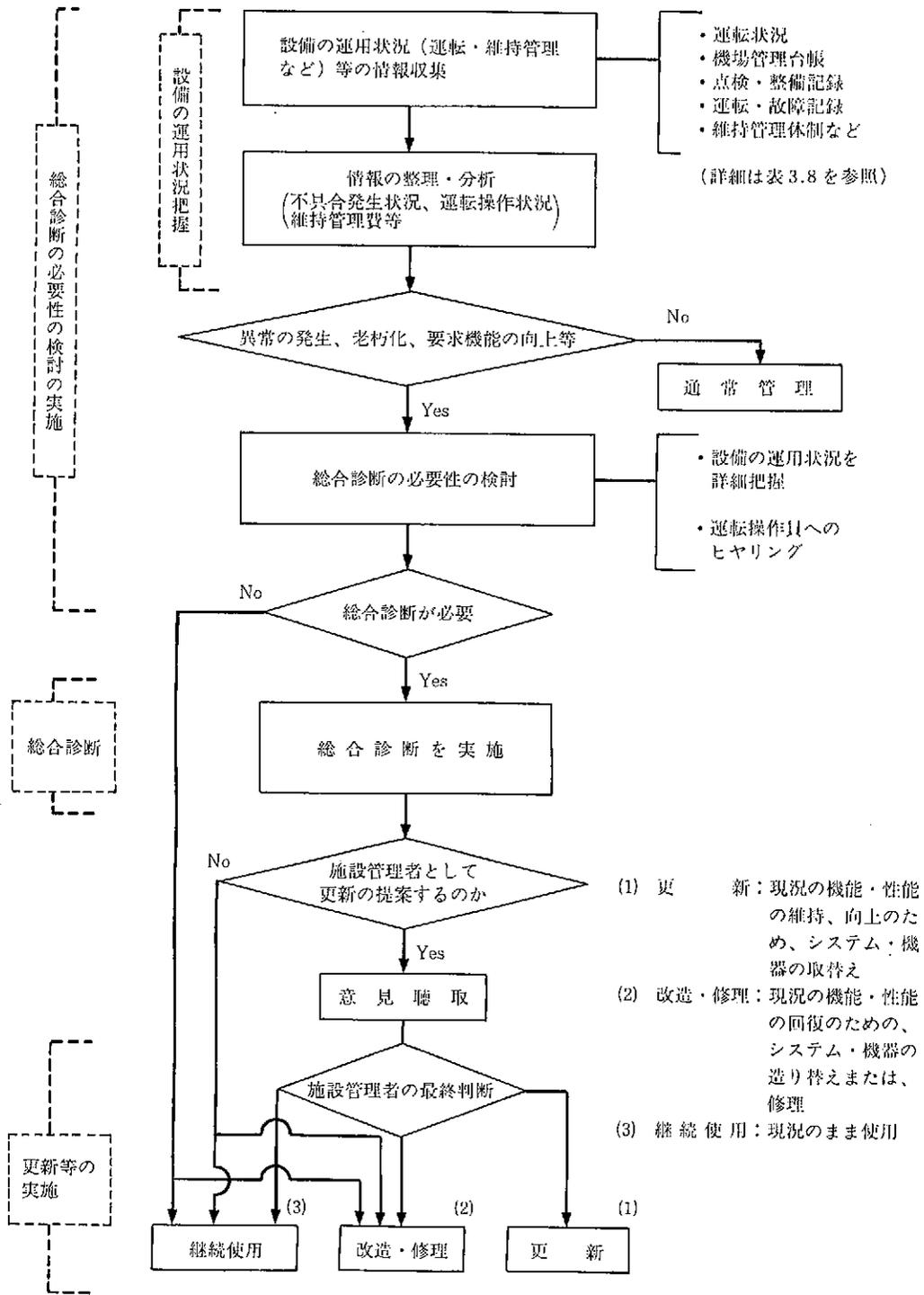


図 1.2 更新等の検討手順の概要

- (1) まず、施設管理者は機場管理台帳などにより、設備の運転・管理状況の把握を行い、異常の発生、老朽化の有無、要求機能向上の有無などを検討する。
- (2) 検討の結果によって、さらに総合診断の必要性を検討する。
- (3) 総合診断が必要であると判断した場合、専門機関に委託するなどして総合診断を実施する。
- (4) 総合診断の結果を基にして、更新等の措置方針を策定する。その方針が更新の場合は有識者等の意見を聴取する。
- (5) 最終的に、更新等の措置方針を決定する。

### 1.2.3 更新等の検討の対象範囲

- (1) 更新等の検討の範囲は、原則として図 1.1 に示す「ポンプ設備」が対象となる。ただし、この対象範囲においても排水機能、運転操作性、維持管理性などの検討をする際には、必要に応じて「機場本体」や「機場上屋」をはじめ「流入水路」、「沈砂池」、「吐出水槽」なども対象とする。

なお、流入形態や流入量の変動などの調査・解析結果が明確な場合は、本マニュアルの検討対象範囲とする。

- (2) 本マニュアルで検討する範囲は次のものは除外するものとする。
  - ① 河川流域からの内水河川に流入する雨水などの流入形態などの調査・解析
  - ② 土木構造物そのものの検討・評価ただし、ポンプ設備側から必要と判断される土木構造物の形状や寸法については提案するものとする。

# 2

## 機能保全とその限界

2.1 河川ポンプ設備に求められる機能 .....	2-3
2.2 河川ポンプ設備の信頼性 .....	2-4
2.3 点検・整備 .....	2-6
2.4 機能保全の限界 .....	2-9

本項では、更新等の検討は、なぜ行う必要があるのかを現在一般的に実施されている機能保全としての点検・整備の概要と、設置後経過年数が長くなった設備における問題について、多少理論的な面を加えて説明している。

## 2.1 河川ポンプ設備に求められる機能

- (1) 内水排除のための河川ポンプ設備は、国土の保全と国民の生命・財産を守る根幹的な役割を果たす重要設備であって、求められる機能は、「必要なときに確実に始動でき、かつ必要な時間稼働し、故障なく十分な排水機能を発揮できなければならないこと」であり、以下に示すような特殊性を有している。

- ① 出水期には常に排水運転のための待機状態にあり、ひとたび出水があれば、必ず稼働し排水機能を発揮しなければならない。
- ② そのため、特に高い信頼性を確保するための維持管理が要求される。
- ③ 機械の運転時の環境は、高温多湿で、気圧が低く、極めて厳しい。
- ④ 非出水期には休止状態にあつて、単に設備の機能低下を防ぐだけの維持管理となる。

- (2) ポンプ設備は、それを構成する、

- ① 主ポンプ設備 主ポンプ駆動設備、監視・操作制御設備などのシステム
- ② システムを構成するポンプ、原動機などの機器
- ③ ポンプ、原動機などの機器を構成する部品

などの各々が所要の役割を果たし、それらが相互に関連し合っ一つ一つの目的である排水機能を発揮する。

- (3) ポンプ設備は、上述のように多数のシステム・機器・部品から構成された集合体であり、この中の一つが故障しても排水機能に何らかの影響を及ぼし、場合によっては機能停止という事態を招くことになる。

## 2.2 河川ポンプ設備の信頼性

- (1) 河川ポンプ設備の信頼性は、「規定の使用条件、環境条件の下で規定の期間中、要求された機能を果たすることができる性質」である。

すなわち、河川ポンプ設備は、概して設置環境が劣悪であることが多く、出水の状態でない場合、比較的長期間にわたって待機状態にあり、一般の機械設備に比較して運転頻度が極めて少ない。しかし、ひとたび出水が発生し、内水排除をする事態になった場合は、「運転作動指令を受ければ確実に始動でき、かつ始動後に所要時間連続運転しなければならない」という通常の常用機械設備とは異なった特殊な使命を有している。

- (2) 設備・システム・機器は、通常の決められたメンテナンスを実施している場合、一般に初期調整期間後に故障率がほぼ一定で安定する期間（偶発故障期間）があり、この期間を過ぎると時間の経過とともに故障が増加する傾向を示す。この関係の概念を図 2.1 に示す。

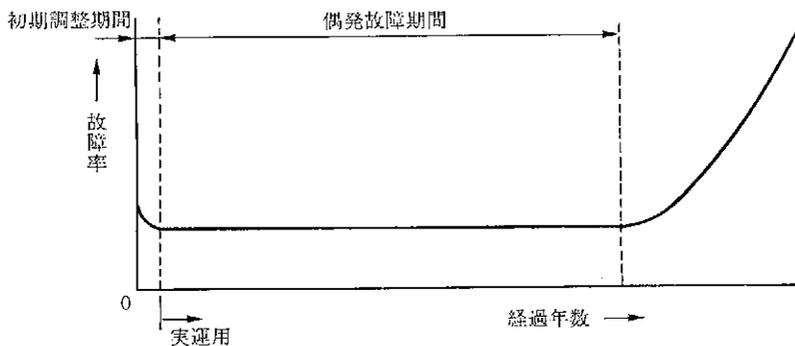


図 2.1 経過年数と故障率の概念

- (3) 河川ポンプ設備は設置後の経過年数が長くなるに従い、物理的劣化が進行し機器の性能低下や故障率の増加が起こる以外に、機場を取り巻く環境条件が建設当初に比べ種々変化して、機場は徐々に環境に対応できなくなったり、また設備における

技術革新や社会の要求水準の高度化に伴ない、相対的に設備の陳腐化が生じる。

設備の信頼性を広義にとらえた場合、物理的劣化のみならず設備の陳腐化も信頼性低下の要因となる。

- (4) 河川ポンプ設備が十分な排水機能を発揮するためには、点検・整備などの保全活動を行って、信頼性の維持向上を図る必要がある。

## 2.3 点検・整備

### 2.3.1 点検・整備による機能保全

- (1) 一般に設備の保全管理には、「予防保全」と「事後保全」がある。

予防保全は、故障が起きる前に設備に潜在する故障原因を下記に示すような点検・整備により把握し、除去しようとするものである。

- ① 故障の兆候や欠陥を発見するための試験、検査
- ② 給油、清掃、調整
- ③ 欠陥をもつ機器などの交換修理
- ④ 消耗部品の交換

事後保全は、故障が発生した後に運転可能状態に復帰するために行うものである。

- (2) 一般に、設備の予防保全には「時間基準方式」および「状態基準方式」がある。

時間基準方式はその概念を図 2.2 に示すように、運転の有無にかかわらず、ある一定の期間ごとに整備のポイントを定め計画的に実施するものである。

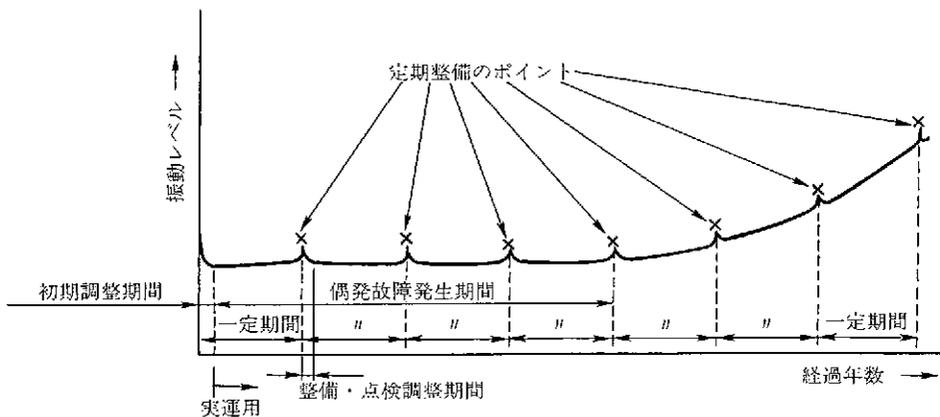


図 2.2 時間基準方式による予防保全の概念 (一例)

状態基準方式はその概念を図 2.3 に示すように、運転中ある一定の時間ごとに設備の状態を把握しその傾向を調べたり、異常を検知し必要に応じて整備するものである。

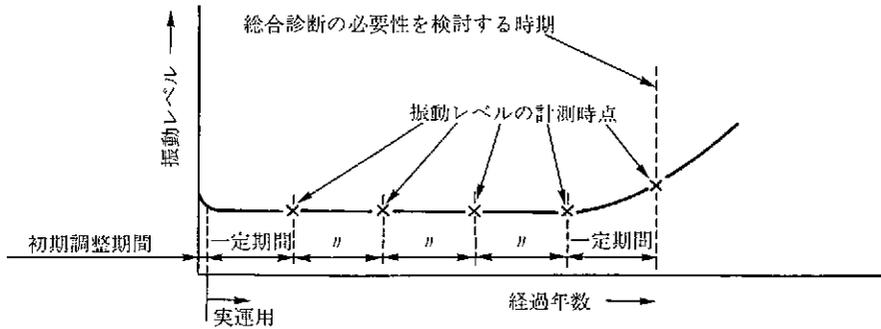


図 2.3 状態基準方式による予防保全の概念（一例）

### 2.3.2 河川ポンプ設備における点検・整備

- (1) 河川ポンプ設備の保全管理においては、稼働中に排水不能となるような事態は許されないので予防保全に重点がおかれており、信頼性の確保と保全コストの両面を考慮し、時間基準方式と状態基準方式の両者を組み合わせた方法が採用されている。

河川ポンプ設備の点検・整備は、『点検・整備指針（案）』に従って全国的に実施されている。

- (2) 河川ポンプ設備は、出水期においてはいつでも始動でき、かつ確実な排水機能が要求されるので、『点検・整備指針（案）』では、設備・機器の老朽化などによる損耗の発見および劣化・損傷を防止するため、日常の定期点検のほかに、原則として 5 年および 10 年の周期で定期整備を実施することを定めている。また、定期点検時には原則として管理運転を実施するものとしている。

すなわち、管理運転は、点検の一手法として行うもので、個々の機器を直接的に分解・点検することなく、実負荷運転またはそれに近い状態での総合的な試運転を行ってシステム全体の故障発見を第一義的に実施し、併せて機器および操作制御設備の内部防錆、防塵、なじみなどの機能保持や運転操作員の習熟度を高めるために行うものである。

- (3) 点検・整備を実施したとき、または改造・修理を実施したときは、図 2.4 に示す

ようにその記録を「機械整備管理記録」などに残して、この記録を用いて、修正検討を行い管理基準値へフィードバックする。また、総合診断の必要性の検討時における状況把握に使用する。

図 2.4 にその手順の概要を示す。

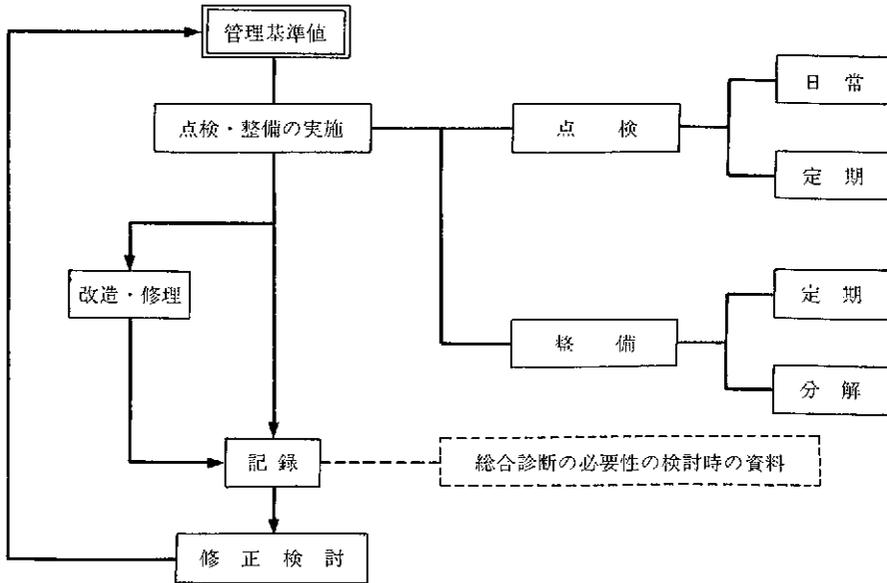


図 2.4 点検・整備、改造・修理の記録と活用

## 2.4 機能保全の限界

### 2.4.1 物理的耐用限界

#### (1) 設備の老朽化

① 河川ポンプ設備においては、常に定期点検・整備により機能保全を図る努力がはらわれているが、時間とともにその機能・性能および信頼性が低下していくことは避けられない。

② 一般に設備・システム・機器の機能・性能は経過年数とともに低下するが、改造・修理によって機能・性能の回復を図ることはある程度可能である。

機能・性能および信頼性を実用上支障のないレベルに維持するには、改造・修理を繰り返す必要があるが、その周期が次第に短くなっていく傾向にある。

③ 図2.5は稼働開始後の設備・システム・機器の一般的な改造・修理パターンを示すが、実用上支障のないレベルに故障率を抑え、目標とする信頼度を保つために、初期のうちには部品レベルの改造・修理で済んでいたものが、経過年数とともに機器レベルおよびシステムレベルの改造・修理が必要となってくることを表わ

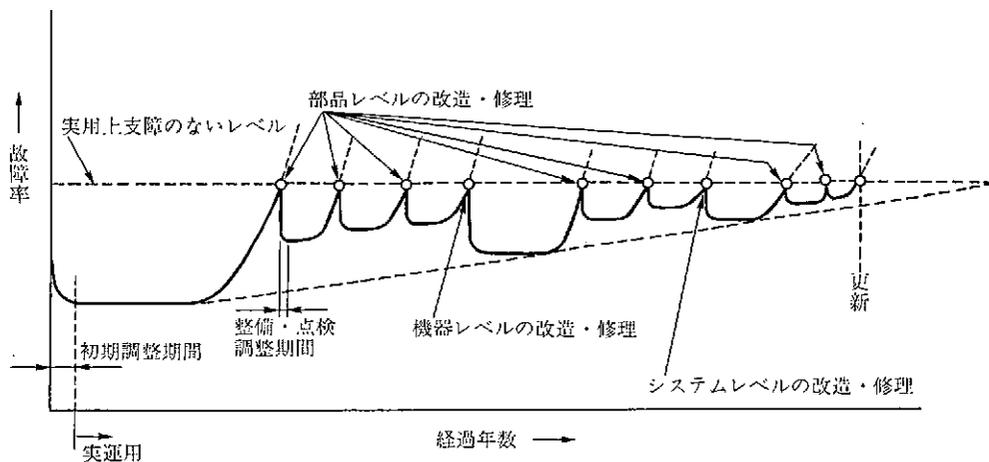


図2.5 設備・システム・機器の改造・修理パターン

している。

## (2) 物理的耐用限界

- ① 設備は経過年数とともに摩耗、腐食や自然劣化などによって経年劣化し、主機類に性能低下が現われ、故障率は次第に大きくなり、設備としての信頼性は徐々に低下し、目標とする信頼度を維持することができなくなる。

その結果、設備としての健全な運用に支障をきたし、物理的耐用限界に達したと判断できる場合には、不具合発生を未然に防止するための対策を講じる必要がある。

表 3.7 に示す機器の耐用年数の目安は、河川ポンプ設備における、設備・機器の更新等を考える目安となるものである。

- ② 河川ポンプ設備は、主ポンプ、原動機および動力伝達装置など「可動部のある機器」（以下「可動機器」という）が大部分を占めるが、配管・配線はもちろん、変圧器、コンデンサ、半導体素子および電球などのように、それ自体に「可動部がない機器」（以下「静止機器」という）もあり、いずれも重要な役割を果たしている。

これらの機器は、それぞれの役割を担っている中で、経過年数とともに信頼性、機能・性能が低下し、設備の経年劣化現象は、最終的には故障という形でとらえられる。

- ③ 設備の故障の現われ方としては次のようなものがある。

異常振動、異常音、異常温度、摩耗、腐食、割れ、漏れ、絶縁低下、材質劣化、油劣化、疲労、緩み、詰まり、剝離など。

異常振動、異常音、異常温度などは、可動機器に現われる。

多くの可動機器で構成されている河川ポンプ設備では、主に振動、音、温度などを対象とした監視や傾向管理が必要となる。

例えば、主ポンプであれば外部軸受ケースの表面温度や振動、軸芯の狂いなどが日常の運転や定期点検・整備時の重要な監視項目となる。また、これらの値が経過年数とともにどのように変化しているかを見ることも必要で、その傾向が管理限界に近づいている場合や、急激に変化している場合は、何か異常が発生している可能性があるといえる。

### 2.4.2 機能的耐用限界

近年、河川ポンプ設備は、操作の簡素化、信頼性の向上および省力化などを目指した

研究、開発が進められ、新しい技術の導入による改善が図られている。

当該設備が、このような技術改善に伴って、設備として相対的な機能低下により望ましい設備の運用に支障をきたした場合は、機能的耐用限界に達したとして、対策を講じることが必要となる。

例えば、当該設備は、機側単独手動操作機場で数人の熟練操作員が必要としているが、近年の技術改善に伴い操作の合理化・簡素化が可能となったため、設備の見直し検討を必要としている場合などが挙げられる。

### 2.4.3 社会的耐用限界

都市化の進展によって、設備の公害対策や、エネルギー転換などによる構造改善要求に加え、流出係数の増大や保水機能の低下などにより、雨水が大量かつ急激に流下する傾向となり、ポンプ設備にとって厳しい状況におかれるようになってくる。

このように社会的要因から、設備の設計上の設定条件が設置当初から大幅に変化したことにより、当該設備の正常な運用に支障をきたすようになってくる場合がある。

例えば、流域の開発により、①低い地盤での宅地化が進み、建設当初の運転開始水位では対応できなくなった場合や、②道路の舗装率の増加に伴い、出水が早くなり、タイムリーな始動操作が困難になっている場合などが挙げられる。

# 3

## 総合診断の必要性の検討

3.1 概 要 .....	3- 3
3.2 設備の運転・管理状況の把握 .....	3- 6
3.3 検 討 手 順 .....	3-29
3.4 必要な資料・情報 .....	3-42

本項では、更新等の検討はどのようなときに行うのか、その検討手順はどのように進めるのかについて記述しており、「総合診断」に先立ち施設管理者が実施すべき「総合診断の必要性の検討」について述べる。まず、「概要」および「検討手順」の項で更新検討の動機・時期について述べ、各要因ごとに検討手順の詳細を説明している。

### 3.1 概 要

- (1) 施設管理者は、河川ポンプ設備の総合診断を実施する前に、自ら、システム・機器などの状況に基づいて総合診断の必要性について検討する。

河川ポンプ設備は経年劣化（物理的耐用限界）、機能の高度化による陳腐化（機能的耐用限界）、急激な都市化やニーズの多様化など社会環境の変化（社会的耐用限界）など、種々の要因から設備の正常な運営が困難となる場合があり、設備の機能回復のための最適な措置を施すために設備の診断を行う必要がある。

- (2) 総合診断が必要となる場合は、次の場合である。

- ① 設備・システムが社会的または機能的耐用限界に達しているおそれのある場合。

機能的・社会的要因により、当該設備・システムの設計上の設定条件が設置当初から大幅に変化し、正常な運用に支障をきたす場合は設備・システムを見直す必要があり、総合診断で改善に向けた措置を検討する必要がある。

- ② 重要な機器が物理的耐用限界に達しているおそれのある場合。

耐用年数は、機場の設置条件や維持管理などによって左右されるが、重要な機器（図 1.1 の □ で囲んだ機器）は河川ポンプ設備の排水機能に直接影響を及ぼす中枢を担う機器であるので、これらの機器の機能確保の観点から、耐用年数を迎える段階での総合診断が必要である。

- ③ 機器・システムなどの異常の原因が不明確な場合。

機器レベルの異常であっても原因がつかめない場合は、設備・システムなどの中で、機器の劣化・陳腐化などの進行程度のアンバランスによる相互の影響が原因しているなど、複雑な要因が想定される。

このような場合は、原因がつかめないまま、単純に改造・修理するだけの措置では、いずれ重大な故障に至る危険性が高いので、早期に原因究明、劣化の進行予測などの総合診断を行うべきである。

④ 改造・修理する機器などが複数のシステムに関連する場合。

設備・システムは、各構成機器の機能・性能がバランス良く調和されていることが重要である。

したがって、改造・修理が他のシステムに影響を及ぼす場合やその影響範囲が不明な場合は、総合診断を実施すべきである。

このような場合は施設管理者は、現状の施設・設備・システム・機器の状況を判断するための当初性能記録、保守管理記録、修理・改造等記録、不具合などの記録に基づき年点検、定期点検結果をもとに総合診断の必要性を検討する。

(3) 総合診断の必要性の検討は、図 3.1 に示す「総合診断の必要性の検討フロー」に従って行う。

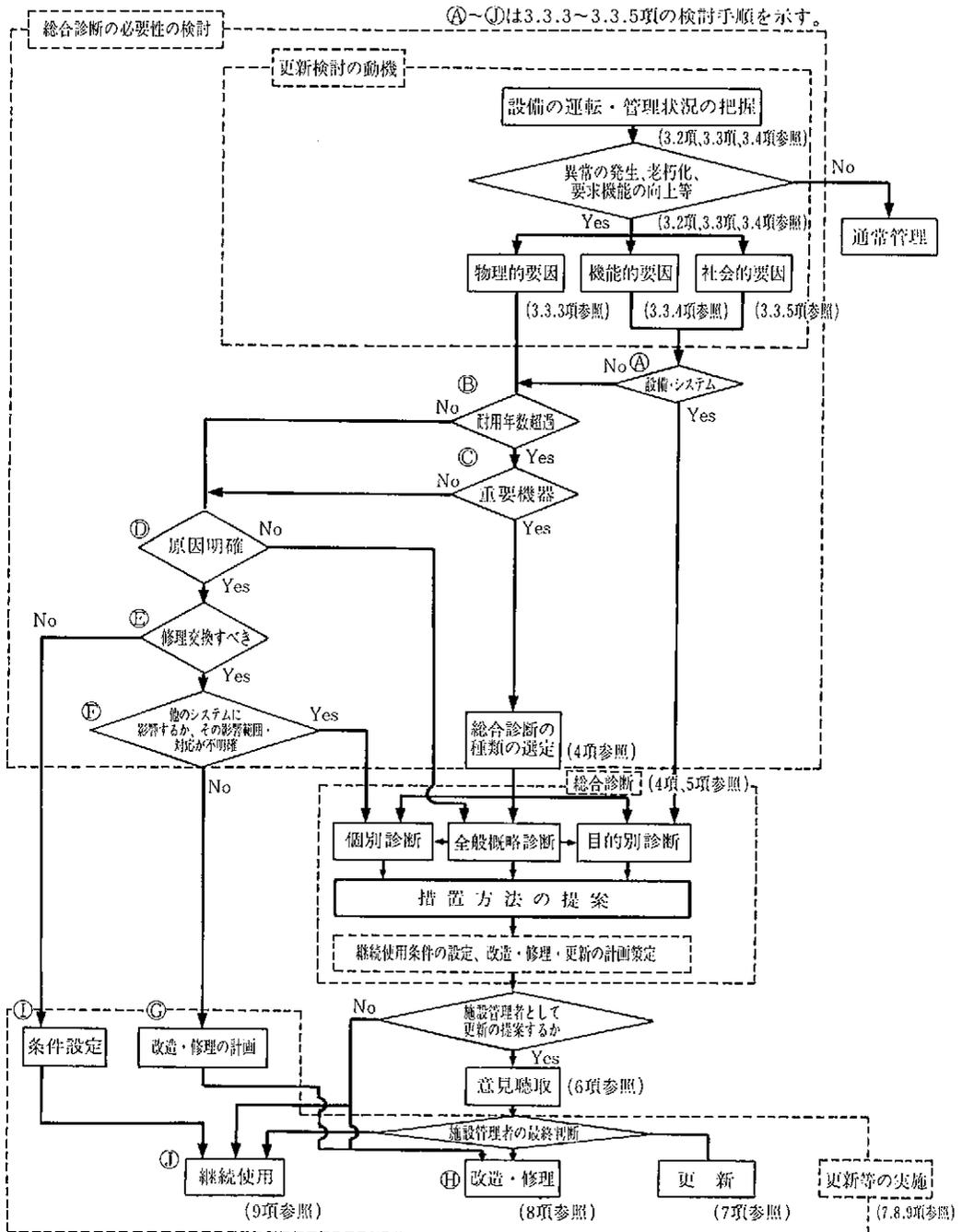


図 3.1 総合診断の必要性の検討フロー

## 3.2 設備の運転・管理状況の把握

### 3.2.1 設備の運転・管理状況の把握の必要性

河川ポンプ設備を構成するポンプ場および付属施設（「**図 1.1** 河川ポンプ設備の構成」参照）は、経過年数とともに機能・性能の劣化や陳腐化が進行する。

#### (1) 物理的要因に関する運転・管理状況の把握の必要性

ポンプ設備を構成する機器類は、一般土木構造物と異なり、可動部分または熱発生部分を有しているため、経年劣化の進行が早い。

劣化を促進するストレス要因には多くのものがあるが、その主なるものは次のとおりである。

- ① 機械ストレス劣化要因……疲労破壊の原因である機械的応力、振動などが中心で、これらは外的な機械力以外に、熱膨張係数の相違による熱ひずみ力などから誘発される。
- ② 熱ストレス劣化要因……化学反応を促進する温度上昇は、素材の劣化の速度を増大し、寿命を短縮する最も一般的な劣化要因である。
- ③ 電気ストレス劣化要因……機器素材が電界を帯びることに起因するもので、電気絶縁の低下など熱、機械、化学的な劣化など各種の劣化の原因となる。
- ④ 環境ストレス劣化要因……自然環境下で強い紫外線の照射により劣化が促進されたり、反応性物質、吸湿による加水分解などがある。  
腐食環境下では、鋼板の酸化（さび）や電食などがある。

- ⑥ 複合ストレス劣化要因……一般に、上記の各要因が単独で作用する劣化であるのに対して、これらが複合して作用する場合が多い。

これらの要因の進行により、ポンプ設備の正常な運転に悪影響を与えないよう、不具合の兆候を把握することが重要である。

例えば、

- ① 軸心の狂いなどによる回転体の振動や騒音および軸受部の温度上昇
- ② 潤滑油類の劣化に伴う摺動部の焼付き
- ③ 摩擦部品類の消耗
- ④ 熱による配線部の絶縁劣化（低下）
- ⑤ 電氣的な接点などの焼付き
- ⑥ 機械部材の発錆

などがあり、そのため、機能・性能の維持に特別な配慮が必要である。

また、物理的要因には、自然的な経年劣化のほかに、異物の噛み込みなどの外的要因によるものがある。

これらの物理的要因による現象は、運転状態が回転体を支えている箇所（軸受箱など）に振動・騒音または温度などが

- ① 通常の値と変わる。
- ② 傾向が急に変化する。
- ③ 許容値を超える。

などの形で現われる。

## (2) 機能的要因に関する運転・管理状況の把握の必要性

河川ポンプ設備を構成する機器・システムは、操作性の向上、信頼性の向上、省力化を目指して新技術導入が図られている。設備として相対的な機能低下により、設備の運用に支障をきたしていないかを把握する必要がある。

例えば、冷却水システム設備が複雑なため、主ポンプの数が始動・運転中に、冷却水の配分が均等にならず変化し、断水現象などを起こして運転に支障をきたしているが、近年は、管内クーラや、ガスタービンなどの採用によって冷却水システムの簡素化が容易にな

ってきていることなどがある。

### (3) 社会的要因に関する運転・管理状況の把握の必要性

都市化などの進展によって、設備の設定条件が設置当初から大幅に変化したことで、当該設備の正常な運用に支障をきたす場合があるので、このようなことが生じていないかを把握する必要がある。

例えば、流域の開発などによって出水が早くなり当初の設定された運転モードでは、排水にタイムリーな対応が困難になっているなどがある。

### 3.2.2 物理的要因に関する運転・管理状況の把握

設備・機器の不具合の兆候を把握する方法として、

- ① 設備の運転状態（振動・騒音、温度など）を目視、指触、聴覚などの人間の五感によって把握することにより異常の兆候を知る方法
- ② 設備の運転状況を定期的に定量的な計測によって知ることにより、故障の予知や整備時期などの目安を知る方法

がある。これらは、設備の性能や機場の基礎データはもとより改造・修理等記録、保守管理記録などの把握・分析に基づいて判断するものである。

設備の点検・整備は『点検・整備指針（案）』に従って実施される（表 3.1 参照）。

なお、重要機器に関しては、振動・騒音、温度、圧力、心出しなどの状態について傾向管理をすることが必要である。

表 3.2 は、物理的要因に関する運転・管理状況の把握をまとめたものである。

#### (1) 通常運転または運転時点検による状況把握

通常運転または運転時点検による状況は、運転操作員によって、主ポンプ、主原動機、動力伝達装置、操作制御装置など設備構成機器について、次に示すような異常の兆候が把握できる。

- ・作動不良の発生
- ・異常振動の発生
- ・異常音の発生
- ・圧力計、温度計、水位計、回転計などの異常値指示

・電圧計、電流計などの異常値指示

表 3.1 排水機場設備の運転・管理状況の把握方法

	状況把握方法	点検・整備		点検周期	記録要否	実施担当者		備考	
						運転操作員	点検・整備管理技術者		
設備の運転・管理状況の把握	通常運転による状況把握	通常の排水運転		随時	要	○ (運転操作)		運転状況の確認	
	点検による状況把握	定期点検	出水期	1回/月	要	△	○	(1) 設備の老朽化などによる損傷の発見および劣化防止のために実施 (2) 原則として管理運転を実施	
			非出水期	1回/ 2～3ヶ月	要	△	○		
			年点検 (出水期の1ヶ月 までに行う点検)	1回/年	要	△	○		
		運転時点検			随時	要	○ (運転操作)	(1) 運転時における異常兆候を発見 (2) 指示計、目視、触診、聴診、臭い	
		臨時点検			随時	要	△	○	地震、落雷、火災、暴風雨などが発生した場合
	整備による状況把握	定期整備	5年整備	5年	要	△	○	設備の経年変化や運転時間の累積による劣化、損傷を防止するために実施	
10年整備			10年	要	△	○			
保全整備				随時	要	△	○	点検の結果発見された不具合箇所の修復	

(注) ① 「点検・整備管理技術者」とは、点検・整備の作業を総括する者で、施設管理者が認める者。

② ○印は実施担当項目を示す。

△印は原則として点検・整備作業に立ち会うものを示す。

以下に、主要機器の不具合の兆候の例を示す。

① 主ポンプ

(a) 振動が平常の運転時に比べて大きい。

横軸ポンプの場合は外軸受部、立軸ポンプの場合は外軸受部または軸封部が異常に振動していないかを、手でさわって確認する。異常が感じられた場合には、振動計にて定量的に振動値を把握し、図 3.2 に示すポンプの振動判定基準と照合して不具合の兆候を把握する。

振動や騒音の発生原因には次のようなものがある。

① 摺動部の回転体の接触

表 3.2 物理的要因に因

主要機器	(1) 通常運転または運転時点検による状況把握
① 主ポンプ	(a) 平常の運転時に比べて振動が大きい。 (b) 平常の運転時に比べて騒音が大きい。 (c) 平常の運転時に比べて軸受部の温度が高い。
② 主配管	(a) フランジ継手などに漏水がある。 (b) 可撓伸縮継手に変形が見られる。
③ 逆流防止弁	(a) 弁体の開閉動作が悪い。
④ 吐出弁	(a) 弁開閉の操作が困難である。 (b) 弁体駆動機構の動作が円滑でない。 (c) 異音がある。
⑤ 主原動機	(a) 機関本体または配管から油や水の漏洩がある。 (b) 始動が不能または困難である。 (c) 回転数が上がらない。 (d) 回転が円滑でない。 (e) 排気色が悪い。 (f) 平常の運転時に比べて振動・騒音が大きい。 (g) 経年とともに、油脂類の消費量が多くなった。
⑥ 動力伝達装置	(a) 平常の運転時に比べて振動・騒音が大きい。 (b) 平常の運転時に比べて軸受部の温度が高い。 (c) 平常の運転時に比べて潤滑油圧力が低い。
⑦ 発電機 (ディーゼル機関は⑤項の) 主原動機に準ずる。	(a) 平常の運転時に比べて振動・騒音が大きい。 (b) 平常の運転時に比べて軸受部の温度が高い。 (c) 平常の運転時に比べて異臭がある。 (d) ブラシ部に火花が発生している。
⑧ 受変電設備	(a) 平常の運転時に比べて音響が大きい。 (b) 平常の運転時に比べて異臭・変色がある。
⑨ 直流電源設備	(a) 充電しない。
⑩ 監視・操作制御設備	(a) 故障でないのに表示が出る。
⑪ 除塵設備	(a) 平常の運転時に比べて動作が円滑でない。 (b) 平常の運転時に比べて振動が大きい。 (c) 平常の運転時に比べて騒音が大きい。 (d) 平常の運転時に比べて軸受部の温度が高い。

## する運転管理状況の把握

(2) 点検による状況把握	(3) 整備による状況把握
(a) 主軸に腐食、壊食、摩耗などが見られる。 (b) その他は同左	(a) 主要部に腐食、壊食、摩耗などが見られる。
(a) 同 左	(a) 腐食、壊食、摩耗などが見られる。 (b) その他は同左
(a) 腐食、壊食、摩耗などが見られる。 (b) その他は同左	(a) 同 左
(a) 水密性が悪く漏水がある。 (b) 弁胴・弁体に腐食、摩耗などが見られる。 (c) その他は同左	(a) 同 左
(a) 付属機器に機能・性能低下が見られる。 (b) その他は同左	(a) シリンダライナ、水ジャケット部に腐食が見られる。 (b) その他は同左
(a) 同 左	(a) 軸受、歯車などに摩耗が見られる。 (b) その他は同左
(a) 同 左	(a) 同 左
(a) 接触不良がある。 (b) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低い。 (c) 腐食の発生が見られる。	(a) 同 左
(a) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低い。 (b) 蓄電池の比重が低下している。	(a) 同 左
(a) 接触不良がある。 (b) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低い。 (c) 腐食の発生が見られる。	(a) 同 左
(a) 伝導チェーンに摩耗や伸びが見られる。 (b) 巻上ワイヤに摩耗、損傷が見られる。 (c) スクリューテークアップに腐食が見られる。 (d) レーキおよびローラに摩耗が見られる。 (e) ベルトに伸び、摩耗、損傷が見られる。	(a) 同 左

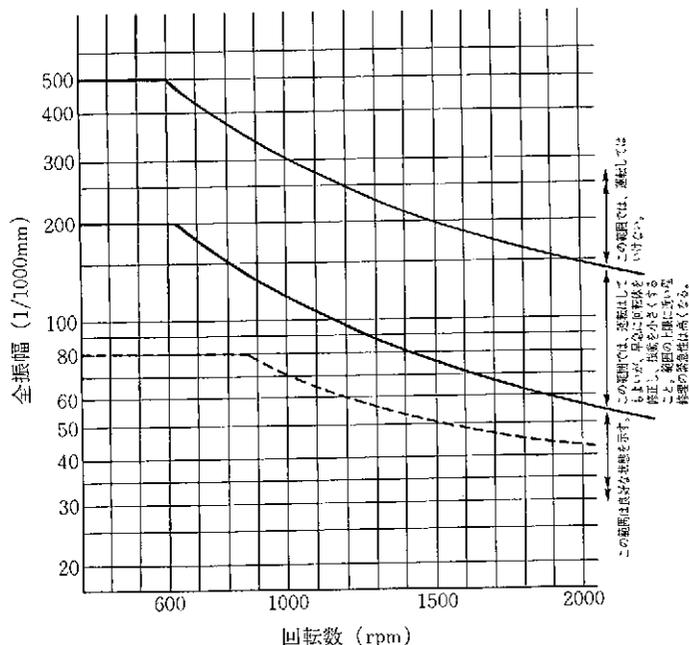
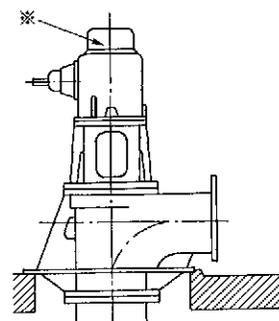


図3.2 ポンプの振動判定基準

立軸ポンプの振動測定場所  
(※印)

- ⑥ 羽根車の羽根の損傷によるアンバランス
  - ⑦ 主軸の曲がりや振れ大
  - ⑧ 不等沈下などによる軸心不一致
  - ⑨ 軸継手の摩耗や締付け部の緩み
  - ⑩ キャビテーション
- (b) 騒音が平常の運転時に比べて大きい。  
異常騒音の発生原因には次のようなものがある。

① キャビテーションの発生

キャビテーションは、ポンプの羽根車を損耗させる有害な現象である。

吸水位の異常低下や過大排水量時などに発生、激しい振動・騒音（バリバリという大きな音）を生じ、固体壁面（キャビテーション発生箇所近くの羽根車やケーシング）を侵食する。

吐出弁の開度を変えて音が変わるようであれば、ほとんどキャビテーションの音である。

キャビテーションが発生すると、真空計または連成計の針が異常に揺れる。

② 渦発生（空気吸込み渦または水中渦）

渦は、ポンプを異常に振動させ、運転が継続できなくなったり、異常音が発生

させる。ポンプにとって有害な現象である。

吸水位の異常低下や低水位時の過大排水量時に発生する。

空気吸込み渦の場合、外部から見た圧力の変動や振動・騒音の状態は、キャビテーションによる場合に類似している。

㉓ 空気の吸込み

空気の吸込みは、性能低下や落水（特に横軸ポンプの場合）などの不具合を起こす。

軸封部の不具合によって空気を吸い込むことがある。

バリバリという音であるが、キャビテーションの場合に比べ鈍い音である。

㉔ 軸継手部の摩耗、ゴムの劣化などに伴う異音

金属タッチの乾いた音（カタカタと叩く音など）で、通常回転周波数の高次の成分が発生する。

㉕ 軸受部の軸受摩耗などに伴う異音

経時的に振動が漸増する。

振動数は軸の回転サイクルと一致する。

(c) 軸受温度が平常の運転に比べて高い。

温度が異常に上昇する兆候が認められた場合は、異常現象が相当進んでいることを示すことが多い。

発生の原因には、次のようなものがある。

- ㉖ 回転体の振動
- ㉗ 潤滑油の劣化
- ㉘ 潤滑油の不足
- ㉙ 冷却効果の低下（冷却水量不足、冷却水温上昇など）
- ㉚ 過負荷（軸受の負荷能力の超過）

これらによる軸受温度が許容値を超えると、軸受部の寿命の低下や焼損につながり運転不能となる。

② 主 配 管

- (a) フランジ継手部などに漏水がある。
- (b) 可撓伸縮継手に変形が見られる。

③ 逆流防止弁

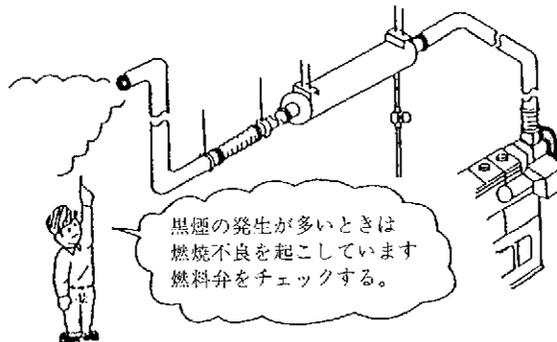
- (a) 弁体の開閉動作が悪い。

④ 吐 出 弁

- (a) 弁開閉の操作が困難。
- (b) 弁体駆動機構の動作が円滑でない。
- (c) 異音がする。

#### ⑤ 原動機（ディーゼル機関）

- (a) 機関本体（油・水配管など）から油や水の漏洩がある。
- (b) 始動が不能（始動弁、分配弁の固着、吸・排気弁の気密性が悪いなど）または困難である。
- (c) 回転数が上がらない（出力低下）。
- (d) 回転が円滑でない（㉑回転が不規則となる、㉒規定の回転数以上となる）。
- (e) 排気色が悪い（普段よりも黒色または濃灰色であるなど）。
- (f) 平常の運転時に比べ振動・騒音が大きい。
- (g) 経過年数とともに燃料・油脂の消費量が多くなっている。



#### ⑥ 動力伝達装置（減速機、流体継手、油圧クラッチなど）

- (a) 平常の運転時に比べ振動・騒音が大きい。
  - ㉑ 振 動
 

減速機が異常に振動していないことを手でさわって確認する。

精密には振動計によって減速機軸受部の振動を測定する。

仕様点付近での運転中の限界値については、「**図 3.2** ポンプの振動判定基準」に示す限界線を参照するのが良い。
  - ㉒ 異常音
 

減速機に異常音がないか耳（サウンドスコープなど）で聞く。

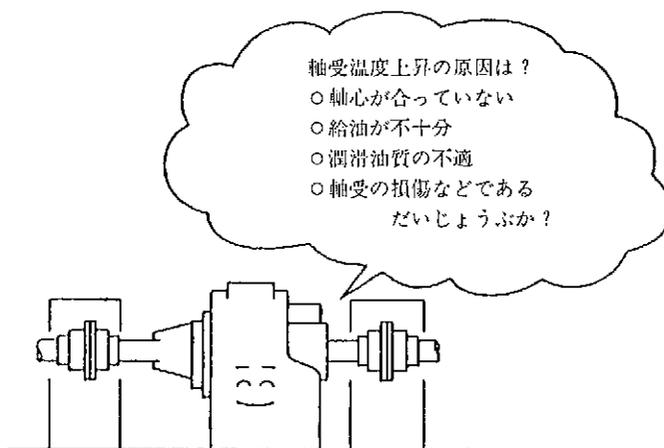
振動や異常音の原因は、カップリングの異常、軸心の狂い、軸受の異常および歯面の

悪化などのほか、原動機・ポンプ側の異常振動の影響などがある。

これらの現象は歯面や軸受の損耗を速めるので注意を要する。

(b) 平常の運転時に比べ軸受部の温度が高い。

室温プラス 40℃以下であることを温度計または手でさわって確認する。



(c) 平常の運転時に比べ軸受潤滑油ポンプの吐出し圧力が低い。

給油圧力が規定範囲内であること、圧力計の指示が安定していることを確認する。

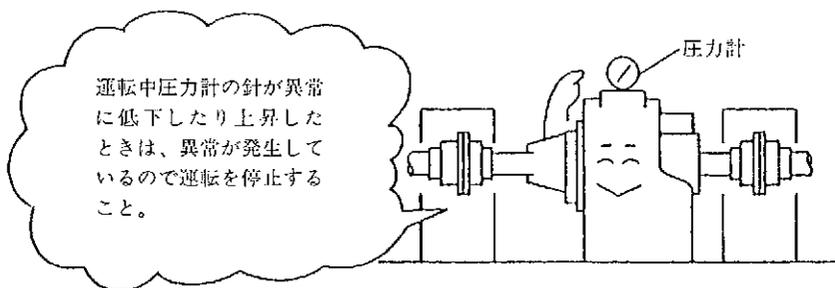


表 3.3 減速機給油圧力と潤滑油温度

区 分		給油圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )		潤滑油最高温度 (°C)
		運転中	最高値	
遊 星 歯 車	横形遊星歯車減速機 (ケーシング(鋼板製) シングルヘリカル またはスパー)	1.0 以上	3.0	75
	横形遊星歯車減速機 [低出力]	0.3 //	3.0	//
	立形遊星歯車減速機	1.0 //	3.0	//
直 交 軸	傘 1 段歯車減速機	1.0 //	3.0	//
	傘 2 段歯車減速機	1.0 //	3.0	//
平行軸	平行軸歯車 1 段	1.0 //	3.0	//
油圧クラッチ	1 000 PS 以上	19 //	30	//
	1 000 PS 未満	10 //	20	//

- (注) ① 給油圧力の最高値は油温が 40°C の場合を示し、冬期時の給油圧は 5~6 kgf/cm<sup>2</sup> 程度になる場合がある。  
 ② 減速機の排油側の潤滑油の最高温度は、給油温度プラス 40°C 以下でかつ 75°C を超えてはいけない。  
 ③ 本表は参考値である。正規の値はメーカーの取扱説明書を確認すること。

### ⑦ 発 電 機

(発電機用ディーゼル機関は⑤項と同一)

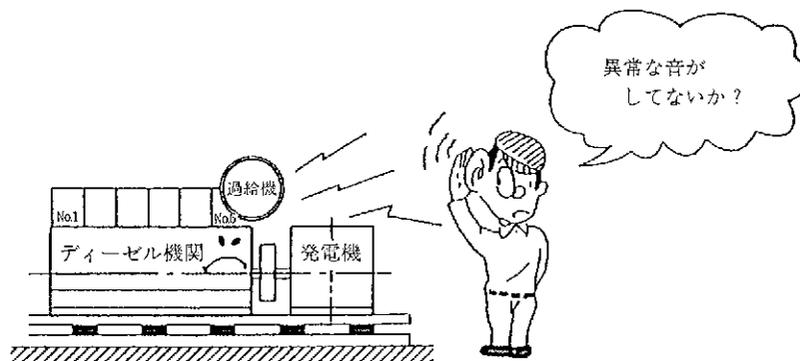
(a) 平常の運転時に比べ振動・騒音が大きい。

① 振動 (軸受部)

異常振動がないかを手でさわって確認する。

② 異常音

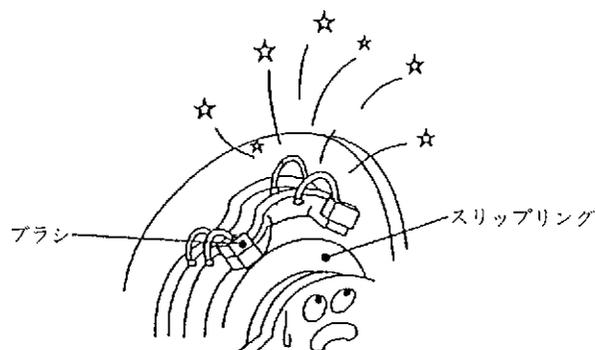
異常音がないかを耳で聞いて確認する。



(b) 平常の運転時に比べ軸受部の温度が高い。

(c) 平常の運転時に比べ異臭がある。

(d) ブラシ部に火花が発生している（ブラシレスの場合は除く）。  
火花が発生していないかを目で見て確認する。



#### ⑧ 受変電設備

- (a) 平常の運転時に比べ振動・騒音が大きい。
- (b) 平常の運転時に比べ異臭、変色がある。

#### ⑨ 直流電源設備

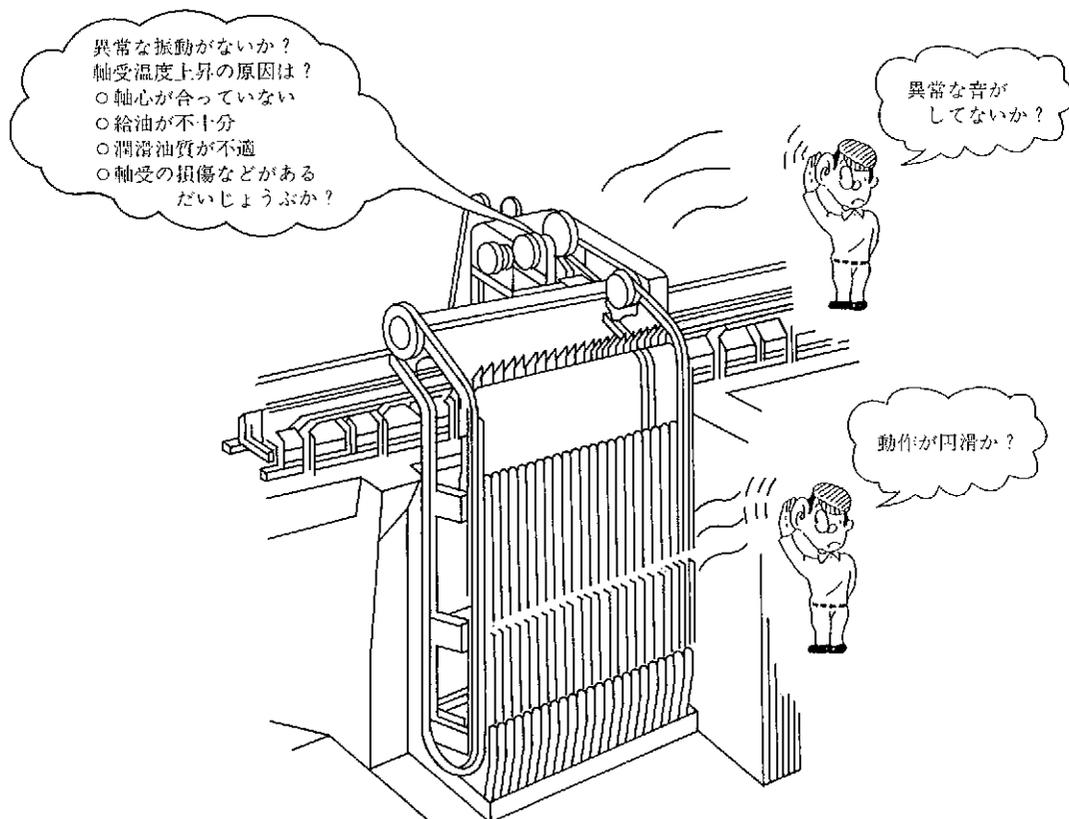
- (a) 充電しない。

#### ⑩ 操作盤類・センサー類

- (a) 故障ではないのに、故障表示が出る。

#### ⑪ 除塵設備

- (a) 平常の運転時に比べ動作が円滑でない。または動作しない。  
レーキの上昇、下降などの動作が円滑で異常音がないことを確認する。
- (b) 平常の運転時に比べ振動が大きい。  
異常な振動がないか手でさわって確認する。
- (c) 平常の運転時に比べ音が高い。  
異常な音がしないかを耳で聞いて確認する。
- (d) 平常の運転時に比べ電動機、減速機と本体軸受の温度が高い。  
軸受温度は長く触れられる程度（周囲温度+40°C以内）であることを温度計または手でさわって確認する。



## (2) 点検による状況把握

定期点検（月点検、年点検）は、点検・整備管理技術者（「表 3.1 排水機場設備の運転・管理状況の把握方法」参照）によって、主ポンプ、主原動機、動力伝達装置、操作制御装置など設備構成機器について、次に示すような老朽化現象の兆候が把握される。

- ・ 軸心ずれの発生（振動・騒音を誘発し、機能の低下または停止の原因となる）
- ・ 亀裂、摩耗、腐食の発生（軸受部の摩耗は振動の原因となる）
- ・ さびの発生
- ・ 水漏れ、油漏れの発生（温度上昇焼付き、火災などの原因となる）
- ・ 作動油、潤滑油の劣化（軸受部の焼付きの原因となる）
- ・ 絶縁抵抗、接地抵抗の低下
- ・ 蓄電池の比重低下、変色
- ・ 主要機器の基礎コンクリートのひび割れ

以下に、主要機器についてその兆候を示す。

① 主ポンプ

(a) 主軸に腐食、壊食、摩耗などが見られる（年点検）。

その他(1)項①と同一。

② 主配管

(1)項②と同一。

③ 逆流防止弁

(a) 腐食、壊食、摩耗などが見られる（年点検）。

その他(1)項③と同一。

④ 吐出弁

(a) 水密性がなくなり漏水がある（年点検）。

(b) 弁胴、弁体に腐食、壊食、摩耗などが見られる（年点検）。

その他(1)項④と同一。

⑤ 原動機（ディーゼル機関）

(a) 付属機器の機能・性能低下が見られる（油圧低下、潤滑油消費率の異常、温度上昇など）。

その他(1)項⑤と同一。

⑥ 動力伝達装置（減速機、流体継手、油圧クラッチなど）

(1)項⑥と同一。

⑦ 発電機

(1)項⑦と同一。

⑧ 受変電設備

(a) 接触不良がある（年点検）。

(b) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低下している（年点検）。

(c) 腐食の発生が見られる。

⑨ 直流電源設備

(a) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低下している（年点検）。

(b) 蓄電池の比重が低下している（月点検、年点検）。

⑩ 操作盤類・センサー類

(a) 接触不良がある（誤動作の原因となる）。

(b) 絶縁抵抗値が過去の測定値に比べて低下している（年点検）。

(c) 腐食の発生が見られる。

表 3.4 重要機器に関する点検情報を基にしたチェックリスト

設備機器	管理項目	管理値	測定年と測定値				
			年・月	年・月	年・月	年・月	年・月
主ポンプ	外部軸受ケース振動	振動の全振幅/1 000 mm 以下 * 1					
	軸心出し	心振れ	* 2				
		面振れ	* 2				
ディーゼル機関 (主ポンプ用、発電機用)	外部軸受ケース表面温度	周囲温度+40°C					
	機関の振動 (共通台床部)	全振幅/1 000 mm 以下	* 4				
	機関回転数	定格 rpm	* 5				
	外部軸受ケース	2~2.2 kgf/cm <sup>2</sup>					
	外部軸受ケース振動	全振幅/1 000 mm 以下	* 1				
減速機 流体継手	外部軸受ケース表面温度	周囲温度+40°C					
	潤滑油圧力	1~3 kgf/cm <sup>2</sup>	* 5				
中央監視盤 補助継電器盤 中央操作盤 機側操作盤 補機盤	絶縁抵抗値		* 3				
	接地抵抗値		* 3				
高圧受電盤 電動機盤 コントロールセンター	絶縁抵抗値		* 3				
	接地抵抗値		* 3				

自動除塵機	減速機、電動機フレーム振動	全振幅/1 000 mm 以下	* 4				
	減速機、電動機フレーム温度	周囲温度+40℃以下					
	絶縁抵抗値		* 3				
発電機盤 発電機制御盤	接地抵抗値		* 3				
	外部軸受ケース表面温度	周囲温度+40℃以下					
発電機	外部軸受ケース振動	全振幅/1 000 mm 以下	* 4				
	絶縁抵抗値		* 3				
	接地抵抗値		* 3				
	絶縁抵抗値		* 3				
	接地抵抗値		* 3				
直流電源装置	蓄電池比重		* 3				
	蓄電池液温		* 3				
	蓄電池端子電圧		* 3				

- (注) \* 1 機器の(高運転)回転数により管理値が異なる。管理値はメーカーの取扱説明書により決定する。  
 \* 2 ポンプの大きさ、形式、据付け状態などにより異なるので、管理値はメーカーの取扱説明書により決定する。  
 \* 3 管理値はメーカーの取扱説明書により決定する。  
 \* 4 機器の(高運転)回転数により管理値が異なる。管理値はメーカーの取扱説明書により決定する。  
 \* 5 使用している機関、機器の仕様により異なる。管理値はメーカーの取扱説明書により決定する。

### ① 除塵設備

- (a) 伝導チェーンに摩耗や伸びが見られる（年点検）。
  - (b) 巻上ワイヤに摩耗、損傷が見られる（年点検）。
  - (c) スクリューテークアップに腐食が見られる（年点検）。
  - (d) レーキおよびローラに摩耗が見られる（年点検）。
  - (e) ベルトに伸び、摩耗、損傷が見られる（年点検）。
- その他(1)項①と同一。

なお、重要機器に関しては、振動・温度・圧力・心出しなどを傾向管理するため、機器ごとに通常運転時、運転時点検時、定期点検時の記録をチェックリストにまとめる。そのチェックリストのフォーマットを表 3.4 に示す。

### (3) 整備による状況把握

定期整備（5年整備、10年整備）および保全整備は、点検・整備管理技術者（「表 3.1 排水機場設備の運転・管理状況の把握方法」参照）によって、主ポンプ、主原動機、動力伝達装置、操作制御装置など整備構成機器について、(2)項と同様の老朽化現象が把握できる。

以下に、主要機器についてその兆候を示す。

### ① 主ポンプ

- (a) 主要部（ケーシング、羽根車、主軸など）に腐食、壊食、摩耗などが見られる。羽根車および主軸の腐食状況例を図 3.3、3.4 に示す。

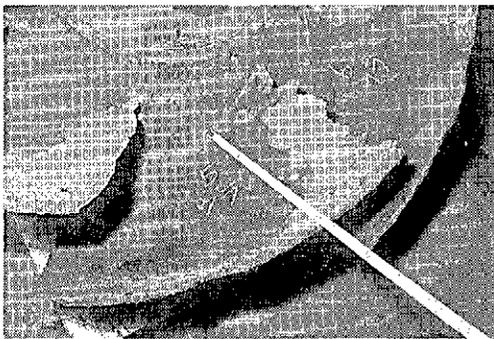


図 3.3 羽根車の腐食状況例



図 3.4 主軸の腐食状況例

その他(1)、(2)項と同一。

### ② 主配管

- (a) 腐食、壊食、摩耗などが見られる。

その他(1)、(2)項と同一。

### ③ 逆流防止弁

(a) 腐食、壊食、摩耗などが見られる。

その他(1)、(2)項と同一。

弁体の動作不良および腐食状況例を図 3.5、3.6 に示す。

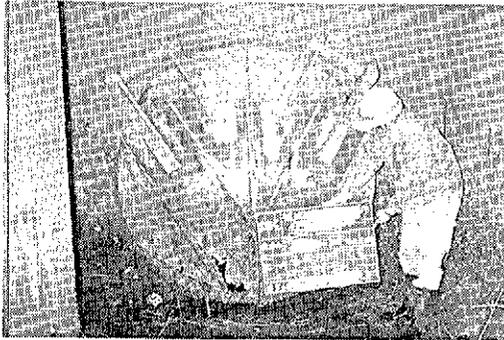


図 3.5 弁体腐食状況例

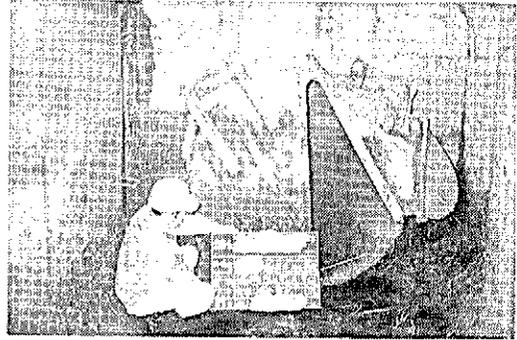


図 3.6 弁体の動作不良状況例

### ④ 吐出弁

(a) 水密性がなくなり漏水がある。

(b) 弁胴、弁体に腐食、壊食、摩耗などが見られる。

その他(1)、(2)項と同一。

### ⑤ 原動機 (ディーゼル機関)

(a) シリンダライナ、水ジャケット部に腐食が見られる。

その他(1)、(2)項と同一。

シリンダライナ、水ジャケット部の腐食状況を図 3.7 に示す。

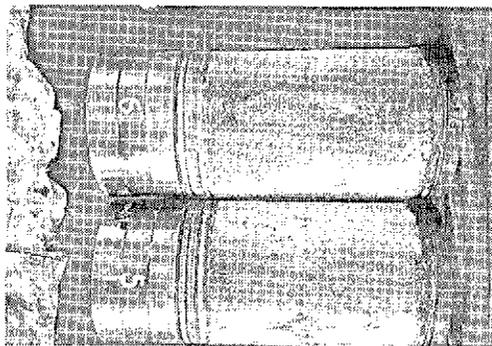


図 3.7 シリンダライナ、水ジャケット部の腐食状況例

⑥ 動力伝達装置（減速機、流体継手、油圧クラッチなど）

(a) 軸受、歯車などに摩耗が見られる。

その他は(1)項⑥と同一。

⑦ 発電機

(1)、(2)項⑦と同一。

⑧ 受変電設備

(1)、(2)項⑧と同一。

⑨ 直流電源設備

(1)、(2)項⑨と同一。

⑩ 操作盤類・センサー類

(1)、(2)項⑩と同一。

⑪ 除塵設備

(1)、(2)項⑪と同一。

### 3.2.3 機能的要因に関する運転・管理状況の把握

河川ポンプ設備は、操作性の簡素化、信頼性の向上および省力化の観点から新しい技術導入などによって改善が行われているが、当該設備の相対的な機能低下による運転への影響を把握することは重要である。

排水ポンプ設備は、経年劣化が進むと同時に、技術の進歩に伴う陳腐化が進む。

また、運転操作員の高齢化と人員の確保難の時代にあって、省力化を図るために機能の向上が必要である。

主要機器の代表的な機能低下要因の一例を以下に示す。

① 主ポンプ

(a) 補機が多く、それに起因するトラブルが多い。

(b) 系統機器の予備機がない。

(c) 管理運転ができない。

② 吐出管

(a) 地盤沈下により可撓管の許容沈下量に余裕がなくなっている。

(b) 不等沈下を吸収するところがない。

③ 吐出弁

(a) 手動のため開閉操作に労力と時間がかかる。

(b) 流量調整時キャビテーションが発生する。

**④ 原動機（ディーゼル機関）**

- (a) 補機が多く、それに起因するトラブルが多い。
- (b) 機側手動形であるので、連動運転操作ができない。
- (c) 保護装置がないので危険性が高い。
- (d) 始動空気槽の予備がない。

**⑤ 発電機設備**

- (a) 自家発電設備がない。
- (b) 自家発電設備に予備機がない。
- (c) 発電機盤が機側でない。

**⑥ 動力伝達装置（減速機、流体継手、油圧クラッチなど）**

- (a) 補機が多く、それに起因するトラブルが多い。

**⑦ 受変電設備**

- (a) 受変電設備が開放形であり、維持管理上危険である。

**⑧ 直流電源設備**

- (a) 充電設備が自動になっていない。

**⑨ 操作盤類・センサー類**

- (a) 操作が機側単独操作で、連動運転操作ができない。
- (b) 操作盤が壁掛けで、保護装置がなく連動運転操作ができない。

**⑩ 除塵設備**

- (a) スクリーンが手掻きであり、労力の確保や安全管理上の問題がある。
- (b) 除塵機が移動式であるので、熟練操作員が必要である。

**⑪ 配線・配管**

- (a) 耐震性に問題がある。
- (b) 制御線が多く、スペースをとる。

表 3.5 運転・管理

ポンプ設備		状況および問題点		
システム	機 器	① 機場管理台帳	② 点検整備記録	③ 運転故障記録
監視・操作制御装置	<input type="checkbox"/> 中央監視盤 <input type="checkbox"/> 中央操作盤 <input type="checkbox"/> 機測操作盤 <input type="checkbox"/> 補助継電器盤 <input type="checkbox"/> コントロールセンター <input type="checkbox"/> 補機盤 <input type="checkbox"/> 運転支援装置 <input type="checkbox"/> センサ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・リレー類の交換</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フロースイッチの誤動作</li> <li>・水位計の腐食による誤動作</li> </ul>
	主ポンプ設備	<input type="checkbox"/> 主ポンプ <input type="checkbox"/> 主配管 <input type="checkbox"/> 吐出弁 <input type="checkbox"/> 逆流防止弁 <input type="checkbox"/> 潤滑水装置 <input type="checkbox"/> 軸封水装置 <input type="checkbox"/> 満水装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管理運転用バイパス配管の追加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グランドパッキンの交換</li> <li>・外面塗装補修</li> </ul>
主ポンプ駆動設備	原 動 機 <input type="checkbox"/> 原 動 機 <input type="checkbox"/> 冷 却 装 置 <input type="checkbox"/> 消 音 管		<ul style="list-style-type: none"> <li>・オイル交換</li> <li>・機付き冷却水ポンプ交換</li> </ul>	
	動力伝達装置 <input type="checkbox"/> 軸 継 手 <input type="checkbox"/> ク ラ ッ チ <input type="checkbox"/> 減 速 機		<ul style="list-style-type: none"> <li>・オイル交換</li> <li>・機付き潤滑油ポンプ交換</li> </ul>	
除 塵 設 備				
	スクリーン			
	<input type="checkbox"/> 除 塵 機 <input type="checkbox"/> 貯 留 設 備			
系 統 機 器 設 備	燃 料 系 統 <input type="checkbox"/> 燃 料 貯 油 槽 <input type="checkbox"/> 燃 料 小 出 槽 <input type="checkbox"/> 燃 料 移 送 ポンプ <input type="checkbox"/> 配 管 ・ 弁		<ul style="list-style-type: none"> <li>・可撓管の交換</li> </ul>	
	冷 却 水 系 統 <input type="checkbox"/> 冷 却 装 置 <input type="checkbox"/> 冷 却 水 槽 <input type="checkbox"/> 冷 却 水 ポンプ <input type="checkbox"/> ス ト レーナ <input type="checkbox"/> 配 管 ・ 弁 <input type="checkbox"/> 取 水 装 置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原水取水ポンプ交換</li> <li>・清水給水ポンプ交換</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・給水電動弁交換</li> <li>・小配管一部交換</li> <li>・ストレーナ清掃</li> <li>・逆止弁交換</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・逆止弁の動作不良</li> <li>・電動弁の動作不良</li> <li>・原水取水ポンプの油漏れ多発</li> <li>・清水給水ポンプ絶縁低下</li> </ul>
	始 動 空 気 系 統 <input type="checkbox"/> 空 気 圧 縮 機 <input type="checkbox"/> 始 動 空 気 槽 <input type="checkbox"/> 配 管 ・ 弁		<ul style="list-style-type: none"> <li>・除湿機取付け</li> </ul>	
	満 水 系 統 <input type="checkbox"/> 真 空 ポンプ <input type="checkbox"/> 配 管 ・ 弁			
電 源 設 備	自 家 発 電 設 備 <input type="checkbox"/> 発 電 機 盤 <input type="checkbox"/> 原 動 機 <input type="checkbox"/> 発 電 機			
	受 変 電 設 備 <input type="checkbox"/> 受 電 盤 <input type="checkbox"/> 変 圧 器			
	直 流 電 源 設 備 <input type="checkbox"/> 直 流 電 源 盤 <input type="checkbox"/> 蓄 電 池			
付 属 設 備				
	<input type="checkbox"/> 角 落 し 設 備 <input type="checkbox"/> 天 井 クレーン <input type="checkbox"/> 換 気 設 備 <input type="checkbox"/> 照 明 設 備 <input type="checkbox"/> 消 火 設 備 <input type="checkbox"/> 室 内 排 水 設 備			

(注)  は重要機器を示す。

状況の把握（記入例）

の抽出		所 見	状況および 問題点の抽出	所 見	
④ 運転操作体制	⑤ 維持管理体制				
<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ運転台数ごとに冷却水量の調整が必要であり、連動運転の失敗も発生している。</li> <li>運転操作に5名もの人員を要している。</li> </ul>			<p>⑥ 雨量・水位記録</p>		
				<p>⑦ 流域環境変化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>上流側の宅地開発に伴って流達時間が速くなった。</li> <li>遊水池が小さく、吸水槽の水位上昇が速くなった。</li> <li>主ポンプのON-OFF頻度が激しくなった。</li> <li>上流側の開発に伴って粗大ごみが増えた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>始動準備に時間がかかり、タイムリーな始動が難しい。</li> <li>除塵機の掻揚げ能力が不足している。</li> <li>ホッパーが設置されていないため、ごみの処理に時間がかかる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ運転台数ごとに冷却水量の調整が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オートストレーナの日詰まりが多く、滑摺に手間がかかる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却水系統機器における不具合が目立ち排水運転に支障が生じており、通常の点検・整備だけでは限界を感じている。</li> </ul>	<p>⑧ 周辺環境変化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エンジンの騒音が大きいの。</li> <li>排気ガスが多量。</li> <li>除塵機の騒音が大きいの。</li> </ul>		
			<p>⑨ 耐震性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エンジンの基礎とポンプの基礎が別である。</li> <li>屋外との取合の配線・配管に可撓性がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震が起きれば排水不能となるおそれがある。</li> </ul>	

### 3.2.4 社会的要因に関する運転・管理状況の把握

都市化の進展に伴う雨水流入形態の変化や、社会活動の変化により流出する塵埃の変化が生じているなどの場合に、当該設備が適切に対応できているかの現状把握をすることは重要である。

流域環境変化や、周辺環境変化などに対応した設備とすることが必要となる場合がある。

代表的な社会的要因の一例を以下に示す。

- (1) 洪水諸元の変化に、現況設備では対応しきれなくなっている。
- (2) 周辺の地盤が沈下し、従来より低い水位での運転が必要である。
- (3) 周辺の地盤が沈下し、従来より低い水位での運転が必要となり、始動時の満水時間が長くなっている。
- (4) 小流量流入対応が難しく、運転・停止頻度が多い。
- (5) 潤滑水の水源の汚染や所要水量を確保することが困難な状況になっている。
- (6) 従来より低い外水位での運転が必要であるので、逆流防止弁が水没しない。
- (7) 振動・騒音、排気に対する規制などが変化した。
- (8) 冷却水システムの配管・機器に腐食や閉塞などのトラブルが増加している。
- (9) 冷却水の水源の汚染や所要水量を確保することが困難の状況になっている。
- (10) ごみの量が増えている。

### 3.2.5 運転・管理状況のまとめ

設備の運転・管理状況について、各種資料・情報をまとめた一例を前頁の「表 3.5 運転・管理状況の指握（記入例）」に示す。この表から物理的要因に関するもの、機能的要因に関するもの、および社会的要因に関するものを抽出し、運転・管理状況を把握することができる。

## 3.3 検討手順

### 3.3.1 総合診断の必要性の検討の手順

- (1) 施設管理者は「3.2.1 設備の運転・管理状況の把握の必要性」に示す物理的要因、機能的要因および社会的要因に関する不具合事項の兆候が見られた場合、まず、「3.4 必要な資料・情報」の「表3.8 総合診断の必要性の検討の動機の例とそれに関する資料・情報」をもとに、「3.2.5 運転管理状況のまとめ」の「表3.5 運転・管理状況の把握(記入例)」を参考に運転状況の把握表などを作成し、問題点を抽出する。
- (2) 施設管理者は、設備・機器に

- ① 異常の発生
- ② 老朽化
- ③ 要求機能の向上（陳腐化）

などが生じている場合には、その要因が、物理的要因、機能的要因または社会的要因のいずれに該当するか検討し、その結果による動機から「図3.1 総合診断の必要性の検討フロー」によって総合診断の必要性の検討を行い、

- ① 「条件を付けて継続使用」とする。
- ② 「改造・修理」とする。
- ③ 「総合診断」とする。

を決める。

- (3) 設備の運用状況に問題がないと考えられる場合には、通常管理すなわち『点検・整備指針(案)』の定期点検・整備などによる予防保全によって設備の機能維持・信頼性確保を行う。

なお、一度総合診断の必要性の検討を行っても、その対象とした機器の範囲や、総合診断の結果により措置した内容によっては、設備の運転状況を継続監視し、状

況によっては繰り返し総合診断の必要性の検討を行い、機能維持と信頼性確保を図る必要がある。

### 3.3.2 更新検討要因

#### (1) 更新検討要因の概要

検討の要因は、物理的要因、機能的要因および社会的要因に分類される。各々の概要を表 3.6 に示す。

表 3.6 更新検討要因の概要

要 因	概 要
物理的要因	(1) 経年劣化や外的要因などにより各機器に機能低下が現われ故障発生頻度が増大し、目標とする信頼性が維持できなくなった場合など。 (2) 故障など物理的現象が現われなくても、耐用限界に近づき、潜在的に信頼性が低下されると想定される場合。具体的には「表 3.7 機器の耐用年数の目安」として表わされる。
機能的要因	近代的設備と比較し、相対的な機能低下および技術の陳腐化があり、設備の運用に支障をきたしている場合など。
社会的要因	排水機場への雨水の流入状況や施設周辺環境の変化などがあり、設備の運用に支障をきたしている場合など。

#### (2) 物理的要因による総合診断の必要性の検討の動機・時期

総合診断の必要性の検討に入る動機・時期として次のような場合が挙げられる。

- ① システム・機器の設置後の経過年数が「表 3.7 機器の耐用年数の目安」に達していなくても、設置後相当年数経過し経年劣化と思われる種々の不具合の兆候が現われる場合。
- ② システム・機器の設置後の経過年数が「表 3.7 機器の耐用年数の目安」に達した場合。(耐用年数の目安を超過している場合は、潜在的に信頼性が低下していることが考えられる。)

表 3.7 機器の耐用年数の目安

システム	機器	耐用年数の目安 <sup>(注)</sup>	備考
主ポンプ設備	主ポンプ	30	立軸ポンプ 横軸ポンプ
	主配管	40	
	逆流防止弁	25	
	吐出弁	25	
主ポンプ駆動設備	原動機	27	ディーゼル機関
	減速機	30	
燃料系統	燃料移送ポンプ	20	
	燃料貯油槽	30	
冷却水系統	冷却水ポンプ	18	立軸ポンプ
		18	横軸ポンプ
		10	水中ポンプ
始動空気系統	空気圧縮機	17	
満水系統	真空ポンプ	18	
監視・操作制御設備 電源設備	監視・操作盤類	18	
	補機盤、発電機盤類	16	
	自家発電機	18	
	直流電源盤	15	
除塵設備	除塵機	20	
付属設備	天井クレーン	40	

(注) ① 本表は「河川ポンプ設備 更新検討要綱・同解説」の参考資料2における「更新耐用年数」による。

この耐用年数は多数の建設省直轄排水機場の維持管理に関する実態調査データを基に、統計学的手法（ワイブル解析）により解析し、信頼性評価を加えて算出したものである。

② 「河川ポンプ設備 更新検討要綱・同解説」では、「経済的耐用年数」についても記述されているが、これはモデル機場を設定し、『点検・整備指針（案）』および信頼性維持の観点より維持管理費の試算を行い、保全コスト効率（ライフサイクルコスト L.C.C）より求めたものである。河川ポンプ設備としては「信頼性」を重視する必要があるため、本マニュアルでは上記の「機器の耐用年数」を基本としている。

③ 当該のシステムや機器の耐用年数は、それらの設置条件や維持管理によって左右され、相対的な要素が大きいため、「更新耐用年数」や「経済的耐用年数」に達していることをもって即更新と判定することにはならない。

したがって、本マニュアルでは「更新耐用年数」を「機器の耐用年数」の目安値として取り扱うものとする。

## (3) 機能的要因による総合診断の必要性の検討の動機・時期

新しく計画される設備については、その建設される時代における最新の技術を駆使し、信頼性が高く、運転操作・維持管理の行いやすいものとして設計・施工される。逆にいえば、設備は設置後の経過年数とともに陳腐化や相対的な機能低下および安全性の低下を生じ、運転操作や維持管理体制上から要求される新しい機能要求に耐えられなくなる機能的耐用限界が表面化することがある。

施設の改善策について総合診断の必要性の検討をすることが望まれる例として、次のような場合が挙げられる。

- ① ポンプ設備全体として運転操作系統が技術的に陳腐化している場合。
- ② 維持管理上、より簡素化・合理化された設備に更新したほうが有利と判断する場合。
- ③ 維持管理上、より取り扱いやすかつ操作上、安全性の高い設備に更新する必要が生じている場合。
- ④ 施設を広域的に管理する必要があり、それに見合う設備に更新したい場合。
- ⑤ その他設備が機能的に見て上記に類する問題が生じている場合。

## (4) 社会的要因による総合診断の必要性の検討の動機・時期

都市化の進展により、流出係数の増大や、保水能力の低下などが生じ、結果として河川に通じた排水施設に流入してくる速度が速くなり、ピーク流量が大きくなる。

さらに、流域の開発による周辺条件の変化に対し、施設から発生する騒音、臭気が社会の問題となったり、流出してくるごみの形状や種類に変化が生じて、建設当初の設計条件に基づく機能・性能では対応できなくなる社会的耐用限界が表面化することがある。

施設の改善方針策について総合診断の必要性の検討をすることが望まれる例として、次のような場合が挙げられる。

- ① 流域の土地利用の変化や、ポンプ場への雨水の流入量や流入形態の変化に対し、現況設備で対応が難しくなっている場合。
- ② ポンプ場への雨水に混入するごみの形状・大きさが、建設当初から変化し、現況設備で対応が難しくなっている場合。
- ③ ポンプ場の周辺環境が建設当初から変化し、現況設備では騒音や臭気や大気汚染など（排気ガス対策）周辺環境に悪影響を与えるおそれが出てきた場合。

- ④ その他設備が社会的に見て上記に類する問題が生じている場合。

### 3.3.3 物理的要因による総合診断の必要性の検討手順

「図 3.1 総合診断の必要性の検討フロー」において、「更新等の検討の動機」として「物理的要因」の場合について、手順を示す矢印の順に従いその内容を説明する。

#### ③ 耐用年数超過の判定

耐用年数の判定は「表 3.7 機器の耐用年数の目安」により行う。

この耐用年数の目安は、多数の建設省直轄排水機場の維持管理に関する実態調査を実施し、そのデータをもとに、河川ポンプ設備の特殊性を考慮し、かつ信頼性工学に基づく最も代表的な統計学的手法（ワイブル解析）により解析し、信頼性評価を加えて算出されたものである。設備・機器の更新等を考える目安となるものであるため、管理の状況によって幅があるため、個々の機場においては検討を要する。

- ・更新耐用年数を超過している場合（Yes）  
システム・機器の重要度に応じて対応が異なるので◎へ進む。
- ・更新耐用年数を超過していない場合（No）  
動機付けとなる現象の原因を明確にする必要があるため④へ進む。

#### ◎ 重要機器か否かの判定

- ・重要機器の場合（Yes）  
対象機器が主ポンプ設備（特に主ポンプ）、主ポンプ駆動設備（特に主原動機、減速機、クラッチ）、操作制御設備、電源設備、除塵機の場合は重要機器であるので総合診断を実施する。

総合診断には全般概略診断、個別診断、目的別診断の3種類があり、それらが単独または相互に補完しあったもので、当該動機付けに基づいてこれらの判断の中からひとつまたは複数を選択する。

どの診断を選定するかについては「4. 総合診断の種類とその選択」を参照。

- ・重要機器でない場合（No）  
対象機器が主ポンプ設備（特に主ポンプ）、主ポンプ駆動設備（特に主原動機、減速機、クラッチ）、操作制御設備、電源設備、除塵機以外の場合は◎へ進む。

河川ポンプ設備を構成する機器類は、そのいずれが故障しても設備全体がその機能を失うという点では、すべて同等の重要性をもっているといえるが、予備機がある系統機器や故障時手動操作が可能な配管途中の電動弁、電磁弁などは比較

的重要度が低いものとして位置付けることができる。

① 原因が明確かどうかの判断

・原因が明確な場合 (Yes)

動機付けとなる不具合現象の原因が機場管理台帳、点検・整備記録、運転記録、故障記録などで、明確になっているときは②に進む。

・原因が明確でない場合 (No)

不具合の発生や兆候の原因が明確にできない場合、例えば、部品としてのリレーを交換しても配電盤として正常に動作しない場合がある。よって個々の現象が他に及ぶと判断されるときは総合診断（全般概略診断）を実施する。

② 修理交換すべきか否かの判定

・修理交換する必要がある場合 (Yes)

定期点検、運転時点検、定期整備などの記録により、システム・機器の現在および将来の機能・性能を予測することができる。したがって、経年劣化の進行が機能の維持、信頼性を確保するうえで、改造・修理または更新が適当と判断される場合は③へ進む。

・修理交換する必要がある場合 (No)

当該機器が表 3.7 に示す機器の耐用年数の目安を超過しているかどうかにより、維持管理や運転時の対応が異なる。条件設定が必要であるので、①へ進む。

③ 当該の修理交換が他のシステムに影響するか、その影響範囲や対応が不明確であるかどうかの判定

・影響範囲や対応が不明確である場合 (Yes)

修理交換の内容・範囲・レベルが異なるため一義的な対応ができない場合は、総合診断（個別診断）を実施する。

例えば、重要機器、特に操作制御設備の改造・修理は他のシステム・機器に影響を与える場合が多い。

・影響範囲や対応が不明確でない場合 (No)

修理交換が当該システム・機器の範囲内で他に影響が及ばないハード的な場合は④へ進む。

例えば、修理交換が室内排水ポンプなどの場合、その形式変更を含めて、その対応は他のシステムに関連せず単独で処置できる。

④ 改造・修理の計画

一般的には、ポンプ整備を構成するシステム・機器において、設置後の年数が短い

ものの大部分のものは修理をしながら使用される。

しかし、水中モータポンプなどの一部の機器設備、表示灯・指示計・操作開閉器・リレーなどの盤設備の構成機器、電線、小配管などはその構造上、交換を前提としている。また、主ポンプの軸スリーブ、軸受、グランドパッキン、計器類など、機器本体が修理して使用するものでも、その構成部品・付属品は交換品扱いとしているものもある。

まず、対象となっているシステム・機器を改造・修理する場合は改造・修理や機器などの交換によって機能・性能がどの程度回復できるか、またどの程度不具合が解消できるかも含めて検討をする。

改造・修理の方法には数種の選択肢があるので、機能・性能の回復の具合や経済性の比較などを行ったうえで、最終の計画を立案することになる。

#### ⑧ 改造・修理

⑧の改造・修理計画をもとに、「8. 改造・修理の計画と施工」で記載の内容に準じて工事を実施する。

#### ① 条件設定

当該機器の設置経過年数が、表3.7の機器の耐用年数の目安を超えている場合、日常の点検などで異常が認められていなくても信頼性が低下している可能性があるため、要注意運転の継続となる。具体的な条件設定については、「9. 継続使用」を参照。

#### ① 継続使用

①の設定条件をもとに、「9. 継続使用」で記載の内容に準じて継続使用する。

### 3.3.4 機能的要因による総合診断の必要性の検討手順

「図3.1 総合診断の必要性の検討フロー」において、**更新等の検討の動機**として**機能的要因**の場合について、手順を示す矢印の順に従いその内容を説明する。

#### ④ 設備・システムの問題か否かの判定

- ・設備・システムの問題の場合 (Yes)

動機の内容がポンプ設備や監視・操作制御設備、主ポンプ設備などシステムに起因している場合総合診断（目的別診断）を実施する。

- ・設備・システムの問題でない場合 (No)

動機の内容が監視・操作制御設備の各盤や主ポンプ設備の主ポンプなどに起因している場合は、物理的要因の⑩以降の手順に従い総合診断の必要性を検討する。

### ⑧ 耐用年数超過の判定

耐用年数の判定は「表 3.7 機器の耐用年数の目安」により行う。

この機器の耐用年数の目安は、多数の建設省直轄排水機場の維持管理に関する実態調査を実施し、そのデータを基に、河川ポンプ設備の特殊性を考慮し、かつ信頼性工学に基づく最も代表的な統計学的手法（ワイブル解析）により解析し、信頼性評価を加えて算出されたものであり、設備・機器の更新等を考える目安となるものである。管理の状況によって幅があるため、個々の機場においては検討を要する。

- ・更新耐用年数を超過している場合（Yes）

システム・機器の重要度に応じて対応が異なるので㉔へ進む。

- ・更新耐用年数を超過していない場合（No）

動機付けとなる現象の原因を明確にする必要があるので㉕へ進む。

### ⑨ 重要機器か否かの判定

- ・重要機器の場合（Yes）

対象機器が主ポンプ設備（特に主ポンプ）、主ポンプ駆動設備（特に主原動機、減速機、クラッチ）、操作制御設備、電源設備、除塵機の場合は重要機器であるので総合診断を実施する。

総合診断には全般概略診断、個別診断、目的別診断の3種類があり、それらが単独または相互に補完しあったもので、当該動機付けに基づいてこれらの判断の中からひとつまたは複数を選択する。

どの診断を選定するかについては「4. 総合診断の種類とその選択」を参照。

- ・重要機器でない場合（No）

対象機器が主ポンプ設備（特に主ポンプ）、主ポンプ駆動設備（特に主原動機、減速機、クラッチ）、操作制御設備、電源設備、除塵機以外の場合は㉕へ進む。

河川ポンプ設備を構成する機器などは、そのいずれが故障しても設備全体がその機能を失うという点では、すべて同等の重要性をもっているといえるが、例えば予備機がある系統機器や故障時手動操作が可能な配管途中の電動弁、電磁弁などは比較的重要度が低いものとして位置付けることができる。

### ⑩ 原因が明確かどうかの判断

- ・原因が明確な場合（Yes）

動機付けとなる不具合現象の原因が機場管理台帳、点検・整備記録、運転記録、故障記録などで、明確になっているときは㉖に進む。

- ・原因が明確でない場合（No）

不具合の発生や兆候の原因が明確にできない場合、例えば、部品としてのリレーを交換しても配電盤として正常に動作しない場合がある。よって個々の現象が他に及ぶと判断されるときは総合診断（全般概略診断）を実施する。

#### ⑤ 修理交換すべきか否かの判定

- ・修理交換する必要がある場合（Yes）

定期点検、運転点検、定期整備などの記録により、システム・機器の現在および将来の機能・性能を予測することができる。したがって経年劣化の進行が機能の維持、信頼性を確保するうえで、改造・修理または更新が適当と判断される場合は⑥へ進む。

- ・修理交換する必要がない場合（No）

当該機器が表 3.7 に示す機器の耐用年数の目安を超過しているかどうかにより、維持管理や運転時の対応が異なる。条件設定が必要であるので④へ進む。

#### ⑥ 当該の修理交換が他のシステムに影響するか、その影響範囲や対応が不明確であるかどうかの判定

- ・影響範囲や対応が不明確である場合（Yes）

修理交換の内容・範囲・レベルが異なるため一義的な対応ができない場合は、総合診断（個別診断）を実施する。

例えば、重要機器、特に操作制御設備の改造・修理は他のシステム・機器に影響を与える場合が多い。

- ・影響範囲や対応が不明確でない場合（No）

修理交換が当該システム・機器の範囲内で他に影響が及ばないハード的な場合は④へ進む。

例えば、修理交換が室内排水ポンプなどの場合、その形式変更を含めて、その対応は他のシステムに関連せず単独で処置できる。

#### ⑦ 改造・修理の計画

一般的には、ポンプ設備を構成するシステム・機器において、設置後の年数が短いものの大部分は修理をしながら使用される。

しかし、水中モータポンプなどの一部の機器設備、表示灯・指示計・操作開閉器・リレーなどの盤設備の構成機器、電線、小配管などはその構造上、交換を前提としている。また、主ポンプの軸スリーブ、軸受、グランドパッキン、計器類、機器本体が修理して使用するものでも、その構成部品・付属品は交換品扱いとしているものもある。

まず、対象となっているシステム・機器を改造・修理する場合は改造・修理や機器などの交換によって機能・性能がどの程度回復できるか、またどの程度不具合が解消できるかも含めて検討をする。

改造・修理の方法には数種の選択肢があるので、機能・性能の回復の具合や経済性の比較などを行ったうえで、計画を立案することになる。

#### ④ 改造・修理

④の改造・修理計画をもとに、「8. 改造・修理の計画と施工」で記載の内容に準じて工事を実施する。

#### ① 条件設定

当該機器の設置経過年数が、表 3.7 の機器の耐用年数の目安を超えている場合、日常の点検などで異常が認められていなくても信頼性が低下している可能性があるため、要注意運転の継続となる。具体的な条件設定については、「9. 継続使用」を参照。

#### ① 継続使用

①の設定条件をもとに、「9. 継続使用」で記載の内容に準じて継続使用する。

### 3.3.5 社会的要因による総合診断の必要性の検討手順

「図 3.1 総合診断の必要性の検討フロー」において、**更新等の検討の動機**として**社会的要因**の場合について、手順を示す矢印の順に従いその内容を説明する。

#### ④ 設備・システムの問題か否かの判定

- ・設備・システムの問題の場合 (Yes)

動機の内容がポンプ設備や監視・操作制御設備、主ポンプ設備などシステムに起因している場合総合診断（目的別診断）を実施する。

- ・設備・システムの問題でない場合 (No)

動機の内容が監視・操作制御設備の各盤や主ポンプ設備の主ポンプなどに起因している場合は、物理的要因の③以降の手順に従い総合診断の必要性を検討する。

#### ③ 耐用年数超過の判定

耐用年数の判定は「表 3.7 機器の耐用年数の目安」により行う。

この機器の耐用年数の目安は、多数の建設省直轄排水機場の維持管理に関する実態調査を実施し、そのデータをもとに、河川ポンプ設備の特殊性を考慮し、かつ信頼性工学に基づく最も代表的な統計学的手法（ワイブル解析）により解析し、信頼性評価を加えて算出されたものである。設備・機器の更新等を考える目安となるものであるため、管理の状況によって幅があるため、個々の機場においては検討を要する。

- ・更新耐用年数を超過している場合 (Yes)

システム・機器の重要度に応じて対応が異なるので㉔へ進む。

- ・更新耐用年数を超過していない場合 (No)

動機付けとなる現象の原因を明確にする必要があるので㉕へ進む。

#### ㉔ 重要機器か否かの判定

- ・重要機器の場合 (Yes)

対象機器が主ポンプ設備 (特に主ポンプ)、主ポンプ駆動設備 (特に主原動機、減速機、クラッチ)、操作制御設備、電源設備、除塵機の場合は重要機器であるので総合診断を実施する。

総合診断には全般概略診断、個別診断、目的別診断の3種類があり、それらが単独または相互に補完しあったもので、当該動機付けに基づいてこれらの判断の中からひとつまたは複数を選択する。

どの診断を選定するかについては「4. 総合診断の種類とその選択」を参照。

- ・重要機器でない場合 (No)

対象機器が主ポンプ設備 (特に主ポンプ)、主ポンプ駆動設備 (特に主原動機、減速機、クラッチ)、操作制御設備、電源設備、除塵機以外の場合は㉕へ進む。

河川ポンプ設備を構成する機器類は、そのいずれが故障しても設備全体がその機能を失うという点では、すべて同等の重要性をもっているといえるが、予備機がある系統機器や故障時手動操作が可能な配管途中の電動弁、電磁弁などは比較的重要度が低いものとして位置付けることができる。

#### ㉕ 原因が明確かどうかの判断

- ・原因が明確な場合 (Yes)

動機付けとなる不具合現象の原因が機場管理台帳、点検・整備記録、運転記録、故障記録などで、明確になっているときは㉖に進む。

- ・原因が明確でない場合 (No)

不具合の発生や兆候の原因が明確にできない場合、例えば、部品としてのリレーを交換しても配電盤として正常に動作しない場合がある。よって個々の現象が他に及ぶと判断されるときは総合診断 (全般概略診断) を実施する。

#### ㉖ 修理交換すべきか否かの判定

- ・修理交換する必要がある場合 (Yes)

定期点検、運転点検、定期整備などの記録により、システム・機器の現在および将来の機能・性能を予測することができる。したがって、経年劣化の進行が機

能の維持、信頼性を確保するうえで、改造・修理または更新が適当と判断される場合は⑥へ進む。

・修理交換する必要がある場合 (No)

当該機器が表 3.7 に示す機器の耐用年数の目安を超過しているかどうかにより、維持管理や運転時の対応が異なる。条件設定が必要であるので①へ進む。

⑥ 当該の修理交換が他のシステムに影響するか、その影響範囲や対応が不明確であるかどうかの判定

・影響範囲や対応が不明確である場合 (Yes)

修理交換の内容・範囲・レベルが異なるため一義的な対応ができない場合は、総合診断（個別診断）を実施する。

例えば、重要機器、特に操作制御設備の改造・修理は他のシステム・機器に影響を与える場合が多い。

・影響範囲や対応が不明確でない場合 (No)

修理交換が当該システム・機器の範囲内で他に影響が及ばないハード的な場合は⑦へ進む。

例えば、修理交換が室内排水ポンプなどの場合、その形式変更を含めて、その対応は他のシステムに関連せず単独で処置できる。

⑦ 改造・修理の計画

一般的には、ポンプ設備を構成するシステム・機器において、設置後の年数が短いものの大部分は修理をしながら使用される。

しかし、水中モータポンプなどの一部の機器設備、表示灯・指示計・操作開閉器・リレーなどの盤設備の構成機器、電線、小配管などはその構造上、交換を前提としている。また、主ポンプの軸スリーブ、軸受、グランドパッキン、計器類等、機器本体が修理して使用するものでも、その構成部品・付属品は交換品扱いとしているものもある。

まず、対象となっているシステム・機器を改造・修理する場合は改造・修理や機器などの交換によって機能・性能がどの程度回復できるか、また、どの程度不具合が解消できるかも含めて検討をする。

改造・修理の方法には数種の選択肢があるので、性能や機能の回復の具合や経済性の比較などを行ったうえで、計画を立案することになる。

⑧ 改造・修理

⑦の改造・修理計画をもとに、「8. 改造・修理の計画と施工」で記載の内容に準じ

て工事を実施する。

① 条件設定

当該機器の設置経過年数が、表 3.7 の機器の耐用年数の目安を超えている場合、日常の点検などで異常が認められていなくても信頼性が低下している可能性があるため、要注意運転の継続となる。具体的な条件設定については、「9. 継続使用」を参照。

① 継続使用

①の設定条件を基に、「9. 継続使用」で記載の内容に準じて継続使用する。

### 3.4 必要な資料・情報

総合診断の必要性の検討にあたっては、その動機を明確にする必要がある。  
更新検討の動機の例と関連する資料との関係を表3.8に示す。

表3.8 総合診断の必要性の検討の動機の例とそれに関する資料・情報

総合診断の必要性の検討の動機例		必要な資料							
		① 機場管理台帳	② 点検・整備記録	③ 運転・故障記録	④ 雨量・水位記録	⑤ 運転操作体制	⑥ 維持管理体制	⑦ 流域環境変化	⑧ 周辺環境変化
物理的要因	耐用年数にかかわらず、原因不明の不具合が発生している。	○	○	○					
	設置後の経過年数が長い（信頼性の低下）。	○	○	○					
	維持費・補修費が増大している。	○	○	○					
機能的要因	システムが陳腐化し排水機能の信頼性が低下している。	○	○	○		○	○		
	運転操作方式・体制に問題がある。	○	○	○		○			
	維持管理方式・体制に問題がある。	○	○	○			○		
社会的要因	河川流域への人口・資産の集中による流出パターンの変化により排水機能が低下している。	○	○	○	○			○	
	機場周辺の環境規制が新たにできた。	○	○	○					○

#### ① 機場管理台帳

機場管理台帳は、設備を管理する基本となるもので、設備・システム・機器の使用設置年度、工事経歴、機場図などについて

- ・建設当初のもの
- ・現在のもの
- ・その後、現在までの増強、更新、改造・修理などの変遷経過などの記録したもの

#### ② 点検・整備記録

点検・整備記録は、点検・整備、修理・改造などに関するもので、

- ・定期点検（月点検・年点検）、運転時点検、臨時点検

- ・定期整備（5年整備、10年整備）
- ・保全整備

などを記録したもの。

③ 運転・故障記録

運転・故障記録は機器の運転に関するもので、

- ・運転期日、運転台数、運転時間（開始時間、停止時間）
- ・運転状況（故障、振動・騒音などの内容と発生箇所）

などを記録したもの。

④ 降雨量・水位記録

降雨量・水位記録は、排水管轄区域の降雨量、内外水位（支川・本川）気圧、気温、湿度などを記録したもの。

⑤ 運転操作体制

運転操作体制に関し、排水運転時における運転操作員などへの連絡指示体制、運転操作員の人数・経歴、運転停止の判断基準などが示されているもの。

⑥ 維持管理体制

維持管理体制に関し、維持管理業務が直営か委託か、管理運転の実施状況（方法・対象・頻度・時間）、非常事態発生時の連絡体制などが示されているもの。

⑦ 流域環境変化

下記のような流域環境の変化を示したもので、

- ・内外水位波形の変化
- ・内外流出曲線の変化
- ・湛水容量の変化
- ・運転開始水位の変化（地盤沈下など）
- ・流出係数の変動
- ・資産集中による便益の変化
- ・ごみの種類の変化
- ・流達時間の変化（先行待機ポンプの必要性）
- ・降雨データの変更（必要な場合）
- ・内水支川網の変化

⑧ 周辺環境変化

機場の周辺の宅地化が進み、騒音公害などの規制が新たに生じているなどの環境変化など。

# 4

## 総合診断の種類とその選択

- 4.1 総合診断の種類・対象範囲 .....4- 3
- 4.2 全般概略診断 .....4- 4
- 4.3 個別診断 .....4- 6
- 4.4 目的別診断 .....4- 8
- 4.5 具体事例 .....4-10

本項では、総合診断の3種類について、どのようなことが行われるのか、どのような場合にどの種類の診断を選択するのが、また、その対象と範囲などをどのように定めれば良いのかを説明している。

## 4.1 総合診断の種類・対象範囲

総合診断の種類には、全般概略診断、個別診断、目的別診断の3種類がある。施設管理者は、以降に示す各診断の内容および特質を理解したうえで、これらのうちから適切な種類を選択、または組み合わせて実施する。

なお、その全般概略診断、個別診断、目的別診断の選択のポイントは次のとおり。

- ① 全般概略診断：設備全体の現状での機能および状況を把握したい場合や、システム・機器に不具合が発生しているが原因が明らかでない場合などに選択する診断。
- ② 個別診断：個別のシステム・機器を詳細に調査し、異常の把握や問題の抽出および改善策を検討する場合などに選択する診断。
- ③ 目的別診断：明確な目的をもって行うものであり、運転方式や維持管理体制の改善や設備の技術的陳腐化解消のための新技術導入を検討する場合などに選択する診断。

総合診断の対象範囲は、不具合など直接問題のあるシステム・機器に限定せず、必要によりポンプ設備に関連する他の部分を含めて適切に設定する。

すなわち、ポンプ設備は多様なシステム・機器で構成されているので、設備としての機能・性能を発揮するためには、構成しているシステム・機器が相互に確実に作動しなければならない。このため不具合など直接的に問題のあるシステム・機器を重点対象とするほか、関連すると判断される他のシステム・機器を含める。また、必要によってはポンプ設備以外の設備（機场上屋、機場本体および流入水路、吐出水槽などの付属施設に属する設備）にも及ぶこともある。

各診断の内容および特質を以降に示す。

## 4.2 全般概略診断

- (1) ポンプ設備全般（システム・機器など）の機能および状況を概略的に調べたい場合には、本診断を選択する。
- (2) 対象範囲は、原則としてポンプ設備を構成するシステム・機器全体について実施するものとする。  
ただし、機场上屋、機場本体、付属施設などの土木建築構造物については、ポンプ設備との機能上の関係で除外することができない場合には、この部分に限定して実施する。例えば、吸水槽の形状に起因する渦が発生しており、これがポンプの正常な運転に影響がある場合などには、形状の問題点と改善案を提示する。
- (3) 実施方法は、「3.4 必要な資料・情報」に示した設備関係の資料をもとに、目視により診断することが主体となるため、豊富な技術的知識と経験が必要となる。
- (4) 総合診断の必要性の検討段階における最終的な選定ケースとしては、以下があげられる。

- ① 「機器の耐用年数の目安」をすでに超えた重要機器を含んでいる設備において、システム・機器などについて全体の現状における機能および状況についての問題点を概略把握したい場合。
- ② 「機器の耐用年数の目安」および重要機器を含んでいる設備かどうかには関係なく、実際にシステム・機器などに不具合が発生したり、管理運転や既存のデータなどにより不具合が発見されたが、いずれも原因が明らかでなく、解明が必要な場合。

- (5) 診断の結果、得られるものは次のとおり。

- ① ポンプ設備全般の機能および現状の問題点の概要。
- ② システム・機器などに不具合がある場合、その要因の究明および劣化の程度予測。

- ③ 機器の改造・修理などの改善案。
- ④ 個別診断・目的別診断が必要かどうかの見解。

(6) 選定にあたって留意する点は次のとおり。

- ① 一般に、総合診断の必要性の検討において、経年変化による設備全体の劣化などに見られるように診断の対象が特定できないことがある。  
このときには、まず最初にこの全般概略診断を実施し、設備全体の状況を把握した後、必要により個別診断または目的別診断に進むことになる。  
したがって、最初から直接、個別診断または目的別診断に入れると判断できる場合以外は、まず初めに全般概略診断を選択する。
- ② 管轄区域に存在する複数の河川ポンプ設備の現状について、その概要を把握し、今後の更新計画の基礎資料としたい場合などにも全般概略診断を選択する。

## 4.3 個別診断

- (1) 診断の対象となる個別のシステムや機器が明確な場合で、それが設備全体の排水機能にどのような影響を与えるかを調べたい場合には、本診断を選択する。
- (2) 対象範囲は、不具合がある直接の個別システム・機器のほか、その不具合が他のシステム・機器などに及ぼす影響度を検討し、これに関連した影響があると予測されるものについては、範囲に含むものとする。

例えば、横軸ポンプにおいて始動時の満水時間を短縮するために、真空ポンプの容量を大きくしたい場合には、単に真空ポンプを交換するだけでは不十分であり、自家発電設備の容量を再検討したり、真空ポンプを運転するための配電盤の容量を再検討する必要がある。

- (3) 実施方法は「3.4 必要な資料・情報」に示した設備関係の資料をもとに、目視により診断することが主体となるため、豊富な技術的知識と経験が必要となる。  
また機器の診断は、通常は機器が停止している状態で行うが、診断内容によっては運転が必要な場合もあり、このときには運転状態で行う。
- (4) 総合診断の必要性の検討段階における最終的な選定ケースとしては、以下が挙げられる。

- ① 普段の日常点検または定期点検などの結果により、個別診断が必要であると判断された場合、または全般概略診断の結果から必要であると判断された場合。
- ② 「機器の耐用年数の目安」および重要機器を含んだ設備かどうかには関係なく、システム・機器などに発生した不具合について、その原因が明らかであり、修理交換すべきであることは判明しているが、これが他のシステムに影響を及ぼすかどうか、また、その範囲および対象が不明確である場合。

- (5) 診断の結果、得られるものは次のとおり。

- ① 個別システム・機器などの不具合の原因と諸問題点の抽出
- ② システム・機器の更新または改造・修理などの具体的な改善案

(6) 選定にあたって留意する点は次のとおり。

- ① 総合診断の個別診断においては、機器類の分解点検は原則として実施しないので、定期点検や定期整備において分解点検を実施した際には、これらの記録を前もって用意しておくことが必要である。
- ② 不具合の内容によっては、原因を究明するために、実際に機器類を運転する必要があることも考慮して、診断を実施する時期についても、十分配慮しなければならない。

## 4.4 目的別診断

- (1) 特別な目的をもつ場合、例えば、運転操作や維持管理などの方式および体制において、信頼性向上・安全性向上または省力・省エネルギー化などの見地から、設備・システムの機能保全・向上を図りたい場合、あるいは技術的陳腐化対応としての新技術の導入を検討したい場合などには、本診断を選択する。
- (2) 対象範囲は、原則として方式（方法）や体制などのソフト面であるが、診断の結果によってはシステム・機器などのハード面にも関連が出てくることもあるので、その場合には十分に検討し、必要により措置する。  
 例えば、運転操作方式を現場における単独手動操作から、中央における連動一人操作に改善したい場合には、電気的な操作回路を改造するだけでは不十分であり、電磁弁や電動弁および圧力スイッチなどのセンサー類の取付けが必要となる。
- (3) 実施方法は「3.4 必要な資料・情報」に示した設備関係の資料および維持管理の実態を理解できる資料をもとに診断を行い、運転・点検・修理などを行っている担当者からのヒアリングなどにより診断に必要な事項の補充・蓄積をする。
- (4) 総合診断の必要性の検討段階における最終的な選定ケースとしては、更新検討の動機が機能的要因または社会的要因で、対象が設備・システムであるという前提で、以下があげられる。

- ① ポンプ設備全体の運転操作方式や維持管理体制において、現在のシステムまたは体制では対応できなくなっており、これを改善したい場合。
  - ② 特に個々のシステム・機器の機能または性能の改善または改良が必要な場合（新技術の導入の必要性）。

- (5) 診断の結果、得られるものは次のとおり。

- ① 運転操作や維持管理などに関する、現状の方式および体制の検討結果とその改善・改良案。

② 新開発技術導入に関する検討結果および提案。

(6) 選定にあたって留意する点は次のとおり。

① 最近、開発された新しい技術にはどのようなものがあるかについては、添付資料の「5. 最近採用されている各種技術の概要」を参照するとよい。

## 4.5 具体事例

診断の種類および選択の方法を前項に示したが、ここでは施設管理者の理解を助けるために、実際の運転管理において発生すると予想されるいくつかの具体事例をあげて、それがどの耐用限界の要因に該当するのか、また、それを解決するためには、どの種類の診断を適用すればよいかを表4.1に示す。

表4.1においては具体事例を、経過年数関連、不具合現象関連、運転操作関連、維持管理関連、その他の5要素に分類して代表的なものを列挙しているが、これ以外の事例については、この代表例を参考にして診断の種類を選択するとよい。

なお、分類された各要素と診断の種類との関係については、概略、次に示すとおりである。

- ① 経過年数関連の問題点は、通常、全般概略診断をまず実施するのが適当である。  
診断の結果、改善措置を要する不具合事項が発見された場合には、改めて、その内容により個別診断または目的別診断を実施する。
- ② 不具合現象関連の問題点で、その原因がどのシステム・機器によるものかがよくわからない場合には、まず全般概略診断により、原因の所在しているシステムまたは機器を明確にする。その後、個別診断を実施する。
- ③ 運転操作関連および維持管理関連の問題点は、目的別診断を実施することにより、解決するものがほとんどである。

表 4.1 具体事例と耐用限界要因および適用診断

	具体事例	耐用限界要因			適用診断		
		物理的	機能的	社会的	全般概略診断	個別診断	目的別診断
経過年数関連	<p>① 主ポンプ、主原動機、動力伝達装置など重要機器で、設置後すでに「機器の耐用年数の目安」を経過しており、かつ不具合の兆候が現われているので診断が必要である。</p> <p>② 現状のシステム・機器は、設置後かなりの年数が経過しており、一般的に見て、陳腐化により信頼性が低下している。</p>	○			○	○	○
不具合現象関連	<p>① 主ポンプ駆動設備、冷却水系統、始動空気系統、電源設備などのシステムを構成する機器に時々不具合が発生しているが、原因が不明である。</p> <p>② 主ポンプ駆動設備、冷却水系統、始動空気系統、電源設備などのシステムを構成する機器に時々不具合が発生しているが、原因は明確になっている。しかし、他への影響範囲が不明である。</p> <p>③ 主ポンプ、主原動機、動力伝達装置などに異常振動、異音が発生している。</p> <p>④ 主ポンプの排水能力が低下したようである。</p> <p>⑤ 主ポンプ駆動設備の冷却水として、現在、原水を使用しているが、ごみ、砂などの異物の混入が多く、ストレーナが詰まって運転に支障があるので、冷却方式を改善したい。</p> <p>⑥ 定期点検・整備などで機器などに不具合が見られた。</p>	○	○		○	○	○
運転操作関連	<p>① 運転操作方式が複雑であり、操作が難しいので改善したい。</p> <p>② 運転操作がすべて機側における手動操作であり、ペダランの操作員が行っているが、まもなく退職することになっているので運転操作を簡単に確実なものにしたい。</p>	○	○	○			○
維持管理関連	<p>① 維持管理体制に問題があるので改善したい。</p> <p>② 現状の設備では、管理運転ができないので設備全体を見直したい。</p> <p>③ 現状の機器は比較的古いものであり、維持管理などの作業において安全性に問題があるので改善したい。</p> <p>④ 除塵設備は人力によりごみを除去しているが、作業が大変であり、かつ安全面において問題があるので自動化したい。</p>		○				○
その他	<p>① 落雷により設備・システムに被害が発生した。同様な事故の再発防止のために改善案を検討したい。</p>	○					○

(注) 表中の矢印は、必要により、改めてその診断を実施することを示している。

# 5

## 総合診断の実施

- 5.1 総合診断の進め方 .....5- 3
- 5.2 措置方法の選択 .....5-11

本項では、総合診断はどのように進めるか、また、その結果としてどのような措置方法を選択すればよいのかを説明している。

## 5.1 総合診断の進め方

### 5.1.1 実施に対する留意事項

総合診断の実施に際しては、次のような考え方により進める。

- ① 実施に際しては、ポンプ設備全体としての信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理の容易性などを総合的に勘案して、適切な更新、改造・修理、継続使用などの計画を策定し提案する。
- ② 新技術を導入する際には、導入する目的、範囲、効果などを明確にするとともに、信頼性、安全性を第一として検討のうえ、決定しなければならない。  
特に、導入する技術が現地の温度、湿度などの環境条件や運転時間、頻度などの運転条件に適しているかどうか、また、万一故障した場合の早期復旧などの措置方法を十分検討し、これらを満足するものでなければならない。
- ③ 運転操作・維持管理などの方式、体制に関する改善案は、現状の問題点を十分に把握検討のうえ、決定しなければならない。  
特に、人員の構成、人数、技能、経験などについては、現在および将来の動向を勘案するとともに、信頼性、安全性、容易性についても配慮したものとす  
る。

各診断における実施手順と留意事項は次のとおりである。

- (1) まず最初に、診断計画の策定をする。この際、留意することは次のとおり。

- ① 診断の実施者は、診断の動機・目的を明確に把握する。また、実施する診断の特質を十分に考慮する。
- ② 診断を実施するために必要な資料を入手する。

- (2) 次に、診断対象の状況調査をする。この際、留意することは次のとおり。

- ① 診断に必要な資料の内訳を十分確認し、もし不足している資料があれば、その収集方法を検討し、入手する。
- ② 資料による状況調査の結果より、診断を実施するために必要な専門技術者の種別、人数を診断対象および診断に要する期間により検討のうえ決定する。  
また、現地調査が必要かどうかを判断する。  
現地調査が必要な場合には、その内容、体制などを検討のうえ決定する。  
診断実施の時期については、現地の運転計画との関連で決定する。  
特に、④に示す動的点検が必要な場合には、実施時期が現地の条件により制限されることが多いので、事前の調整が不可欠である。
- ③ 現地調査においては、事前に不具合を主体とした所定の書式によるヒアリングを実施し、問題点を確認しておく。
- ④ 現地調査における機器の点検では、機器が停止している状態で実施する静的点検を主体とするが、診断の目的によっては実際に機器を運転した状態で実施する動的点検が必要となることもあるので、その際には、動的点検も実施する。

- (3) 診断対象の状況調査が終わったら、不具合事項の分析・検討をする。この際、留意することは次のとおり。

- ① 調査結果を総合的に検討し、不具合事項の原因を究明する。
- ② その原因が他の設備・システムに及ぼす影響を検討する。
- ③ システム・機器の劣化の程度および他への影響度により、対策を検討する。  
また対策の対象、範囲、レベルなども検討する。
- ④ 対策を実施した場合に予測される効果を具体的に示す。
- ⑤ 同様な対策を他で実施した例があれば、これについても記述する。

- (4) 最後に、診断による改善案の検討を行い、措置方法を提案する。措置方法としては「5.2 措置方法の選択」に示すように更新、改造・修理、継続使用があるが、この中から適切なものを選択する。

この際、留意することは次のとおり。

- ① 改善案は、「揚排水ポンプ設備技術基準（案）解説」にもとづく合理的な提案とし、施設全体の信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理性などを定

量的または定性的に考慮した総合的なものとする。

- ② 改善案は、不具合事項の大小の規模や今後の進行予測、対処策の実施に関する緊急度・難易度および現地の環境・周辺状況との合致性を配慮したものと
- とする。
- ③ 改善案をひとつに絞ることが適当でないと判断される場合には、条件を明確にした複数の提案も考慮する。

### 5.1.2 診断の実施手順

各診断における具体的な実施手順は、全般概略診断、個別診断、目的別診断いずれも診断の目的は異なるが、実施手順はほぼ同様である。

なお、各診断の実施にあたっての留意点は次のとおり。

- ・全般概略診断：ポンプ設備全般の機能・性能を概略的に診断するものであるので、広範囲な問題点の把握・分析が必要である。
- ・個別診断：診断の対象が明確であり、その不具合の解決は当然のことであるが、さらにその不具合が他のシステム・機器などに及ぼす影響も検討しなければならない。
- ・目的別診断：ある特定の目的をもって行うものであり、方式（方法）や体制面などのソフト面およびシステム・機器などのハード面の両面にわたる場合がある。

#### (1) 診断計画の策定

##### 1) 診断の動機

設備の概況および運転・管理状況の把握および総合診断の必要性の検討から、物理的要因、機能的要因、社会的要因のいずれの要因より、診断を必要としているかを把握して、診断の動機を明確にする。

全般概略診断の動機の代表的なもの

- ・設置後の年数がすでに機器の耐用年数の目安を経過している場合
- ・設備に陳腐化が見られる場合
- ・時々不具合が発生しているが、原因が不明確な場合

個別診断の動機の代表的なもの

- ・機器に時々原因が明確な不具合が発生しているが、他への影響範囲が不明確な場

合

- ・機器に度々不具合が発生する場合
- ・全般概略診断の結果、さらに対象となるシステム・機器の詳細な診断を必要とする場合

目的別診断の動機の代表的なもの

- ・運転操作が複雑で、難しく、これを改善したい場合
- ・運転操作が手動操作のため、多くの操作員が必要であり操作員の省人化を図りたい場合
- ・維持管理性に問題があり、これを改善したい場合
- ・全般概略診断の結果さらに、運転操作や維持管理などの方式および体制を対象とした診断を必要とする場合

## 2) 診断の目的

設備の概況および運転・管理状況の把握および総合診断の必要性の検討から、何を目的に診断するかを把握し、診断の目的を明確にする。

診断の目的としては、次のものが挙げられる。

- ・信頼性
- ・経済性
- ・操作性
- ・維持管理性

## 3) 診断に必要な資料の収集

次の資料を収集する。

- ・機場管理台帳
- ・点検・整備記録
- ・運転・故障記録
- ・運転操作体制
- ・維持管理体制
- ・流域環境変化の状況
- ・周辺環境変化の状況
- ・その他、総合診断の必要性の検討で作成された資料

## (2) 現状の状況調査

全般概略診断・個別診断の場合は、機器単独現象のみでなく、システムや維持管理上の問題も調査対象の範囲に含める。また、目的別診断の場合は、運転操作や維持管理上などの問題のみでなく、システム・機器などのハード面も調査対象に含める。

## 1) 資料による状況把握

- ① 設備の状況を把握するため、機台管理台帳、点検・整備記録、運転・故障記録などをもとにして、発生している現象、考えられる原因、現状の対応状況などを整理する。

その一例として、ある個別診断で行われた調査結果を次に示す。

〔資料調査結果の一例〕

システム・機器名	現象	原因	対応
減速機	2号減速機の軸受温度および1号減速機の振動値が徐々に高くなる傾向にある。	軸受温度上昇および振動が大きくなる原因としては下記の事項が考えられる。 ①歯面の摩耗 ②軸芯の狂い ③軸受の摩耗などがある。	運転中の振動・異音および温度などの監視を強化し、異常の早期発見に努めている。 すでに、運転操作員・管理人などの関係者に周知徹底させるために注意名板を機器に取り付け、注意を促す対策を講じている。

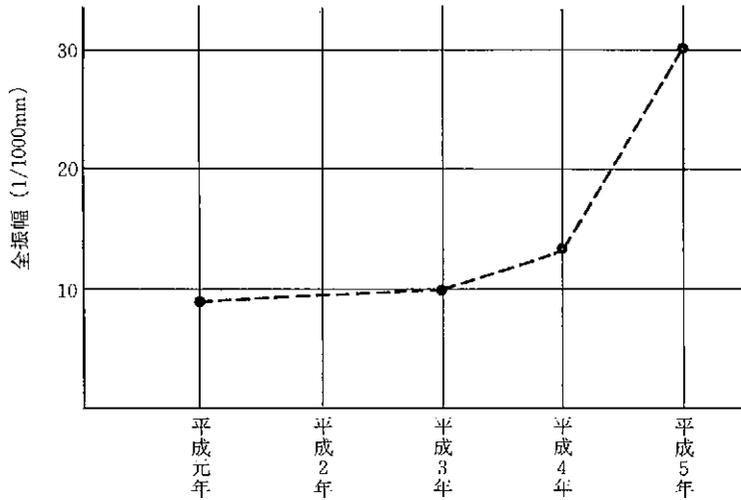
- ② 各重要機器の運転時の管理項目の傾向を確認するため、「表3.4 重要機器に関する点検情報を基にしたチェックリスト」から得られたデータより、機器の状況を把握する。

その一例を次に示す。

本事例においては、減速機の振動が年ごとに徐々に大きくなり、ここ1年間で

〔重要機器に関する点検情報を基にしたチェックリストの一例〕

設備機器	管理項目	管理値	測定年と測定値							
			平成元年		平成3年		平成4年		平成5年	
			1号機	2号機	1号機	2号機	1号機	2号機	1号機	2号機
減速機	外部軸受ケース 振動	全振幅 55/1000mm以下	9	6	10	7	13	7	30	8
	外部軸受ケース 表面温度	周囲温度+40℃	32	31	32	33	32	35	32	37



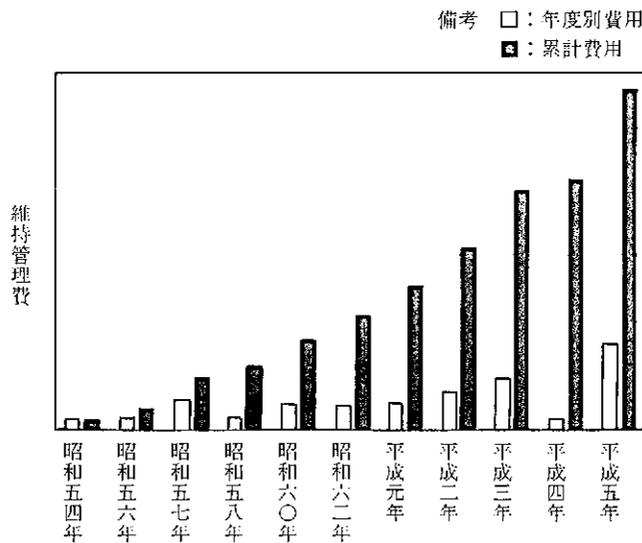
急激に増大しており、軸受隙間の拡大などが考えられ、このまま放置すれば軸受が焼き付いて、運転不能となることが予想される。

- ③ 「点検・整備記録」などより、過去の年間維持管理費を調査し、その推移を把握する。

その一例を次に示す。

本事例においては、近年、維持管理費が年ごとに増加傾向にあり、対策が必要であると思われる。

〔維持管理費の推移の一例〕



## 2) 関係者からのヒアリング調査による状況把握

関係者（機場管理者および運転操作員）からのヒアリング調査を実施し、より正確に状況を把握する。

## 3) 現地調査による状況把握

現地において、専門技術者が停止した状態で、目視にて状況を確認する。

なお、資料の不足やシステム・機器の停止状態での目視確認では十分な現状を把握することが難しく、専門技術者による運転調査を必要とする場合は、管理運転を行い、目視、指触、聴覚などの五感によって、設備の運転状態（騒音、振動、温度など）を把握する。

## (3) 不具合事項の分析・検討

現状の状況調査で、判明した問題点・不具合事項について、

- ① 原因究明
- ② 他のシステムへの影響
- ③ 分析・検討
- ④ 対策

の検討を行う。

全般概略診断での分析・検討の一例を示す。

〔不具合事項の分析検討の一例〕

問題点または不具合事項	原因究明	システムへの影響範囲	分析・検討結果	対策
1号主ポンプに振動が発生しているとともに軸受温度が高くなる傾向にある。	外軸受の軸受温度は、シャフトとの隙間拡大および傷が生じていると考えられる。	焼付きにより運転不能に陥る。	振動および発熱によって軸受の摩耗は急激に進行し、運転不能に至るので、軸受の交換を行う必要がある。 また、水中軸受の経年劣化が推測され、軸受の交換を行う必要がある。	外軸受および水中軸受の交換を行う。
原水取水用複式ストレーナの日詰まりが度々生じている。	近年ごみの流入量が増加し、現状設備では対応が困難となっている。	清掃に手間がかかり、運転員に負担がかかっている。	近年の河川流域の環境が変化し、ごみの流入量や、性状が変わってきている。 ストレーナだけによる対応では限界であり、システムの改善が必要である。	冷却方式の改善を行う。

本事例においては、機器ごとの問題点・不具合事項に対して、原因究明、他のシステムへの影響、分析・検討結果より、単体機器の対策と、システムとしての総合的見地より、機器（ストレーナ）のみの対策では限界があり、冷却方式の見直しが必要である。

なお、目的別診断の場合、運転方式のソフト面の対策のみでは対応しきれなく、ポンプの形式変更などのハード面の対策が必要となる場合がある。

目的別診断での分析・検討の一例を次に示す。

〔目的別診断の不具合事項の分析・検討の一例〕

問題点または不具合事項	原因究明	システムへの影響範囲	分析・検討結果	対策
始動操作の失敗を起こす懸念があること、運転中漏水による運転不能状態があることなどから運転操作員に非常に難しい操作が強いられている。	始動時や運転中に逆流防止弁が完全に水没していない状態でも、運転を行わざるを得ない状態にある。	過去に、始動時や運転中の落水事故が発生しているが、今後とも排水機能が喪失される危険性がある。	逆流防止弁を水没させるかまたは逆流防止弁を水没させなくともよいポンプ形式を採用することで解消される。	吐出樋管に低流堰を設置し充水ポンプにより常に逆流防止弁を水没させておく必要がある。 満水操作が必要のない立軸ポンプを採用する。
ベテランの運転操作員の熟練技術に全面的に依存している。	始動時軸流ポンプであるにもかかわらず、吐出弁全閉にて原動機の回転数を下げて始動させ、原動機の回転数が低速で安定するのに合わせて吐出弁の開動作を行うという複雑な操作のため、全手動による操作を行う必要がある。	同上	逆流防止弁を水没させるとともに、連動操作が可能な設備への改善をすれば解消される。	前項の対策に加えて連動運転操作が可能な設備とする。

#### (4) 改善策の検討

不具合事項の分析・検討結果により、

- ① ポンプ・エンジン・減速機などの機器の改善策
- ② 主ポンプ設備・主ポンプ駆動設備・監視操作制御設備などのシステムの改善策
- ③ 操作制御方式の改善策

などを検討し、信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理性などより最良の措置方法を提案する。

なお、措置方法には更新、改造・修理、継続使用がある。

これらの選択や注意事項については、「5.2 措置方法の選択」にその内容を示す。

## 5.2 措置方法の選択

### 5.2.1 措置方法の種類とその選択

総合診断の結果としての改善措置は、更新、改造・修理、継続使用の3種類あり、そのいずれか最適なものを選択する。

更新は、投資効果と機能保全の観点から適切に抽出された範囲について、設置時より向上した技術と将来予測を考慮し、置き換える機器を決定することが重要である。

なお、改造・修理は、広い範囲の劣化が認められるが将来の運用計画を考慮すれば簡易な対策で十分な場合や、不具合の原因を追及した結果として、単純な部品交換で回復できる場合である。

また、継続使用は、何らかの不具合要因を抱えたままにするわけで、常に故障の危険があるため、設定された条件を関係者が理解し、万一の場合にも適切な対処ができるよう準備するとともに必要な管理情報の把握が必要であるため、措置案の策定に際しては十分に検討する必要がある。

### 5.2.2 更 新

更新は、第一義的には故障のおそれのある部品の交換で機能の維持・向上を図るが、部品単位の交換では所定の目的が達成できない場合や短期間にシステム・機器の大部分を更新する必要が予測される場合には、システムおよび関連機器の全部を更新することになる。更新案を策定する際には以下を考慮する。

- ① 更新案は、更新の動機と施設全体の今後の使用予定、使用環境、社会的要請、技術的見通し等の要素を総合的に検討し、更新を起点とした総合的な経済性を考慮して、対象範囲とレベルを決定する。
- ② 内容としては、更新対象の範囲・レベル、新技術の導入検討、既設部分との整合性などを含んだものとする。

- ③ 設備・システムなどを更新で対処する場合には、投資効果と機能確保の観点から、対象となる範囲と、更新によって取り替えられる機能・性能のレベルを明確にするとともに、最適な組合せを選択する。
- ④ 設備・システムなどを部分的に更新する場合には、他のシステム・機器が所定の「機器の耐用年数の目安」に達した段階で、診断の必要性を検討するものとする。

更新案の対象の一般的な適用指針を表 5.1 に示す。

表 5.1 更新案の対象の一般的な適用

対 象	適 用
全体更新 (設備全体)	<p>① 設備の要求される総排水量は、現状の能力で十分であるが、設備の劣化が進んでおり、かつ機能の技術的レベルも陳腐化している場合。 例えば、設備がすでに耐用年数を超過しており、システム・機器類も旧式なものであり、時々不具合が発生している。 このため総合診断を実施した結果、劣化が設備全体に及んでいると判定された場合。</p> <p>② 設備に要求される総排水量が社会的要因などにより、現状の能力では不足している場合。</p>
部分更新 (システム・機器)	<p>① システム・機器の老朽化などにより更新する場合。</p> <p>② 技術革新により新技術が登場し、その部分の信頼性、機能性を向上させる目的で、更新する場合。 例えば、冷却水の無水化システム・運転支援システム・待機運転システムなどの導入、立軸ポンプの採用など。</p> <p>③ 省力化対策を主目的として、その部分を更新する場合。 例えば、除塵設備の自動化、主ポンプなどの連動運転操作・系統機器の自動運転操作方式などの導入。</p>

### 5.2.3 改造・修理

改造・修理は、必ずしも総合診断の結果として実施するだけのものではなく、通常の点検結果による整備の一環としても実施されるものである。

改造・修理案を策定する際には以下を考慮する。

- ① 改造・修理は、基本的にシステム・機器の現在有している機能・性能が失われた場合に、これを回復することを目的で実施されるものであるため、全体の機能・性能の大幅な向上を期待する場合には適さない。
- また、経年劣化がポンプ設備全体に及んでいるので、改造・修理だけでは、設置当時の機能・性能の完全回復までには至らない。
- ② 対象は、システム・機器などの中でも部分的に限定された範囲とするが、限

定された部分的な改造・修理であっても全体への影響を十分に検討する。

改造・修理の一般的な適用指針を表 5.2 に示す。

表 5.2 改造・修理の適用

区 分	適 用
改造・修理	<p>不具合のあるのが単体機器のみであり、これを修復すればシステム・機器などの現状機能を維持できる場合。一般的に部品レベルの改造・修理をするケースである。</p> <p>例えば、主ポンプ・主原動機などの部品の摩耗による交換、除塵設備にスクリーンの腐食による修理交換、盤類の部品の劣化による交換など。</p> <p>ただし、改造・修理するよりも更新したほうが経済的である場合があるので、十分検討する必要がある。</p>

#### 5.2.4 継続使用

継続使用案を策定する際には以下を考慮する。

① 原因の特定が困難で、更新、改造・修理を先送りし、様子を見る場合や、ある程度の性能低下・陳腐化が認められるが、機器として当分機能・性能の確保が期待される場合は、点検・整備の間隔短縮や内容の充実を図ることや使用期間を限定するなど使用条件を明確にして継続使用とする。

例えば、機器に異常音が発生しており、その発生箇所が特定できない場合や数年後に河川改修計画が予定されており、それまで暫定的に継続使用する場合などがある。

② 継続使用する場合は、維持管理面で特別の注意を払いながら、あるいは原因調査用の計器を付けるなどをして、注意深く使用を続ける。

なお、より多くの情報を得た後に改めて総合診断の必要性の検討を行うものとする。

継続使用の一般的な適用指針を表 5.3 に示す。

表 5.3 継続使用の適用

区 分	適 用
継 続 使 用	<p>診断の結果、条件付きで使用が可能と判断された場合や、もうしばらく様子を見る場合。</p> <p>継続使用する場合は、その使用条件を厳守し、監視項目がある場合にはこれを十分に留意のうえ監視しつつ継続使用する。</p>

# 6

## 有識者等の意見聴取

6.1 概 要 .....	6-3
6.2 提 示 資 料 .....	6-4
6.3 意 見 聴 取 .....	6-5

本項では、総合診断の結果を受けて、施設管理者が当該施設の更新などを提案しようとするときに行う有識者等の意見聴取について説明している。

## 6.1 概 要

施設管理者は、当該施設の更新などを提案しようとするときは、多角的技術および将来の状況も視野にいれた措置方針を決定しなければならない。

このため、ポンプ設備の総合診断で得られた結果などをもとにして、施設管理者が策定した改善方針に対し、総合的かつ広い見地から適正であるかどうかを評価するため、有識者等の意見聴取を行うものとする。

なお、その意見聴取のポイントは、次のとおり。

- ① 中立的立場からの意見：策定した改善策が単一方向からでなく、流域全体の状況など総合的かつ中立的な見地より、検討されているか。
- ② 多角的技術からの意見：策定した改善策が幅広い技術的視野から、検討がなされているか。

施設管理者は対処方針の決定にあたって、本マニュアルで実施したポンプ設備の総合診断の結果のほか、流域全体の河川整備状況調査、河川改修計画調査、土木構造物調査、維持管理体制調査など本マニュアルに定められた以外の事項についても検討し「河川ポンプ設備に関する河川排水機場総合診断調査表」にまとめ、委員会形式にて有識者等の意見聴取を行うものとする。

## 6.2 提 示 資 料

施設管理者は有識者等の意見聴取のため、次の資料を提示する。

(1) 設備の概要

設置年度、機場の概要、主要機器の仕様、運転操作方式、運転および維持管理体制、運転状況などをまとめたもの。

(2) 現状把握と問題点

現状を把握し、不具合事項、原因などを検討し、現状の問題点をまとめたもの。

(3) 現状の問題点とそれに対する措置方法

抽出した問題点とそれに対する措置方法を信頼性、維持管理性などより、総合検討し、最良の改善案とした理由をまとめたもの。

(4) 改善案の実施スケジュールおよび概算費用

改善（更新、改造・修理など）案の実施スケジュールおよび概算工事費をまとめたもの。

以下は必要に応じ提示する。

(5) 流域全体の河川整備状況および河川改修計画

当該流域および河川全体の改修状況と今後の計画をまとめたもの。

(6) 機場の土木構造物の状況

流入水路、吐出水槽、吸水槽などの機场上屋・機場本体・付属施設の状況をまとめたもの。

(7) 設備の維持管理体制

現状での維持管理体制および維持管理に対する将来構想をまとめたもの。

## 6.3 意見聴取

有識者等は、施設管理者から提示された「河川ポンプに関する河川排水機場総合診断調査表」の内容が、流域全体河川整備状況、河川改修状況、土木構造物、維持管理体制などの総合的な見地から適正であるかどうかを評価する。

その評価事項は

- ① 現状の問題点の抽出が適切であるか。
- ② 措置方法が適切であるか。

である。

### (1) 現状の問題点の抽出

現状の整備における問題点抽出の方法が、現状の不具合事項を把握し、その原因を究明し、検討しているかを、広い見地から評価する。

その評価の観点の一例を次に示す。

問題点	評価の観点
設備全般の機能、老朽化が問題となっている場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異常原因の究明は、土木構造物や環境（振動、騒音、水質）などをも対象とした広い範囲から行われているか。</li> <li>・設備を構成する多数のシステム・機器の中で劣化が進んでいる範囲を明確にしているか。</li> <li>・信頼性の面から見た評価がなされているか。</li> <li>・当該機場として、老朽化の改善以外に機能・性能の向上の必要性はないか。</li> </ul>
個別のシステム・機器の機能、老朽化が問題となっている場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異常原因の究明は、土木構造物や環境（振動、騒音、水質）などをも対象とした広い範囲から行われているか。</li> <li>・信頼性の面から見た評価がなされているか。</li> <li>・当該機場として、個別のシステム・機器の老朽化の改善以外に機能・性能の向上の必要性はないか。</li> </ul>
運転操作性が問題となっている場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の要因が明確になっているか。</li> </ul> <p>例えば、操作員の確保難、操作員の技能レベル、流域全体の広域管理の必要性、運転水位条件が建設当初と異なっているか、あるいは老朽化など。</p>
維持管理性が問題となっている場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の要因が明確になっているか。</li> </ul> <p>例えば、維持管理要員の確保難、または技能レベル不足など。</p>

## (2) 措置方法の選択と改善策

対象となっている問題ごとに、設備・システム・機器の措置方法（継続使用、改造・修理、更新）が検討され、その更新策が最良であるかを評価する。

### ① 措置方法の検討

現状把握より抽出された、設備の問題点に対し、種々の措置方法が検討されているかを評価する。

### ② 改善策

提案された改善策は、ポンプ設備全体としての信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理性などの面より総合的に検討し、決定されたものであるかを評価する。

# 7

## 更新の計画と施工

7.1 概 要 .....	7-3
7.2 計画時の検討事項 .....	7-4
7.3 施工前の検討事項 .....	7-6
7.4 施工後の総合試運転 .....	7-9

本項では、更新の計画時および施工前、施工後に行うべき事項について各段階ごとに説明している。

## 7.1 概 要

河川ポンプ設備の更新工事は、新設工事と異なり現有設備の機能・性能を確保したうえで進めなければならない。そのため、工事期間は非出水期の短期間の施工となり、出水期に入る前に現状復帰し、稼働可能な状態にしておかなければならないという厳しい制約条件があり、その形態は新設工事とかなり異なる。

揚水ポンプ設備などの常用設備の場合は、設備としての機能・性能を生かしながらの工事となるので、機能の維持の方法や作業の安全性などについて、施設管理者や運転操作員などとの十分な連絡のもとに実施する必要がある。

また、更新工事はその動機と目的によって調査・検討範囲が大幅に異なる。このため、目的に対して、どこまで遡って調査・検討するかを事前に明確にすることは、更新工事を順調に成就するうえで重要なポイントとなる。

## 7.2 計画時の検討事項

施設管理者は、総合診断と有識者等による意見聴取の結果を受けて、実施設計のための事前調査を行わなければならない。調査項目は更新工事の内容と範囲によっても異なるが、概ね、下記のような資料は基本的なものとして事前に準備しておくものとする。

- ① 建築・土木構造図
- ② ポンプ設備の完成図書
- ③ その他、必要な資料

なお、具体的な事前調査は個々のケースによって異なるが、一般的な検討事項を以下に示す。

### (1) 更新部分と設備全体のバランス

河川ポンプ設備は多くの機器で構成されているため、更新を行う部分によっては設備全体のバランスが変わることがある。このため、関連する設備・システム・機器、操作手順および管理体制などシステム全体の整合性を図りながら更新計画を策定するものとする。

- ① 操作制御システムなどの改善に伴う更新工事では、その規模が比較的大きくなることが多い。このため、他設備との関連や影響および不都合の有無などを十分に調査し、工事の手戻りのないよう更新計画の当初から配慮しておくものとする。
- ② システムの更新によって、操作手順や管理体制の変更が必要となる場合がある。このため、更新計画には、これらの内容を明確にしてから実施するものとする。

### (2) 工事履歴の調査

施設管理者は、竣工後に実施された各種改善工事の履歴と、これらの工事に関する図書類（改良・変更等の記録を含む）を収集し、その内容を確認しておく必要がある。このように、竣工時と現状の相違や問題点などを着工前にリストアップすることによって、機場の歴史と特殊性が明確となり、更新工事を推進させるうえで、その後の施工計画をスムーズに導く有益な資料となる。

### (3) 関連工事による遡及工事の要否調査

更新工事の対象と規模によっては、関係法規（消防法、騒音規制法、建築基準法、電気事業法、労働安全衛生法など）への遡及を義務付けられることがある。したがって、計画前には遡及工事の要否について十分に調査し、工事途中での更新、追加による中断または基本計画そのものの変更を招くことのないよう、慎重に調査を実施するものとする。

## 7.3 施工前の検討事項

施工計画は、請負業者が工事を当初の目的どおりに達成するための具体的な施工方法と施工手順を示すもので、現場工事と施工管理を行ううえで重要なものとなる。特に、更新工事は既設設備の中で撤去作業、作業時間帯、安全衛生管理および非出水期での短期間施工など新規工事と異なるさまざまな制約条件がある。このため、これらの特殊性を十分に把握したうえで、所定の工期内に完了させるよう計画を立案するものとする。

### (1) 全体工程把握のための調査

河川ポンプ設備における更新工事は、非出水期の短い期間に完了させるものとなる。そのため、工程に影響を及ぼす下記のような項目について事前に調査し、万一の出水に対しても、仮設計画などによる万全の措置を講ずるものとする。

#### ① 更新機器・機材の納期の確認

更新機器・機材の納期を事前に確認し、全体工程への影響について対策を講じるものとする。

#### ② 許可申請を必要とする設備と認可期間の調査

更新する設備・機器によっては関係省庁への許可申請が必要となる。したがって、これらの項目を事前にリストアップし、全体工程に影響を及ぼさないよう対策を講じるものとする。

#### ③ 作業条件の調査

更新工事は新設工事に比べて、作業条件が悪いのが一般的である。したがって、工事範囲の確認と対象関連設備の現地調査を実施し、作業条件を事前に見極める必要がある。そのうえで安全管理、施工方法、機材使用計画および労務計画などを検討し、全体工程を組み立てることが重要である。

また、更新工事は非出水期の短期間工事となるため、作業時間帯を含め騒音・振動等について関係者と事前に協議するものとする。

#### ④ 施工後の試運転・調整

工程表の作成にあたっては、施工後の試運転・調整に必要な期間を含め、関係者と十分な事前協議をしておくものとする。

## (2) 施工計画のための調査

更新工事の施工計画にあたっては、施工上の種々の制約条件を事前に調査し、適切な対策を講じるものとする。

### ① 機器・機材の搬入・搬出ルート of 調査

機器・機材の搬入・搬出ルートや機場周辺の状況は、建設当時とは大幅に変化しているケースが多い。また、機場内での機器の運搬においても、種々の制約条件によって新設工事と異なり、工事の進捗や安全性において問題となることが多い。そのため、工事の実施にあたっては、最も安全かつ効果的なルートを検討し確立しておくものとする。その内容の一部を次に示す。

- ・移送機材の最大分割寸法の検討。
- ・機場までの道路事情の調査。
- ・機場内の搬入・搬出ルートや開口部寸法などの実測。

### ② 機器・機材のストックヤードおよび現場事務所設置ヤード of 調査

工事を短期間に施工するうえで、機場周辺（できれば機場内）に必要なストックヤードおよび現場事務所の設置ヤードを確保するものとする。

### ③ 仮設計画のための調査

更新工事における仮設計画は、新設工事以上の困難さに加えて、工事進捗を大きく左右するため、極めて重要である。その内容の一部を次に示す。

- ・既設ポンプの緊急運転方法、人員配置などの計画。
- ・既設ポンプの緊急運転に備えての仮設電源、配線、機側盤などの計画。
- ・工事仮設足場の設置計画。
- ・工所用仮設水道、電力などの設置計画。
- ・既存設備への汚損、破損防止のための養生計画。
- ・災害防止のための安全機材などの仮設計画。
- ・現場事務所などの設置計画。

なお、上記の仮設計画は更新工事の内容や現地の状況によって大きく異なるため、関係者を交えての調査検討を行うものとする。

### ④ 対象工事部分の施工スペース of 調査

更新工事は既設機器・設備の中にあつて、当該機器・設備の撤去作業や仮置する

際に、さまざまな障害物が存在し、このことが施工上の制約条件となってくる。また、施工スペースが事前に十分把握されていなかったために、更新機器が所定の位置に納まらず、工事が途中で変更を余儀なくされ、工程に重大な支障をきたすことがあるので、十分な事前調査を行うものとする。

したがって、重要な部分の調査は実測および写真撮影などを行い、その結果を機器製作や施工図に反映し、現場工事の手戻りが発生しないように細心の注意を払うものとする。

#### ⑤ 騒音・振動などの影響度の調査

更新工事は、既設建造物の一部修正、撤去等の改造工事を伴うことが多い。このため、工事中に発生する振動、騒音および塵埃の発生などが近隣地域や既存の使用機器に影響しないよう、十分な対策を講じるものとする。

## 7.4 施工後の総合試運転

更新工事の竣工時には総合試運転を実施し、更新前後の機能・性能などを比較するとともに、その効果を確認するものとする。

- (1) 更新工事の竣工時には、個々の機器および設備の試験・検査を実施することはもちろんのこと、システム全体の総合的な機能を確認するものとする。
- (2) 全体的な更新においては、竣工時に対象設備についての総合試運転を実施する。  
また、部分的な更新においても、操作制御などのように設備全体の機能チェックが必要な場合は、総合試運転を実施するものとする。
- (3) 部分的な更新においても、その設備の履歴を正確に記録し保存することは重要である。そのため、工事前後の状態が明確に把握できるよう更新理由、工事内容および更新後の状態などを詳細に記録し保管するものとする。

# 8

## 改造・修理の計画と施工

### 8.1 改造・修理の計画と施工 .....8-3

本項では、「総合診断の必要性の検討」や「総合診断」の実施結果に基づき、改造・修理工事を計画・施工する場合に、検討すべき事項について説明している。

## 8.1 改造・修理の計画と施工

改造・修理の計画と施工に際しては、ポンプ設備全体に大きく影響を及ぼす場合があるので、基本的には「7 更新の計画と施工」と同様の事項について検討する。

- (1) 改造・修理に際しても、更新工事と同様に下記のことに留意して施工する必要がある。

- ① 施工は、出来る限り非出水期など、排水を必要としない時期に計画するとともに、現有設備に支障のないよう進める必要がある。
- ② 改造・修理部分と関連する周辺機器、操作手順、管理体制などとの整合性を図る。
- ③ 施工期間中は、種々の制約条件を調査し、適切な安全対策を講じる。

- (2) 改造・修理後は、下記のことについて実施するものとし、将来の総合診断などのデータとして活用する。

- ① 設備の履歴の記録および部品の整理・保管を行う。
- ② 施工後は、総合試運転を行うことを原則とし、改修前後の機能・性能などを確認する。

# 9

## 継 続 使 用

### 9.1 継 続 使 用 .....9-3

本項では、「総合診断の必要性の検討」や「総合診断」の実施結果に基づき、設備を継続して使用する場合には、検討すべき事項について説明している。

## 9.1 継 続 使 用

総合診断の必要性の検討や総合診断の実施結果から、機器を継続して使用する場合には、その設備に設定された条件を十分に配慮し、関係者が理解するための措置を講じるものとする。

- (1) 施設管理者は、運転操作面や維持管理面での対処すべき事項と、継続使用期間を明確にし、この期間中の点検・整備は特に入念に行うものとする。
- (2) 重要機器である主ポンプ、主ポンプ駆動設備、電源設備および監視・操作制御設備などの場合は、総合診断の結果にもとづいた措置を講じるとともに、管理運転の回数を増やすなどして運転中の振動、騒音、温度などの監視を強化し、異常の早期発見に努めなければならない。
- (3) 施設管理者は、総合診断によって設定された条件を、常に運転操作員、管理人などの関係者に周知徹底させるため、掲示板、銘板および札などを壁や機器自体に取り付け、常に注意を促すなどの措置を講じなければならない。

10

## 添 付 資 料

1. 河川ポンプ設備更新検討要綱・同解説 ……………添- 3
2. 揚排水機場耐震点検マニュアル・解説 ……………添-31
3. 用 語 ……………添-63
4. 関係法規・規格・基準 ……………添-69
5. 最近採用されている各種技術の概要 ……………添-71
- 6 有識者等の意見聴取のための資料の一例……………添-93

# 1. 河川ポンプ設備 更新検討要綱・同解説

平成6年1月

建設省建設経済局建設機械課  
建設省河川局治水課  
建設省河川局都市河川室

## 河川ポンプ設備 更新検討要綱・同解説

### 目 次

#### 第 1 章 総 則

第 1 条	目 的 .....	添- 4
第 2 条	機能保全とその限界 .....	添- 6
第 3 条	総合診断 .....	添- 8

#### 第 2 章 総合診断

第 4 条	総合診断の必要性の検討 .....	添-10
第 5 条	総合診断の種類と選択 .....	添-13
第 6 条	総合診断の対象範囲 .....	添-14
第 7 条	総合診断 .....	添-15

#### 第 3 章 付 則

第 8 条	更新の計画と施工 .....	添-18
第 9 条	改造・修理の計画と施工 .....	添-21
第10条	継続使用 .....	添-22
参考資料	1 河川ポンプ設備更新検討フロー.....	添-23
参考資料	2 機器の耐用年数.....	添-24
参考資料	3 河川ポンプ設備の構成.....	添-25
付 録	河川ポンプ設備更新検討要綱について .....	添-26

## 第1章 総則

## 第1条 目的

本要綱は、河川ポンプ設備の機能保全を図るため、設備の更新等の検討に必要な技術的事項を取りまとめたものである。

## (解説)

(1) 河川ポンプ設備の機能は、設備の運転性能を発揮できるかということと、求められたときに確実に動くか（アベイラビリティ）という2点から評価される。この機能を求められる水準に保つための作業を「保全」と呼び、保全を行う動機付けの第一は故障からの回復、第二は故障の予防である。

河川ポンプ設備のように、故障による機能の喪失が与える影響の大きい場合には、故障の予防を動機として保全が行われている。保全の対象は、河川ポンプ設備としての機能を損なう恐れのある部分について行われる。このとき、構成要素毎の故障発生率と設備機能への寄与率を勘案して行うことにより、全ての構成要素について、設備全体の機能の観点から効率的に保全することが可能である。

(2) 河川ポンプ設備など、正常に動作することを求められるものは全て、その機能発揮を妨げる事象（故障）を避けるための処置が施されている。

また、多数の部品で構成されているものでは、たとえ一つの部品でも壊れるまで徹底的に使用すると、部分的な故障が他に影響し、システム全体の機能を損なう恐れがある。このため、機械設備について適時・適切に機能保全を行うことによって、次の点検までの期間に発生する故障の可能性の把握と必要な故障対策が可能になり、設備の機能保全ができるようになる。

(3) 機械設備の目的や用途によって、アベイラビリティの考え方は異なる。

常時運転されているプラントなど（常用系と呼ぶ）では、いかに連続的に運転するかが問われるため、全運転必要時間に対する正常な運転時間の率として表されるが、河川ポンプ設備のように常に待機状態なもの（非常用系と呼ぶ）では、起動した上で一定の時間を連続的に運転しなければならないため、何回かの起動の内で起動できる確率と、起動後に所要の時間の運転が継続される確率との積で表される。

(4) このような故障と正常といった二極のみの考え方に加えて、故障からの回復を考慮することもある。これは、故障からの回復に要する時間が異なれば、故障の発生する確率が同じでも「信頼性」は異なってくることを考

慮するもので、「保全性」として評価される。設備の設計段階では重要な因子であるが、本要綱の対象となる維持・更新では後に触れる機能的要因または社会的要因の一部を構成することになる。

(5) 本要綱は、以上の観点から、河川ポンプ設備の運転の確実性と運転性能の保持のために維持・修繕を確実に行うとともに、その限界として発生する耐用限界に対応する更新を考えるきっかけとなる動機から、更新の計画と工事の実施における基本的な考え方と必要な技術事項をまとめたものである。

(6) 河川ポンプ設備の設置後、社会的環境変化などで設備の機能・性能を十分発揮できない場合は、設備の排水性能・運転操作方式・維持管理体制・設計上の設定条件などの現況も評価の対象とすることが必要となる。

このため、ポンプ設備の範囲を超えて、河川ポンプ設備全体の機能・性能に影響する流入水路、吐出水槽等の土木構造物に関する検討を含めて、河川ポンプ設備全体の計画を見直す必要があることもある。

また、ポンプ設備の改良を行うよりも、土木構造物の改良による方が有利な場合も考えられる。

このように、ポンプ設備の範囲を超えた対応を検討する必要性が生じた時はこの要綱によることなく、河川改修や土木構造物の専門家を交えた新たな検討を行う必要がある。

**第2条 機能保全とその限界**

河川ポンプ設備の機能確保のためには、的確な維持・修繕を実施しなければならないが、維持・修繕による機能保全には限界があるので、適時・適切に更新等の措置を講じること。

**(解説)**

- (1) 機械設備は、運転によって油脂類や摩擦部品類が消耗したり、金属部分や電気的な接点などが腐食したりして、「損耗」が次第に進行して故障に至る。河川ポンプ設備のような常に待機状態にある設備ではこれらの損耗が、突然に故障として現れることが多く、故障時の地域に対する影響が甚大であることから、設計段階での信頼性の向上や、不具合を事前に察知するための点検が非常に重要で、定期的な点検を的確に実施することによって、設備の信頼性の確保に努めている。
- (2) しかし、点検・整備による信頼性の維持に努めても、設備の老朽化による信頼性の低下は避けることが出来ない。例えば、ボールベアリングに定期的に給油していてもその摩耗を止めることは出来ず、いずれは交換を必要とする。慎重な塗装の維持を行っていても、わずかずつ進む錆や、塗替え時のケレンによって板厚は減少し、いずれは所要の板厚を下回ることになる。電気的な接点は接・断の繰り返し以外にも劣化が進み、絶縁体では絶縁抵抗が低下することによって、交換を余儀なくされる。
- (3) 多くの部品から構成される複雑なシステムでも、最終的には単品の部品で構成されているのであるから、原則としては、壊れた部分を補修することによって永久的に使用できるはずである。

しかし、更新時期の近づいた部品は故障し易く、いくつかの部品を組み合わせた装置では、最も故障し易い部品に対応した間隔での保全が求められるため、故障発生率を一定に保つための保全間隔や保全経費が大きくなり、機械全体あるいは大きな部分を新品と取り替える方が経済的になることがある。

また、このような信頼性の観点だけでなく、機能的要因、社会的要因あるいは災害的要因等が複合的に影響して新しいものと取り替える（更新する）ことが必要になってくる。

このように、経済的その他の観点から、構成要素毎あるいは設備全体としての保全を続けることが限界に達することになるが、これを「耐用限界」と呼び、更新によってこれに対応することになる。

- (4) 設備が、造られてから、各種の保全を行い、最終的に全てが新しいものと置き換えられるまでを設備のライフサイクルといい、この間に設備の設置、運転及び保全にかかる直接的な経費をトータルライフサイクルコスト（以下、ライフサイクルコストという。）と呼ぶ。

河川ポンプ設備のように、故障による影響が極端に大きい場合は、ライフサイクルコストにこの間に想定される故障による危険負担を加えることも考えられる。基本的には、このライフサイクルコストを最小にするように、耐用限界決定の各種要因を総合的に検討して、設備の機能を保持する保全活動を行うことが最も経済的である。

**第3条 総合診断**

河川ポンプ設備の設置後の運用状況等の分析によって、維持・修繕による機能保全が限界に達したと判断されるときは、本要綱による総合診断を実施すること。

**(解説)**

(1) 河川ポンプ設備は長期的には経年劣化したり、急激な都市化や、ニーズの多様化など社会環境の変化や機能高度化による既設設備の陳腐化など、種々の要因から設備が耐用限界に達し、正常な運用が困難となる場合があり、設備の機能回復のための最適な処置を施すために設備の診断を行うことが必要となる。

また、このような診断は、当該設備の性能・機能の基礎データはもとより同種設備設置後の経過年数による故障のデータの蓄積に基づく耐用年数の目安や、補修履歴、不具合発生状況などの把握、分析に基づいて判断されるもので、常に設備の状況把握や正しい資料管理をしておくことが大切である。

(2) 設備の耐用限界の主な要因には、物理的要因、機能的要因、社会的要因があり、これらの要因に経済的要因も加わって、各要因が個別に、または、相互に関連しているため、設備の耐用限界設定における総合的判断が重要になってくる。

**①物理的要因**

老朽化した設備は、摩耗、腐食や自然劣化等によって機器は経年劣化し、主機類に性能低下が現れ、故障率は次第に大きくなり、設備としての信頼性は徐々に低下し、目標とする信頼度を維持することができなくなる。

したがって、設備としての健全な運用に支障をきたすこととなり、物理的耐用に達したといえる。そのため、適切な時期に物理的要因を動機として、経済面を考慮した設備の診断を行い、不具合発生を未然に防止するための対策を講じるものとする。

**②機能的要因**

河川ポンプ設備を構成する機器系統は、操作性の向上、信頼性の向上、省力化を目指して常に研究、開発が進められ、その都度、新技術導入が図られている。このような技術改善に伴って、設備として相対的な機能低下により望ましい設備の運用に支障をきたした場合、機能的耐用限界に達したとして設備の診断を実施し、その対策を講ずることが必要となる。その

ため、設備を構成する機器系統の機能評価を主眼とした診断を行うものとする。

このような診断は、現在の設備が陳腐化したり、運転操作方式や維持管理体制上から要求される新しい機能的要求に応えられなくなったときに判断される。

### ③社会的要因

都市化の進展によって、設備の公害対策や、エネルギー転換などによる構造改善要求に加え、都市化の進展に伴う流出係数の増大や、保水機能の低下、などにより、雨水流入形態が、大量かつ急激に流下する傾向となり、ポンプ設備にとって厳しい状況におかれるようになってくる。

また、流域の社会活動の変化によって流出する塵埃が変化し、除塵設備が機能しなくなる場合もある。

これらの社会的要因から、設備の設計上の設定条件が設置当初から大幅に変化したことで、当該設備の正常な運用に支障をきたす場合は、その改善に向けた診断を行うものとする。

このような診断は、河川ポンプ設備を設置したときの設計条件に基づく性能で対応しきれなくなるような、施設全体または系統の機能・能力上の問題に応じて判断される。

- (3) 河川ポンプ設備のように複雑なシステムから構成される設備であっても、これを構成する機器単位の要素に分割し、個々の機器単位の耐用限界の設定によってシステムの耐用限界が設定され、さらにシステムの耐用限界の設定によって、設備全体の耐用限界を設定することができる。

このとき、耐用限界を考える対象範囲が広がるほど、物理的に使用可能であるにもかかわらず交換すべき部品が増えてくることになる。すなわち、使用可能な部品を交換するという点からみれば、経済的要因が、物理的、機能的、社会的要因を上回ることになるわけで、決定における総合的判断が重要になってくる。

したがって、設備の要素について運用上の問題や更新の必要性が発生したときは、設備全体から当該要素を見直し、単純な問題であれば、当該要素の改造・修理を行ったり、注意深く見守りながら継続的に使用することになる。しかし、いくつかの要素にまたがっている恐れがあるときや、更新の必要性が発生したときなどは、設備全体を見渡し、耐用限界の各種の要因を総合的に勘案した上で総合診断を行わなければならない。

## 第2章 総合診断

## 第4条 総合診断の必要性の検討

河川ポンプ設備が次の状況に至っている場合は、総合診断を実施すること。

- (1) 設備・システムが社会的または機能的耐用限界に達している恐れがある場合。
- (2) 重要な機器が耐用限界に達している恐れがある場合。
- (3) 機器・システム等の異常の原因が不明確な場合。
- (4) 改造・修理する機器等が複数のシステムに関連する場合。

## (解説)

- (1) 施設管理者は、河川ポンプ設備の総合診断を実施する前に、自ら、システム・機器等の状況に基づいて総合診断の必要性について検討しなければならない。

総合診断の必要性の検討は、施設に求められる目的・機能や性能・信頼性等から、現状施設経過の年数・各機器等の重要度・影響度を考慮し、これらに対する現状を見極め、かつ経済的要素も勘案して修理等の処置や、総合診断の措置を導くため行うものである。

したがって施設管理者は、現状の施設・設備・システム・機器の状況を判断するための当初性能記録、保守管理記録、修理・改造等記録、不具合等の記録に基づき年点検、定期点検結果を契機として総合診断の必要性が検討される。

- (2) 河川ポンプ設備は、施設自体に求められる機能、適正な運用、健全な維持管理を基本に計画され設置されており、総合診断が必要となる場合は、次の場合である。

- ① 設備・システムが社会的または機能的耐用限界に達している恐れのある場合。

動機が社会的要因により、当該設備・システムの設計上の設定条件が設備当初から大幅に変化し、正常な運用に支障をきたす場合は設備・システムを見直す必要があり、総合診断で改善に向けた措置を検討する必要がある。

- ② 重要な機器が耐用限界に達している恐れのある場合。

耐用年数は、機場の設置条件や維持管理等によって左右されるが、重要な機器は河川ポンプ設備の排水機能に直接影響を及ぼす中枢を担う機

器であるので、これらの機器の機能確保の観点から、耐用年数を迎える段階での総合診断が必要である。

③ 機器・システム等の異常の原因が不明確な場合。

機器レベルの異常であっても原因がつかめない場合は、設備・システム等の中で、機器の劣化・陳腐化等の進行程度のアンバランスなどによる相互の影響が原因しているなど、複雑な要因が想定される。

このような場合は、原因がつかめないまま、単に小手先だけの修理等の措置では、いずれ重大な故障に至る危険性が極めて高いので、早期に原因究明、劣化等の進行予測等の総合診断を行うべきである。

④ 改造・修理する機器等が複数のシステムに関連する場合。

設備・システムは、各機器から構成されており、各機器の機能・性能がバランス良く調和され、機能・性能が発揮される。

したがって、他のシステムに影響を及ぼす場合やその影響範囲が不明な場合は、システムの改善や更新、組み換え等を総合診断で検討すべきである。

- (3) 改造・修理で対応する場合は、基本的には原因が明確で他のシステム・機器に影響がない場合であり、機器等の機能・性能が低下した場合、もしくはシステム・機器が陳腐化して許容範囲を越えている場合や、設備・機器が点検・整備等で異常が認められる場合などである。

明らかに緊急性や経済性など諸条件により、部品交換等の修理が得策である場合を除き、修理によりどの程度の回復または機能保持ができるかなどその効果を検討するとともに、経済性等を加味して修理または交換が適切であると判断される場合に実施する。

- (4) ある程度の性能低下・陳腐化が認められるが、機器として当分機能・性能の確保が期待され継続使用できる場合は、点検や整備時に重点的に監視し、異常の要因である振動・騒音等の状態の把握を行うことや、運転時間を指定し機器等の使用期間を限定するなど、継続使用の条件を設定することが必要である。

- (5) 本要綱では、河川ポンプ設備における設備・システム等を次のように分類する（分類の詳細は参考資料 3.を参照）。

① 設備

河川ポンプ設備を構成するポンプ設備、流入水路、沈砂池、吐出水槽、吐出樋門・樋管等をいう。

② システム

ポンプ設備を構成する機器の集合体で、監視・操作制御設備、主ポンプ設備、主ポンプ駆動設備、除塵設備、燃料系統、冷却水系等をいう。

③ 機 器

各システムを構成する単位で、例えば主ポンプ設備では主ポンプ、主配管、吐出弁、逆流防止弁等をいう。

なお、機器のうち重要な機器とは、主ポンプ、原動機、クラッチ、減速機、監視・操作制御設備の各盤類、発電機、除塵機等をいう。

**第5条 総合診断の種類と選択**

総合診断には、次の3種類があり、これらのうちから最適な種類を選択すること。

- (1) 全般概略診断：ポンプ設備全般の機能及び状況を概略的に調べるときに行うもの
- (2) 個別診断：診断の対象とするシステムや機器が明確なときに行うもの
- (3) 目的別診断：管理方式の改善や新技術の導入など特別な目的をもって行うもの

**(解説)**

- (1) 「全般概略診断」とは、設備を構成するシステム・機器全般を対象として実施するもので、耐用年数を越えた重要な機器を含んだポンプ設備の全体の状況を大まかに診断したいとき、もしくはシステム・機器等に異常が発生し、原因がはっきりしない、あるいは管理運転や既存データの検証等により、外観だけでは確認できない欠陥を捕捉したときに行う。

この診断では、異常の有無やその原因究明・劣化等の進行予測等を行ったりすることが可能である。

全般概略診断の結果によっては、さらに個別診断や目的別診断を必要とすることもある。

- (2) 「個別診断」は、詳細に個別の設備・システムや機器を診断し、異常の把握や問題点の抽出および改善案を検討するときに行うものである。設備・システム・機器の更新や補修、体制の改善等の具体的な提案を得ることができる。
- (3) 「目的別診断」は、特定の明確な目的をもって行うものであり、運転方式や維持管理体制の改善、設備の陳腐化解消のための新技術の導入等の具体的な改善を得ることができる。

**第6条 総合診断の対象範囲**

総合診断の対象範囲は、異常や問題のあるシステム・機器に限定せず、ポンプ設備の関連する他の部分を含めて適切に設定すること。

**(解説)**

ポンプ設備は監視・操作制御設備、主ポンプ設備、主ポンプ駆動設備、除塵設備、補助機器設備等多様なシステムに支えられた設備であり、設備としての機能・性能を発揮するためには、構成しているシステム・機器が正常に相互に確実に作動しなければならない。

異常や問題のあるシステム・機器個々の機能評価だけでは、設備として、総合的な機能評価にはならない。したがって、総合診断の対象は異常や問題点と直接関係あるものに限定するのではなく、ポンプ設備に関連があると予測されるものにまで範囲を広げるように留意する必要がある。

### 第7条 総合診断の実施

総合診断では、流域の治水計画に基づき、ポンプ設備全体としての信頼性、機能・性能、安全性、運転操作性、維持・管理等を総合的に勘案し、適切な更新、改造・修理、継続使用等の計画を策定すること。

なお、対処方針の策定にあたっては、幅広い見地から有識者等の意見聴取を行うこと。

#### (解説)

(1) 総合診断を進めるにあたっては、次の事項に留意する。

##### ① 診断計画の策定段階

診断計画の策定にあたっては、診断の目的を明確にし、その診断の種類毎の特質にも考慮しておく。

##### ② 診断対象の状況調査段階

診断対象の状況調査にあたっては、定期点検整備記録、運転時点検記録、修理履歴、建設時の状況等のほかに、必要に応じて現地調査等による新たな情報の入手を行う。

##### ③ 不具合事項の分析・検討段階

不具合事項の分析・検討には、システム・機器の劣化の程度、更新対象範囲、更新実施予測効果、他の実施例等も加味する。

##### ④ 診断による改善案の検討段階

- 1) 改善案は、揚排水ポンプ設備技術基準(案)等に基づいた合理的なものとする必要がある。
- 2) 総合診断の改善案は、ポンプ設備全体としての信頼性、機能・性能、安全性、運転操作性、維持・管理等の面より定量的・定性的な考察を加えた総合的に評価したものとすることが不可欠である。
- 3) 改善案は、不具合事項の大きさや今後の進捗予測、対処を必要とする緊急度合等を念頭におくと共に、現地条件との合致性や実施の難易性等にも配慮した合理的かつ総合的なものとする必要がある。
- 4) 改善案は、種々の条件が考えられるときには、各々のケースに適合した複数のものですることが望ましい。

(2) 改善への処置の決定にあたっては、次の事項について考慮する必要がある。

##### ① 更新

更新は、投資効果と機能確保の観点から、更新の対象となる機器の範

図と、更新によって置き換える機器の機能のレベルとの最適な組み合わせを選択する必要がある。

#### ②改造・修理

ポンプ設備のシステム・機器の改造・修理は、本来の機能・性能の回復のみに効果が限定されるので、機能・性能の向上を目指すときには適さない。

また、システム・機器自体の経年劣化がポンプ設備全体に進んでいるので、改造・修理では、設置当時の機能・性能の完全回復に迄は至らない。

改造・修理はポンプ設備のシステム・機器全体としての対処となるよう留意する必要がある。

#### ③継続使用

更新年数を越えたシステム・機器を継続使用とするときは、運転操作面及び維持管理面での対処すべき事項とその期限を設定する。

なお、この期限内にはたとえ表面上では異常が認められていなくとも、点検・整備を入念に行い、運転中も異常振動や異音発生等に注意を払うなど異常の早期発見に配慮する必要がある。

また、その期限に到達したら、再度、総合診断等により以降の処置を検討する。

- (3) 更新では、第一義的には、故障の恐れのある部品の交換で機能の維持を図るが、部品単位の更新では十分な機能維持が図れなかったり、短期間に設備やシステムのほとんどを更新する必要が見込まれる場合には、構成機器や関連システムの全部を更新することになる。

また、点検・整備の水準、運転操作員の確保の状況、設備周辺の環境の変化による運転条件の変化などのほか、近年の技術を取り入れた方が今後のライフサイクルコストが経済的であるなどの理由により、直接に必要な範囲を超えた大がかりなシステムの更新やポンプ設備全体の更新が求められる場合もある。

- (4) このような更新の対象となる範囲だけではなく、同じものと置き換える（リブレース）のか、より高い機能のものと置き換える（リニューアル）のかといった更新のレベルの問題もある。部品単位の更新であれば、機器の構成単位であることから、現在使用しているものと同じものに置き換える場合がほとんどであるが、更新の範囲が広がるにつれて、その後の技術革新によって高い技術のものが一般的になったり、更新そのものが性能や信頼性の向上を求めていたりといった理由で、現在使用しているものより高い機能のものと置き換える方が効果的な場合がある。

(5) 最小限の範囲で同じものと取り替えるのでは、更新コストは低くなるが、その後の保全を考慮した場合には必ずしも有利でない場合がある。したがって、更新に当たっては、更新の動機と今後の使用予定、使用環境、社会的要請、技術的見通しなどを総合的に判断し、更新を起点とするトータルライフサイクルコストを考慮して、その対象とレベルの最適な組み合わせを選択する必要がある。

(6) 河川ポンプ設備には数年後に改修が計画されている場合や、維持管理体制の集約化などの整備が計画されている場合がある。

このため、総合診断に当たっては、このような流域の治水計画と整合した適切な措置方法の提案を行うことが必要である。

(7) 総合診断では、適切な更新、改造・修理、継続使用などの計画を策定するほか、概略の実施計画についても策定し、総合的に検討する必要がある。

(8) 対処方針は、多角的技術及び将来の状況をも視野に入れて策定しなければならない。

このため、総合診断の結果について、流域全体の整備状況、改修計画、土木構造物、維持管理体制等を考慮した広域的かつ中立的な立場から、有識者等の意見を聴取する。

(9) この場合、資料として総合診断結果のほか、検討に必要な流域全体の河川整備状況、改修計画、土木構造物、維持管理体制等必要な情報を提示する。

## 第3章 付 則

## 第8条 更新の計画と施工

河川ポンプ設備の更新を計画、施工の際には次の事項に留意すること。

## 1 計画時の留意事項

- (1) 現有設備を十分調査し、更新施工期間中にできる限り排水機能が停止しないように計画すること。
- (2) 更新した部分は関連する周辺機器、操作手順、管理体制等との整合性が図られること。
- (3) 更新実施時に関係する法規（消防法、騒音規制法、大気汚染防止法、建築基準法、電気事業法など）を十分調査し、新たに規制を受ける場合は必要な処置を講じること。

## 2 施工時の留意事項

- (1) 更新の施工にあたっては、その計画に基づいて実施工程を立て、排水機能に支障を来さないように工程管理を行うこと。
- (2) 一時的に古いシステム・機器と新しいシステム・機器が同一場所に混在するために起こる種々の制約条件を調査し、適切な安全対策を講じること。

## 3 施工後の総合試運転

- (1) 更新実施内容など状況を記録し、保管すること。
- (2) 施工後、総合試運転により総合的な機能を確認し、試運転記録を保管すること。

## (解説)

(1) 更新の計画時には、新設工事における計画の留意事項のほかに主に次のような事項に留意する必要がある。

- ① 掘付、撤去等の施工が出水期にあたらないう工期を設定することが必要である。
- ② 施工期間中、対象設備の機能が停止しないために、現有のシステム・機器と新しいシステム・機器が一時的に二重に設置されることもあり、スペースに注意を払った施工計画を作る必要がある。
- ③ 施工期間中、やむを得ず排水機能が停止する場合には、施工を非出

水期とし、停止期間を極力短くするように計画するとともに、周辺関連排水施設、防災関連機関（消防署等）、自治体等に連絡し、その期間中の対応を協議する必要がある。

- ④ 部分更新を行うことで設備全体のバランスが変わってくるがあるので、更新部分と、関連するシステム・機器、操作手順、管理体制等との設備全体の整合性を図りながら計画する必要がある。
- ⑤ システム・機器の変更により、操作手順や管理体制の変更をきたす場合には更新の段階毎に操作手順や管理体制にも見直しが必要である。
- ⑥ 設備の一部を変更するなどの更新を行う場合、新たに関係法規の規制を受けることがある。

また、新たに関係法規の規制を受けない場合でも、システム・機器の変更や、設置場所の変更により関係法規による届出を必要とする必要がある。

更新の計画時には、法規制による工事や届出等について、漏れのないうような事前に十分調査し、計画そのものの変更を招くことのないよう検討する必要がある。

(2) 更新の施工時には次のような事項に留意する必要がある。

- ① 施工期間は、やむを得ず排水機能の停止期間が生じる場合でもできる限り排水機能の停止期間を短くし、また停止期間が非出水期となるよう工程計画を立てる。そのため、古いシステム・機器の撤去、改修、新しいシステム・機器の設置が同時進行し、工程管理が難しい面があるので綿密な工程計画を作成する必要がある。

工程管理者は作業内容ごとに工程計画に基づいて実施上の詳細工程を立てて管理を行い、それらの接点で施工がとぎれて工程遅延が起こらないようにきめ細かく監督、管理することが必要である。

工程管理者は、工程遅延が生じることが予測された場合、迅速に対策を講じ、かつ工程遅延により出水期に排水機能が停止しないように工程計画を立て直さなければならない。

- ② 更新は、既存の設備が稼働中に実施するため、一時的に古いシステム・機器と新しいシステム・機器が同一場所に混在することになり、安全管理が重要となる。

既設設備の電源設備通電中に施工するときは、十分安全管理を行い、必要に応じて一時的に電源遮断等の措置を講じなければならない。

また、対象機場のスペース上の制約条件を調査し、更新施工期間中における機器・資材等の設置スペースや、搬入・撤去の通路スペース、作業スペース、運転操作スペース等を確保できるように事前に十

分検討し、適切な安全対策を講ずることが必要である。

更新の施工にあたって、仮設置や仮配線などの一時的な施工においても、機能の保持、運転上・作業上の安全確保ができるよう検討しなければならない。

(3) 更新施工後には次の事項に留意する必要がある。

- ① 河川ポンプ設備自体はもとよりのこと、システム・機器等の履歴を正確に記録することは重要である。

特に部分的な更新においては、工事後の状態が明確に把握できるよう更新等の理由、工事の内容、更新後の状態などを報告書・図面などで記録し、保管・管理しなければならない。

- ② 更新した個々のシステム・機器の検査を実施することはもちろんのこと、システム全体の総合的な機能の確認が必要である。

このために、部分更新、全体更新いずれの場合も、更新後総合試運転を実施することが必要である。

特に、更新施工前後の試運転記録を比較することは、機能上、性能上の更新の評価をする上で重要なことである。

**第 9 条 改造・修理の計画と施工**

改造・修理の計画、施工の際には、ポンプ設備全体に大きな影響を及ぼす場合があるので、第 8 条と同様の事項について留意すること。

**(解説)**

(1) 改造・修理を行う際には、更新と同様の事項に留意しなければならない。

すなわち、改造・修理の計画に際し、第 8 条 1. (1)の施工中、排水機能が停止しないこと、第 8 条 1. (2)の改造・修理の部分と関連する周辺機器、操作手順、管理体制等との整合性を図ることなどの点を留意する必要がある。

また、改造・修理の施工に際し、第 8 条 2. (1)の実施工程をたてて工程管理を行うこと、第 8 条 2. (2)の施工中の適切な安全対策を行うことなど改造・修理も、更新と同様に留意する必要がある。

(2) 改造・修理の場合、特に必要なことは、第 8 条 3. (1)の部品・設備の履歴を記録・保管することであり、後の総合診断の際、この履歴データによって過去の経緯を判断することができる。第 8 条 3. (2)の総合試運転についても総合試運転を実施することを原則とする。ただし、小規模な改造・修理の場合省略することが出来るが、この場合も改造・修理を行った箇所については部分的な確認試験を行う必要がある。

## 第10条 継続使用

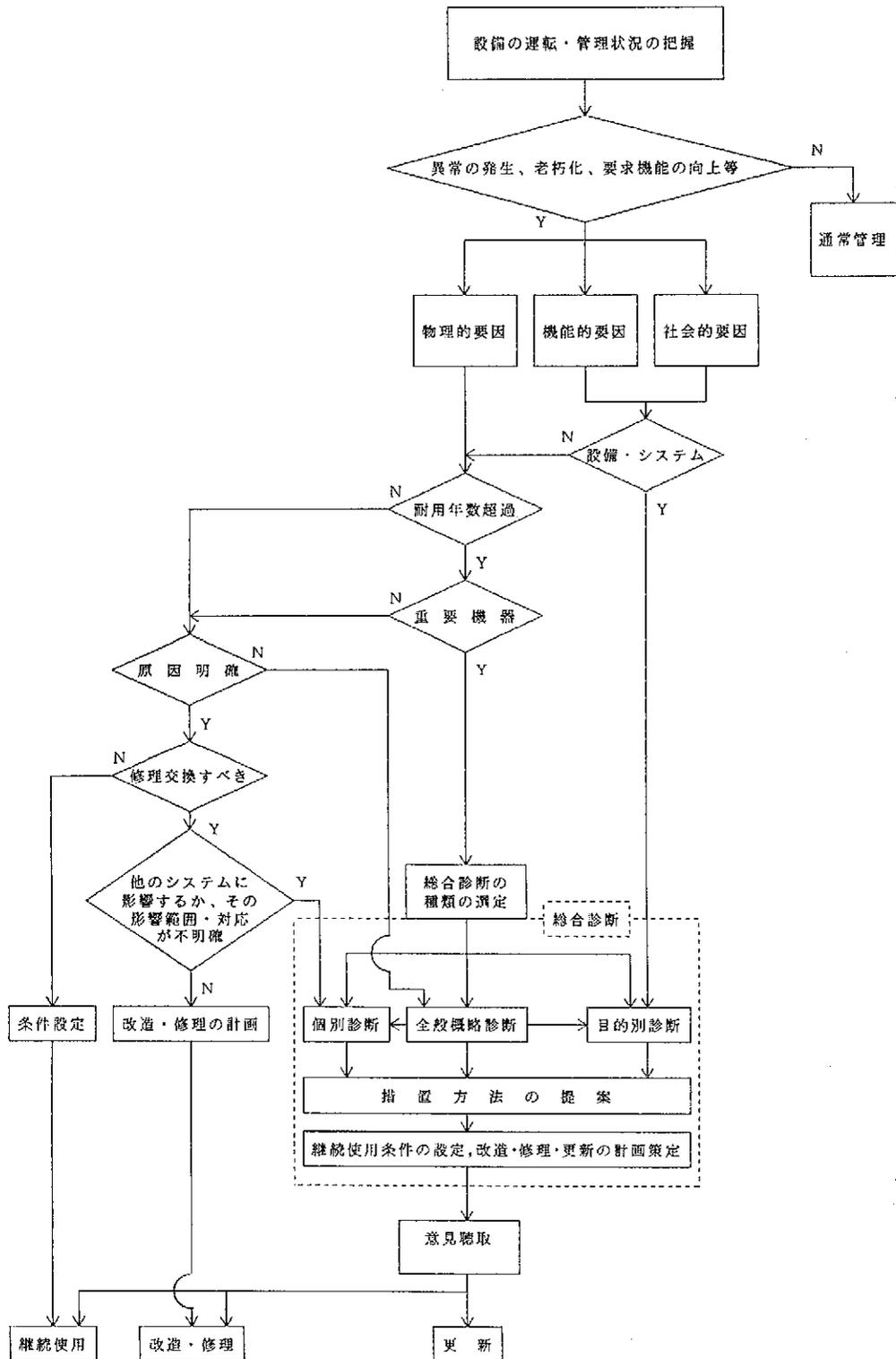
継続使用については、運転・維持管理の関係者にポンプ設備に設定された条件を十分理解させるための措置を講じること。

## (解説)

- (1) 総合診断の必要性の検討や総合診断結果として、継続使用となる場合は、
- ① システム・機器などは、通常の点検・整備事項の他に運転中の状態等を重点的に監視すること。
  - ② 一定期限内は、点検・整備を入念に行い、機器の異常振動、騒音発生などに注意をはらうこと。
- などの、条件が設定されるので、施設管理者はポンプ設備の運転操作・維持管理に係わっている関係者に設定された条件を周知徹底させなくてはならない。
- (2) 日常点検や定期点検時に異常が発見された場合には更新、改造・修理の早期対処が可能なよう配慮しなければならない。

参考資料 1

河川ポンプ設備更新検討フロー



## 参考資料 2

## 機器の耐用年数

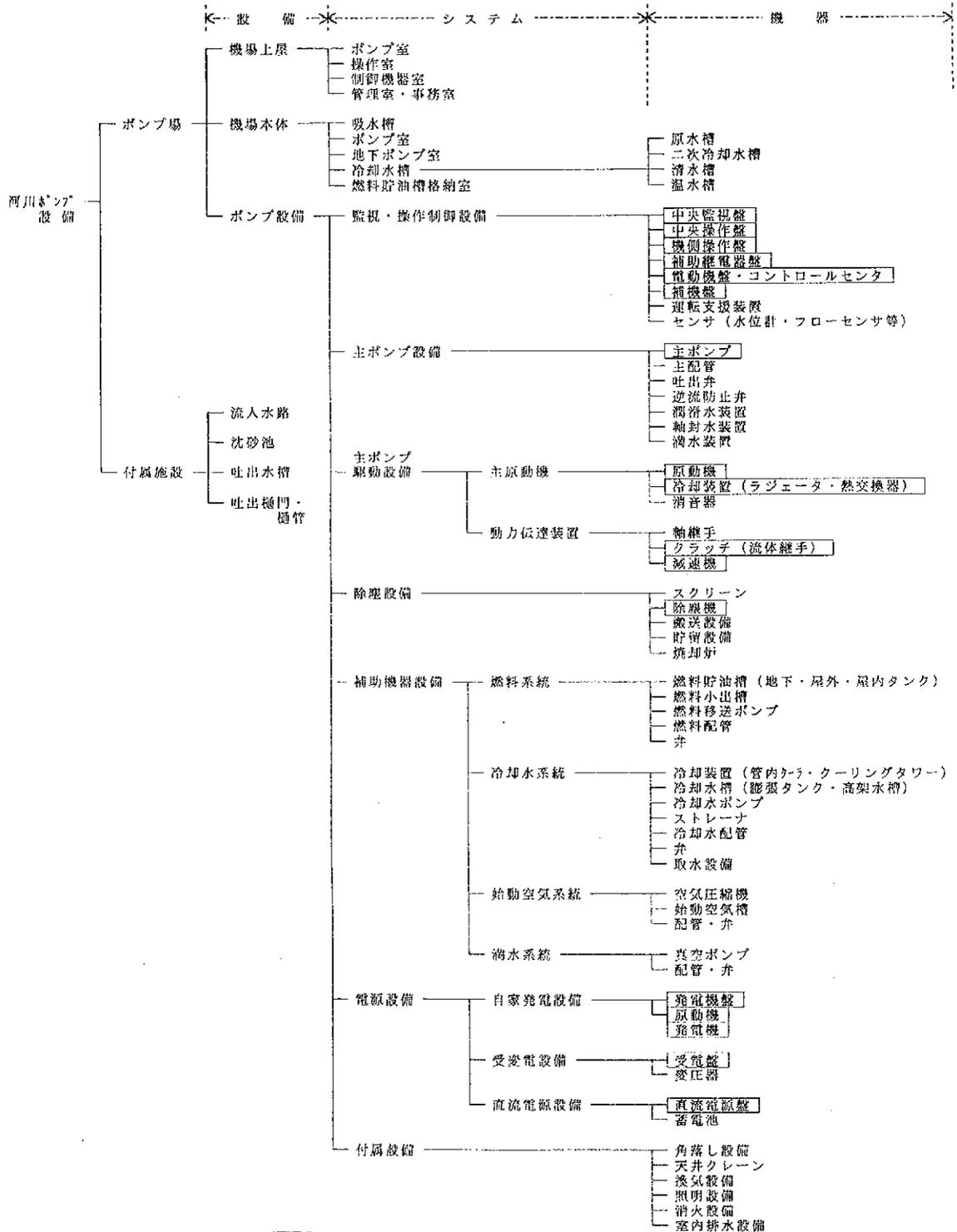
システム	機器	経済的 注1) 耐用年数	更新 注2) 耐用年数	備考
主ポンプ設備	主ポンプ	40	30	立軸ポンプ 横軸ポンプ
	主配管	40	40	
	逆流防止弁	40	25	
	吐出弁	40	25	
主ポンプ駆動設備	原動機	40	27	ディーゼル機関
	減速機	40	30	
燃料系統	燃料移送ポンプ	20	20	
	燃料貯油槽	30	30	
冷却水系統	冷却水ポンプ	20	18	立軸ポンプ
		20	18	横軸ポンプ
		10	10	水中ポンプ
始動空気系統	空気圧縮機	20	17	
満水系統	真空ポンプ	20	18	
監視・操作制御設備 電源設備	監視・操作盤類	20	18	
	補機盤, 発電機盤類	20	16	
	発電機	40	18	
	直流電源盤	15	15	
除塵設備	除塵機	20	20	
附属設備	天井クレーン	40	40	
吐出樋門・樋管ゲート		40	40	

注1) 経済的耐用年数: 保全コスト効率(ライフサイクルL.C.C.)による耐用年数

注2) 更新耐用年数: 信頼性評価による設備の更新年数

参考資料 3

河川ポンプ設備の構成



注) □ : は重要機器を示す。

## 付 録

## ○河川ポンプ設備更新検討要綱について

平成 6 年 1 月 25 日  
 建設省経機発第 4 号  
 建設省河治発第 2 号  
 建設省河都発第 2 号

建設省建設経済局建設機課長	各地方建設局	河川部長	あて
建設省河川局治水課長	から	道路部長	
建設省河川局都市河川室長	北海道開発局	河川計画課長	
		河川管理課長	
		機械課長	
	沖縄総合事務局開発建設部長		
	都道府県政令都市土木担当部長		

河川ポンプ設備については、日常から点検・整備によりその機能保全に努めているところであるが、設置後多年を経過し設備の耐用限界に近づいているものが今後増加することが予想される。

このような河川ポンプ設備の信頼性を確保するためには、維持修繕による機能保全に限界があるため更新等の適切な対応が必要であり、設備全体の機能を総合的に評価した上で、流域の都市化等社会状況の変化や、管理体制の合理化等を踏まえた対処方針を策定することが重要である。

このため、河川ポンプ設備の総合的な機能評価を行うための技術的な要綱をとりまとめたので、今後はこれにより対応されたい。

## 河川ポンプ設備更新検討要綱

## 第 1 章 総 則

## 第 1 条 目的

本要綱は、河川ポンプ設備の機能保全を図るため、設備の更新等の検討に必要な技術的事項を取りまとめたものである。

## 第 2 条 機能保全とその限界

河川ポンプ設備の機能確保のためには、的確な維持・修繕を実施しなければならないが、維持・修繕による機能保全には限界があるので、適時・適切に更新等の措置を講じること。

### 第3条 総合診断

河川ポンプ設備の設置後の運用状況等の分析によって、維持・修繕による機能保全が限界に達したと判断されるときは、本要綱による総合診断を実施すること。

## 第2章 総合診断

### 第4条 総合診断の必要性の検討

河川ポンプ設備が次の状況に至っている場合は、総合診断を実施すること。

- (1) 設備・システムが社会的または機能的耐用限界に達している恐れがある場合。
- (2) 重要な機器が耐用限界に達している恐れがある場合。
- (3) 機器・システム等の異常の原因が不明確な場合。
- (4) 改造・修理する機器等が複数のシステムに関連する場合。

### 第5条 総合診断の種類と選択

総合診断には、次の3種類があり、これらのうちから最適な種類を選択すること。

- (1) 全般概略診断：ポンプ設備全般の機能及び状況を概略的に調べるときに行うもの
- (2) 個別診断：診断の対象とするシステムや機器が明確なときに行うもの
- (3) 目的別診断：管理方式の改善や新技術の導入など特別な目的をもって行うもの

### 第6条 総合診断の対象範囲

総合診断の対象範囲は、異常や問題のあるシステム・機器に限定せず、ポンプ設備の関連する他の部分を含めて適切に設定すること。

### 第7条 総合診断の実施

総合診断では、流域の治水計画に基づき、ポンプ設備全体としての信頼性、機能・性能、安全性、運転操作性、維持・管理等を総合的に勘案し、適切な更新、改造・修理、継続使用等の計画を策定すること。

なお、対処方針の策定にあたっては、幅広い見地から有識者等の意見聴取を行うこと。

## 第3章 付則

### 第8条 更新の計画と施工

河川ポンプ設備の更新を計画、施工の際には次の事項に留意すること。

1. 計画時の留意事項
  - (1) 現有設備を十分調査し、更新施工期間中にできる限り排水機能が停止しないように計画すること。
  - (2) 更新した部分は関連する周辺機器、操作手順、管理体制等との整合性が図られること。
  - (3) 更新実施時に関係する法規（消防法、騒音規制法、大気汚染防止法、建築基準法、電気事業法など）を十分調査し、新たに規制を受ける場合は必要な処置を講ずること。
2. 施工時の留意事項
  - (1) 更新の施工にあたっては、その計画に基づいて実施工程を立て、排水機能に支障を来さないように工程管理を行うこと。
  - (2) 一時的に古いシステム・機器と新しいシステム・機器が同一場所に混在するために起こる種々の制約条件を調査し、適切な安全対策を講ずること。

3. 施工後の総合試運転

- (1) 更新実施内容など状況を記録し、保管すること。
- (2) 施工後、総合試運転により総合的な機能を確認し、試運転記録を保管すること。

第9条 改造・修理の計画と施工

改造・修理の計画、施工の際には、ポンプ設備全体に大きな影響を及ぼす場合があるので、第8条と同様の事項について留意すること。

第10条 継続使用

継続使用については、運転・維持管理の関係者にポンプ設備に設定された条件を十分に理解させるための措置を講じること。

## 2. 揚排水機場耐震点検マニュアル・解説

平成7年7月

建設省河川局治水課

## 目 次

1. 総 説 .....	1
1.1 目 的 .....	1
1.2 適 用 .....	1
1.3 範 囲 .....	1
2. 耐震点検の手順 .....	3
3. 耐震点検対象施設の抽出 .....	5
4. 基礎資料の収集 .....	6
5. 追加調査 .....	7
6. 耐震性評価指標の設定 .....	8
6.1 概 説 .....	8
6.2 基礎形式に係る指標の設定 .....	9
6.3 基礎地盤に係る指標の設定 .....	10
6.4 想定地震力に係る指標の設定 .....	12
6.5 耐震設計に係る指標の設定 .....	21
6.6 機械設備に係る指標の設定 .....	22
7. 耐 震 点 検 .....	24
7.1 土木・建築施設の耐震性ランクの判定 .....	24
7.2 機械設備の耐震性ランクの判定 .....	27
8. 詳細検討を行う必要のある施設の抽出 .....	29

# 1. 総 説

## 1.1 目 的

「揚排水機場耐震点検マニュアル」（以下「本マニュアル」という）は、河川構造物のうち揚排水機場の耐震点検手法を定めたものであり、揚排水機場の耐震対策に資することを目的とする。

### 【解 説】

本マニュアルは、河川構造物のうち揚排水機場の耐震性を簡便に判定する手法を示したものであり、揚排水機場の耐震対策に資することを目的としたものである。

## 1.2 適 用

本マニュアルで対象とする揚排水機場は、全国の直轄河川および都道府県管理河川の区間に存する河川管理施設のうち、揚排水機場とする。

### 【解 説】

本マニュアルは、河川管理施設である揚水機場および排水機場に適用するものとする。

## 1.3 範 囲

本マニュアルで対象とする範囲は、揚排水機場のうちポンプ場および付属施設とする。但し、付属施設のうち導水路および吐出樋門・樋管は除くものとする。

### 【解 説】

本マニュアルの対象範囲はポンプ場および付属施設とし、付属設備の導水路および吐出樋門・樋管は除外する。但し、付属設備のうち導水路については別途堤防耐震点検マニュアルに、また吐出樋門、樋管については別途河川構造物（水門、樋門および樋管）耐震点検マニュアルによって実施するものとする。

揚排水機場の構成を図-解 1.1 に示す。

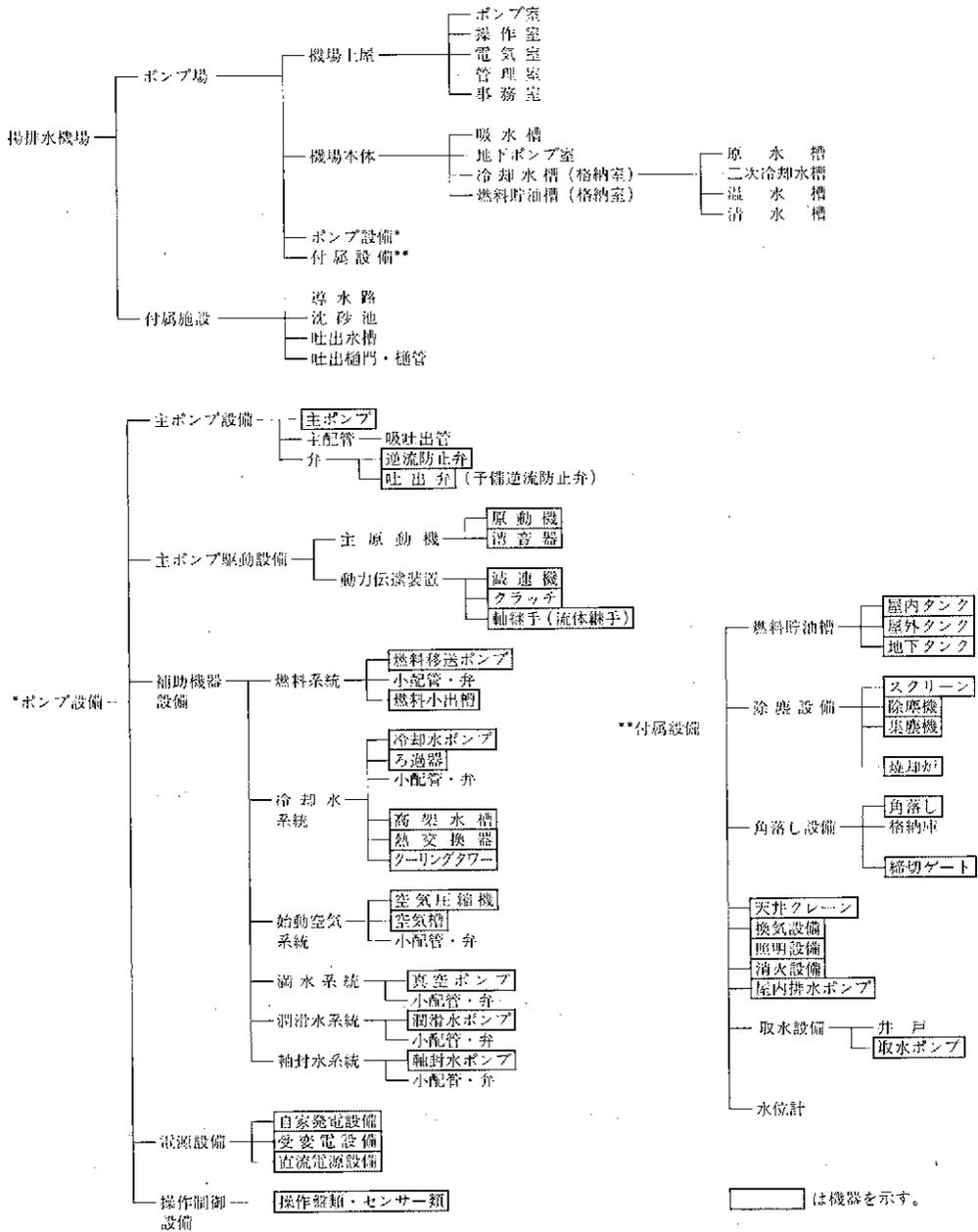


図-解 1.1 揚排水機場の構成

## 2. 耐震点検の手順

本マニュアルによる耐震点検は、以下の手順で実施するものとする。

- ① 耐震点検の対象施設の抽出
- ② 基礎資料の収集
- ③ 耐震性評価指標の設定
- ④ 耐震点検
- ⑤ 詳細検討を行う必要のある施設の抽出

### 【解 説】

本マニュアルによる耐震点検は、耐震点検の対象施設の抽出、基礎資料の収集、耐震性評価指標の設定、耐震点検の順に行うものとする。

#### ① 耐震点検の対象施設の抽出

全国の直轄河川および都道府県管理河川の区間に存する全ての揚排水機場を対象とする。

#### ② 基礎資料の収集

耐震点検に必要な揚排水機場の構造、基礎地盤、耐震設計の適用状況が明示された設計図書等または着工年に係る資料、機械設備(図-解 1.1 のポンプ設備と付属設備をいう)に係る資料を収集し、整理する。

なお、必要な基礎資料が不足する場合には、必要に応じて追加調査を行う。

#### ③ 耐震性評価指標の設定

基礎形式、基礎地盤、想定地震力、耐震設計、機械設備について指標を設定する。

#### ④ 耐震点検

耐震性評価指標に基づき、表-7.1、表-8.2 の判定表を用いて耐震性ランクを判定する。

#### ⑤ 詳細検討を行う必要のある施設の抽出

耐震点検結果および揚排水機場の用途を踏まえ詳細検討を行う必要のある施設を抽出する。

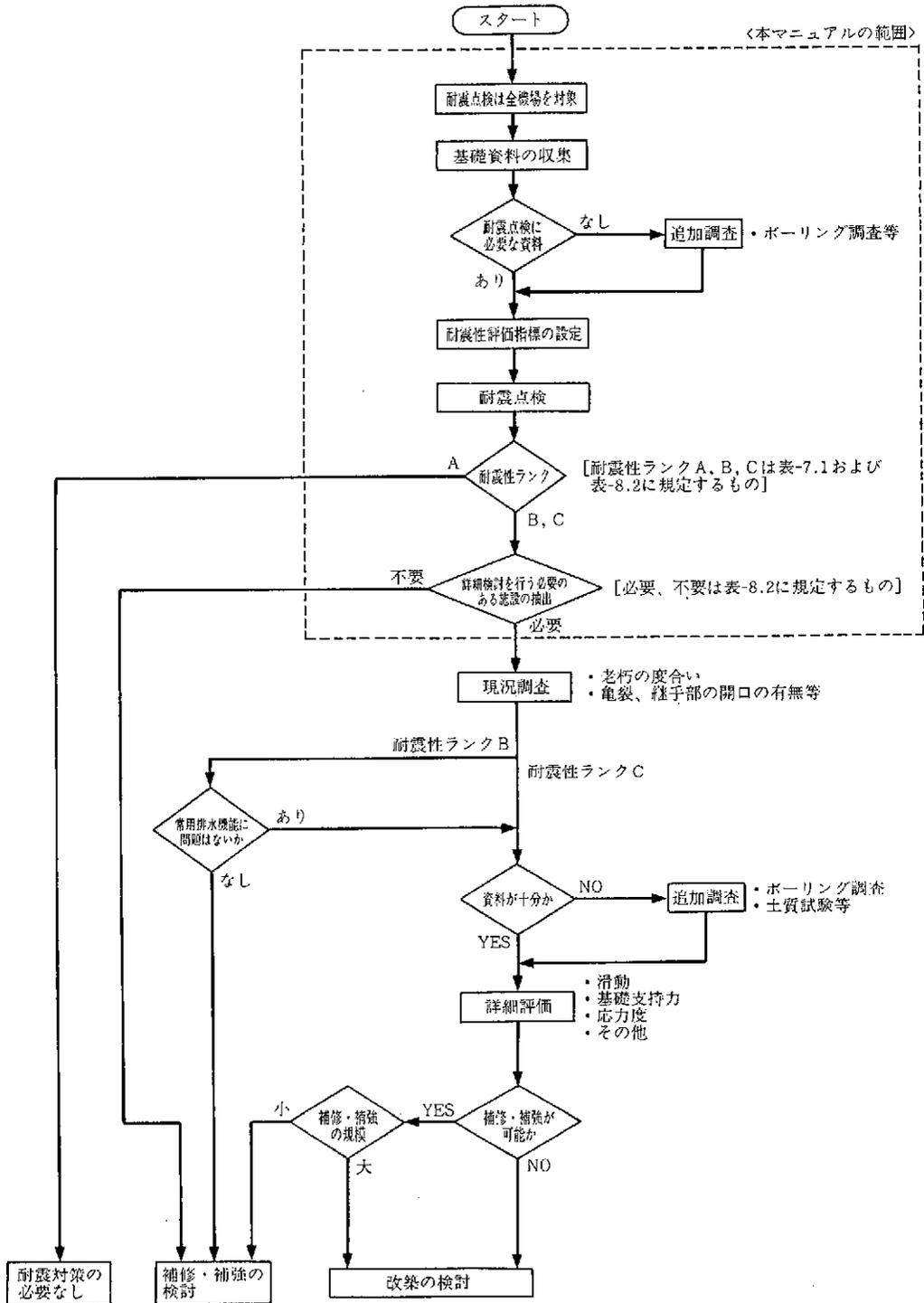


図-解 2.1 揚排水機場の耐震点検・耐震対策フロー

### 3. 耐震点検対象施設の抽出

耐震点検対象施設は、全国の直轄河川および都道府県管理河川の区間に存する全ての揚排水機場とするものとする。

#### 【解説】

全国の直轄河川および都道府県管理河川の区間に存する全ての揚排水機場を対象とする。

#### 4. 基礎資料の収集

基礎資料は、耐震性評価指標の設定に用いるものであり、以下の資料を収集するものとする。

- ① 揚排水機場の基礎形式が明示された構造図
- ② 地質柱状図
- ③ 地盤改良工事が行われている場合は、その実績
- ④ 耐震設計の適用状況が明示された設計図書等または着工年
- ⑤ 機械設備完成図書

#### 【解 説】

耐震点検に必要な対象施設の構造、基礎地盤、耐震設計、機械設備に係る資料を収集し整理する。

耐震性評価指標とその設定に必要な基礎資料は、表-解 4.1 に示すとおりである。

表-解 4.1 耐震性評価指標と基礎資料

耐震性評価指標	耐震性評価指標の設定に用いる基礎資料
基 礎 形 式	・基礎形式が明示された構造図
基 礎 地 盤	・地質柱状図（土質、 $N$ 値） ・地盤改良が行われている場合はその実績
耐 震 設 計	・耐震設計の適用状況が明示された設計図書等または着工年
機 械 設 備	・機械設備完成図書

## 5. 追加調査

既存の地質柱状図が不足している場合には、必要に応じ、地質調査を追加し、不足データを補充するものとする。

### 【解説】

耐震性評価指標を設定する場合、構造物の基礎地盤の土質構成と $N$ 値が必要である。

揚排水機場の耐震性には、基礎地盤の液状化が大きく影響することから、地質柱状図は特に重要な資料である。このため、地質柱状図がない場合や、河川堤防沿いの地質断面図等から推定できない場合には、必要に応じて地質調査を追加するものとする。

道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編によれば、液状化の判定を行う必要がある土層として、地下水位面が現地盤面から10 m以内にある沖積層で、かつ現地盤面から20 m以内の範囲における平均粒径 $D_{50}$ が0.02 mm以上2.0 mm以下である飽和砂質土層としている。

また、建設省河川砂防技術基準（案）設計編では排水機場等の基礎の支持層としての良質な地盤とは、砂層、礫層においては $N$ 値が大略30以上、粘性土層では $N$ 値が大略20以上を目安としている。

これらより、追加地質調査の深度は、揚排水機場の底面から25 m程度、または良質な地盤を確認できる深度を目安とする。

## 6. 耐震性評価指標の設定

### 6.1 概 説

揚排水機場の耐震点検は、以下の項目に係る耐震性評価指標を用いて行うものとする。

- ① 基礎形式
- ② 基礎地盤
- ③ 想定地震力
- ④ 耐震設計
- ⑤ 機械設備

#### 【解 説】

地震により揚排水機場に被害を生じる原因としては、主として、

- 1) 基礎地盤の液状化等に起因して、構造物の基礎の支持力が低下する場合
- 2) 地震動によって大きな慣性力が作用する場合

が考えられる。

本マニュアルでは、以下の項目に係る耐震性評価指標を用いて耐震点検を行うものとした。

- ① 基礎形式
- ② 基礎地盤
- ③ 想定地震力
- ④ 耐震設計
- ⑤ 機械設備

## 6.2 基礎形式に係る指標の設定

基礎形式に係る指標は、揚排水機場の構造図により揚排水機場本体の基礎形式を確認し、表-6.1に基づき設定するものとする。

表-6.1 基礎形式に係る指標

指標	基礎形式
a <sub>1</sub>	ケーソン、支持杭
b <sub>1</sub>	摩擦杭
c <sub>1</sub>	直接基礎

ただし、支持杭は、杭先端が砂層または砂礫層でN値が概ね30以上、粘性土層でN値が概ね20以上の地盤に支持されているもののみとし、それ以外の支持杭は摩擦杭とみなすものとする。

また、基礎形式が不明の場合は、直接基礎とみなすものとする。

### 【解説】

対象施設の構造図と基礎地盤の地質から、揚排水機場の基礎形式を確認する。

建設省河川砂防技術基準（案）設計編では、排水機場等の基礎は上部荷重を良質な地盤に安全に伝達する構造として設計するものとするを規定している。一般に、良質な地盤とは、砂層、砂礫層においてはN値が大略30以上、粘性土層ではN値が大略20以上を目安としていることから、これに支持される場合を支持杭とみなしたものである。

なお、竣工年が古い施設においては、基礎形式が不明の場合もあることから、この場合は耐震点検結果が安全側の判定となるように、直接基礎とみなすものとした。

### 6.3 基礎地盤に係る指標の設定

基礎地盤に係る指標は、揚排水機場の基礎底面直下の土質および $N$ 値から、表-6.2に基づき設定するものとする。

表-6.2 基礎地盤に係る指標

指標	基礎底面直下の土質および $N$ 値
$a_2$	粘性土または $N$ 値が10を超える砂質土の層厚が3m以上
$b_2$	$N$ 値が10以下の砂質土の層厚が5m未満
$c_2$	$N$ 値が10以下の砂質土の層厚が5m以上

2. 当該揚排水機場の施工にあたって、液状化対策とみなすことができる基礎地盤改良を行っている場合には、基礎底面直下の土質および $N$ 値にかかわらず基礎地盤に係る指標は $a_2$ とするものとする。

#### 【解説】

1. 基礎地盤に係る指標は、構造物直下の基礎地盤が液状化することによる構造物への影響を考慮するためのものである。一般に、緩い砂質土層では、液状化の可能性が高く、本マニュアルでは、 $N$ 値10以下の緩い砂質土層では、液状化が発生しやすいものとした。

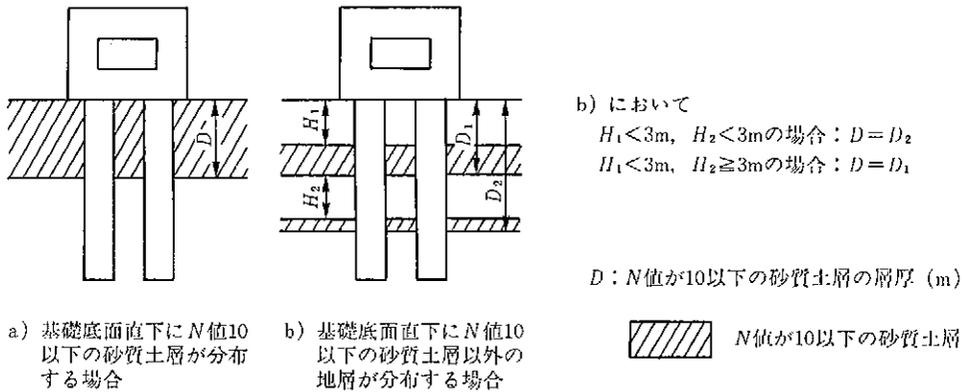
また、一般に、液状化層の層厚が厚くなるほど、基礎の支持力が低下することから、本マニュアルでは、構造物の基礎底面直下に粘性土層または $N$ 値が10を超える砂質土層が3m以上分布する場合を $a_2$ 、液状化するおそれが高い砂質土層の層厚が5m未満の場合を $b_2$ 、5m以上の場合を $c_2$ とした。

2. 構造物の基礎底面直下に $N$ 値10以下の砂質土層が分布する場合には図-解6.1 a)に示す方法、中間に粘性土層や $N$ 値が10を超える砂質土層がある場合には図-解6.1 b)に示す方法により、 $N$ 値が10以下の砂質土層の層厚を求めることとする。

道路橋示方書・同解説V耐震設計編では、橋脚や橋台の底面下に液状化の発生が予想される土層がある場合には、土質定数を0とし、水平抵抗力を見込まないものとして、耐震設計上の基盤面を仮想的に下げることとしている。

これは、すなわち、常時における設計地盤面とこれより低い耐震設計上の地盤面の間の部分の土層を、液状化が生じ抵抗力が消散する土層とみなしているものである。

したがって、本マニュアルではこの考え方に準じ、また、 $N$ 値が10以下の砂質土層を液状化により構造物に影響を及ぼす土層とみなした。

図-解 6.1  $N$  値 10 以下の砂質土層厚の算定方法

3. 揚排水機場の施工にあたって行う基礎地盤改良は、軟弱な粘性土地盤の改良を目的とする場合が多いが、結果的に上部の緩い砂層の改良を伴った施工がなされている場合には、液状化の防止または軽減効果が期待できる。本マニュアルでは、揚排水機場底面下の地盤を以下の工夫で改良している場合には、液状化防止効果があるものとみなし、基礎地盤に係る指標を  $a_2$  に設定することとした。

- ① 縮固め工法：主として緩い砂質土層を機械的に締め固め、密度を増大させることにより、せん断強度を増大する工法
  - ・サンドコンパクションパイル工法
  - ・バイプロフローテーション工法 など
- ② 固化工法：土の空隙に固結物を注入したり、土中で混合することにより、土を固化させ、せん断強度を増大する工法
  - ・深層混合処理工法
  - ・注入固化工法 など

ただし、固化工法においては、接縁または格子状に改良した場合にのみ液状化防止効果があるものとみなすものとする。

## 6.4 想定地震力に係る指標の設定

想定地震力に係る指標は、当該揚排水機場の存する地域における点検に用いる震度によって、表-6.3 もしくは、表-6.4 に基づき設定するものとする。

表-6.3 土木の想定地震力に係る指標

指標	当該揚排水機場の存する地域および点検に用いる震度
$b_3'$	弱震帯地帯 $k_n=0.17$
$c_3'$	中震帯地帯 $k_n=0.21$ 強震帯地帯 $k_n=0.24$

表-6.4 建築の想定地震力に係る指標

指標	当該揚排水機場の存する地方および点検に用いる震度
$b_3''$	(四)地方 $C=0.14$ (三)地方 $C=0.16$
$c_3''$	(二)地方 $C=0.18$ (一)地方 $C=0.20$

## 【解説】

1. 揚排水機場の土木(図-解 1.1 の機場本体および沈砂池、吐出水槽をいう)の地震時応答は、当該施設が存する地域の特性によって異なることから、点検に用いる震度は表-解 6.1 の値とした。

地域区分は、建設省河川砂防技術基準(案)設計編 [I] (第1章 河川構造物の設計)の規定に準拠したものである。表-解 6.1 に示す地域区分の具体的な対象地域および地域区分図を表-解 6.2 および図-解 6.2 に掲げる。なお、地域区分は対象地点が境界線上にある場合には、係数の大きい方をとるものとする。

例えば、強震帯地域に存する揚排水機場について見ると、式(6.1)において、

- ・標準震度は 0.2
- ・地域別補正係数は 1.0
- ・地盤別補正係数は 1.2
- ・重要度別補正係数は 1.0
- ・構造特性別補正係数は 1.0

したがって、 $k_n=1.0 \times 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.2 = 0.24$

表-解 6.1 点検に用いる震度

地域	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域
点検に用いる震度	0.24	0.21	0.17

表-解6.2 地域別補正係数の地域区分

地域区分	対 象 地 域
強震帯地域	<p>北海道のうち釧路市、帯広市、根室市、沙流郡、新冠郡、静内郡、三石郡、浦河郡、様似郡、幌泉郡、河東郡、上川郡（十勝市庁）、河西郡、広尾郡、中川郡、足寄郡、十勝郡、釧路郡、厚岸郡、川上郡、阿寒郡、白糠郡、野付郡、標津郡、目梨郡</p> <p>青森県のうち三沢市、十和田市、八戸市、上北郡、三戸郡</p> <p>岩手県、宮城県</p> <p>福島県のうち福島市、二本松市、相馬市、原町市、いわき市、伊達市、相馬郡、安達郡、田村郡、双葉郡、石川郡、東白川郡</p> <p>茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県</p> <p>富山県のうち富山市、高岡市、氷見市、小矢部市、砺波市、新湊市、中新川郡、上新川郡、射水郡、婦負郡、東砺波郡、西砺波郡</p> <p>石川県のうち金沢市、小松市、七尾市、羽咋市、松任市、加賀市、鹿島郡、羽咋郡、河北郡、能美郡、石川郡、江沼郡</p> <p>静岡県、愛知県、岐阜県、三重県、福井県、滋賀県、京都府、大阪府、奈良県、和歌山県、兵庫県</p> <p>鳥取県のうち鳥取市、岩美郡、八頭郡、気高郡</p> <p>徳島県のうち徳島市、鳴門市、小松島市、阿南市、板野郡、阿波郡、麻植郡、名西郡、名東郡、那賀郡、勝浦郡、海部郡</p> <p>香川県のうち大川郡、木田郡</p> <p>鹿児島県のうち名瀬市、大島郡</p>
中震帯地域	<p>北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美瑛市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、札幌郡、石狩郡、厚田郡、浜益郡、松前郡、上磯郡、亀田郡、芽室郡、山越郡、檜山郡、虻志郡、久遠郡、奥尻郡、瀬棚郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、留田郡、岩内郡、古宇郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡、(上川支庁)のうち東神楽町、上川町、東川町および美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡</p> <p>青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡</p> <p>秋田県、山形県</p> <p>福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、北会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡</p> <p>新潟県</p> <p>富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡</p> <p>石川県のうち輪島市、珠州市、鳳至郡、珠洲郡</p> <p>鳥取県のうち米子市、倉敷市、境港市、東伯郡、日野郡</p> <p>島根県、岡山県、広島県</p> <p>徳島県のうち美馬郡、三好郡</p> <p>香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、観音寺市、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡、三豊郡</p> <p>愛媛県、高知県</p> <p>熊本県のうち熊本市、菊池市、人吉市、阿蘇郡、菊池郡、上益城郡、下益城郡、八代郡、球磨郡</p> <p>大分県のうち大分市、別府市、臼杵市、津久見市、佐伯市、竹田市、日田郡、玖珠郡、大分郡、直人郡、大野郡、北海部郡、南海部郡</p> <p>宮崎県</p>
弱震帯地域	<p>北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡（上川支庁）のうち鷹栖郡、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町、朝日町、風連町および下川町、中川郡（上川支庁）、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡</p> <p>山口県、福岡県、佐賀県、長崎県</p> <p>熊本県のうち八代市、荒尾市、水南市、玉名市、本渡市、山鹿市、牛深市、宇土市、飽託郡、宇土郡、玉名郡、鹿本郡、葦北郡、天草郡</p> <p>大分県のうち中津市、日田市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、西国東郡、東国東郡、速見郡、下毛郡、宇佐郡</p> <p>鹿児島県（名瀬市および大島郡を除く）</p> <p>沖縄県</p>

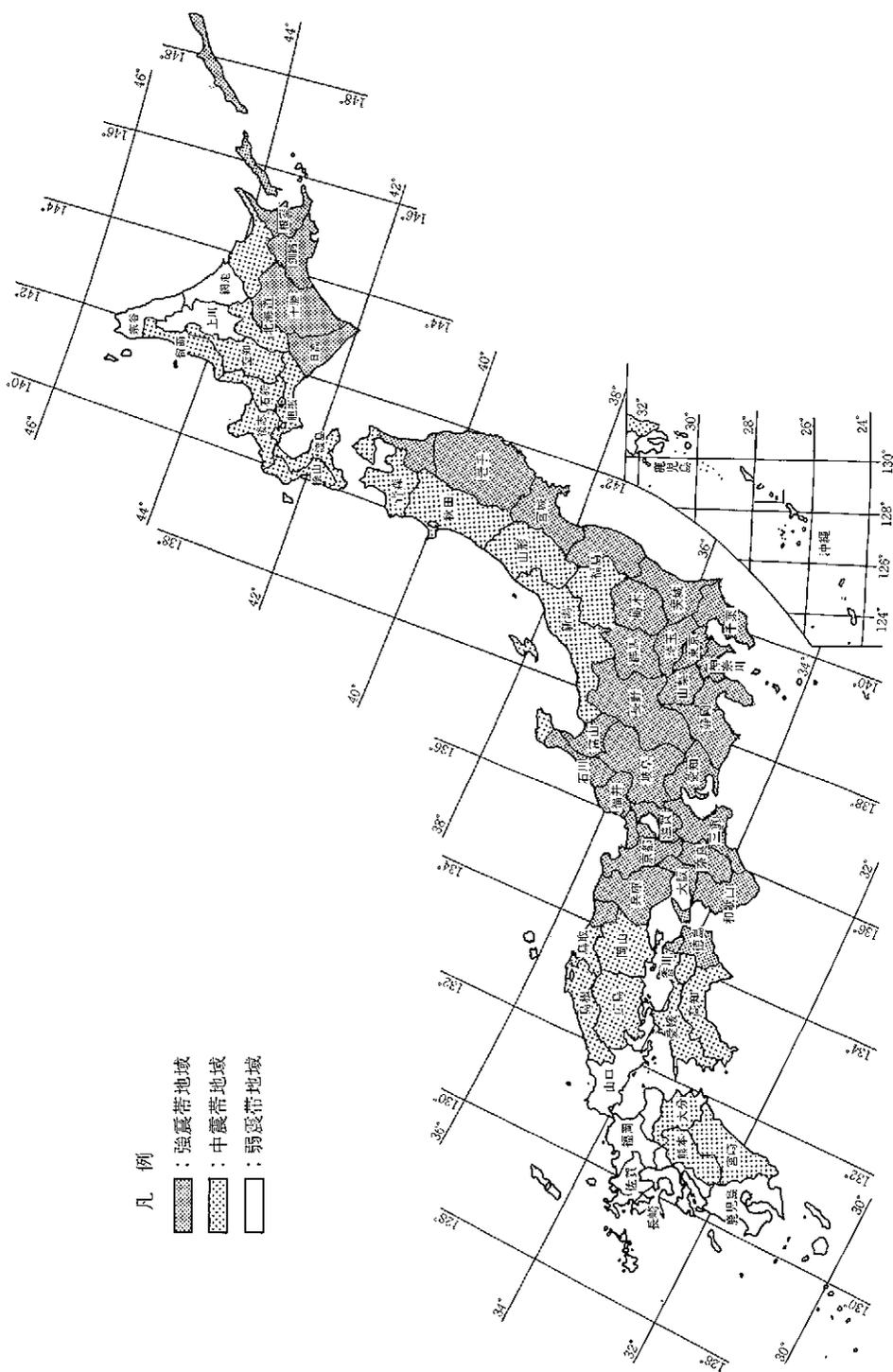


图-解 6.2 地域区分

2. 揚排水機場の建築（図-解 1.1 の機场上屋をいう）の地震時応答は、当該施設が存する地方の特性によって異なることから、点検に用いる震度（＝層せん断力係数）は表-解 6.3 の値とした。

地方区分は、建設省告示：建築基準法施行令第 88 条第 1 項、第 2 項および第 4 項の規定に基づき、 $Z$  の数値、 $Rt$  および  $A_i$  を算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準を定める件（昭和 56 年 11 月施行、以下「算出方法」と呼ぶ）の規定に準拠したものである。表-解 6.3 に示す地方区分の具体的な対象地方を表-解 6.4 に掲げる。なお、地方区分は対象地点が境界線上にある場合には、係数の大きい方をとるものとする。

例えば、(一) 地方に存する揚排水機場についてみると、式 (6.2) において、

- ・地域係数  $Z$  は 1.0
- ・振動特性係数  $Rt$  は 1.0
- ・高さ方向の分布係数  $A$  は 1.0
- ・標準せん断力係数  $C_0$  は 0.2

したがって、 $C=1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.2=0.20$

表-解 6.3 点検に用いる震度

	(一)地方	(二)地方	(三)地方	(四)地方
点検に用いる震度	0.20	0.18	0.16	0.14

3. 想定地震力に係る指標の区分とそれに対応する点検に用いる震度は、過去の地震による河川構造物の被害の実績と当該地震の河川構造物に作用した地震力等を踏まえて設定した。

表-解 6.4 地域係数の地域区分

	対 象 地 方
(一)	(二) から (四) までに掲げる地方以外の地方
(二)	<p>北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美唄市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、札幌郡、石狩郡、厚田郡、浜益郡、松前郡、上磯郡、亀田郡、芽部郡、山越郡、檜山郡、虻志郡、久遠郡、奥尻郡、瀬棚郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、虻田郡、岩内郡、古宇郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡、(上川支庁)のうち東神楽町、上川町、東川町および美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡</p> <p>青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡</p> <p>秋田県、山形県</p> <p>福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、北会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡</p> <p>新潟県</p> <p>富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡</p> <p>石川県のうち輪島市、珠州市、鳳至郡、珠洲郡</p> <p>鳥取県のうち米子市、倉敷市、境港市、東伯郡、日野郡</p> <p>島根県、岡山県、広島県</p> <p>徳島県のうち美馬郡、三好郡</p> <p>香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、観音寺市、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡、三豊郡</p> <p>愛媛県、高知県</p> <p>熊本県のうち熊本市、菊池市、入吉市、阿蘇郡、菊池郡、上益城郡、下益城郡、八代郡、球磨郡</p> <p>大分県のうち大分市、別府市、臼杵市、津久見市、佐伯市郡、竹田市、日田郡、玖珠郡、大分郡、直人郡、大野郡、北海部郡、南海部郡</p> <p>宮崎県</p>
(三)	<p>北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡(上川支庁)のうち鷹栖町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町、朝日町、風連町および下川町、中川郡(上川支庁)、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡</p> <p>山口県、福岡県、佐賀県、長崎県</p> <p>熊本県のうち八代市、荒尾市、水俣市、玉名市、本渡市、山鹿市、牛深市、宇土市、飽託郡、宇土郡、玉名郡、鹿本郡、葦北郡、天草郡</p> <p>大分県のうち中津市、日田市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、西国東郡、東国東郡、速見郡、下毛郡、宇佐郡</p> <p>鹿児島県(名瀬市および大島郡を除く)</p>
(四)	沖縄県

## [参考] 点検に用いる震度の考え方

## (1) 土木の点検に用いる震度

点検に用いる震度は次式により算出し設定するものとする。

$$k_h = C_z \times C_G \times C_I \times C_S \times K_0 \dots\dots\dots \text{式 (6.1)}$$

ここに、 $k_h$  : 点検に用いる震度 (小数点以下2桁に丸める)

$K_0$  : 標準震度 (0.20 とする)

$C_z$  : (2) ①に規定する地域別補正係数

$C_G$  : (2) ②に規定する地盤別補正係数

$C_I$  : (2) ③に規定する重要度別補正係数

$C_S$  : (2) ④に規定する構造物特性別補正係数

揚排水機場の土木の地震時応答は、当該構造物が存する地域の特性や、基礎地盤の土質構成構造によって異なることが考えられる。これらの要因を考慮して、標準とする設計水平震度  $K_0$  に、地域別補正係数、地盤別補正係数、重要度別補正係数、構造物特性別補正係数を乗じて求めるものとした。

## (2) 土木の標準震度の補正係数

## ① 地域別補正係数

地域別補正係数は、地域区分に応じて下表の値とする。ただし、対象地点が地域区分の境界上にある場合には、係数の大きい方の値をとるものとする。

表-解 6.5 地域別補正係数  $C_z$

地域区分	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域
補正係数 $C_z$	1.0	0.85	0.7

## ② 地盤別補正係数

地盤別補正係数は、揚排水機場の基礎地盤として下表のⅢ種の値とする。

表-解 6.6 地盤別補正係数  $C_G$

地域区分	I種	II種	III種
補正係数 $C_G$	0.8	1.0	1.2

## ③ 重要度別補正係数

重要度別補正係数は、1.0 とする。

## ④ 構造物特性格別補正係数

構造物特性格別補正係数は、1.0 とする。

- ① 建設省河川砂防技術基準（案）設計編の〔I〕（第1章 河川構造物の設計）の規定に準拠したものである。
- ② 道路橋示方書Ⅴ耐震設計編（平成2年2月）5.3の規定に準拠したものである。  
地盤別補正係数は、地盤種別によって標準震度を補正する係数である。  
地盤種別の概略の目安として、Ⅰ種地盤は岩盤、Ⅲ種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、Ⅱ種地盤はⅠ種地盤およびⅢ種地盤のいずれにも属さない洪積地盤および沖積地盤と考えてよい。本マニュアルでは、点検対象施設の存する地域の特性により基礎地盤はⅢ種地盤とした。
- ③ 重要度別補正係数は、通常 1.0 とする。
- ④ 構造物特性格別補正係数は、検討対象とする構造物の特性に応じて補正する係数であり、構造物特性による地震時の応答特性の違いを考慮することから、堰、水門のように地上に突出するような構造物、樋門、樋管のように地盤内、堤体内に築造される構造物および堤防、護岸のような盛土構造物に区分することとした。補正係数は新耐震設計法（案）による構造物の種別による補正係数（鋼構造物・コンクリート構造物・鉄骨鉄筋コンクリート構造物は 1.0）、あるいは道路橋といった他の土木構造物の耐震設計法等を参考にして、1.0 とした。

## (3) 建築の点検に用いる地震層せん断力係数

点検に用いる地震層せん断力係数は次式により算出し設定するものとする。

$$C = Z \times Rt \times A \times C_0 \dots\dots\dots \text{式 (6.2)}$$

ここに、 $C$  : 点検に用いる地震層せん断力係数（小数点以下2桁に丸める）

$C_0$  : 標準せん断力係数（0.20 とする）

$Z$  : (4) ①に規定する地域係数

$Rt$  : (4) ②に規定する振動特性係数

$A$  : (4) ③に規定する高さ方向の分布係数

揚排水機場の建築の地震時応答は、当該構造物が存する地域の特性や、基礎地盤の種類によって異なることが考えられる。これらの要因を考慮して、標準とするせん断力係数  $C_0$  に、 $Z$ 、 $Rt$ 、 $A$  を乗じて求めるものとした。

(4) 建築の標準せん断力係数の補正係数

① 地域係数

地域係数は、地域区分に応じて下表の値とする。ただし、対象地点が地方区分の境界上にある場合には、係数の大きい方の値をとるものとする。

表-解6.7 地域係数Z

地方区分	(一)地方	(二)地方	(三)地方	(四)地方
Z	1.0	0.9	0.8	0.7

② 振動特性係数

振動特性係数は、1.0とする。

③ 高さ方向の分布係数

高さ方向の分布係数は、1.0とする。

① 「算出方法」の規定に準拠したものである。

② 振動特性係数の  $R_t$  は、下表によって算出される。

$T$  の値によって  $R_t$  の値は以下のとおり変化する。

表-解6.8  $R_t$  の算出

$T < T_c$ の場合	$R_t = 1$	
$T_c \leq T < 2 T_c$ の場合	$R_t = 1 - 0.2 \left( \frac{T}{T_c} - 1 \right)^2$	
$2 T_c \leq T$ の場合	$R_t = \frac{1.6 T_c}{T}$	
<p>この表において、<math>T</math> および <math>T_c</math> はそれぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p><math>T</math> 次の式によって計算した建築物の設計用1次固有周期 (単位 秒)</p> $T = h(0.02 + 0.01 \alpha)$ <p>この式において、<math>h</math> および <math>\alpha</math> はそれぞれ次の数値を表すものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>h</math> 当該建築物の高さ (単位 メートル)</li> <li><math>\alpha</math> 当該建築物のうち、柱およびはりの大部分が木造または鉄骨造である階(地下を除く)の高さの合計の <math>h</math> に対する比</li> </ul> <p><math>T_c</math> 建築物の基礎の底部 (剛強な支持ぐいを使用する場合にあっては、当該支持ぐいの先端) の直下の地盤の種類に応じて、次の表に掲げる数値 (単位 秒)</p>		
第1種地盤	岩盤、硬質砂れき層その他主として第3紀以前の地層によって構成されているものまたは地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき、これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.4
第2種地盤	第1種地盤および第3種地盤以外のもの	0.6
第3種地盤	腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層 (盛土がある場合においてはこれを含む) で、その深さが概ね30メートル以上のもの、泥沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さが概ね3メートル以上であり、かつ、これらで埋め立てられてから概ね30年経過していないものまたは地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき、これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの。	0.8

$T < T_c$ の場合	$R_t = 1$
$T_c \leq T < 2 T_c$ の場合	$0.8 < R_t \leq 1$
$2 T_c \leq T$ の場合	$R_t \leq 0.8$

( $2 T_c = T$  のとき、 $R_t = \frac{1.6 T_c}{T} = 0.8$  となる)

したがって、 $R_t$  の最大値は 1.0 であり、安全側を考えて点検に用いる震度算出のための  $R_t$  は 1.0 とする。

③ 高さ方向の分布係数の  $A_i$  は、次式によって算出される。

$$A_i = 1 + \left( \frac{1}{\sqrt{a_i}} - a_i \right) \frac{2 T}{1 + 3 T}$$

この式において、 $a_i$  および  $T$  はそれぞれ次の数値を表わすものとする。

$a_i$  建築物の  $A_i$  を算出しようとする高さの部分が支える部分の固定荷重と積載荷重との和(建築基準法施行令第 86 条第 2 項ただし書の規定によって特定行政庁が指定する多雪区域においては、さらに積雪荷重を加えるものとする。以下同じ)を当該建築物の地上部分の固定荷重と積載荷重との和で除した数値

$T$  第二に定める  $T$  の数値

$A_i$  は建築物の各階ごとのせん断力係数の分布を示すものであり、上層階ほど大きくなる。しかし、地震力(質量×せん断力係数)は 1 階が最も大きく、上層階ほど小さくなる。

また、揚排水機場の地震被害は、2 階以上の損壊に比べ、1 階の損壊は排水機能上致命的となるおそれがある。

したがって、 $A_i$  の算出は地震力が最大となる 1 階部分について行うこととした。

このとき  $a_i = 1.0$  となるため、 $A = 1 + \left( \frac{1}{\sqrt{1.0}} - 1.0 \right) \cdot \frac{2 T}{1 + 3 T} = 1$  となる。

## 6.5 耐震設計に係る指標の設定

土木および建築の耐震設計に係る指標は、「建設省河川砂防技術基準(案)」(昭和60年10月改定)(以下「基準」と呼ぶ)に規定される設計震度と同等以上の設計震度を考慮して設計しているかどうかにより、表-6.5もしくは表-6.6にもとづき設定するものとする。

表-6.5 土木の耐震設計に係る指標

指標	土木の耐震設計
a <sub>1</sub> '	「基準」と同等以上の設計震度を考慮して設計
b <sub>1</sub> '	上記以外

表-6.6 建築の耐震設計に係る指標

指標	建築の耐震設計
a <sub>1</sub> ''	「基準」と同等以上の設計震度を考慮して設計
b <sub>1</sub> ''	上記以外

## 【解説】

揚排水機場の土木および建築の耐震設計に係る指標は、「基準」に規定される設計震度と同等以上の設計震度を考慮しているか否かで耐震設計を判定するものである。

土木の耐震設計については、「基準」の“第1章 河川構造物の設計”の“第9節 排水機場(以下「第9節」と呼ぶ)”において、地震時慣性力は、“第5節 堰の設計荷重を参考にして定める”とされており、「基準」に準拠した「本マニュアル」の前項の地震力を考慮して設計されているかどうかで耐震設計を判定するものである。

一方、建築の耐震設計については、基準の「第9節」において、地震震度は建築基準法施行令(以下「施行令」と呼ぶ)の地震力によるものとされており、「施行令」に準拠した「本マニュアル」の前項の地震力を参考にして設計されているかどうかで耐震設計を判定するものである。なお、この「施行令」は昭和56年6月改正のものをいう。

「基準」の施行によって初めて統一的な設計震度に基づき耐震設計を行うこととされたことから、「基準」の施行以後に着工したものは、「基準」で規定されるのと同様以上の設計震度を確実に考慮して設計されたものと考えられ、指標はa<sub>1</sub>'またはa<sub>1</sub>''と設定するものとする。

「基準」の施行前のものについては、「基準」と同等の設計震度で設計が行われているかどうかを確認し、行われていればa<sub>1</sub>'またはa<sub>1</sub>''と設定し、行われていなければb<sub>1</sub>'またはb<sub>1</sub>''と設定するものとする。

しかしながら、設置後長年月を経過した揚排水機場については、揚排水機場の設計図書等が保存され、耐震設計の適用状況が既知なことはまれであると考えられる。

このため、設計図書等が保存されておらず、「基準」で規定されるのと同等級以上の設計震度を考慮して設計されているかどうか不明で、昭和59年度以前に着工したものについては、安全側にとらえて所定の耐震設計がなされていないものと考え、指標は b' または b'' と設定するものとする。

## 6.6 機械設備に係る指標の設定

機械設備に係る指標は、機器の設置状況と設備の構成状況に分けて設定する。

機器の設置状況に係る指標は、機器が設置された基礎の構造と吐出管の可撓性の有無により、表-6.7 に基づき設定するものとする。

表-6.7 機器の設置状況に係る指標

指標	構造
a <sub>s</sub>	主要機器が、一体の基礎上に設置され、吐出管に可撓性がある構造
b <sub>s</sub>	主要機器が、一体の基礎上に設置され、吐出管に可撓性がない構造
c <sub>s</sub>	主要機器が、分離した基礎上に設置されている構造

2. 設備の構成状況に係る指標は、地震により発生した停電や断水時にも機場内の機器だけで運転可能かどうかにより、表-6.8 に基づき設定するものとする。

表-6.8 機器の構成状況に係る指標

指標	構造
a <sub>6</sub>	停電または断水時にも機場内の機器だけで運転することが可能な構造
b <sub>6</sub>	停電または断水時にも機場内の機器だけで運転することが不可能な構造

### 【解説】

揚排水機場の機械設備および機器（図-解 1.1 で網掛け部分をいう）には、現在までのところ、耐震設計に関する基準等は存在しない。しかし、機械設備を構成する機器は、運転時の過酷な振動に耐え得る構造となっているので、地震時の振動にも十分耐え得るものと考えられる。そこで、地震時に機械設備が運転できなくなる状況を想定すると、主として次の4つが考えられる。

① 機器が設置された基礎が、大きな不等沈下を起こし、軸継手で連結された機器の

間に相対的な変異を生じて、主軸の曲がりを生じるなど運転不能となる場合

- ② 機場本体の周辺地盤が沈下して、屋外に設置された機器や設備との間を結ぶ配管・配線が切断され運転不能となる場合
- ③ 地震により発生した停電や断水のため、必要な動力源や冷却水・潤滑水が得られず運転不能となる場合
- ④ その他土木・建築構造物の破損により運転不能となる場合

ここで、④は前項までの指標に設定されているので除外する。また、②は吐出管を除けば、比較的早く復旧することが可能なため、吐出管のみを指標の対象とし、小配管・配線は除外する。

したがって、機械設備に係る指標は、①と吐出管を含めて機器の設置状況とし、③を機器の構成状況として、2つの指標を設定することとした。

#### 1. 機器の設置状況に係る指標

機器の設計においては、機器が設置された地盤に永久的な変位を生じることは想定していないため、主要機器（主ポンプと減速機、原動機等をいい、軸継手で連結された機器）の相対的位置が変化した場合には、運転できなくなる。主要機器が一体となった基礎の上に設置された機械設備は、機器の相対的な位置の変化を生じることはなく、機器の健全性は保たれる。また、吐出管に可撓性があれば周辺地盤の変異にもある程度追従でき、万一、損傷した場合にも損傷箇所は可撓部分と考えられるので応急的な復旧は短時間で可能となる。したがって、主要機器が一体の基礎の上に設置されている場合には、吐出管に可撓性があれば  $a_5$ 、吐出管に可撓性がなければ  $b_5$  とした。

一方、原動機の振動絶縁のため、原動機のみ独立した基礎の上に設置するなど主要機器が分離した基礎にある場合には主軸の芯狂いや、主軸の曲がりなど致命的な被害を被る可能性が高いので、指標は  $c_5$  と設定した。

#### 2. 機器の構成状況に係る指標

排水機場は一般にポンプは内燃機関駆動としており、洪水時に停電が発生しても運転可能なように自家発電機を備えている。また、揚水機場のポンプは、商用電源による電動機駆動が多いが、最小1台の運転ができるように自家発電機を備えていることが多い。ポンプ駆動用の内燃機関や自家発電機の内燃機関は冷却水を必要とするが、河川水を併用するなどして、水道水は冷却水槽に貯めて循環使用することが多い。

地震時には停電や断水が長時間続くことが考えられるので、電力や必要な給水のために発動発電機や冷却水槽を備えていない機場は、運転できるかどうかを電力や水道などの復旧という、外部の要因に頼ることになり、 $b_6$  とした。

## 7. 耐震点検

### 7.1 土木・建築施設の耐震性ランクの判定

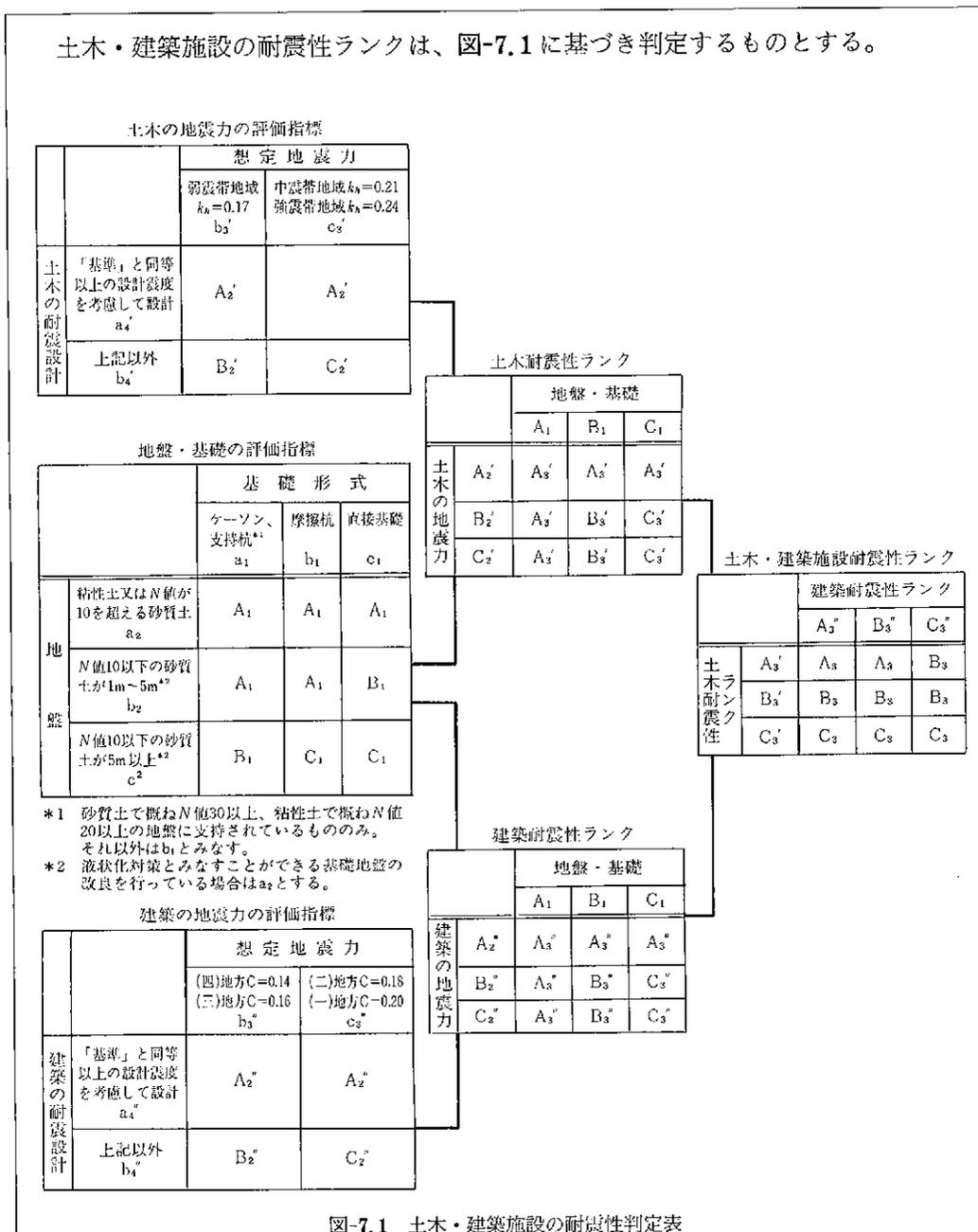


図-7.1 土木・建築施設の耐震性判定表

地震により生じる土木、建築の損傷は次のように想定するものとする。

$A_3'$ 、 $A_3''$ ：施設の損傷がない。または、軽微な損傷が生じる。

$B_3'$ 、 $B_3''$ ：施設に損傷が生じるが、応急措置を講じれば回復する。

$C_3'$ 、 $C_3''$ ：施設に大きな損傷が生じ、回復に相当な期間を要する。

土木・建築施設の地震後の被害は、土木・建築施設耐震性ランクに応じ次に掲げる状況を想定するものとする。

$A_3$ ：土木施設に損傷はなく、建築施設には多少損傷が生じるが、簡易な補修で排水機能が回復する。

$B_3$ ：土木施設に損傷が生じるが、建築施設の損傷の大小にかかわらず、応急措置で排水機能は回復する。

$C_3$ ：土木施設に大きな損傷が生じ、排水機能の回復に相当な期間を要する。

## 【解 説】

### 1. 地盤・基礎の評価指標および地震力の評価指標の設定

土木・建築施設（図-解 1.1 の機场上屋、機場本体、沈砂池、吐出水槽をいう）が地震により被害を生じる場合としては主として、

- ① 地盤の液状化に起因して、構造物の基礎の支持力が低下する場合（地盤・基礎）
- ② 構造物の耐力以上の地震力が作用する場合（地震力）

が考えられる。

#### 1) 地盤・基礎の評価指標

①に関する耐震性の判定については、地盤自体が液状化等により支持力低下を生じやすいかどうかの判定と、地盤の支持力が低下した場合の基礎の支持能力の判定が必要である。

したがって、基礎形式および基礎地盤に係る指標を組み合わせ用いるものとした。

#### 2) 地震力の評価指標

②に関する耐震性の判定については、想定地震力と所定の設計震度で耐震設計がなされているかどうかでの判定が必要である。したがって、想定地震力および耐震設計に係る指標を組み合わせ用いるものとした。

### 2. 土木および建築の耐震性ランクの設定

各耐震性評価指標に基づき、地盤・基礎の評価指標、地震力の評価指標を判定し、両者から土木および建築の耐震性ランクを判定するものとする。

なお、各々の耐震性ランクで想定する土木および建築の損傷程度は以下のように考えている。

- ・ランク A で想定する「軽微な損傷」

- …直ちに復旧の必要はないと考えられるもの。または、2 週間程度\*) で本格復旧が可能と考えられるもの。

- ・ランク B で想定する「損傷」

- …2 週間程度\*) で応急復旧が可能だが、後に本格復旧が必要と考えられるもの。

- ・ランク C で想定する「大きな損傷」

- …改築等が必要でそのままでは使用が不可能と考えられるもの。

### 3. 土木・建築施設耐震性ランクの設定

土木の耐震性ランクと建築の耐震性ランクの組合せにより、土木・建築施設の耐震性ランクを判定するものとする。

なお、土木・建築施設の耐震性ランクで想定する揚排水機場としての施設機能の損傷の程度は以下のように考えている。

- ・ランク A<sub>3</sub>

- …被害がないか、または軽微で地震直後の点検・整備で機能の復旧が可能と考えられるもの。

- ・ランク B<sub>3</sub>

- …被害はあるが、2 週間程度\*) で機能の応急復旧が可能と考えられるもの。

- ・ランク C<sub>3</sub>

- …被害が大きく、機能の応急復旧に相当な期間を要すると考えられるもの。

\*) 過去に発生した主要な地震においては、直後 2 週間程度の間には堤防について応急復旧が完了していることから、2 週間程度を一つの目安とした。

## 7.2 機械設備の耐震性ランクの判定

揚排水機場の機械設備の耐震性ランクは、表-7.1に基づき行うものとする。

表-7.1 機械設備の耐震性ランク判定表

		設 置 状 況		
		主要機器が、一体の 基礎上に設置され、 吐出管に可撓性がある 構造 a <sub>s</sub>	主要機器が、一体の 基礎上に設置され、 吐出管に可撓性がな い構造 b <sub>s</sub>	主要機器が、分離し た基礎上に設置され ている構造 c <sub>s</sub>
構 成 状 況	停電または断水時にも機場内の 機器だけで運転することが可能 な構造 a <sub>e</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>
	停電または断水時には機場内の 機器だけで運転することが不可 能な構造 b <sub>e</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>

機械設備の地震後の被害は、耐震性ランクに応じ次に掲げる状況を想定するものとする。

A<sub>4</sub>：機械設備の通常機能は保持される。または短時間で本格復旧が可能である。

B<sub>4</sub>：機械設備に損傷は生じるが、応急措置を講じれば機械設備の排水機能は回復する。

C<sub>4</sub>：機械設備に大きな損傷を生じ、排水機能の回復に相当な期間を要する。

## 【解 説】

機械設備の機能が地震により被害を生じる場合としては主として、機器の設置状況と機器の構成況害による。このため、6.6で機械設備の耐震性の指標を設定し、これを組み合わせて機械設備の耐震性ランクを判定するものとする。

なお、各々の耐震性ランクで想定する機械設備の損傷の程度は以下のように考えている。

・ランク A<sub>4</sub>

…機械設備の通常機能は保持される。また2週間以内\*)で本格復旧が可能である(ただし、吐出管は2週間で応急復旧可能)。

・ランク B<sub>4</sub>

…機械設備に損傷は生じるが、応急措置を講じれば2週間以内\*)で機械設備の機能は回復する。

・ランク C<sub>4</sub>

…機械設備に大きな損傷を生じ、排水機能の回復に2週間以上\*)を要する。

\*) 過去に発生した主要な地震においては、直後2週間程度の間には、堤防について応急復旧が完了していることから、2週間程度を一つの目安とした。

## 8. 詳細検討を行う必要のある施設の抽出

1. 揚排水機場は用途別に表-8.1に基づき分類するものとする。

表-8.1 揚排水機場の分類

分類	用途
a <sub>7</sub>	揚水機場
b <sub>7</sub>	常用排水機場以外の排水機場
c <sub>7</sub>	常用排水機場

2. 詳細検討を行う必要がある施設は、土木・建築施設および機械設備の耐震性ランクと揚排水機場の用途を踏まえ、表-8.2に基づき抽出するものとする。

表-8.2 詳細検討必要性判定表

			揚排水機場の用途			
			揚水機場	常用排水機場 以外の排水機場	常用排水機場	
			a <sub>7</sub>	b <sub>7</sub>	c <sub>7</sub>	
土木・ 建築施設 耐震性 ランク	想定される被害	施設の通常機能は保持される または簡易な整備で機能が回復する	A <sub>3</sub>	—	—	—
		施設の被害はあるが応急措置を講じれば施設の機能は回復する	B <sub>3</sub>	—	—	○
		施設の被害が大きく機能の回復に相当な期間を要する	C <sub>3</sub>	○	○	○
機械設備 耐震性 ランク	想定される被害	機械設備の通常機能は保持される または簡易な整備で機能が回復する	A <sub>4</sub>	—	—	—
		機械設備の被害はあるが、応急措置を講じれば、機械設備の機能は回復する	B <sub>4</sub>	—	—	○
		機械設備の被害が大きく、機能の回復に相当な期間を要する	C <sub>4</sub>	○	○	○

—：詳細検討が不要

○：詳細検討が必要

## 【解 説】

1. 耐震点検の結果、土木・建築施設および機械設備の耐震性ランクが判定されるが、これに揚排水機場の用途による検討の緊急性を考慮して詳細検討を行う必要がある施設を抽出する。
2. 揚排水機場の用途と検討の緊急性
  - 1) 揚水機場および常用排水機場以外の排水機場  
揚水機場および常用排水機場以外の排水機場は、地震被害による機能停止が長期間に及ばなければ二次被害が生じる可能性が小さいと考えられるため、緊急性は幾分低いものとした。
  - 2) 常用排水機場  
常時排水運転を行う排水機場では、被害程度が軽微であっても機場内のポンプが一齐に被災し機能を停止すれば、内水被害を生じる可能性が高い。台数を分割した危険分散も機能しないことになる。この場合には、短時間で応急の復旧が可能な構造が求められる。  
したがって、緊急性が高くなる。
3. 二次被害の例としては、次のような状況等が想定される。
  - ① 揚水機場  
浄化用の揚水機場が被害を受けた場合には、水質の悪化が生じることとなる。
  - ② 常用排水機場以外の排水機場  
常用排水機場以外の排水機場が復旧に相当な期間を要する被害を受けた場合、復旧前に排水機場の稼働を必要とする事態が生じる可能性が高く、その場合堤内側に浸水被害を生じることとなる。
  - ③ 常用排水機場  
常時排水を行う排水機場は、地震により大規模な被害を受けた場合には、堤内側に浸水被害が生じる。
4. 耐震性ランク A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub> の施設は、被害想定から見て上記の二次被害のおそれは極めて少ないことから、詳細検討の対象から除外する。  
また、耐震性ランク B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> の施設は上記の二次災害が発生する可能性の程度により、常用排水機場について詳細検討を行うものとする。  
耐震性ランク C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> の施設は、すべて詳細検討を行うものとする。

## 3. 用 語

『本マニュアル』で用いられる主な用語とその内容は、次に示すとおりである。

### 1. 機 能

相互に関連し合って全体（ポンプ設備）を構成している各要素（主ポンプ設備、駆動設備等のシステムやポンプ、原動機などの機器あるいはそれを構成する部品）が有する固有な役割（または、働き）。またその役割を果たすこと。

河川ポンプ設備においては、それを構成する各要素の機能は、「設備の運転性能が発揮できること」「求められたときに確実に動くこと」をもって評価される。

### 2. 性 能

設備を構成するシステム・機器の特性と能力。

ポンプの性能を例にとれば、ポンプは原動機から回転動力を得て、水に圧力エネルギーを与え揚水するが、当該ポンプとしての揚水量を揚程はある一定の関係（特定の特性）を持ち、また（特定の排水）能力を有するといえる。

### 3. 排水機能

主ポンプ設備、駆動設備などのシステムやポンプ、原動機などの機器で構成する集合体である「ポンプ設備」に求められる「排水をする」という役割。または、その役割を果たすこと。

### 4. 施設機能

河川ポンプ設備を構成する、機械設備として「ポンプ設備」および流入水路、吐出水槽等の土木構造物が有する固有な役割。またその役割を果たすこと。

なお、『本マニュアル』で取り扱う範囲は「ポンプ設備」に限定している。

「ポンプ設備」を越えた対応が必要な場合は河川管理の専門家を交えた新たな対応を必要とする。

### 5. 機能保全

機能に求められる水準に維持し、または故障・欠陥などを回復するためのすべての措

置および活動。

保全には一般に「予防保全」「事後保全」がある。

#### 6. 予防保全

各構成要素の稼働中での故障を未然に防止し、設備・システム・機器を使用可能状態に維持するために計画的に行う保全。

なお、「事後保全」は事故が起こった後、設備・システム・機器を運転可能状態に回復するために行う保全をいう。

河川ポンプ設備のように、故障による機能喪失が与える影響が大きい場合は「予防保全」が行われる。

#### 7. アベイラビリティ

修理系が規定の時点で、機能を維持している確率、またはある期間中に機能を維持する期間の割合。

備考：Aをアベイラビリティとすれば、 $1-A$ をアンアベイラビリティ ( $\bar{A}$ ) と呼ぶ。

#### 8. 河川ポンプ設備のアベイラビリティ

河川ポンプ設備が規定の使用条件・環境条件のもとで、必要とする期間、故障なく機能を維持できる信頼性の尺度をいう。

常に待機状態にある河川ポンプのような設備のアベイラビリティ ( $A_T$ ：システムのトータルアベイラビリティ) は、始動した上で一定の時間を連続的に運転しなければならないため、「何回か始動できる確率」すなわち「始動に対するシステムのアベイラビリティ ( $A_1$ )」と、「始動後に所要の時間の運転が継続される確率」すなわち「連続運転に対するシステムのアベイラビリティ ( $A_2$ )」の積で表われる。

実際に信頼性の評価にあたっては、 $A_T$ と表裏一体の関係にある不信頼性を示すトータルアベイラビリティ  $\bar{A}_T$  ( $\bar{A}_T = 1 - A_T$ ) で表われている。

#### 9. 信頼性 (信頼度)

設備・システム・機器が与えられた使用条件、環境条件のもとで規定の期間中要求された機能を果たすことができる性質。(能力・性能または度合)

#### 10. 保全性 (保全度)

設備・システム・機器の保全が与えられた条件において、規定の期間に終了できる性質。(規定の時間内に終了する確率)

故障の発生する頻度が同じでも、故障から回復に要する時間がかかれば (保全性が低いと)、「信頼性」は低くなる。

### 11. 点 検

点検とは設備の異常ないし損傷の発見、機能の良否の判定のために実施する目視、計測、作動テストおよびこれらの記録をいう。

### 12. 整 備

整備とは損傷予防のため、または点検の判定結果に基づき、設備の機能保持および復帰のために実施する清掃、調整、給油、部品交換、修理などの作業並びにその記録をいう。

### 13. 管理運転

点検の一手法として行うものであり、個々の機器の直接的に分解・点検することなく、実負荷運転またはそれに近い状態での総合的な試運転を行って、システム全体の故障発見を一義的に行い併せて機器および操作制御設備の内部防錆、防塵、なじみなどの機能保持や運転操作員の習熟度を高めるための運転をいう。

### 14. 機能回復

長期間停止、経年的劣化によるもののうち、寿命が比較的短い機器類の交換および寿命が比較的長い機器類の分類・整備、交換をいう。

### 15. 信頼性確保

直ちに始動でき、かつ長期間の運転ができるように、突発的な故障防止を含め整備の機能を確保することをいう。

### 16. 機能維持

回復困難な故障や発錆・固着などを防ぐことをいう。

### 17. 経年劣化

経年的に機器の性能（品質）が低下することをいう。

経年劣化は、経年変化とともに、機器の性能（品質）の低下や故障回数（故障率）が増加するような物理的劣化と、技術革新、社会の要求水準の高度化などに起因する陳腐化に伴う時代的劣化がある。

### 18. 耐用限界

腐食や経年劣化などにより、各構成機器、システム、あるいはポンプ設備全体の点検・整備による機能確保に限界がきている状態。

河川ポンプ設備では、信頼性からみた（物理的）耐用限界のほかに設備の運転・維持管理体制からみた（機能的）耐用限界、流域や周辺環境変化などからみた（社会的）耐用限界がある。

**19. 耐用年数**

使用が不可能か不相当となり、対象設備の全部または、一部が耐用限界に至るまでの期間。

**20. 更新耐用年数**

各構成機器あるいはポンプ設備全体において、腐食や経年劣化による信頼性低下の面から求めた信頼性評価に基づく耐用年数。

**21. 物理的耐用性**

構成機器の機能・性能は、経年とともに劣化が進行し正常な運転の阻害や故障率が増加することになるが、これらの現象に対して使用に耐える性質。

**22. 機能的耐用性**

設備・構成機器が近代的・合理的設備・機器に比べて相対的に機能が低下し、現在の社会情勢や環境変化に適合しなくないが、これらの現象に対して使用に耐える性質。

**23. 社会的耐用性**

都市化などの進展によって、整備の設定条件が設置当初と異なる状況となることがあるが、これらの現象に対して使用に耐える性質。

**24. 設備の陳腐化**

当該設備が、最新の技術レベルを駆使した設備と比較して、設置後の経年とともに相対的に機能低下し、新しい要求機能への応答が困難になっている状態。

**25. 物理的要因**

更新検討（修理、改造、更新）の要因の一つ。更新耐用年数に到達しているか、システム・機器などに異常があり排水機能に支障をきたしている場合などの要因をいう。

**26. 機能的要因**

更新検討（修理、改造、更新）の要因の一つ。運転操作や維持管理体制上から要求される新しい機能要求に耐えられなくなった場合などの要因をいう。

**27. 社会的要因**

更新検討（修理、改造、更新）の要因の一つ。ポンプ場への雨水の流入形態の変化、周辺環境の変化による新しい要求に答えられなくなった場合などの要因をいう。

**28. 設 備**

河川ポンプ設備を構成するポンプ設備、流入水路、沈砂池、吐出水槽、吐出樋門、樋管などをいう。

**29. システム**

ポンプ設備を構成する機器の集合体で、監視・操作制御設備、主ポンプ設備、主ポン

プ駆動設備、除塵設備、燃焼系統、冷却水系などをいう。

### 30. 機 器

各システム（操作制御設備、主ポンプ設備、駆動設備など）を構成する単位。

「主ポンプ設備」には、主ポンプ、主配管、吐出弁などがある。

### 31. 重要機器

機器の喪失があった場合、排水機能に直接影響を与える機器で、主ポンプ、原動機、クラッチ、減速機、監視・操作制御設備の各盤類、発電機、除塵機などをいう。

重要機器以外の機器は一般に予備的な処置が施されていたり、他の手段により対応できるように配慮されている。

### 32. 更 新

現状の機能・性能の維持・向上のため、システム・機器を取り替えること。

### 33. 改造・修理

現状の機能・性能の回復のため、システム・機器の造り替えまたは修理すること。

### 34. 総合診断

定期点検・整備の記録を基にして、各構成機器、システム、あるいはポンプ設備に対し、排水機能の維持・向上を目的として、信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理性などの面から総合評価し合理的な改善策や更新の方向付けをすること。

「総合診断」には「全般概略診断」「個別診断」「目的別診断」がある。

一般には「総合診断」に先立ち施設管理者による「総合診断の必要性の検討」が行われる。

### 35. 機能評価

構成する各要素が要求される機能を発揮できる状態にあるかどうかを調査・検討し評価すること。

河川ポンプ設備においては、ポンプ設備全体としての機能評価を行う場合は「総合診断」が実施される。

### 36. 運転操作体制

運転操作員などへの連絡体制、運転操作員の人数・経歴、運転停止の判断基準など機場運転に関連する形態。

### 37. 維持管理体制

維持管理業務、維持管理基準、非常事態発生時の連絡体制など維持管理に関連する形態。

**38. 運転操作性**

規定の使用条件、環境条件のもとで、使用者が設備・機器の運転操作に対して期待する扱いやすさの度合。

**39. 維持管理性**

規定の使用条件、環境条件のもとで、使用者が設備・機器の機能保全のために実施する維持管理に対して期待する扱いやすさの度合。

**40. 安全性**

人間の死傷、または機材に損失もしくは損傷を与えるような状態がないことの度合。

**41. 全般概略診断**

設備全般の機能および状況を概略的に調査するための診断。

更新耐用年数を超えた重要機器を含む設備全体を対象とした診断をしたいときやシステム・機器などの異常の原因を明確にしたいときなどに実施される。

**42. 個別診断**

特定の個別のシステム・機器を診断し、異常の把握や問題点の抽出および改善案を提案するための診断。

**43. 目的別診断**

運転方式や維持管理体制の改善、新技術の導入などの具体的な特定の目的に対する改善をするための診断。

## 4. 関係法規・規格・基準

河川ポンプ設備に関する法規・規格・基準は下記に示すとおりである。

### (1) 法令（省令まで）

法 令	政 令	省 令	備 考
1. 河川法	河川法施行令 河川管理施設等構造令	河川管理施設等構造令施行規則	揚排水機場の設置構造操作規則
2. 労働安全衛生法	労働安全衛生法施行令	クレーン等安全規則 クレーン等構造規格 ボイラ及び圧力容器安全規則	天井クレーン 始動空気槽
3. 消防法	消防法施行令		
4. 電気事業法	危険物の規則に関する政令 電気事業法施行令	危険物の規則に関する規則 電気事業法施行規則 電気設備に関する技術基準を定める省令	危険物と指定数量の規定 電気工作物の工事維持及び運用の規制
5. 大気汚染防止法	大気汚染防止法施行令	大気汚染防止法施行規則	ばい煙の排気等の規則
6. 騒音規制法	騒音規制法施行令	騒音規制法施行規則	指定地域内に特定施設を設置する場合の規定
7. 建築基準法			

### (2) 基準等

- (a) 建設省河川砂防技術基準（案）（建設省）
- (b) 揚排水ポンプ設備技術基準（案）（建設省）
- (c) 機械工事共通仕様書（案）（建設省）
- (d) 機械工事施工管理基準（案）（建設省）
- (e) 排水機場設備点検・整備指針（案）（建設省）
- (f) 救急排水ポンプ設備技術指針（案）（建設省）

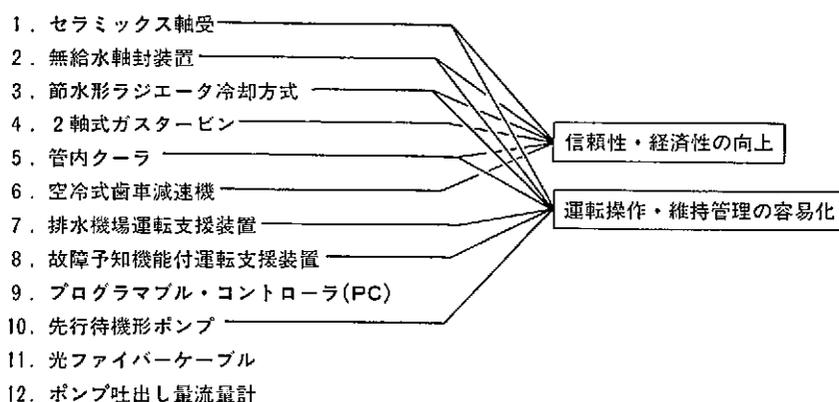
## (3) 規 格

- (a) 日本工業規格 (JIS)
- (b) 電気規格調査会標準規格 (JEC)
- (c) 日本電気工業会規格 (JEM)
- (d) 内線規定 (電気技術基準調査委員会)
- (e) 日本水道協会規格 (JWWA)
- (f) 日本ダクダイル鉄管協会規格 (JDPA)

## 5. 最近採用されている各種技術の概要

更新検討時の参考に供するため、設備の簡素化による信頼性・経済性の向上、運転操作・維持管理の容易化などを目的として、最近河川ポンプ設備に導入されている主な技術の概要を紹介する。

これらの技術の採用に当たっては、当該機場の立地条件や設計条件などを考慮し、十分検討して適切に適用する必要がある。



### 1. セラミックス軸受

#### 概要

立軸ポンプの水中軸受は、従来、ゴム軸受を使用し、清水潤滑を行うことで満足な結果を得ていたが、潤滑水供給ポンプと配管、始動時ドライ運転を避ける制御、ならびに揚水と潤滑水をしゃ断する保護管を必要とすること、潤滑水源を確保せねばならない、などの問題を有していた。

このような水中軸受の諸問題をなくし、ポンプ設備の信頼性の向上と、給水ポンプなどの補機を必要としない立軸ポンプ用軸受として、構造用セラミックスを用いて開発されたものがセラミックス軸受である。

## 特長

- ① 無潤滑状態のままで、ドライ始動ができる。
- ② ゴム軸受と比べて、非常に少ない摩耗量となり耐摩耗性に優れている。したがって、土砂、スケールなどの混入した揚液の場合でも使用することができる。
- ③ 軸受潤滑水が不要となるため、複雑な潤滑水システムが省略でき、始動のスピード化（信頼性向上）が図れる。

## 構造・構成

- ① 軸受ユニットの構成は、図 10.5.1、10.5.2 および表 10.5.1 のとおりである。
- ② 軸受の材料は、開放気孔を有する多孔質体で高硬度の炭化珪素 (SiC) とし、また開放気孔中には、フッ素オイルを含浸させることにより、高い潤滑特性を具備したものである。
- ③ 軸受スリーブの材料は、超硬合金とし、多孔質油含浸炭化珪素 (SiC) 製の軸受と組み合わせたとき、ジャーナル軸受として、高耐摩性、およびドライ始動時に優れた摺動特性などを有している。
- ④ 軸受は、バックシェル内に適切なはめあい公差をもって嵌装され、多孔質油含浸炭化珪素 (SiC) の特性を保持できる構造である。
- ⑤ バックシェルと軸受ケースの間には、緩衝材を設け、偏荷量が作用しても、軸受と軸受スリーブとの間に、異常局部面圧の発生しない弾性支持構造になっている。
- ⑥ 緩衝材は、ポンプ用ジャーナル軸受として、必要とするバネ定数となるように、縦貫通状の小孔を設けた構造とする。
- ⑦ ポンプ主軸への軸受スリーブを固定するために、止めビス付き固定スリーブを使用する。軸受スリーブと固定スリーブとの接触面は、軸受スリーブの回転力に抗するに十分な勾配を有する斜切形状とする。

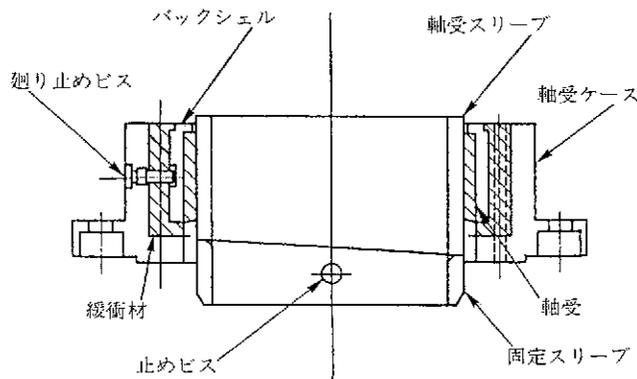


図 10.5.1 軸受ユニット構造

表 10.5.1 材 料 表

部 品 名	材 料	
軸 受	セラミックス	多孔質油含浸炭化珪素 (SiC)
バックシェル	ステンレス鋼	JIS G 4303 SUS 403
緩衝材	合成ゴム	NBR
軸受ケース	ねずみ鉄	JIS G 5501 FC 250
軸受スリーブ	超硬合金	WC
固定スリーブ	ステンレス鋼	JIS G 4303 SUS 304 または JIS G 5121 SCS 13
廻り止めビス	ステンレス鋼	JIS G 4303 SUS 316
止めビス	ステンレス鋼	JIS G 4303 SUS 316

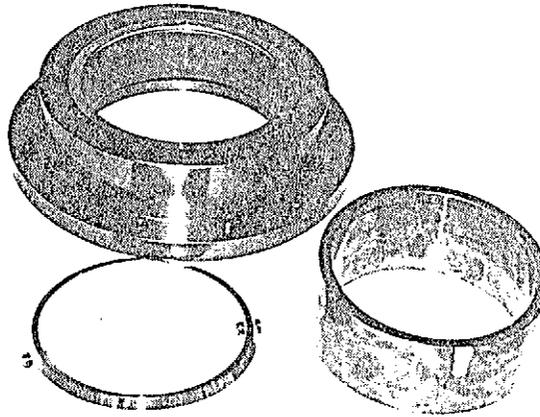


図 10.5.2 軸受とスリーブ

## 2. 無給水軸封装置

### 概 要

ポンプの軸貫通部は、流体の漏れ、空気の吸込みなどを防止する必要がある。

従来の軸封は、グランドパッキンを用い、この部分に外部注水する方式が一般的に行われていた。

最近では設備の簡素化、および維持管理の容易さを図ったコンパクトな無給水軸封装置が開発され、使用されるようになった。この装置には、色々の方式のものがあるが、その一例を示す。

## 特長

- ① 軸封水ポンプ、および潤滑水配管、電磁弁等が不要となり、設備が簡素化され、信頼性が向上する。
- ② 清浄な水源も不要であり、維持管理が容易である。

## 構造・構成

- ① 図 10.5.3~10.5.6 に示すような、種々の構造のものがあるが、ポンプ形式(立軸または横軸)によるほか、その部分の圧力が、正圧または負圧など、その大きさにより方式を選定する必要がある。

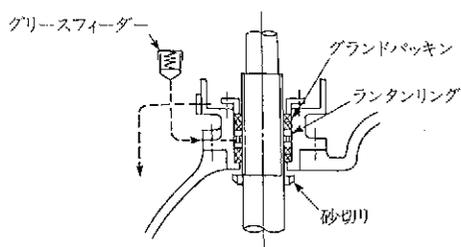


図 10.5.3 グランドパッキンググリース封入式

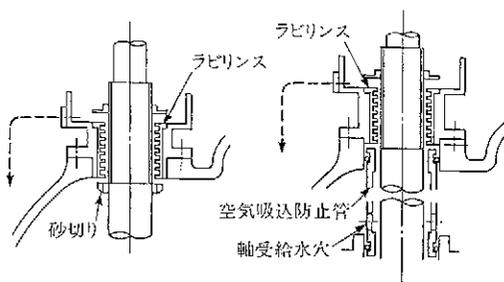


図 10.5.4 ラビリンス式

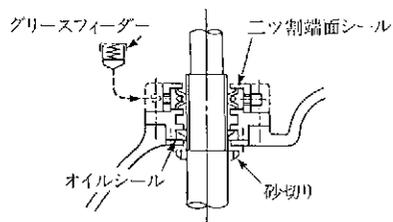
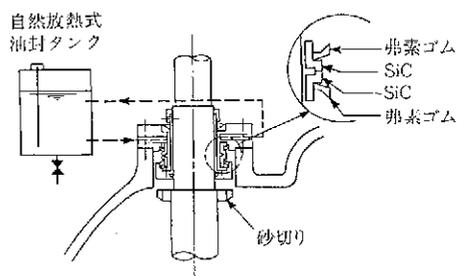
図 10.5.5 フローティングシール式  
(ゴム製端面シール式)

図 10.5.6 メカニカルシール式

- ② グランドパッキングにグリース封入式は、最も安価で簡単である。  
また、既設品の改造も容易である。
- ③ ラビリンス式は、接触部分がないので摩耗が少ない。  
横軸ポンプは、軸封部が吸込側に位置するが、ラビリンス効果を高めることにより負圧(-2 m程度)への対応が可能である。
- ④ フローティングシール式(ゴム製と端面シール式)は、端面シール、およびケースは、いずれも二つ割となっているので保守が容易である。  
二つ割端面シールはグリース潤滑、耐圧型オイルシールは揚水潤滑で、両者の併

用により、正負圧ともにシールが可能である。

- ⑤ メカニカルシール式は、高価であるが、正負圧ともに広範囲に使用できる。  
特殊形状のゴムリングを採用し、面圧を小さくして発生熱が最小限となるようにしてある

摺動面には、耐摩擦性の優れたセラミックス (SiC) を使用している。

- ⑥ グリース封入式のもの、1年に2回程度、グリースを注入する必要がある。

### 3. 節水型ラジエータ冷却方式

#### 概要

ラジエータ冷却方式は、ディーゼル機関の直接冷却方式の一つである。

この方式は、機関の冷却水を、ラジエータ（風冷熱交換器）によって循環、冷却するシステムで機関に機付の場合と、別置ききの二方式がある（図 10.5.7、図 10.5.8 参照）。

これらは、ディーゼル機関に必要な量の良質な冷却水が得難い場合に採用する。

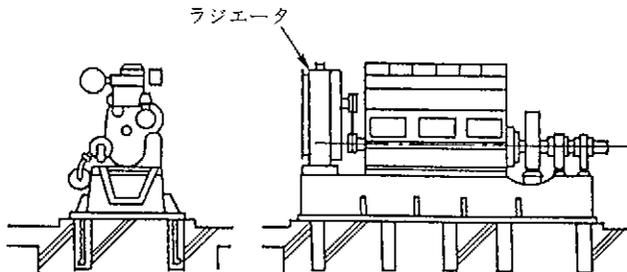


図 10.5.7 機付ラジエータ

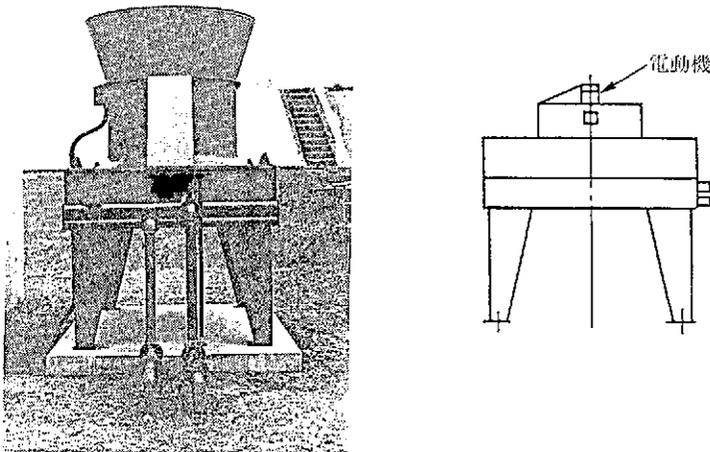


図 10.5.8 別置ラジエータ

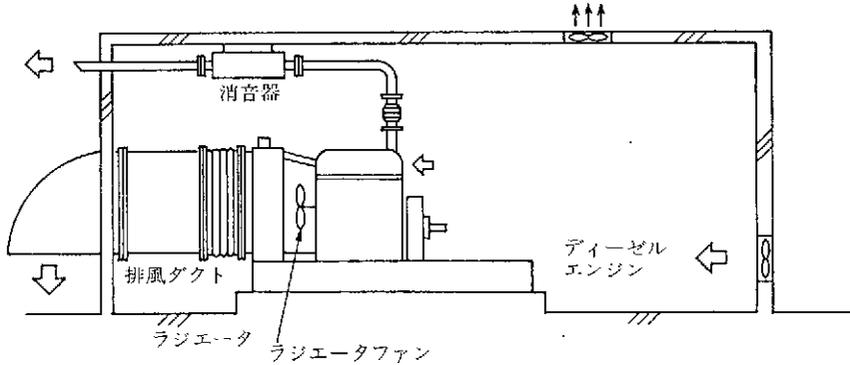


図 10.5.9 排風ダクトを使用した例

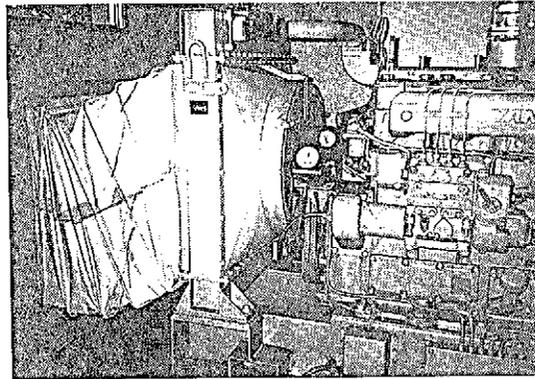


図 10.5.10 排風ダクトを使用した実施例

### 特長

- ① 冷却水は、循環使用とするため、常時供給する必要はない。
- ② 冷却水の消費は、膨張タンクからの蒸発分だけのため、補給水は極く少なく循環水量の0.3%くらいでよい。
- ③ 冷却水ポンプなど不要となり、設備は簡素化でき信頼性も増す。
- ④ 維持管理が容易である。

### 構造・構成

- ① 機付ラジエータ（室内設置）の場合は、機関軸端から、プーリベルトを介して、ラジエータファンを直接駆動する。  
別置ラジエータの場合は、ラジエータを通った空気（温風）は室外へダクトにて導き排風する。ダクトは操作保守上支障のないよう十分考慮した配置とする（図 10.5.9、図 10.5.10 参照）。
- ② ラジエータファンを機関より直接駆動する場合、機関出力は、そのファンによる吸収パワーを差し引いたものとなる。

- ③ 別置ラジエータは、屋内または日陰に設置するほうが有利である。
- ④ ラジエータは、ごみの堆積により冷却効果の低下、通風抵抗の増加をきたすので、十分な余裕率をもって計画する必要がある。
- ⑤ 設置場所の高度が高い場合、水の沸点が低下するので、温調弁、警報、水温過昇など、非常停止の計画値を検討しておく必要がある。
- ⑥ 屋外設置の場合、冬場の凍結に注意する。

## 4. 2軸式ガスタービン

### 概要

排水機場の原動機として、従来からディーゼル機関が採用されている。ディーゼル機関は寸法、重量が大きく、多量の冷却水を必要とし、振動・騒音が大きく補助機械設備が多いが実施例が多く安定していることや燃料消費量が少ない点で今後も採用される。最近、排水機場の簡素化、信頼性向上を図る上で冷却水不要、軽量小型、振動力が少ないガスタービン機関が採用されつつある。ディーゼル機関の場合、多量の冷却水を取水・濾過・揚水・冷却する補機が多く、制御系統が複雑であるのに対し、ガスタービン機関は、冷却水が不要であるので冷却水系の補機がなくなり、制御系が簡素化され信頼性が向上する。

### 特長

主原動機としてのガスタービン機関には、ディーゼル機関に比べて次のような特長がある。

- ① 冷却水不要  
ポンプおよび減速機の無水化をすることにより、機場の完全無水化ができる（図 10.5.11 参照）。
- ② 小型軽量  
小型軽量であるため、原動機室のスペースおよび床荷重が小さくなる。
- ③ 振動力がない  
回転機関であるため、振動および騒音（固体伝搬音）が少ない。
- ④ 長時間の軽負荷運転が可能である。
- ⑤ 振り振動がない
- ⑥ 2軸式の場合は  
・回転数制御が可能であり、流量調節運転ができる。

・始動時高トルクが得られるのでクラッチが不要である。

上記の長所を持つ反面、下記のデメリットもある。

- ① 燃料消費量が多い
- ② 空気消費量が多い

吸気量が多く、排気は高温であるので排気ダクトの設備が必要である。

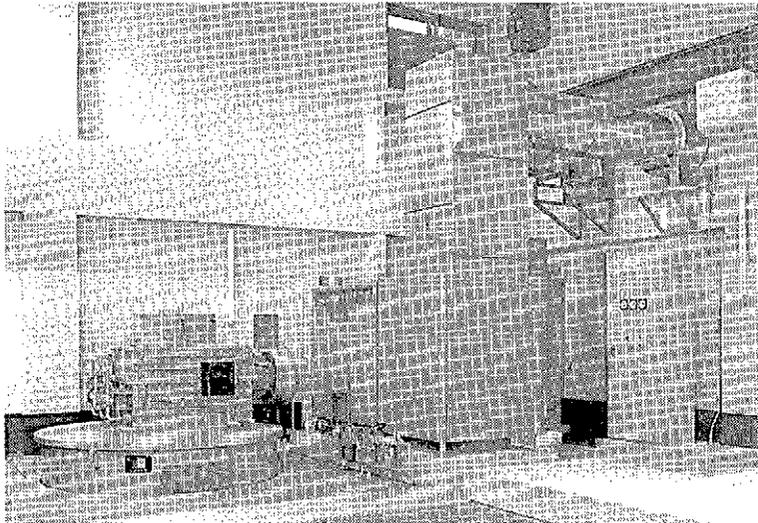


図 10.5.11 空冷減速機・ガスタービンの組合せ設備の実施例

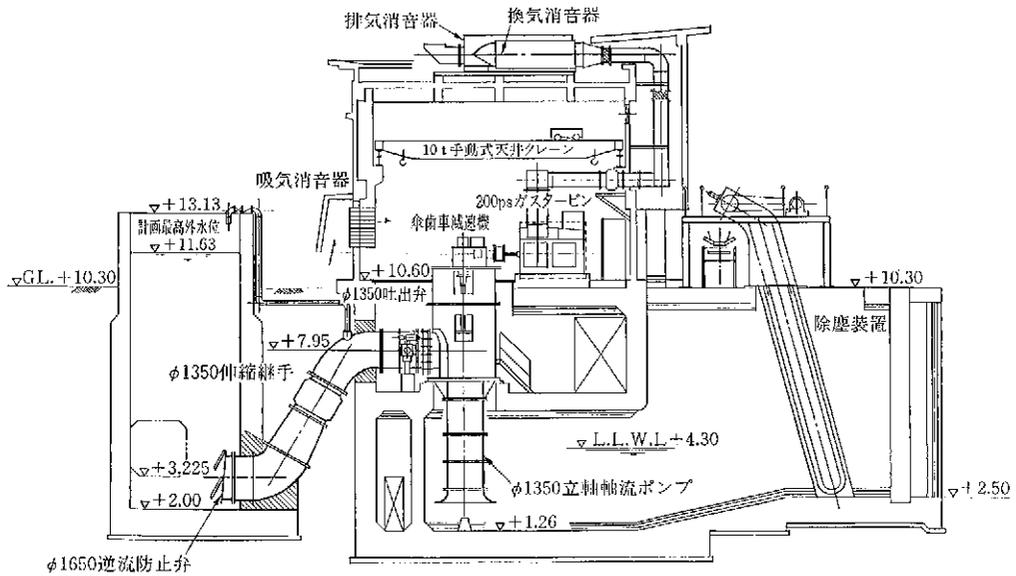


図 10.5.12 ガスタービンを採用した機配置断面図 (一例)

## 5. 管内クーラ

### 概要

エンジン駆動排水ポンプ設備では、エンジンや歯車減速機の冷却水システムの簡略化が排水機場の信頼性向上と操作の簡素化を図るうえで重要である。従来、主に用いられてきた清水循環方式、クリーニングタワー方式、二次冷却方式では多量の冷却水を必要としたり、クーリングタワー、オートストレーナー、冷却用モータ掛補機などが必要となり、制御系統も複雑になる。ラジエータでは、冷却水系統は簡略になるが騒音対策および排風ダクトの設備が必要となる。また、大出力のエンジン使用の場合は電動ファンで駆動する別置ラジエータを必要とする。

管内クーラ方式、ポンプの吐出配管途中に熱交換器（管内クーラ）を設け、ポンプの吐出水によりエンジンの冷却水を冷却するもので、系統機器が少なくなり、冷却水系統が簡略化できるため、近年採用例が増加している（図 10.5.13、図 10.5.14 参照）。

### 構造

管内クーラの構造は、ケーシング、伝熱管、ルーズフランジから成り、伝熱管は熱伝達効率の良いステンレス鋼管または、キユプロニッケル管で多管式とコイル式があり、ケーシング内周に取り付けられている。ポンプ吐出水がスムーズに流れ、かつ伝熱管を効率よく冷却できる。

管内クーラはメンテナンスフリー化されており頻繁な分解点検は不要であるが、万一のときを考え、ケーシングを分解することなく伝熱管を取り出せる方式や、ケーシングを上下二つ割あるいは両側開放方式などの構造が採用されている。

### 特長

管内クーラ方式は、他の方式に比べて次のような特長がある。

#### ① 冷却水の節約

エンジンの内部を冷却する一次冷却水は循環再使用されているために、冷却水の消耗が少ない。

#### ② 冷却水系統・操作方式の簡略化

冷却水系統が清水のみの一系統ですみ、系統機器が減り、始動条件が少なくなる。

#### ③ 機場の電源容量の縮小

付属機器が少なくなるために、電源容量が小さくてすみ、自家発電機を小さくすることができる。

## ④ 広い範囲に適用可能

小規模から大規模のポンプ設備に適用可能である。

上記長所を持つ反面、エンジン出力が大きい場合は管内クーラ面間が長くなるため、ポンプ室のスペースを広くとる必要が生じる。

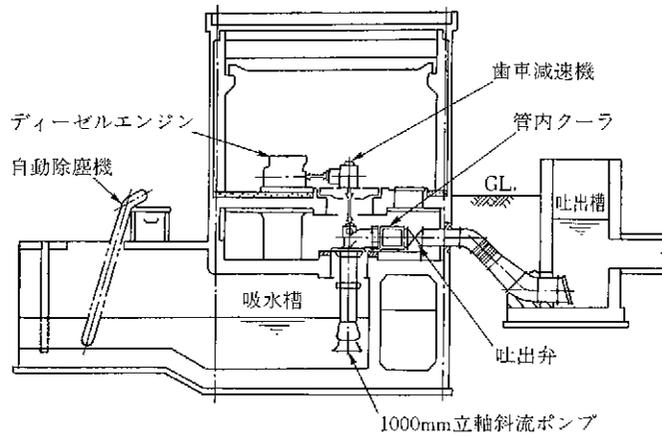


図 10.5.13 図配置断面図

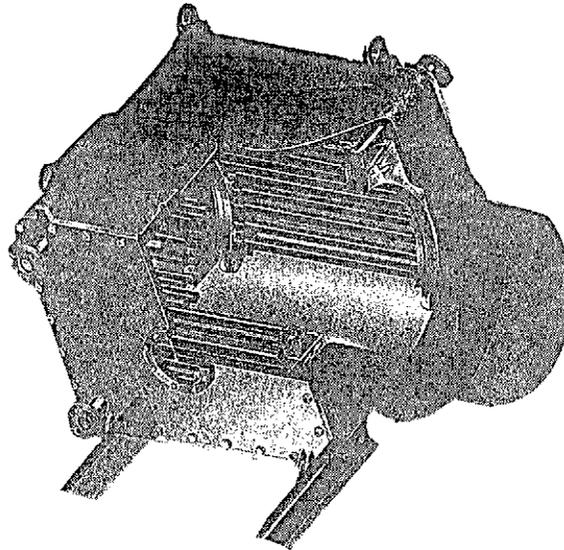


図 10.5.14 写管内クーラ断面の例

## 6. 空冷式歯車減速機

### 概要

河川ポンプ設備を構成する歯車減速機は運転中熱を発生するが、潤滑油がその大部分を吸収し、一部は減速機の外周表面から放熱される。一方、潤滑油を適正な粘度に保つため、潤滑油温度を一定値とする冷却が必要となるが、従来この冷却は潤滑油冷却器を介して水冷により行われている。

この水冷による熱交換方法は、冷却水配管、油冷却器、フローリレーなどが必要となり、構成機器が多いため運転手順が複雑でメンテナンスが煩わしいなどの問題があった。この熱交換方法を空冷化することでポンプ設備の冷却水系の簡素化が図れ、また、構成機器を減らすことで信頼性の向上を図ることができる。これらの要望に応えるのが空冷式歯車減速機である。

空冷方法の種類としては以下がある。

#### ① 自然冷却方式

発熱量の小さな小容量減速機で、ケース表面から自然放熱する冷却方式である。

#### ② 機付ファン冷却方式

減速機入力軸にファンを設置し、ケース表面などを強制冷却するものである。①に比べて大きい容量まで空冷化が可能である。

#### ③ 別置ラジエータ冷却方式

潤滑油を別置ラジエータにて冷却するもので、機外への潤滑油配管を必要とし、許容伝達容量は強制水冷方式と同容量まで可能である。

### 特長

空冷式歯車減速機は、従来の強制空冷に比べて次のような特長がある。

#### ① 運転操作を簡略化し、経費を節減できる

特別な電源や運転前の準備などは一切必要なく、また、減速機用の水量分だけ冷却水ポンプの容量を小さくすることができる。

#### ② 系統機器が削減でき、信頼性が向上する

減速機本体は従来形に比べ若干割高となるが、油冷却器がないため冷却水配管やそれに伴う機器が不要で、故障率を低く抑えることができる。

#### ③ 保守が容易に行える

油冷却機、水配管および関連機器の点検が不要でまた、寒冷時に冷却水の凍結を

防止するための水抜きなどの作業が省ける。

このように、空冷式歯車減速機には多くのメリットがあるが、減速機ケース表面からの発熱が室内に放熱されるため、水冷式よりも換気量を多く必要とする。

一例として、360 ps 相当の空冷式歯車減速機の外観と構造を図 10.5.15、図 10.5.16 に示す。

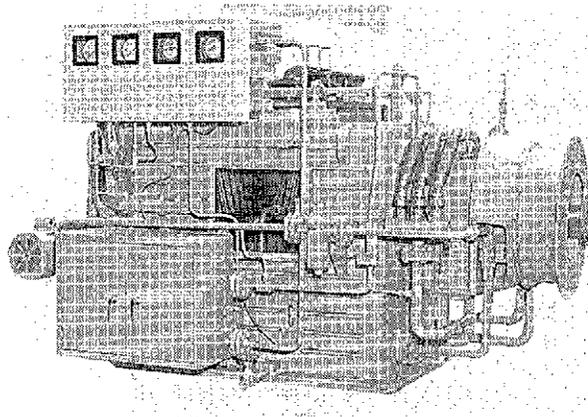


図 10.5.15 機付ファン冷却方式の外観例

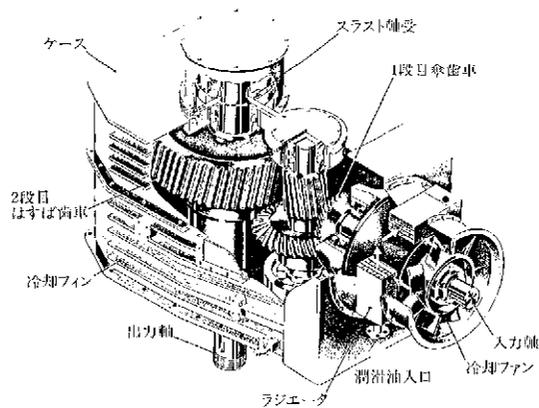


図 10.5.16 機付ファン冷却方式の構造図

## 7. 排水機場運転支援装置

### 概要

排水機場の各設備は高度な信頼性を要求される重要な設備であるが、日常的に運転されるものではなく、年間数回程度の実排水運転が行われる非常用であるため運転技術の向上は難しいものがある。今後の機場においては、ハード面の充実のほかにソフト面での充実を図り、運転支援の強化、ヒューマンエラーの防止を進める必要がある。これらの要望に対して機場運転およびシステムのノウハウを搭載した「運転支援装置」の導入が図られている。その外観を図 10.5.17 に示す。

本装置の考え方、必要性、機能についてその概要を紹介する。

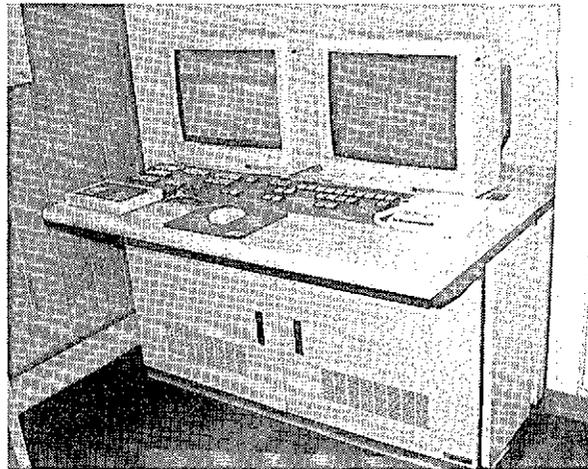


図 10.5.17 運転支援装置の外観

### 特長

運転支援装置の導入はソフト的対応であるが、保守・点検等静的対応策とは異なり、実排水運動時における動的対応策といえる。運転時における支援が主体で、運転操作支援機能、故障時対応支援機能、記録・情報管理などの機能がある。本運転支援装置は、比較的容易に各機場への導入が可能で、運転操作員の負担軽減、確実な運転操作などが行え、ヒューマンエラーの防止、また故障時の迅速な復旧など即効性の高い施策である。

運転支援装置の基本的な機能項目を以下に示す。

#### (1) 運転操作支援機能

設備の始動・停止操作、運転中の状態監視、運転前・運転後の確認作業を確実に

誰でもわかりやすくガイダンスする機能で次の2項目に分類できる。

- ① 運転操作ガイダンス
- ② 運転監視

(2) 故障対応支援機能

本機能は故障が発生した後に、いち早く故障の原因を究明し、復旧を図り、必要に応じて排水運転機能を維持、または復帰（事後保全）させるための支援機能で、次の3項目に分類できる。

- ① 故障発生表示
- ② 故障原因分析追及
- ③ 故障復帰および緊急運転支援

(3) 記録・情報管理機能

本機能は、(1)(2)の機能によりオンラインを収集される運転、故障情報を日報、月報、運転履歴等記録・分析する機能と、その他に点検・整備修理などの保全情報といったオフライン系の情報を管理する機能がある。

## 適 用

運転支援装置の機能は基本機能（標準的に具備される機能）と付加機能に分類され、その適用に当たっては、施設形態や管理形態および操作方法などの要因を十分考慮のうえ、決定されるべきである。

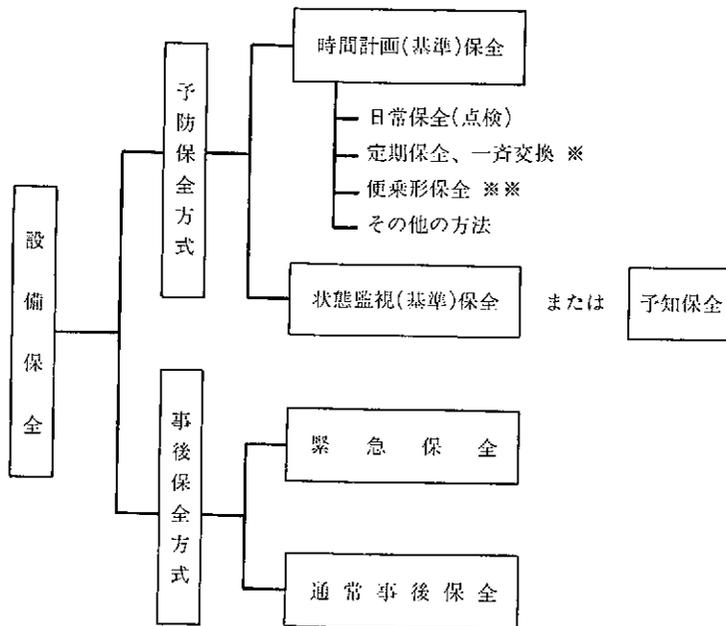
機場設備の重要度は、規模、システムの複雑性がほぼ設備総排水量に対応しているため、設備規模と運転支援装置のグレードの対応をよく検討する必要がある。

## 8. 故障予知機能付運転支援装置

### 概要

保全の方式としては、故障が明確に生起して後に初めて措置をとる事故保全方式と、故障発生を未然に防ぐ予防保全方式とがあるが、排水ポンプ設備の場合、その役割・特性から点検を主体とした予防保全方式となる。

予防保全方式には、時間基準保全と状態保全（または予知保全）とがある。前者が定期補修であるのに対し、後者は定期診断またはモニタリングであるので、保全コストの節減が図られる。これらの関係を図 10.5.18 に示す。



※ 個別にある一定の時間まで動作したら取り替える。

※※ いくつかのユニットをまとめて一緒に取り替える。

図 10.5.18 設備保全の分類

すなわち、排水機場が抱える維持管理上の問題点の解決する一つの手段として故障予知がある。排水ポンプ設備における主要機器のモニタリングとしては、軸受温度などの傾向管理のほか、運転支援装置の普及と共に振動監視が一般化されつつある。

設備診断の手順としては、一般的には、

- ① 簡易診断
- ② 精密診断
- ③ 検討対策（保全アクション）

となるが、排水機場では簡易診断で目的を達成できる。

### 特 長

簡易診断は、多数の設備・機器の劣化状態を迅速に効率よく行おうとするもので、専門知識、技術を習得していない人でもできることを前提としており、次の機能を備えている。

- ① 短時間で多数の設備の異常の有無が診断できる
- ② 設備・機器の劣化傾向管理ができる
- ③ 精密診断対象の選定ができる

なお、運転支援装置としての機能は次のとおりである。

- ① 運転操作支援機能
- ② 故障対応支援機能
- ③ 記録・情報管理機能

図 10.5.19 は本装置の実施例である。

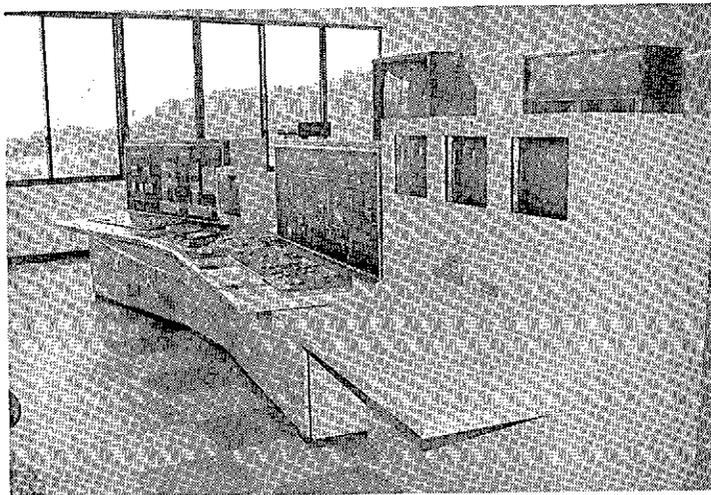


図 10.5.19 故障予知機能付運転支援装置の実施例

## 9. プログラマブル・コントローラ (PC)

### 概 要

従来のリレーで構成された制御回路に代えて、これを半導体を主体としたユニットで構成し、ソフトウェアで行程を記憶させておく装置がプログラマブル・コントローラ (PC) で1969年から制作が開始された。小型・軽量であること、ハードウェアの製作期間が短いこと、回路の改良・変更手直しが容易なことなどから急速に普及したが、現在は機能が向上し、対コンピュータ、PC相互等のリンク機能が充実したため運転支援装置、遠方監視制御装置を設ける場合には殆ど不可欠ともいえるツールとして位置づけられている。

メーカーによって相違するが、基本構成は概略次のようになっている。

- ① 本体：電源ユニット                    1個
- CPUユニット                    1個
- デジタル入力ユニット        数個
- デジタル出力ユニット        数個
- アナログ入力ユニット        数個
- アナログ出力ユニット        数個
- ② プログラム入力装置                   1個

以上のほか、必要に応じて計算機リンクユニット、PCリンクユニット、リモートI/O、外部記憶装置、プリンタなどを追加する。

### リレー回路との比較

従来のリレー回路とPC特長とその比較を表10.5.2に示す。

表10.5.2 比較表

No	分類	項目	リレー制御		PC制御	
1	構 成	構成要素	リレー、タイマー、カウンタなど	—	—	PC本体、プログラミングパネル、大容量負荷用リレー
		部品点数	制御量に比例して増加	△	◎	制御量が増加してもそれほど増加していない
		回路	ハードロジック、配線結合	—	—	ソフトロジック、プログラム要
		速度	遅い	×	○	遅い
2	機 能	部品の耐久性	接点部分の接触回数に制限がある	△	○	PC本体は非接触のため耐久性大
		制御機能	複雑な制御に向かない	△	◎	複雑な制御向き
		演算機能	別途に演算器が必要	△	◎	通常標準装備
		上位リンク	変換器が必要	△	◎	オプションで機能追加

3	製作	設計期間	制御量に比例する	△	○ リレーより短い
		制作期間	組立・配線を要する	△	○ リレーより短い
		社内試験	ほぼ等しい	—	— ほぼ等しい
4	現場配線工事	ケーブル	CVV でよい	○	△ シャヘイ付がよい (CVVS)
		渡り線	全数必要	△	○ リモート I/O を使用して節減できる
5	変更・拡張	制御内容の変更	配線変更、部品追加、削除	△	○ プログラムの変更
		増設等の拡張	部品追加、配線変更	△	○ PC の能力以内であれば容易
6	信頼性	故障率	回線が複雑だと大	△	◎ 回線の複雑さにあまり関係しない
		故障の波及度	おおむね部分的	○	△ 全体に波及しやすい
		平均故障間隔 (MTBF)	約 $1.7 \times 10^4$ 時間以上 (リレー 600 個として)	△	○ 約 $2.6 \times 10^4$ 時間以上 (I/O 点数 256 点として)
		ノイズ	強い	◎	× 弱い
7	保守性	不良箇所調査	時間がかかる	△	○ 自己診断機能にかかれば容易
		修理工数	リレー単体であれば小	○	△ 基板交換、ユニット
		保守の容易さ	理解力をあまり必要としないので楽	○	△ 理解力を必要とする
		電源	バックアップの必要がない	◎	× バッテリ・バックアップが必要
		互換性	多少ある	△	× メーカーが異なるとない
8	寸法	装置単体	大きい	△	○ 小さい
		システム全体	普通	○	△ リレーバックアップをすると大
9	環境条件	温度	-20~+60°C	○	△ 0~+55°C
		湿度	35~85% RH	—	— 35~95% RH
		粉塵	不可 (ハーチメック形で対応できる)	△	× 不可
		腐食性ガス	不可 (ハーチメック形で対応できる)	△	× 不可
		ノイズ	強い	◎	× 弱い

注：◎優れている ○良い △若干問題がある ×悪い

## 10. 先行待機形ポンプ

### 概要

ポンプの吸込側の貯留機能（遊水池など）が十分でなく、かつ急激な雨水の流入が予想される機場においては、ポンプを始動するために吸水槽の水位が運転可能水位まで上昇するのを待っていたのでは間に合わない場合がある。

また、このような機場では起動のタイミングが難しく、操作員の大きな負担となるなどの問題がある。

先行待機形ポンプは、水位が上昇する以前に起動し全速運転の状態ですり水に対して

待機できるポンプである。

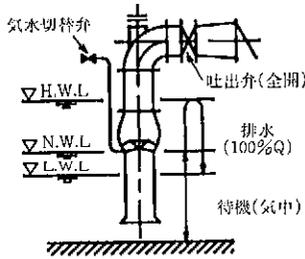
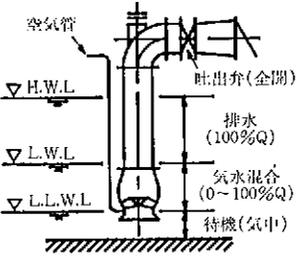
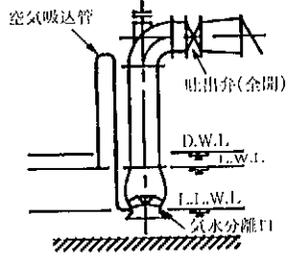
特 長

- ① 先行待機運転ができるため
  - ・流入予測による運転が可能で、始動のタイミングが計りやすい。
  - ・運転員の負担が軽減される。
  - ・事前の確認運転ができ、回復への時間的余裕が図れる。
- ② 全水位で運転できるため
  - ・原動機の間欠運転が回避でき、始動頻度に関する問題が解消される。
  - ・管理運転がいつでも行える。
- ③ 全速運転であるため
  - ・回転制御用などの制御機器がほとんどなく、システムがシンプルである。
  - ・運転操作が容易である。
  - ・遠隔操作への対応が容易である。

構造・構成

代表的な先行待機形ポンプのシステム概要は、表 10.5.3 に示すとおりである。

表 10.5.3 先行待機形ポンプのシステム比較

気水切替運転方式	気水混合運転方式 (I)	気水混合運転方式 (II)
		
<p>1) 排水水位 (N.W.L.) 以下で 気中待機運転</p> <p>2) 排水水位 (N.W.L.) 以上で 排水運転 (切替弁開、空気混 入なし)</p> <p>3) 水位低下揚水遮断水位 (L. W.L.) 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</p>	<p>1) 気中待機運転</p> <p>2) 羽根車入口水位以上で気水混 合運転</p> <p>3) 設定水位以下で定常排水運 転</p> <p>4) 設定水位以上で気水混合運 転および待機運転</p>	<p>1) L.W.L.以下では、空気吸入 管より空気を吸い込み、気水 混合待機運転</p> <p>2) L.L.W.L.以下では気水分離 口より多量に空気を吸い込み 完全気中待機運転</p>

各方式は細部において多少異なるが、羽根車の下側にパイプ（空気管）を取り付け、水位に応じて空気を吸い込ませているのが共通した構造である。

なお、先行待機形ポンプは比較的長時間の気中運転が予測されるので、水中軸受はセラミック軸受を採用することができないため、ゴム軸受とし、軸受潤滑水（清水）を注入するのが一般的であるので、機場計画時は注意する必要がある。

また、先行待機形ポンプとして適用できる機種は、一般に立軸斜流ポンプおよび立軸軸流ポンプである。

## 11. 光ファイバーケーブル

### 概要

光のオンオフ、強弱を通信手段とするときのその伝送路として使用されるガラス透明樹脂製の素線（ファイバー）を一本ないし数本束ね、補強材（テンション・メンバー）被覆材などで構成したケーブルである。ファイバーの材質と構造によって各種のものがあり、JIS C 6820 では以下のように分類されている。

- ・石英系シングルモード光ファイバー
- ・石英系マルチモード光ファイバー
- ・多成分系マルチモード光ファイバー
- ・プラスチッククラッドマルチモード光ファイバー
- ・全プラスチックマルチモード光ファイバー

上の分類で、おおむね下へ行くほど伝送距離は短くなる。

光ケーブルの利点は下記のとおりである。

- \* 無誘導のため、電氣的ノイズの影響を受けないで、良質な情報の受渡しが行える。
- \* 低損失であるため長距離伝送に適している。
- \* 広帯域であるため、大量の情報が伝送できる。
- \* 軽量である。
- \* 電気スパークが発生しないため、防災上安全である。

### 用途

揚排水ポンプ設備において、光ファイバーケーブルが使用される箇所は以下のとおりである。

- \* PC 相互間、PC～コンピュータ間連絡およびネットワーク
- \* 遠方監視制御装置の情報伝達用私設線

## \* ITV を使用した遠方監視システムの伝送路

一例として遠方監視システムの概念図を図 10.5.20 に示す。

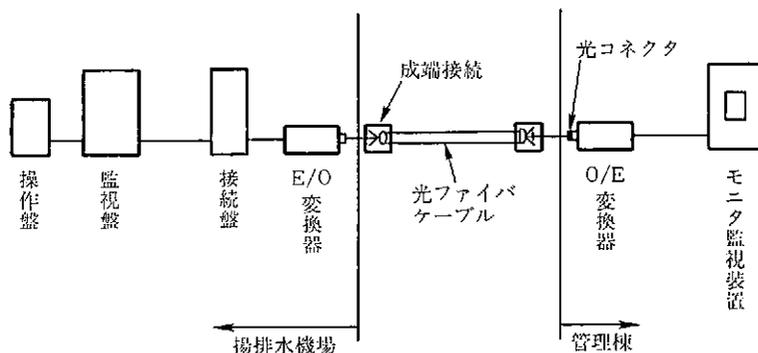


図 10.5.20 遠方監視システム概念図

## 12. ポンプ吐出し量流量計

### 概要

ポンプの細かい制御や揚排水量の総量規制などに対応するため、流量測定にニーズが高まって来ることが予想されるが、この現場における計測は、従来のポンプ性能曲線方式（ポンプの性能曲線の利用）に加え、吐出曲管部の差圧検知方式やドップラー式による流量計が実用化されている。ポンプ性能曲線方式が間接測定に比べ、後の二者は直接測定であるためより正確に吐出量を把握することができることから、故障予知にも活用できる利点がある。

### 特長

- ① 直管長を必要としない省スペース
- ② 場合によってはポンプの吸込側でも取付け可能
- ③ 場合によっては既設ポンプにも取付け可能
- ④ 汚水や海水でも使用可能

### 構造・構成

構造、構成は図 10.5.21、図 10.5.22 に示すとおりである。

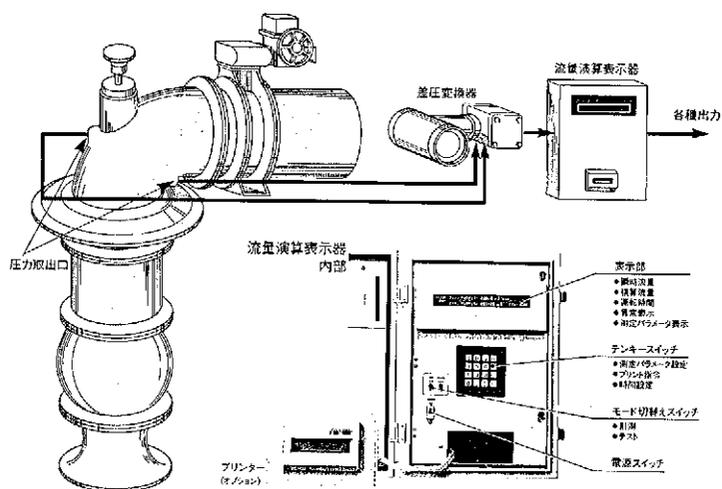


図 10.5.21 差圧検知方式ポンプ流量計

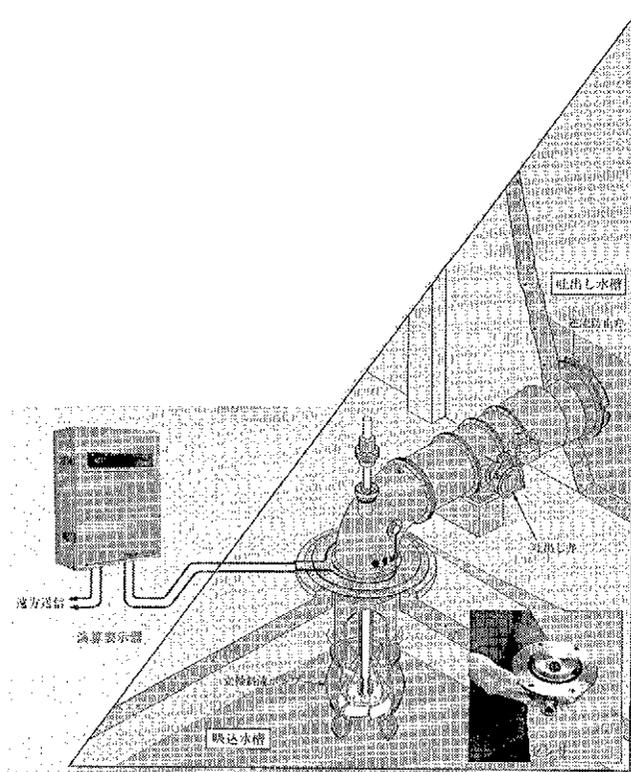


図 10.5.22 トップラー式ポンプ流量計

## 6. 有識者等の意見聴取のための資料の一例

意見聴取のために提示する資料の資料リストおよび補助資料の一例とその資料の抜粋を添付する。

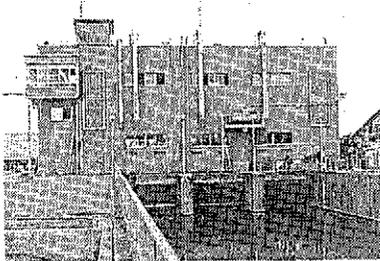
対象機場：××××××××××

資料リスト

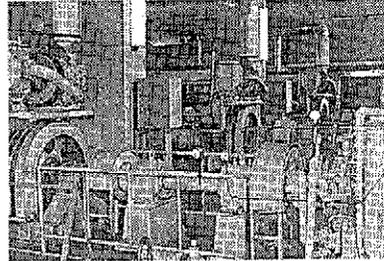
資料番号	資料名称
資料 A-1	×××××川流域概要
資料 A-2	流域条件の診断結果
資料 B-1	土木・建築施設診断結果
資料 C-1	更新計画の概要
資料 C-2	設備概要表

更新計画の概要

排水機場全景



原動機室全景



設備の概要

総排水量 21.6 m<sup>3</sup>/s

主ポンプ 1,800 mm—床式立軸斜流ポンプ  
× 3台

原動機 600 PS ディーゼル機関

冷却方式：一次冷却方式（常時）  
二次冷却方式（非常時）  
設置年：昭和41年 3台（29年）  
（ ）内は平成6年末現在の経過年  
数を示す。

問題点に対する改善策

		現状の問題点項目	処置方法の検討
1. ポンプ設備	1.1 信頼性上の問題	(1) 主ポンプが経年劣化	排水機場の最重要設備であり、主ポンプの信頼性向上が排水機場全体の信頼性向上に不可欠であり、改善が必要。
		(2) ディーゼル機関の経年劣化及び同機種生産中止、部品入手難	部品の入手難（特に緊急時）は排水機能の信頼性を低下させる主要な原因の一つであり、改善が必要。
		(3) 減速機の経年劣化	昭和53年の歯車新製以降、目立った不具合はないが、歯面に傷も見られるため、改善が必要。
		(4) 冷却水系統が複雑で、流量配分が困難	冷却水系統の複雑さが内燃機関駆動時の排水機能を低下させる主要な原因の一つとなっており、改善が必要。
		(5) 補助機器設備の経年劣化大	(4)項に準ずる。
		(6) 除塵設備の整備不良	除塵機の整備により当初機能の維持が必要。
1.2 操作性上の問題	(1) 冷却水の流量配分不良	1-1-(4)項と関連し、省人化などの改善が必要。	
	(2) 除塵機の位置決めが人為操作で面倒。	位置決め自動化など操作の簡素化が必要。	
2. 土木建築関係	(1) 機場上屋の内装にアスベストが使われており、人体に悪影響がある。	・内装材を更新する。	
	(2) 管理室の間仕切壁の遮音性が不足している。	・間仕切壁の遮音性を高める。	
3. 流域条件	(1) ポンプ容量不足	・ポンプの性能アップもしくは機場の増改築	

現状の問題

区 分		現 状 の 問 題 点
1. ポンプ設備	1.1 信頼性上の問題	(1) 主ポンプはケーシング類の腐食、主軸の腐食、水中軸受の摩耗等の経年劣化が進んでいる。 今後は更に経年劣化が進行するものと予想される。 (2) ディーゼル機関は定期点検整備を実施しているが、経年劣化により不具合が生じている。 また、この機種は生産中止となっており、部品の入手が困難になっている。 (3) 減速機は昭和53年の整備（歯車新製）以来の運転時間が〇〇〇時間となっており、少なくともオーバーホールが必要な時期に達している。 (4) 冷却水系統（常時は一次冷却、非常時は二次冷却）が複雑で、適切な流量配分に経験が必要である。 (5) 補助機器設備は一般的な耐用年数を過ぎており、一部は更新されている。他の機器も耐用限界に達しつつある。 (6) 除塵機は各所に発錆が見られ、操作盤も劣化しており、全体的な整備が必要である。
	1.2 操作性上の問題	(1) 冷却水の流量配分に経験が必要であり、一人制御方式の運転操作方式との技術格差が大きいの。 (2) 除塵機のトラッシュカーの位置決めは人為的に行う必要があり面倒である。
2. 土木建築関係		(1) 機場内壁からアスベストが飛散している。 (2) 管理室においてポンプの騒音が大きいの。
3. 流域条件		(1) 計画ポンプ容量（73.0 m <sup>3</sup> /s）に対してポンプ容量が不足している。（現在 21.6 m <sup>3</sup> /s）

処置方法	具体的改善策
更新（1号・2号） 改造（3号）	(1) 主ポンプ（1号、2号）の更新、無給水方式の採用 (2) 主ポンプ（3号）をオーバーホールし、無給水方式に改善
更 新	(1) ガスタービンへの更新
更 新	(1) 原動機更新に伴い入力回転数変更が必要であるため更新。空冷方式の採用
更 新	(1) 冷却水系統の簡素化→主ポンプ、原動機、減速機に無給水方式の採用
更 新	(1) 補助機器設備の更新
修 理	(1) 除塵機の防錆処理
更 新	(1) 運転操作、制御設備の改造→主ポンプ設備の無給水化による改造
改 造	(2) 運転操作員への運転操作支援・故障対応支援→運転支援装置の採用
更 新	(1) アスベストによる内装材を撤去し、ガラス繊維などの吸音マットを張る。
補 強	(2) 管理室については壁の増打ちを行い、必要に応じて柱を補強する。
増 築	(1) 現在の縮切堤位置に将来不足容量分の増設

## 診 断

診断項目		判 定				
		主ポンプ設備	主ポンプ 駆動設備	監視・操作 制御設備	補助機器設備	動力設備
個別 機能	更新耐用 年 数	(未達)・超過	未達・(超過)	(未達)・超過	未達・(超過)	(未達)・超過
	現行基準 との相違	○・×	○・×	○・×	○・×	○・×
	レ ベ ル	1, 2, ③	1, 2, ③	1, ②, 3	1, 2, ③	①, 2, 3
運転操作方式		連動運転操作方式を採用している。 冷却水の流量配分は人為調整が必要であり、連動運転操作方式が活かされていない。				
維 持 管 理		機器の老朽化により修繕・取替・分解整備が頻発しており、この傾向は今後強くなる。				
排 水 機 能		現在は常時の排水能力はほぼ正常であるが、ディーゼル機関駆動時は老朽化、冷却水系 ている。 主ポンプ自体にも老朽化（腐食、摩耗）が進んでおり、今後は信頼性が低下する。				
総 合 評 価		本設備は昭和41年に設置され、29年経過しており、総運転時間は○○○○時間に達して 監視・操作制御設備は平成3年に更新されているが、機械設備は、設置当初のままであ 両設備のアンバランスが目立つ。機械設備の更新等により、監視・操作制御設備との調 にすると必要であると判断される。				

- 注 1) 個別機能診断における判定基準 (1. 正常 2. 部分的な修理(更新)が必要 3. 修理(更新)  
2) 評価基準 (A. 良(現状通り可) B. 可(一部改造要) C. 不可(見直しの必要あり)  
3) 総合評価の評価基準は下記による。

ランクⅠ：すべての診断項目で“A評価”で、設備は支障なく運転されている。

ランクⅡ：Ⅰ、Ⅲ以外の評価の組合せの場合で、設備は運転上若干支障が生じている。

ランクⅢ：個別機能、排水機能のいずれかが“C評価”で設備は早急な改善が必要である。

評価表
-----

結果		評価	所見
付属設備	付属設備		
未達・超過	未達・超過	A, B, ㉔	機械設備は全体的に老朽化が進んでいる。
○・×	○・×		
①, 2, 3	①, 2, 3		
		A, ㉕, C	機械設備と監視・操作制御設備の技術レベルの整合性が 必要。
		A, B, ㉔	維持費が毎年相当額に達している。
統の複雑さにより信頼性が低下し		A, B, ㉔	信頼性の確保が必要である。
いる。 り、全体的に老朽化が進んでおり、 和を図り、信頼性の高い排水機場		I, II, ㉖	

が必要、○：適合 ×：不適

## 改善策の年次

概 要	(1) ガスタービン機関、空冷減速機、セラミック軸受および無給水軸封装置等の無水化技術を導入し、冷却水系統の無水化を図り、設備・システムの信頼性向上を図る。 (2) 老朽化の進んでいる主ポンプ（1号、2号）、ディーゼル機関（1号～3号）は更新。減速機は空冷化および原動機回転数の変更に伴い更新。主ポンプ（3号）は改造。	
区 分	機 器 名	第1ステップ
主 ポ ン プ 設 備	・主ポンプ（φ1800） 立軸斜流ポンプ×3台	・主ポンプ（3号）改造
	・吐出弁（φ1800） 電動蝶型弁×3台	・吐出弁（3号用）本体更新 （駆動機は既設流用）
	・逆流防止弁（φ2200） フラップ弁×3台	・フラップ弁（3号用）更新
主 ポ ン プ 駆 動 設 備	・ガスタービン機関（600 PS） ×3台	・ディーゼル機関（3号用）をガスタービン機関に更新
	・減速機（空冷型） ×3台	・減速機（3号用）を空冷型に更新
補 助 機 器 設 備	・燃料系統 1式	・1式更新
	・冷却水系統 1式	（既設流用）
	・始動系統 1式	・始動用直流電源盤（3号用）1面新設
監 視 ・ 操 作 制 御 設 備	・監視・操作制御設備 1式	・主ポンプ機側操作盤（3号用）1面更新
	・運転支援装置 1式	
電 源 設 備	・運転用電源（商用電源）	
	・非常用電源（自家発）	
付 属 設 備	・燃料貯油槽（40 m <sup>3</sup> ） ×2基	・燃料貯油槽（40 m <sup>3</sup> ）1基増設
	・換気・排気設備 ×1式	
	・除塵設備 ×1式	
特 記 事 項		
概 算 費 用 （百万円）		

## 計画と概算費用

- (3) 運転支援装置を導入し、操作・故障対応・記録管理面の改善を図る。  
 (4) 老朽化の進んでいる除塵機を設備し、機能の維持を図る。  
 (5) 機械設備の改善に伴い監視・操作制御設備を一部改造する。

第2ステップ	第3ステップ	備考
・主ポンプ（1号）更新	・主ポンプ（2号）更新	
・吐出弁（1号用）本体更新 （駆動機は既設流用）	・吐出弁（2号用）本体更新 （駆動機は既設流用）	駆動機は平成6年度更新済み
・フラップ弁（1号用）更新	・フラップ弁（2号用）更新	
・ディーゼル機関（1号用）をガスタービン機関に更新	・ディーゼル機関（2号用）をガスタービン機関に更新	
・減速機（1号用）を空冷型に更新	・減速機（2号用）を空冷型に更新	
	・既設撤去	・第3ステップ完了までは点検整備により機能維持を図る
・始動用直流電源盤（1号用）1面新設	・始動用直流電源盤（2号用）1面新設	
・主ポンプ機側操作盤（1号用）1面更新	・主ポンプ機側操作盤（2号用）1面更新 監視操作卓改造	
	・運転支援装置1式新設	
	・1部改造	
	・1式更新（200kVA）	
・燃料貯油槽（40m <sup>3</sup> ）既設1基更新		
	・1式新設	
	・運転設備1式更新 ・除塵機点検設備	

## 設 備 概

機場名	排水機場	設置年度 (平成6年末現在) (設置後経過年数)	昭和41年度×3台 (29年)
設 備 概 要			
<p>1. 機場概要 本機場は、〇〇〇〇川の内水排除を目的に昭和41年度に設置された総排水量21.6 m<sup>3</sup>/sの排水機場である。</p> <p>2. 主要機器仕様 主要機器の仕様は次のとおりである。</p>			
機 器 名	仕 様	数 量	備 考
主ポンプ	一床式立軸斜流ポンプ 1,800 mm×7.2 m <sup>3</sup> /s×3.9 m×131 rpm	3台	・軸封装置にグランドパッキン 水中軸受はゴム軸受を使用→潤滑水量 70 l/min・台
主原動機	4サイクルディーゼル機関 600 PS×590 rpm	3台	・水冷方式→冷却水量 25,000 l/時・台
減速機	直交軸傘歯車減速機 600 PS×590 rpm×131 rpm	3台	・水冷方式
監視・操作 制御設備	監視操作盤 : 縮小形監視操作卓 機側操作盤類 : 屋内閉鎖自律型	1式	
電源設備	高圧受変電設備 : 屋外閉鎖自立型 高圧配電盤類 :            // 低圧配電盤類 : 屋内閉鎖自立型	1式	

## 要 表

運転操作方式	運転操作方式は、機場内の中央操作室における連動運転操作および機側における現場での単独運転操作	
運転および維持管理体制	運転・維持管理者	
	運転操作人員	12名（2名/班、24時間勤務体制）
	管理運転方式	管理運転は月1回、30分実施。
	点検実施状況	年度計画により月点検を実施。
運転状況	総運転時間 （設置後昭和41年度より 平成6年度末現在）	1号機（○○○○○時間） 2号機（○○○○○時間） 3号機（○○○○○時間） 3台合計：○○時間
	最長連続運転時間	
	(1) 降雨時の内水位上昇が早くなったように感じられる。 (2) 冷却水系統が複雑で、流量の適正配分が困難である。 (3) 運転操作は比較的容易である。	
土木・建築	機 場	・鉄筋コンクリート造3階（1260m <sup>2</sup> ） ・鋼管くい基礎
	閘門建設設備	・閘室 長さ 102.3m 幅 14～22.5m
備 考		

対象機場：××××××××××
-----------------

## 補足資料

補足資料番号	資 料 名 称
補足資料 1	資料 A-2 の補足説明資料 ○ 土木建築施設診断結果 ○ 損傷状況写真 ○ △△△△△排水機場平面図 ○ 機場周辺地盤沈下状況
補足資料 2	△△△△△排水機場の現状 ○ 現状平断面図 ○ 現状小配管図 ○ 点検・整備・修理・改造一覧 ○ 運転時間実績 ○ ポンプ整備写真
補足資料 3	現状の問題点と改善策 ○ 現状の問題抽出点と改善策 ○ 改善（更新）案の比較 ○ 更新計画案の配置図

## 現状の問題点抽出と改善策

## 1. ポンプ設備の現状把握

No.	不具合事項	原因	現状の問題点
1	主ポンプケーシング (FC20) の腐食による黒鉛化薄肉化が進行している。	水質 (海水混入) と経年劣化による。(電気防食実施)	現状はポンプの機能を担うほどではないがポンプ本体(ケーシング、揚水管)の強度が低下しており、今後、低下速度が速くなると予想される。
2	主軸に多数の孔食が発生している。	同上	孔食穴での応力集中による疲労破壊の発生の可能性がある。
3	水中軸受の摩耗により、スリーブとの隙間が大きくなっている。	運転時間による経年劣化による。	今後、主軸の芯ずれによる振動増加により1及び2を加速する可能性がある。
4	羽根車の摩耗が進んでいる。	同上	性能が低下しているが測定できない。
5	ディーゼル機関に冷却水系統の不具合が多い。	(1) 経年劣化の進行 (2) 冷却水の分配が不適切	実排水運転時の信頼性に不安がある。
6	減速機の歯面に傷が発生している。	(1) 運転時間による経年劣化による。	(1) 現状は機能を担うほどの傷ではないが今後は振動が増加し、1及び2を加速する可能性がある。
7	冷却水の適切な分配が困難でディーゼル機関始動時に冷却水リレー作動により非常停止する。	(1) 冷却水系統が複雑であり、経年劣化により、配管内損失が均等でない。	(1) ディーゼル機関の始動失敗により実排水運転時の信頼性に不安がある。 (2) 冷却水の均等配分に人手と経験が必要である。
8	補助機器設備に更新が必要な機器が生じている。	(1) 経年劣化により耐用限界に近づくか、または超過している。	(1) 補助機器の故障により主ポンプの排水運転ができなくなる。
9	除塵機の交換部品がない場合がある。	設置後30年経過しており、交換部品が常時在庫されていない。	交換部品が即納できない。
10	常時のし渣の掻き上げは人力で行っている。	除塵機は移動式であるが、位置決めが自動でなく、めんどろである。	運転が完全自動ではない。
11	し渣は人力でトラックに積み込んでいる。	し渣搬出用のホッパー設備がない。	搬出用トラックへの積み込み作業が人力となっている。
12	除塵機本体・ベルトコンベアのフレームにさびが発生している。	整備不良	設備の機能を担うほど深刻なさびの発生ではない。

## 2. 土地建築関係（機场上屋・機場本体など）の現状把握

別紙 添付 参照

## 3. 現状と主要改善項目の対比

No.	項目	現状の状況	改善項目	改善対策	改善の要否	備考
1	主ポンプ（1号・2号）の更新	経年劣化が全体的に進んでいる。	信頼性の向上 機能回復	更新	要	
2	冷却水系統の簡素化	複雑であり、水量配分の操作に人手と経験を要する。	冷却水系統の簡素化	新技術導入による冷却水系統の見直し	要	
	主ポンプの無給水化	軸封部および水中軸受部に潤滑水を供給	無給水化	無給水シール、セラミックス軸受を採用 1号・2号：更新 3号：改造	要	
3	主原動機の更新	①老朽化により点検・整備が多くなっている。 ②緊急時の部品入手が困難	信頼性の向上	ガスタービン機関への更新	要	
4	減速機の更新	運転時間が軸受設計寿命に近づいている。	機能の維持化	更新（入力回転数変更による。）	要	
5	補助機器設備等の更新	老朽化が進んでいる。	信頼性の向上	更新	要	
6	運転操作員の運転支援の導入	運転頻度が多く、管理項目も多い。	管理の容易化 省人化	運転支援装置の導入	要	
7	監視・操作制御設備関係	平成3年度に更新済	ポンプ設備改善への対応	改造	要	
8	土木建築関係	・内装材のアスベストが飛散している。 ・管理室の騒音がひどい。	・内装材の材質 ・間仕切壁の遮音性	・更新 ・補強	要 要	・ガラス繊維などの吸音マット ・壁厚増量
9	流域条件	ポンプ容量が不足している。	機場全体	全面改築	要	

## 4. 改善案の比較

項目	改善案	
	改良案1 (ガスタービン案)	改良案2 (ディーゼル機関案)
更新概要 (具 体 策)	(1) ガスタービン駆動 (2) 冷却水系統の簡素化：ガスタービン、無水化技術の採用 (3) 主ポンプ1号、2号：更新（無給水軸封装置、セラミック軸受） 主ポンプ3号：改造（ // ） (4) 主原動機：ガスタービンに更新し、冷却水系統の簡素化と合わせて老朽化対策を行う。 (5) 減速機：空冷型に更新し、冷却水系統の簡素化を図る (6) 補助機器設備の更新	(1) ディーゼル機関駆動 (2) 冷却水系統の簡素化：ラジエータ他無水化技術の採用 (3) 主ポンプ：改良案1に同じ (4) 主原動機：ラジエータ冷却式ディーゼル機関に更新し、冷却水系統の簡素化と合わせて老朽化対策を行う。 (5) 減速機：空冷型に更新し、冷却水系統の簡素化を図る。 (6) 補助機器設備の更新
排水機能	信頼性、操作性が向上し、排水機能が十分発揮される。	同 左
信 頼 性	現状設備に比べて冷却水系統が大幅に簡素化され、機器の数が減少するため信頼性は向上する。	現状設備に比べて冷却水系統が簡素化されるが、屋外ラジエータなどの設備が新たに必要となるため信頼性は改良案1より劣る。
操 作 性	冷却水系統の簡素化によりポンプ運転時の冷却水量の調整が不用となり操作性は向上する。	同 左
運 転 管 理 体 制	現状（2名/班）と同じであるが操作員の負荷は軽減される。	同 左
維 持 管 理 体 制	現状と変更ないが、システムがシンプルとなるため点検項目は減少し、管理人の負荷は軽減される。	冷却水系統は簡素化されるが屋外ラジエータなどの管理が新たに増えるため管理人の負荷は現状と変わらない。
土 木 ・ 建 築 へ の 影 響	換気・排気ダクト用の建屋貫通穴が必要。	冷却水循環配管用の建屋貫通穴が必要。
環 境 へ の 影 響	防音パッケージの設置により騒音は現状より改善される。	ラジエータ排風部からの騒音が大きくなる。
設 置 ス ペ ース	現状スペースに設置可能	ラジエータは屋外設置になるため、設置スペースが必要。
概 算 費 用	百万円	百万円
総 合 評 価	ガスタービン始動用電源は常時確保されているため、万一自家発電が故障しても運転は可能であり、信頼性が最も高い。  ○	ディーゼル機関による運転時、自家発電が故障すればラジエータは機能しなくなる。信頼性は改良案1より劣る。ラジエータの騒音、耐久性にも難がある。  △

## 河川ポンプ設備更新検討マニュアル

---

平成8年3月15日 発行

(定価はカバーに  
表示してあります)

編集 財団法人 国土開発技術研究センター  
〒105 東京都港区虎ノ門2-8-10 (第15森ビル)  
TEL (03) 3503-0391 (代)

---

発行 株式会社 山海堂  
発行者 石川 悌二  
〒113 東京都文京区本郷5-5-18  
電話 03-3816-1617  
振替 00140-3-194982

---

乱丁本・落丁本は小社生産部宛にお送り下さい。  
送料小社負担にてお取り替えいたします。

Printed in Japan  
© 1996

ISBN 4-381-01056-6 C3051

ISBN4-381-01056-6 C3051 P6000E

河川ポンプ設備  
更新検討マニュアル



定価6,000円（本体価格5,825円）

山海堂