

河川ポンプ設備診断標準要領（案）

令和 7 年 3 月

国土交通省

大臣官房 技術調査課 施工企画室

目 次

1. 総則.....	1-1
1.1. 目的.....	1-1
1.2. 適用範囲.....	1-3
1.3. 用語の定義.....	1-5
2. 基本事項.....	2-1
2.1. 総合診断の基本方針.....	2-1
2.2. 総合診断の実施判断.....	2-3
3. 総合診断.....	3-1
3.1. 総合診断の実施方針.....	3-1
3.1.1. 総合診断の適用範囲	3-2
3.1.2. 総合診断の手順	3-3
3.2. 総合診断の実施.....	3-4
3.2.1. 診断要因の理解	3-4
3.2.2. 診断対象設備の概要把握、問題点の事前抽出.....	3-4
3.2.3. 現地調査	3-7
3.2.4. 社会的耐用限界評価	3-8
3.2.5. 機能的耐用限界評価	3-8
3.2.6. 物理的耐用限界評価（健全度評価）.....	3-9
3.2.7. 優先度を定める為の影響度評価.....	3-11
3.2.8. 問題点の抽出整理	3-13
3.2.9. 総合診断結果	3-13
4. 精密診断.....	4-1
4.1. 工業用内視鏡による写真撮影.....	4-1
4.1.1. 工業用内視鏡の適用範囲.....	4-1
4.1.2. 効果等	4-1
4.2. 振動診断.....	4-4
4.2.1. 振動診断の適用範囲	4-4
4.2.2. 効果等	4-5
4.3. 潤滑油成分分析等.....	4-10
4.3.1. 潤滑油成分分析等の適用範囲.....	4-10
4.3.2. 効果等	4-11

5. 巻末資料.....	5-1
5.1. 別表-1 河川ポンプ設備総合評価シート作成例（装置・機器単位）	5-1
5.2. 別表-1 の項目解説	5-2
5.3. 河川ポンプ設備の修繕・取替の標準年数（例）	5-6

参考文献

1. 総則

1.1. 目的

河川ポンプ設備診断標準要領（案）（以下「本要領」という。）は、河川ポンプ設備を適切かつ計画的に維持管理・更新するため、標準的な診断要領を示すことにより、河川ポンプ設備の総合診断を実施し、措置（整備・更新・取替）について適切に判断することを目的とする。

【解説】

本要領は、「機械設備のあり方について 答申（社会資本整備審議会河川分科会河川機械設備小委員会）」（以下「答申」という。）4.1.2「長寿命化のためのメンテナンスサイクルの確立」で言及されている“必要な知識と技術力を有する「診断技術者」による「診断」”を実施するために、「河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）」3.3に規定されている「診断」の具体的な実施方法を定めたものである。標準的な診断要領を示すことにより、河川ポンプ設備の総合診断を実施し、措置（整備・更新・取替）の必要性について適切に判断することを目的とする。

(1) 本要領の位置付け

これまで点検・整備及び更新など維持管理に関わる横断的な実施方針については、河川ポンプ設備更新検討要綱・同解説（以下「更新検討要綱」という。）、「河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）」（以下「点検・整備・更新マニュアル」という。）、「河川ポンプ設備点検・整備標準要領（案）」（以下「点検・整備標準要領」という。）に示されており、健全度評価や機能的限界評価等の診断・評価に係る方針も記述されている。

河川法第15条の二及び同施行令第9条の三においても、河川管理施設等を良好な状態に保つように維持し、修繕することが定められている。

本要領は、更新検討要綱、点検・整備・更新マニュアル、点検・整備標準要領に記載されている健全度評価や機能的限界評価等の診断・評価を補完し、「揚排水ポンプ設備技術基準」を適用する河川ポンプ設備の総合診断に係る標準的な実施内容及び実施方法を示したものである。

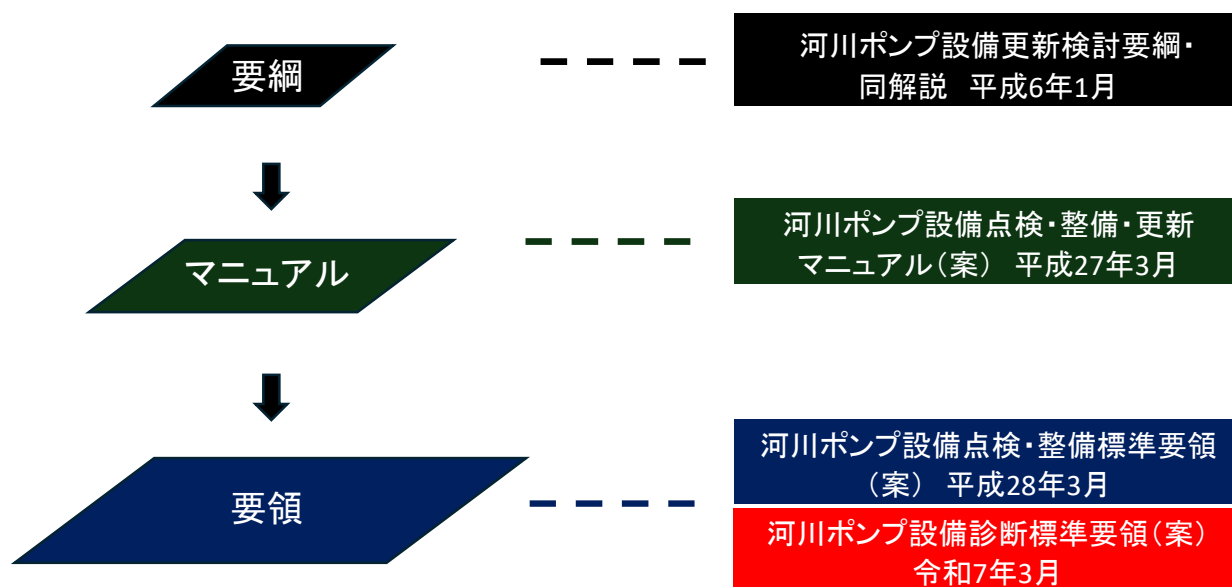


図 1.1-1 本要領の位置付け

(2) 関連法規及び基準等

河川ポンプ設備の診断は、関連法規、基準等に従い適切に実施しなければならない。関連する法規、基準等は、「機械設備点検・整備共通仕様書（案）」を参照すること。

(3) 河川ポンプ設備の役割と現状

河川ポンプ設備は、洪水や高潮による堤内地への氾濫浸水を防止する内水排除施設や都市用水を補給する利水施設、河川の水質浄化を行う水質保全施設に設置され、国民の安全と社会経済活動を支える重要な設備である。

また、河川ポンプ設備は、公共施設としての性格上、万一その機能が損なわれた場合に周辺地域に与える社会経済的影響が大きいとため、機能を正常に維持するために維持管理を適切に行うことが重要である。

また、機場毎に管理体制や機能形態等の相違があり、その設備の維持管理については、これらの特徴にも配慮する必要がある。

さらに、これまでに建設されてきた施設の多くが建設後 40 年以上経過し、今後、老朽化への対応が課題となる施設が年々増加する状況となっており、老朽化の進行に伴い、インシデントの発生や故障等による機能の停止が懸念されている。

(4) 診断要領の策定

老朽化が進行する設備の故障リスクに対応するには、効果的なメンテナンスサイクル（「実操作～点検～診断～措置～記録」の維持管理サイクル）を確立すべきであり、必要な知識と技術力を有する「診断技術者」による「総合診断」を実施するため、診断要領を策定したものである。

1.2. 適用範囲

本要領は、更新検討要綱、点検・整備・更新マニュアル、点検・整備標準要領に記載されている健全度評価や機能的限界評価等の診断・評価を補完し、排水機場、揚水機場及び浄化機場の総合診断に適用する。

揚排水機場の付属設備として設置されるゲート設備（水門・吐出樋管・管理橋等）の診断は、河川用ゲート設備診断標準要領（案）によるものとする。

【解説】

(1) 施設の種類

1) 排水機場

大雨時に支川流域の浸水被害を軽減するため、堤内地の内水を本川（堤外地）側へポンプによって排除する治水施設。（内水排除施設）

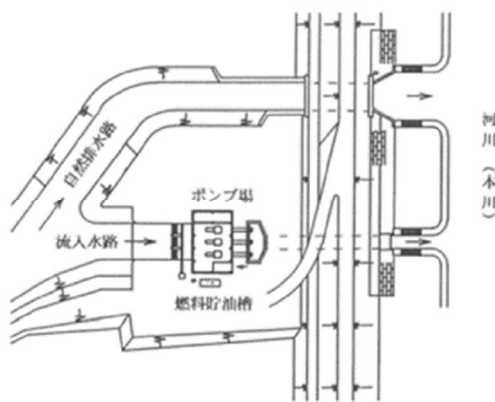


図 1.2-1 排水機場の例

2) 揚水機場

生活用水、工業用水等の用水を供給するため、ポンプによって送水する利水施設。

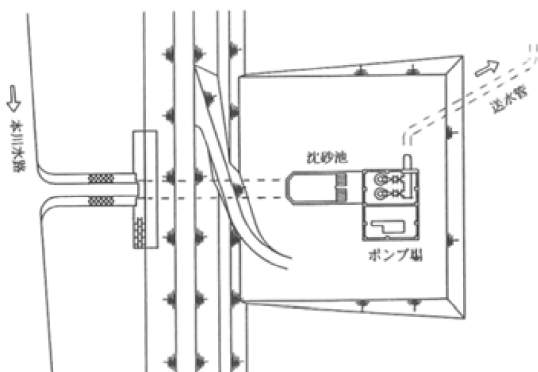


図 1.2-2 揚水機場の例

3) 浄化機場

水質保全のため、ポンプによって植生浄化方式などの浄化施設や河川に送水する施設。
機能、構造が揚水機場と同じ場合もあるが、目的が異なるので分離して扱う。

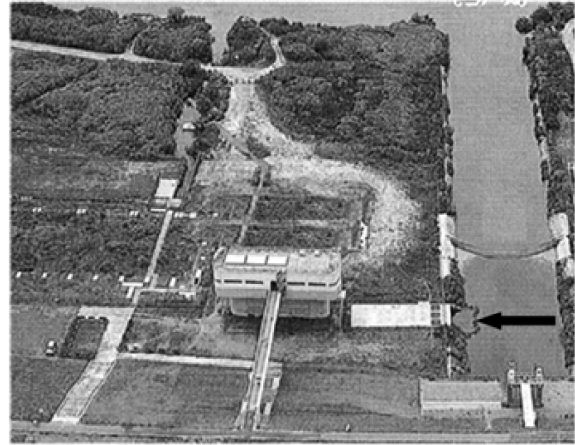
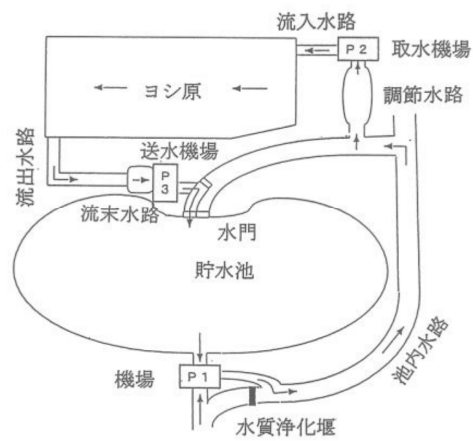


図 1.2-3 浄化機場の例

1.3. 用語の定義

本要領において使用する主な用語の定義は以下による。

- | | |
|-----------|--|
| (1) 施設 | 治水、利水の目的で建設されるポンプ場とその付属施設（流入水路、吐出水槽、吐出樋門、流入樋門、沈砂池、送水管）をいう。 |
| (2) 設備 | 装置、機器の集合体であり、排水機場設備、揚水機場設備等の施設機能を発揮する構成要素をいう。 |
| (3) 装置 | 機器・部品の集合体であり、主ポンプ設備、主ポンプ駆動設備等の設備機能を発揮するために必要な構成要素をいう。 |
| (4) 機器 | 部品の集合体であり、主ポンプ設備、主ポンプ駆動設備等の設備機能を発揮する構成要素をいう。 |
| (5) 部品 | ケーシング、インペラ、主軸、軸受等の機器の構成要素をいう。 |
| (6) 致命的機器 | 河川ポンプ設備の排水機能に直接影響する機器をいう。 |
| (7) 健全度 | 設備の稼働及び経年に伴い発生する材料の物理的劣化や、機器の性能低下、故障率の増加等の状態をいう。 |
| (8) 故障 | 設備、装置、機器、部品が、劣化、損傷等により必要な機能を発揮できないことをいう。 |
| (9) 保全 | 設備、装置、機器、部品が必要な機能を発揮できるようにするための、点検、整備、更新をいう。 |
| (10) 予防保全 | 故障発生を未然に防止するために実施する保全をいう。 |
| (11) 事後保全 | 故障した設備、装置、機器、部品の機能を復旧するための保全をいう。 |
| (12) 点検 | 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、作動テスト等の作業をいう。 |
| (13) 整備 | 機能維持のために定期的に、または点検結果に基づき適宜実施する清掃、給油脂、調整、修理、機器・部品の取替、塗装等の作業をいう。 |
| (14) 修繕 | 設備、装置、機器、部品の故障、機能低下に伴う調整、修理等、機器の復旧及び機能及び保持を目的とした作業をいう。 |
| (15) 取替 | 故障または機能低下した機器、部品の機能を復旧するために新品にすることをいう。 |
| (16) 修理 | 設備の機能を確保することを目的に、設備の運転に伴って発生する各部の摩耗、損傷、接合部や接触部のずれ等を溶接や機械加工により正常状態に戻す作業をいう。 |
| (17) 分解整備 | 機器の分解を伴う整備をいい、オーバーホールと同義である。分解点検と同時に実施する。 |

(18) 更新	故障または機能低下した設備、装置の機能を復旧するために新しいものに設置しなおすことをいう。
(19) 管理者	施設の運転操作及び保全に関する責任者をいう。
(20) 運転操作員	設備の運転操作を行うことを管理者から認められた者をいう。
(21) 専門技術者	設備の保全を行うにあたって、必要にして十分な知識及び実施能力を有する技術者をいう。
(22) 診断	通常の保全サイクルでは把握できない劣化の状況及び劣化原因等を特定し、今後の運用に関する適用性を評価することをいう。 一般的に診断は、「総合診断」と「精密診断」に区分できる。
(23) 診断技術者	過去の点検データから得られる部材の劣化傾向等から、故障メカニズムや因果関係を分析評価することができ、設備単位、装置単位、機器単位で修繕・更新等を判断する者をいう。
(24) 総合診断	各装置・構成機器・制御システムあるいは機場設備全体を対象に、機能の維持・向上を目的として、信頼性、安全性、操作性、維持管理性などを総合的に評価し、合理的な改善策や更新の方向付けを行うために実施する診断をいう。
(25) 精密診断	装置・機器の運転状態において、機能低下の兆候が「振動」「変位」「騒音」「温度」等の状態監視項目に現れている場合、その発生箇所・原因の特定や劣化の程度を把握する為に実施する計測及び解析をいう。 本要領では精密診断は、物理的耐用限界評価（健全度評価）の一つの評価項目としている。
(26) 社会的耐用限界	都市化の進展、気候変動等に伴う降雨量の増大などにより、河川ポンプ設備の設定条件が設置当初から変化したことや、下水道の整備により浄化機場の揚水量が減少したこと等で、当該設備の正常な運用が限界であることをいう。
(27) 機能的耐用限界	円滑な運転操作の可否、陳腐化、関連諸法令・技術基準との整合の観点から、当該設備の運用が限界であることをいう。
(28) 物理的耐用限界	計測データ、点検結果、経過年数、精密診断結果から、当該設備の信頼度の維持が限界であることをいう。

【解説】

用語の定義のうち、(1)～(5)、(7)～(22)、(24)、(25)は「点検・整備・更新マニュアル」、(23)は「答申」、(6)、(26)～(28)は「更新検討要綱」より転記した。

「河川ポンプ設備構成要素（例）」を図 1.3-1 に記す。

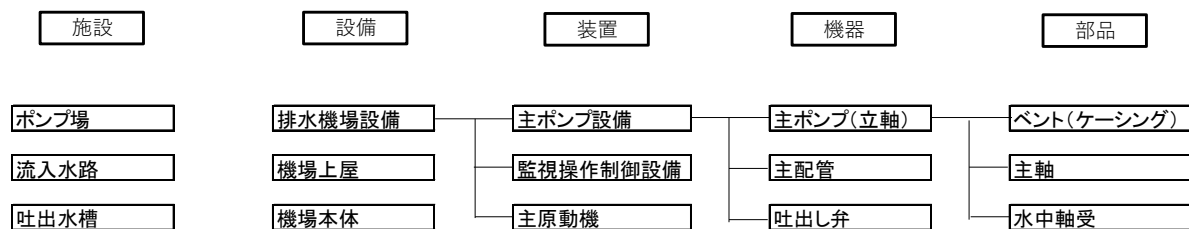


図 1.3-1 河川ポンプ設備構成要素（例）

2. 基本事項

2.1. 総合診断の基本方針

総合診断の基本方針は過去の記録や現在の状況・状態から社会的耐用限界、機能的耐用限界、物理的耐用限界について評価し、整備・更新等の必要性について総合的に判断するものとする。

【解説】

(1) ポンプ設備の維持管理の流れ（サイクル）

一般的なポンプ設備の維持管理の流れ（サイクル）を図 2.1-1 に示す。

維持管理は、維持管理計画に基づき行うものであり、通常維持管理サイクルでは「実操作」→「点検」→「定常的に実施する整備・修繕」→「実操作」を繰り返す。定常的に実施する整備・修繕内容は、点検結果に基づき適宜実施する清掃、給油脂、調整、修理、部品の交換等であり、年度保全計画に含まれる範囲のものである。

施設管理者は、点検の結果、ある機器が△判定となった場合あるいは経過年数（Yp）が信頼性による修繕・取替の標準年数以上となっている時には、総合診断の必要性を検討するものとする。ただし、△判定した中で緊急を要すると判断した機器等は、緊急事後保全を実施する。

機能的要因により機能的耐用限界を超えていると予想される場合も総合診断の必要性を検討する。さらに社会的要因により社会的耐用限界を超えていると予想される場合には、総合診断を行うものとする。

総合診断では、措置の必要性の有無を明らかにし、措置区分を決定する。措置方法の具体的内容等の検討は、総合診断には含まない。

なお、総合診断の結果は、維持管理計画（中長期保全計画）に反映させるものとする。

(2) 総合診断における精密診断の位置づけ

点検・整備・更新マニュアルにおいて「点検結果に異常傾向が認められているときに診断を実施する」と定められており、診断は「精密診断」と「総合診断」に区分され、精密診断は、装置・機器の状態監視項目に機能低下の兆候が現れている場合に、その発生箇所・原因の特定や劣化の程度を把握するために実施するとされている。よって、本要領においても、精密診断を総合診断における物理的耐用限界評価（健全度評価）の評価項目の一つと定義したものである。

2.2. 総合診断の実施判断

施設管理者は、機器等が社会的要因若しくは機能的要因によって要求される機能に因應できなくなっている場合、物理的要因として機器等の経過年数（Yp）が信頼性による修繕・取替の標準年数（Yr）以上となっている場合または点検において異常の傾向が認められた場合（△判定）に、総合診断の実施と範囲を判断するものとする。

【解説】

(1) 機械設備

1) 判断方法

設備として与条件への適応性や、信頼性、安全性、操作性などを確保することが可能であるか否かを以下の3つの要因によって判断する。

① 社会的要因

社会的要因により社会的耐用限界を超えていると予想される場合。

「揚排水ポンプ設備技術基準」第3章第1節「図3.1 ポンプ設備の設計手順」において「排水量、水位等の確認」に示す与条件の変化により判断する。

なお、与条件は河川管理者により設定されるものであることに注意が必要である。

- ・ 氾濫規模の変化
- ・ 土地利用状況の変化による流出係数の増大、減少
- ・ 塵埃量、質の著しい変化
- ・ 設備としての機能不足

② 機能的要因

機能的要因により機能的耐用限界を超えていると予想される場合。

状況の変化に伴い、設備の運転操作や、陳腐化、関係法令等との整合性等の観点から相対的機能低下が認められる場合、機能的耐用限界と判断する。（表3.2-2を参照）

③ 物理的要因

物理的要因により物理的耐用限界を超えていると予想される場合。

- ・ 経過年数（Yp） $\geq$ 信頼性による修繕・取替の標準年数（Yr）

信頼性による修繕・取替の標準年数は、巻末資料5.3項に示す。なお、信頼性による修繕・取替の標準年数が、修繕・整備周期Msあるいは取替・更新周期Usより大きい場合は、MsあるいはUsをYrに読み替えるものとする。（修繕・整備周期Msおよび取替・更新周期Usについては、3.2.2(2)2)⑥項参照）

- ・ 点検結果
- ・ 計測データ
- ・ 修繕履歴
- ・ 不具合履歴
- ・ 過去の精密診断結果(実施している場合)

2) 総合診断の実施判断

河川ポンプ設備の維持管理の流れ（サイクル）（図 2.1-1）のうち「総合診断の実施判断」から「総合診断」までの標準的な実施検討フローを図 2.2-1 に示す。

社会的要因が変化し、社会的耐用限界に達している可能性があり、総合診断が必要と判断された場合は、施設単位で総合診断を実施する。

機能的要因で相対的な機能低下が認められる場合は、機能的耐用限界に達している可能性があり、総合診断が必要と判断された場合は、設備・装置・機器全般を含む全体または必要な範囲を対象とした総合診断を実施するものとする。

物理的要因では、致命・非致命にかかわらず機器等の点検結果に異常が認められる場合（△評価）や、致命的機器が信頼性による修繕・取替の標準年数以上となっている場合に総合診断の実施を検討し、必要と判断した場合は、設備・装置・機器全般を含む全体または必要な範囲を対象とした総合診断を実施するものとする。

なお、点検結果に異常が認められる機器等が非致命的機器の場合は、異常の原因が不明確であり、かつ他の致命的機器に影響するかによって総合診断の実施を判断するものとする。

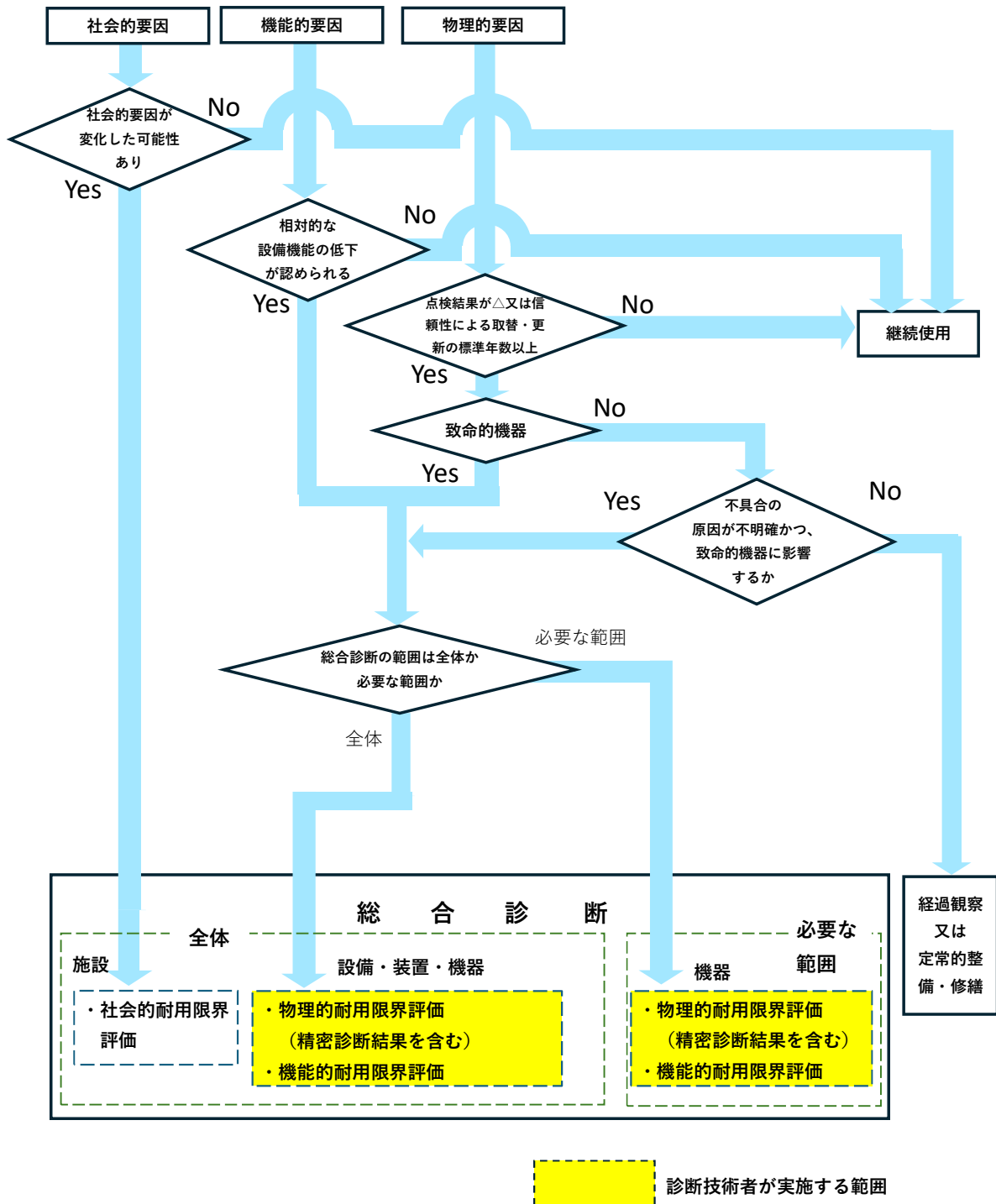


図 2.2-1 総合診断の標準的な実施検討フロー図

(2) 土木構造物

土木構造物については、機械設備とは維持管理の手順が異なることから、別途検討する必要がある。

また、総合診断の結果、機械設備の範囲を超えた対応を検討する必要がある時は、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。

ここでは、参考として、土木学会「コンクリート標準示方書[維持管理編]」における維持管理の手順フローを以下に示す。

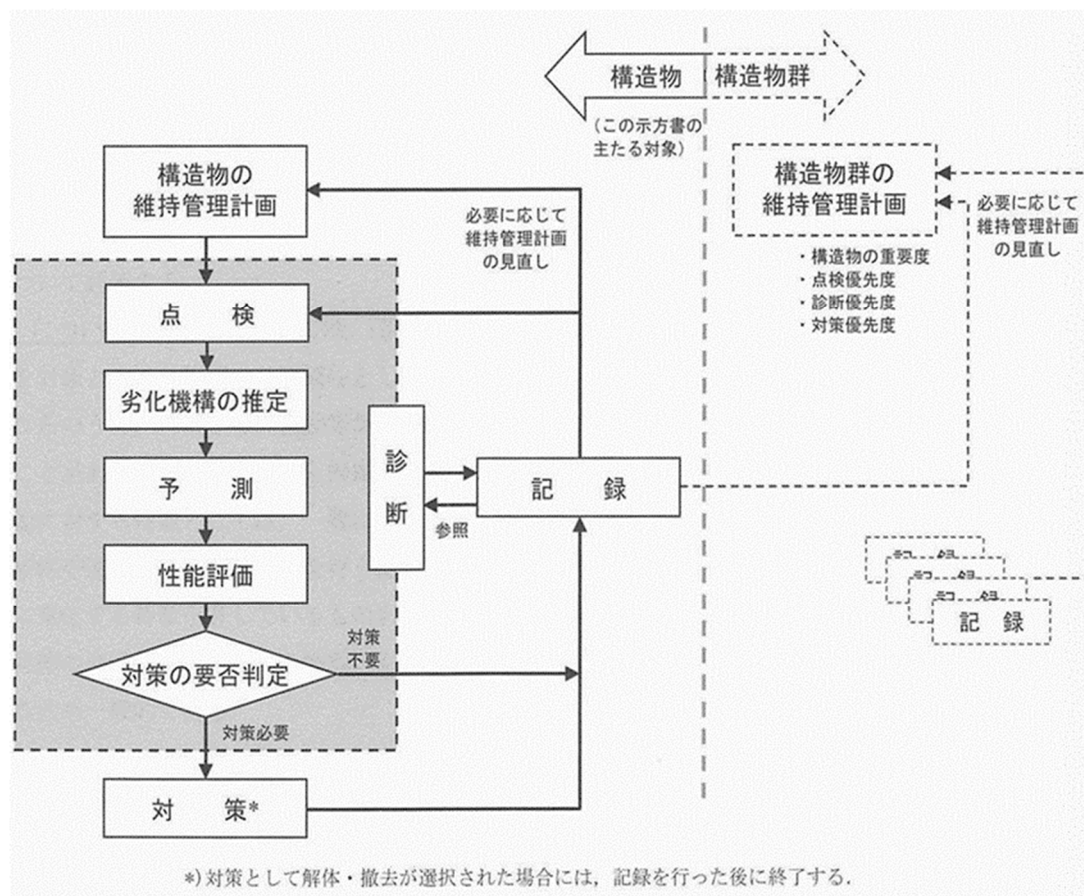


図 2.2-2 土木学会「コンクリート標準示方書[維持管理編]」における維持管理の手順フロー

3. 総合診断

3.1. 総合診断の実施方針

施設管理者は、機能喪失の防止、信頼性、安全性、操作性などの回復・向上を目的として、措置（整備・更新・取替）の必要性について決定するため総合診断を実施する。

【解説】

(1) 総合診断の目的

設備の与条件への適応状況や劣化傾向等をより適正に把握し、いち早く措置することで機能喪失を防止し、設備の信頼性、安全性、操作性などの回復・向上を図ることを目的とする。

(2) 準備

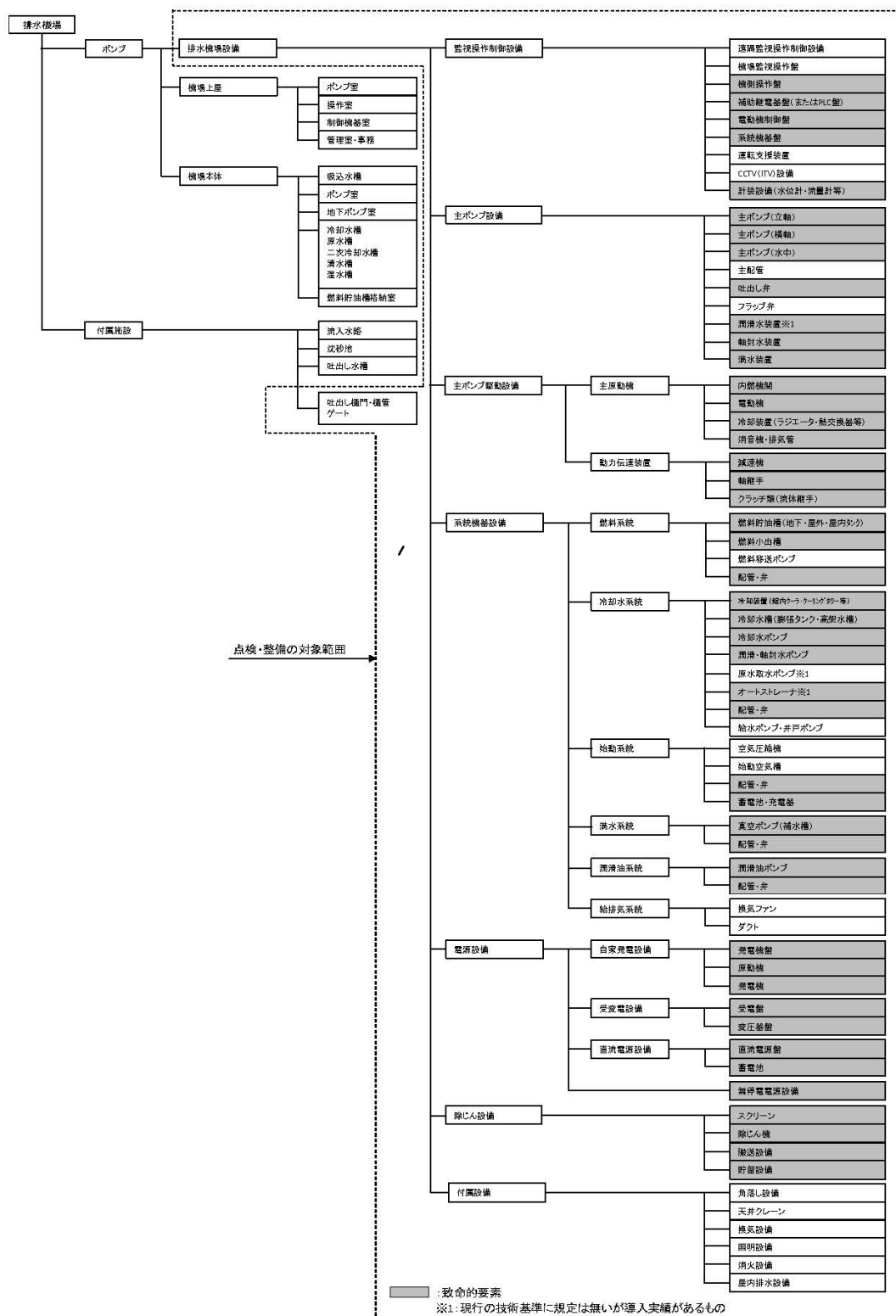
総合診断の実施に際しては、設備諸元台帳および維持管理計画を構成する主要な情報（設備の諸元、設備区分、設備の機器構成、技術的仕様、設置条件、故障・修繕・整備の履歴など）が必要となるため、施設管理者はこれらの情報を適切に整理しておく必要がある。

(3) 総合診断の実施

総合診断の実施は、河川ポンプ設備を構成する設備・装置・機器を対象とし、点検結果等の既存の資料や現地調査により施設の現状を的確に把握し、点検結果や経過年数、精密診断の結果による物理的耐用限界や機器の操作性、設備の陳腐化、関連法規との適合性による機能的耐用限界、社会的環境変化や気候変動の影響などによる社会的耐用限界について評価し、総合的に措置（整備・更新・取替）の必要性について判断するものである。

3.1.1. 総合診断の適用範囲

総合診断の適用範囲は河川ポンプ設備とし、排水機場の構成例を以下に示す。



(河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル(案) 2-15 図 2.4-1 による)

図 3.1-1 排水機場の代表的な構成例(排水ポンプ設備の例)

3.1.2. 総合診断の手順

総合診断の実施手順を図 3.1-2 に示す。

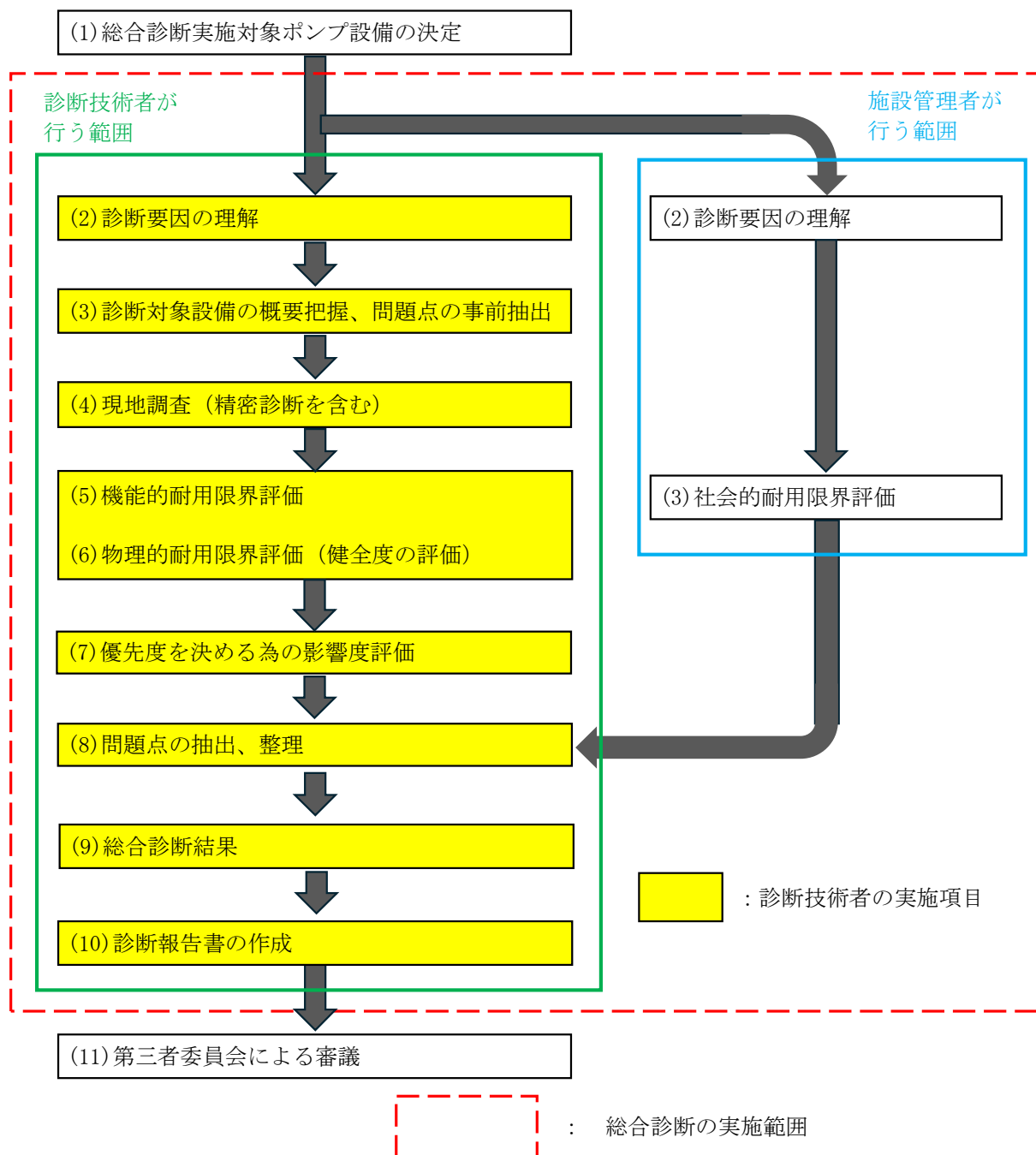


図 3.1-2 総合診断の詳細手順

3.2. 総合診断の実施

施設管理者は、総合診断を行うことになった主たる要因を理解した上で、必要な社会的耐用限界評価を実施する。

診断技術者は、総合診断を行うことになった主たる要因を理解した上で、診断対象設備の概要把握、問題点の事前抽出、現地調査を行い設備の状態を調査する。その上で必要な機能的耐用限界評価、物理的耐用限界評価を行い、問題点を抽出整理し、診断結果をとりまとめるものとする。

3.2.1. 診断要因の理解

施設管理者及び診断技術者は、総合診断を行うことになった主たる要因等を理解した上で、診断を実施しなければならない。

3.2.2. 診断対象設備の概要把握、問題点の事前抽出

(1) 当該設備の設備概要

現地調査に先立ち、当該設備の概要について把握するものとする。

1) 設備の諸元

当該設備の形式、設置数等（詳細は設備台帳参照とする）

2) 設備区分

河川ポンプ設備の設置目的・機能による設備区分（点検・整備・更新マニュアル 2.3 参照）は以下のとおりである。

設備区分	対応する施設
レベルⅠ	排水機場、揚排水兼用の機場
レベルⅡ	揚水機場（ただし、故障時に社会的影響が重大な施設はレベルⅠ）
レベルⅢ	浄化機場（ただし、故障時に社会的影響が重大な施設はレベルⅡ）

3) 設備の機器構成、技術的仕様

主な装置・機器の寸法、容量、形式等

4) 設備の設置条件（使用条件、環境条件等）

点検・整備・更新マニュアルの 4.3 設置条件の評価

使用条件：運転頻度

環境条件：水質や接水状態

5) 設備の稼動状況（常用系設備／待機系設備）

常用、非常用の区分

(2) 機器リストの把握

調査に先立ち、5 巻末資料 5.1 別表-1 ①～⑰欄に示す項目について、施設管理者の保有する機器リストの内容について把握し、内容に不明確な点がある時には、以下の視点で施設管理者に確認の上、補足する。

1) 機器リストの構成

機器リストは、設備単位で作成し、装置、機器の構成要素の相互関係がわかりやすいように表形式でまとめる。

なお、機器等の特性として致命的機器、非致命的機器があり予防保全、事後保全が適用されるが、維持管理計画では事後保全機器を含めた予算計画が必要となるので、全ての機器等をリストアップする。

2) 機器リストの記載項目

機器リストは整備・更新の判断の基本となる健全度評価に用いるため、過去の維持管理データ等を整理するとともに、総合診断に資するため、中長期保全計画における保全等の周期、実施を計画する年度等を記載する。

記載項目と引用データを以下に示す。

① 装置、機器名（別表-1 ①欄に記入する）

- ・装置、機器名及び号機番号等は設備諸元台帳や工事完成図書等から転記する。
- ・装置、機器名については電子納品要領や技術基準と整合していることを確認する。

② 保全方式（別表-1 ②欄に記入する）

- ・状態監視、時間計画、事後保全の区分を記入する。
- ・適用する保全方式は、点検・整備・更新マニュアル 4.2 健全度の評価【解説】(5)装置機器の特性と整備・更新内容による。

③ 修繕・整備、取替・更新年度（別表-1 ③～⑤欄に記入する）

- ・既存機器等の設置（新設）年度、最終取替・更新年度、最終修繕・整備年度を記入する。

④ 修繕・整備、取替・更新年数等（別表-1 ⑥～⑪欄に記入する）

- ・維持管理計画の策定および診断の実施に際して必要となる修繕・取替・更新を計画すべき年数については、表 3.2-1 に示す内容に基づくものとする。

表 3.2-1 修繕・取替・更新年数

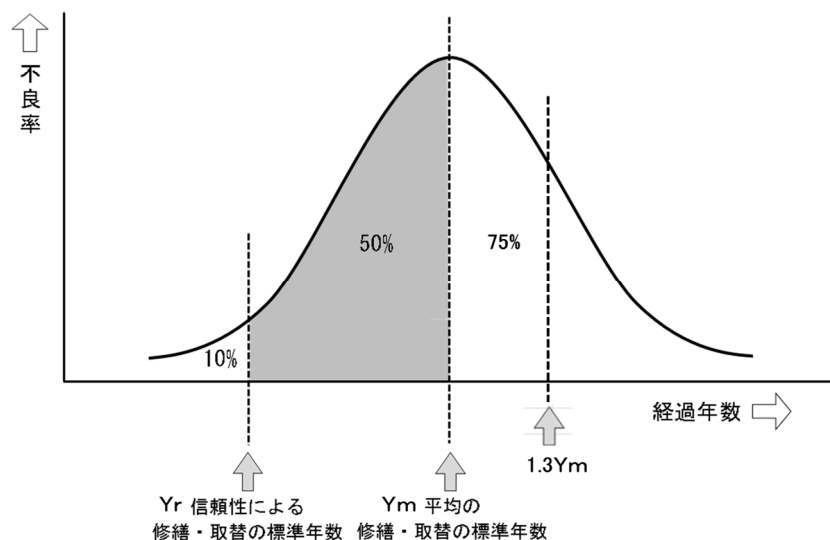
修繕・取替年数等	内容
⑥信頼性による修繕・取替の標準年数 Yr	横断的統計（累積ハザード法）による累積不良率が 10%に達し、信頼性確保の観点から、一層注意して健全度を見極めるべき使用年数
⑦平均の修繕・取替の標準年数 Ym	横断的統計（累積ハザード法）による累積不良率が 50%に達する年数
⑧修繕・整備実施年数の平均値	全施設を対象とした修繕・整備実績の算術平均値であり、維持管理計画の修繕サイクルに採用できる年数
⑨取替・更新実施年数の平均値	全施設を対象とした取替・更新実績の算術平均値であり、維持管理計画に取替・更新サイクルに採用できる年数
⑩当該施設の修繕・整備年数の実績値	当該施設における修繕・整備の実績値であり、維持管理計画の修繕サイクルに採用する年数 ※
⑪当該施設の取替・更新年数の実績値	当該施設における取替・更新の実績値であり、維持管理計画の取替・更新サイクルに採用する年数 ※

注記）※：修繕など複数回の実績がある場合は、直近の実績値を採用することを原則とする。

ただし、直近の実績値を採用することが不適切な場合（摩耗や老朽化を原因としない突発的事故による実績である場合や、修繕・整備、取替・更新を行った時に、不可視部分の劣化状況などから以後の実施時期について変更すべきと評価した場合など）は、実態に合わせて適切な年数を設定することとする。

⑤ 使用年数の上限（別表-1 ⑫欄に記入する）

- ・平均の標準年数 Y_m に1.3を乗じた年数を記入する。時間計画保全の上限となる年数、あるいは修繕による信頼性確保が困難となる年数。1.3 Y_m は、累積不良率が概ね75%に達する年数。（下図参照）



⑥ 定期整備等周期（別表-1 ⑬～⑭欄に記入する）

- ・修繕・整備周期を M_s 、取替・更新周期を U_s とする。
- ・当該施設の実績値（別表-1 ⑩、⑪欄）がある場合は、その年数を M_s および U_s に採用することを基本とする。
- ・採用できる実績値がない場合は、修繕・整備実施年数の平均値（別表-1 ⑧欄）を M_s に、取替・更新実施年数の平均値（別表-1 ⑨欄）を U_s に採用することができる。

⑦ 定期整備等計画年度（別表-1 ⑮または⑯欄に記入する）

- ・施設の設置条件、当該装置・機器等の設計思想、最新の定期整備等の内容、および設置・定期整備等からの経過年数を勘案して、今後実施すべき措置を設定し、修繕・整備計画年度、または取替・更新計画年度のいずれかを記入する。
- ・修繕・整備計画年度は、設置年度（別表-1 ③欄）、最終取替・更新年度（別表-1 ④欄）、または最終修繕・整備年度（別表-1 ⑤欄）のいずれか直近の年度に、 M_s を加算して算出する。
- ・取替・更新計画年度は、設置年度（別表-1 ③欄）、または最終取替・更新年度（別表-1 ④欄）のいずれか直近の年度に、 U_s を加算して算出する。

⑧ 使用上限年度（別表-1 ⑰欄に記入する）

- ・設置年度（別表-1 ③欄）、または最終取替・更新年度（別表-1 ④欄）のいずれか直近の年度に使用年数の上限（別表-1 ⑫欄）を加算して算出する。

(3) 問題点の事前抽出

現地調査に先立ち、以下の資料等から問題点の抽出を行う。

1) 工事完成図書

当初の完成図書を含め、これまで実施された修繕、改良・改造の工事完成図書

2) 運転記録

施設完成後、総合診断実施時までの運転記録

3) 維持管理計画（長寿命化計画）

最新版の維持管理計画

4) 点検結果

過去 5 か年分の年点検結果及び直近に実施された月点検結果。特に不可視部分の点検状況について注意する。

5) 装置・機器の修繕、取替、更新記録

当該設備の設置時からの保有する修繕、取替更新の記録

6) 分解整備工事記録

当該設備の設置時からの保有する分解整備工事記録

7) 精密診断結果

過去に実施された精密診断結果

対象とする精密診断の例を以下に示す。

① 内視鏡診断

② 振動診断

③ 潤滑油分析による診断

精密診断の適用範囲および効果等については、4. 精密診断に示す。

3.2.3. 現地調査

(1) 現地調査

現地調査は、当該設備の現況をより正しく把握することを目的に実施するものとし、事前に抽出した問題点のうち現地で確認できる事項の調査、併せて専門的見地からの状況調査を行う。

1) 機器の構成、製作年度、整備年度の確認

前項(2)で確認した機器構成リストを基に、機器銘板で確認する。

2) 設備の設置条件（環境条件）の確認

汽水域や近隣の工場排水の影響の有無など、設備の設置環境を調査し、水質や接水状況を確認する。

3) 目視確認

当該設備の劣化状態を外観から調査する。

4) 設備の現在状況の調査

当該設備が運転可能である場合には、条件の範囲内で運転し、現在における設備の状態を調査する。

5) 関係者ヒアリング

可能な範囲で、当該設備の維持管理に関与している関係者に対して、当該設備に関する改善点、問題点等について意見を聴取する。

ヒアリングは、次の者を予定する。

①施設管理者 ②運転操作員 ③運転操作委託先 ④年点検実施者 ⑤主要機器製造者

6) 精密診断

必要に応じて以下に示す精密診断が必要な場合、施設管理者と協議の上実施する。

- ① 内視鏡診断（主ポンプ、主原動機）
- ② 振動診断
- ③ 潤滑油分析による診断
- ④ その他必要な診断

精密診断の適用範囲および効果等については、4. 精密診断に示す。

7) 不可視部分の状態把握

不可視部分の点検結果、設備の経過年数、設置環境等を考慮し、機能への影響があると推定される場合は、必要に応じて不可視部分の状態把握を、施設管理者と協議の上実施する。

3.2.4. 社会的耐用限界評価

河川ポンプ設備の新設時は、河川ポンプ施設技術基準第3章第1節「図3.1 ポンプ設備の設計手順」において「排水量、水位等の確認」に示す与条件を設計条件として設計する。社会的耐用限界評価は、河川ポンプ設備の設置後、社会的環境変化や気候変動の影響などにより与条件を定める環境に変化が生じることにより、現状の設備の機能・性能が変更後の与条件を適切に満たすか評価するものである。与条件の変更は、当該河川の治水計画の見直しなど広範囲な検討に基づくものであり、河川管理者が実施するものである。

3.2.5. 機能的耐用限界評価

(1) 評価方法

機能的耐用限界評価の評価要素の例を、点検・整備・更新マニュアル 4.4 機能的耐用限界の評価【解説】(2)評価項目 表4.4-1を参考に、表3.2-2に示す。表3.2-2に示す評価項目ごとに、表3.2-3に示す内容で評価する。

- ① 円滑な運転操作の可否（別表-1 ⑱欄）
- ② 陳腐化（別表-1 ⑲欄）
- ③ 関連諸法令・技術基準との整合（別表-1 ⑳欄）
 - ・解説・河川管理施設等構造令
 - ・揚排水ポンプ施設技術基準（案）同解説
 - ・揚排水ポンプ設備設計指針（案）同解説
 - ・揚排水機場設備点検・整備指針（案）同解説
 - ・河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）
 - ・消防法をはじめ危険物に関する政令、省令ならびに関係法令、条例等
 - ・その他関連法規等

表 3.2-2 機能的耐用限界評価項目

評価項目	説明	評価内容
●円滑な運転操作の可否	設備全体あるいは装置があまりに古く、運転操作方式が現状のままでは運用が困難である場合 等	●設備・装置の老朽化 ●円滑な運転操作の可否 ●運転操作員の安全確保の可否
●陳腐化	機器等を更新・取替える際、周辺機器との整合ができない、あるいは予備品・取替部品が製造中止になっており、調達が困難な場合 等	●予備品・取替部品調達の可否 ●陳腐化による周辺機器との整合性の可否 ●機能不足
●関連諸法令・技術基準との整合	設備の建設後に、関連諸法令あるいは技術基準が改正・改定され、現状仕様が技術基準から外れてしまい支障が出ている場合 等	●関連諸法令の改正 ●技術基準の改定、変化 ●技術革新の有無

(2) 評価のまとめ（別表-1 ㉑欄）

①～③までの評価で最もリスクの高い区分をその装置、機器の機能的耐用限界評価とする。

表 3.2-3 機能的耐用限界の評価内容

機能的耐用限界 評価区分	状態
△1 (緊急度大)	設備、装置、機器が機能的耐用限界に達しており、早急に措置すべき状態
△2 (緊急度中)	設備、装置、機器が機能的耐用限界に近づいており、2～3年以内に措置を行うことが望ましい状態
△3 (経過観察)	設備、装置、機器が近い将来に機能的耐用限界に達する可能性があり、引き続き注意が必要な状態
○ (適切)	設備、装置、機器が機能的耐用限界に達するおそれのない状態

3.2.6. 物理的耐用限界評価（健全度評価）

(1) 評価方法

① 計測データによる評価（別表-1 ㉒欄）

状態監視保全において保全される機器について、計測結果に基づき以下により△1、△2、△3、○に区分する。

表 3.2-4 計測データの評価内容

評価区分	計測値
△1	予防保全値を超過している場合
△2	注意値を超え、予防保全値以下の場合
△3	異常傾向を示しているが注意値以下の場合
○	正常値（注意値以下かつ異常傾向なし）

（※注意値、予防保全値については、点検・整備・更新マニュアル 4.2(3) 3) ①を参照のこと）

② 点検結果による評価（別表-1 ②③欄）

点検の結果評価について、以下により△1、△2、△3、○に区分する。

表 3.2-5 点検結果による評価

評価区分	点検結果
△1	設備・装置・機器の機能に支障が生じる可能性があり、予防保全の観点から早急に措置（整備・更新・取替）を行うべき状態
△2	設備・装置・機器の機能に支障が生じていないが、2～3年以内に措置（整備・更新・取替）を行うことが望ましい状態
△3	設備・装置・機器の機能に支障が生じていないが状態の経過観察が必要な状態
○	設備・装置・機器の機能に支障が生じていない状態

③ 経過年数による評価（別表-1 ②④欄）

時間計画保全において保全される機器について、以下により△1、△2、△3、○に区分する。（状態監視保全および事後保全を採用する機器等については参考指標とする。）

表 3.2-6 経過年数による評価

評価区分	修繕・整備における評価	取替・更新における評価
△1	$M_s \leq Y_p$	$U_s \leq Y_p$
△2	$M_s - 3 \leq Y_p < M_s$	$U_s - 3 \leq Y_p < U_s$
△3	$Y_r \leq Y_p < M_s - 3$	$Y_r \leq Y_p < U_s - 3$
○	$0 \leq Y_p < Y_r$	$0 \leq Y_p < Y_r$

上表において

M_s ：修繕・整備周期（年）

U_s ：取替・更新周期（年）

Y_r ：信頼性による修繕・取替の標準年数（年）

Y_p ：経過年数（設置時または最終の取替時からの年数）

④ 精密診断結果による評価（別表-1 ②⑤欄）

時間計画保全、状態監視保全において保全される機器について、精密診断の結果に基づき、以下により△1、△2、△3、○に区分する。

表 3.2-7 精密診断結果による評価

評価区分	精密診断結果
△1	早急に措置を行うべきと評価した場合
△2	2～3年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合
△3	経過観察が必要と評価した場合
○	正常と評価した場合

(2) 物理的耐用限界評価（健全度評価）のまとめ（別表-1 ②⑥欄）

上記(1)の各評価項目の中で最もリスクの高い評価区分とするが、状態監視保全および事後保全を行う機器等については、経過年数による評価結果は参考指標とし、計測データ、点検結果、精密診断結果など他の評価項目を重視して判定する。

3.2.7. 優先度を定める為の影響度評価

影響度評価の要素には、設置条件、故障履歴、保全状況、致命度（機器特性）等がある。影響度評価は優先順位調整対象の機器について影響度評価シートを作成し、上記評価要素から適宜選択するかまたは他の要素を追加して評価する。

なお、影響度評価は単一機場内での優先順位付けに活用する。

(1) 影響度評価の要素項目と評価区分

使用条件及び環境条件により、以下の区分で評価する。

① 設置条件（E1、別表-1 ③⑤欄）

表 3.2-8 設置条件の評価

設置条件	内容	評価点（E1）
レベル a 高（悪い）	使用条件、環境条件がともに悪いもの	3
レベル b 中	使用条件もしくは環境条件のどちらかが悪いもの	2
レベル c 低（良い）	使用条件、環境条件がともに良いもの	1

評価点の評価は「使用条件」及び「環境条件」を評価軸としたマトリクスにより評価を行う。なお実際の適用にあたっては、管理者が実情に応じカスタマイズの上適用するものとする。

a) 接水する機器の設置条件の評価

表 3.2-9 設置条件の評価項目（接水する機器）

分類	評価項目
接水する機器	●使用条件：運転頻度 ●環境条件：水質（汽水/淡水）、接水（常時/運転時のみ）

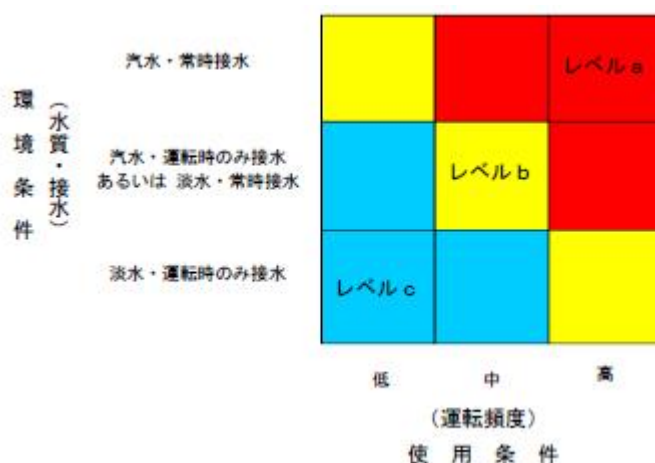


図 3.2-1 設置条件評価マトリクス（接水する機器）

b) 接水しない機器の設置条件の評価

表 3.2-10 設置条件の評価項目（接水しない機器）

分類	評価項目
接水しない機器	●使用条件：運転頻度

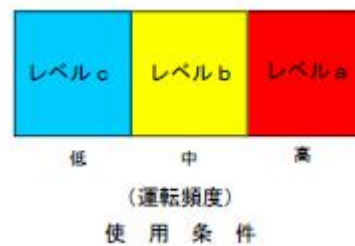


図 3.2-2 設置条件評価（接水しない機器）

② 故障履歴（E2、別表-1 ③7欄）

同一または同種機器の故障情報により以下の区分で評価する。

表 3.2-11 故障履歴の評価点設定方法

故障履歴	評価点（E2）
当該機器等に過去複数回の故障事例あり	3
当該機器等に過去1回または同一施設内において同種機器等に故障事例あり	2
故障事例なし	1

③ 保全状況（E3、別表-1 ③9欄）

点検・整備の実施状況を以下の区分で評価する。

表 3.2-12 保全状況の評価点設定方法

保全状況	評価点（E3）
点検・整備は未実施	3
年点検・整備は実施、分解整備は未実施	2
点検・整備を適切に実施	1

(2) 影響度評価による整備・更新の優先順位

影響度評価は、措置の優先度を判断するために実施するもので、影響度指数の値の大きい方が優先度大となる。(優先度指数の最大数は1.0)

影響度評価項目の評価結果を整備・更新の優先度に反映するため、複数の評価項目の評価点(評価区分の欄の値)を計数化して機器等状況を定量的に相対比較できる影響度指数を評価シートに記載する。

$$\text{影響度指数} = \sum_{i=1}^3 (e_i \times w_{e_i})$$

ここに

e_i : 各項目について次式で算出される評価係数

$$e_i = (\text{評価点}(E_i) - 1) / (\text{評価ランク数} - 1)$$

※評価ランク数 : 3 とする

w_{e_i} : 項目別の重み係数であり、 $\sum w_{e_i} = 1$

評価要素別の重み係数は機器ごとに設定する必要がある、別表-1 では各要素均等に 0.33 としている。

3.2.8. 問題点の抽出整理

本要領の 3.2.2～3.2.7. に示す調査及び評価結果等を総合的に分析評価し、当該設備に対する合理的な改善策や更新案を検討するために必要な課題・問題点を装置または機器単位で明確にする。

なお、診断技術者による課題・問題点の整理においては、管理者ヒアリングの内容を踏まえ、当該施設を日頃から管理し施設状況に精通している施設管理者の意見を考慮すること。

3.2.9. 総合診断結果

機能的耐用限界評価の結果(別表-1 ②④欄)と物理的耐用限界評価(健全度評価)の結果(別表-1 ②⑥欄)を比較し、総合的に判断した結果を総合評価(別表-1 ②⑧欄)とする。

3.2.8. で抽出整理した問題点、装置・機器レベルにおける総合評価(別表-1 ②⑧欄)の傾向(機器レベルのバランス状況)などポンプ設備の機能維持に関連する諸要因を踏まえ、表 3.2-13 を参考に、対象となる装置または機器ごとに措置区分(求める措置方法)と実施時期を決定する(別表-1 ④②, ④③欄)。

- ① 更新
- ② 取替
- ③ 分解整備
- ④ 継続使用
- ⑤ 改造・機能追加

表 3.2-13 措置区分判断の目安

措置区分	判断の目安
更新	・設備、装置について、改造・機能追加、取替、分解整備では信頼性確保が困難であると判断できる場合
取替	・機器、部品等の交換等で対応が可能な場合
分解整備	・機器を分解し、状況を確認しながら整備を行う必要がある場合
継続使用	・不足している機能や劣化の度合いが許容できる状態である場合 ・定常的な整備・修繕で信頼性確保が可能な場合
改造・機能追加	・機器が担う系列全体で機能の変更や追加を行う必要がある場合 ・新たな機器を追加することで不足している機能を補うことが可能な場合

4. 精密診断

河川ポンプ設備を対象とした精密診断技術には、工業用内視鏡による写真撮影、振動診断、潤滑油成分分析などがある。関東地方整備局 関東技術事務所における「河川ポンプ設備精密診断マニュアル（案）」に基づく実施事例から、適用範囲および効果等の概要を示す。

4.1. 工業用内視鏡による写真撮影

4.1.1. 工業用内視鏡の適用範囲

通常の年点検や月点検時には確認することができない不可視部分にある主要機器の部品を、工業用内視鏡を用いて写真撮影するものである。主たる適用範囲は次のとおりである。

①主ポンプ（羽根車、ライナ、揚水管内面など）

多くの場合、主ポンプの点検口から内視鏡を挿入し、羽根車、ライナ、揚水管内面などを撮影する。特に、点検口から羽根車を直接目視できない立軸ポンプの診断に適している。内視鏡は、点検口から羽根車まで届く長いファイバーを擁する機種を採用するが、長尺ファイバーのカメラレンズ部分の首振りにはできない場合が多い。先端のカメラ部分が回転して撮影方向を変更できる機種や空気圧により首振りが可能なものがあり、視野を確保するためにはこれらが適している。

②ディーゼル機関（シリンダ内部や過給機内部）

シリンダ内部の撮影では、燃料噴射ポンプを外して高压管の取付孔等からファイバーを挿入して撮影する。過給機内部の撮影は、温度計の取付孔等から行うのが一般的である。工業用内視鏡は、視野を確保するために首振り機構を有し、撮影時の焦点距離が短い機種が適している。

③ガスタービン（圧縮機、燃焼室内部、ノズルリング、出力タービンなど）

機種によって内部の撮影を行う方法は異なる。使用する工業用内視鏡は、ディーゼル機関とほぼ同じである。

4.1.2. 効果等

(1) 主ポンプ

工業用内視鏡写真で撮影できる部分については、腐食の程度や広さ等について、内視鏡写真から判定した状況と分解整備で判定した劣化は一致した事例が確認されており、工業用内視鏡写真をポンプの精密診断に対する有用性は高い。

撮影事例について、表 4.1-1 にまとめて示す。当該表では、工業用内視鏡で撮影した写真と、分解整備時に撮影した写真を比較して示している。羽根車やケーシングライナ等の母材に発生している腐食の状況を写真で撮影することができる。

一方、工業用内視鏡写真はあくまで目視によって判断するものであり、腐食深さなどの定量的に把握することは難しいのが実態である。また、内



図 4.1-1 工業用内視鏡による主ポンプ診断

視鏡ケーブルの柔軟性の不足や操作性などの制約により、羽根車の吸込み側表面（内視鏡挿入口と逆側の羽根車表面）や、ベルマウス（吸込みケーシング）は撮影難易度が高い。（図 4.1-2 参照）

表 4.1-1 主ポンプにおける工業用内視鏡の撮影事例

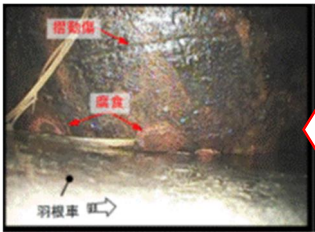
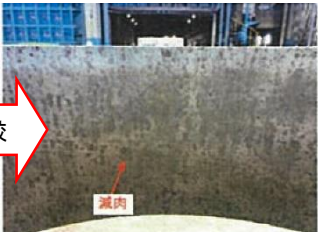
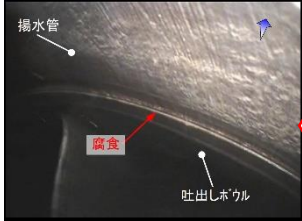
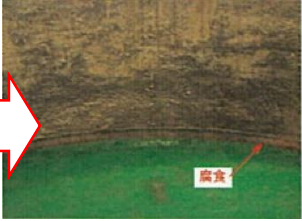
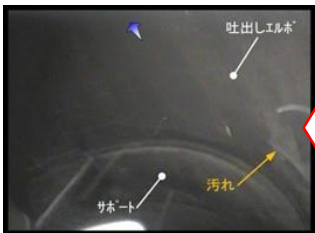
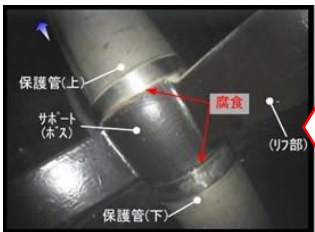
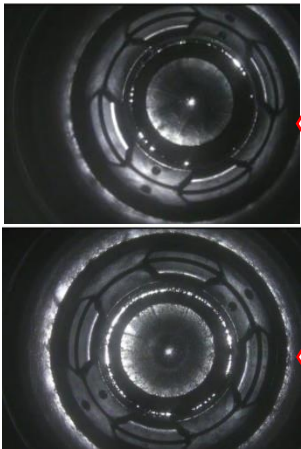
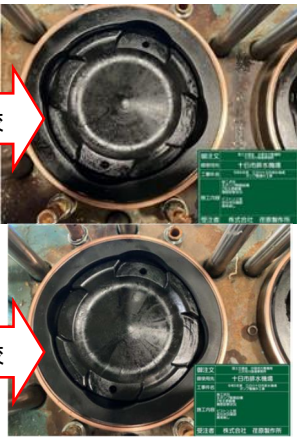
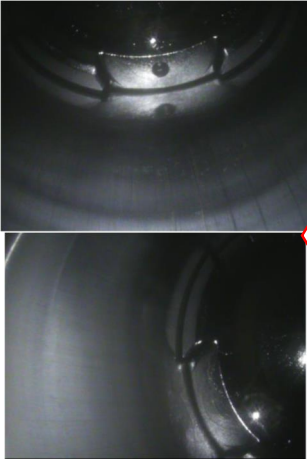
撮影箇所	①整備前の内視鏡写真	②分解整備時の写真	摘要
羽根車	 内視鏡挿入口側		<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ <診断が難しい例> ・母材の腐食深さ等の定量的な評価 ・内視鏡挿入口と逆側の羽根車表面
ケーシングライナ (摺動部)			<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ <診断が難しい例> ・母材の腐食深さ等の定量的な評価
揚水管			<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ <診断が難しい例> ・母材の腐食深さ等の定量的な評価
吐出しエルボ			<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ <診断が難しい例> ・腐食深さ等の定量的な評価
サポート			<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ
主軸・保護管			<診断可能な例> ・腐食部の大きさ/広さ

表 4.1-2 ディーゼル機関における工業用内視鏡の撮影事例

撮影箇所	①整備前の内視鏡写真	②分解整備時の写真	摘要
ピストン 上部			<診断可能な例> ・カーボン汚れの状況 ・表面の大きな擦れ/傷の有無 <現状診断が難しい例> ・カーボン汚れに隠れた箇所の状況 ・クラックの長さ等の定量的な評価
シリンダ ライナ			<診断可能な例> ・カーボン汚れの状況 ・表面の大きな擦れ/傷の有無 <現状診断が難しい例> ・内径等の定量的な評価
過給機			<診断可能な例> ・カーボン汚れの状況 ・腐食部の大きさ/広さ <現状診断が難しい例> ・クラックの長さ等の定量的な評価

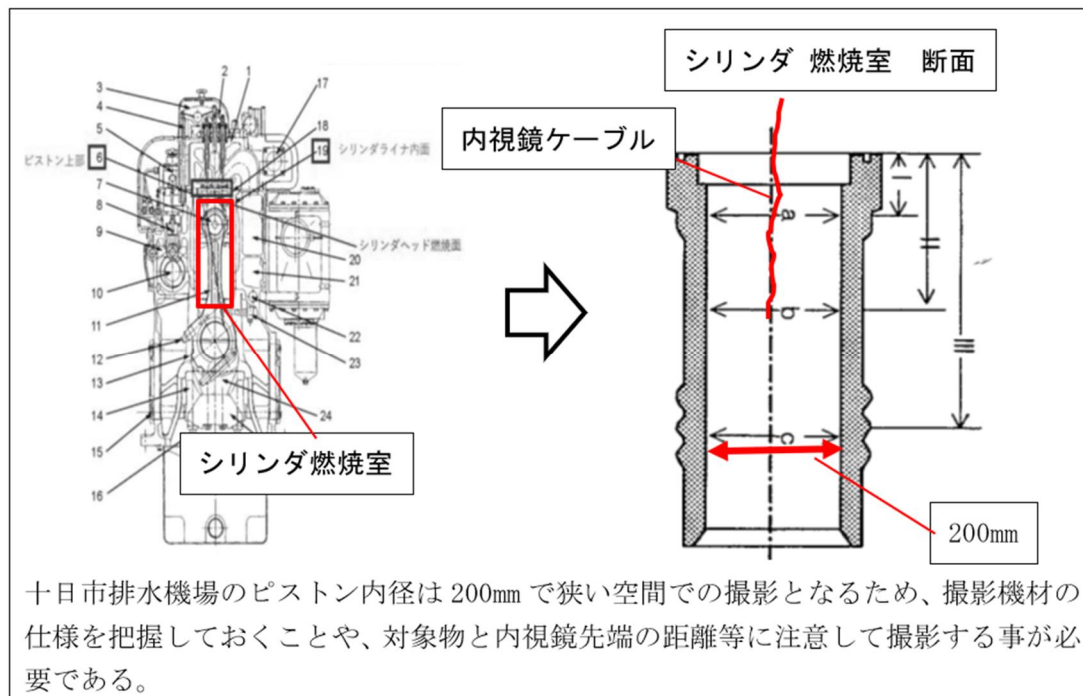


図 4.1-4 ディーゼル機関撮影時の留意事項

4.2. 振動診断

4.2.1. 振動診断の適用範囲

点検時に計測する振動値の傾向管理において主ポンプ、減速機、主原動機などの異常が疑われる場合、異常箇所の特定や劣化の程度を把握するため、精密診断としての振動診断を実施する。

主な振動診断の方法と適用範囲は以下のとおりである。

(1) 主ポンプ

羽根車、主軸、水中軸受の異常あるいは劣化の程度を評価するために、運転時における主軸振動を計測・解析する。センサは非接触式の渦電流式変位計を用い、グラウンド部の露出した主軸部で、通常は 90 度ずらして 2 箇所設置し計測する。高精度なデータを得るためには常設センサが適しているが、仮設して計測することもできる。(図 4.2-1 参照)

一般的には、一定時間計測した時間領域波形と当該波形の周波数領域波形（周波数分布図）等により分析する。時間領域波形の形状は振幅、回転時に羽根車の摩耗によって発生するアンバランス成分（ポンプの回転速度）や、羽根車が揚水するときに発生する羽根車成分（ポンプ回転速度と羽根車枚数を乗じた周波数）などを周波数領域波形から読み取って診断する。

(2) 動力伝達装置および主原動機

減速機、流体継手などの動力伝達装置およびディーゼル機関やガスタービンなどの主原動機における振動計測は、加速度センサを用いて、「河川ポンプ設備状態監視ガイドライン(案)」に示される計測位置に準じて行う。常設センサがない場合は、時間領域波形を記録できるハンディタイプの加速度計を使用する。

異常の特定は、時間領域波形の形状を見るほか、構成部品である歯車、軸受、流体継手の仕様から、異常が発生したときに発生する周波数を事前に把握しておき、周波数領域波形の周波数分布と比較して診断する。

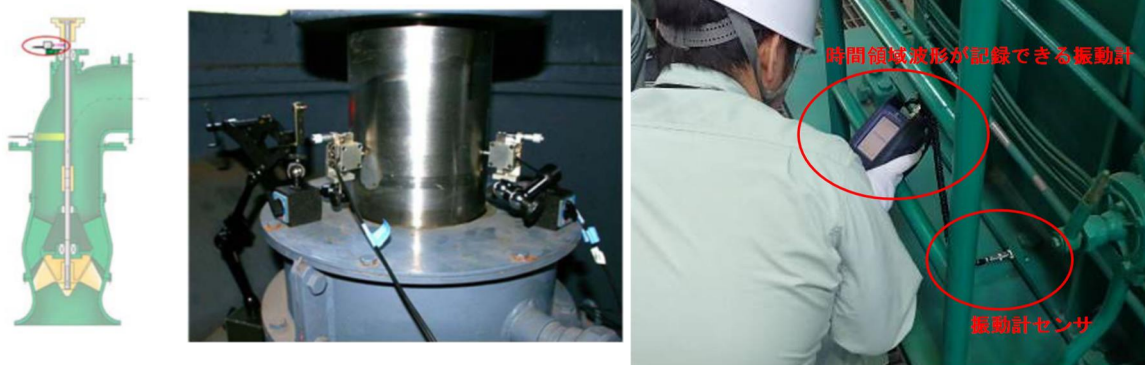


図 4.2-1 主ポンプ軸振動の計測（左図・写真）と減速機振動の計測（右写真）

4.2.2. 効果等

(1) 主ポンプ

主ポンプの主軸振動を分析することによって、主ポンプの部品に関する異常と関連付けできた事例を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 主軸振動の分析事例

対象設備	簡易諸元	①分解整備前振動計測結果	②分解整備時の状況	参照
A 排水機場 3 号主ポンプ	立軸斜流 口径 2000mm 回転数 171rpm 羽根車枚数 6 枚	回転周波数×羽根車成分 (ZN 成分) の突出	羽根車の腐食・減肉	図 4.2-2
B 排水機場 3 号主ポンプ	立軸渦巻 口径 2000mm ×1800mm 回転数 162rpm 羽根車枚数 5 枚	回転周波数×羽根車成分 (ZN 成分) の卓越	羽根車異常なし ※渦巻ポンプでは、健全なほど ZN 成分が卓越されている	図 4.2-3
C 排水機場 1 号主ポンプ	立軸斜流 口径 1650mm 回転数 178rpm 羽根車枚数 4 枚	高調波成分 (2N 成分) の卓越	芯ずれ（メーカー社内規格値超過）	図 4.2-4
D 排水機場 5 号主ポンプ	横軸斜流 口径 1200mm 回転数 298rpm 羽根車枚数 6 枚	0.37N 付近の分数調波成分が検出	水中軸受、スリーブの経年的な摩耗	図 4.2-5

振動特性は、ポンプ運転方法（通常運転、管理運転時のバイパス管循環運転、締め切り運転など）や運転点と深く関係するため、振動を用いた診断の精度をより上げるためには、振動計測時の運転方法、水位や吐出し量、圧力等のデータも併せて記録しておくことが効果的である。

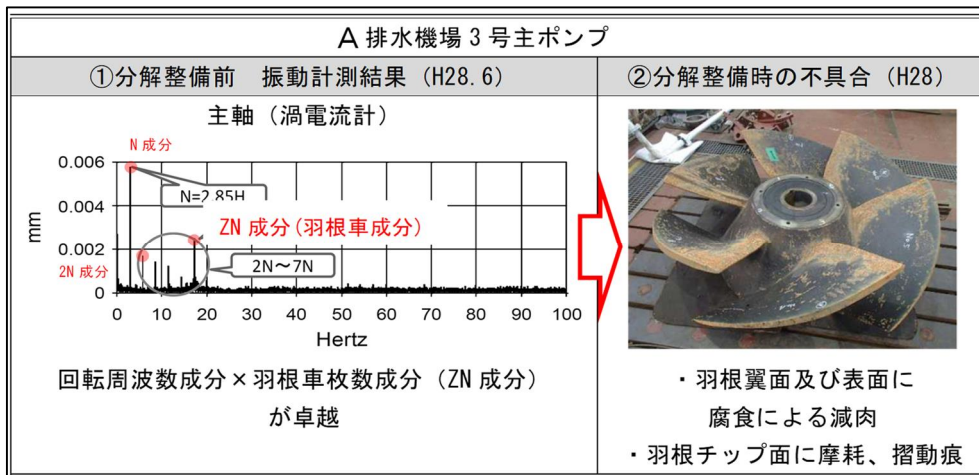


図 4.2-2 羽根車が腐食した事例

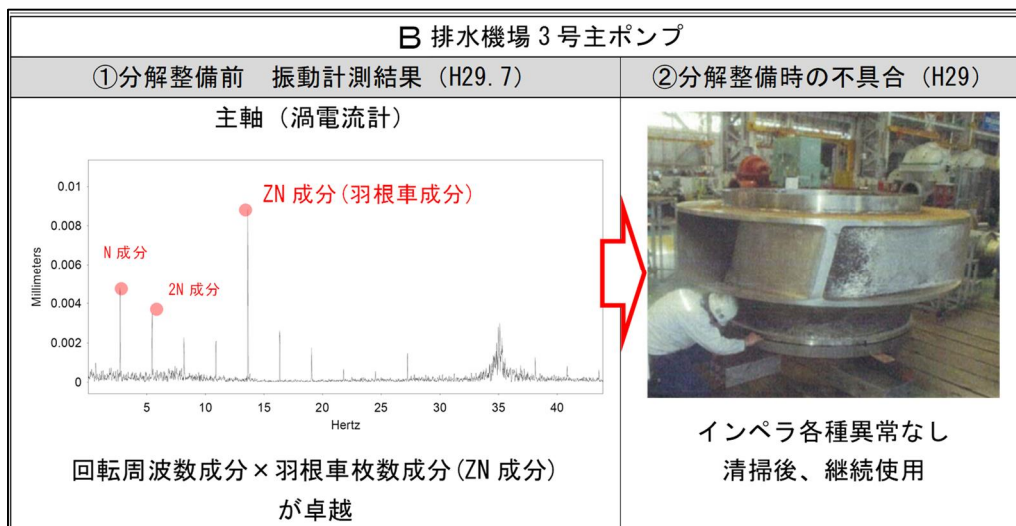


図 4.2-3 渦巻きポンプの周波数特性

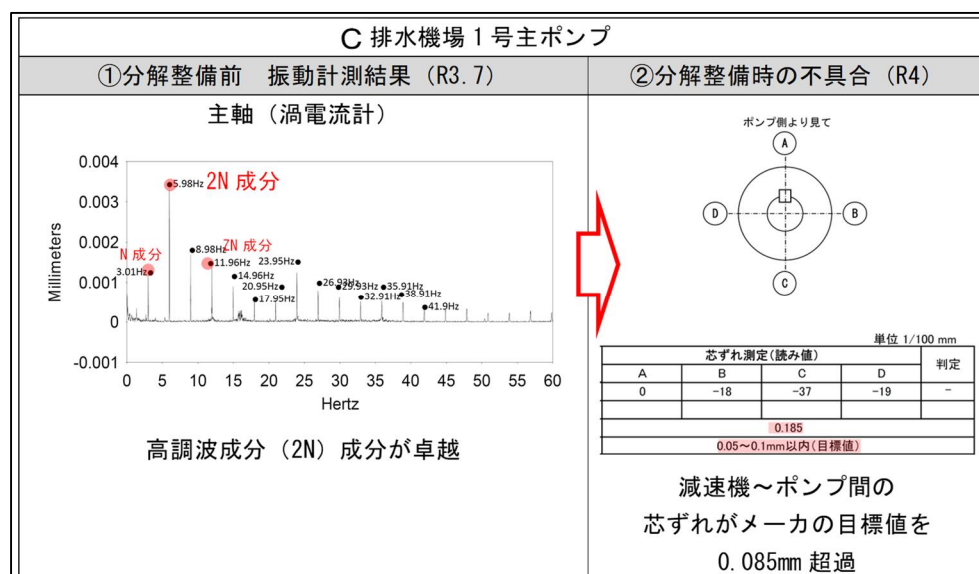


図 4.2-4 減速機とポンプ間の芯ずれが生じている事例

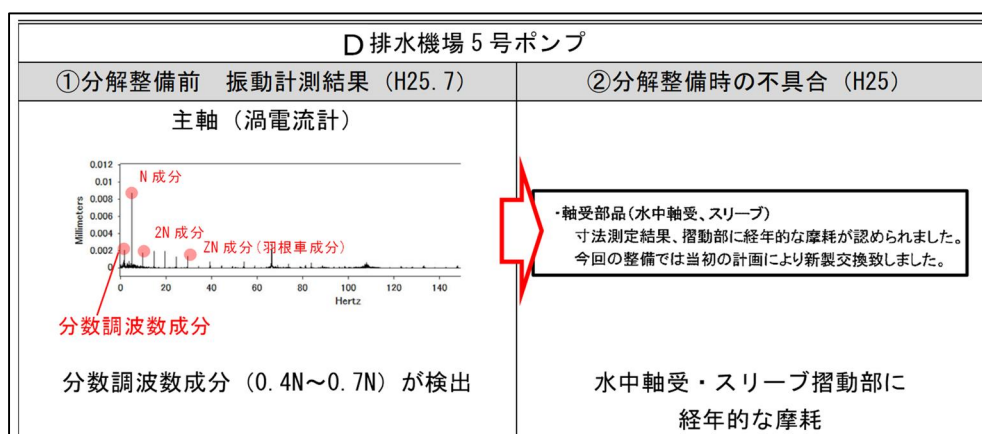


図 4. 2-5 水中軸受・スリーブの摩耗が生じている事例

(2) 減速機・主原動機

減速機の主たる構成部品は歯車と転がり軸受※であり、これらに異常が発生すると原理的にある周波数の振動が発生する。歯車については、欠損の発生あるいは歯面の摩耗が進行すると「噛み合い周波数」（軸回転数と歯数の積）成分が上昇するとされており、転がり軸受においては、「外輪」「内輪」「保持器」「転動体（玉あるいはコロ）」の異常に伴う原理的な発生振動数を計算することができる。当該計算値と計測波形、周波数分布を比較することによって異常発生の有無を評価する。

振動計測データとその後の分解整備データを比較した 2 件の事例を表 4. 2-2 に示す。どちらも経年的な劣化を理由に軸受の一式更新（時間計画保全）を行っており、分解整備において大きな異常は見らない機器であった。

F 機場 3 号減速機については、図 4. 2-6 に示すとおり、分解整備前に異常時に発生するとされる周波数は発生しておらず、速度 RMS（実効値）も大きい値ではなかった。これは、分解整備時において軸受や歯車に明確な劣化事象が認められなかったことと合致している。

E 機場 2 号減速機については、中間軸のコロ軸受の玉・コロや外輪軌道面の異常を示す周波数に近い周波数を検出した事例であり、その結果は表 4. 2-3 のとおりである。速度 RMS の値は大きくなく、また、これらの周波数は回転成分の倍数や原動機発生周波数に近似していることなどを勘案し、この段階で異常が発生しているとはいえない状況であるが、以後も特徴周波数を経過観察すべき案件である。

減速機については、劣化による故障事例が少なく、分解整備時における部品の劣化状況を示す記録も少ない。したがって、今後も継続してデータを蓄積していくことが重要である。

表 4.2-2 振動計測と分解整備結果の比較事例（減速機）

			実施年		分解整備内容															
機場	機器	号機	振動計測	分解整備																
E	減速機	2	H27.11(以降データ無し)	R5	<table><tr><th>機器・部品</th><th>不具合報告内容</th><th>対応/処置</th></tr><tr><td>スラスト軸受</td><td>・摺動面に、軽微な摺動傷</td><td>新品と交換</td></tr><tr><td>自動調心コロ軸受</td><td>・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗</td><td>新品と交換 ※計6個</td></tr><tr><td>円筒コロ軸受</td><td>・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗</td><td>新品と交換</td></tr><tr><td>組み合わせ円錐コロ軸受</td><td>・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗</td><td>新品と交換</td></tr></table>	機器・部品	不具合報告内容	対応/処置	スラスト軸受	・摺動面に、軽微な摺動傷	新品と交換	自動調心コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換 ※計6個	円筒コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換	組み合わせ円錐コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換
機器・部品	不具合報告内容	対応/処置																		
スラスト軸受	・摺動面に、軽微な摺動傷	新品と交換																		
自動調心コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換 ※計6個																		
円筒コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換																		
組み合わせ円錐コロ軸受	・コロ・内外輪の転走面に、軽微な摩耗	新品と交換																		
F	減速機	3	H25.11	H26																

分解整備前 周波数領域波形の観察

計測波形・周波数解析

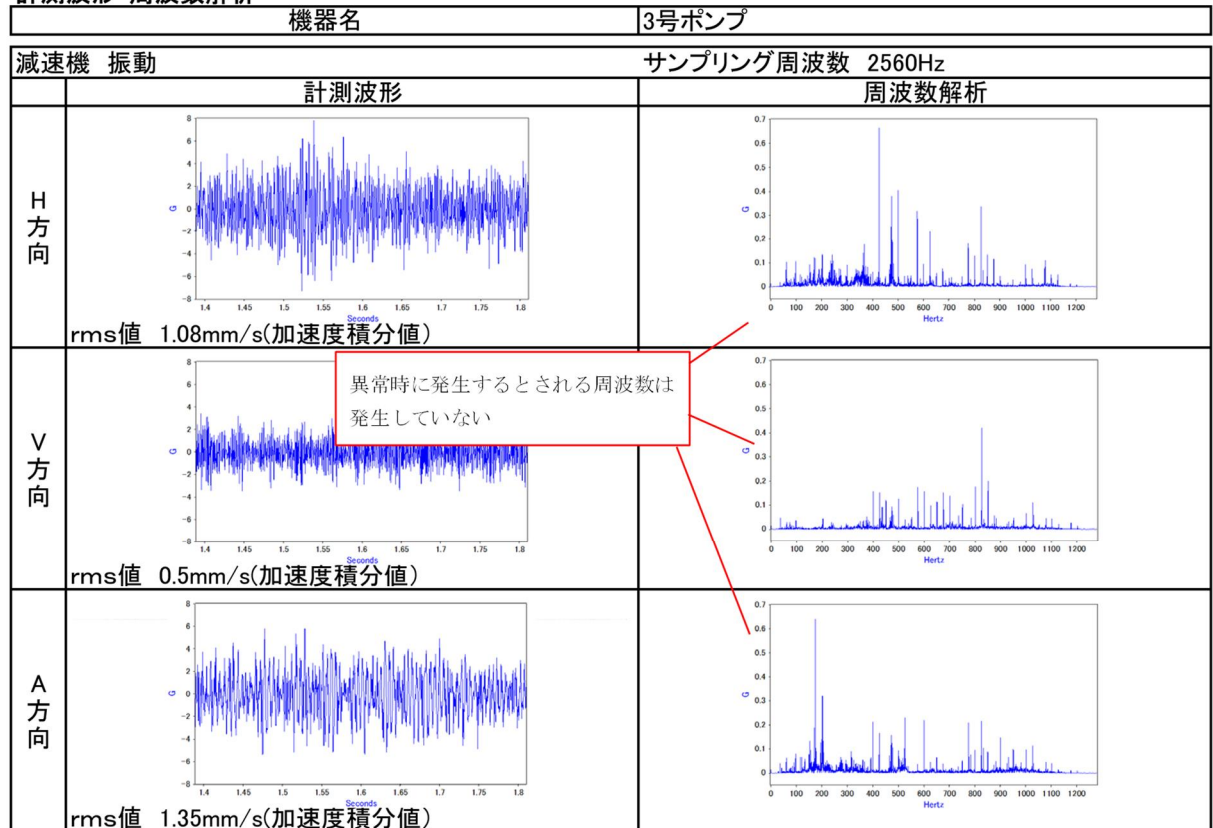


図 4.2-6 減速機の振動分析事例（F 機場）

表 4. 2-3 減速機構成部品の特徴周波数一覧（E機場の例）

軸受・歯車発生周波数表		2号機		
要素	仕様項目	数値	振動原因	周波数(Hz)
主軸		128	アンバランス	2.1333
			ミスアライメント	2.1333
滑り軸受			摩耗	1.0667
転がり軸受			損傷等	
入力軸1	ピッチ径		外輪軌道面	70.0300
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	104.0630
22334	接触角		保持器	5.0022
	玉数		玉・コロ	61.1810
転がり軸受			損傷等	
入力軸1	ピッチ径		外輪軌道面	134.2070
円筒ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	165.0380
NU1052	接触角		保持器	5.5920
	玉数		玉・コロ	119.7340
転がり軸受			損傷等	
入力軸2	ピッチ径		外輪軌道面	110.8550
復列円錐ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	144.4380
30236DF	接触角		保持器	5.2788
	玉数		玉・コロ	86.9860
転がり軸受			損傷等	
入力軸2	ピッチ径		外輪軌道面	99.4830
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	131.4960
23226	接触角		保持器	5.2360
	玉数		玉・コロ	86.0290
転がり軸受			損傷等	
中間軸	ピッチ径		外輪軌道面	58.0330
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	80.9030
22340	接触角		保持器	3.6271
	玉数		玉・コロ	51.3240
転がり軸受			損傷等	
中間軸	ピッチ径		外輪軌道面	49.1840
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	73.0850
22334	接触角		保持器	3.5131
	玉数		玉・コロ	42.9680
転がり軸受			損傷等	
出力軸	ピッチ径		外輪軌道面	19.2460
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	24.7140
23148	接触角		保持器	0.9165
	玉数		玉・コロ	16.5700
転がり軸受			損傷等	
出力軸	ピッチ径		外輪軌道面	26.5800
自動調心ころ軸受	ボール径		内輪軌道面	32.0340
23076	接触角		保持器	0.9493
	玉数		玉・コロ	22.3020
減速機歯車	入力回転数(rpm)	743.3481	入力軸周波数	12.3891
	入力軸歯数	30	中間軸周波数	8.8494
	中間軸入力歯数	42	噛み合い周波数	371.6741
	中間軸出力歯数	27	出力軸周波数	2.1333
	出力軸歯数	112	噛み合い周波数	238.9333
	出力回転数(rpm)	128.0000		

次に主原動機のうちディーゼル機関の振動について概観をまとめる。

4 サイクルディーゼル機関では、ピストンの上下、コネクティングロッドの振れ、クランクシャフトの回転などの振動発生要因があり、大きくは気筒数や着火順序によって振動の出方が異なる。回転系にアンバランスがあれば他のロータ系機械と同様に回転数の1次成分の振動が発生する。

各気筒のクランク角を120度ごとずらして配置できる直列6気筒機関は、構造上振動の発生が最も少ないとされている。4気筒機関では、構造上回転数の2次(2倍)成分が発生しやすいとされている。また、V12気筒機関は、バンク角を設けて直列6気筒機関2つを備えた形態になるが、構造上回転による慣性偶力による振動が発生する。

このような構造に由来する振動により種々の理由で振動が大きくなる可能性があるため、機関の稼働状態における確認が必要である。

機関から発生する振動は、回転数によって周波数が変わるほか、実際には機関本体に吸排気系統、燃料系統、冷却水系統などいろいろな付属物があり、機関の運転とともにそれらが作動し、共振すれば振動が増幅する。実際にディーゼル機関の振動を計測すると、広い周波数範囲に分布して発生する場合が多い。

現状の知見においては、機関自体の異常傾向を振動計測だけで見いだすことは困難であるが、機関を動力源とし回転軸で連結されている減速機および主ポンプの振動を評価する場合は、機関の振動特性を考慮することが重要である。

次に、ねじり振動について述べる。

ディーゼル機関の出力軸がクランク軸によってねじられ、その復元しようとする軸まわりの振動と、出力軸系統の慣性モーメントや軸系のねじり剛性によって決まる固有振動数による共振が発生すると、振動応答が大きくなり、場合によっては機関や出力系統の破損をまねく。この振動が発生する回転速度は危険速度とよばれ、ポンプの定格運転時の機関回転数の下に危険速度がある場合には、速やかに加速して共振を回避するような運用が必要である。

4.3. 潤滑油成分分析等

4.3.1. 潤滑油成分分析等の適用範囲

河川ポンプ設備においては、年点検においてディーゼル機関の潤滑油、ガスタービン油圧始動装置の作動油について性状分析を行うこととしている。性状分析は、主に動粘度、酸価、塩基価、水分などを計測しており、潤滑油あるいは作動油の状態が良好であるか確認することを目的としている。

一方、機器の精密診断を目的とした潤滑油の成分分析では、潤滑油に含まれる金属元素を特定するとともに含有量を定量分析する。これは、検出された金属元素によって摩耗や損傷の懸念される部品の推定、劣化度合いを把握するために実施するものである。

主な分析手法としては、「ICP発光分光分析」(一般的には「SOAP(Spectrometric Oil Analysis Program)法」と呼ばれる)が一般的であり、金属元素として「鉄」「鉛」「銅」「クロム」「アルミニウム」「ニッケル」「銀」「錫」などの含有量を定量化できる。この潤滑油成分分析の適用範囲としては、ディーゼル機関および減速機が考えられる。特に、振動法では検出することが難しい

ディーゼル機関のクランクメタル、減速機に使用される滑り軸受の摩耗、熱交換器内部腐食の検出などが期待できる。

このほかに精密診断に用いる分析方法として、潤滑油に含まれる金属粉を分析対象とする定量フェログラフィ法および分析フェログラフィ法がある。定量フェログラフィは、磁石を下に敷いた沈着チューブ内に潤滑油を流し、油中の摩耗粉を捕捉分離することで潤滑油中の小摩耗粒子と大摩耗粒子の濃度を検出する方法（上流側に大粒子、下流側に小粒子が集まり、光学センサでそれぞれの密度を計測する）である。計測した大摩耗粒子濃度と小摩耗粒子濃度を用いて「異常摩耗指数」を算定し、大摩耗粒子の占める割合等を評価する。

分析フェログラフィは、磁石上のガラス板上に潤滑油（状況によって潤滑油を希釈させる）を通過させ、ガラス板上に捕捉した金属摩耗粉を顕微鏡などで観察し、摩耗粉の形態分類を行うものである。粒子の色、大きさ、形状から摩耗粉の金属種および発生因子を推定することができる。

4.3.2. 効果等

関東地方整備局管内における対象機器の潤滑油成分分析結果の変化傾向と、その後の分解整備で判明した不具合との因果関係を確認した事例を図 4.3-1 およびに示す。

図 4.3-1 の事例では、潤滑油冷却器の熱交換器の腐食が確認されており、潤滑油には熱交換器に含まれる銅成分が上昇していたことから、潤滑油冷却器における銅成分を把握することは、冷却器の内部腐食の進行を推定する素材として有効であることを示した。

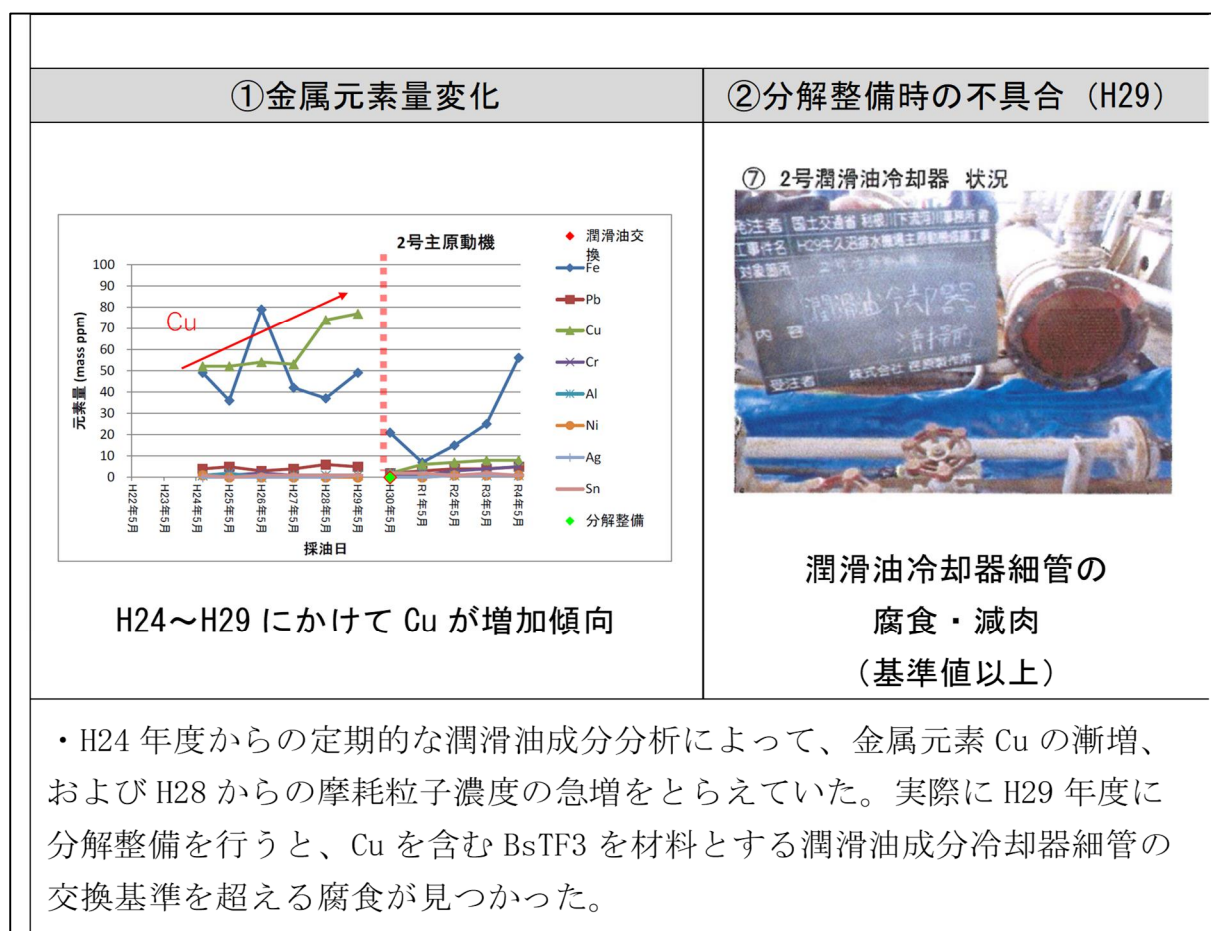
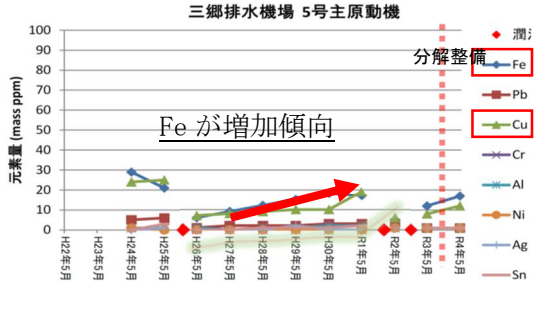
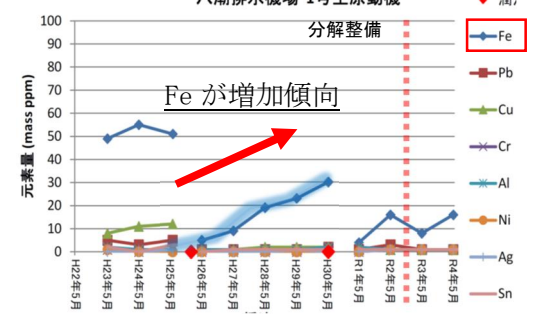
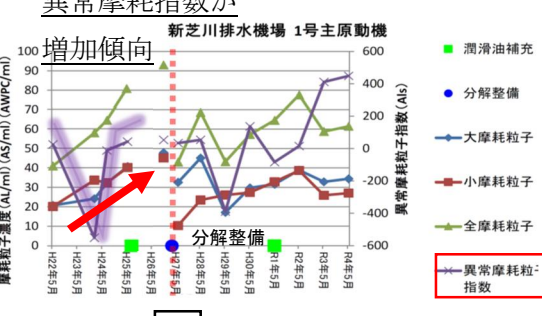
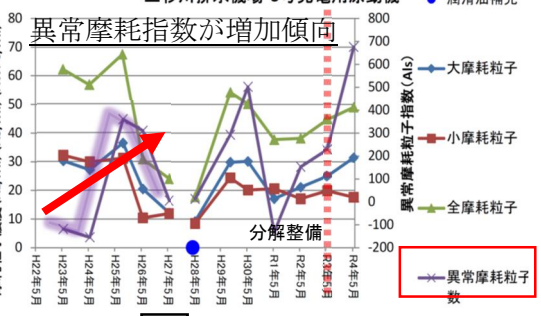
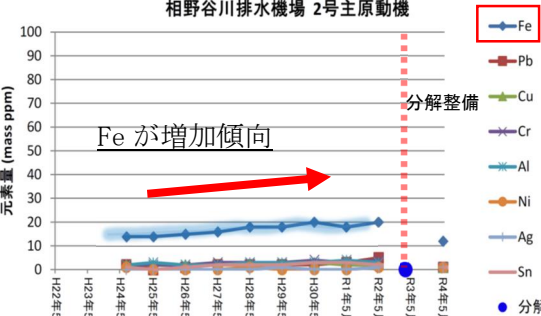


図 4.3-1 潤滑油冷却器の分析事例

また、表 4.3-1 に示すディーゼル機関の潤滑油分析事例では、成分分析における鉄分の増加傾向とシリンダヘッド、ピストン、連接棒の腐食が認められた事例がある一方で、鉄は汎用素材であることから溶出した原因機器の特定が困難な場合も認められる。

また、定量フェログラフィによる異常摩耗指数の増加傾向と、動弁装置や軸受台メタル等の損傷、シリンダヘッド燃焼面の汚損などの事象と関連付けできる事例も認められるが、精密診断結果において整備要否判定を行うためには、劣化している機器の特定が求められる。そのためには、分析フェログラフィの併用や対象機器に使用されている材料・組成の調査・整理など事前準備の徹底や、一定期間の変化を把握するための傾向管理を継続することが重要である。

表 4.3-1 ディーゼル機関における分析事例

G 排水機場/No. 5 主原動機	H 排水機場/No.1 主原動機
三郷排水機場 5号主原動機  Feが増加傾向 分解整備時の報告 シリンダヘッド, ピストン, 連接棒について、 全気筒の燃焼面に腐食	八潮排水機場 1号主原動機  Feが増加傾向 分解整備時の報告 シリンダヘッド, ピストン, 連接棒について、 全気筒の燃焼面に腐食
I 排水機場/No. 1 主原動機	J 排水機場/No. 3 発電機
異常摩耗指数が増加傾向 新芝川排水機場 1号主原動機  異常摩耗指数が増加傾向 分解整備時の報告 動弁装置の軸受け台メタル及び軸受キャップ部メタルの傷痕	三杉川排水機場 3号発電用原動機  異常摩耗指数が増加傾向 分解整備時の報告 シリンダヘッド燃焼面に著しい汚損、硬質なカーボンが大量に付着
K 排水機場/No. 2 主原動機	
相野谷川排水機場 2号主原動機  Feが増加傾向 分解整備時の報告 クランクピンメタルの傷痕	

5. 巻末資料

5.1. 別表-1 河川ポンプ設備総合評価シート作成例（装置・機器単位）

注記） 着色部は、他機器からの引用あるいは構成する部品等から引用した事例を示す
表題部において 着色部分は施設管理者が入力する箇所を示す

欄番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝	㉞	㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	㊵	㊶	㊷	㊸	㊹	㊺	㊻	㊼	㊽	㊾	㊿	㋀	㋁	㋂	㋃	㋄	㋅	㋆	㋇	㋈	㋉	㋊	㋋	㋌	㋍	㋎	㋏	㋐	㋑	㋒	㋓	㋔	㋕	㋖	㋗	㋘	㋙	㋚	㋛	㋜	㋝	㋞	㋟	㋠	㋡	㋢	㋣	㋤	㋥	㋦	㋧	㋨	㋩	㋪	㋫	㋬	㋭	㋮	㋯	㋰	㋱	㋲	㋳	㋴	㋵	㋶	㋷	㋸	㋹	㋺	㋻	㋼	㋽	㋾	㋿	㌀	㌁	㌂	㌃	㌄	㌅	㌆	㌇	㌈	㌉	㌊	㌋	㌌	㌍	㌎	㌏	㌐	㌑	㌒	㌓	㌔	㌕	㌖	㌗	㌘	㌙	㌚	㌛	㌜	㌝	㌞	㌟	㌠	㌡	㌢	㌣	㌤	㌥	㌦	㌧	㌨	㌩	㌪	㌫	㌬	㌭	㌮	㌯	㌰	㌱	㌲	㌳	㌴	㌵	㌶	㌷	㌸	㌹	㌺	㌻	㌼	㌽	㌾	㌿	㍀	㍁	㍂	㍃	㍄	㍅	㍆	㍇	㍈	㍉	㍊	㍋	㍌	㍍	㍎	㍏	㍐	㍑	㍒	㍓	㍔	㍕	㍖	㍗	㍘	㍙	㍚	㍛	㍜	㍝	㍞	㍟	㍠	㍡	㍢	㍣	㍤	㍥	㍦	㍧	㍨	㍩	㍪	㍫	㍬	㍭	㍮	㍯	㍰	㍱	㍲	㍳	㍴	㍵	㍶	㍷	㍸	㍹	㍺	㍻	㍼	㍽	㍾	㍿	㏀	㏁	㏂	㏃	㏄	㏅	㏆	㏇	㏈	㏉	㏊	㏋	㏌	㏍	㏎	㏏	㏐	㏑	㏒	㏓	㏔	㏕	㏖	㏗	㏘	㏙	㏚	㏛	㏜	㏝	㏞	㏟	㏠	㏡	㏢	㏣	㏤	㏥	㏦	㏧	㏨	㏩	㏪	㏫	㏬	㏭	㏮	㏯	㏰	㏱	㏲	㏳	㏴	㏵	㏶	㏷	㏸	㏹	㏺	㏻	㏼	㏽	㏾	㏿	㐀	㐁	㐂	㐃	㐄	㐅	㐆	㐇	㐈	㐉	㐊	㐋	㐌	㐍	㐎	㐏	㐐	㐑	㐒	㐓	㐔	㐕	㐖	㐗	㐘	㐙	㐚	㐛	㐜	㐝	㐞	㐟	㐠	㐡	㐢	㐣	㐤	㐥	㐦	㐧	㐨	㐩	㐪	㐫	㐬	㐭	㐮	㐯	㐰	㐱	㐲	㐳	㐴	㐵	㐶	㐷	㐸	㐹	㐺	㐻	㐼	㐽	㐾	㐿	㑀	㑁	㑂	㑃	㑄	㑅	㑆	㑇	㑈	㑉	㑊	㑋	㑌	㑍	㑎	㑏	㑐	㑑	㑒	㑓	㑔	㑕	㑖	㑗	㑘	㑙	㑚	㑛	㑜	㑝	㑞	㑟	㑠	㑡	㑢	㑣	㑤	㑥	㑦	㑧	㑨	㑩	㑪	㑫	㑬	㑭	㑮	㑯	㑐	㑒	㑓	㑔	㑕	㑖	㑗	㑘	㑙	㑚	㑛	㑜	㑝	㑞	㑟	㑠	㑡	㑢	㑣	㑤	㑥	㑦	㑧	㑨	㑩	㑪	㑫	㑬	㑭	㑮	㑯	㑰	㑱	㑲	㑳	㑴	㑵	㑶	㑷	㑸	㑹	㑺	㑻	㑼	㑽	㑾	㑿	㒀	㒁	㒂	㒃	㒄	㒅	㒆	㒇	㒈	㒉	㒊	㒋	㒌	㒍	㒎	㒏	㒐	㒑	㒒	㒓	㒔	㒕	㒖	㒗	㒘	㒙	㒚	㒛	㒜	㒝	㒞	㒟	㒠	㒡	㒢	㒣	㒤	㒥	㒦	㒧	㒨	㒩	㒪	㒫	㒬	㒭	㒮	㒯	㒰	㒱	㒲	㒳	㒴	㒵	㒶	㒷	㒸	㒹	㒺	㒻	㒼	㒽	㒾	㒿	㓀	㓁	㓂	㓃	㓄	㓅	㓆	㓇	㓈	㓉	㓊	㓋	㓌	㓍	㓎	㓏	㓐	㓑	㓒	㓓	㓔	㓕	㓖	㓗	㓘	㓙	㓚	㓛	㓜	㓝	㓞	㓟	㓠	㓡	㓢	㓣	㓤	㓥	㓦	㓧	㓨	㓩	㓪	㓫	㓬	㓭	㓮	㓯	㓰	㓱	㓲	㓳	㓴	㓵	㓶	㓷	㓸	㓹	㓺	㓻	㓼	㓽	㓾	㓿	㔀	㔁	㔂	㔃	㔄	㔅	㔆	㔇	㔈	㔉	㔊	㔋	㔌	㔍	㔎	㔏	㔐	㔑	㔒	㔓	㔔	㔕	㔖	㔗	㔘	㔙	㔚	㔛	㔜	㔝	㔞	㔟	㔠	㔡	㔢	㔣	㔤	㔥	㔦	㔧	㔨	㔩	㔪	㔫	㔬	㔭	㔮	㔯	㔰	㔱	㔲	㔳	㔴	㔵	㔶	㔷	㔸	㔹	㔺	㔻	㔼	㔽	㔾	㔿	㕀	㕁	㕂	㕃	㕄	㕅	㕆	㕇	㕈	㕉	㕊	㕋	㕌	㕍	㕎	㕏	㕐	㕑	㕒	㕓	㕔	㕕	㕖	㕗	㕘	㕙	㕚	㕛	㕜	㕝	㕞	㕟	㕠	㕡	㕢	㕣	㕤	㕥	㕦	㕧	㕨	㕩	㕪	㕫	㕬	㕭	㕮	㕯	㕰	㕱	㕲	㕳	㕴	㕵	㕶	㕷	㕸	㕹	㕺	㕻	㕼	㕽	㕾	㕿	㖀	㖁	㖂	㖃	㖄	㖅	㖆	㖇	㖈	㖉	㖊	㖋	㖌	㖍	㖎	㖏	㖐	㖑	㖒	㖓	㖔	㖕	㖖	㖗	㖘	㖙	㖚	㖛	㖜	㖝	㖞	㖟	㖠	㖡	㖢	㖣	㖤	㖥	㖦	㖧	㖨	㖩	㖪	㖫	㖬	㖭	㖮	㖯	㖰	㖱	㖲	㖳	㖴	㖵	㖶	㖷	㖸	㖹	㖺	㖻	㖼	㖽	㖾	㖿	㗀	㗁	㗂	㗃	㗄	㗅	㗆	㗇	㗈	㗉	㗊	㗋	㗌	㗍	㗎	㗏	㗐	㗑	㗒	㗓	㗔	㗕	㗖	㗗	㗘	㗙	㗚	㗛	㗜	㗝	㗞	㗟	㗠	㗡	㗢	㗣	㗤	㗥	㗦	㗧	㗨	㗩	㗪	㗫	㗬	㗭	㗮	㗯	㗰	㗱	㗲	㗳	㗴	㗵	㗶	㗷	㗸	㗹	㗺	㗻	㗼	㗽	㗾	㗿	㘀	㘁	㘂	㘃	㘄	㘅	㘆	㘇	㘈	㘉	㘊	㘋	㘌	㘍	㘎	㘏	㘐	㘑	㘒	㘓	㘔	㘕	㘖	㘗	㘘	㘙	㘚	㘛	㘜	㘝	㘞	㘟	㘠	㘡	㘢	㘣	㘤	㘥	㘦	㘧	㘨	㘩	㘪	㘫	㘬	㘭	㘮	㘯	㘰	㘱	㘲	㘳	㘴	㘵	㘶	㘷	㘸	㘹	㘺	㘻	㘼	㘽	㘾	㘿	㙀	㙁	㙂	㙃	㙄	㙅	㙆	㙇	㙈	㙉	㙊	㙋	㙌	㙍	㙎	㙏	㙐	㙑	㙒	㙓	㙔	㙕	㙖	㙗	㙘	㙙	㙚	㙛	㙜	㙝	㙞	㙟	㙠	㙡	㙢	㙣	㙤	㙥	㙦	㙧	㙨	㙩	㙪	㙫	㙬	㙭	㙮	㙯	㙰	㙱	㙲	㙳	㙴	㙵	㙶	㙷	㙸	㙹	㙺	㙻	㙼	㙽	㙾	㙿	㚀	㚁	㚂	㚃	㚄	㚅	㚆	㚇	㚈	㚉	㚊	㚋	㚌	㚍	㚎	㚏	㚐	㚑	㚒	㚓	㚔	㚕	㚖	㚗	㚘	㚙	㚚	㚛	㚜	㚝	㚞	㚟	㚠	㚡	㚢	㚣	㚤	㚥	㚦	㚧	㚨	㚩	㚪	㚫	㚬	㚭	㚮	㚯	㚰	㚱	㚲	㚳	㚴	㚵	㚶	㚷	㚸	㚹	㚺	㚻	㚼	㚽	㚾	㚿	㜀	㜁	㜂	㜃	㜄	㜅	㜆	㜇	㜈	㜉	㜊	㜋	㜌	㜍	㜎	㜏	㜐	㜑	㜒	㜓	㜔	㜕	㜖	㜗	㜘	㜙	㜚	㜛	㜜	㜝	㜞	㜟	㜠	㜡	㜢	㜣	㜤	㜥	㜦	㜧	㜨	㜩	㜪	㜫	㜬	㜭	㜮	㜯	㜰	㜱	㜲	㜳	㜴	㜵	㜶	㜷	㜸	㜹	㜺	㜻	㜼	㜽	㜾	㜿	㝀	㝁	㝂	㝃	㝄	㝅	㝆	㝇	㝈	㝉	㝊	㝋	㝌	㝍	㝎	㝏	㝐	㝑	㝒	㝓	㝔	㝕	㝖	㝗	㝘	㝙	㝚	㝛	㝜	㝝	㝞	㝟	㝠	㝡	㝢	㝣	㝤	㝥	㝦	㝧	㝨	㝩	㝪	㝫	㝬	㝭	㝮	㝯	㝰	㝱	㝲	㝳	㝴	㝵	㝶	㝷	㝸	㝹	㝺	㝻	㝼	㝽	㝾	㝿	㞀	㞁	㞂	㞃	㞄	㞅	㞆	㞇	㞈	㞉	㞊	㞋	㞌	㞍	㞎	㞏	㞐	㞑	㞒	㞓	㞔	㞕	㞖	㞗	㞘	㞙	㞚	㞛	㞜	㞝	㞞	㞟	㞠	㞡	㞢	㞣	㞤	㞥	㞦	㞧	㞨	㞩	㞪	㞫	㞬	㞭	㞮	㞯	㞰	㞱	㞲	㞳	㞴	㞵	㞶	㞷	㞸	㞹	㞺	㞻	㞼	㞽	㞾	㞿	㏟	㞰	㞱	㞲	㞳	㞴	㞵	㞶	㞷	㞸	㞹	㞺	㞻	㞼	㞽	㞾	㞿	㠀	㠁	㠂	㠃	㠄	㠅	㠆	㠇	㠈	㠉	㠊	㠋	㠌	㠍	㠎	㠏	㠐	㠑	㠒	㠓	㠔	㠕	㠖	㠗	㠘	㠙	㠚	㠛	㠜	㠝	㠞	㠟	㠠	㠡	㠢	㠣	㠤	㠥	㠦	㠧	㠨	㠩	㠪	㠫	㠬	㠭	㠮	㠯	㠰	㠱	㠲	㠳	㠴	㠵	㠶	㠷	㠸	㠹	㠺	㠻	㠼	㠽	㠾	㠿	㡀	㡁	㡂	㡃	㡄	㡅	㡆	㡇	㡈	㡉	㡊	㡋	㡌	㡍	㡎	㡏	㡐	㡑	㡒	㡓	㡔	㡕	㡖	㡗	㡘	㡙	㡚	㡛	㡜	㡝	㡞	㡟	㡠	㡡	㡢	㡣	㡤	㡥	㡦	㡧	㡨	㡩	㡪	㡫	㡬	㡭	㡮	㡯	㡰	㡱	㡲	㡳	㡴	㡵	㡶	㡷	㡸	㡹	㡺	㡻	㡼	㡽	㡾	㡿	㢀	㢁	㢂	㢃	㢄	㢅	㢆	㢇	㢈	㢉	㢊	㢋	㢌	㢍	㢎	㢏	㢐	㢑	㢒	㢓	㢔	㢕	㢖	㢗	㢘	㢙	㢚	㢛	㢜	㢝	㢞	㢟	㢠	㢡	㢢	㢣	㢤	㢥	㢦	㢧	㢨	㢩	㢪	㢫	㢬	㢭	㢮	㢯	㢰	㢱	㢲	㢳	㢴	㢵	㢶	㢷	㢸	㢹	㢺	㢻	㢼	㢽	㢾	㢿	㣀	㣁	㣂	㣃	㣄	㣅	㣆	㣇	㣈	㣉	㣊	㣋	㣌	㣍	㣎	㣏	㣐	㣑	㣒	㣓	㣔	㣕	㣖	㣗	㣘	㣙	㣚	㣛	㣜	㣝	㣞	㣟	㣠	㣡	㣢	㣣	㣤	㣥	㣦	㣧	㣨	㣩	㣪	㣫	㣬	㣭	㣮	㣯	㣰	㣱	㣲	㣳	㣴	㣵	㣶	㣷	㣸	㣹	㣺	㣻	㣼	㣽	㣾	㣿	㤀	㤁	㤂	㤃	㤄	㤅	㤆	㤇	㤈	㤉	㤊	㤋	㤌	㤍	㤎
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.2. 別表-1 の項目解説

別表-1 の各欄の項目について以下に示す。

- | | |
|-------------|---|
| ① 装置・機器 | 点検・整備・更新マニュアル 1.3 用語の定義の(3)(4)及び2.4(1)の図2.4-1～図2.4-3 参照 |
| ② 保全方式 | 点検・整備・更新マニュアル 2.2(3)の図2.2-3 (2.5(3)の表2.5-2 参照) |
| ③ 設置年度 | 当初設置年度 (西暦) |
| ④ 最終取替・更新年度 | 直近の更新・取替年度 (西暦) |
| ⑤ 最終修繕・整備年度 | 直近の修繕または定期整備(オーバーホール)年度(西暦) |

【取替・更新年数 (⑥～⑫欄)】

- | | |
|-------------|---|
| ⑥ 信頼性 Y_r | 5.3 項 参照 |
| ⑦ 平均 Y_m | 5.3 項 参照 |
| ⑧ 修繕・整備の平均値 | 全施設を対象とした、機器・装置等の修繕・整備実績の算術平均値 (年数)
5.3 項参照 |
| ⑨ 取替・更新の平均値 | 全施設を対象とした、機器・装置等の取替・更新実績の算術平均値 (年数)
5.3 項参照 |
| ⑩ 修繕・整備実績 | 各施設における機器・装置等の修繕・整備の実績年数。複数回の実績がある場合は、直近の実績値を採用することを原則とする。ただし、直近の実績値を採用することが不適切な場合(摩耗や老朽化を原因としない突発的事故による実績である場合や、修繕・整備を行った時に、不可視部分の劣化状況などから以後の実施時期について変更すべきと評価した場合など)は、実態に合わせて適切な年数を設定する。 |
| ⑪ 取替・更新実績 | 各施設における機器・装置等の取替・更新の実績年数。複数回の実績がある場合は、直近の実績値を採用することを原則とする。ただし、直近の実績値を採用することが不適切な場合(摩耗や老朽化を原因としない突発的事故による実績である場合や、取替・更新を行った時に、不可視部分の劣化状況などから以後の実施時期について変更すべきと評価した場合など)は、実態に合わせて適切な年数を設定する。 |

⑫上限 1.3 Ym

時間計画保全の上限となる年数、あるいは修繕による信頼性確保が困難となる年数。

【定期整備等周期 (⑬, ⑭欄)】

⑬ 修繕・整備周期 Ms

- ・当該施設の実績値 (⑩欄) がある場合は、その年数を採用することを基本とする。
- ・採用できる実績値がない場合は、修繕・整備実施年数の平均値 (⑧欄) を採用することができる。

⑭ 取替・更新周期 Us

- ・当該施設の実績値 (⑪欄) がある場合は、その年数を採用することを基本とする。
- ・採用できる実績値がない場合は、取替・更新実施年数の平均値 (⑨欄) を採用することができる。

【修繕・整備計画年度等 (⑮～⑰欄)】

⑮ 修繕・整備計画年度

修繕・整備を計画する機器・装置について、③～⑤欄のいずれか直近の年度に⑬欄の年数を加算して算出する。

⑯ 取替・更新計画年度

取替・整備を計画する機器・装置について、③または④欄のいずれか直近の年度に⑭欄の年数を加算して算出する。

⑰ 使用上限年度

③または④欄のいずれか直近の年度に⑫欄の年数を加算して算出する。

【機能的耐用限界評価 (⑱～㉑欄)】

⑱ 運転操作

円滑な運転操作の可否に関する評価区分 (点検・整備・更新マニュアル 4.4(1) ①、4.4(2) の表 4.4-1 参照)

⑲ 陳腐化

陳腐化に関する評価区分 (点検・整備・更新マニュアル 4.4(1) ②、4.4(2) の表 4.4-1 参照)

⑳ 法令・技術基準との整合性

関連諸法令、技術基準類との整合性に関する評価区分 (点検・整備・更新マニュアル 4.4(1) ③、4.4(2) の表 4.4-1 参照)

㉑ 機能的評価

⑲～㉑欄の評価区分のうち、最もリスクの高い区分 (本要領 表 3.2-3 参照)

【物理的耐用限界評価（②②～②⑥欄）】

- | | |
|-----------|--|
| ②② 計測データ | 点検で得た傾向管理が可能な計測データの評価区分（点検・整備・更新マニュアル 4.2(3) の 1) ～4)、本要領 3.2.6(1)の①参照) |
| ②③ 点検結果 | 点検結果のうち傾向管理が不可能なものの評価区分（点検・整備・更新マニュアル 4.2(2) 表 4.2-1、4.2(4)、本要領 3.2.6 (1)の②参照) |
| ②④ 経過年数 | 装置・機器の当初設置時からの年数または最終の取替時からの年数に関する評価区分（本要領 3.2.6 (1)の③参照) |
| ②⑤ 精密診断結果 | 精密診断が行われている機器・装置等は、判定結果を記入する。 |
| ②⑥ 物理的評価 | 保全方式（②欄）および②②～②⑤欄を考慮して評価する。
状態監視保全を採用する機器等については点検データおよび点検結果を重視し、時間計画保全を採用する機器等については経過年数を重視する。 |

【総合評価（②⑦，②⑧欄）】

- | | |
|---------|------------------------------------|
| ②⑦ 総合評価 | 機能的耐用限界と物理的耐用限界の評価結果を総合的に考慮して判断する。 |
| ②⑧ 評価年度 | 総合診断の実施年度（西暦） |

【経過年数（②⑨，②⑩欄）】

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| ②⑨ 修繕・整備（Y _p ） | 最終修繕・整備年度（⑤欄）から評価年度（②⑧欄）までの経過年数 |
| ②⑩ 取替・更新（Y _p ） | 最終取替・更新年度（④欄）から評価年度（②⑧欄）までの経過年数 |

【修繕・整備までの年数（③①，③②欄）】

- | | |
|--------------|----------------------|
| ③① 総合評価反映 | 総合評価から決定した修繕・整備までの年数 |
| ③② 計画年度までの年数 | 維持管理計画上の修繕・整備実施までの年数 |

【取替・更新までの年数 (③③, ③④欄)】

- | | |
|--------------|--|
| ③③ 総合評価反映 | 総合診断から決定した取替・更新までの年数 |
| ③④ 計画年度までの年数 | 維持管理計画上の取替・更新実施までの年数、ただし、
総合診断の結果短縮された場合はその年数 |

【影響度評価 (③⑤～④①欄)】

- | | |
|-------------|--|
| ③⑤ 設置条件 E 1 | 点検・整備・更新マニュアル (案) 4.3 による設置条件レベル a、b、c の評価 (それぞれ評価点 3、2、1 と区分) (点検・整備・更新マニュアル 4.3、本要領 3.2.7 参照) |
| ③⑥ 重み w 1 | 影響度評価における設置条件の重み (小数) (評価要素ごとの重みの合計は 1.0) |
| ③⑦ 故障履歴 E 2 | 当該機器に過去複数回の故障事例がある場合に評価点 3、当該機器に過去 1 回または同一施設内において同種機器に故障事例がある場合に評価点 2、故障事例なしの場合に評価点 1 と評価 (本要領 表 3.2-11 参照) |
| ③⑧ 重み w 2 | 影響度評価における故障履歴の重み (小数) (評価要素ごとの重みの合計は 1.0) |
| ③⑨ 保全状況 E 3 | 点検・整備未実施の場合評価点 3、年点検・整備実施で定期整備未実施の場合評価点 2、点検・整備を適切に実施している場合を評価点 1 と評価 (本要領 表 3.2-12 参照) |
| ④① 重み w 3 | 影響度評価における保全状況の重み (小数) (評価要素ごとの重みの合計は 1.0) |
| ④① 影響度指数 | 影響度評価の評価点と重み付けを基に優先度を定量化 (自動計算) |

【総合診断結果 (④②, ④③欄)】

- | | |
|---------|------------------|
| ④② 措置区分 | 総合診断の結果、決定した措置方法 |
| ④③ 実施時期 | 措置を施す時期 |

5.3. 河川ポンプ設備の修繕・取替の標準年数（例）

機器・部品	保全方式	信頼性による修繕・ 取替の標準年数 (年)Yr	平均の修繕・取替 標準年数 (年)Ym	修繕・整備の平均値 (年)	取替・更新の平均値 (年)
主ポンプ(立軸)					
吐出しベンド(ケーシング)	状態監視	22	(52)	25	37
主軸	時間計画	19	38	19	26
軸継手	時間計画	21	(46)	18	25
外側軸受	時間計画	21	(50)	17	24
インペラ	時間計画	21	(44)	14	17
水中ゴム軸受	時間計画	21	(49)	20	24
グランドパッキン	状態監視	(16)	(38)	19	23
水中セラミックス軸受	時間計画	19	(43)	16	23
無給水軸封装置	時間計画	(20)	(41)	19	27
主ポンプ(横軸)					
吐出しベンド(ケーシング)	状態監視	23	(60)	25	44
主軸	時間計画	14	46	25	34
軸継手	時間計画	18	46	26	34
外側軸受	時間計画	16	38	21	30
インペラ	時間計画	16	43	26	37
水中メタル軸受	時間計画	19	(47)	20	29
グランドパッキン	状態監視	13	34	21	23
軸受用グリースポンプ	状態監視	24	(50)	26	30
水中セラミックス軸受	時間計画	24	(57)	-	17
無給水軸封装置	時間計画	22	53	27	33
主ポンプ(水中)					
インペラ	状態監視	(17)	(34)	16	20
吐出し弁					
弁箱	時間計画	(36)	(93)	20	33
弁体	時間計画	(34)	(86)	22	27
減速機構部およびスピンドル	時間計画	(32)	(63)	21	34
電動機	状態監視	(34)	(75)	22	27
逆流防止弁					
弁箱	事後保全	(37)	(80)	25	31
弁体	事後保全	(31)	(58)	28	32
弁軸	事後保全	(32)	(57)	26	30
ディーゼル機関					
シリンダヘッド	時間計画	13	33	17	21
クランク室	時間計画	15	36	20	28
過給機	状態監視	13	33	20	26
ピストン	時間計画	14	33	20	25
外部軸受	時間計画	19	46	17	25
遠心クラッチ	時間計画	21	(45)	22	30
初期潤滑油ポンプ	状態監視	18	40	19	26
機関オイルパン	状態監視	18	43	24	30
潤滑油濾過器	事後保全	13	32	17	21
クランク軸	時間計画	18	46	24	29
潤滑油冷却器	状態監視	15	35	20	25
排気管	時間計画	16	38	17	23
ラジエータ	時間計画	(28)	(49)	24	32

機器・部品	保全方式	信頼性による修繕・ 取替の標準年数 (年)Yr	平均の修繕・取替 標準年数 (年)Ym	修繕・整備の平均値 (年)	取替・更新の平均値 (年)
減速機(空冷・水冷)					
オイルシール	事後保全	(24)	(47)	22	26
潤滑油ポンプ	状態監視	23	47	20	24
潤滑油濾過器	状態監視	(25)	(50)	21	25
潤滑油冷却器	時間計画	(24)	(49)	19	23
軸受	時間計画	(23)	(46)	19	26
歯車	時間計画	(30)	(58)	24	29
系統機器(燃料系統・冷却水系統・始動空気系統・満水系統)					
<燃料系統>					
燃料貯油槽(地下タンク)	時間計画	21	(55)	21	27
燃料小出槽	時間計画	(24)	(63)	24	29
燃料移送ポンプ	事後保全	19	(40)	16	26
<冷却水系統>					
冷却水用水槽類	時間計画	24	(47)	20	22
冷却水配管	時間計画	19	(44)	20	21
冷却水ポンプ(水中ポンプ)	時間計画	16	(37)	15	20
冷却水ポンプ(陸上)	時間計画	19	(47)	14	21
オートストレーナ	時間計画	12	(30)	14	17
クーリングタワー	時間計画	17	(40)	14	31
管内クーラ	時間計画	20	(44)	22	25
<始動空気系統>					
空気配管	時間計画	(22)	(50)	22	24
空気圧縮機	事後保全	13	32	17	24
始動空気槽	事後保全	18	(46)	18	28
<満水系統>					
補給水槽	時間計画	15	39	13	30
真空ポンプ	時間計画	14	34	19	29
低圧受電設備					
直流電源設備部(制御用)	時間計画	(21)	(59)	-	27
監視操作制御設備(機場)					
<機場集中監視操作盤>	時間計画	20	(49)	16	23
<機側操作盤>	時間計画	(20)	(62)	27	30
<補助継電器盤>	時間計画	(21)	(55)	15	26
<コントロールセンタ>	時間計画	(26)	(53)	19	20
除塵設備(水平コンベア)					
ベルト	時間計画	(25)	(53)	30	32
ローラ・軸受	時間計画	(28)	(52)	25	26
除塵設備(操作制御)					
機側操作盤	時間計画	(31)	(59)	16	26

注記

- ① () として記載している年数は、解析データが少ない為、今後データを収集し更に数値の信頼性を高める必要のある年数である。
- ② 表中の数値は、実績データから解析した暫定値であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接的に表すものではなく、あくまで目安である。中長期保全計画においては、各施設における直近の実績等から固有の周期を設定するが、実績がない場合は本表の実績の平均値を用いることができる。
- ③ 信頼性による修繕・取替の標準年数は、この時期から一層注意して健全度を見極めるべき年数である。
- ④ 各機器・部品等における修繕、取替などの実施手法は、総合診断の結果に基づき決定する。

参考文献

- ・ 河川ポンプ設備更新検討要綱・同解説 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（平成6年1月）
- ・ 河川ポンプ設備更新検討マニュアル 財団法人 国土開発技術研究センター（平成8年3月）
- ・ 河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案） 国土交通省 総合政策局公共事業企画調整課水管理・国土保全局河川環境課（平成27年3月）
- ・ 河川ポンプ設備点検・整備標準要領（案） 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室（平成28年3月）
- ・ 河川ポンプ設備状態監視ガイドライン（案）国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室（平成30年4月）
- ・ 揚排水ポンプ設備技術基準・同解説 一般社団法人河川ポンプ施設技術協会（令和2年1月版）
- ・ コンクリート標準示方書 維持管理編 土木学会（2022年版）
- ・ 河川ポンプ設備精密診断マニュアル（案） 関東地方整備局 関東技術事務所（令和7年3月）
- ・ 河川機械設備のあり方について 答申 社会資本整備審議会（令和4年7月）
- ・ 機械設備点検・整備共通仕様書（案） 大臣官房 技術調査課 施工企画室（令和6年3月）