

# 農業水利施設の機能保全の手引き

## 「ポンプ場（ポンプ設備）」

令和8年4月

農林水産省農村振興局整備部設計課

## 目 次

第1章	ポンプ設備の基本事項	1
1.1	ポンプ設備の特性を踏まえた取組	1
1.1.1	ポンプ場の構成要素	2
1.1.2	ポンプ設備の構成要素	6
1.1.3	ポンプ設備の特徴	9
1.2	ポンプ設備の性能管理	18
1.2.1	ポンプ設備の機能と性能	18
1.2.2	ポンプ設備の性能管理	21
1.3	保全方式の適用	26
1.4	ポンプの性能低下	33
1.5	ポンプ設備の機能保全の流れ	41
第2章	日常管理	42
第3章	機能診断調査	47
3.1	基本的事項	47
3.2	事前調査	49
3.3	現地踏査（巡回目視）	59
3.4	現地調査	61
第4章	機能診断評価	67
4.1	機能診断評価の視点	67
4.2	設備・装置・部位の健全度評価	69
第5章	機能保全計画	72
5.1	機能保全計画の策定プロセス	72
5.2	リスク管理	74
5.3	性能低下予測	76
5.4	機能保全計画の策定	81
5.4.1	機能保全対策の検討に当たっての留意事項	82
5.4.2	点検・整備計画	88
5.4.3	関係機関との合意形成	93

用語集

引用文献・参考文献



# 第1章 ポンプ設備の基本事項

## 1. 1 ポンプ設備の特性を踏まえた取組

ポンプ設備の効率的な機能保全のために、機能保全の各プロセスにおいて、ポンプ設備特有の性質を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

### 【解説】

ポンプ場に設置される用水ポンプ設備は、揚水等の必要な場所において水需要に応じた用水量を受益地等の目的地まで効率的に送配水するために設置され、送配水及び用水量調節などの機能を担っている。また、排水ポンプ設備は、洪水時に備え安全に排水を行うため、あるいは常時排水が必要な地区において、内水位を低下させることにより、農地等を災害や湛水被害から守るために設置され、排水及び排水量調節などの機能を担っている。

このため、ポンプ設備の機能保全の実施に当たっては、これらの機能が十分に発揮されるよう取り組む必要がある。

ポンプ場は、吸込水槽、吐出し水槽、沈砂池等の「コンクリート施設」とポンプ室、操作室、電気室等の「建築施設（建屋）」及びポンプ設備、電気設備、水管理制御設備等の「施設機械設備等」など、異なる機能を分担する施設・設備から構成される複合施設であり、これらの構成要素が有機的に結合して施設全体の機能を発揮している。また、ポンプ場を構成するポンプ設備も主ポンプ・主原動機・動力伝達装置・補機設備などの機器類や部品の集合体であり、これらが各々の役割を果たすことにより機能を発揮している。

このため、ポンプ設備の性能管理や機能診断評価に当たっては、ポンプ設備を構成する装置や機器・部材、部品などの部位を個別に評価するとともに、これらの部位がポンプ設備全体に与える影響を考慮する必要がある。

ポンプ設備の効率的な機能保全のためには、これらの特性を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

## 1. 1. 1 ポンプ場の構成要素

ポンプ場は、農地の用水改良又は排水改良の目的で設置するポンプ施設の総称で、異なる機能を有する施設・設備から構成される。これらの構成要素が所定の性能を発揮することによって施設の機能が確保されることから、ポンプ場の性能管理に当たっては、個々の施設の特徴や影響度、許容しうるリスク等の水準を考慮した上で、施設・設備に応じた適切な性能管理を行うこととする。

### 【解説】

ポンプ場は、ポンプ設備などの「施設機械設備」を中心に、「コンクリート施設」や「建屋」などの異なる機能を有する複数の施設・設備から構成される。これらポンプ場の構成は、**図1-1**に示すように階層的なシステムのなかで有機的に結合してポンプ場の施設全体としての機能を発揮している。本手引きは「ポンプ設備」を対象とし、それ以外の施設・設備については、関連する工種の機能保全の手引き等を参照して的確な性能管理を行う。

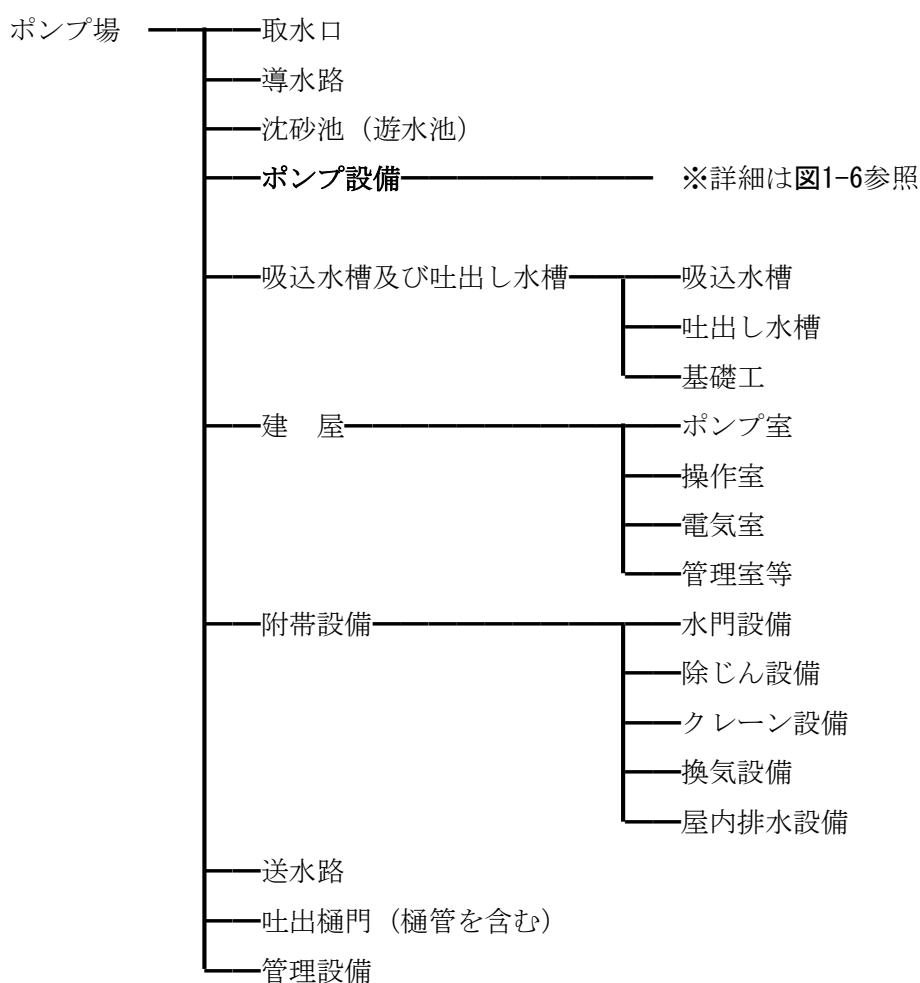


図1-1 ポンプ場の構成

参考として、ポンプ場の機能を維持するために、ポンプ設備を除く主要な施設の性能確認項目と準用すべき図書を表1-1に、ポンプ場の性能低下のメカニズムを図1-2に示す。

表1-1 主要な施設・設備の性能確認項目及び準用図書

施設・設備名	性能確認項目	準用図書	備考
導水路	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆砂</li> <li>漏水、ひび割れ</li> <li>不同沈下</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」又は「パイプライン」	
吸込水槽 吐出し水槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤の沈下</li> <li>堆砂、水位<sup>※1</sup></li> <li>漏水、ひび割れ</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」	
建屋	<ul style="list-style-type: none"> <li>床面の沈下、傾斜</li> <li>壁面のひび割れ</li> <li>柱、梁、筋交いの亀裂、変形、損傷、腐食</li> <li>屋根のひび割れ、反り</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き及び国家機関の建築物等の保全に関する基準の実施に係る要領 <sup>※2</sup>	
附帯設備 (水門設備、除じん設備)	<ul style="list-style-type: none"> <li>変形、摩耗、腐食</li> <li>振動、異音</li> <li>堆砂</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゲート設備)」	
取水口 沈砂池 吐出し樋門	<ul style="list-style-type: none"> <li>欠損、ひび割れ</li> <li>堆砂</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工」	
送水路	<ul style="list-style-type: none"> <li>振動、異音</li> <li>亀裂、破損</li> <li>不同沈下</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」	
ポンプ設備のうち 監視設備、電気設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>計器表示、作動状況</li> <li>振動、異音</li> <li>絶縁状態</li> <li>予備品保有状況</li> </ul>	農業水利施設の機能保全の手引き「電気設備」、農業水利施設の機能保全の手引き「水管理設備」	

※1：吸込水槽及び吐出し水槽の水位

※2：建築構造別の確認部位、判断基準を規定（国土交通省大臣官房官庁営繕部長「国家機関の建築物等の保全に関する基準の実施に係る要領」 最終改正 平成22年3月31日 国営管第482号 国営保第30号）

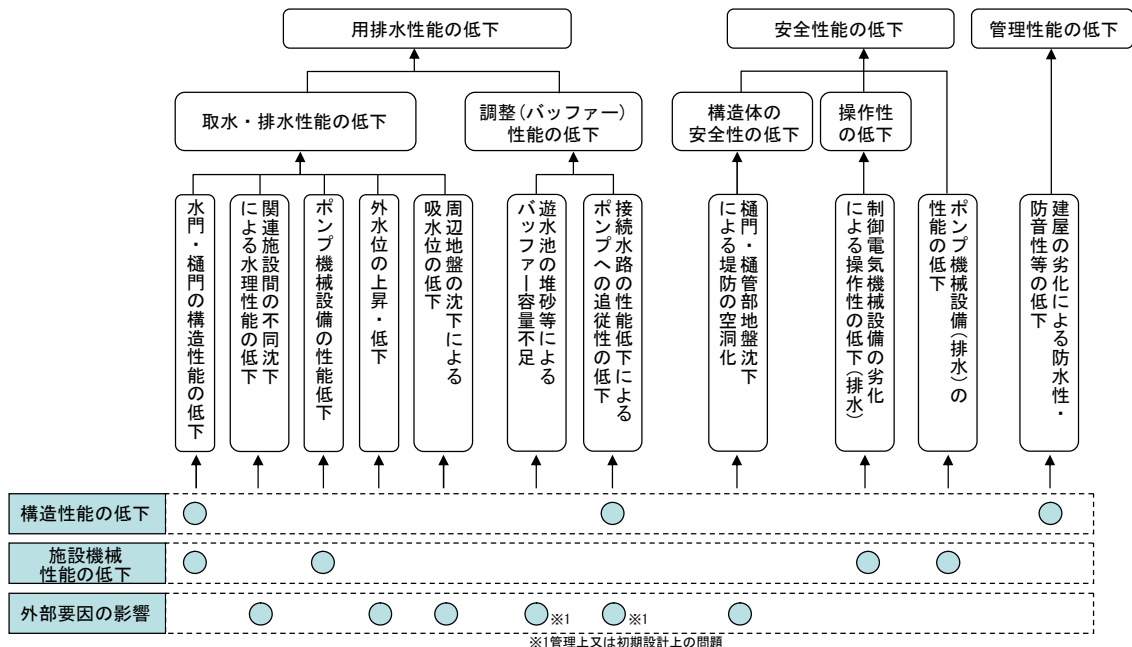


図1-2 ポンプ場の性能低下のメカニズム（模式図）

一般的なポンプ場（用水及び排水）の構成例を図1-3及び図1-4に示す。

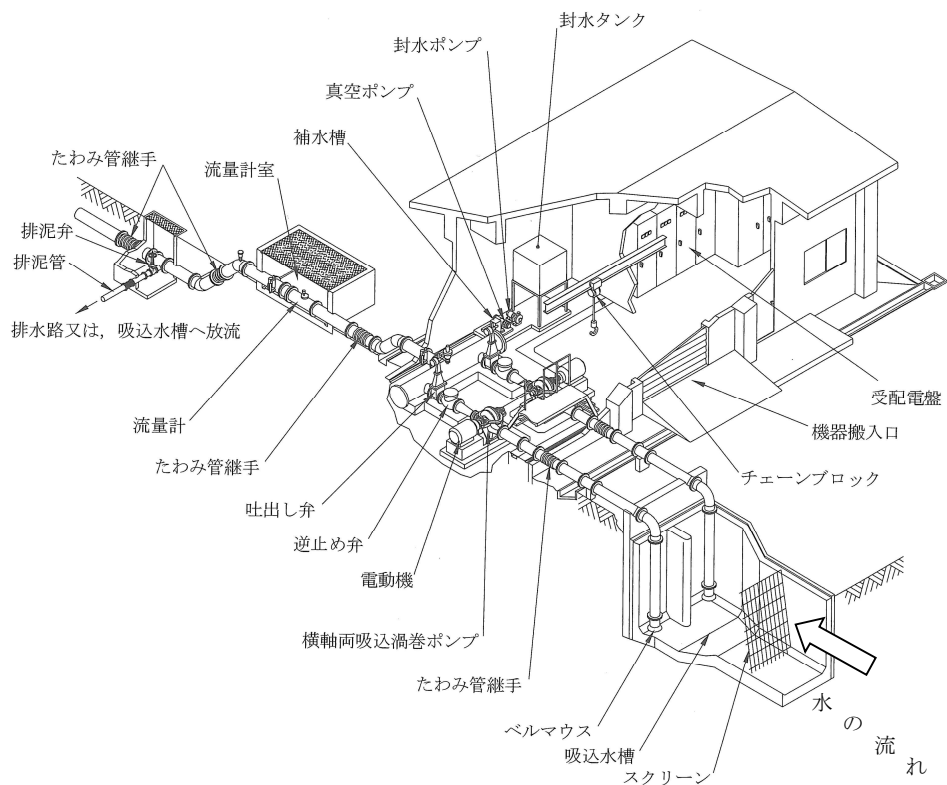


図1-3 ポンプ場（用水・横軸両吸込渦巻ポンプ）の構成例

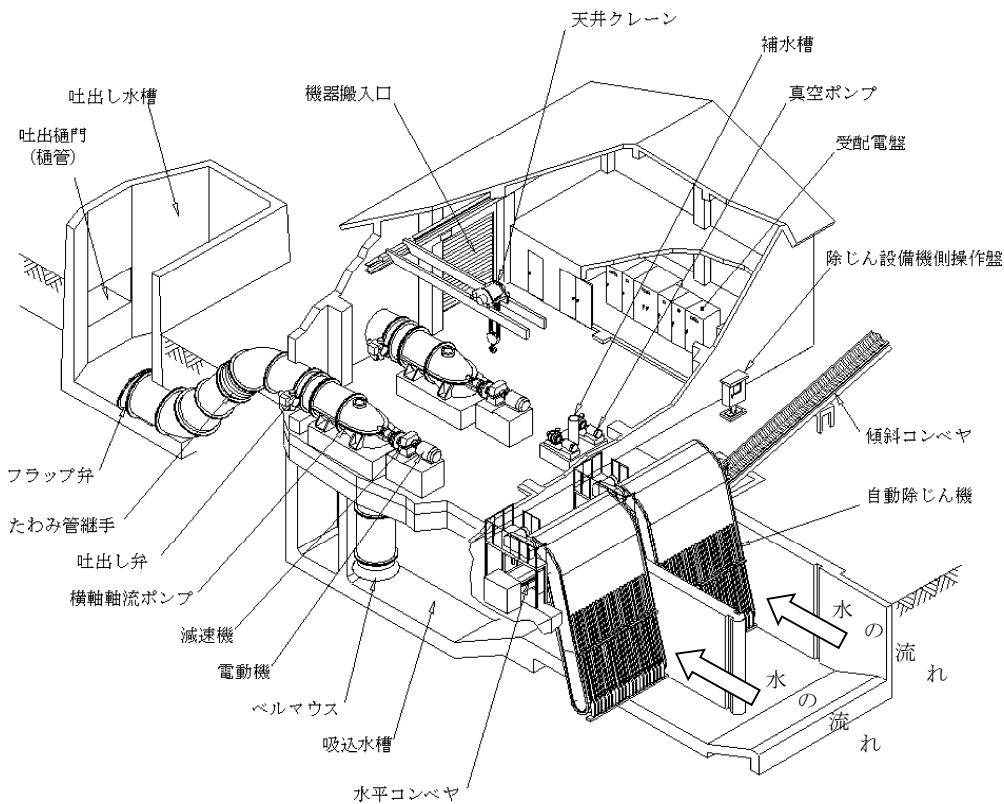


図1-4 ポンプ場（排水・横軸軸流ポンプ）の構成例

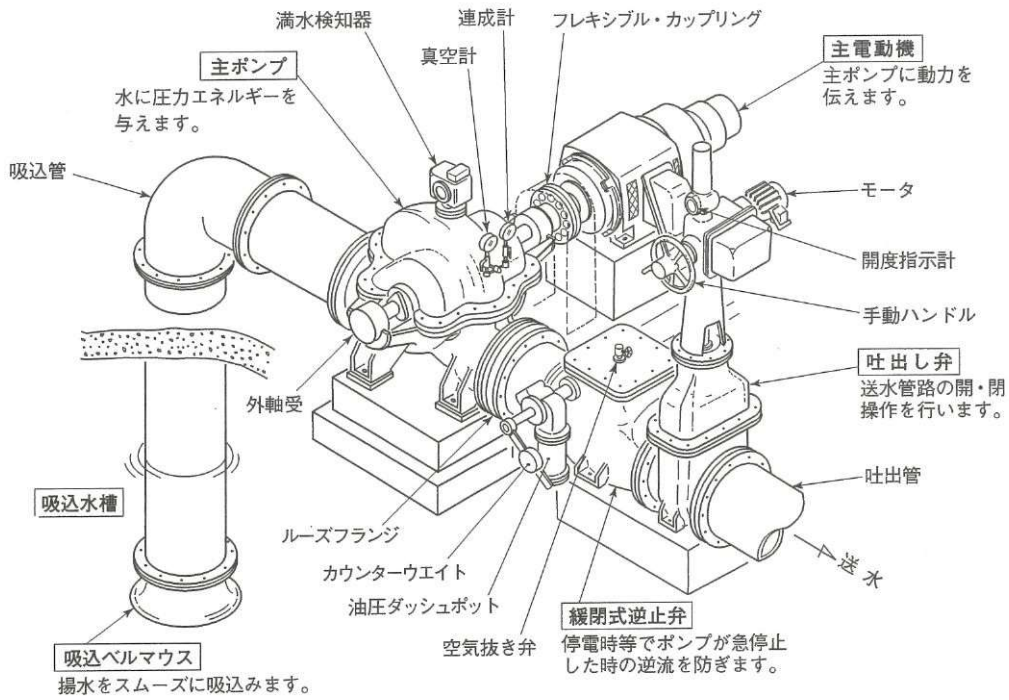


図1-5 主ポンプ回りを構成する付属機器の例（用水・横軸両吸込渦巻ポンプ）

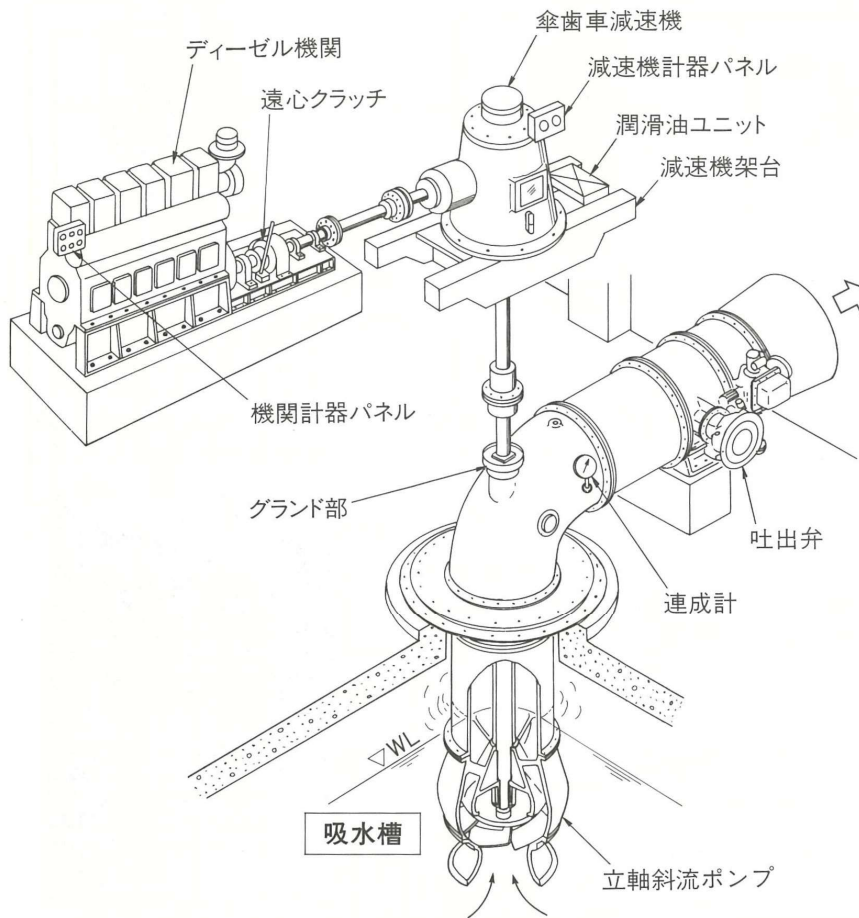


図1-6 主ポンプ回りを構成する付属機器の例（排水・立軸斜流ポンプ）

## 1. 1. 2 ポンプ設備の構成要素

ポンプ設備は、主ポンプ・主原動機・動力伝達装置・補機設備などの装置及びこれらを構成する機器・部材、部品の集合体であり、これらが各々の役割を果たすことにより、設備全体として機能を発揮している。このため階層的なシステムの特徴を踏まえ、系統的に構成要素の整理を行う必要がある。

### 【解説】

ポンプ設備では、設備の構成要素となる装置、機器・部材、部品について図1-7、表1-2に示すように系統的に整理を行うこととし、これら設備の機能診断評価の基本単位は、機器・部材、部品レベルを対象とする。

ポンプ設備は、主ポンプの他、動力を供給する主原動機・動力伝達装置、用排水を送水する管路・弁類及び運転に必要な冷却水などを供給する補機設備から構成されており、形式によって構成機器・部材が異なる。一般的な形式を図1-8に示す。

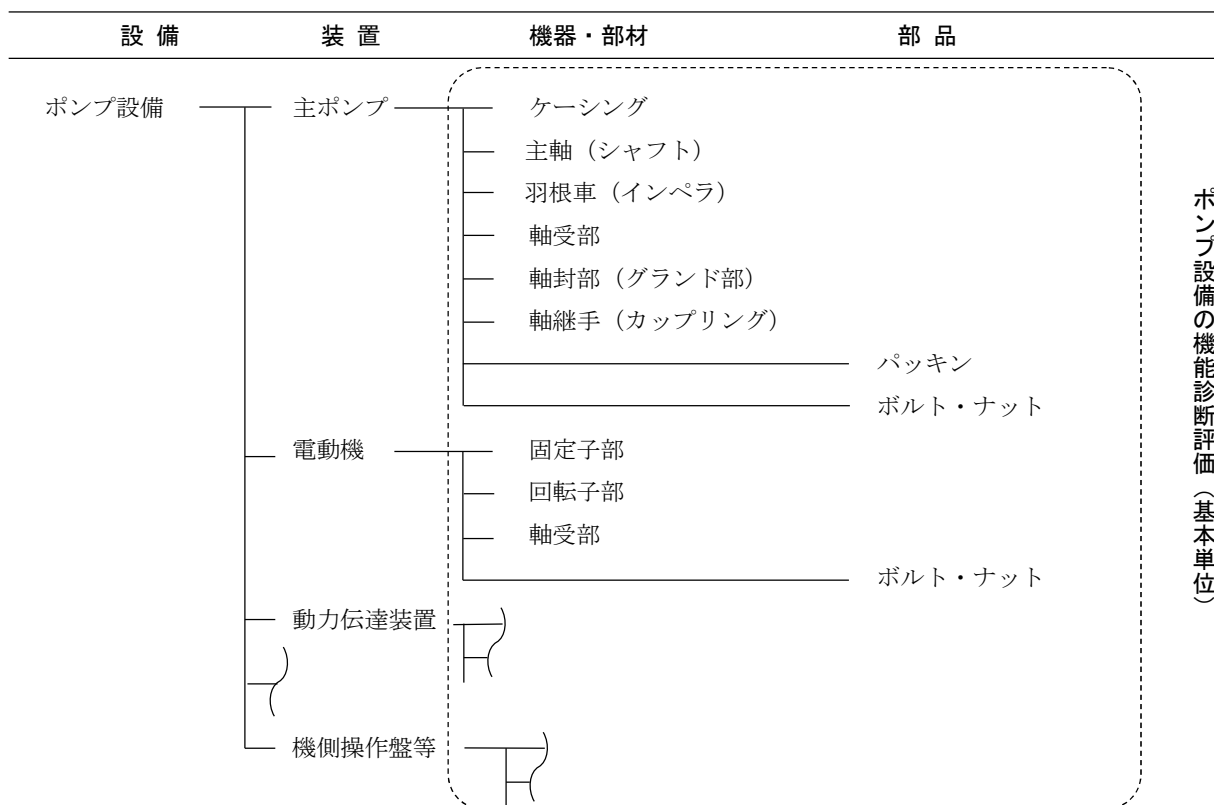


図1-7 ポンプ設備の構成要素系統図の例

表1-2 ポンプ設備の階層による区分

階層区分		ポンプ設備	
		設備等の内訳	主な対策方法
施設		用水機場、排水機場	補修
設備		ポンプ設備、運転管理設備、除じん設備等	修理、更新
装置		主ポンプ、主原動機、動力伝達装置、吸込管及び吐出し管、弁類（仕切弁、バタフライ弁、逆止め弁、フラップ弁）、補機設備（給水系統、満水系統、燃料系統、始動系統、潤滑油系統）、機側操作盤等	修理、更新
部 位	機器・部材	主ポンプ関係（ケーシング、インペラ、主軸、軸受等） 電動機関係（回転子、固定子、軸受等） 内燃機関関係（ピストン、クランク軸、軸受等） 弁類関係（弁箱、弁体、弁軸、弁座等） 給水系統補機関係（取水ポンプ、冷却水ポンプ、管内クーラ、封水ポンプ、潤滑水ポンプ、高架水槽、膨張タンク、オートストレーナ等） 満水系統補機関係（真空ポンプ、補水槽等） 燃料系統補機関係（燃料移送ポンプ、燃料小出槽、燃料貯油槽等） 始動系統補機関係（空気圧縮機、始動空気槽等） 潤滑油系統補機関係（潤滑油冷却器、流体継手用給油ポンプ等）	修理、交換
	部品	ボルト、ナット、パッキン等	交換

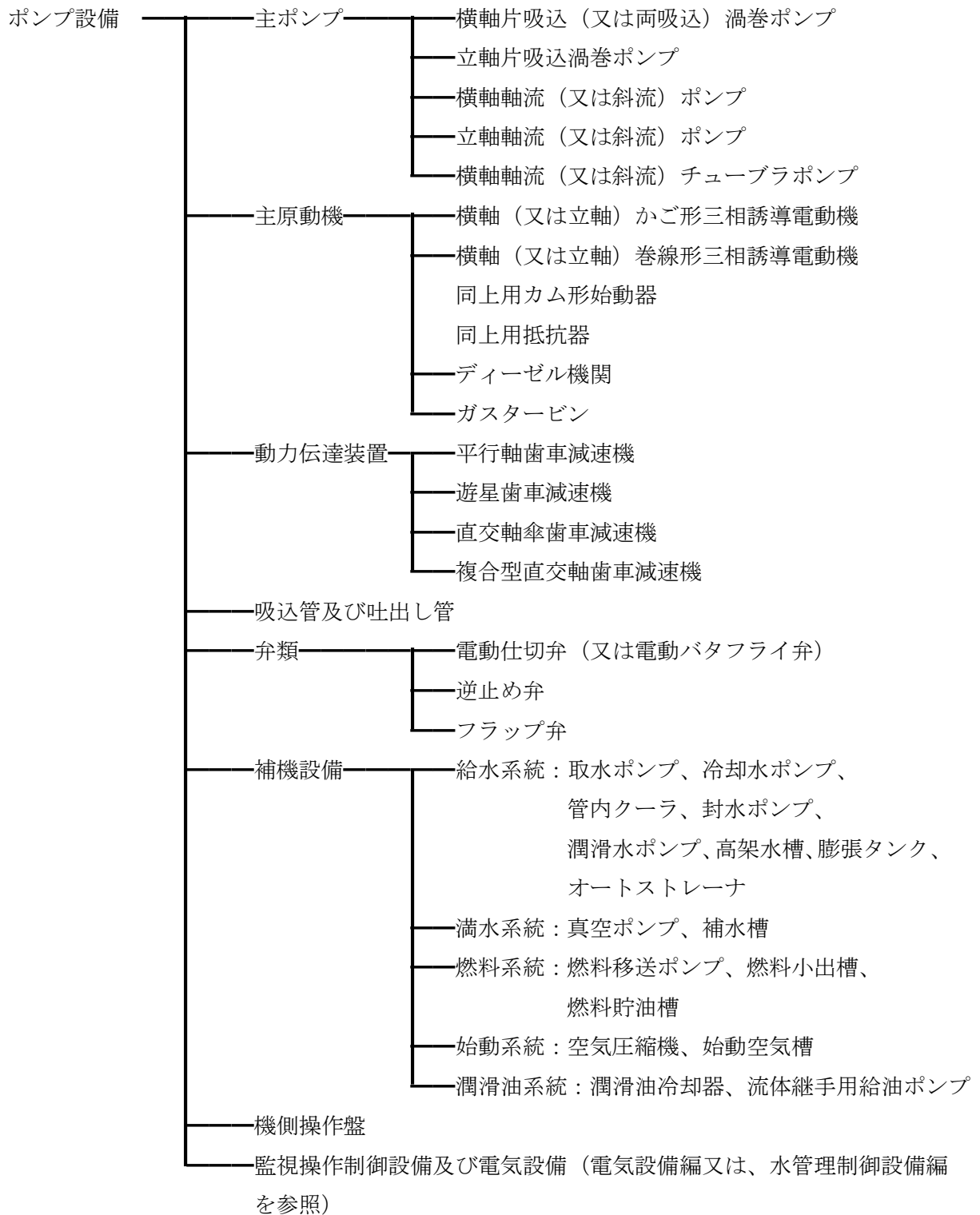


図1-8 ポンプ設備の一般的な装置と機器・部材の例

### 1. 1. 3 ポンプ設備の特徴

ポンプ設備を構成する機器・部材、部品は、水質や流下物等の周辺環境、設備の使用状況などにより特徴的な劣化を示すので、これらの特徴を理解するとともに、設備の構造上重要な部位に注意を払いながら、合理的かつ適切な機能保全の検討を行う必要がある。

また、ポンプ設備において、合理的な機能保全を行う上で、施設造成者は、施設管理者と連携を図ることが重要である。

#### 【解説】

ポンプ設備の機能には、用排水機能や用排水量調節機能がある。これらの機能を十分に発揮させるためには、ポンプ設備を構成する機器・部材、部品における、変形、損傷、摩耗などについて性能管理を行うことが重要であり、定期的な機能診断を行う必要がある。

ポンプ設備の機能診断において特に留意しなければならない診断項目は、軸受（ベアリング）部分であり、異常な振動、温度上昇などを見過ごすと、軸受のみならず、軸受故障により、インペラの回転ブレを引き起こし、それがポンプケーシングなどの損傷につながる。ケーシングが損傷を受けると全ての設備を更新しなければならない状態になるおそれがあるため、状態監視保全などの予防保全が必要である。また、軸受は他の部位の損傷などに原因がある場合でも、その結果が軸受の発熱や振動となって現れるため、異常な兆候を発見した場合は、早めの対策が必要である。

軸受にセラミック軸受を使用している場合（特に横軸ポンプ）は、構造上、軸受等の劣化について事前に不具合の兆候を的確に把握することが困難な場合が多く、定期的な交換による時間計画保全が有効である。

なお、セラミック軸受を採用する場合、調達期間が長期化する傾向にあることから、計画的な更新時期の設定や予備品の確保に留意する必要がある。（セラミック軸受の製作期間は、製造しているメーカー毎に納期が異なり、通常5～12か月間程度であるが、社会情勢等により変化するため製造メーカーに都度確認する必要がある。）

ケーシングは、機能に支障が出るような亀裂等の損傷が発生しても補修できないうえ、インペラと主轴をセットで精度調整を行っている関係上、ケーシングのみの取り替えができないことから、主ポンプ全体を更新するなどの対策が必要となる。なお、渦巻きケーシング巻き始め部などは、水流による損傷を起こしやすい箇所であるため、留意する必要がある。

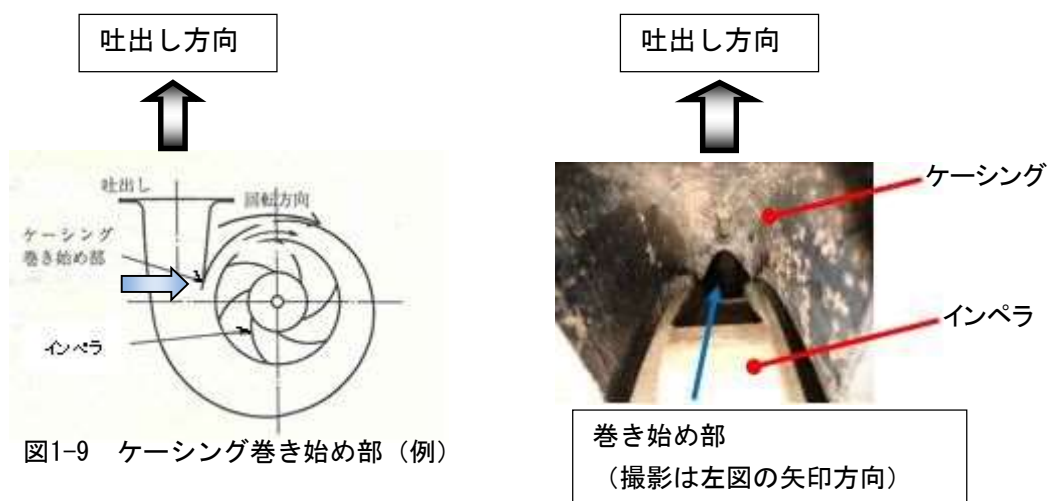


図1-9 ケーシング巻き始め部（例）

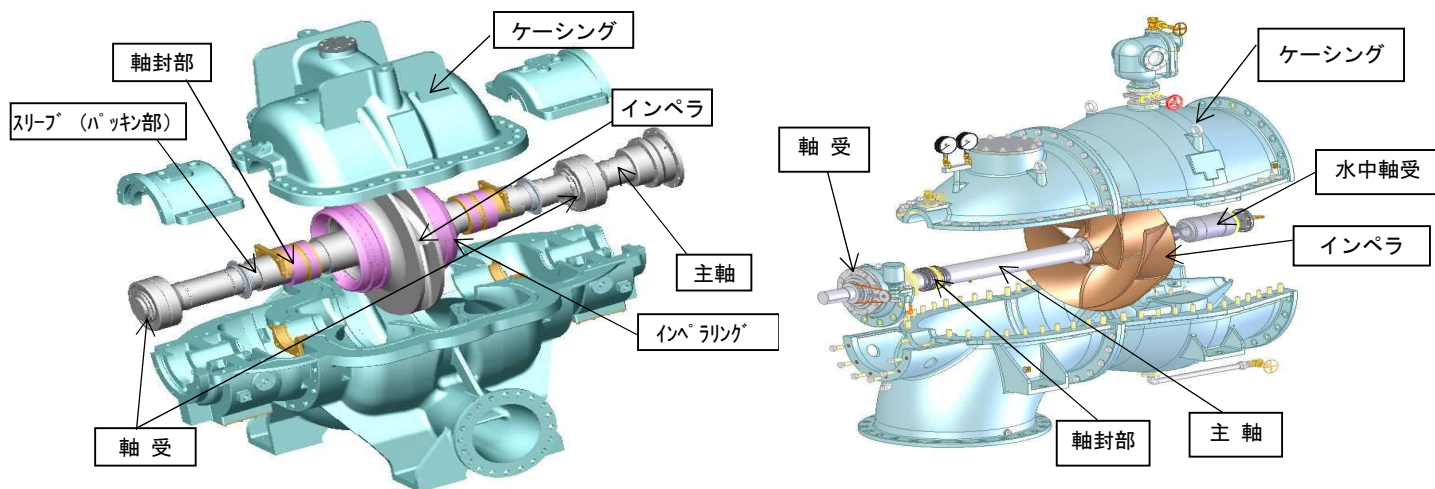
軸継手（カップリング）部の芯振れや面振れなどもそのまま放っておくと、原動機やポンプ軸受部に影響が及ぶ場合もあるため、定期的な計測が必要である。

ポンプ設備では、必要な量を必要な揚程まで送水する機能を発揮できなくなる状態を防ぐため、縮切運転により、全揚程の低下状態を確認する方法や、圧力計あるいは真空計（吐出し圧－吸込圧＝全揚程）や流量計を用いたQ－H曲線及びポンプ効率等について、設計時との比較を行うことにより性能低下状況を把握する方法がある。一方で、これらの方法については評価に技術を要するので、まずは、施設管理者に対する聞き取りや電動機の回転速度、電力消費量、圧力計、吐出し量等から性能低下状況を把握するとよい。（※高N<sub>s</sub>斜流ポンプや軸流ポンプでは軸動力が原動機出力より大きくなるため、縮切運転はできない。また、水中軸受にセラミックスを使用している横軸あるいは立軸ポンプでは、軸受の破損を防ぐために、ポンプの性能を確認するための縮切運転は行なわないこと。）

Q－H曲線やポンプ効率等の低下は、主ポンプのケーシングとインペラの隙間が、摩耗、損傷等で増大することに起因すると考えられる。

通常、ケーシング（インペラ側にも設置していることもあり）には、ライナリングなどの代替摩耗部品が設置されているため、オーバーホールなどにより、定期的に摩耗状態などを確認する必要がある。

また、通常の管理において、電力量や用排水量に明らかな兆候が現れている場合も早めの対策が必要である。



用水ポンプ（横軸両吸込渦巻ポンプ）

排水ポンプ（横軸斜流ポンプ）

図1-10 ポンプの構造例

無注水ポンプは、軸受や軸封部の冷却・潤滑を外部給水に依存しない構造であることから、運転中の温度上昇や振動の変化が異常の初期兆候として現れやすい。このため、運転時における軸封部および軸受部の発熱の有無、異音、振動の増大等について、従来型ポンプと同様の診断項目に加え、より注意深く確認する必要がある。

なお、軸封部にメカニカルシールやラビリンスシール等を採用しているポンプでは、異常な水漏れ、発熱、空気の吸込み等が確認された場合、現地での分解・調整が困難なことが多く、メーカー又は専門業者による修理が必要となることに留意する。

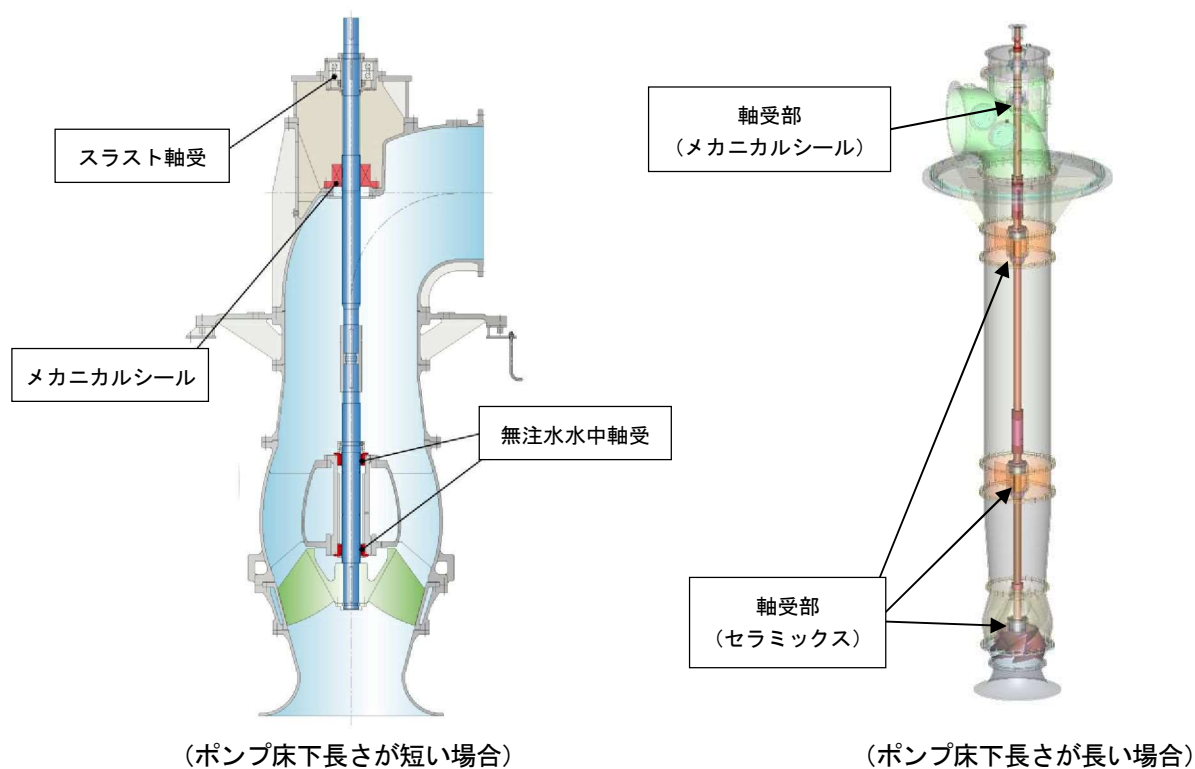


図1-11 無注水形立軸斜流ポンプの構造例

ポンプ駆動用電動機は三相誘導電動機が多くを占め、構造上「かご形」と「巻線形」に区分される。

かご形誘導電動機は、電磁誘導によって一次側（固定子）から二次側（回転子）に電力を送り、これを利用して回転運動を発生する構造である。

一方、巻線形誘導電動機は、回転子鉄心のスロットに絶縁された三相巻線を施し、スリップリングを経てブラシによって外部に三相電流を導く構造であり、かご形誘導電動機に比べて複雑な構造を有する。

電動機の診断は、ポンプ側の運転負荷、供給電源、設置場所の環境といった外的要因影響を加味して、電動機構造の劣化の程度や異常の有無を判断し、機能を発揮できなくなる状況を未然に防ぐことが目的である。そのためには、日頃から運転時の音、電流値、軸受温度、振動（振幅）や、停止時の回転体の状態（手回しの可否）、絶縁抵抗値などにより異常の有無を確認することが望ましい。

また、巻線形誘導電動機の場合は、二次抵抗接続用部品としてスリップリングが使用されており、ブラシとスリップリングの摩耗の状態を把握する。始動抵抗器として使用される液体抵抗器については、電解液の量や汚れ、電極の腐食状態も点検する。また、金属抵抗器が使用されている場合には、抵抗体の腐食・焼損、接続部の緩みや発熱痕、絶縁支持部の劣化等についても点検する。また、金属抵抗器が使用されている場合には、抵抗体の腐食・焼損、接続部の緩みや発熱痕、絶縁支持部の劣化等についても点検する。

さらに、施設管理者からの情報も重要な判定項目である。

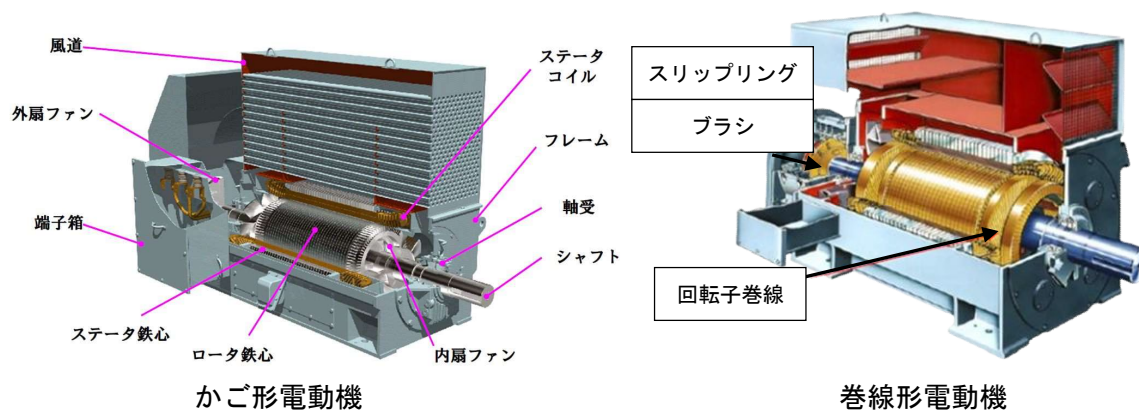


図1-12 ポンプ駆動用 主原動機（電動機）の構造例

主原動機の内燃機関は、ディーゼル機関とガスタービンがあるが、保守管理の容易性及び信頼性の観点から、ディーゼル機関が多く採用されている。

ディーゼル機関において重大な故障を引き起こす可能性のある部位として、燃料噴射弁、過給機軸受、ピストン、シリンダー及びクランク軸軸受が挙げられる。これらの部位における不具合は、主として使用時間の経過、運転条件、経年劣化等に起因するものであり、いずれの部位もディーゼル機関の内部であることから、製造メーカーによる定期的な分解点検の実施が不可欠である。

ディーゼル機関の機能診断に当たっては、これらの内部構造物における重大な不具合の予兆を看過することのないよう、機関本体、過給機、潤滑油ポンプにおける異常な運転音、温度上昇、振動（振幅）の有無や排気温度、冷却水温度、燃料系統の異常の有無等について確認を行うことが重要である。

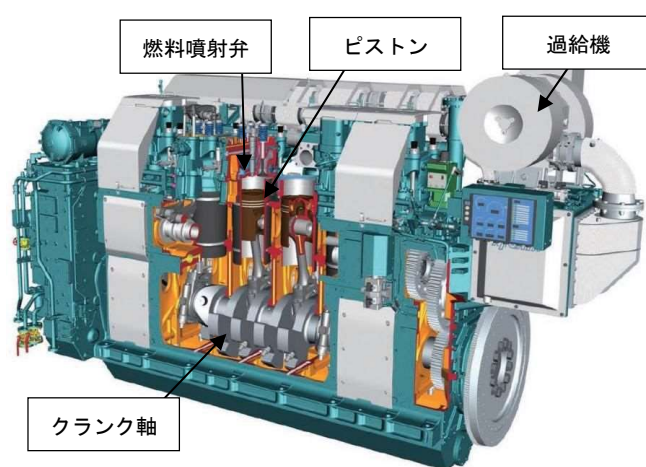


図1-13 ポンプ駆動用 主原動機（内燃機関）の構造例

### 【参考】ポンプ設備の性能低下の確認例

ポンプ設備の性能低下に関しては、用水ポンプ設備における全揚程及び吐出し量の低下の原因が、パイプラインの性能低下によるものか、ポンプ設備の性能低下によるものか、原因を特定する必要がある。以下の方法にてポンプ設備及びパイプラインの性能低下の概要を把握するものとする。

(ポンプ設備の性能低下の確認)

ポンプ設備の性能低下の把握を現場で行う場合は、以下の手順でポンプ性能を計測する。

確認方法 (図1-14参照)

- (1) ポンプのQ-H曲線 (吐出し量; Q、全揚程; H) を作成するため、設計点 $Q_D$ を含めて5点 (JIS規定) を計測する。
- (2) 吐出し弁の開閉により流量を調整し、流量計の目盛りを読み取る。
  - ①点 締切点 ( $Q=0\text{m}^3/\text{min}$ ) の全揚程の測定
  - ②点 設計点吐出し量 $Q_D$ の1/3近傍の全揚程の測定
  - ③点 設計点吐出し量 $Q_D$ の2/3近傍の全揚程の測定
  - ④点 設計点吐出し量 $Q_D$ 近傍の全揚程の測定
  - ⑤点 吐出し量が設計点 $Q_D$ と弁開度が全開近傍時の $Q_{全開}$ の中間点の全揚程の測定  
(軸動力が過負荷にならないことを確認しながら測定する。)
- (3) 作成したQ-H曲線において、設計点全揚程 $H_D$ に対する吐出し量が設計点吐出し量 $Q_D$ を下回る場合は、ポンプ設備に異常があると判断する。

ここでいう異常とは、運転条件や計測誤差等を考慮してもなお、ポンプ内部の劣化・損傷 (羽根車摩耗、腐食、クリアランス拡大 等)、吸込条件の悪化 (空気混入、キャビテーション発生)、配管系統の抵抗増大等 (ストレーナ詰まり、弁の不完全開 等) に起因する性能低下が継続的に認められる状態をいう。

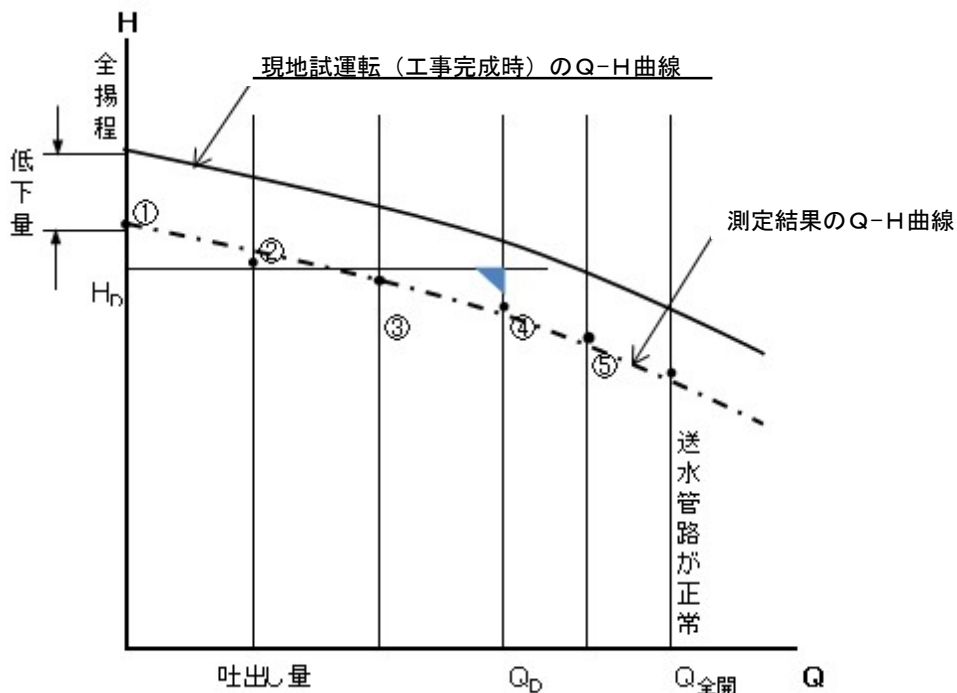


図1-14 ポンプ性能の計測 (イメージ)

(パイプラインの性能低下の確認) (図1-15参照)

- (1) パイプラインから完全に空気が排出されていることを確認する必要がある。
- (2) ポンプ設備の計器類(真空計、連成計、圧力計、水位計、流量計等)が正常であることを施設管理者とともに確認する。
- (3) 約60分間の揚水運転ができることを確認する。
- (4) ポンプの吐出し弁を全開(100%)まで開いたときの吐出し量( $Q_{全開}$ )が、ポンプの設計点吐出し量( $Q_D$ )以上( $Q_D \leq Q_{全開}$ )である場合は、パイプラインの損失水頭は計画数値以下であると判断する。なお、吐出し弁を全開まで開いた時には、キャビテーション発生や過負荷にならないように注意する。
- (5) 逆に小さい場合( $Q_D \geq Q_{全開}$ )には、パイプラインの損失水頭が計画数値より大きいので設計点吐出し量の確保ができないため、パイプラインに異常があると判断する。

※ 設計点 : 設計点吐出し量 ( $Q_D$ )  
設計点全揚程 ( $H_D$ )

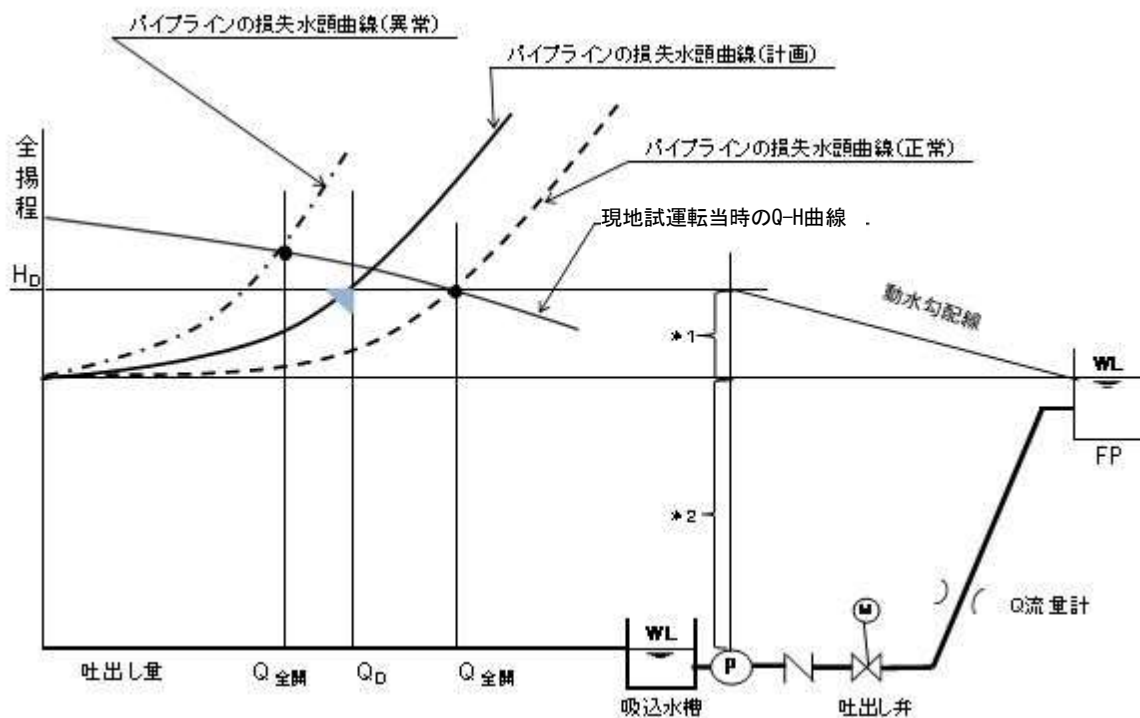


図1-15 パイプラインの性能低下に伴うポンプ運転点の変位 (イメージ)

※1 パイプラインの損失水頭等

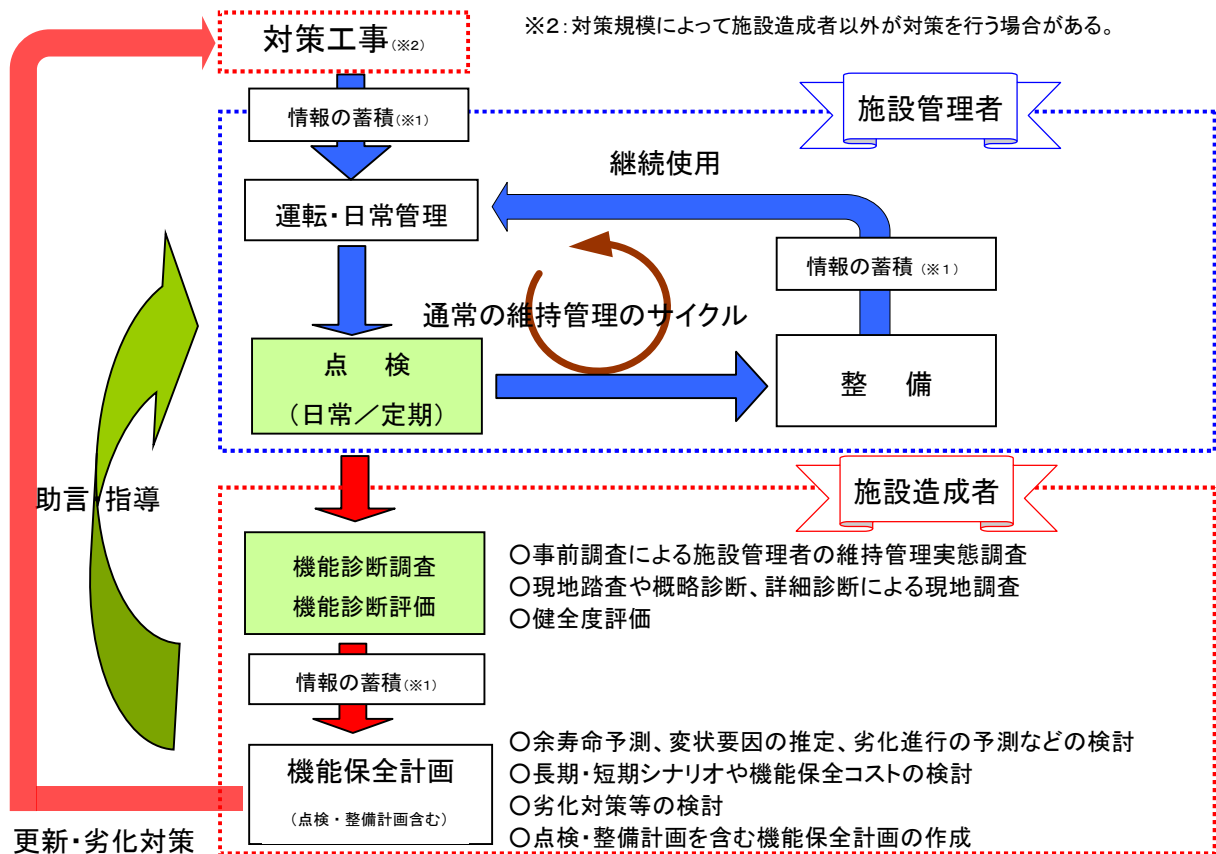
※2 実揚程 = FP水位 (WL) - 吸込水槽水位 (WL)

ポンプの特性が適正であるならば、パイプラインの概略の損失水頭が求まる。

パイプラインの概略損失水頭 = (全揚程 - 実揚程)

ポンプ設備などの施設機械設備は、土木施設と異なり、多数の機器・部材等から構成された集合体であることから、設備の機能の維持、ひいては設備の長寿命化を図るためには、日常管理における機器・部材等の適正な点検・整備が必要である。このため、施設造成者は、状況に応じて点検・整備に関する適切な助言を行うことが必要である。（図1-16参照）

また、施設造成者は、当該助言に資するため、機器製造者から設置機器についての点検、整備、耐久性及び機能保全コスト等の技術情報を収集することが必要である。



※1: 情報の蓄積イメージ

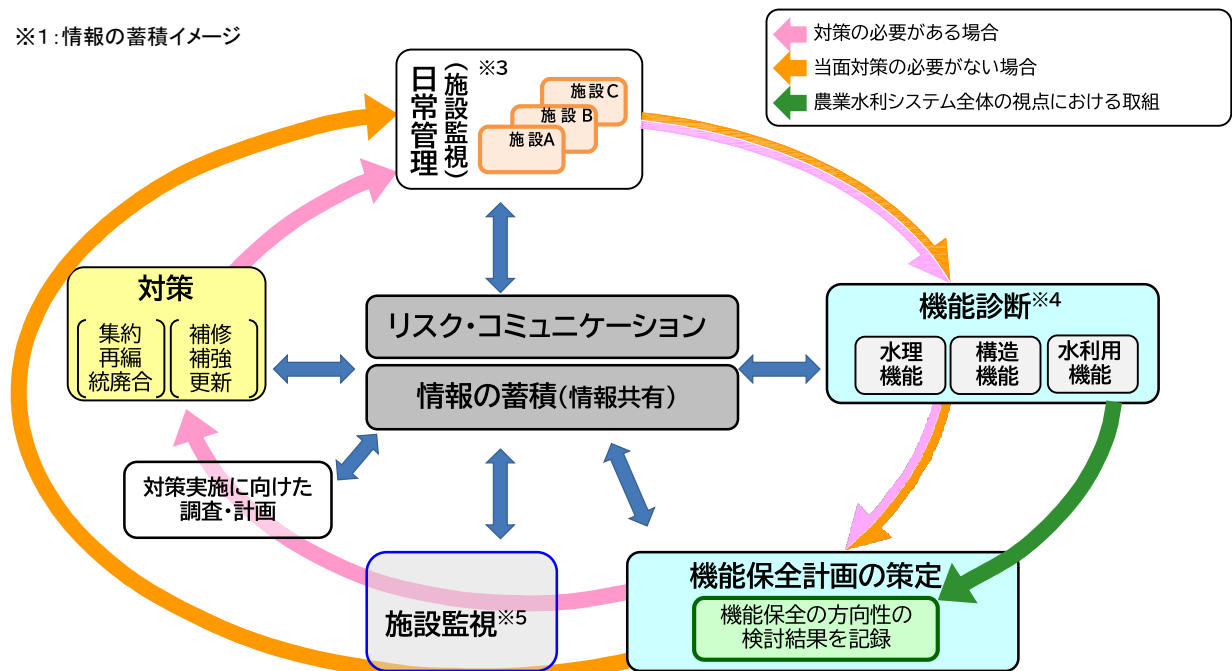


図1-16 施設造成者と施設管理者の連携イメージ