

# 圧力式下水道収集システム技術資料

令和6年5月

一般社団法人 日本産業機械工業会 風水力機械部会

排水用水中ポンプシステム委員会

## ご挨拶

本委員会は、昭和 60 年 12 月に「圧力式下水道システム研究会」として活動を開始し、平成 10 年 7 月より、日本産業機械工業会風水力機械部会『圧力式下水道システム委員会』、現在は『排水用水中ポンプシステム委員会』として活動しております。この度、排水用水中ポンプシステム委員会の活動を広く皆様に紹介したく、圧力式下水道収集システムの技術資料を作成いたしました。

近年の下水道整備の進展に伴い、全国における下水道管路延長は約 49 万 km（2021 年度末）にのぼり施設ストックが増大してきております。そのなかで管路施設の老朽化による劣化が顕在化してきており、国土交通省でも下水道ストックマネジメント支援制度を創設する等の対策を図っております。そのため設備の改築を、より安価に効率的に実施する必要がでてきております。

圧力式下水道収集システムは、地形条件により自然流下方式より安価になることが知られており、改築計画において、是非とも検討して頂きたいシステムです。

管路の維持管理及び改築事業の検討等に際して、本技術資料が広く下水道関係者に活用されれば幸いです。

最後に、排水用水中ポンプシステム委員会は、今後も、水中ポンプシステムの技術革新及びシステムの標準化を目指して活動を続けてまいりますのでご支援のほどよろしくお願い致します。

排水用水中ポンプシステム委員会  
委員長 高比良 博志

## 技術資料改訂協力者一覧

アクアインテック株式会社	藤原 康人
アクアインテック株式会社	米山 和彦
株式会社荏原製作所	鎌崎 達也
株式会社荏原製作所	徳江 隆
新明和工業株式会社	相原 頼年
新明和工業株式会社	白石 雅明
新明和工業株式会社	竹内 一喜
新明和工業株式会社	三宅 崇太
大平洋機工株式会社	石山 知之
大平洋機工株式会社	古戸 敦士
大平洋機工株式会社	皆川 祝
株式会社鶴見製作所	宇山 功
株式会社鶴見製作所	勝良 好孝
株式会社鶴見製作所	高比良 博志
株式会社鶴見製作所	鶴田 秀典
株式会社鶴見製作所	村上 裕之
兵神装備株式会社	田村 圭吾
兵神装備株式会社	豊永 大輔
一般社団法人日本産業機械工業会	中村 克彦
一般社団法人日本産業機械工業会	佐藤 駆

# 目 次

第 1 章	圧力管路について	・ ・ ・ ・ ・	1
第 2 章	圧力式下水道収集システム	・ ・ ・ ・ ・	1 5
第 3 章	マンホールポンプシステム	・ ・ ・ ・ ・	4 3
第 4 章	水中汚水ポンプの技術知識	・ ・ ・ ・ ・	6 6
第 5 章	Q&A	・ ・ ・ ・ ・	1 5 9
第 6 章	用語集	・ ・ ・ ・ ・	1 9 1

# 第1章 圧力管路について

## 1. はじめに

### 1-1 下水道普及の課題

我が国の2021年度末における汚水処理人口普及率は全国平均で92.6%ですが、人口規模5万人未満の市町村では普及率82.7%にとどまっており、今後は、中小市町村での普及率向上が課題となっています。

●汚水処理人口普及状況（令和3年(2021年)度末現在）



(注) 1. 総市町村数1,717の内訳は、市 793、町 741、村 183（東京都区部は市数に1市として含む）  
 2. 総人口、処理人口は1万人未満を四捨五入した。  
 3. 都市規模別の各汚水処理施設の普及率が0.5%未満の数値は表記していないため、合計値と内訳が一致しないことがある。  
 4. 令和3年度調査は、福島県において、東日本大震災の影響により調査不能な町（大畑町、双葉町）を除いた値を公表している。

図1-1 汚水処理人口普及率

近年の下水道事業を鑑みると、いかに安価な計画を立案するかが重要となりますが、以下に示すような地域では、「自然流下方式」による汚水の収集・輸送を進めるとコスト的に著しく割高となります。

- (1) 低地部にある地域では、自然流下方式で面整備を進めると広い地域で掘削深が深くなり仮設費が割高となるほか、掘削深が 3.5m 以上となる管路では推進工法などの高コストな管路布設工法を採用せざるを得なくなる。
- (2) 岩盤、軟弱地盤、転石などの地質条件や、水道管、ガス管などの地下埋設物の多い地域では、管径の大きな配管を使用する自然流下方式では、施工が難しくなる。
- (3) 地下水位の高い地域では、自然流下方式で地下水位より低い位置に管路を布設することは困難で、土留め水替えなどの仮設費が増加する。
- (4) 河川、道路、鉄道などで分断されている地域では、伏せ越しなどの割高な工法で管路を布設する必要がある。

普及率向上が課題となる中小市町村での課題としては、上記に加え、次に示すような地域において、圧力管路を利用した方式の検討が必要となります。

- (5) 人口密度が低く、住居と住居の距離が離れている地域では、住居が分散しており自然流下方式による効率的な収集が難しく、管路の布設コストが高くなる。
- (6) 起伏が多く変化に富む地域では、自然流下管路の埋設深が深くなるなど、管路の布設コストが極端に高くなる。

このような地域においては、小口径管を地形の起伏に沿って最小土被りで布設できる「圧力式下水道収集システム」や「真空式下水道収集システム」で低コストな収集システムを実現し、又、収集した汚水を輸送する場合でも、マンホールポンプ施設に代表される「圧送式下水道輸送システム」で低コストな輸送システムが実現します。又、それらを組み合わせた複合的なシステムを含めた検討を進めることで、地域に即した最適な収集・輸送システムを実現することが可能となります。

## 1-2 個別処理方式の課題

下水道普及の先進国である欧米の歴史的経緯を見ると、自然流下方式による集合処理が難しい地域では地下浸透方式などによる個別処理が採用されていましたが、地盤条件の悪い地区や宅地面積の狭い地区では地下水汚染や環境衛生不良などの弊害が生じたため、個別処理方式に代わる収集システムとして圧力式下水道収集システムや真空式下水道収集システムが急速に導入され、高い下水道普及率と集合処理による高度処理で水質保全を実現しています。

一方、我が国における汚水処理の歴史的経緯を見ると、汚水収集が難しい地域や自然流下方式による面整備のコスト縮減が難しい地域では、浄化槽に代表される個別処理方式を採用して中小都市を中心に汚水処理人口普及率の向上が図られています。

現在の個別処理方式は、し尿と生活雑排水の両方を処理する合併浄化槽となっておりますが、すでに設置された単独浄化槽からの切り替えをはじめとして、十分な維持管理（水質管理）を行わないと水環境の悪化が危惧されるほか、現在の合併処理浄化槽でも高度処理は十分に普及していない状況にあります。特に中山間地域における汚水処理施設の放流先である河川や湖沼は、都市部における水源としての役割を担っており、恵まれた自然を子孫に引き継ぐための環境整備を進めていく上でも、集合処理を中心とした高度処理を推進することが今後の課題となります。

この集合処理を基本とする高度処理を推進するためには、建設費の 7 割を占めると言われている管路布設コストの低減のために自然流下方式に替わる収集・輸送システムの普及が必要となります。

## 2. 最近の動向

### 2-1 社会資本総合交付金等の基幹事業

表 1-1 に示すように国土交通省の「社会資本総合交付金等の基幹事業の交付対象範囲」においても「宅地内に設置されたグラインダポンプユニット以降又は真空弁ユニット以降を国庫補助の対象とする」旨の記載があり、国土交通省も細い配管で布設できる圧力式下水道収集システムや真空式下水道収集システムの普及に期待しているといえます。

表 1-1 平成 28 年度事業執行にあたっての交付対象範囲の確認事項について

平成 28 年 4 月 1 日付
1～13 …略…
14 下水輸送システム（真空式・圧力式）について 自然流下方式に変わる真空式・圧力式の下水道輸送システムにおける管理区分及び交付対象の範囲は次のとおりとする。 ①宅地内に公共設置ますが設置されている場合は、その下流側を下水道施設とする。 ②宅地内に公共設置ますが設置されておらず、代わりに貯水タンク・真空弁（真空式）もしくは貯留槽・グラインダーポンプ（圧力式）が設置されている場合は、当該施設以降の下流側を下水道施設とする。 ③圧力式下水道輸送システムの範囲は、前述の施設から圧力開放されるまでとする。 ④真空式下水道輸送システムの範囲は、前述の施設から真空ポンプまで、もしくは真空ポンプ直後に圧送されている場合は、圧力開放されるまでとする。 ⑤交付対象となる下水道輸送システムの範囲については、当該都市の過去 3 年間の平均的な交付対象率とすることができる。
15～28 …略…



## 2-2 ライフサイクルコスト

自然流下方式に替わる圧力管路を用いた汚水収集・輸送システムの比較検討に際しては、建設コスト比較だけでなく、将来的な維持管理コストを含めた施設全体のライフサイクルコスト比較により、最善の収集・輸送システムを検討する必要があります。

マンホールポンプ施設に代表される「圧送式下水道輸送システム」ではポンプ施設の維持管理コストを見込みますが、「圧力式下水道収集システム」や「真空式下水道収集システム」もポンプによる機械的収集方式であり、建設コストが安価であっても運転に要する電気料金や設備の修繕・更新が必要となり、自然流下方式に比べて維持管理コストが高くなる傾向にあります。又、コスト比較に際しても、単純な費用比較ではなく将来的な出費を現在価値に換算した「等価比較」を行うなど、より精度の高いコスト比較検討を行う必要があります。

### 3. 圧力管路システムの定義と構成

#### 3-1 圧力管路システムとは

圧力管路システムは、分流式下水道の管路施設において、正負の圧力を利用した圧力管路により汚水を収集及び輸送するシステムです。

圧力管路システムには、表 1-2 に示すように、収集システムとしては「圧力式下水道収集システム」及び「真空式下水道収集システム」があり、輸送システムとしては「圧送式下水道輸送システム」があります。又、これらは、その利用する圧力により、正圧を利用する圧力式下水道収集システム及び圧送式下水道輸送システムと、負圧を利用する真空式下水道収集システムに区分できます。

表 1-2 圧力管路システムの区分

収集・輸送の区分	システム名称	利用圧力
収集システム	圧力式下水道収集システム	正 圧
	真空式下水道収集システム	負 圧
輸送システム	圧送式下水道輸送システム	正 圧

各システムは、それぞれ異なる特性を有するため、地形や管路施設の規模などを考慮して最適なものを選定することになります。

#### 3-2 圧力管路システムの位置付け

##### (1) 収集システムと輸送システム

(公社) 日本下水道協会の「下水道施設計画・設計指針と解説」に定義されているように、分流式下水道の汚水を各家庭や事業所から収集し、処理施設まで輸送する管路施設を分類すると、おおよそ「収集システム」と「輸送システム」の二つの部分に区分されます。

この二つのシステムを定義すると、おおむね表 1-3 のようになります。これを分かりやすく表すと図 1-2 のようになり、一般に「圧力式」及び「真空式」は「収集システム」に、「圧送式」は「輸送システム」に適用されます。

表 1-3 収集システムと輸送システムの定義

<p>収集システム： 主として発生源から汚水を直接受け入れて収集するために設けられる管路及びポンプ施設の総称で、自然流下方式、圧力式、真空式などにより整備される</p>
<p>輸送システム： 収集システムによって集められた汚水を処理施設まで輸送する管路及びポンプ施設の総称で、自然流下方式、圧送式などにより整備される。</p>

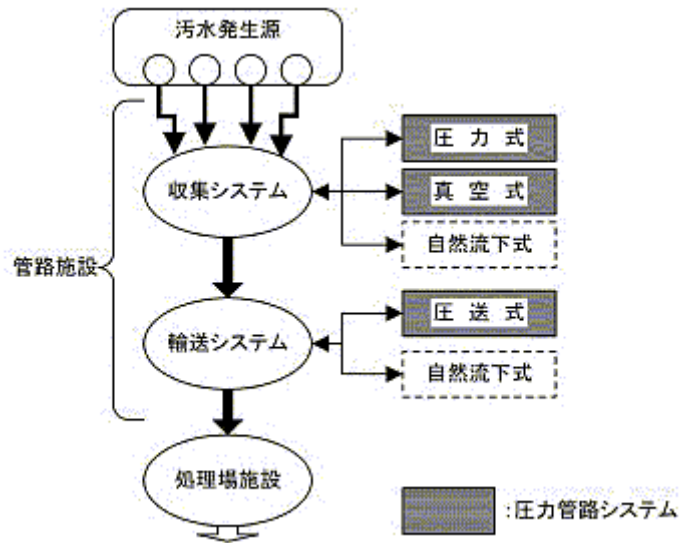


図 1-2 収集システムと輸送システム

## (2) 小規模ポンプ場の分類

「小規模下水道施設マネジメント指針と解説」の「小規模ポンプ場」の分類（図 1-3 参照）では、主にマンホールポンプ施設は中継ポンプ場として位置付けされ、用途により①揚水ポンプ場と②圧送ポンプ場に分けられます。

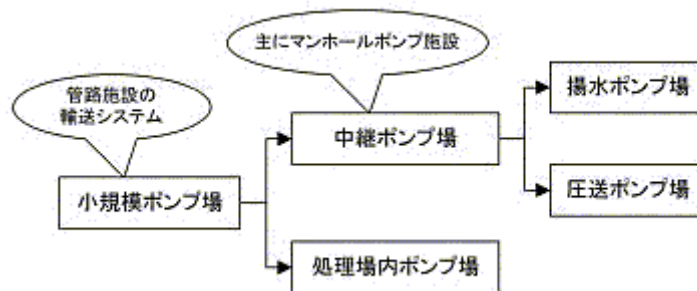


図 1-3 小規模ポンプ場の分類

ここで、中継ポンプ場の上位概念である「小規模ポンプ場」は、管路施設における「輸送システム」として位置付けられます。一方、「小規模ポンプ場」の分類には、「圧力式」や「真空式」による収集システムが位置付けられていないため各システムの位置付けが分かりにくくなっています。

### (3) 各システムの位置付け

管路施設の区分と小規模ポンプ場の分類をまとめて圧力管路システムとして分類すると図 1-4 に示すようになります。

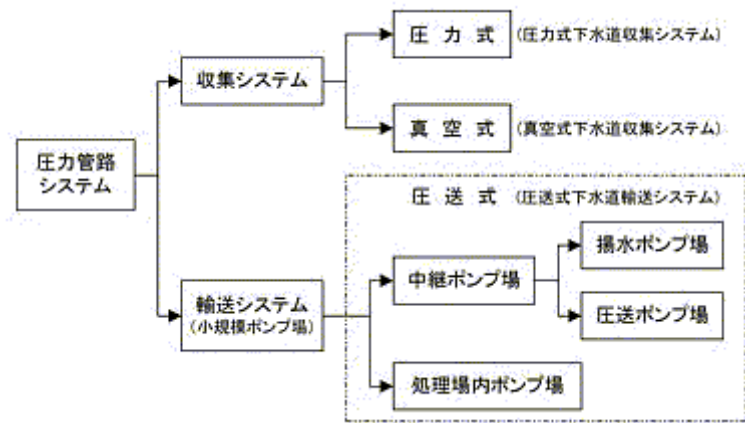


図 1-4 圧力管路システムによる分類

圧力管路システムは、収集システムとして「圧力式」(圧力式下水道収集システム)と「真空式」(真空式下水道収集システム)が位置付けられ、輸送システム(小規模ポンプ場)として「圧送式」(圧送式輸送システム)が位置付けられます。また、輸送システムには「中継ポンプ場」と「処理場内ポンプ場」とがあり、中継ポンプ場の中に「圧送ポンプ場」と「揚水ポンプ場」とがあり、各々に主にマンホールポンプ施設が用いられます。

### 3-3 圧力式下水道収集システムの構成

圧力式下水道収集システムとは、図 1-5 に示すようにグラインダポンプ（破砕機構付き小型水中汚水ポンプ）を用いた収集システムで、家庭等から排出された汚水を貯水タンクに溜め、グラインダポンプで加圧して処理場又は自然流下管まで収集・搬送する収集システムです。

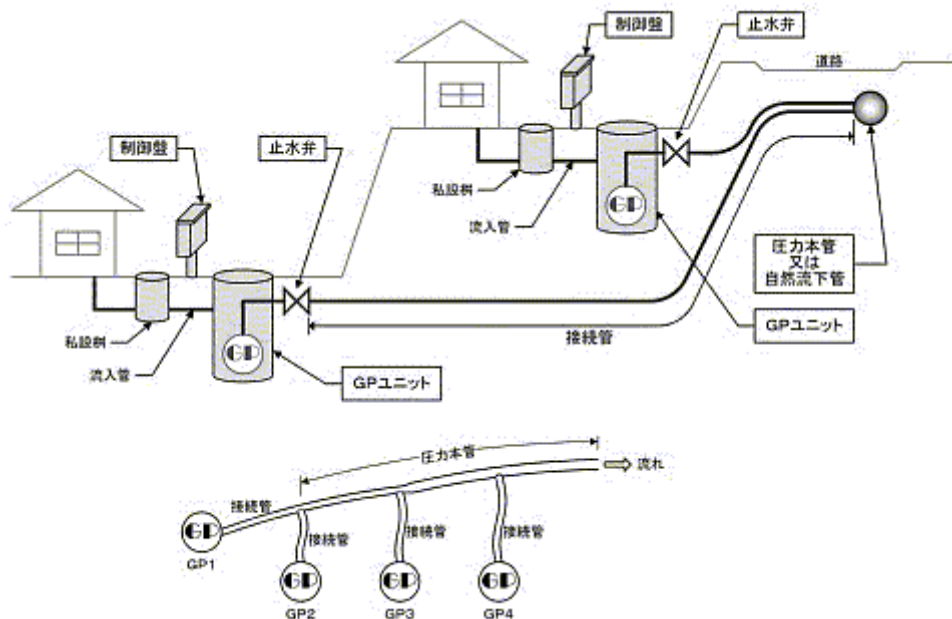


図 1-5 圧力式下水道収集システムの概略図

圧力式下水道収集システムは、以下の施設より構成されます。

#### (1) ポンプ施設

ポンプ施設は、流入汚水を加圧する施設で、GP ユニット（グラインダポンプ・槽内配管及び水位計などをコンパクトに組み込んだ貯水タンク）と付属の電気・計装設備で構成される。

#### (2) 圧力管路

圧力管路は、加圧された汚水を搬送する施設で、接続管と圧力本管より構成され、GP ユニットの吐出口より第一合流点までを接続管、その先の圧力管を圧力本管という。又、圧力管路には、必要箇所に区間弁・点検口・空気弁を設置する。

#### (3) 中継用マンホールポンプ施設

GP ユニットから最終収集地点までの距離が非常に長い場合や、高低差の大きな地

形等で揚程が大きくなる場合に汚水の中継圧送する目的で設置するマンホールポンプ施設で、グラインダポンプの出力を小さくしたり、機種を統一して予備ポンプの台数を少なくしたりするなど、経済性・維持管理性を考慮して最も効率的な場所に設置する。

### 3-4 真空式下水道収集システムの構成

真空式下水道収集システムとは、図 1-6 に示すように真空ポンプ（真空発生装置）を用いた収集システムで、家庭等から排出された汚水を真空弁ユニットに溜め、管路内に発生させた真空と大気圧との差圧により汚水を空気と混合して収集し、処理場又は自然流下管まで搬送する収集システムです。

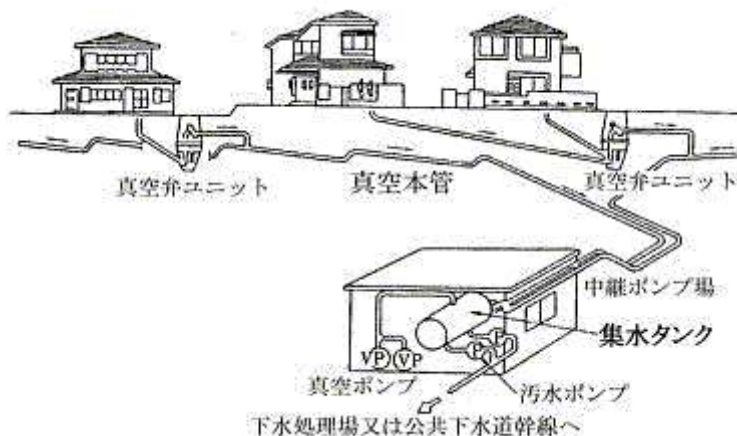


図 1-6 真空式下水道収集システムの概略図

真空式下水道収集システムは、以下の施設より構成されます。

#### (1) 真空弁ユニット

汚水と一定の割合の空気を吸引する真空弁ユニットは、汚水発生源に隣接して設置される施設で、真空弁、コントローラ及び汚水溜まりを設けた躯体（貯水タンク）等で構成される。

#### (2) 圧力管路

圧力管路は、汚水と空気が混合された状態で搬送する施設で、接続管と真空本管より構成され、真空弁ユニットの吐出口より第一合流点までを接続管、その先の中継ポンプ場までを真空本管という。又、圧力管路には、必要箇所にて区間弁・点検口を設置する。

### (3) 中継ポンプ場（真空ステーション）

中継ポンプ場は、真空を発生させ、汚水を吸引し排出する施設で、真空発生装置、集水タンク設備、汚水ポンプ設備及び電気設備等から構成され、圧力管路を経て集水タンクまで収集された汚水が一定量に達すると、汚水ポンプが作動して処理場又は自然流下管まで搬送される。

## 3-5 圧送式下水道輸送システムの構成

圧送式下水道輸送システムとは、ポンプ設備により汚水を処理場へ向けて圧送する輸送システムで、主として、幹線管渠における下水輸送方式です。

圧送式下水道輸送システムは、以下の施設より構成されます。

### (1) ポンプ場（主にマンホールポンプ場）

ポンプ場は、図 1-7 に示すように「マンホール形式ポンプ場」と「コンパクト型ポンプ場」の 2 種類に大別される。小規模ポンプ場では主に「丸形組立式マンホールポンプ場」が採用され、丸形組立式マンホールをポンプ槽として 2 台の汚水ポンプと槽内配管・弁類で構成される。

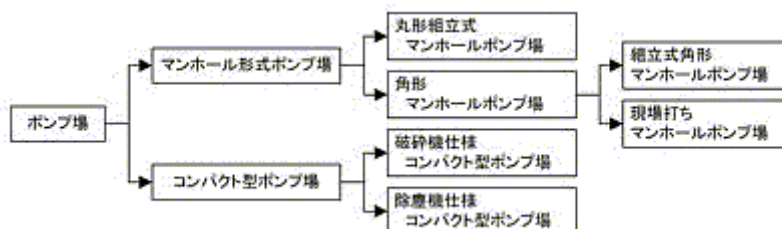


図 1-7 ポンプ場の種類

## (2) 圧力管路

圧力管路は、外圧、内圧、継手方法、耐食性などを考慮して適切な管種を選定する。又、圧送方式には、図 1-8 に示すような「単独単段圧送方式」「単独多段圧送方式」「多重単段圧送方式」「多重多段圧送方式」がある。

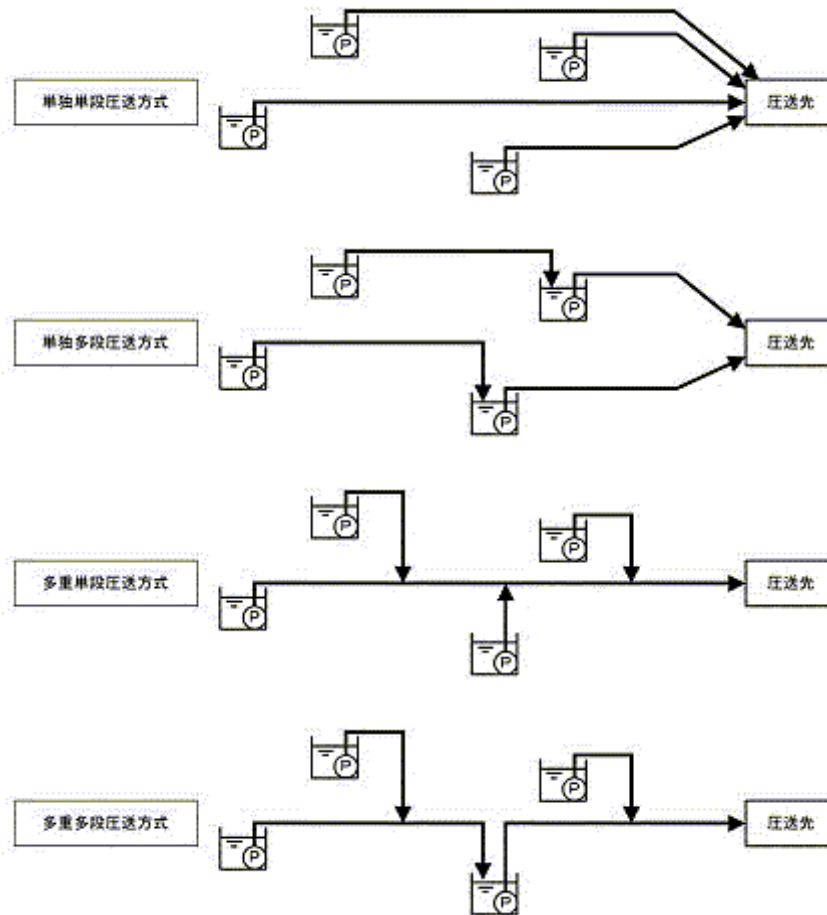


図 1-8 圧送方式の種類

自然流下方式を基本とする管路施設では、地形的に全線自然流下方式が取りにくい場合に圧力管路と自然流下を併用した方式が一般的となる。



## 4. 圧力管路システムの特徴

### 4-1 圧力管路の基本的特徴

圧力管路システムは、自然流下方式に比較して次のような基本的特徴があります。

- (1)平坦地はもちろんのこと上りこう配地形でも地形の起伏に沿って管路を浅い土被りで埋設できる。
- (2)排水路、地下埋設物等の障害物を避けた布設が比較的容易にできる。
- (3)管路途中にマンホールを設置する必要がないほか、管路の口径を小さくできる。
- (4)軟弱地盤地帯における不等沈下や地震などで埋設後の管路縦断が多少変化しても機能を維持できる。
- (5)密閉管路であるため不明水が入りにくくなる。

これらの基本的な特徴により、圧力管路システムは以下のような利点があります。

- (1)路線選定等の自由度が高まる。
- (2)工期短縮等、施工性が向上する。
- (3)建設費の縮減ができる。

反面、使用機器類が比較的多いので、自然流下方式に比べて維持管理コストが高くなる傾向になるため、ライフサイクルを考えた維持管理計画を立案し維持管理体制の整備をはかることが重要となります。

### 4-2 圧力管路システムの選定

整備対象区域が圧力管路システムの特長を生かせる地域の場合は、収集方式に関しては、自然流下方式と圧力式下水道収集システム又は真空式下水道収集システム（各方式の併用方式を含む）による比較検討を行い、収集方式を決定します。又、輸送方式に関しては、自然流下方式と圧送式下水道輸送システム（自然流下方式との併用方式を含む）による比較検討を行い、輸送方式を決定します。

各システムの特徴を表 1-4 に示します。

表 1-4 各システムの特徴

	自然流下方式	圧力管路システム		
		収集システム		輸送システム
		圧力式	真空式	圧送式
搬送原理	汚水を重力により自然流下させる。	汚水をグライндаポンプにより加圧収集する。	汚水を真空ポンプの負圧を利用して収集する。	収集された汚水を中継ポンプ場により圧送する。
標準的施設設置	各戸設置のま す、取り付け 管、管渠及びマ ンホール。	各戸又は複数戸を 対象とした GP ユ ニットと圧力管 路。	各戸又は複数戸を 対象とした真空弁 ユニットと圧力管 路及び中継ポンプ 場。	中継ポンプ場と圧力 管路。
管径 接続管含む	一般に φ100mm 以上	グライндаポンプの口 径以上 一般に φ30mm 以 上	一般に φ50～250mm	中継ポンプ口径以上 一般に φ75mm 以上
埋設深度	地形、障害物な どにより深くな ることがある。	地形に沿って浅層 に埋設できる。	地形に沿って浅層 にほぼ一定の深度 に埋設できる。	地形に沿って浅層に 埋設できる。
地形条件等	影響が大きい。	広範囲な地形条件 に対応できる。	吸引可能な真空度 が保持できる範囲 でまとまった地域 に適する。	広範囲な地形条件に 対応できる。
電源	不要	各 GP ユニットに 必要	中継ポンプ場に必 要	中継ポンプ場に必要
建設 コスト	地形条件により 大きく変化す る。	地形条件等により他方式より安価となることがある。		
維持管理 コスト	維持管理が比較 的簡単で動力費 も不要であり、 一般には安価で ある。	GP ユニット等の 維持管理と動力費 が必要であり、一 般に自然流下方式 より高価である。	真空弁ユニット、 中継ポンプ場等の 維持管理と動力費 が必要であり、一 般に自然流下方式 より高価である。	中継ポンプ場等の維 持管理と動力費が必 要であり、一般に自 然流下方式より高価 である。

## 第2章 圧力式下水道収集システム

### 1. はじめに

圧力式下水道収集システムとは、グラインダポンプ（破砕機構付き小型水中污水ポンプ：以下 GP という）を用いた収集システムであり、1戸～数戸の家庭から排水された汚水を GP ユニット（GP・槽内配管および水位計などをコンパクトに組み込んだ小型貯水タンク）に一時貯留し、水位計による自動運転により、汚水処理施設もしくは自然流下管まで即時に排出するシステムであり、GP で夾雑物が破砕されることから、圧力管路の口径を極端に小口径（φ30mm～）とすることができます。

また、地域を全て圧力式下水道収集システムで収集する方式だけでなく、自然流下式や真空式下水道収集システムと組み合わせることも可能であり、他の収集システムを補完する収集システムとしても有効です。

●圧力式下水道収集システムの構成(図)

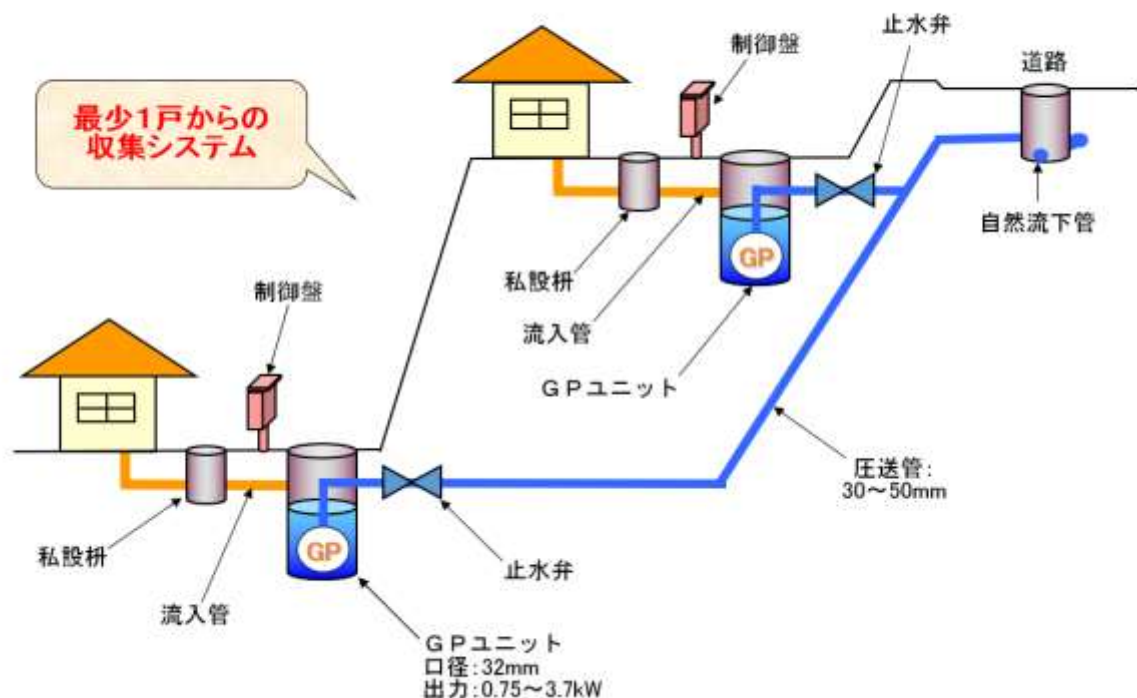


図 2-1 圧力式下水道収集システムの構成

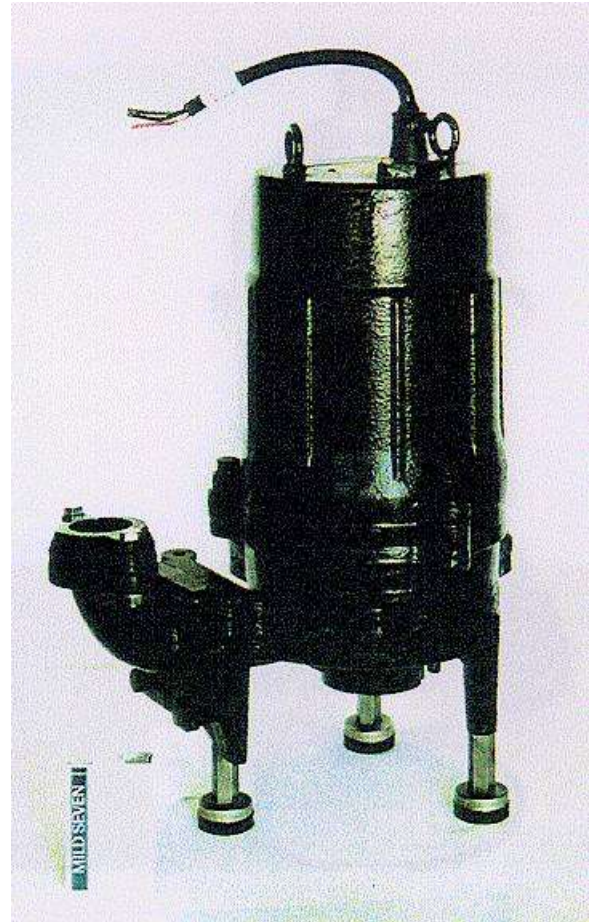


図 2-2 GP ユニットと遠心式グラインダポンプ

## 2. 圧力式下水道収集システムの歴史

### 2-1 圧力式下水道収集システムの欧米での普及

#### (1) アメリカでの歴史

アメリカにおいては、広大な土地のために農村部での下水道普及率は必ずしも高くありません。従来はこの様な地区の汚水処理は、敷地内に腐敗タンク・土壌吸収システム（Septic Tank-Soil Absorption System）を設置して個別に汚水が処理されてきました。このシステムは、立地条件が非常に良い場合は安価な費用で処理できますが、地盤条件の悪い地区や敷地面積が狭い地区では、地下水汚染、環境衛生不良などの問題が生じてきました。このような地区は住居が分散しており、集合処理に切り替える際に従来方式の自然流下式を適用したのではコスト高になります。このことから、新しい発想に基づく汚水の収集システムの開発がアメリカで求められてきました。ここで提唱されたのが圧力式下水道収集システムで、1970年代に自然流下式下水道に代替する経済的な汚水収集システムとして位置付けられ、技術開発への投資、その普及のために資金助成するというかたちで、1980年代にかけてモデル的な建設事業を行ってきました。その結果、現在ではアメリカにおいて40万台以上のGPが運転されています。

#### (2) ヨーロッパでの歴史

一方、ヨーロッパにおける圧力式下水道収集システムの普及は国によって大きく異なっています。オランダが最も普及しており、次いで旧西ドイツとなります。スウェーデン、スイスもごく一部の地区で圧力式下水道収集システムが使用されてきていますが、これからさらに普及といった状況です。

オランダでは1980年までに小規模市街地などで圧力式下水道収集システムを中心に下水道設備を進め、1999年末の下水道普及率を約98%までに向上させています。

また、スウェーデンでは、定居家屋において腐敗タンクからの流出水の直接放流は認めず、自治体の設置した下水道幹線まで汚水を圧送することが義務付けられてきており、圧力式下水道収集システムへの依存度が高まっています。

## 2-2 圧力式下水道収集システムの日本への導入

### (1) 圧力式下水道システム研究会の設立

我が国では、圧力式下水道収集システムの技術開発および利用技術の確立、ならびにシステムの普及を目的として、民間企業7社により1985年に「圧力式下水道システム研究会」が設立されました。

同研究会では、1986年にアメリカに調査団を派遣して圧力式下水道収集システムの使用状態を調査し、GPユニットの信頼性を確認しました。我が国での普及活動に先立ち、その信頼性を確認・実証することを目的として1986年より愛知県一宮市（公共下水道東部ポンプ場内）で6か月間に亘り耐久テストを実施しました。GPの実稼働時間は、約1,200～2,200時間（各戸に設置した場合の約10～36年程度に相当）となり、耐久テストの結果からポンプ性能および破砕性能の低下がほとんど無く、長期間の運転に対する耐久性が確認されました。

### (2) つくば市での実証試験

一般家庭における実証試験としては、旧建設省土木研究所と同研究会による圧力式下水道収集システムの開発に関する共同研究として、つくば市大角豆(ささぎ)地区の一般家庭（16戸）を対象に1987年より約3年間に渡り実施されました。実証施設は、1戸用2基、2戸用4基、3戸用2基の計8基（宅地内はFRP製貯水槽、道路下の3箇所はコンクリート製の貯水槽）のGPユニットを設置して行われました。（実証施設系統図）

本実証施設は、共同研究終了後の1990年につくば市に移管されました。

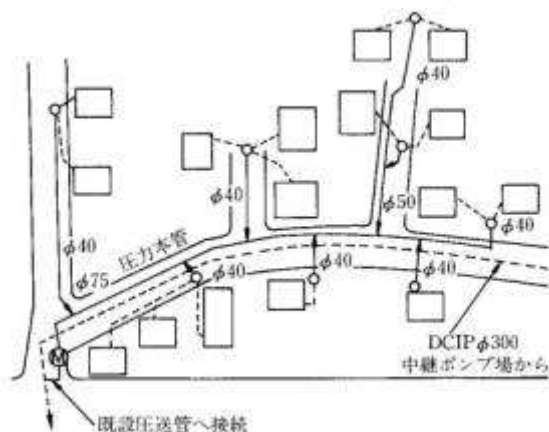


図 2-3 実証施設系統図

### (3) 圧力式下水道収集システムの導入

前述の研究会は、社団法人日本産業機械工業会風水力機械部会の「圧力式下水道システム委員会」を経て、現在は「排水用水中ポンプシステム委員会」として活動を継続しています。圧力式下水道収集システムは、つくば市での実証試験以降、下記の事例が納入されるなど、2022年度末では全国で5,000台以上のGPが納入されています。

- ・1988年 神奈川県横浜市／横浜博覧会：65台（23ユニット）
- ・1990年 長崎県佐世保市／アイデア下水道 ハウステンボス針尾処理区：66台（66ユニット）
- ・1992年 鳥取県倉吉市／農集排 小田・古川沢地区：60台（33ユニット）
- ・1995年 石川県山中町／アイデア下水道 鶴仙溪地区：16台（9ユニット）
- ・1998年 東京都／奥多摩湖周辺部特定環境保全下水道：計25台（25ユニット）

## 2-3 圧力式下水道収集システムの状況

### (1) 技術書等

従来の「自然流下式」に代わる圧力式下水道収集システムを導入するに際し、つくば市大角豆地区での実証試験結果をはじめとして多くの技術検討を経て、表に示すような技術書等が発行されており、現場に応じた適切かつ合理的な導入が行えます。

表 2-1 圧力式下水道収集システムに関する技術書等

土木研究所資料 圧力式下水道システム技術指針（案）	（旧）建設省 土木研究所下水道部 下水道研究室	1990年3月 （平成2年）
圧力式下水道収集システム 維持管理マニュアル	（旧）圧力式 下水道システム研究会 技術部会編	1996年7月 （平成8年）
圧力式管路施設の 計画・設計マニュアル（案）	（旧）社団法人 日本農業集落排水協会	2000年4月 （平成12年）
第12回 下水道技術セミナーテキスト	社団法人 日本下水道協会	2002年11月 （平成14年）
下水道維持管理指針	社団法人 日本下水道協会	2014年9月 （平成26年）
下水道施設計画・設計指針と解説	社団法人 日本下水道協会	2019年9月 （令和元年）
農業集落排水施設設計指針	社団法人 地域環境資源センター	2020年8月 （令和2年）
小規模下水道施設マネジメント指針 と解説	社団法人 日本下水道協会	2024年3月 （令和6年）



## (2) 下水道事業における交付金制度

欧米の高い下水道普及率を実現した歴史的経緯からも、「自然流下式」の代替方式としての圧力式下水道収集システムの採用に対して、資金助成が導入され普及促進が図られました。

我が国の圧力式下水道収集システムの納入事例でも「アイデア下水道」をはじめとして補助制度が導入され、普及促進が図られており、現在の交付金制度としては、国土交通省が下水道事業の執行に対する交付金対象範囲についての事務連絡を発効しています。

圧力式下水道収集システムに関しては、平成 28 年の事務連絡で各年度の交付金対象範囲として確認されており、「宅地内に公共設置柵が設置されておらず、代わりに GP ユニットが設置されている場合は、GP ユニット以降を下水道施設とし、GP ユニットから圧力開放されるまでを交付金対象とする。」旨の内容で確認されています。

### 3. 圧力式下水道収集システムの概要

#### 3-1 圧力式下水道収集システムの構成と機能

圧力式下水道収集システムは、GP（破砕機構付き小型水中汚水ポンプ）を用いた圧力管路システムであり、図 2-4 に示すように 1 戸～数戸単位に設置された GP ユニットにより、即時に収集・搬送するシステムで、各施設は以下のような機能を持っています。

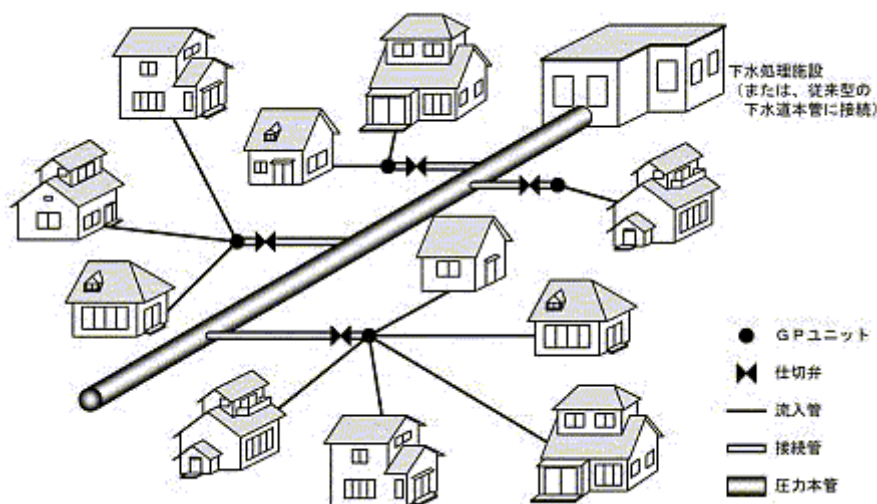


図 2-4 圧力式下水道収集システムの概要図

### (1) ポンプ施設

ポンプ施設は、汚水発生源から直接汚水を受け入れる施設で GP ユニットと付属の電気・計装設備で構成されます。図 2-5 に示すように各家庭などから排出された生活系排水を GP ユニットに一時貯留し、水位検出により GP の始動と停止を自動的に繰り返し運転します。GP ユニットは、ポンプの予備機を共通予備として建設コストの削減を図ります。また、貯留容量が少なく即時に排出するためスカムや硫化水素が発生しにくく、予旋回槽などのスカム対策は設ける必要がないなどの機能を併せ持つなど、施設面および維持管理面でも比較的簡便なポンプ施設です。

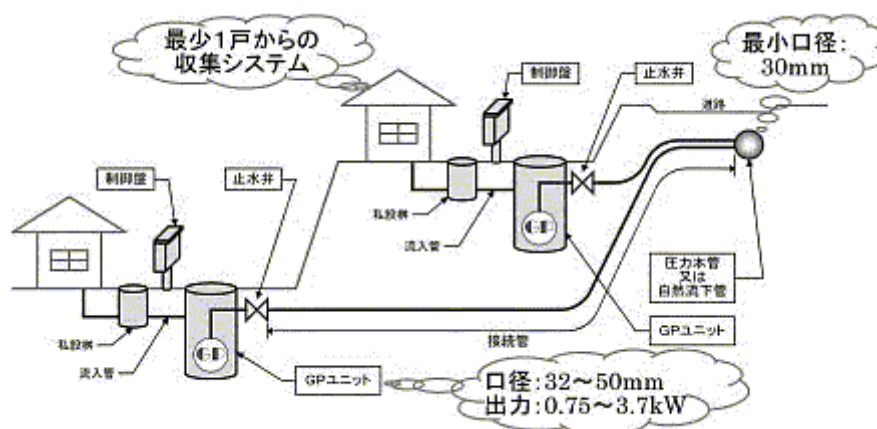


図 2-5 圧力式下水道収集システムの構成図

### (2) 圧力管路

圧力管路は、GP ユニットから排出された汚水を汚水処理施設もしくは自然流下管（汚水幹線管渠）まで収集・搬送する管路施設で、GP ユニットの吐出口より第一合流点までを「接続管」、その先の圧力管を「圧力本管」と称し、接続管と圧力本管および管理用の付属弁類を合わせて「圧力管路」と称します。

また、圧力管路は、GP により夾雑物が細かく破砕された汚水を搬送するため小口径（最小 30mm）で流速を速くすることが可能となり、閉塞を起こしにくいことは元より維持管理を容易にし、耐久性・経済性を考慮した施設です。

### (3) 中継マンホールポンプ施設

GP ユニットから最終搬送地点までの距離が非常に長い場合や、高低差の大きな地形などで揚程が大きくなる場合に汚水の中継搬送する目的で設置するマンホール形式の小規模ポンプ施設で、GP の出力を小さくしたり、機種を統一して予備ポンプの台数を少なくしたりするなど、経済性・維持管理性を考慮して最も効率的な場所に設置します。

### 3-2 GPユニットの構造

GPユニットは、「貯水タンク」「蓋」「流入バツフル」「GP」「逆止弁」「止水弁」「槽内配管」および「水位センサー」により構成され、遠心式GPを用いたGPユニットと、容積式GPを用いたGPユニットがあります。また、貯水タンクは、タンクの材質により、次の2種類があります。

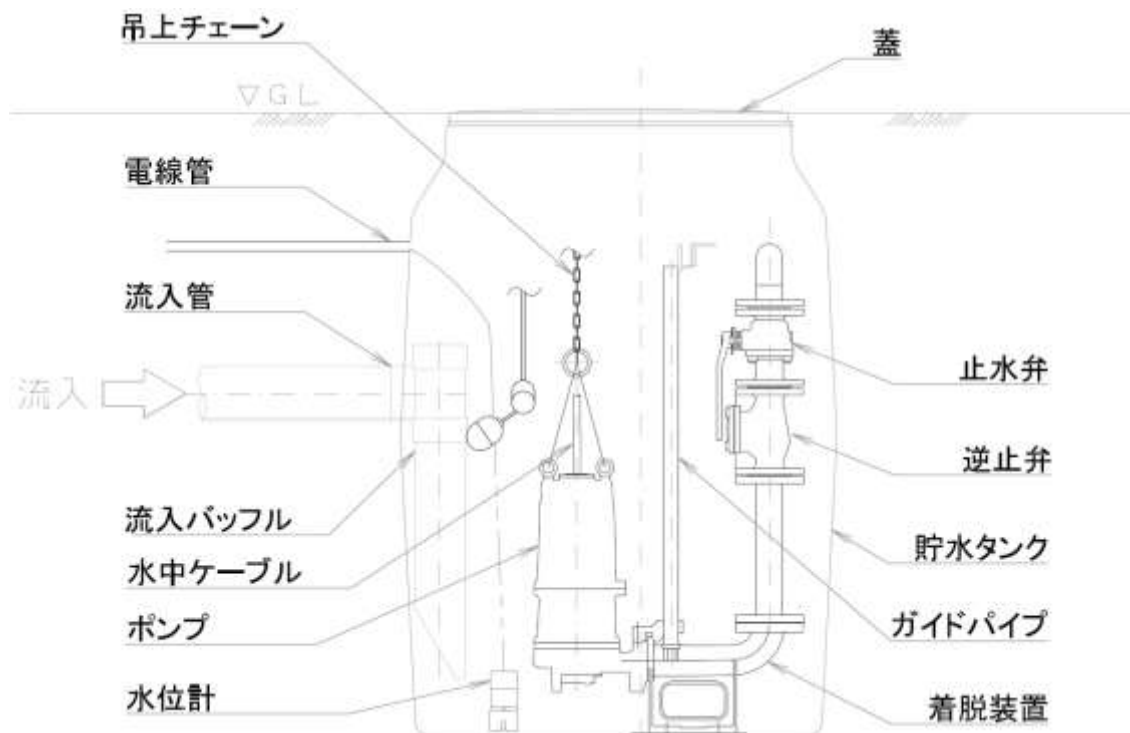


図 2-6 GPユニット (遠心式グラインダポンプ)

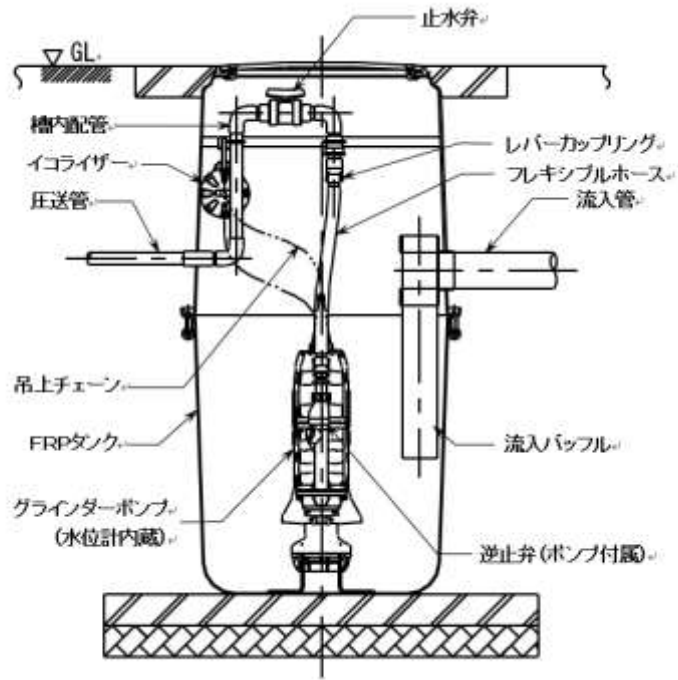


図 2-7 GP ユニット (容積式グラインダポンプ)

### (1) 合成樹脂貯水タンク

合成樹脂製貯水タンクは、軽量の合成樹脂で製作され内部配管等が工場で加工済みのため、現場での施工が簡単であり工期の短縮ができます。しかし、耐荷重が小さいため、上載荷重が大きい駐車場等に設置する場合は、十分な強度の検討が必要となります。また、埋設深が深い場所や、大型なものは高価となります。

### (2) コンクリート製貯水タンク

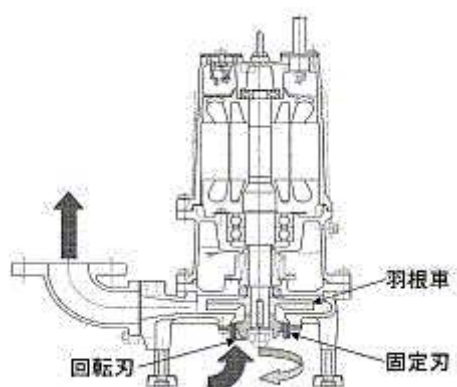
コンクリート二次製品で円形の組立式人孔（1号または2号）を貯水タンクとし、現場にてポンプおよび内部配管等を組み込む形式で、合成樹脂製に比較して耐荷重が大きく、道路等の上載荷重が大きな場所に適しています。

### 3-3 グラインダポンプ

GP は、遠心式 GP と、容積式 GP の 2 種類があり、次の様な特徴があります。

#### (1) 遠心式 GP

遠心式 GP は、ポンプ吸込み口部に破碎機構（グラインダ）を持ち、夾雑物が破碎された汚水を渦流またはセミオープン羽根車により圧送します。ポンプ吐出量は揚程の変化により変動し幅広い流入汚水量に対応することができますが、低揚程で使用する場合はキャビテーションの発生を考慮する必要があります。



遠心式グラインダポンプの構成



破碎機構（グラインダ）部

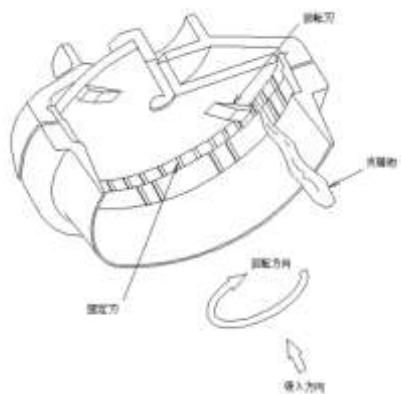


遠心式グラインダポンプの外観

図 2-8 遠心式グラインダポンプ

## (2) 容積式 GP

容積式 GP は、ポンプ吸込み口部に破碎機構（グラインダ）を持ち、夾雑物が破碎された汚水をゴムのステータとステンレス鋼製のスネーク状のロータにより圧送します。ポンプ吐出量は小水量であり、また、極端な高揚程では過負荷運転となるためその適用範囲は限定されますが、揚程によるポンプ吐出量の変化がほとんどなく、多重圧送等大きな揚程が必要になる時に優位となります。



破碎機構（グラインダ）部



容積式グラインダポンプの外観

図 2-9 容積式グラインダポンプ

## 4. 圧力式下水道収集システムの特徴

### 4-1 圧力式下水道収集システムの設置条件

圧力式下水道収集システムの設置上のメリットを以下に示します。

- ・人口密度の低い地域
- ・岩盤、軟弱地盤、転石が多い等、地質条件が悪い地域
- ・地下水位が高い地域
- ・平坦地形、または、起伏に富む地形の地域
- ・地下埋設物が輻輳している地域
- ・景観、自然保護地域
- ・汚水を低位部から高位部に圧送する必要がある地域

このようなメリットを生かすためにも、地勢、人口、人口密度などの条件について定性的、定量的な検討を十分に行うとともに、必要に応じて他の代替収集方法との比較検討を行うことも重要となります。

### 4-2 圧力式下水道収集システムの収集方式

圧力式下水道収集システムは、最少1戸から設置可能な収集システムであり、自然流下式や真空式下水道収集システムを補完する収集システムとしても有効です。圧力式下水道収集システムを用いた収集方式には以下の4通りがあります。

#### (1) 単独収集方式

収集地域の全ての汚水を、汚水処理施設もしくは自然流下管（汚水幹線管渠）まで、圧力式下水道収集システムで収集する方式

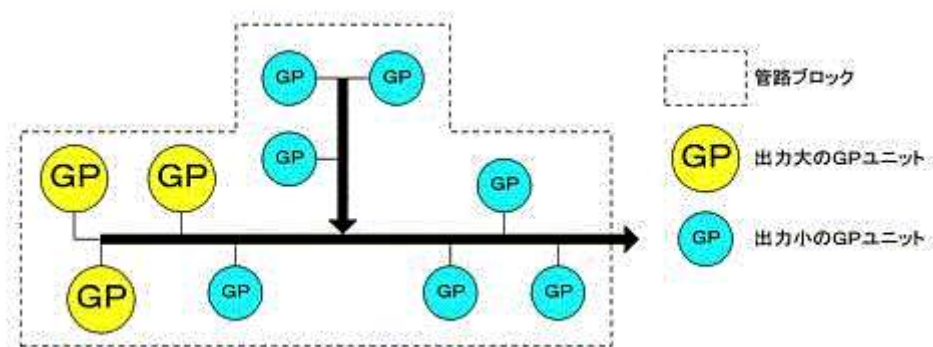


図 2-10 単独収集方式の概念図



## (2) 中継マンホールポンプ施設を組合せる方式

収集地域を複数のブロックに分割して圧力式下水道収集システムで収集し、途中に中継マンホールポンプ施設を組合せることで、収集地域が広い場合でも GP ユニットに共通性を持たせるとともにポンプ出力の低減化を図る方式

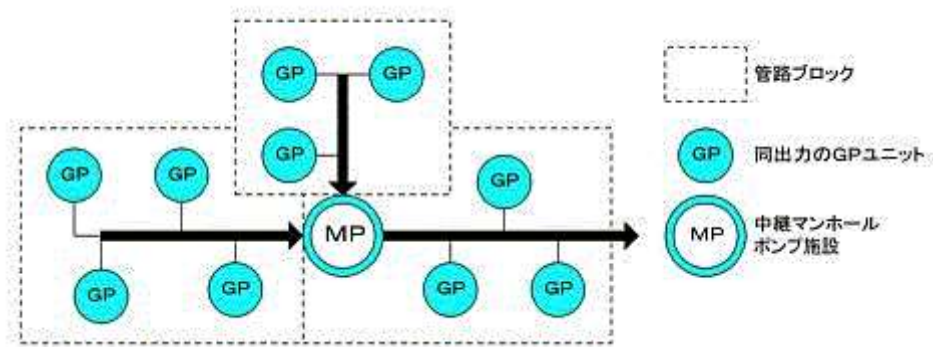


図 2-11 中継マンホールポンプ施設を組合せる方式の概念図

## (3) 自然流下式に圧力式を組合せる方式

自然流下式による収集を基本とした収集地域に対して、局所的な低宅地の排水のみを圧力式で収集して自然流下管に接続する方式

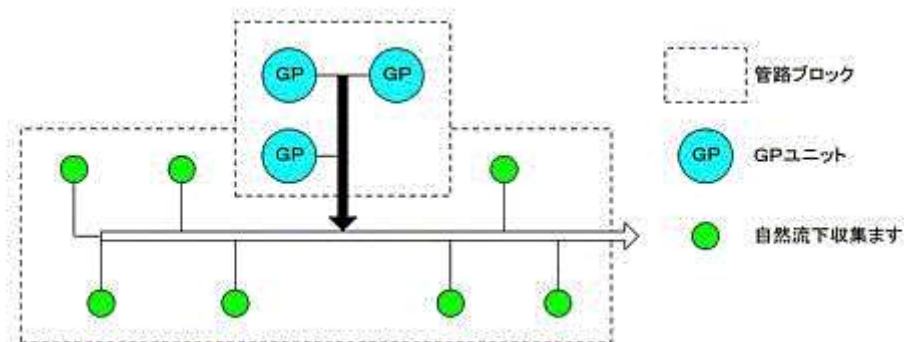


図 2-12 自然流下方式に圧力式を組合せる方式の概念図

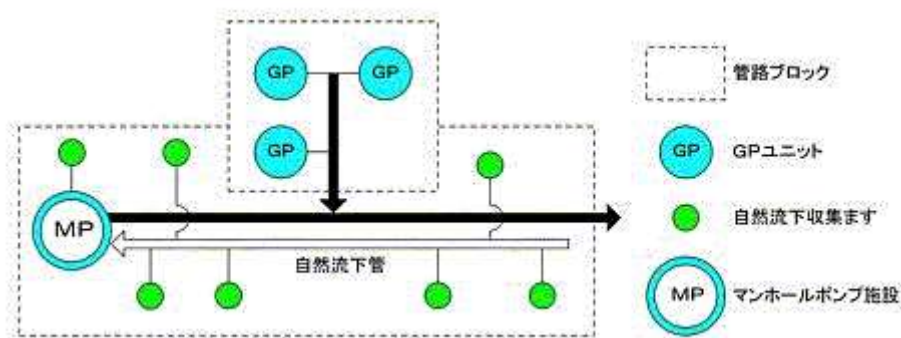


図 2-13 自然流下+マンホールポンプ方式に圧力式を組合せる方式の概念図

#### (4) 真空式に圧力式を組合せる方式

真空式下水道収集システムによる収集を基本とした収集地域に対して、局所的な低宅地の排水のみを圧力式下水道収集システムで収集して真空弁ユニットに接続する方式

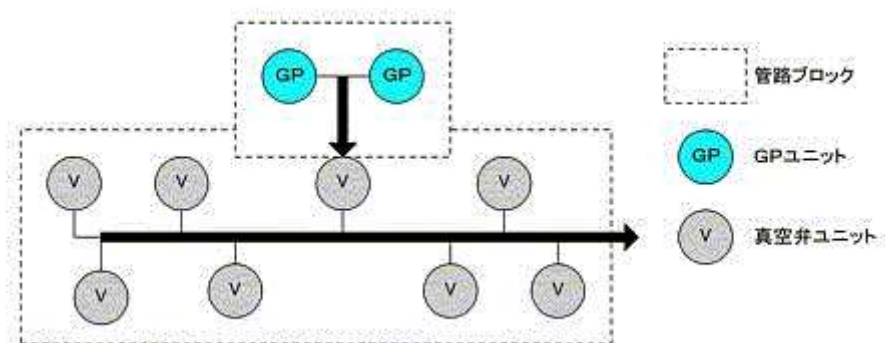


図 2-14 真空式に圧力式を組合せる方式の概念図

## 5. 圧力式下水道収集システムの設計

### 5-1 設計のポイント

#### (1) 接続戸数

GPユニットの数を減らすために1ユニット当りの接続戸数を多くした場合には、流入管の延長や埋設深が深くなり、GPユニットの大型化を招くこととなります。したがって、1ユニット当りの接続戸数は、地形、立地条件、地盤等を考慮し、最適な接続戸数を選定し、また、GPユニットの設置場所は、収集の容易さ、維持管理の作業性、経済性を考慮して決定します。

#### (2) 設計同時運転台数

圧力式下水道収集システムの基本的な圧力管路の形状は樹枝状配管（多重圧送方式）を採用していますが、圧力本管に接続されている各GPユニットの全てが同時に運転する確率は非常に低いため、各GPユニットの設計同時運転台数を求めてから各区間の圧力本管の管径を決定します。これは、各GPユニットへの流入量とポンプ吐出量の比より運転時間割合を算出し、この時の設計同時運転台数より設計流量を求めるものです。この設計同時運転台数の設計手法を採用することで、圧力管径が必要以上に大きくなることなく、最適な圧力管径を求めることができます。

### (3) ブロックの分割

収集範囲が広い区域などで樹枝状配管を採用すると、一部の GP ユニットが高揚程となって出力が大きくなったり、既存の GP では対応できなくなったりする場合があります。このような場合には、図 2-15 に示すように圧力管路途中に中継マンホールポンプ施設を組合せて管路ブロックの分割を行うことで、GP の出力低減や機種の一統化をはかることができます。

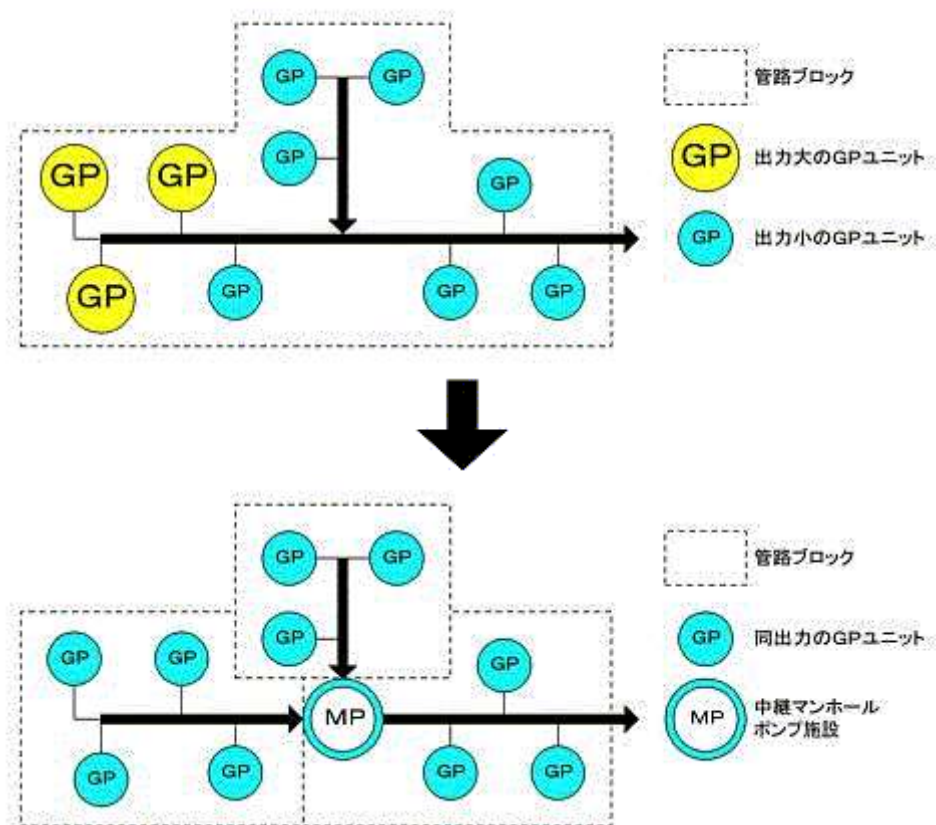


図 2-15 管路ブロックの分割化の概念図

## 5-2 GPユニットの設置場所

GPユニットは、宅地内をはじめとして汚水発生源である家屋に隣接した場所に設置されますが、設置場所の選定に際しては、次の点に留意します。

(1)凹部には設置しない。

GPユニット内への不明水の流入を低減するとともに、土砂等の流入も防止するために雨水の溜まる様な場所（凹部）には設置しません。

(2)流入管が短くなる場所に設置する。

流入管が長くなると流入管布設深が深くなり、貯水タンクも必要以上に深くなるため、各流入管が極力短くなる場所にGPユニットを設置します。

(3)機器搬出入の容易な場所に設置する。

ポンプのオーバーホール時や故障時での機器の交換等の維持管理を容易にするために、機器の搬出入が容易にできる場所にGPユニットを設置します。

(4)制御盤はGPユニットの近くに設置する。

ポンプ故障や異常高水位発生により制御盤の警報ランプなどが点灯した場合に住民が気づきやすく、また、GPユニットへの電源供給や維持管理を容易にするために、制御盤は人目につきやすくGPユニットに近い場所に設置します。

(5)交通等に支障のない場所に設置する。

道路下にGPユニットを設置する場合でも、制御盤等が交通等の支障とならない場所に設置します。

### 5-3 貯水タンク容量の選定

GPユニットには、GPを1台設置するシングル型と2台設置するデュプレックス型とがあり、この時の貯水タンク内の水位設定は図2-16のようになります。

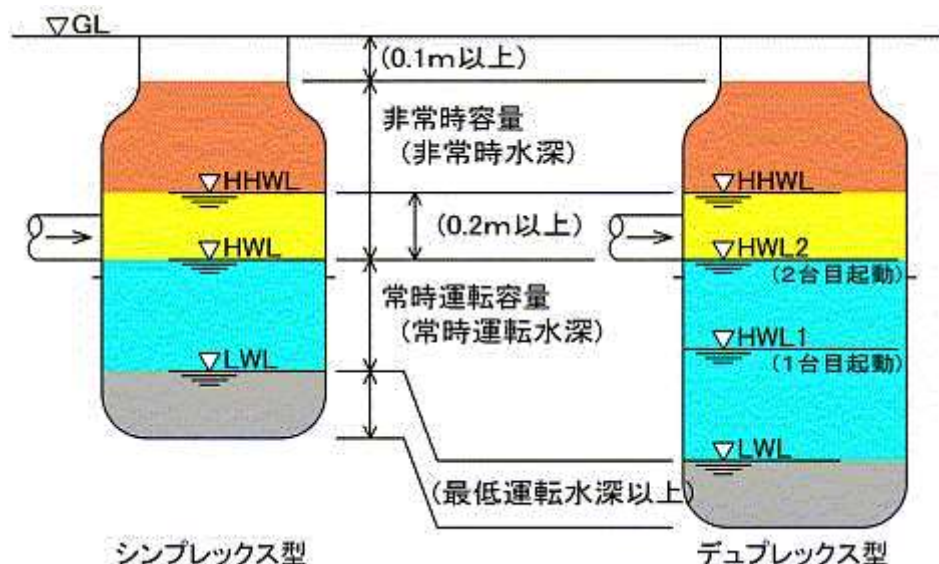


図2-16 貯水タンクの水位と各容量図

各容量決定に際しては、次の点に留意します。

#### (1)LWL (ポンプ停止水位)

LWLはGPの吸込口より高い水位に設定します。スカム発生を防止するためには、GPが水面上の空気を吸い込まない範囲で極力低い水位に設定する方が有利です。したがって、GPの種類により貯水タンクより100~200mm(容積式GPは300mm)程度をLWLに設定します。

#### (2)LWLからHWL (常時運転容量)

LWLからHWLは、一般に1回の運転時間が2~3分程度になるように定めます。また、デュプレックス型は、2台運転時に2~3分程度になるように定めます。

#### (3)HWL以上 (非常時容量)

HWL上は、停電時間分の汚水量を貯留できるように定めます。停電時間の一般値は2時間程度としますが、実情に合わせて決定するものとし、また、GPの故障などによる交換時間も考慮する必要があります。

#### 5-4 GPの仮決定

GPの選定に際しては、最初に計画流入汚水量より求めた「基礎吐出量： $Q'p$ 」と、摩擦損失を仮定して求めた「基礎全揚程： $H'$ 」を満足するGPを図2-17より仮決定します。

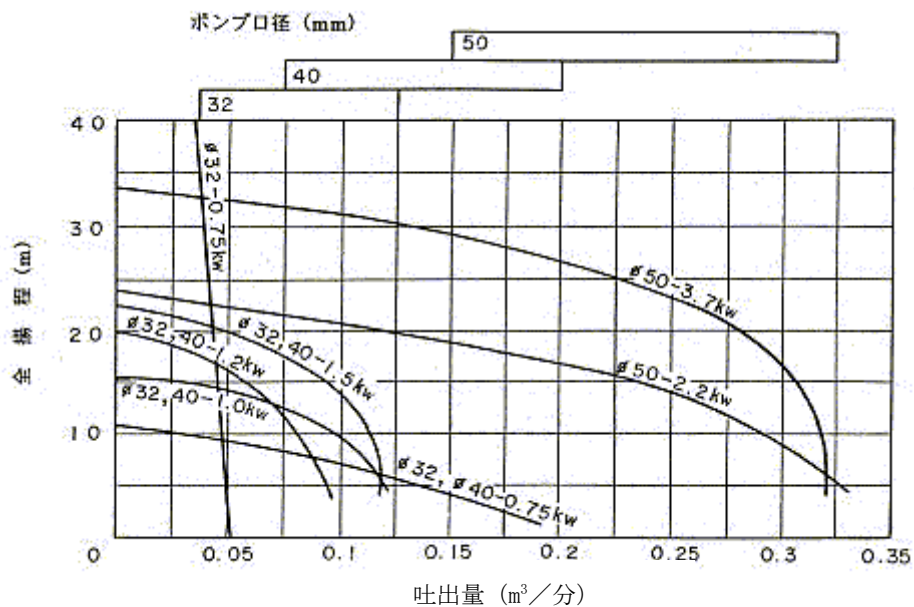


図2-17 GPの特性曲線図

仮決定したGPの性能曲線上での基礎全揚程時のポンプ吐出量を図2-18の要領で求め、この吐出量を「初期吐出量： $Q1$ 」として水理計算をすすめます。

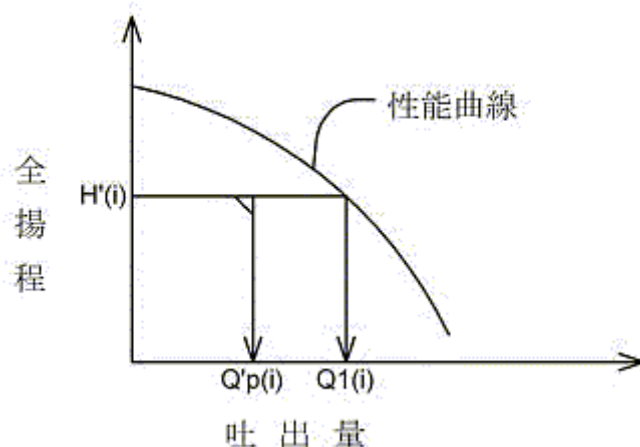


図2-18 初期吐出量の設定図

## 5-5 設計流量

各管路の管径を求めるための設計流量は、当該区間に接続されている GP 平均吐出量と、設計同時運転台数より下記の手順で算出します。

### (1) GP 総数[n]の算出

管路の上流側に設置されている GP 総数[N]は、GP ユニット数ではなく GP 設置台数です。2 台同時運転を行うデュプレックス型（並列交互運転方式）の場合は 2 台として計上します。但し、管路の上流側に中継マンホールポンプ施設がある場合は、GP とは別にこのポンプ施設を 1 台として計上し、ポンプ施設より上流側の GP 設置台数は計上しません。例として図 2-19 に示す配管モデルにおける区間 a の GP 総数は 6 台となります。

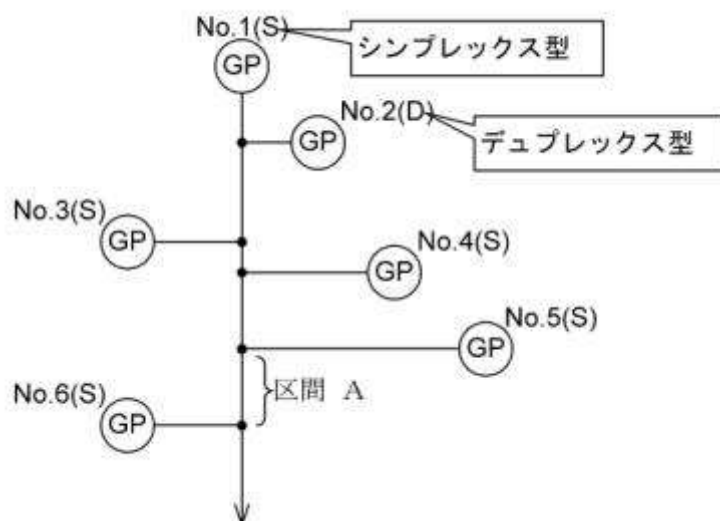


図 2-19 配管モデル



## (2) 各 GP の運転時間割合[Pr(i)]の算出

[Pr(i)]は、個々の GP ユニットに日平均汚水量[Qave(i)]の半分が流入する時間[t]の間に、GP が運転している時間の割合です。[t]の一般値は 6 時間としています。

$$\text{Pr}(i) = \frac{\left[ \frac{Q_{\text{ave}}(i) \times 0.5}{Q_1(i)} \right]}{T \times 60} = \frac{Q_{\text{ave}}(i)}{120 \times T \times Q_1(i)}$$

Pr(i) : i 番目の GP の運転時間割合

Qave(i) : i 番目の GP が設置されている GP ユニットへ流入する  
日平均汚水量 (m<sup>3</sup>/日)

Q1(i) : i 番目の GP の初期吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

t : 日平均汚水量の半分の量が流入する時間 (一般値 : 6hr)

注) デュプレックス型 (並列交互運転方式) の場合は、Q1(i)×2 台を初期吐出量として、Pr(i)、Pr(i+1)を求めます。

## (3) 平均運転時間割合[pr]の算出

[Pr]は、当該区間に接続されている全ての GP の[Pr(i)]の平均値です。

$$\text{Pr} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Pr}(i)}{N}$$

Pr : GP の平均運転時間割合

Pr(i) : i 番目の GP の運転時間割合

N : 当該区間に接続している GP 接続台数 (台)

(4) 設計同時運転台数[NR]の算出

[N]、[Pr]および図 2-20 より、当該区間における設計同時運転台数[NR]を求めます。

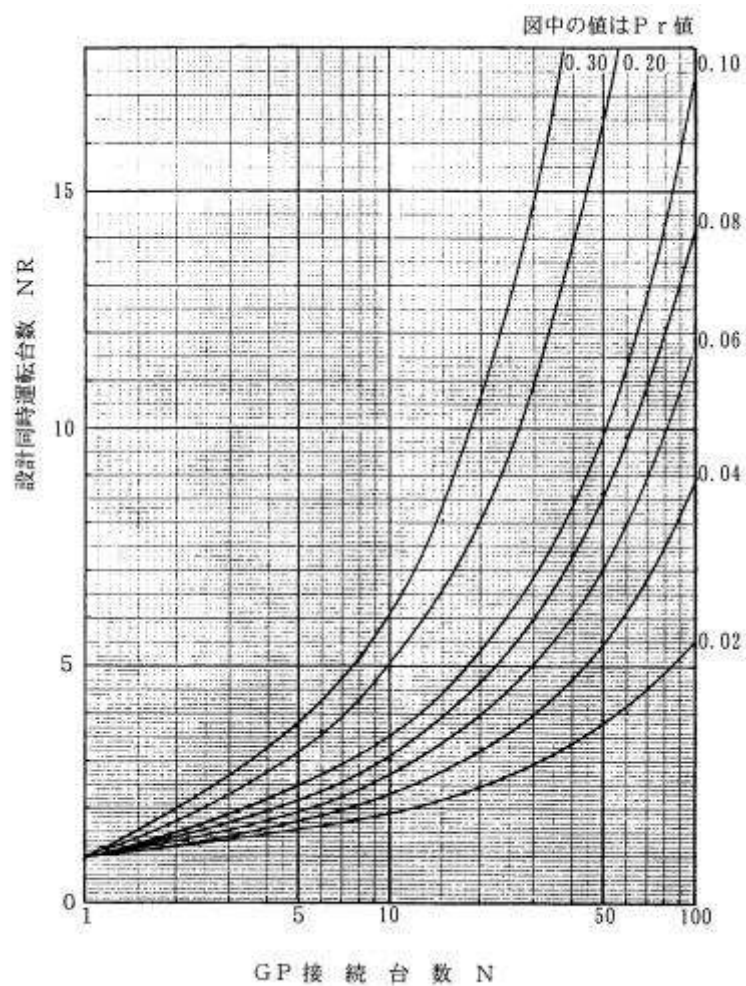


図 2-20 設計同時運転台数

簡便な求め方としては、[Pr] = 0.06 とした表 2-2 を用いる方法もあります。

表 2-2 設計同時運転台数の例 (Pr=0.06)

GP 接続台数 N(台)	設計同時運転台数 NR(台)	備考
1	1	単独圧送方式
2~5	2	多重圧送方式
6~12	3	
13~20	4	
21~29	5	
30~40	6	
41~50	7	
51~60	8	
61~70	9	
71~80	10	
(注) 運転時間割合が 0.06 の時の GP 接続台数と設計同時運転台数		

#### (5) 設計流量[QL]の算出

当該管路における設計流量[QL]は、吐出量[ΣQ1]を設置台数[N]で除した GP の平均吐出量と、設計同時運転台数[NR]より求められます。但し、管路の上流側に中継マンホールポンプ施設がある場合は、その吐出量を加えます。

$$Q_L = NR \times \frac{\sum_{i=1}^N Q_1(i)}{N} + Q_{PC}$$

QL : 当該管路の設計流量 (m<sup>3</sup>/min)

NR : 設計同時運転台数 (台)

Q1(i) : i 番目の GP の初期吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

N : 当該管路の上流側に接続している GP 接続台数 (台)

Qpc : 当該管路の上流側に中継マンホールポンプ施設が接続されている場合の初期吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

## 5-6 管径の決定

流速が大きくなるように管路を選んだ方が管径を小さくでき、かつ管内堆積も防止できますが、それに伴い管路損失が大きくなり、より大きい GP が必要となることもあります。したがって管径は、GP との組合せを総合的に判断し、バランス良く選定する必要があります。

望ましい流速は、1.0~1.5m/s 程度ですが、計算の結果、管径が GP のポンプ口径や上流側の管径を下回った場合は、管内の清掃流速の最低値である 0.6m/s を下回らない範囲で管径を選定します。

## 5-7 GP の決定

GP を仮決定して進めた水理設計より求められた全揚程をもとに、再度、仮決定した GP の性能曲線上でのポンプ吐出量を求めます。

この吐出量が「基礎吐出量」を満足していれば、仮決定した GP をそのまま決定し、不足する場合は、次の項目を再検討して決定していきます。

- (1) 仮決定した GP のランクを上げる。
- (2) 圧力管径を大きくする。
- (3) 圧力管ルートを変更し、管長を短くする。
- (4) 中継マンホールポンプ施設を設置する。

## 6. 圧力式下水道収集システムの維持管理

### 6-1 維持管理の留意点

圧力式下水道収集システムは、「GP ユニット」と「圧力管路」により構成されますが、信頼性の高い機器、材料が使用されているため、日常の点検はほとんど不要です。しかし、システムを長期間にわたり支障なく稼働させるには故障の発生を未然に防止することが重要であり、システムの定期的な点検と消耗品の交換が必要です。また、故障が発生したときに、予備ポンプとの交換など復旧が速やかに対応できるように維持管理体制を整備する必要があります。

### 6-2 維持管理体制

維持管理を円滑に行うためには、適切な管理体制の構築と、使用者である住民を含めた役割分担を定め、通常時および緊急時の管理体制を明確にしておく必要があります。

維持管理の形態としては①自治体による直接管理、②自治体+メンテナンス会社、の 2 ケースが想定されます。

現在進められている「包括的民間委託」（「民間事業者が施設を適切に運転し、一定の水準を満足できれば、施設の運転方法の詳細等については、民間事業者の裁量に任せる」という性能発注の考え方に基づく委託方式）により自治体が直接点検する形態は減少するものと思われませんが、下水道管理者としての責務は依然として自治体側にあり、使用者である住民に対して適切な広報活動を行うことによって、「自分たちの施設である」という自覚を持って施設を利用してもらうことが最も大切であります。

## 7. まとめ

日本国内における圧力式下水道収集システムは、2001年より「下水道施設計画・設計指針と解説」に、また、2002年からは「農業集落排水施設設計指針」に記載されるなど、下水道収集システムの手法として広く認知・普及され、2022年度末で1,811件（ユニット数3,198基、ポンプ台数5,108台）の実績を持つに至っております。

また、交付金制度としては、国土交通省の「下水道事業の執行に対する交付金対象範囲」において「宅地内に設置された GP ユニット以降を交付金の対象とする」旨の記載があり、国土交通省も細い配管で布設できる圧力式下水道収集システムのさらなる普及に期待しているといえます。

今後の下水道事業は、既存設備の統廃合による見直しや、普及が遅れている中小市町村の下水道施設の普及促進が課題となります。

このような状況において、自然流下式での収集が難しい地域での代替方式として、圧力式下水道収集システムの適用がさらに増加するものと期待します。

### 第3章 マンホールポンプシステム

#### 1. マンホールポンプシステムの構成

マンホールポンプシステムは、ポンプ設備・組立式マンホール・電気設備・圧送管から構成されます。

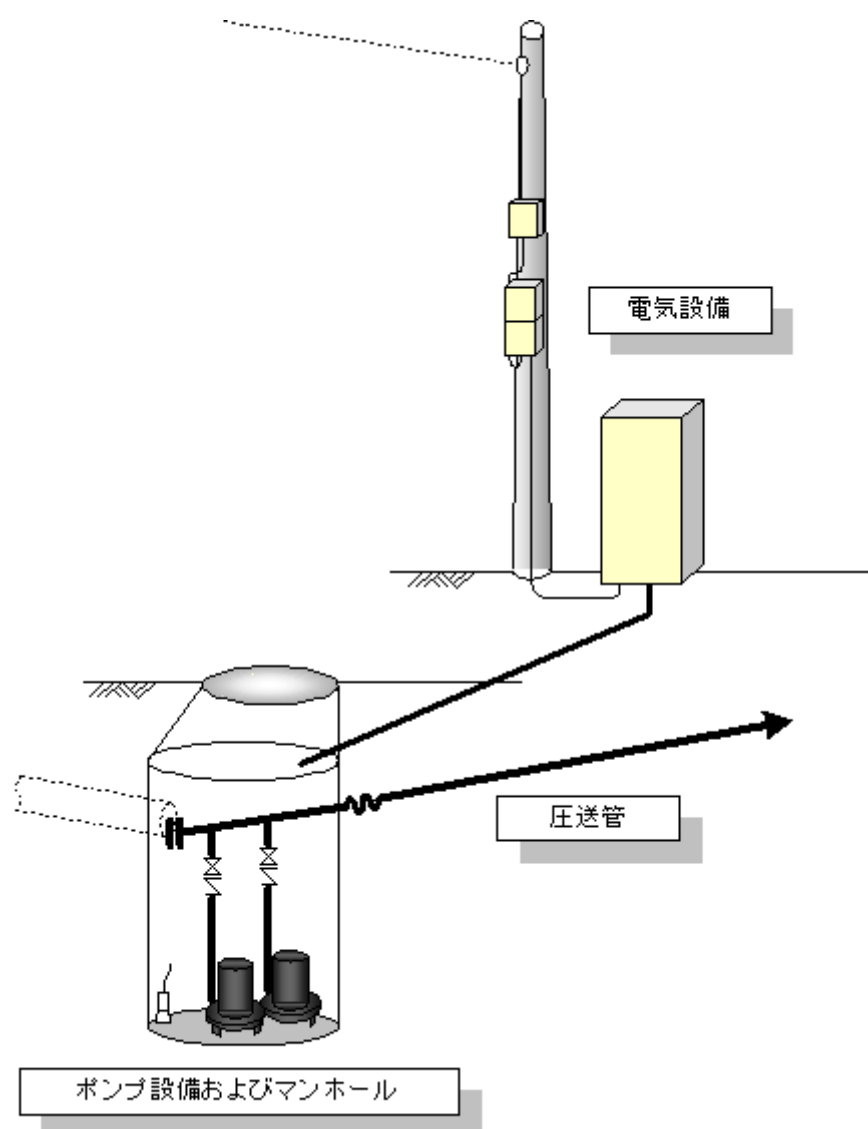


図3-1 マンホールポンプシステムの構成

## 2. 中継ポンプ場の種類

### 2-1 揚水ポンプ場

揚水ポンプ場は圧送管が極めて短く、全揚程の多くが実揚程で配管の損失水頭の少ないマンホールポンプシステムです。

比較的平坦な地形に設置され、適当な位置で汚水を揚水し、自然流下式管路の埋設深を浅くするために用いられます。

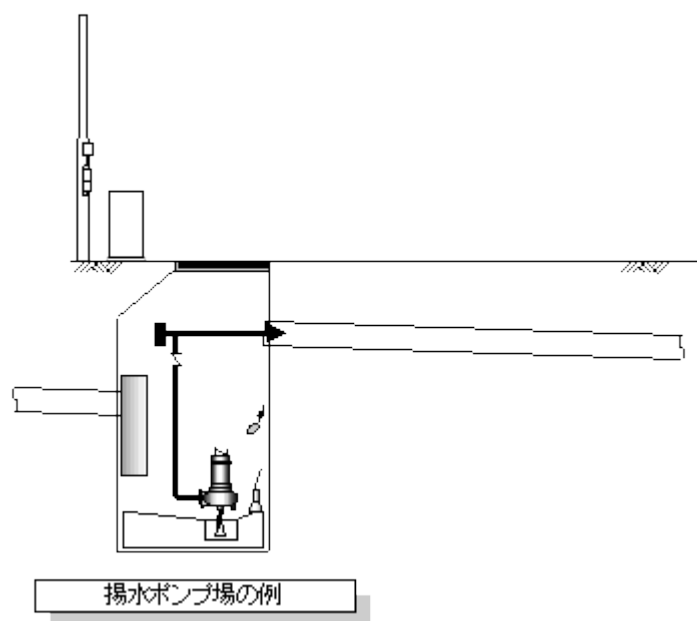


図 3-2 揚水ポンプ場の例



## 2-2 圧送ポンプ場

圧送ポンプ場の全揚程は、実揚程に圧送管の距離に比例する損失水頭が加算されたマンホールポンプシステムです。

主に起伏の大きい地形を対象に圧送管を敷設し、汚水を必要な位置まで圧送するために用いられます。また、平坦な地形において、汚水を長距離輸送する場合にも採用されることがあります。

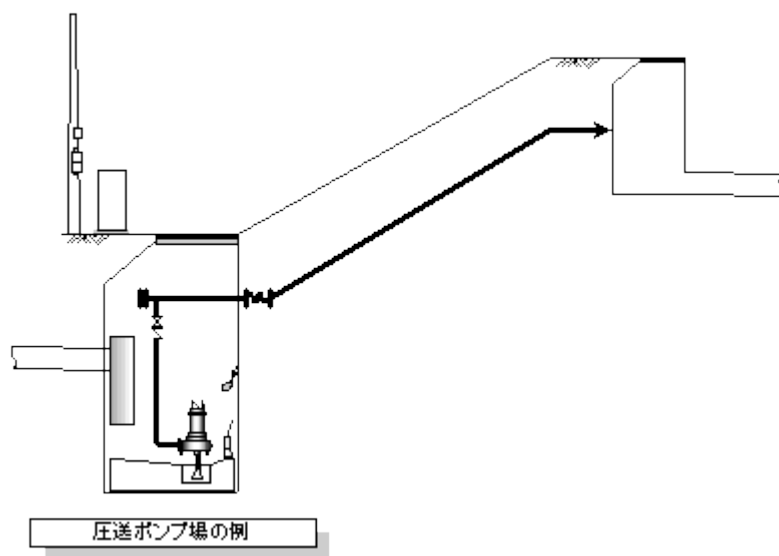


図 3-3 圧送ポンプ場の例

### 3. マンホールポンプ施設

#### 3-1 ポンプ設備及び組立式マンホールの構成

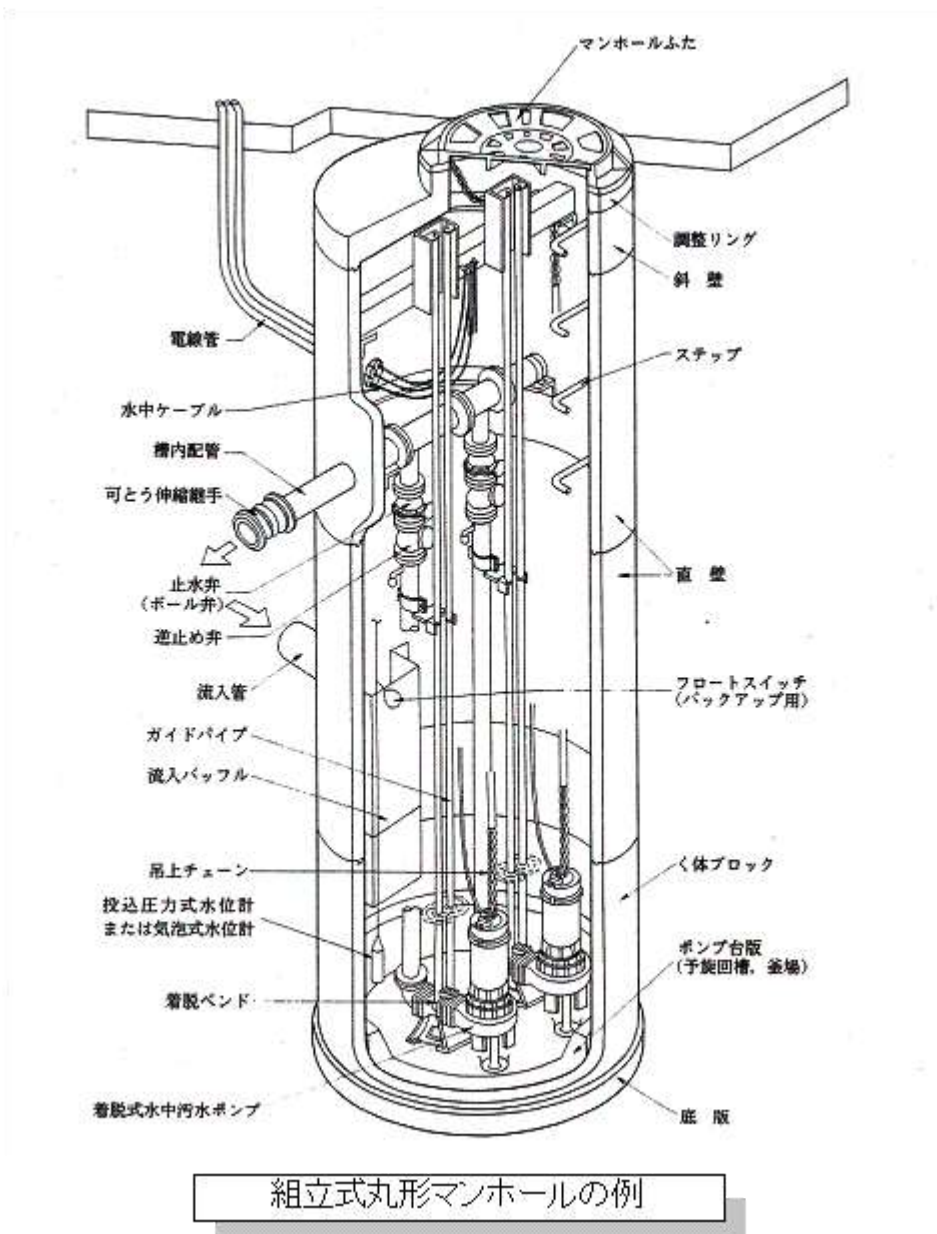


図 3-4 組立式丸形マンホールの例

### 3-2 組立式マンホールの構造

マンホールの構造は、以下の点を考慮して決定します。

- ・平面形状では、機器の据付スペース、マンホールの形状・構造・清掃作業等
- ・深さでは、流入管底、汚水ポンプの必要水深、予旋回槽の必要設置高等

#### (1)平面形状

表 3-1 組立式マンホールの内径

形式	内径
1号マンホール	φ900mm
2号マンホール	φ1200mm
3号マンホール	φ1500mm
4号マンホール	φ1800mm

#### (2)深さ

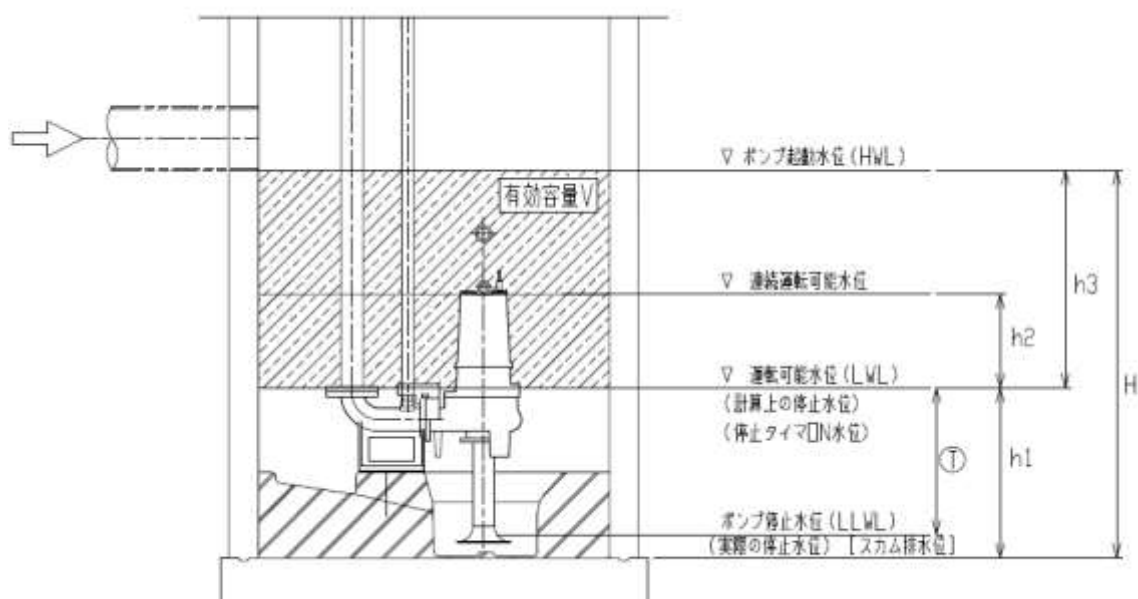


図 3-5 マンホールポンプ槽と有効貯留容量の深さ

$$H = h1 + h'$$

ここで、

- H : ポンプ起動水位より下方のマンホール深さ (mm)
- h1 : 予旋回槽の据付に必要な寸法 (mm)
- h2 : 水中ポンプ固有の寸法 (mm)
- h3 : 有効貯留水深 (mm)
- h' : h2 寸法と h3 寸法の大きい方の寸法 (mm)

1) h1 寸法

表 3-2 丸形マンホール用予旋回槽の据付に必要な h1 寸法 (参考)

ポンプ口径 (mm)	50	65	80	100	150
h1(mm)	700	750	900	900	1250

2) h2 寸法

表 3-3 水中汚水ポンプの h2 寸法 (参考)

ポンプ口径 (mm)	50	65	80	100	150
h2(mm)	450	500	550	700	950

3) h3 寸法

h3 は次式で表されます。

$$h3 = 1000 \times V \div A$$

ここで、

- h3 : 有効貯留水深 (mm)
- V : 有効貯留量 (m<sup>3</sup>)
- A : マンホール内水面積 (m<sup>2</sup>)

V は、ポンプが停止してから次にポンプが始動するまでの間、マンホール内に貯留できる汚水の容積のことをいいます。

ポンプの始動間隔と有効貯留量の関係は次式で表されます。

- ・  $Q_{in(max)} \geq 1/2 Q_p$  の場合

$$V = (T_{min} \times Q_p) \div 4$$

- ・  $Q_{in(max)} < 1/2 Q_p$  の場合

$$V = (T_{min} \times Q_{in(max)}) \times (Q_p - Q_{in(max)}) \div Q_p$$

ここで、

- V : 有効貯留量 (m<sup>3</sup>)
- T<sub>min</sub> : 最小始動間隔 (分)
- Q<sub>in(max)</sub> : 最大流入量 (m<sup>3</sup>/分)
- Q<sub>p</sub> : ポンプ計画吐出量 (m<sup>3</sup>/分)

表 3-4 許容最小始動間隔 (参考)

ポンプ電動機出力(kW)	最小始動間隔 : Tmin(分)
0.4~7.5	6
11~22	10

### (3)流入管・圧送管・ステップの設置 (丸形マンホール)

#### 1)流入管・ステップ

流入管にはマンホール内部の設備を保護するために、流入バフフルを取り付けます。流入バフフルがポンプの昇降 (取り出し) の際に邪魔にならない様、流入管をステップ中心より左右約 70°に振り分けた範囲外に接続することが望ましいです。

また、複数の流入管を接続する場合には、流入管が干渉しない様、配慮が必要です。

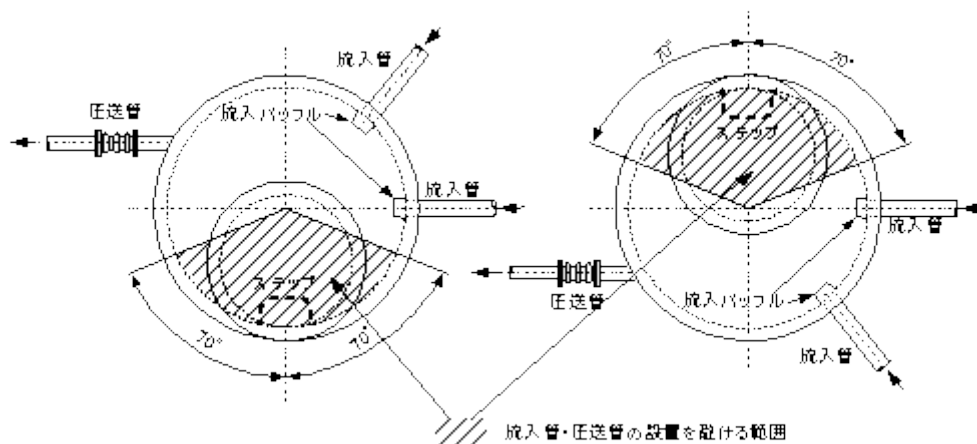


図 3-6 流入管、圧送管の設置を避ける範囲

## 2) 圧送管

マンホール内の槽内配管と圧送管の接続方向は、ステップの設置位置以外の 3 方向を原則とします。

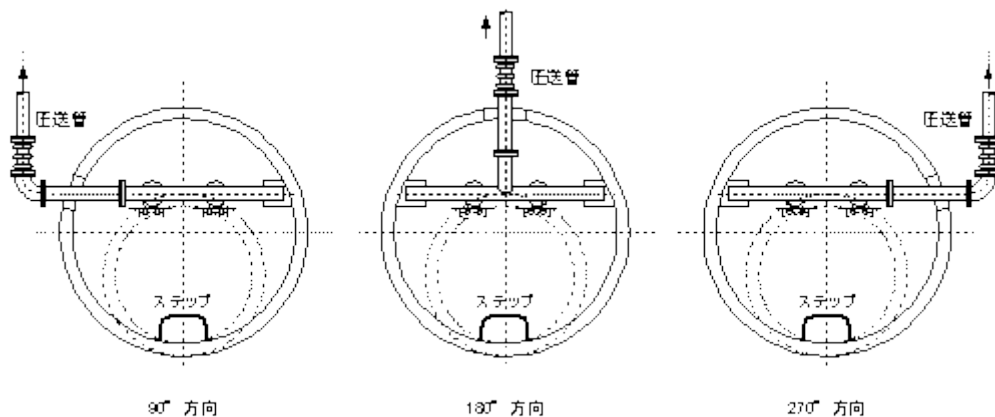


図 3-7 圧送管の設置を避ける範囲

### 3-3 マンホール内機器

マンホール内機器は、次の各項を考慮して定める。

- ①ガイドパイプ及び吊上チェーンの材質はステンレス製とし、必要に応じて振止め金具等で固定する。
- ②マンホール内の配管は、ステンレス鋼鋼管（SUS304TP スケジュール 20S）を使用し、フランジ継手を原則とする。
- ③ポンプの吐出側には、ボール式逆止め弁を設け、運転中のポンプから停止中のポンプへの逆流を防止するとともに、ボール式止水弁を設けて逆止め弁点検時の止水を行う。材質については、逆止め弁のボールはゴム製、本体はステンレス鋼を標準とし、止水弁は弁体、本体ともにステンレス鋼を標準とする。  
なお、弁類は、流入管管頂より上方の非水没部に設置することが望ましい。
- ④流入管及び送水管とステップの設置位置は、維持管理を十分考慮して決定するものとする。
- ⑤マンホールふたの形状、構造は必要な強度や大きさを有するとともに維持管理における取扱いが容易であることを十分考慮したものとする。
- ⑥マンホール底部には、ポンプの吸引流れを利用して渦流を発生させる予旋回槽を設置する。なお、グラインダポンプ施設の場合は、予旋回槽は設置しない。

### 3-4 マンホールと水中汚水ポンプとの組合せ

マンホールと水中汚水ポンプとの標準的組合せは、以下の通りです。

表 3-5 マンホールと水中汚水ポンプとの標準的組合せ表

マンホール	号数	1号	2号	3号	4号
	内径：mm	φ900	φ1200	φ1500	φ1800
蓋径：mm ( )内親子蓋	φ600	φ900 (φ900×600)	φ900 (φ900×600)	φ900 (φ1200×600)	
ポンプ	口径：mm	φ50	φ65 (φ50)	φ80 φ100	φ150
	台数：台	2	2	2	2

注) 汚水ポンプの口径は、φ65mm以上を原則とし、φ50mm以下は破碎機構付き小型水中ポンプとします。

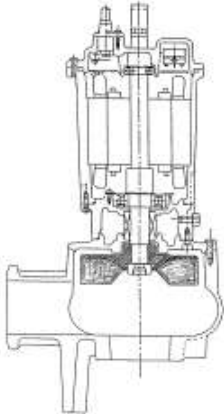
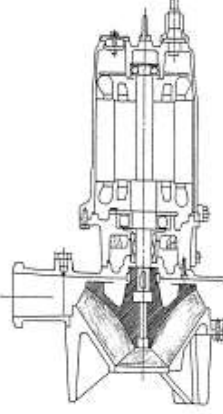
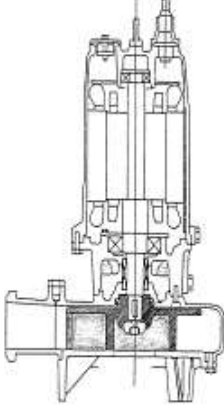
## 4. ポンプ設備

### 4-1 水中汚水ポンプの選定

水中汚水ポンプの選定は、以下の点を考慮して決定します。

- ・ 原則として汎用の着脱式汚水用水中ポンプを使用。
- ・ 閉塞しにくく、分解点検の容易な構造で、腐食・摩耗の少ない材質を使用。
- ・ 予旋回槽を設置する場合には、吸込ノズルを使用。
- ・ 圧送管路長が長い場合、水撃対策を考慮。

表 3-6 水中汚水ポンプの種類別構造と特徴 (参考)

項目	種類		
	ボルテックスタイプ	吸込スクリータイプ	ノンクログタイプ
構造概要			
異物通過性	固形物・長尺な異物の通過性に優れています。	固形物の通過性に優れています。	固形物の通過性に優れています。
ポンプ性能	比較的低揚程に向いています。	比較的高揚程に向いています。	比較的中揚程に向いています。
維持管理性	詰まり、絡みつきが少ないので管理が容易です。	長尺な異物の絡みつきに注意が必要です。	長尺な異物の絡みつきに注意が必要です。



## 4-2 水中汚水ポンプの口径

水中汚水ポンプの最小口径は、閉塞を考慮して原則 65mm とします。

但し、流入区域が限定され維持管理に十分な対応が取れる場合、ボルテックタイプについては口径 50mm が選定可能です。

ポンプ効率を考慮し、口径 150mm 以下では、吐出流速 1.5~3.5m/s を目安に選定します。

表 3-7 ポンプ口径と標準吐出し量

ポンプ口径(mm)	標準吐出し量(m <sup>3</sup> /分)
50 ※	0.10~0.40
65	0.30~0.70
80	0.50~1.00
100	0.70~1.60
150	1.60~3.60

※ 50mm はボルテックタイプのみ

## 4-3 水中汚水ポンプの材質・構造

標準的な水中汚水ポンプの材質は表 3-8 の通り。

表 3-8 水中汚水ポンプの材質

羽根車	ステンレス鋼
ケーシング	鋳鉄
主軸	ステンレス鋼

ポンプの構造は、次の各項を考慮して定める。

- ・モータ保護措置としてサーマルプロテクタもしくはオートカットを装着する。
- ・ポンプ付属ケーブルの長さは 20m を標準とする。

## 4-4 機器の塗装


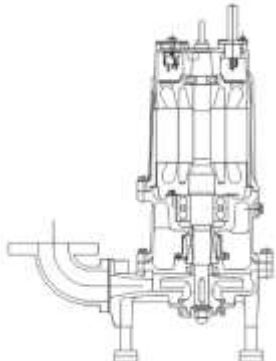
マンホール内で使用する機器の塗装は、鋳鉄部等防食措置が必要な箇所には、エポキシ樹脂系塗装を 0.2mm 以上施し、ステンレス部、非鉄部は無塗装とする。

#### 4-5 破砕機構付き小型水中ポンプ

4-1 に示した通り、ポンプの選定はボルテックス、吸込スクリーン、ノンクログを原則としますが、使用条件に対する適応性および経済性を考慮した結果、ポンプ口径が 50mm 以下になる場合には、破砕機構付き小型水中ポンプを採用します。

ポンプ効率を考慮し、口径 150mm 以下では、吐出流速 1.5~3.5m/s を目安に選定します。

表 3-9 破砕機構付き小型水中ポンプのタイプ別比較表 (参考)

項目		容積式	遠心式
口径(mm)		32	32~50
能力	出力(kW)	0.75	0.75~3.7
	流量(m <sup>3</sup> /分)	0.04	0.05~0.35
	全揚程(m)	0~28	5~30
構造概要			
吸込ノズル	宅地から排出された汚水を受水枡から即時に排水するため、汚水の腐敗やスカムの発生は少ないので予旋回槽は使用せず、吸込ノズルは不要です。		
異物通過性	異物は破砕してから吸い込むため、詰まる事はありません。		
長所	容積式の吐出し量は、揚程による変化が殆ど無く、幅広い揚程に対応できます。	遠心式の吐出し量は、揚程の変化により変動し、流入汚水の幅広い変化に適用できます。	
短所	グラインダー (破砕) 機構の摩耗により、交換が必要です。		
維持管理	一般に 1 台設置とし、故障時はポンプを交換して修理します。		

#### 4-6 グライндаポンプの材質

標準的なグライндаポンプの材質は表 3-10 の通りです。

表 3-10 グライндаポンプの材質

容積式グライндаポンプ		遠心式グライндаポンプ	
ロータ	ステンレス鋼	羽根車	鋳鉄
ステータ	ゴム	ケーシング	鋳鉄
主軸	ステンレス鋼	主軸	ステンレス鋼
回転刃	特殊鋼または特殊鋳鉄	回転刃	特殊鋼または特殊鋳鉄
固定刃	特殊鋼または特殊鋳鉄	固定刃	特殊鋼または特殊鋳鉄

#### 4-7 槽内配管・バルブ類（破碎機構付き小型水中ポンプを除く）

- ・マンホール内の配管は、ステンレス鋼管を使用し、フランジ継手を原則とします。
- ・ポンプの吐出側には、ボール式逆止め弁を設け、運転中のポンプから停止中のポンプへの逆流を防止するとともに、ボール式止水弁を設けて逆止め弁点検時の止水を行います。
- ・バルブ材質については、逆止め弁のボールはゴム製、本体はステンレス製を標準とし、止水弁は弁体、本体ともにステンレス製を標準とします。なお、弁類は、流入管管頂より上方の非水没部に設置することが望ましいです。

## 5. 電気設備

### 5-1 ポンプ制御盤

#### (1)構造

制御盤は基本的に風雨・降雪にも強い屋外型とし、維持管理が容易な構造とすることが望まれます。

#### (2)制御

マンホール内の水位によりポンプの起動・停止を自動的に行うほか下記の点に留意します。

- ・ 運転モードを自動－手動に切り換え可能
- ・ バックアップ用水位計を用いた警報水位によるポンプ起動
- ・ 1台のポンプが故障した場合、1台のポンプによる単独運転（いわゆる飛び越し運転）

#### (3)自動運転方式

- ・ 単独交互運転方式

常に1台のポンプが交互に運転する方式です。故障時には自動的に他の1台へ切り替わります。

- ・ 単独交互非常時並列運転方式

1台のポンプが起動したにも拘わらず水位が上昇する場合、他の1台が起動して2台運転する方式です。この場合、受電容量はポンプ2台分が必要です。

#### (4)取付器具

一般的に保護・管理を目的に以下の機器を取り付けます。

- ・ 安全性向上 : 漏電遮断器など
- ・ 運転状況確認 : 電流計など
- ・ モータ保護 : 2E リレー、3E リレー、サーマルリレーなど
- ・ 受電切り換え  
(商用・自家発) : ナイフスイッチ、配線用遮断器など
- ・ 誘導雷対策 : 避雷器など

#### (5)電線管・接地

- ・ 電線管 : 波付硬質合成樹脂管、合成樹脂製可とう電線管、硬質塩化ビニル電線管、ポリエチレンライニング鋼管など
- ・ 接地 : D種相当（接地抵抗値 100Ω 以下）

#### (6)警報設備

警報設備の方式には、回転灯・自動通報装置・運転監視装置などがあります。

（自動通報装置・運転監視装置については、5-4を参照）

## 5-2 受電設備

受電電源は、交流 3 相 200V（制御電源も原則として受電電圧と同様）と単相 100V（維持電源）とします。

引込小柱は、鋼管ポールまたはコンクリート柱とします。

## 5-3 水位計

マンホール内の水位を連続的に計測するため、投込圧力式水位計または気泡式水位計を使用します。

また、万が一水位計の故障に備えて、異常高水位の検出用にフロートスイッチ（転倒用水位計）を設置します。

### (1)投込圧力式水位計

水深による圧力がセンサーにかかるるとセンサーがその圧力に応じて変形し、一定変化した位置で平衡し、センサーの変位を電気信号に変換して伝送します。伝送ケーブルには大気圧をセンサーの内側に導くパイプが設けてあり、これによって大気圧の変動を補正しながら水圧を計測し、水深を連続的に計測する水位計です。



図 3-8 投込圧力式水位計の例

### (2)気泡式水位計

空気供給チューブを介してマンホール底部に空気を吹き込みます。空気は吐出口で水中に開放され水圧と均衡します。コントローラで空気圧を水位に変換します。



図 3-9 気泡式水位計の例

### (3)フロートスイッチ（浮き子転倒式水位計）

フロート（浮き子）は水よりも比重が軽いため、水位変動に伴い傾きます。このフロートの傾きにより内部スイッチが ON/OFF し、接点信号として水位を検知します。



図 3-10 フロートスイッチの例

### (4) 差圧式水位計（ポンプ内蔵型）

マンホール内の水位変動に伴う水圧を受け、ポンプに内蔵されたダイヤフラムスイッチが空気の差圧を検知して運転・停止の電気信号を制御盤に送ります。（容積式グラインダポンプは差圧式水位計が内蔵されているため、マンホールポンプで使用する場合、別途水位計は不要です。）

ポンプ内蔵型圧カスイッチ（水位検知部）

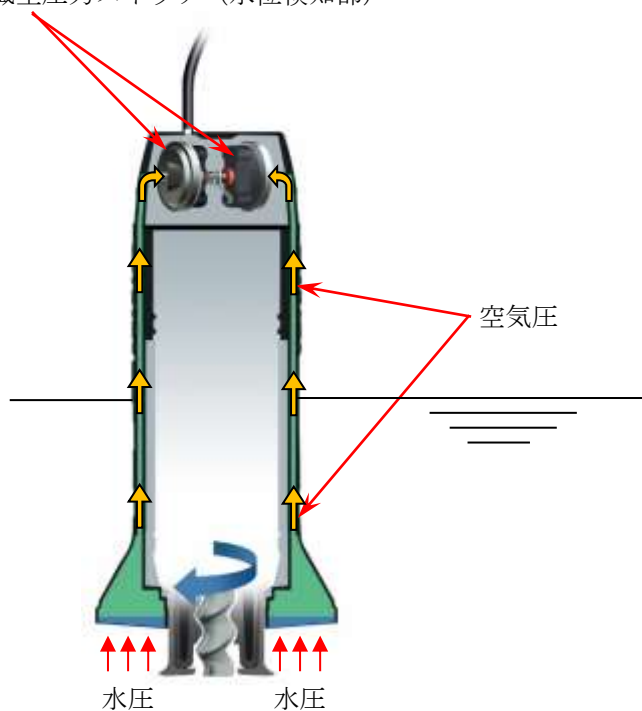


図 3-11 容積式グラインダポンプの水位検出機構

#### 5-4 自動通報・運転監視装置

生活系インフラとして常時稼働するマンホールポンプシステムは、安定した機能を発揮するために早期の異常検知は欠かせません。これらの背景により、従来から自動通報・監視装置が採用されてきました。

現在は、有線から無線、或いは電気通信事業者から自営まで様々な伝送方式があり、運用面から必要性や経済性を考慮して選定する必要があります。

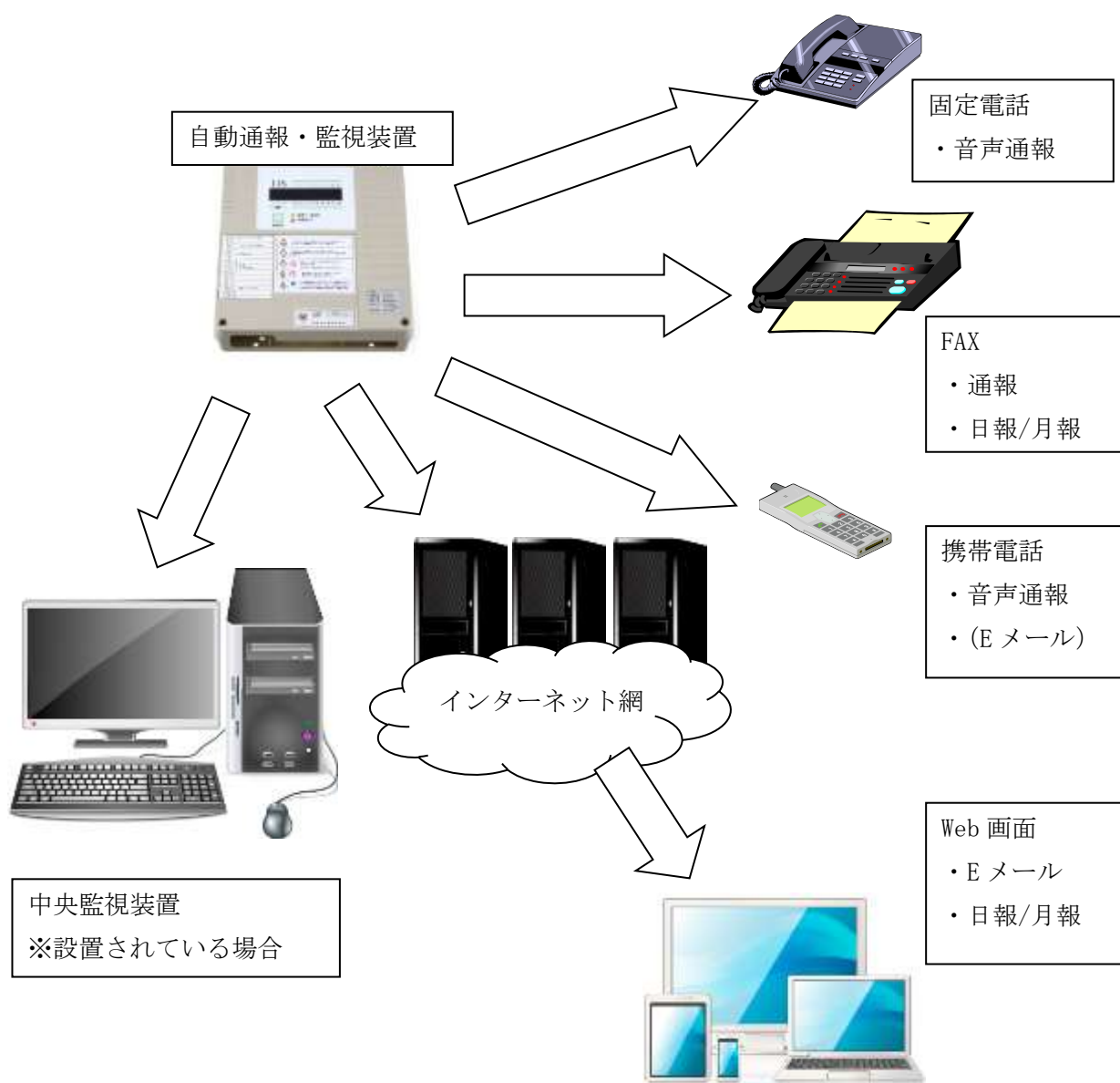


図 3-12 自動通報・運転監視装置の構成例

## 6. 圧送管

### 6-1 圧送管

圧送管は、以下の点に考慮して決定します。

- ・ 圧送管径は、圧送管内に夾雑物が堆積することを防止するため、最低でも  $0.6\text{m/s}$  以上の管内流速を確保するとともに、管の摩耗等を考慮して最大流速を  $3.0\text{m/s}$  以下となるような管径を選択する。また、当該管路に接続されるポンプ口径以上の管径とすること。  
なお、一般的にはバランスを考慮して  $1.0\sim 1.5\text{m/s}$  程度の流速とすることが望ましい。
- ・ 管材は内外圧および耐震性・耐食性を考慮し決定すること。主な管種は、水道用硬質塩化ビニル管・下水道用ポリエチレン管・水道用塗覆装鋼管・ダクタイル鋳鉄管・ステンレス鋼管等が上げられる。  
なお、橋梁添架等の露出配管の場合は、耐候性も考慮して管材を決定すること。
- ・ 必要に応じて、空気抜き・泥抜き施設を設置すること。



## 6-2 維持管理設備

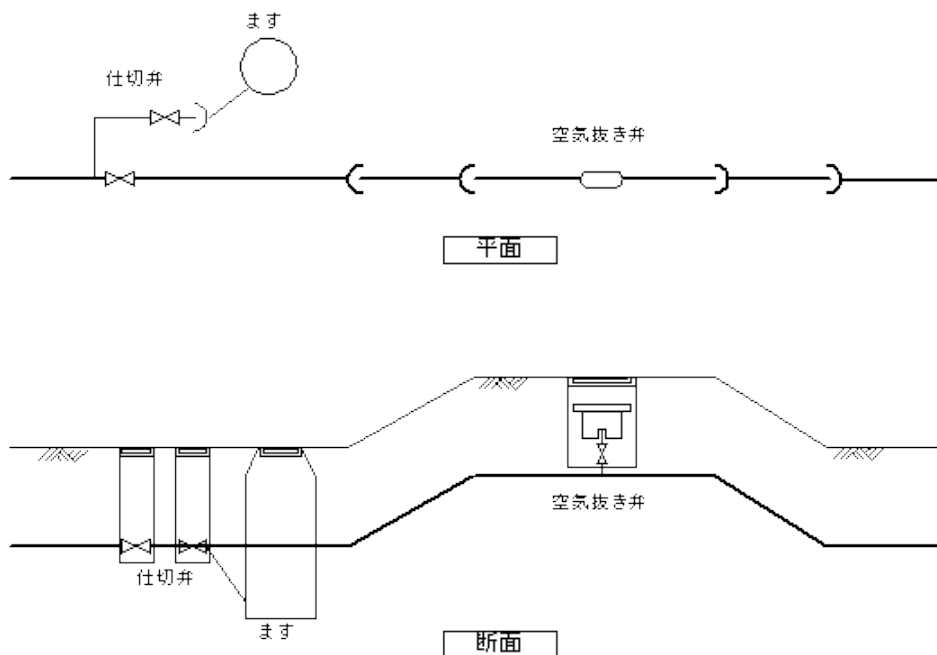


図 3-13 圧送管の維持管理設備  
※空気抜き施設・泥抜き施設の参考

## 6-3 弁類

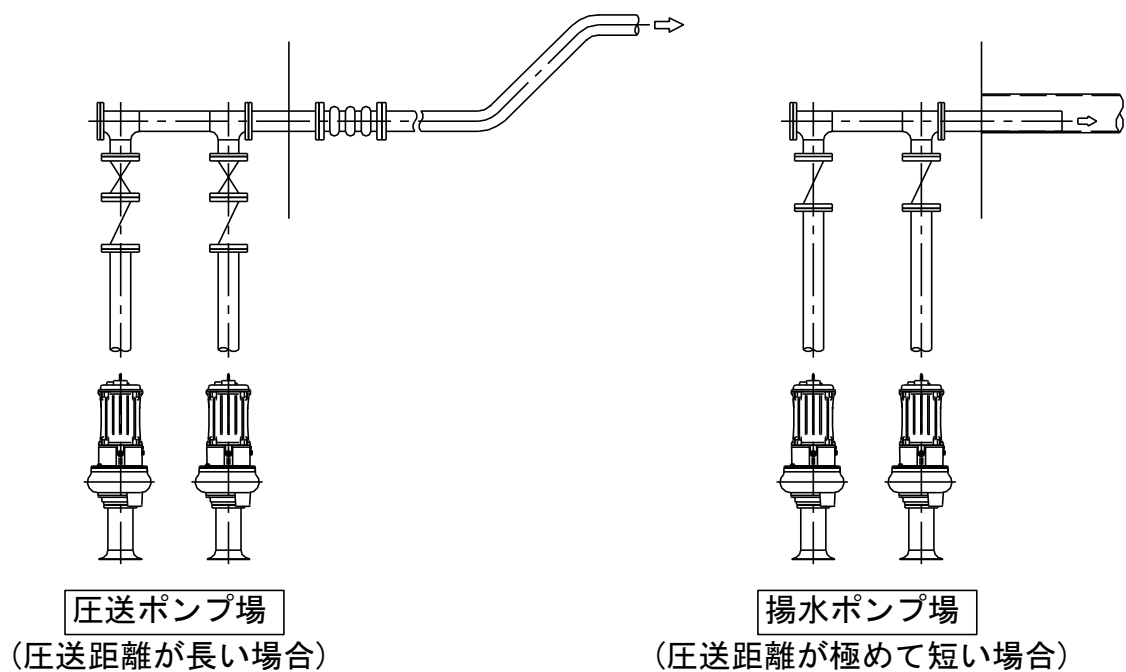


図 3-14 汚水ポンプ吐出管に設ける弁類

## 7. ポンプ揚程計算

### 7-1 ポンプ全揚程

ポンプの全揚程は、次式によって求められます。

$$H = h_a + h_f + h_o$$

ここで、

H : 全揚程 (m)

$h_a$  : 実揚程 (m)

※実揚程とは、ポンプの吸い込み水面（起動水位）から圧送管の管頂高との差を指します。

$h_f$  : 管路の損失揚程 (m)

$h_o$  : 吐出側の残留速度水頭及びポンプ附属の吐出管、弁類の損失水頭の和 (m)

(実用上  $h_o=1.5\sim 2.0\text{m}$ )

## 7-2 圧送管末端が最頂部の場合

圧送管末端部が最頂部の場合の全揚程は、次式によって求められます。

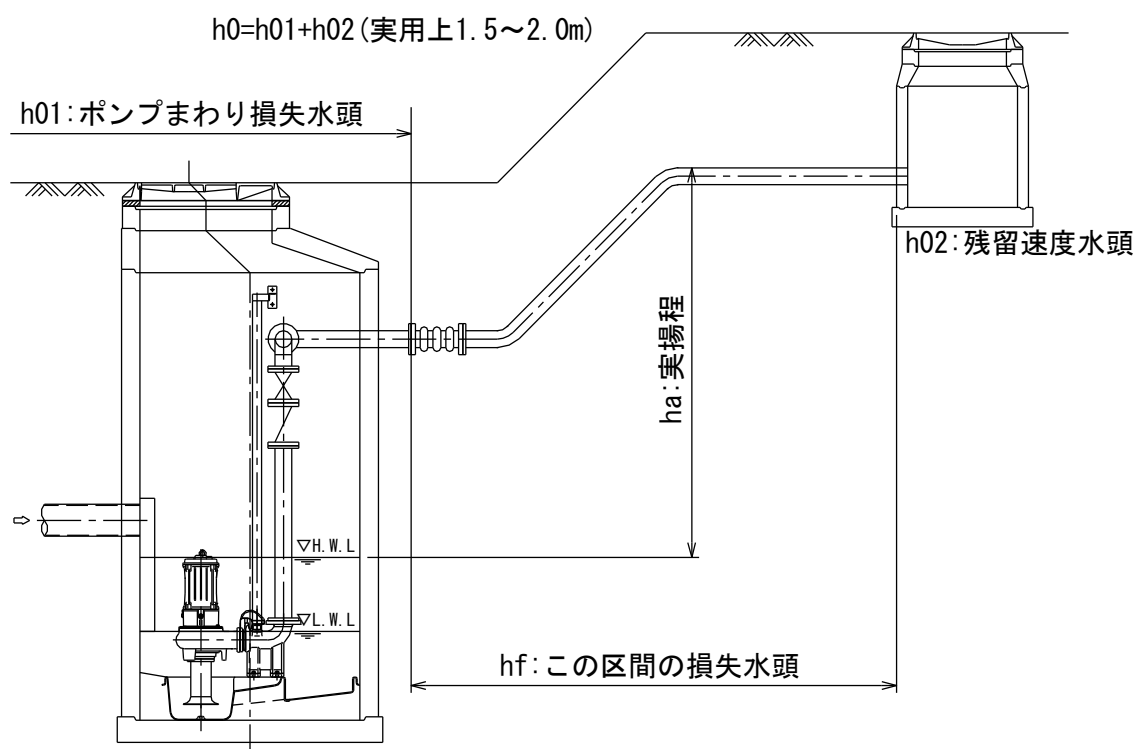


図 3-15 圧送管末端部が最頂部の場合

$$H = ha + hf + ho$$

ここで、

H : 全揚程 (m)

ha : (圧送管末端管頂レベル) - (計画 hwl)

hf : 圧送管路の損失揚程 (m)

ho : h01 (ポンプまわり配管の損失水頭) + h02 (吐き出し側の残留速度水頭)

### 7-3 圧送管の途中に最頂部がある場合

全揚程を算出可能な全てのケースを検討します。

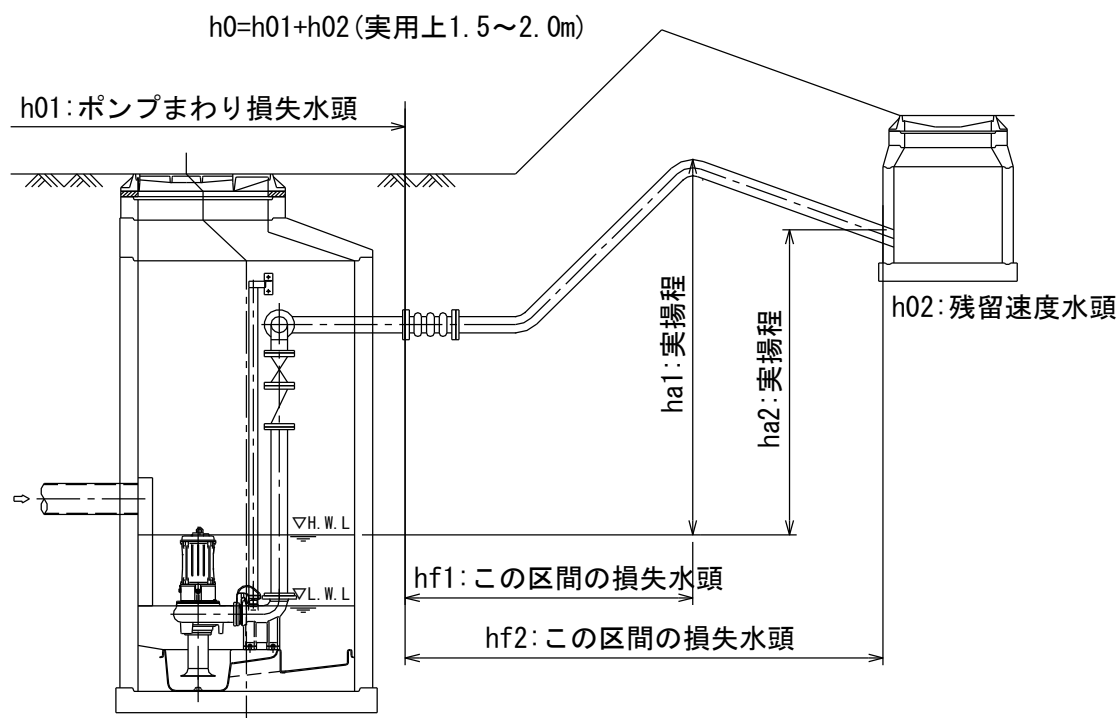


図 3-16 圧送管途中に最長部がある場合

以下の様な場合は、2 ケースを次式により算出します。

$$\text{ケース 1 : } H1 = ha1 + hf1 + ho$$

$$\text{ケース 2 : } H2 = ha2 + hf2 + ho$$

H1 と H2 を比較し、大きい方を全揚程 H として採用します。

ここで、

H : 全揚程 (m)

ha1 : (圧送管最頂部管頂レベル) - (計画 hwl)

ha2 : (圧送管末端管頂レベル) - (計画 hwl)

hf1 : 圧送管最頂部までの損失揚程 (m)

hf2 : 圧送管路全体の損失揚程 (m)

ho : h01 (ポンプまわり配管の損失水頭) + h02 (吐き出し側の残留速度水頭)

#### 7-4 水撃作用（ウォーターハンマ）

圧送ポンプ場については圧送管が長い場合があるため、水撃作用（ウォーターハンマ）に配慮する必要があります。

水撃作用はポンプが起動・停止する度に発生します。

ポンプの停止時に、圧送管内に残った汚水の慣性力による管路内移動で負圧部を発生させて水柱分離を生じ、次に管路の吐出口側の正圧を持った汚水が負圧部へ逆流して水柱再結合が起こります。

これら配管内の急激な圧力変動により、配管等に不具合が生じる可能性があるため、負圧発生の防止に重点を置いた対策が必要となります。

配管内の負圧が $-7\text{m}$  を超える場合には、水撃作用の軽減対策を講じる必要があります。

## 第4章 水中汚水ポンプの技術知識

### 1. 圧力管路システムにおける収集用ポンプと輸送用ポンプ

都市部を中心に下水道普及が進んでいる現在、中小都市および中山間部での普及率向上が図られる中で、建設費に占める管路施設のコスト縮減が課題となっています。

管路施設は自然流下式が基本となりますが、地形・地質条件および汚水の流入状況など自然流下管路のみでは布設コストが高くなる場合に、「自然流下+マンホールポンプ方式」（以下「MP方式」）での面整備がすすめられてきました。最近では、さらなるコスト縮減の代替方式として、グラインダポンプを用いた圧力式下水道収集システム（以下「GP方式」）での面整備も図られています。しかし、MP方式とGP方式は、原理的にはいずれもポンプ施設により搬送する方式であり、使用目的が分かりにくいため、GP方式の採用を躊躇したり、MP方式とGP方式を混同したりすることが見受けられます。

ここでは、収集システムとしてのGP方式と輸送システムとしてのMP方式が、適切な使用目的で選定・検討されるために、各システムを解説します。

## 1-1 各システムの位置付け

まず、分流式下水道の汚水を各家庭や事業所から収集し、処理施設まで輸送する管路を分類すると、図4-1に示すように「収集システム」と「輸送システム」に分けられます。

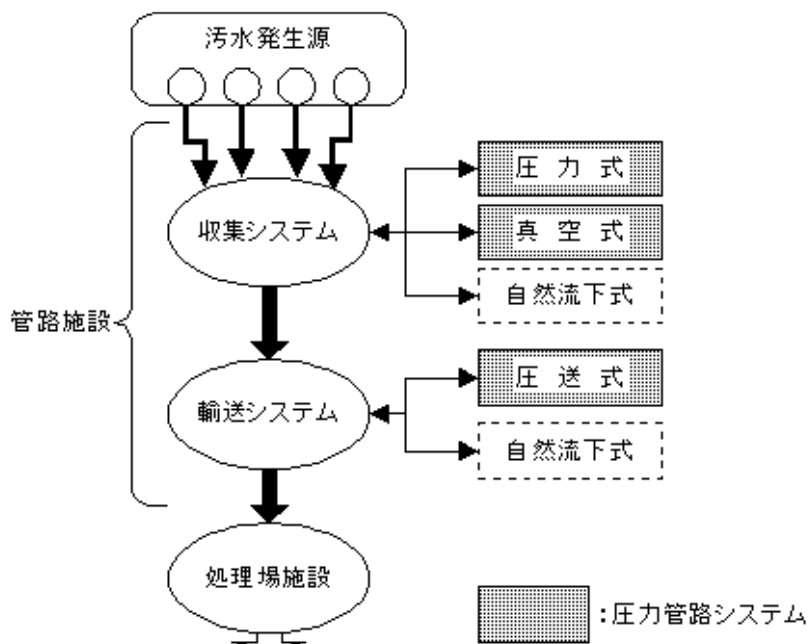


図4-1 収集システムと輸送システム

この「収集システム」には「圧力式」「真空式」および「自然流下式」があり、グラインダポンプを用いた圧力式は収集システムの中に位置付けられます。また、「輸送システム」には「圧送式」と「自然流下式」があり、主にマンホールポンプ施設を用いた圧送式は輸送システムの中に位置付けられます。

さらに、図4-2に示すように「小規模ポンプ場」での分類では、主にマンホールポンプ施設は中継ポンプ場として位置付けられ、用途により①揚水ポンプ場と②圧送ポンプ場に分けられています。そして、中継ポンプ場の上位概念である「小規模ポンプ場」は、管路施設における「輸送システム」として位置付けられます。

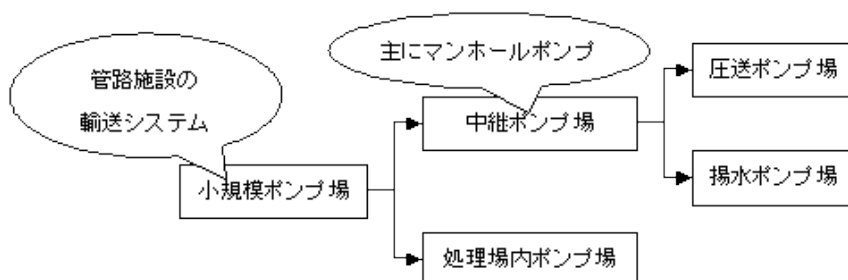


図4-2 小規模ポンプ場の分類

これらをまとめて、圧力管路システムで分類すると図 4-3 に示すようになります。即ち、収集システムの中の圧力式には主に GP 方式が用いられ、輸送システム（小規模ポンプ場）の中の圧送ポンプ場には主に MP 方式が用いられることになります。

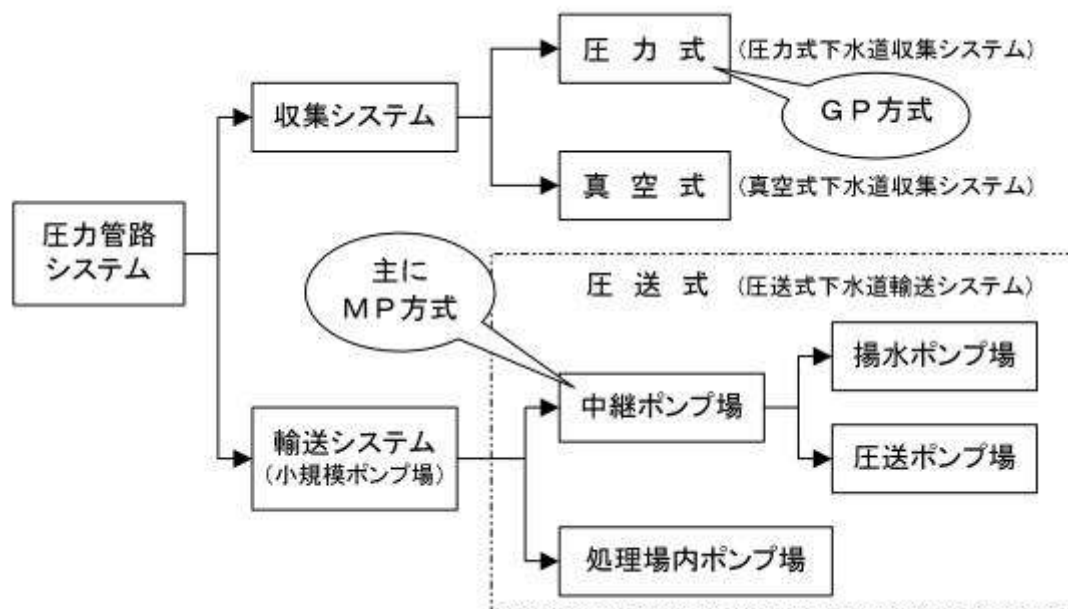


図 4-3 圧力管路システムによる分類

## 1-2 使い分け

### (1) グライндаポンプを用いた収集システム

圧力式下水道収集システムは、家庭から排出された汚水を貯水タンクに溜め、汚水処理場または自然流下管まで収集する汚水収集システムです。

1戸から数戸の一般家庭毎に GP ユニット（ポンプ施設）が設置され、1ユニット当りの流入汚水量は少なく、稼働率も低いため、通常は、ポンプ口径 50mm 以下のグライндаポンプ（破砕機構付き小型水中汚水ポンプ）を 1 台設置（予備機は共通予備として保管）して収集します。

一般にポンプ施設と汚水発生源とが非常に接近しており、ポンプ故障時の管理者への通報や汚水の排水自粛など住民の協力が得られやすく、住民と一体の維持管理体制が組みやすいため、ポンプ設備や故障通報設備は簡便な構造で対応できます。

### (2) マンホールポンプを用いた輸送システム

圧送式下水道輸送システムは、管路施設の自然流下が困難な区間において、ポンプ施設により下流側の自然流下管または汚水処理場まで圧送する汚水輸送システムです。

幹線管渠などの管路途中にマンホールポンプ施設が設置され、ポンプ施設当りの汚



水量が多く稼働率も高くなるため、通常は、ポンプ口径 65mm 以上の汚水用水中ポンプ（異物通過形ポンプ）を 2 台（1 台予備）設置して圧送します。

一般にポンプ施設と汚水発生源とが離れており、接続されている全ての住民の協力を得ることが難しいため、ポンプ予備機の常設や通報設備の充実など非常時の対応が容易な構造としています。

ここで、対象区域が限定され汚水流入量が少ない施設で、粗大夾雑物の除去および維持管理において十分な対応ができる時は、グラインダポンプを用います。なお、ポンプ口径 50mm のボルテックスポンプを用いることも可能ですが、閉塞の可能性が増すため極力避ける必要があります。

### (3) 収集用ポンプと輸送用ポンプの使い分け

グラインダポンプを用いた GP 方式による収集システムと、マンホールポンプ施設を用いた MP 方式による輸送システムは、収集システムと輸送システムという概念の違いがありますが、管路施設において何処までが収集で何処からが輸送かという明確な区分けはできません。

また、GP ユニットで対応できない様な流入汚水量の多いポンプ施設は、明らかにマンホールポンプ施設（輸送用ポンプ）の考え方となりますが、汚水流入量が少ないマンホールポンプ施設では 50mm のボルテックスポンプや 50mm 以下のグラインダポンプも使用できる場合もあるため、流入汚水量（ポンプ施設規模）による区分けもできません。しかし、GP 方式と MP 方式では、ポンプの稼働時間に大きな隔たりがあり、維持管理の方法等には充分留意する必要があります。

一般に GP 方式は簡便な構造であり建設コストの縮減が期待できますが、この簡便な構造は収集システムの特徴である「汚水発生源に隣接した施設で異常発生時の影響範囲が狭く、また、住民の協力が得られやすい」ことを前提として簡便な構造でも対応できるものです。

MP 方式に採用される汚水ポンプは、施設毎に仕様が異なるため共通予備ポンプとして保管することは困難であり、また、MP 方式にこの GP 方式の簡便な構造をそのまま採用した場合は、異常発生時の影響範囲が拡大し復旧までに多大な時間を要するなど、維持管理コストの増大を招くこととなります。

この様に、極小規模のポンプ施設が必要となった場合に、この施設を収集システム（GP 方式）として設計するか、輸送システム（MP 方式）として設計するかの判断が難しくなりますが、規模の違いがあっても同じポンプ施設である以上、故障することを前提に考え、閉塞などに対する夾雑物の破碎の必要性（異物の性状）や、故障した際の影響範囲（施設の重要性）、汚水の排水制限（住民の協力）などの維持管理体制を考慮して、最適なシステムを採用する必要があります。

## 2. 水中汚水ポンプの仕様決定

汚水の収集システムや輸送システムの計画、設計には検討項目が多岐にわたりますが、各システムにおけるポンプ施設の仕様の決定においては、計画流入汚水量やポンプ計画吐出量の決定が最も重要であり、適切な流量か否かがポンプ施設の信頼性や経済性を左右することとなります。

ここでは小規模ポンプ施設（マンホールポンプ施設）における計画流入汚水量、ポンプ計画吐出量、ポンプ口径、マンホールサイズ、ポンプ計画全揚程、ウォータハンマについて以下に述べます。

### 2-1 計画汚水流入量について

マンホールポンプ施設における計画流入汚水量は地下水量等を含む時間最大汚水量を示し、施設計画・設計の基本数値となります。計画流入汚水量の算定は各計画・設計指針に示されており、以下のものがあります。

#### (1) 小規模公共下水道施設（注1）

計画流入汚水量は、できるだけ実測に基づいて推定する事が望ましいですが、それが困難な場合は原単位方式を用います。実績によらない場合の時間最大と日最大のピーク比は1.5～3.0倍程度を見込みます。

生活汚水量、営業汚水量、工場排水量、観光汚水量、その他汚水量等の各汚水量の内、必要なものを積み上げて求めます。

##### (a)生活汚水量

上水道の給水量を参考にします。井戸等の自家水源の場合は使用水量の実態を調査、または近隣地区を参考にして汚水量を推定します。

##### (b)営業汚水量

水道の業務・営業用水量を調査し参考とします。

##### (c)工場排水量

個々の排水量を調査し工場排水量を見込みます。

##### (d)観光汚水量

宿泊、日帰り等の観光客数に応じて汚水量原単位を乗じて推定します。

##### (e)その他汚水量

必要に応じて温泉排水、畜産排水等の汚水量を考慮します。

注1：小規模下水道施設マネジメント指針と解説...2024年版、日本下水道協会発行

## (2) 農業集落排水施設（注 2）

農業集落排水施設設計指針では「対象人口、営農形態等により計画流入汚水量は異なるので水道の使用実績、給水計画等を総合的に検討のうえ、適切に決める事」としてありますが、設計諸元として生活排水の標準値を提示しています。業務排水や畜産排水が有る場合は別途設定します。

(a) 1人1日最大汚水量 =  $300 \frac{\text{ℓ}}{\text{人} \cdot \text{日}}$

(b) 計画時間最大汚水量 =  $780 \frac{\text{ℓ}}{\text{人} \cdot \text{日}}$

【1日最大汚水量  $300 \frac{\text{ℓ}}{\text{人} \cdot \text{日}}$  の 2.5 倍 + 不明水  $30 \frac{\text{ℓ}}{\text{人} \cdot \text{日}}$ 】

計画時間最大汚水量と 1人1日最大汚水量の比（ピーク係数）は 2.5 倍を標準としますが、地域の生活パターン等によって異なる場合もあるので、実態調査等により適切なピーク比を定めます。

注 2：農業集落排水施設設計指針...令和 2 年度改訂版、地域環境資源循環センター 発行

### 2-2 ポンプ計画吐出し量について

圧力管路システムには、圧力管路末端に設置する「収集用ポンプ施設」および、圧力管路途中に設置する「輸送用ポンプ施設」があり、これらの計画吐出し量はそれぞれ次のようになります。

#### (a) 収集用ポンプ施設の計画吐出量

計画 1 日最大汚水量、設計ピーク比、不明水、および対象人口より設計対象汚水量を計算しポンプの計画吐出量とします。

#### (b) 輸送用ポンプ施設の計画吐出量

接続管の各計画最大流量の総計をポンプの計画吐出量とします。

ここで、2 項の計画流入汚水量における小規模公共下水道施設、農業集落排水施設の設計ピーク比（時間最大汚水量と日最大汚水量との比）が 1.5～3.0 倍や 2.5 倍なのは施設対象人口が 500～1,000 人を超える規模の場合であり、ポンプの対象戸数、対象人口が少ない場合はピーク比が 10 倍以上となっている実績調査もあるので、次のピーク算出式を参考にしてポンプ計画吐出量を計算する必要があります。

(1) Giffit 式によるピーク比

$$R = 16 \times P^{-0.17}$$

R : ピーク比

P : 処理対象人口 (人)

(2) 回帰式によるピーク比

(農業集落排水施設供用地区現地調査の実績値による)

$$R = 190 \times P^{-0.7}$$

R : ピーク比

P : 処理対象人口 (人)

ちなみに標準のピーク比としている 2.5 倍に相当する人口を求めて見ると、 $R=2.5$  となる処理対象人口  $P=486$  人となります。

(3) Giffit 式と回帰式との比較

Giffit 式より算出したピーク比と回帰式より算出したピーク比の比較は表 4-1 および、図 4-4 となります。両方の式の比較において処理対象人口が 100 人未満の少ない領域では乖離が大きいので回帰式でのピーク比を利用した方が安全側となります。

表 4-1 ピーク比の比較

人口 (人)	ピーク比	
	Giffit 式	回帰式
5	12.1	61.6
10	10.8	37.9
20	9.6	23.3
50	8.2	12.3
100	7.3	7.6
150	6.9	5.7

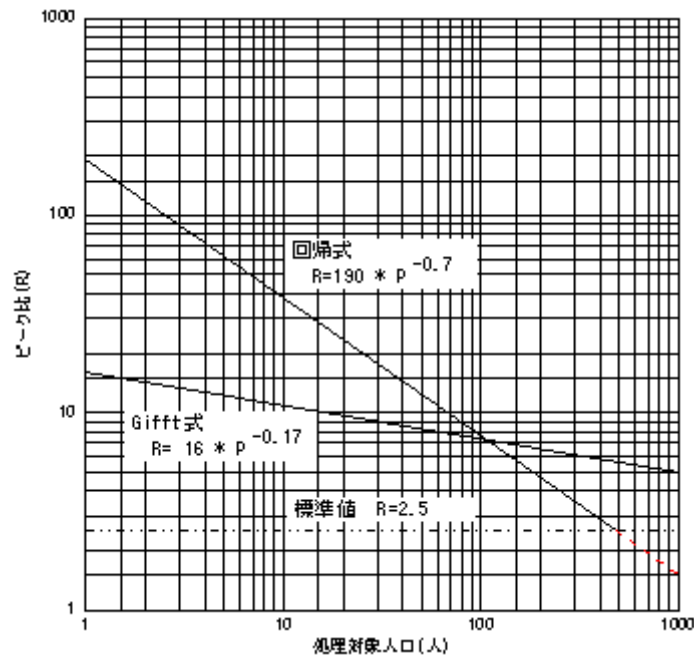


図 4-4 Giffit 式と回帰式との比較

### 2-3 ポンプ口径について

ポンプの口径はポンプ計画吐出量と吐出口の流速から次の式により求めます。

$$D = 146 \times \sqrt{Q/V}$$

D : ポンプ口径 (mm)

Q : ポンプ計画吐出し量 (m<sup>3</sup>/min)

V : 吐出口の流速 (m/s)

ここで、吐出口の流速は 1.5~3.5m/s を標準とします。

ポンプ口径は閉塞防止を考慮すると、65mm 以上が望ましいです。ただし、計画水量を考慮する必要があり、ポンプ口径を 50mm 以下にする場合は、次の場合によります。

- ・ グラインダポンプ (破碎機構付小型水中ポンプ)
- ・ 夾雑物が少なく、住民の協力が得られる場合

## 2-4 マンホールサイズについて

マンホールポンプ施設においてはポンプ据付のスペース、必要貯留容量、維持管理等からマンホールサイズを決めます。

表 4-2 マンホールサイズとポンプ口径の標準組合せ

ポンプ口径	マンホール種類 (ふた径)			
	1号 φ900 (φ600)	2号 φ1200 (φ900)	3号 φ1500 (φ900)	4号 φ1800 (φ1200)
50mm 以下	○◎	◎		
65mm		○◎		
80mm		○	◎	
100mm		○	◎	
150mm			○	◎
○は 1 台設置、◎は 2 台設置				
注 1：フライホイール付ポンプは、特殊寸法につき別に検討を要す。				
注 2：ふた径 φ900、φ1200 は親子ふたとする。				

## 2-5 ポンプ計画全揚程について

ポンプの計画全揚程は、計画実揚程と管路の損失水頭およびポンプ槽内配管・弁類の損失水頭及び吐出口の残留速度水頭を考慮して次式により求めます。

$$H = ha + hf + ho$$

H：計画全揚程 (m)

ha：計画実揚程 (m)

hf：圧力管路の損失水頭 (m)

ho：ポンプ槽内配管・弁類の損失水頭および吐出口の残留速度水頭の和 (m)

### (1) 計画実揚程について

計画実揚程は、ポンプの計画吸込水位と計画吐出水位との差で求められます。

小規模ポンプ施設（マンホールポンプ施設）における計画吸込水位は、ポンプ始動水位を標準とします（図 4-5）。また、計画吐出水位は、管路の形状により圧力管内の圧力が常に正圧となる場合と、部分的に負圧となる場合があり、それぞれで取り方が変わってきます。

以下に、ポンプの計画吸込水位の設定方法と吐出水位の取り方について記載します。

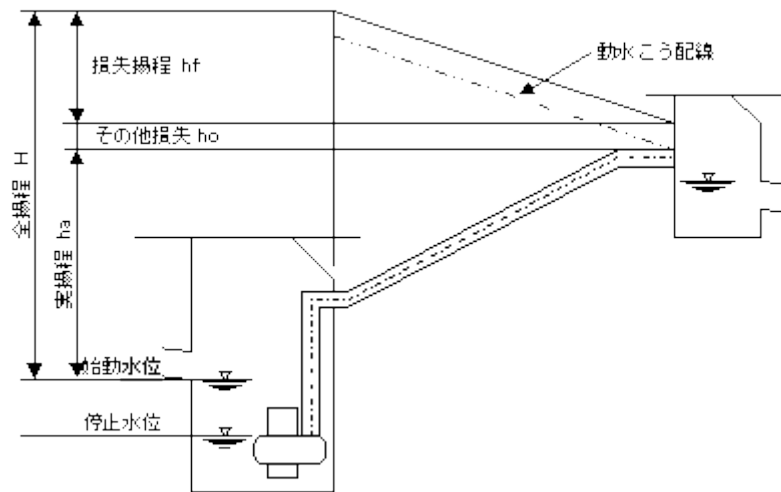


図 4-5 ポンプ始動水位を計画吸込水位とした場合

## (2) ポンプの計画吸込水位の設定方法

ポンプ始動水位は、計画汚水量に対し 100%容量のポンプを 2 台設置するマンホールポンプ施設ではポンプ 1 台目始動水位が計画吸込水位となり、計画流入汚水量に対し 50%容量のポンプを 2 台設置する GP ユニットではポンプ 2 台目始動水位が計画吸込水位となります。また、ポンプ選定に際しては、計画実揚程を最小値で決定している為、図 4-6 に示すようにマンホール内水位が一番低い時にもポンプが締め切り運転にならない事をポンプの特性曲線で確認する必要があります。

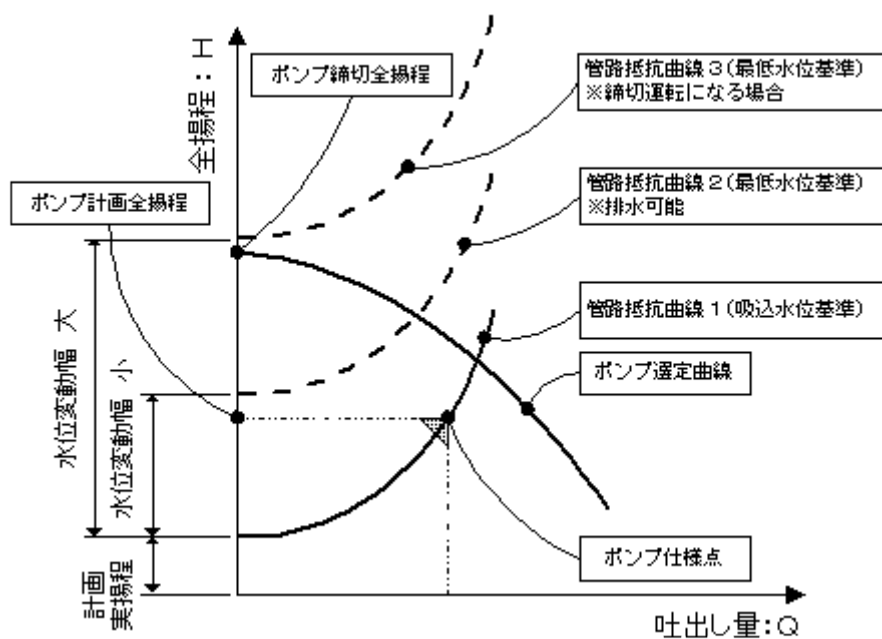


図 4-6 ポンプ選定図による揚程変化の確認

### (3) ポンプ計画吐出水位の取り方

圧力管路縦断が下流（吐出）側に向かって常に上りこう配の場合や、起伏があっても圧力管末端が管路最高点となる場合のポンプ計画吐出水位は、吐出側末端の管頂高となりますが、圧力管路途中に管路最高点がある山越え圧送の場合は、圧力管路内の圧力が部分的に負圧となる場合があるため、ポンプ計画吐出水位の取り方に注意する必要があります。

#### (a) 吐出側末端の管頂高となる場合

図 4-7 のように、吐出側末端の管頂高を基準に圧力管路の動水勾配線を求めた時に、管路途中の最高点より動水勾配線が上にあつて圧力管路内は全範囲で正圧となる場合は、吐出側末端の管頂高をポンプ計画吐出水位とします。

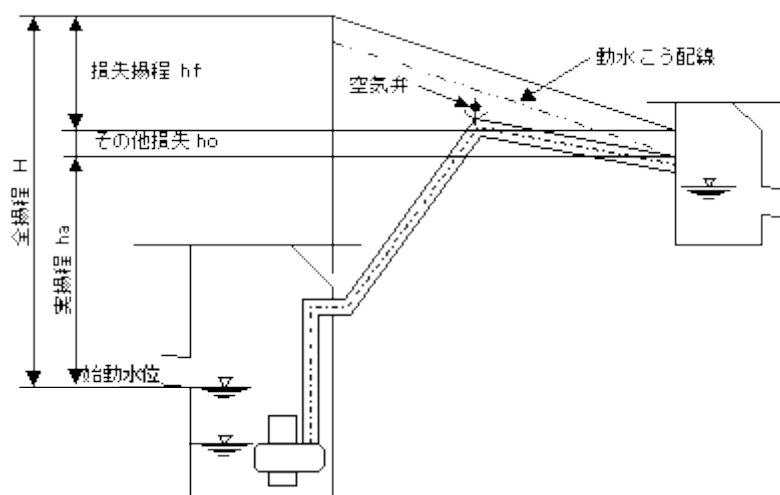


図 4-7 山越え圧送で管路全体が正圧となる場合



(b)管路途中の最高点管頂高となる場合

図4-8のように、吐出側末端の管頂高を基準に圧力管路の動水勾配線を求めた時に、管路途中の最高点より動水勾配線が下にあつて負圧となる場合は、管路途中の最高点管頂高をポンプ計画吐出水位とします。

ここで、ポンプは管路途中の最高点まで圧送するポンプを選定し、最高点の空気弁からは常に空気が管路内に入って大気圧となるため、最高点より下流側は自然流下となります。

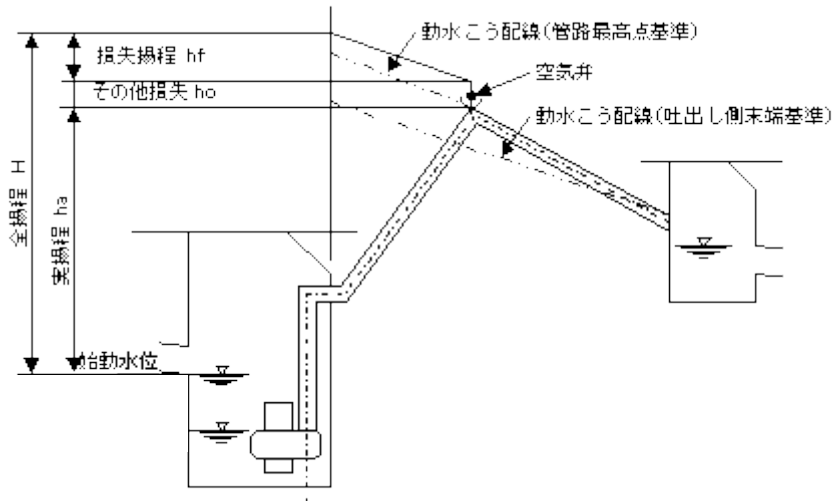


図4-8 山越え圧送で管路最高点が負圧となる場合

(4) 管路の摩擦損失

一般的には処理場内ポンプ施設等の比較的短い管路の摩擦損失はダルシー・ワイズバッハ式を使用し、圧送ポンプ施設等の比較的長い管路の摩擦損失はヘーゼン・ウィリアムス式を使用して計算されます。

ダルシー・ワイズバッハ式の損失係数の取り方およびヘーゼン・ウィリアムスの各管種の流速係数  $c$  ( $c=110\sim140$ ) の取り方は各計画・設計指針によります。

(5) その他損失

通常は、計算を簡便とするためにその他損失として  $1.0\sim2.0\text{m}$  を見込みますが、必要に応じて、ポンプ槽内配管・弁類の損失水頭、吐出口の残留速度水頭を詳細に求める場合もあります。

## 2-6 ウォータハンマについて

### (1) ウォータハンマの影響

ウォータハンマは、管路長さや揚程に関係なくポンプが始動・停止する度に発生するものであり、圧送式下水道輸送システムにおける単一圧送方式や多段圧送方式では表4-3に示す条件に当てはまる場合はウォータハンマの影響を無視することは出来ませんが、圧力式下水道収集システムのように樹枝状になる場合はウォータハンマによる影響は軽微であるため、特別な対策は不要です。

ウォータハンマの影響は、特にポンプの停止時に圧力管路内に残った汚水の慣性力による管路内移動で負圧部を発生させて水柱分離（沸騰現象）を生じ、次に管路の吐出口側の正圧を持った汚水が負圧部へ逆流して水柱再結合が起こります。この時、ポンプ施設の逆止め弁や曲部に大きい水撃圧が作用し管路等を破壊する恐れがある為、負圧発生の防止に重点を置いた対策が必要となります。

表4-3 ウォータハンマ検討を要する条件（目安）

	全揚程	実揚程	送水管長
小規模下水道施設マネジメント指針と解説	20m以上	10m以上	300m以上
農業集落排水施設設計指針	30m以上	20m以上	500m以上

### (2) 判定基準

水が沸騰する理論的な負圧は約-10mですが、汚水中には不純物や空気が溶け込んでいるため、水柱分離を生じる負圧の値を-7mとしており、水柱分離を生じる様な負圧が発生する恐れがある場合は、ウォータハンマ軽減対策を講じる必要があります。

### (3) 対策

小規模ポンプ場（マンホールポンプ施設）は、ポンプ施設をなるべく簡易な構造とした方がコスト的に有利です。ウォータハンマ検討を行った結果としてウォータハンマの対策が必要となった場合でも、管路の計画変更を中心とした対策が基本となり、対策には次のようなものがあります。

#### (a) 管内流速を下げる。

管路内の流速は、一般的に1.0~1.5m/sとしておりますが、清掃流速（最低流速）としては0.6m/s以上としており、この流速も考慮して管径を大きくしたりポンプ計画吐出量を少なくしたりして管内流速を下げます。

(b)管路の縦断面形状を見直す。

最大負圧が発生する部分の管路を中心に、圧力管路ルートの変更等を行い、最大負圧を小さくします。

(c)圧力管の延長を短くし全揚程を小さくする。

汚水を1箇所に集めて長距離圧送を行うマンホールポンプ施設の場合は、収集箇所を複数に分散したり多段圧送による圧送方式に切り替えたりして、各マンホールポンプ施設の全揚程を小さくします。

(d)自然流下で収集している場合は、代替収集案も検討する。

代替収集案としては、圧力式下水道収集システムや真空式下水道収集システムがあり、各システムとの組み合わせなども検討します。

(e)フライホイール付のポンプを選定する。

大出力ポンプ（主に11kW以上）のマンホールポンプ施設では、設計手法として最も容易な対策であり多く採用されていますが、小出力ポンプ（主に3.7kW以下）ではフライホイール付ポンプの製作が困難であったり、非常に高価となったりするため、施設規模に対する建設コストの割高を招くばかりでなく、ポンプ補修・更新などの維持管理コストにも影響します。

## 2-7 まとめ

小規模ポンプ施設（マンホールポンプ施設）の設計に際しては、計画流入汚水量とポンプ計画吐出し量の決定がポンプ施設の規模に大きく影響します。また、ポンプ施設数を削減するために極端な長距離圧送を計画すると、ウォーターハンマ対策が必要となるだけでなく、圧力管路内での滞留時間が増加して硫化水素の発生なども危惧されてきます。

これらは、建設コストの増加だけでなく、維持管理コストにも影響するため、設計者の高度な知識と豊富な経験による判断を行うことで、信頼性と経済性のバランスがとれたポンプ施設とすることが重要です。

### 3. 水中汚水ポンプの仕様決定における異物について

汚水処理施設は、生活環境の改善（トイレの水洗化）や、自然環境の保全（台所排水などによる水質汚濁の防止）などを目的として普及促進が図られていますが、昔から水が豊富であった日本の生活習慣として、『三尺流れれば水清し』といわれるがごとく、家庭から排出されてしまえば自然の自浄作用により浄化されると思いがちで、汚水処理施設に対しても「流れるものは何でも流すことが出来る」と勘違いされている方がおられます。

汚水処理施設は、各家庭で発生した汚水を一箇所に集めて浄化し自然界に戻す施設です。この汚水処理施設には、国土交通省が所管する「下水道」、農林水産省が所管する「農業集落排水施設等」、環境省が所管する「浄化槽、コミュニティ・プラント」などがありますが、基本的な構成は同じで、家庭からの汚水を一箇所に集める「管路施設」（自然流下式の他に“圧力式”、“真空式”も含む）と、その管路施設に接続して汚水を処理する「処理場施設」（微生物による水処理）に分けられます。これらの汚水処理施設の機能を阻害するものが異物です。

異物には、管路施設における汚水流下を阻害する固形物（管路内への堆積、ポンプ施設の故障など）ばかりでなく、処理場施設における生物処理を阻害する酸性・アルカリ性の薬品類や天ぷら油などの油脂類も含まれます。この様な汚水処理施設の機能を阻害する異物混入を防止するには、汚水発生源（各家庭）で異物を汚水処理施設に流さないことが基本となります。

発生源に接近した施設では、施設の故障が「トイレ・台所・風呂が使えなくなる」という問題に直結するため、身近な施設（我が家の施設）という意識が最も強くなり、「流さないこと」のモラル向上が得られやすくなります。この様な、発生源と処理場施設が接近している施設には、浄化槽（合併処理浄化槽）があり、同様に、発生源とポンプ施設が接近している施設には、圧力式下水道収集システムなどの収集ポンプがあります。

発生源と処理場施設（またはポンプ施設）までの距離が遠くなるにつれて、身近な施設という意識が薄れてきますが、施設管理者が中心となって利用者への日常的な啓蒙活動が重要となります。利用者のモラル向上のためには、

- ①何が異物か？（何を流してはいけないかを具体的に示す）
- ②どのような影響があるか？（管路施設や処理場施設への影響、環境への影響）
- ③維持管理費の増加（結果的に使用料や税金などの形で利用者に跳ね返ってくる）

などの説明が必要と思われます。また、施設管理者においては、利用者が特定しにくい公衆トイレ施設などに汚れた下着などの回収容器を設置するなどの「流す必要がない」工夫も大事なこととなります。

ここでは、異物の性状による分類を行い、異物（固形物）が主に管路施設（特にポンプ施設）に与える影響とポンプ施設に必要な異物対策について述べます。

## 3-1 異物の例

### (1) 生活排水などからの異物排出

生活排水などに混入する異物としては、次のような異物排出が想定されます。

#### (a) トイレ（公衆トイレ含む）

管路施設の汚水入口部としては、トイレ排水口の物理的空間が最も大きいいため、排泄物以外の大きな異物（固形物）が排出される可能性があります。特に公衆トイレなど不特定な利用者が使用するトイレは、異物混入の可能性が高くなります。

例) 紙オムツ、生理用品、綿布、ストッキング、不織布など。

#### (b) 風呂など

浴槽からの排水は、固形物混入の可能性は少なく、また、排水口も 30mm 程度です。洗い場、洗濯機、洗面台などからの排水は、排水口に目皿を設けているため、異物も小さく量的にも少ないと判断されます。

例) 排水口目皿に詰まった繊維類・髪の毛を回収せずにそのまま排水口から排出。

例) 排水トラップに堆積した異物を回収せずにそのまま排出。

#### (c) 台所など

管路施設の汚水入口部としては、水質的に雑多な異物（液体含む）が排出される可能性が大きくなります。固形物に関しては、排水口目皿やカゴで回収されるため、異物も小さく量的にも少ないのですが、ディスポーザが設置されている場合は、繊維状の野菜屑などが大量に排出されます。

例) 油脂類・塩分・酸性・アルカリ性液体（天ぷら油、みそ汁・煮炊き汁、洗剤等）

例) 野菜屑・食物屑類・割り箸・スプーン類

#### (d) その他（上記の排水口と管路施設をつなぐ家庭内の排水管路）

各排水機器の排水口と下水道管路施設とをつなぐ家庭内排水管路からの異物混入が想定されます。

例) 接続マスなどの開口部から雨水などと共に流入する土砂等。

例) 排水管路の接続ミスによる雨水などの流入。

## (2) 工場排水などからの異物排出

工場排水などの特定施設では、一般的に中間処理施設などで処理された後に管路施設に排水されるため、管路施設への異物の混入は少ないものと判断できます。

## (3) 管路途中からの異物混入

管路途中からの異物には、次のようなものが想定されます。

### (a)マンホール蓋から

汚水管路のマンホール蓋は密閉性の高い蓋が採用されているため、異物が流入する可能性は低いのですが、開口部が極端に大きいため、故意に異物が排出された場合は、影響が甚大となります。

例) 不法投棄物（固形物・液体）など

### (b)管路から

地盤沈下など不明水（地下水）の流入や、排水管路の接続ミスによる雨水などの流入があります。

例) 排水管路の接続ミスによる雨水流入

## 3-2 水中汚水ポンプへの影響

### (1) 異物の大きさ（容積）による影響

異物の大きさ（容積）に対する通過性能の判断基準には「異物通過粒径」があり、ポンプ口径と物理的通過空間との比（％）で表されます。

汚水中に混入する異物が全て球形（ボール状）とはいえないため、異物通過粒径が大きいことで異物通過性能が優れているとは断定できませんが、比較的わかりやすい判断基準のため広く採用されています。

ただし、汚水の入り口部（トイレなど）の物理的空間（通過径）は限定されるため、ポンプ口径に関係なく一律にポンプ口径比（％）で異物通過粒径を表すことは、大口径ポンプに必要以上の通過空間を求める（結果的にポンプ効率が低下し必要以上に大きな出力となる）などの弊害もあります。

異物通過粒径を具体的な寸法で示す技術書等では、公共排水設備関係では  $\phi 53\text{mm}$  以上、農集ポンプ施設関係では  $\phi 65\text{mm}$  以上などの値が示されています。

しかし、汚水発生源（各家庭）に近い管路上流側に設置するポンプでは、通過形ポンプの場合では渦流ポンプに代表される異物通過粒径の大きなポンプが採用され、また、比較的住民の協力を得やすいため、ポンプ口径に関係なく異物通過粒径が  $\phi 50\text{mm}$  程度有れば十分なものと判断されます。

### (2) 異物の大きさ（面積）による影響

木板などの硬くて薄い異物は、変形しないため前項の異物通過粒径と同じ扱いとなりますが、綿布類（ハンカチ）などの軟らかくて薄い異物は、容易に形状が変化するため、異物通過径より大きな面積を持つ場合でも通過できます。汚水ポンプに対する面積の大きい異物の影響としては、

(a) 渦流により団子状となって、閉塞等の影響を与える。

(b) ねじれてひも状となって、隙間や回転部に絡みつき、拘束等の影響を与える。

(c) 渦流ポンプなどの羽根車と吸込みカバーとの間の空間が大きいポンプでは、羽根車前面に張り付いて揚水不能等の影響を与える。

面積に対する通過性能の判断基準も特に定められていませんが、表 4-4 に示す実験報告では、面積の大きな異物（綿布、不織布など）の通過特性は、通過粒径の大きいポンプの方が優れていることが判ります。

表 4-4 異物（綿布）通過実験報告

口径	通過粒径	通過綿布寸法※
φ50mm	φ35mm	150mm×150mm
φ50mm	φ50mm	200mm×200mm
φ65mm	φ65mm	250mm×250mm
※投入後もしくはポンプ再起動後に通過したもの		
※ポンプタイプはボルテックスポンプ		
「即時排水型ビルピット設備技術マニュアル」 (財) 下水道新技術推進機構（現（公財）日本下水道新技術機構）より引用		

### (3) 異物の長さによる影響

長尺の異物も硬いか、軟らかいかによりポンプに対する影響が異なります。

#### (a) 長尺の硬い異物

汚水ポンプに多く使われる遠心ポンプは、長尺の硬い異物（木片など）が通過しにくい構造となっており、拘束等の影響があります。

- ①回転部と共に回転し、固定部との摩擦抵抗により、過負荷運転等の影響を与える。
- ②羽根の間に引っかかり、他の異物の通過を阻害し、閉塞等の影響を与える。

このような硬い異物の通過性能は、前項の異物通過粒径と同じ扱いとなります。

#### (b) 長尺の軟らかい異物

ビニールヒモなどの異物は、容易に変形するため、少量では影響が少ないのですが、一時期に大量に流入した時は影響が大きくなります。

- ①流水の分岐部（ケーシング舌部、羽根入口部など）に積層し、閉塞等の影響を与える。
- ②オープン型羽根翼先端に絡みつき、吸込みカバーとの隙間で拘束等の影響を与える。
- ③回転部（シャフトなど）に絡みつき、拘束等の影響を与える。



④渦中心部（シャフト先端）で団子状に絡まって、閉塞等の影響を与える。

長尺の軟らかい異物が汚水中に混入するケースは容易に想定されますが、このようなひも状の異物に対する通過性能の判断基準は特に定められていません。表 4-5 に示す実験報告では、長尺の軟らかい異物（ヒモなど）の通過特性は、通過粒径の大きいポンプの方が優れていることが判ります。

表 4-5 異物（ひも）通過実験報告

口径	通過粒径	通過ひも長さ※
φ50mm	φ35mm	200mm
φ50mm	φ50mm	400mm
φ65mm	φ65mm	500mm
※投入後もしくはポンプ再起動後に通過したもの		
※ポンプタイプはボルテックスポンプ		
「即時排水型ビルピット設備技術マニュアル」 (財) 下水道新技術推進機構 (現 (公財) 日本下水道新技術機構) より引用		

#### (4) 異物の重さ（比重量）による影響

異物が水に浮くか、沈むか、水中を浮遊するかによりポンプに対する影響が異なります。

##### (a) 水中を浮遊するもの

見掛け比重が水とほぼ同じで水中を浮遊する異物が、ポンプに吸い込まれる可能性が最も高く、性状により閉塞や拘束等の影響を与えます。

##### (b) 水面を浮遊するもの

一般的なポンプ施設では、ポンプ運転可能最低水位付近でポンプ停止するため、水面を浮遊する異物がポンプに吸い込まれる可能性は低くなります。ただし、マンホールポンプ施設などのスカム対策として残水低減（ポンプ吸込口付近まで水位低下後にポンプ停止）を行う運転方式の場合や、水槽底部釜場への導水部の水流を積極的に利用する水槽形状予旋回槽の場合は、浮遊物であっても一度に容易にポンプに吸い込まれ、閉塞等の影響を与えます。また、水面を浮遊するものでも、吸水性の高い性質のもの（木片、発泡スチロールなど）は、時間と共に水中を多く浮遊するため、影響も大きくなります。

##### (c) 底部に沈殿するもの（土砂など）

一般的なポンプ施設では、水槽底部とポンプ吸込口の間空間を設けるため、重

い沈澱物がポンプに吸い込まれる可能性は低くなります。ただし、マンホールポンプ施設などの水槽底部の面積を積極的に小さくした水槽形状（釜場）や、水槽底部釜場への導水部の水流を積極的に利用する水槽形状の場合は、流水により沈澱物が攪拌され、一度に容易にポンプに吸い込まれ、拘束等の影響を与えます。また、水中に没した空き缶なども、見掛け比重が小さく流水の影響を受け易いため、ポンプに吸い込まれることがあります。

異物の重さ（比重量）によりポンプに吸い込まれ易さが異なりますが、異物通過性能に直接影響を与えるものではありません。ここでは、吸い込まれにくいと思われる浮遊異物や沈澱異物も水槽形状により一度に容易に吸い込まれる可能性があることに留意する必要があります。

#### (5) 異物の硬さによる影響

寸法的に容易に通過する異物に関しては、異物の硬さによる影響は僅かです。

ただし、ポンプは硬い異物を破砕する程のトルクを有しないため、ポンプの固定部と回転部との隙間に硬い異物が挟まった状態など、硬い異物による拘束状態に対しては脆弱です。特に、グラインダポンプをはじめとする破砕機構付きポンプでは、積極的に異物を破砕して通過させるため、破砕できない硬い異物（砂など）は混入させないことや、ポンプに吸い込ませない機構を設ける必要があります。

### 3-3 羽根車への影響と対策

ポンプなどに影響を与える異物の性状には、固体、液体、気体がありますが、ポンプ（羽根車）の形状に対して異物（特に「固形物」「繊維物」「ビニール類」など）が与える影響は、図4-9に示すように大きく分けて「積層」「閉塞」「拘束」に分類されます。

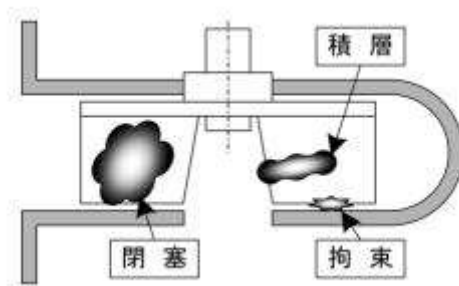


図4-9 異物がポンプに与える影響

#### (a) 積層（セキソウ）

羽根翼入口部に長尺の繊維物等が積み重なった状態。

**(b)閉 塞 (ヘイソク)**

大きい異物や長い異物が団子状に絡まって通水部（ポンプ吸込口・羽根車内空間）を塞ぎ、ポンプが排水出来ない（排水量が少ない）状態。

**(c)拘 束 (コウソク)**

硬い異物が回転部（羽根車）と固定部（吸込みカバー）の隙間に噛み込んだ状態。

### 3-4 ポンプ施設における異物対策

ポンプ施設における異物対策としては、「異物を除去（回収）する方法」と「異物をそのままの形状で通過させる方法」、「異物を細かく破砕して通過させる方法」に区分できます。

#### (1) 異物を除去（回収）する方法の例

ポンプ施設の流入部（流入管接続部）にし渣かごを取り付けて、異物を除去（回収）する方法があります。

し渣かごの汚水通過断面（網目）を小さくすることで、異物の回収効率はアップしますが、油脂による目詰まりなど、頻繁にし渣の回収・清掃を行う必要が生じるため、設置するポンプの異物通過性能を考慮して、通過断面を決定する必要があります。し渣の回収を怠ると、単に異物が回収されないだけでなく、し渣かごをオーバーフローした汚水が落下して水位計の誤動作や、ポンプ吸い込み汚水への気泡の混入など、し渣かごの設置が逆効果となる場合があるため、し渣の回収・清掃は確実にを行う必要があります。

また、し渣の回収を安全に行える装置や用地を必要とするため、道路下に設置されるマンホールポンプ施設では採用しにくい面があります。

#### (2) 異物をそのまま通過させる方法の例

異物を除去（回収）する方法が難しい場合、異物通過性能の高いポンプを採用する方法があります。

ポンプ施設に流れてきた異物はそのまま下流側に流す（処理場施設の入口部で回収する）考え方であり、道路下に設置されるマンホールポンプ施設では最も多く採用されています。ただし、何でも通過できるポンプは存在せず、性状により異物の通過性に限界があります。

通過性能を示す物差しとしては、異物通過粒径（ポンプケーシング内の物理的空間寸法）があります。ひも状の長い異物などの性状による通過性能を示す物差しは、今

のところ定義されていませんが、各ポンプメーカーとも異物通過性に対する改善・改良が行われています。

### (3) 異物を細かく破砕して通過させる方法の例

破砕機構付のポンプを採用する方法があります。

これも、異物を回収するのではなく下流側に流す考え方ですが、異物を細かく破砕することで配管径を小さくできるメリットがあります。ただし、何でも破砕できる機構は存在しませんが、一部流量の少ないポンプ施設では、異物も小さいため、破砕機構付のグライндаポンプを採用することができます。また、異物が槽内に多量に残らない様にトルクを大きくして直ちに破砕して排出するために破砕機構によるエネルギーロスが大きくなります。そのため、管路施設の最上流側（砂などの流入が少ない）に設置されるグライндаポンプなど小型ポンプに限定されます。

## 3-5 まとめ

異物対策の基本は、発生源で異物を污水处理施設（管路）に流さないことですが、異物混入に対して頻繁に故障するような脆弱なポンプ施設では、維持管理コストが増大し污水处理施設の適切な運営も難しくなります。

発生源に近接したポンプ施設では、施設の故障が「トイレ・台所・風呂が使いなくなる」という問題に直結するため、身近な施設（我が家のポンプ）という意識が最も強くなり、「流さないこと」のモラル向上が得やすくなります。このようなポンプ施設には、圧力式下水道収集システムにおけるグライндаポンプ（収集ポンプ）があり、各家庭敷地内若しくは家庭直近に設置されるため、住民に対する啓蒙の効果が得られやすいポンプ施設であり、また、収集ポンプ（小口径ポンプ）を通過した異物は、下流側のポンプ施設に与える影響も少ないといえます。

発生源とポンプ施設までの距離が遠くなるにつれて身近な施設という意識が薄れます。また、利用者が特定しにくい公衆トイレ施設などでも利用者のモラル低下が避けられません。自然流下管路で収集された汚水の中継・圧送するポンプ施設や、モラル低下が避けがたい施設の汚水を収集するポンプ施設では、ポンプ施設における異物対策が重要となってきます。ただし、やみくもに大きなポンプを選定したり、全てのポンプ施設の流入部に破砕施設や除塵施設を設けたりすることも建設コストが増大し、やはり、污水处理施設の適切な運営が難しくなります。

ポンプ施設における異物対策の基本は、ポンプ施設設計段階において、その設置場所に最適なポンプ（タイプ・大きさなど）を選定することが、建設コストや維持管理コストの削減に結びつくものと考えます。

## 4. ポンプ施設の電源について

水中汚水ポンプに搭載する電源および電動機の決定は、ポンプ施設のライフサイクルコストに影響を与えるため、経済的なものを選定する必要がありますが、反面、電気供給約款や内線規程など採用に際しては各種の決まり事もあります。ここでは、水中汚水ポンプに適用される電源、電動機および保護装置の種類と選定について述べます。

一般にマンホールポンプ施設については契約電力が 50kW 未満で計画されるので、受電電圧は単相 200V(需給契約種別：定額電灯または従量電灯)または三相 200V (需給契約種別：低圧電力) となります。

### 4-1 電動機の種類

一般にマンホールポンプ施設に適用される水中汚水ポンプには交流電動機が使用されており、交流電動機は下記のように分類されます。

#### (1)三相誘導電動機

固定子の巻線（ステータコア）に発生する回転磁界で回転子（ロータ）が回転し、主軸（シャフト）により回転力を伝えます。

#### (2)単相誘導電動機

主巻線と補助巻線を設けることで磁界の位相差により回転磁界を発生させて始動し、一定の回転数に達すると補助巻線回路を切り離し、主巻線のみで運転されます。補助巻線側にコンデンサが接続されたものをコンデンサ始動方式、補助巻線だけのものを分相始動方式といいます。また小形の水中ポンプには、コンデンサ運転方式（補助巻線の回路が運転中も切り離されない）の単相誘導電動機も使用されています。

### 4-2 単相電動機と三相電動機の使い分け

単相電源は「従量電灯」契約となり、電力会社により容量契約(キロボルトアンペア)、あるいは電流契約(アンペア)のいずれかになります。単相誘導電動機を使用する場合は、一般家庭に引き込まれている電源を使用することができ、基本料金が共用となるので安価にすることができます。

また、三相誘導電動機は「低圧電力」契約となり、契約電力の算定は電気供給約款によ

り決定されますが、基本料金、および使用電力量料金は電力会社により異なります。三相誘導電動機を使用する場合は、マンホールポンプ施設毎に契約が必要になります。

いずれも、施設計画に基づき機種・稼働時間等から電気料金（基本料金、および使用電力量料金）を算出し、電気料金を考慮した機種の選択を行う必要があります。

三相誘導電動機の出力毎の契約電力を表 4-6 に示します。

表 4-6 水中汚水ポンプの契約電力（低圧電力）

(運転方法)	電動機出力 (kW)	契約電力 (kW)	タイプ (運転方法)	電動機出力 (kW) × (台)	契約電力 (kW)
(※1) 単独 運転方式	三相 0.4	1	(※2) 並列交互 運転方式	三相 0.4×2	1
	三相 0.75	1		三相 0.75×2	2
	三相 1.5	2		三相 1.5×2	4
	三相 2.2	3		三相 2.2×2	6
	三相 3.7	5		三相 3.7×2	9
	三相 5.5	7		三相 5.5×2	13
	三相 7.5	9		三相 7.5×2	17
	三相 11.0	13		三相 11.0×2	25
	三相 15.0	17		三相 15.0×2	33
	三相 22.0	25		三相 22.0×2	46
※1：単独運転方式には、2台設置型の単独交互運転方式も含まれます。					
※2：並列交互運転方式には、単独交互非常時並列運転方式も含まれます。					

### 4-3 耐熱クラス（絶縁）の種類

電動機の絶縁材料の耐熱特性は、JIS C 4003 の耐熱クラスによって規定され、三相誘導電動機が主に a、e、b、f、h の 5 種類が使われます。電動機の固定子巻線部分の周囲温度（最高 40℃）からの温度上昇限度を表 4-7 に示します。電動機の耐熱クラスは、電動機の発熱などによる温度上昇と取り扱い液の温度などの使用環境によって決定され、周囲温度が 40℃を超える場合は、その周囲温度から 40℃を引いた値だけ、温度上昇限度を引き上げる必要があります。マンホールポンプ施設に使用される水中ポンプにおいては、一般に耐熱クラス e または f が用いられます。

表 4-7 耐熱クラスの種類

耐熱クラスの種類	固定子巻線の温度上昇限度
a	60K
e	75K
b	80K
f	105K
h	125K

出典：JEC-2137（電気学会 電気規格調査会標準規格）

電動機出力：600W 以上、200kW 以下

一般に、電動機効率により電動機の温度上昇が異なり、効率が悪いと電動機の温度が上昇するので、絶縁材料を高価な耐熱材料にする必要があります。例えば、電動機の温度上昇： $\Delta t$  を 75K（ケルビン）以下に抑える設計を行えば耐熱クラス e で対応可能ですが、温度上昇が 125K と高くなるような電動機では絶縁を耐熱クラス h に上げなければなりません。温度上昇が大きな電動機は、高価な絶縁材料にしなければならないばかりでなく、温度が 10℃上昇すると電動機の寿命が半減されるともいわれており、いかに温度上昇を抑えるかが電動機の寿命、ひいてはポンプの寿命を延ばすこととなります。

次に、取り扱い液の温度などの使用環境についても考慮が必要です。例えば、周囲温度が 80℃であれば、温度上昇限度から  $80-40=40K$  分差し引いて検討する必要があるため、耐熱クラス e では温度上昇限度が  $75-40=35K$  となります。温度上昇が少ない電動機でも h 種絶縁が必要となる可能性があります。一般に使用されるマンホールポンプ施設では、家庭からの生活排水（風呂や台所の排水）が 40℃～50℃程度のため、電動機の耐熱クラスは e、または f で十分となります。

このように、ポンプに搭載する電動機の耐熱クラスの種類（温度上昇限度だけでポンプの良し悪しを判断することはできず、使用環境に応じていかに温度上昇の少ない電動機を選択するかがポイントとなります。

また、JIS B 8325 では、「電動機が水面上に露出するポンプでは、運転中、電動機が大気中に露出し始めてから 30 分間は支障がなく運転できるものとする」と規定されており、国内ポンプメーカーではこの規格に基づき製作されております。

予旋回槽仕様のマンホールポンプ施設においては、ポンプ停止の際に気中運転となるので電動機の耐熱特性は重要となりますが、実際の運転では JIS B 8325 に示すような 30 分間の気中運転になることはないので、電動機の耐熱クラスは e、f で十分といえます。

#### 4-4 三相誘導電動機の始動方式

電動機は始動時に全負荷電流（定格電流）の 5～7 倍程度の電流（始動電流）が流れます。このため、JIS B 8325 では「三相の始動方式は、定格出力 7.5kW 以下の場合には、全電圧始動とし、11kW 以上の場合には、スターデルタ始動機、始動補償器などにより減電圧始動とする」と規定されております。よって水中ポンプの三相誘導電動機の代表的な始動方式は、表 4-8 のようになります。

表 4-8 三相誘導電動機の始動方式

出力	始動方式	内 容
7.5kW 以下	直入れ始動 (全電圧始動)	電動機に最初から定格電圧（全電圧）を印可して始動する方式で、始動操作が最も容易で、大きな始動トルクが得られるのが特徴です。しかし、始動時に定格電流の 3～6 倍程度の電流が流れるため、電源や他の電動機などの設備に影響を与えることがあり、小出力の電動機に採用される始動方式です。
11kW 以上	スターデルタ始動 (減電圧始動)	巻線がデルタ結線されている電動機で、始動時はスター接続、一定時間後にデルタ接続に切り換える方式で、直入始動に比べて始動電流を約 1/3 に抑えられるのが特徴です。しかし、始動トルクが約 1/3 に低下するほか、始動器が必要でポンプケーブルも 6 芯となるため、中出力の電動機に採用される始動方式です。



#### 4-5 単相電動機の始動電流について

家庭用電源（単相 100V）でも大きな容量の電気器具を使用した場合に、照明器具やテレビなどのちらつきが生じることがあります。これは、大きな容量の電気器具を運転した際に一時的に大きな電流が流れて電圧が低下したため、他の電気器具が影響を受けて不安定となったものです。単相 200V 仕様のポンプも家庭用電源と同じ電源を使用するため、大きな容量のポンプを使用した場合には、各家庭の電気器具に影響がでる可能性があります。

このような影響を防止するために、内線規程(JEAC8001 : 2016-P.442 参照)では、「電灯と併用する単相誘導電動機で一般用電気工作物として施設されるものの始動電流は、電気事業者と協議した場合を除き、37A 以下とすること」と規程されています。

この内線規程に基づいて、国内ポンプメーカーでは単相 200V 電動機は 1.0kW（始動電流 37A）以下で製作しており、始動電流が 37A を越える単相 200V 仕様ポンプは製作していません。

このような規程のない海外メーカーの単相 200V 仕様ポンプを使用する場合は、電動機出力が 1.0kW（始動電流が 37A）を越えるものについては、電気事業者との協議が必要になり、協議次第では受電を拒否される場合があります。

内線規程上は、個別協議により大きな出力の単相仕様ポンプも選定可能とも解釈できますが、家庭からの汚水を圧送する水中汚水ポンプは必然的に家庭に隣接して設置されるため、実質的には始動電流が 37A を越える水中汚水ポンプを選定することは難しくなります。一般的に電動機出力が 1.0kW 程度では始動電流が 37A を越えてしましますが、国内ポンプメーカーでは特殊な始動回路を組み込むことで、始動電流 37A 以下のモータでの運転を可能としています。それにより、電気事業者との協議が不要となるだけでなく、他の電気器具への影響も少なくしています。

## 4-6 保護装置

### (1) 電動機保護装置

電動機の過負荷運転を保護する装置としては、図 4-10 に示すようなオートカットまたはサーマルプロテクタがあります。一般に国内ポンプメーカーでは小容量ポンプ（電動機出力：7.5kW 以下）にはオートカットを、中・大容量ポンプ（電動機出力：11kW 以上）にはサーマルプロテクタを内蔵しています。



図 4-10 過負荷保護装置（例）

#### (a) オートカット

電動機電流を直接遮断できるように電動機結線に直接接続している保護装置で、三相誘導電動機ではスター結線されている巻線の中性点に、単相誘導電動機では巻線の端部に取り付けられます。何らかの原因で電動機に過電流が生じた場合、もしくは電動機が異常に過熱した場合に、バイメタルの働きにより電気回路を遮断して電動機を停止させます。なお、電動機の温度が下がると自動的に復帰します。

#### (b) サーマルプロテクタ

電動機の巻線温度を検出する保護装置で、電動機の巻線中に埋め込まれており、専用のケーブルにより外部の制御盤内の電気回路と接続されます。何らかの原因で電動機巻線が異常に過熱した場合に、サーマルプロテクタのバイメタルが動作し、その信号を受けて制御盤内の電気回路を遮断して電動機を停止させます。（図 4-11 参照）なお、電動機の温度が下がるとバイメタルは復帰しますが、再始動は外部の制御盤にて手動で復帰させます。

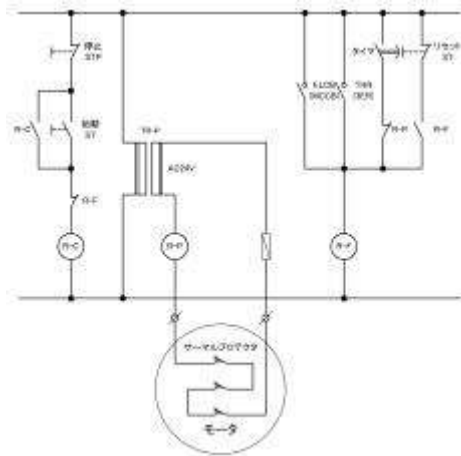


図 4-11 サーマルプロテクタ検知回路 (例)

## (2) 浸水検知器

電動機室内への浸水を検知する装置として、図 4-12 に示すような浸水検知器（電極式またはフロート式）があります。浸水を検知した際に、重故障としてポンプを故障停止させる方法と、軽故障としてポンプの点検修理を促す表示等を行い運転は継続する方法があります。なお、浸水検知器については、農業集落排水施設設計指針(令和 2 年度改訂版)、および小規模下水道施設マネジメント指針と解説(2024 年版)では、「φ65mm 以上かつ 2.2kW 以上のポンプについては設けること」と規定されています。

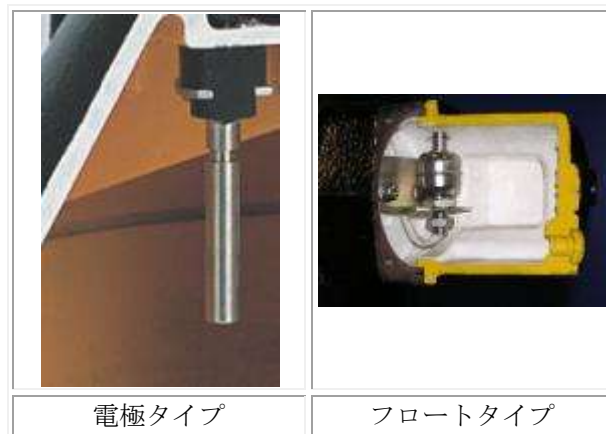


図 4-12 浸水検知器 (例)

(a)電極式浸水検知器

一般に電動機とポンプ部間のオイル室に電極を取り付け、専用のケーブルにより外部の制御盤内の電気回路と接続されます。オイル室内に水が侵入すると電極により検出し、制御盤内の電気回路で故障表示または電動機を停止させます。

(b)フロート式浸水検知器

電動機下部に浸水だまり室を設けてこの中にフロートスイッチを取り付け、専用のケーブルにより外部の制御盤内の電気回路と接続されます。浸水だまり室に水またはオイルが侵入するとフロートの動作により検出し、制御盤内の電気回路で故障表示または電動機を停止させます。(図4-13参照)フロート式は、専用の浸水だまり室を設けているので、非常に安定した制御ができる特徴があります。

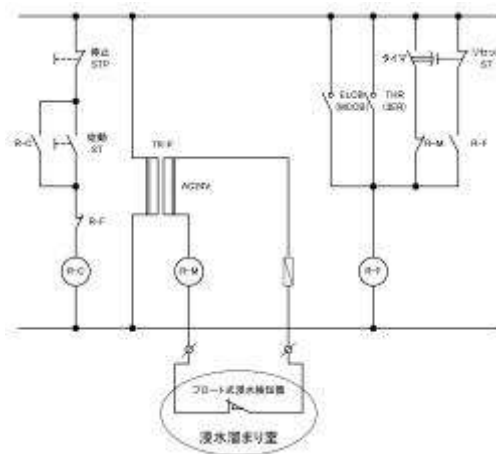


図4-13 フロート式浸水検知回路(例)

## 5. ポンプ施設の運転方法について

ここでは、圧力管路システムにおけるポンプ施設の内、主として収集システムに用いられる圧力式下水道収集システム（以下 GP ユニット）と、輸送システムに用いられる組立式丸形マンホールポンプ場（以下マンホールポンプ施設）の運転方式について述べます。

### 5-1 ポンプ台数と運転方式

ポンプ施設には、設置台数により「1台設置型」と「2台設置型」があり、また、2台設置型のポンプ運転方式には「1台運転型」と「2台運転型」があります。ポンプ台数と運転方式の組合せをまとめると、表4-9のように分類されます。

表4-9 ポンプ台数と運転方式 ※ディプレックスと並列交互の表現

設置台数	設計上の運転台数	運転方式	基本的な検出水位※1				契約電力
			hh	2h	1h	l	
1台設置	1台運転	単独運転方式	○		○	○	1台分
2台設置	2台運転	並列交互運転方式	○	○	○	○	2台分
	1台運転	単独交互運転方式	○		○	○	1台分
		単独交互非常時 並列運転方式	※2 ○	○	○	○	※3 2台分

※1 hh：異常高水位、2h：2台運転水位、1h：1台運転水位、l：停止水位  
 ※2 hhの水位で2台運転水位を兼ねる場合もある。  
 ※3 単独交互非常時並列運転方式における非常時とは、計画流入量を超える流入が生じた場合を想定するものであり、電力契約時の契約約款とは無関係なため、2台分での契約となる。

## 5-2 ポンプ運転方式

### (1) 単独運転方式 ※シンプレックス

ポンプ 1 台設置の 1 台運転型であり、計画流入汚水量に対し 100%容量のポンプを 1 台設置します。これは、GP ユニットの標準的な運転方式であり、同一管理区内に同一機種 GP ユニットが複数台設置される場合に用いられます。予備ポンプはシステム全体の共通予備機として保管されます。

### (2) 並列交互運転方式 ※ディプレックス

ポンプ 2 台設置の 2 台運転型であり、計画流入汚水量に対し 50%容量のポンプを 2 台設置します。ポンプの運転は水位の上昇により 1 台目運転水位でポンプ 1 台が運転し、さらに水位が上昇して 2 台目運転水位に達するともう 1 台のポンプも運転して並列運転を行います。汚水流入量が少ない時は 1 台目運転水位と停止水位の間で交互運転を行います。これも GP ユニットの標準的な運転方式であり、ポンプ機種の一統のため計画汚水量の多いポンプ施設に用いられます。この場合も、予備ポンプはシステム全体の共通予備機として保管されます。

### (3) 単独交互運転方式

ポンプ 2 台設置の 1 台運転型であり、計画流入汚水量に対し 100%容量のポンプを 2 台設置します。ポンプの運転は 1 台目運転水位と停止水位の間で交互に運転され、2 台のポンプ運転時間が平準化されます。また、運転中のポンプが故障した場合は、もう 1 台のポンプに自動的に切り替わります。これはマンホールポンプ施設の標準的な運転方式であり、ポンプ予備機を常設して運転中のポンプが故障しても計画流入汚水量の排水を満足する必要があるような重要性の高いポンプ施設に採用されます。

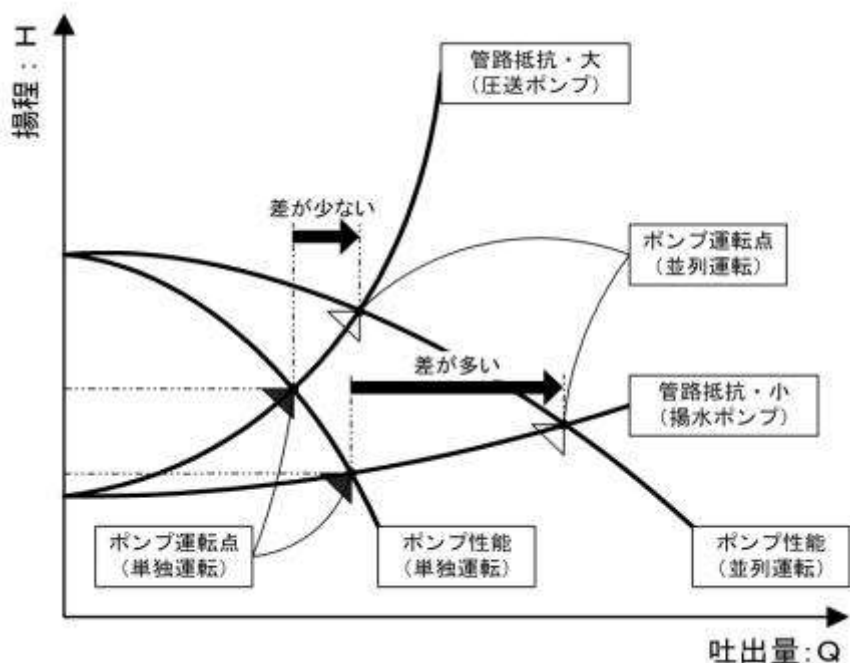
### (4) 単独交互非常時並列運転方式

ポンプ 2 台設置の 1 台運転型であり、計画流入汚水量に対し 100%容量のポンプを 2 台設置します。この運転方式は、単独交互運転方式と基本的に同じですが、ポンプ計画吐出量より多い汚水の流入に備え、マンホール内の水位を下げる目的で水位上昇時には 2 台目のポンプも運転させる運転方式です。この運転方式を採用する際は、次の点に留意する必要があります。

#### (a) 2 台運転時の吐出量は 2 倍にはならない。

圧力管路が無い「揚水ポンプ」では、ポンプ 2 台並列運転時の吐出量は 1 台運転時の吐出量の 2 倍に近い吐出量となりますが、圧力管路が長い「圧送ポンプ」では、圧力管路が長ければ長いほどポンプ 2 台並列運転時の吐出量は 1 台運転時

の吐出し量に限りなく近づくことになり、2台並列運転の効果は少なくなることに留意する必要があります。(図4-14参照)



(備考) 揚水ポンプの場合は管路抵抗が小さく、単独運転時の吐出し量と並列運転時の吐出し量の差はかなり多く2倍近くなる。一方、圧送ポンプの場合は管路抵抗が大きく、単独運転時の吐出し量と並列運転時の吐出し量の差は少ない。

図4-14 ポンプの並列運転と吐出し量 (例)

(b)契約電力は2台分必要である。

電力会社との契約上は、あくまでポンプ最大運転台数で契約電力が決定されるため、この運転方式における契約電力はポンプ2台分となり、維持管理費(電気料金)が高くなることに留意する必要があります。ポンプ計画吐出し量を超える流入が生じることは、ポンプ施設としては“非常時”ではありますが、この“非常時”を拡大解釈して1台分で契約することは、単に契約違反となるばかりでなく、供給電気設備の停電や火災事故につながる恐れもあります。

### 5-3 まとめ

圧力管路システムは、自然流下式が主体の管路システムに比べて GP ユニットやマンホールポンプ施設を多用するため、ポンプ台数が多くなり、維持管理費が多額になる傾向があります。

圧力管路システムの維持管理費を低減するためには予備ポンプを含めた全ポンプ台数を極力少なくなるように計画しなければなりません。

それぞれのポンプ施設の重要性を考慮して、必要な施設には予備ポンプを常設することが基本とはなりますが、予備ポンプを共通予備として保管することが可能な施設では、これまでのマンホールポンプ施設のように 2 台設置型（単独交互運転方式）のみを採用するのではなく、GP ユニットで採用している 1 台設置型や 2 台設置型（並列交互運転方式）の採用を考慮することで、維持管理費の低減に結びつくものと考えます。



## 6. 水中汚水汚物ポンプの機種選定

### 6-1 マンホールポンプ施設の変遷

#### (1) はじめに

水中汚水汚物ポンプの普及とマンホールポンプ施設の普及には、相互に非常に深い関係があります。

着脱式の水中汚水汚物ポンプが登場する以前の汚水汚物ポンプは、汚水槽上部に電動機を設置する上屋が必要な立軸ブレードレスポンプ（図4-15左参照）が全盛で下水道におけるポンプの主流でした。

立軸ブレードレスポンプを用いた中継ポンプ場を建設するためには、先ず建設用地を確保する事から始めねばならず、小規模な中継ポンプ場を建設するにも長い期間と多大な建設費が必要でした。

その後、水中汚水汚物ポンプに着脱式（図4-15右参照）が採用されたことで上屋は必ずしも必要ではなくなり、道路下等に地下式の中継ポンプ場が建設されるようになりましたが、ポンプ槽は現場打ちのコンクリート水槽が主体で、FRP製のポンプ槽を採用したマンホールポンプ施設は特殊な場所以外には採用されませんでした。



(立軸ブレードレス)

(着脱式水中ポンプ)

図4-15 汚水汚物ポンプ（例）

1980年頃にポンプ槽にコンクリート二次製品の組立式マンホールが採用され、又、1984年頃に当時の予旋回槽が紹介されたことにより、現在のマンホールポンプ施設の基本的な構造が確立しました。これ以降、小規模な中継ポンプ場のほとんど全てが短工期で建設費が安いマンホールポンプ施設で建設することが主流となり、全国で爆発的に普及しました。又、マンホールポンプ施設に関する技術書等は、1984年以降に「日本下水道事業団」「(社)日本下水道協会」「(財)下水道新技術推進機構」などから設計指針やマニュアルの形で整備され現在に至っています。

## (2) 水中汚水汚物ポンプ普及の歴史

- (a) 1964年に海外の技術が日本に導入され、国内で初めて着脱式の水中汚水汚物ポンプの製造・販売が開始されました。
- (b) 1973年にポンプメーカー各社が着脱式の水中汚水汚物ポンプの製造・販売を開始しました。これにより、着脱式の水中汚水汚物ポンプが国内市場で急速に普及しました。
- (c) 1975年に東京都の父島にFRP製ポンプ槽のマンホールポンプ施設の1号機が設置されました。施設規模は、φ1,800mmのFRP製ポンプ槽にφ150mmの着脱式水中汚水汚物ポンプを2台内蔵しています。
- (d) 1977年に鎌倉市にFRP製ポンプ槽や大口径のヒューム管をポンプ槽としたマンホールポンプ施設が設置されました。住居が密集した古都であるためポンプ施設の建設用地も無く、また道路が狭く建設機械も入れない様な地域の下水道整備に適したポンプ施設として採用されました。
- (e) 1980年頃にポンプメーカーと組立式マンホールメーカーとで、コンクリート二次製品の組立式マンホールをポンプ槽としたマンホールポンプ施設が考案されました。これにより、ポンプ槽のみを管路と共に先行して設置でき、内部のポンプ施設は供用開始時期に合わせて後から設置できるため、FRP製ポンプ槽に代わって全国的に急速に普及しました。
- (f) 1984年にスクリーポンプと予旋回槽を組み合わせたタイプが登場し、これ以降、ボルテックスポンプタイプやノンクロックポンプタイプでも予旋回槽との組み合わせによるスカム対策形のマンホールポンプ施設が主流となりました。

### (3) 技術書等におけるポンプの変遷

1984年以降のマンホールポンプ施設に関する技術書等に記載された着脱式水中汚水汚物ポンプのタイプを見ると、その当時に広く採用されたポンプタイプの変遷がうかがえます。

- (a) 1984年（注 i）には、ノンクログタイプ、ボルテックスタイプ、チョッパ又はカッタ付タイプが記載されており、この当時は、ノンクログポンプにカッタ機構を設けた「チョッパ又はカッタ付きタイプ」も採用されています。
- (b) 1987年（注 ii）には、ボルテックスタイプ、スクリータイプ、ノンクログタイプ、チョッパ又はカッタ付タイプが掲載されており、初めて「スクリータイプ」が登場しました。これに併せて、スカム堆積防止として予旋回槽（予旋回室）も参考記載されました。
- (c) 1996年（注 iii、iv）には、ボルテックスタイプ、スクリータイプ、ノンクログタイプが記載されており、「チョッパ又はカッタ付タイプ」は技術書等からは削除されました。
- (d) 1997年（注 v）には、ボルテックスタイプ、スクリータイプ、ノンクログタイプが記載されており、ここでは、ポンプに必要とする最小通過粒径として 35mm 以上が明示され、又、スカム対策として予旋回槽・釜場等が標準となりました。
- (e) 2004年（注 vi）には、ボルテックスタイプ、スクリータイプ、ノンクログタイプが記載されており、ここでは、ポンプ最小口径が [80mm] から [65mm] に変わり、また [50mm 以下] については破碎機構付き小型水中汚水ポンプ（グライндаポンプ）を使用する事が明示されました。

注 技術書等文献

- |     |  |                              |
|-----|--|------------------------------|
| i   | 『小規模下水道計画・設計指針』                        | (社)日本下水道協会<br>1984年(昭和59年)   |
| ii  | 『マンホール形式ポンプ場・設計指針(案)』                  | (社)日本下水道事業団<br>1987年(昭和62年)  |
| iii | 『小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説』<br>1996年(平成8年) | (社)日本下水道協会                   |
| iv  | 『小規模汚水中継ポンプ場設計要領(案)』                   | (社)日本下水道事業団<br>1997年(平成9年)   |
| v   | 『下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル』                 | (財)下水道新技術推進機構<br>1997年(平成9年) |
| vi  | 『小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説』                | (社)日本下水道協会<br>2004年(平成16年)   |

#### (4) マンホールポンプ施設の変遷

マンホールポンプ施設と水中汚水汚物ポンプの歴史を見ると、

- ① 水中ポンプに着脱装置の採用
- ② ポンプ槽にコンクリート二次製品の採用
- ③ スカム対策に予旋回槽の採用

が、現在のマンホールポンプ施設の普及に大きく貢献しており、又、市場の要求に応じて使用されるポンプタイプも徐々に変化してきたことがわかります。

## 6-2 ポンプ機種選定に際して

### (1) 機種選定手順

水中汚水汚物ポンプの機種選定にあたっては、計画地域における仕様の理解とそれを決定することから始まり、手順としては次のようになります。

- ① 計画流入汚水量からポンプ計画吐出し量を算定
- ② 設置場所の計画実揚程からポンプ計画全揚程を算定
- ③ 計画地域における汚水発生源での異物性状を調査分類
- ④ これらに適合したポンプのうち経済的な機種を選定。

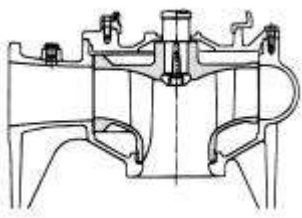
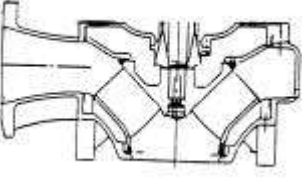
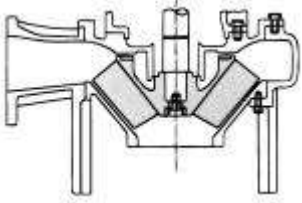
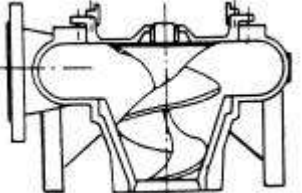
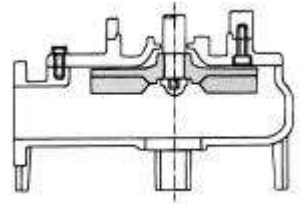
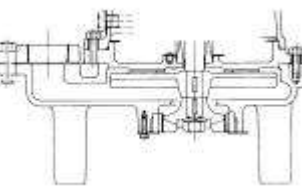
この手順では、①ポンプ計画吐出し量及び②ポンプ計画全揚程は比較的簡単に求めることができ、これより④ポンプ選定（口径及び出力）も簡単に決定できます。ところが、このポンプ選定に③異物の通過性を盛り込むとなると非常に厄介なことになります。なぜならば、ポンプ選定で、異物の通過性を重視するとポンプ口径が大きくなり必要以上に大きな出力のポンプを選定する結果になりかねないからです。

異物の通過性を検討する際には、どの程度の住民の協力が得られ、それによりどの程度の異物がポンプに流入するか、又、その異物性状とその量が維持管理に耐えられるかがポイントとなります。ポンプ選定に影響を与える異物は、主に固形物と繊維物やビニールなどの軟質物があり、ポンプ形式によりこれらの異物の通過特性が異なり、又、ポンプ性能自体も違ってきます。

### (2) ポンプの種類

ここでは、水中汚水汚物ポンプの体系について概略を表 4-10 にまとめてみました。そして的確なポンプ選定を行える様に、以降の章で、それぞれのポンプの詳細な構造及び長所短所を維持管理性も含めて記述します。

表 4-10 水中汚水汚物ポンプの構造別体系

基本系	小系列	詳細図	系列
クローズ型	ブレードレス型		ノンクログ系
	ノンクログ型		
セミオープン型	ノンクログ型		
	スクリュー型		スクリュー系
	ボルテックス型		ボルテックス系
破碎機構付	グラインダ型		グラインダ系

## 6-3 グラインダポンプについて

### (1) グラインダポンプの導入

グラインダポンプは、個別処理による地下水汚染や環境衛生不良に対して集合処理に切り替える際に、自然流下方式に代わる新しい発想に基づく汚水の収集システムとして提案された「圧力式下水道収集システム」に使用する収集ポンプとしてアメリカで開発されたポンプです。この「圧力式下水道収集システム」が、欧米の中小地方都市を中心に採用され、現在の高い下水道普及率を実現しました。

日本においても、中山間部をはじめとする中小地方都市における下水道普及率の向上が課題となっており、従来の自然流下方式に代わる低コストの汚水収集システムとして「圧力式下水道収集システム」の採用が推進されていました。

### (2) グラインダポンプの特徴

グラインダポンプは、ポンプ吸込み口部に破砕機構（グラインダ）を持つ小型水中汚水ポンプです。多くの水中汚水ポンプは、ポンプケーシング内に大きな空間を有して、汚水中に含まれる異物をそのまま通過させる異物通過性を重視した無閉塞形の構造ですが、グラインダポンプは、汚水中に含まれる異物を積極的に破砕して通過させる破砕形の構造のポンプです。

収集用ポンプに求められる条件は、小水量（小口径）ですが汚水幹線まで収集・搬送するために高い揚程が必要となり、高い揚程を得るためには、ポンプケーシング内の異物通過空間が極端に小さくなります。このため、小水量を扱う収集用ポンプとして、小型水中汚水ポンプと破砕機構（グラインダ）を組み合わせることで異物対策を行う破砕形のポンプ（グラインダポンプ）が開発されました。このグラインダポンプを採用することで、圧力管路の配管径も極端に小さくでき、効率的な汚水収集が可能となります。

グラインダポンプに類似するポンプとして、ノンクログポンプ（セミオープン羽根タイプ）の羽根翼部先端に超鋼チップを取り付けた「カッタ機構」を有するカッタ付ポンプがありますが、カッタ付ポンプは羽根翼先端に絡みつような長尺の繊維状の異物のみを切断するもので、ほとんどの異物は破砕されずに通過するため、基本的な構造は無閉塞形に含まれます。

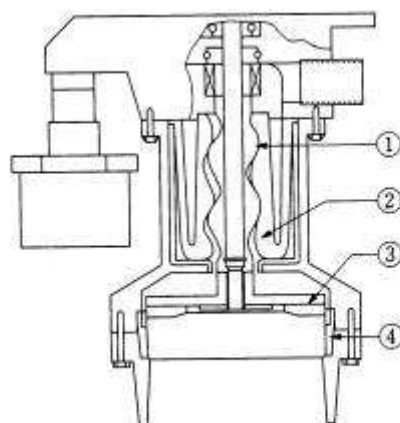
グラインダポンプの破砕機構（グラインダ）は、ポンプ吸込み口部にシャフトと共に回転する回転刃と、ケーシング側に固定された固定刃より構成され、この回転刃と固定刃の隙間を異物が通過する際に数 mm 程度に細かく破砕されます。ポンプに吸い込まれる汚水は全量が破砕機構（グラインダ）を通過し、汚水中に含まれる異物も全量が破砕されるため、ポンプケーシング内及び吐出配管途中での異物による閉塞は発生しません。

ポンプは、異物が細かく破碎された汚水を搬送するため、より高揚程特性を示すポンプ形式を採用することが可能となり、圧力式下水道システムにおける「多重圧送」に適したポンプ特性を示します。

なお、グライндаポンプには、遠心式グライндаポンプタイプと容積式グライндаポンプタイプがあります。両タイプとも「圧力式下水道収集システム」に使用するポンプですが、構造的には次のような違いがあります。

#### (a)容積式グライндаポンプ

容積式グライндаポンプは、最初に圧力式下水道収集システムに採用されたポンプです。構造は、図 4-16 に示すようにシャフトと共に回転するステンレス製のネジ式ロータと固定されたゴム製のステータとの間に出来る空間に汚水を吸い込んで加圧・搬送するポンプです。ポンプ吐出量は、この空間の大きさとポンプ回転数により決定され、揚程が変化しても吐出し量がほぼ一定量となります。日本国内では、内線規程による始動電流の制限により、単相 200V の 0.75kW のみが販売されています。又、ポンプは据置式で、配管とはレバーカップリングで接続しますが、ポンプ本体に水位計と逆止弁を内蔵するため据付が比較的容易に出来ます。



番号	部品名	材質
1	ローター	ステンレス
2	ステーター	ゴム
3	回転刃	特殊鋳鉄
4	固定刃	特殊鋼

図 4-16 構造図 (容積式)



破碎機構（グラインダ）は、図 4-17 に示すように回転刃と固定刃で異物を削るように時間をかけて徐々に破碎します。ここで、瞬時に多量の異物や大きな異物などを吸い込みにくくするために、4 極モータで回転速度を抑えると共に、ポンプ吐出量に対して破碎機構の外径を大きくして吸込み速度を遅くしています。さらに、破碎できない金属片や砂などの固形物も吸い込みにくくするために、ポンプ吸込み口と貯水タンク底部までの隙間を大きくしています。

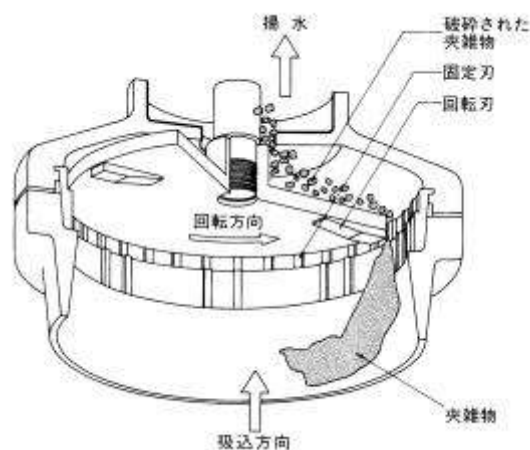
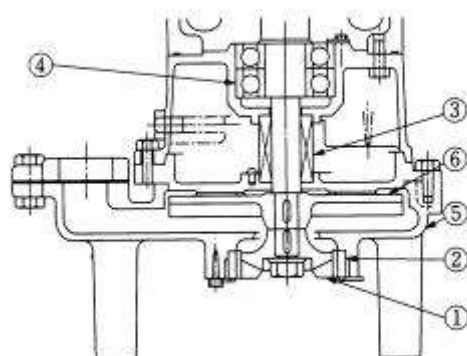


図 4-17 破碎機構（容積式）

また、ポンプ部（ロータ、ステータ間）に空気が入らないように停止水位をポンプ部より高い位置に設定し、始動時のステータ（ゴム材）のかじり込み（焼き付き）を防止します。

#### (b)遠心式グラインダポンプ

遠心式グラインダポンプは、図 4-18 に示すように羽根車の回転による遠心力で汚水を加圧・搬送するポンプです。高揚程特性を示す渦流形又はセミオープン形の羽根車を採用しています。吐出量は他の遠心式ポンプと同様に揚程により変化し、高揚程で使用する時は吐出量が少なく、低揚程で使用する時は吐出量が多くなります。日本国内では単相 200V の 0.75kW、1.0kW の他に、三相 200V の 0.75kW～3.7kW のポンプが販売されています。



番号	部品名	番号	部品名
1	回転刃	4	下部玉軸受
2	固定刃	5	ケーシング
3	メカニカルシール	6	羽根車

図 4-18 構造図 (遠心式)

ポンプは据置式あるいは着脱式を採用できます。据置式ではポンプと配管はレバーカップリングで接続します。着脱式ではポンプの自重で配管との接続が可能となり、据付・点検時のポンプ引上げ・吊降ろし作業が比較的容易に出来ます。また、水位計とポンプが一体でないためそれぞれのケーブル処理が必要となりますが、水位計は、転倒式 (フロートスイッチ)、気泡式、投込み式などと任意に組み合わせることが出来ます。

破碎機構 (グラインダ) は、図 4-19 に示すようにポンプ吐出量に対して破碎機構の外径を小さくして吸込み速度を速くし、多量の異物や大きな異物も一気に吸い込んで切断します。さらに、吸い込みにくいビニールなども排除ノッチに絡めて吸い込みやすくしています。また、破碎できない金属片などの固形物は排除ノッチではじき飛ばしポンプに吸い込まれにくくしています。

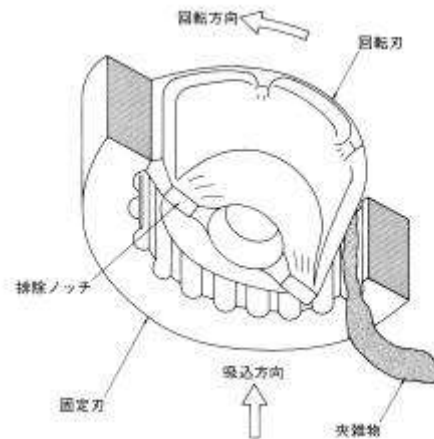


図 4-19 破碎機構（遠心式）

### (3) ポンプ性能

グラインダポンプは、小口径（小出力）で高揚程特性を持つ小型水中污水ポンプです。多くの水中污水ポンプは、異物通過性を重視するためにポンプケーシング内に大きな空間を有しており、必然的にポンプ口径も大きくなるため、僅かな污水を搬送する場合でも大きなポンプ（一般的にはポンプ口径 65mm 以上）が必要となります。但し、流入汚水量が多い場合でも最適なポンプ（一般的にはポンプ口径 150mm まで）が選定できます。

圧力管路の最小口径は 30mm ですが、グラインダポンプは、破碎機構（グラインダ）により異物を細かく破碎しており、小口径（ポンプ口径 32mm）でも問題なく搬送出来るため、少ない流入汚水量も小配管（30mm）で搬送できます。但し、破碎機構（グラインダ）での損失が大きいため、大量の流入汚水量を扱う大口径グラインダポンプは製作されておられません。

容積式グラインダポンプと遠心式グラインダポンプは、表 4-11 に示すような仕様の違いの他に、次のような違いがあります。

表 4-11 グラインダポンプの基本仕様

項 目		遠心式	容積式
口 径	mm	32 ~ 50	32
出 力	kW	0.75~3.7	0.75
吐出し量	m <sup>3</sup> /min	0.05~0.35	0.05
全揚程	m	5 ~ 30	5 ~ 30

#### (a)容積式グラインダポンプ

容積式グラインダポンプは、ポンプ全揚程が変化してもほぼ一定量のポンプ吐出し量となり、低揚程から高揚程まで幅広い揚程に対応できるため、単一圧送方式・多重圧送方式などの高揚程仕様で威力を発揮できます。ただし、図-6 に示すように、極端な高揚程では過負荷となるため、締め切り運転のような状態は避ける必要があります。又、ポンプタイプは0.75kW-4Pタイプのみで吐出し量も少ないため、流入汚水量が多い場合は2台設置型（デュプレックスタイプ）とするか、GPユニット数を増やすなどの対応が必要となります。

容積式の破碎機構（グラインダ）は、吸込み速度を低く抑えているため、ポンプ運転時間あたりの破碎能力が少なくなり、流入異物が多い時は異物の一部が貯水タンク底部に堆積する場合があります。

#### (b)遠心式グラインダポンプ

遠心式グラインダポンプは、ポンプ全揚程の変化によりポンプ吐出し量も変動し、幅広い流入汚水量に対応でき、又、出力範囲も0.75kWから3.7kWのタイプがあるため、流入汚水量が多い場合でもポンプ台数を増やさずに対応できます。ただし、遠心式の破碎機構（グラインダ）は、吸込み速度を速くしているため、砂などの硬い固形物が多い場合も容易に吸い込まれ、回転刃と固定刃の摩耗が促進されたり、拘束状態になったりします。

又、図4-20に示すように、極端に低揚程大水量で使用した場合は、キャビテーションの発生を考慮する必要があります。これに対して、0.75kW-4Pタイプでは4m以下の低揚程領域での採用が可能となり、単一圧送方式の宅内排水設備でも威力を発揮できます。

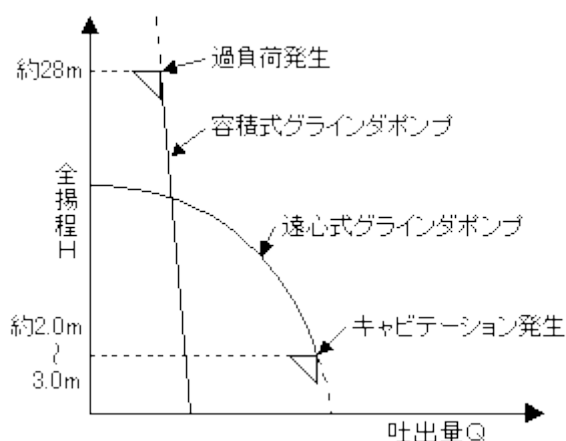


図4-20 グラインダポンプの限界

#### (4) 問題点とその対策

(a) グラインダポンプは、家庭敷地内や污水管路の最上流側に設置することを基本とします。

グラインダポンプの破砕機構（グラインダ）は、回転刃と固定刃の隙間を通過させて数 mm 程度に細かく破砕します。軟らかい異物はその形状にかかわらず破砕できますが、硬い異物は回転部への噛み込みにより拘束状態となる危険性があるため、沈殿物を積極的に排水する吸込みベルマウスは取り付けできません。

特に、流入污水中に砂などが含まれると、拘束のほか、破砕機構（グラインダ）の著しい磨耗を招くため、相対的に土砂流入が多い污水管路の下流側への設置には適しません。

(b) グラインダポンプは、吐出量が少ない。

圧力式下水道収集システムでは、グラインダポンプ 1 台設置型（シンプレックス）を基本とし、予備機は共通予備として別途保管としますが、ポンプ計画吐出量に対してポンプ吐出量が不足する場合や、機種の一統のため小出力のポンプを選定したい場合は、2 台設置型（デュプレックス）とすることで吐出量を満足する方法があります。この際もポンプ 2 台分の吐出量でポンプ計画吐出量を満足することを基本とします。

### 6-4 ノンクログポンプについて

#### (1) ノンクログポンプの導入

ノンクログポンプは、污水汚物用に使用される水中ポンプとして最も長い歴史を持つポンプであり、ポンプ口径及び出力の種類も豊富で、多くの用途に採用されています。

ノンクログポンプの歴史的変遷を見ると、「ブレードレスタイプ」と「ノンクログタイプ」に大別されますが、系列としては両者を併せてノンクログポンプといいます。

ブレードレスタイプは、図 4-21 に示すようにクローズ型で羽根翼を持たない流水路構造の羽根車であり、ノンクログタイプは、図 4-22 に示すように従来の羽根車の羽根翼枚数を極力少なく（1 枚～2 枚）した羽根車です。

共に、污水处理施設や小規模ポンプ施設など異物（固形物）を含む污水や雨水を圧送・揚水するポンプとして広く採用されています。

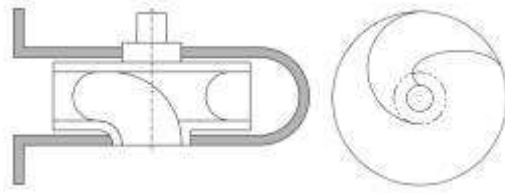


図 4-21 ブレードレスタイプ

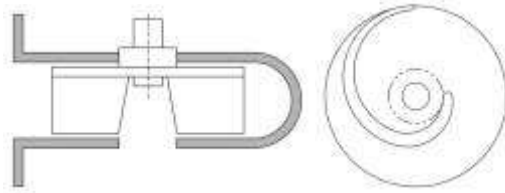


図 4-22 ノンクログタイプ

## (2) ノンクログポンプの特徴

ノンクログポンプは、羽根車内の羽根枚数を少なくし羽根高さを大きくすることで、羽根車内の通過空間を極力大きくしたポンプであり、表 4-12 に示す様に羽根車の構造により大きく分けて 4 つに分類できます。

表 4-12 ノンクログポンプの種類

	一枚羽根	複数枚羽根
セミオープン羽根	○	○
クローズ羽根	○	○
※複数枚とは、極力少ない枚数であり、基本的に 2 枚です。		

### (a) セミオープン羽根の特徴

羽根車の羽根翼を固定する円板が羽根上部の片面しかない構造をセミオープン羽根といいます。

羽根下部は、吸込みカバー（ケーシング）との間に僅かな隙間を有して回転します。羽根車の製作・加工が容易であり、又、閉塞時等の異物除去が容易なため、比較的小口径ポンプに広く採用されています。羽根前面と後面の圧力差により吸込みカバーとの隙間で僅かな逆流が生じるため、この隙間の大きさがポンプ性能に影響を与えますが、この隙間を大きくすることで、羽根翼入口部に繊維状の異物が絡んだ場合でも排出されやすくなります。又、クローズ羽根よりポンプ効率が低い傾向を示します。

#### (b) クローズ羽根の特徴

羽根車の羽根翼を固定する円板が羽根上部と下部の両面にある構造をクローズ羽根といいます。

羽根車の製作・加工が複雑となり、比較的大口径ポンプに採用されています。羽根翼と上下固定板が一体で羽根前後面での逆流が生じないためポンプ性能が安定していますが、羽根翼入口部に繊維状の異物が絡んだ場合は排出されにくくなります。又、オープン羽根よりポンプ効率が高い傾向を示します。

#### (c) 一枚羽根の特徴

羽根車内の羽根枚数が1枚のもの、又は、羽根車内の流水路が1つのものを一枚羽根といいます。

羽根車内の通過空間（異物通過径）を大きくとれますが、水力的なアンバランス荷重を受けるため、振動など機構的なトラブルも受けやすくなります。主として吐出口径  $\phi 150\text{mm}$  以下で用いられます。

#### (d) 複数枚羽根の特徴

羽根車内の羽根枚数が複数枚のもの、又は、羽根車内の流水路が複数のを複数枚羽根といいます。

羽根車内の通過空間（異物通過径）は一枚羽根より狭くなりますが、水力的なバランスが良く、機構的なトラブルも少なくなります。主として吐出口径  $\phi 200\text{mm}$  を超える大型ポンプなど、異物通過径を大きく採りやすいポンプに用いられています。

### (3) ノンクログポンプの性能

ノンクログポンプは、汚水の全量が羽根車内を流れるため、水力的な損失が少なく比較的高いポンプ効率を示します。又、羽根車の設計が比較的容易なため、揚程重視タイプや吐出量重視タイプなど用途に合わせた性能を発揮できます。

セミオープン羽根とクローズ羽根を比較した場合は、クローズ羽根の方がポンプ効率が高く、又、揚程重視タイプではクローズ羽根が採用される傾向にあります。羽根枚数による違いでは、羽根車の大きさが同じであれば、性能はほとんど変わりませんが、小水量運転域側で運転した場合は、羽根車内に逆流現象が生じ、特に一枚羽根では振動が発生しやすくなります。

又、リミットロード特性により揚程変動に対しても過負荷運転とならず、低揚程大水量運転域側でも安定した運転が出来ます。

#### (4) 異物通過性

異物通過径を考慮して設計されており、流路が広く、異物が混入しても詰まりにくい構造です。

羽根枚数・翼形状・口径などによっても異なりますが、ポンプ吐出口径に対して70%の異物通過粒径を有しています。特に、低揚程大水量運転域側では、異物が羽根車内や渦巻きケーシング内に滞ることなくスムーズな排出が可能です。

##### (a) 大きな異物

ノンクログポンプは、羽根車内の流路が大きいため良好な異物通過特性を示します。

##### (b) 小さくて硬い異物（砂など）

セミオープン羽根では、羽根下端と吸込みカバーとの間の隙間に異物が噛み込む恐れがあり、拘束状態に至る場合があります。クローズ羽根では、この隙間が無いので異物の噛み込みがありません。羽根車とライナリングとの間の隙間に異物が噛み込むことがあります。絶えず回転する羽根車により隙間に噛み込んだ異物は排出されやすくなります。

##### (c) 軟らかくて長い異物（ひも状の繊維物など）

ノンクログポンプは、汚水の全量が羽根車内を流れるため、軟らかくて長い異物が羽根翼入口部に積層していくと、羽根車の水力的なバランスが崩れると共に、積層した異物で流路が狭くなり閉塞状態に至る場合があります。セミオープン羽根では、ポンプ運転停止により吸込みカバーとの隙間から排出される場合がありますが、逆に、隙間に噛み込む場合もあります。



## (5) 問題点とその対策

### (a) 大きな異物の通過性（異物通過径）の確保

小口径のノンクログポンプでは、羽根翼入口部の通過空間を確保しにくいのですが、図 4-23 に示すように一枚羽根を採用して羽根翼の入口部を湾曲させることで、異物通過径を大きく取ることが出来ます。大口径のノンクログポンプでは、複数枚羽根でも容易に異物通過径を大きく取ることが出来ます。

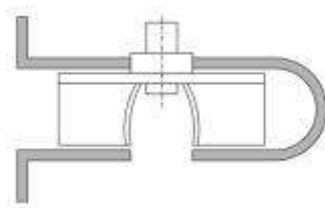


図 4-23 湾曲翼

### (b) 羽根翼入口部に積層する軟らかくて長い異物の排除

クローズ羽根では排除が難しいのですが、オープン羽根では、図 4-24 に示すように羽根翼入口部を後退翼形状（入口部の流水方向に対して羽根翼下端側が後退している形状）とし、羽根翼入口部に絡んだ異物を羽根下端（吸込みカバー）側に移動しやすくし、尚かつ吸込みカバーとの隙間を大きくすることで、異物が排除されやすくなります。

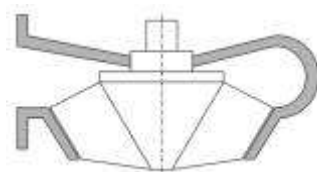


図 4-24 後退翼

### (c) 羽根下部と吸込みカバーとの間の隙間に噛み込んだ異物の排除

図 4-25 に示すように吸込みカバー面に、放射状の溝を設け、隙間に噛み込んだ異物を溝に沿って羽根外周へ排出することで、異物が排除されやすくなります。

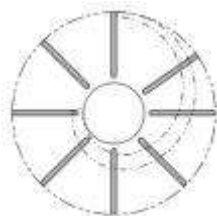


図 4-25 排除溝

(d)軟らかくて長い異物の切断（カッタ機構）

図 4-26 に示すように羽根翼入口部の下端に超鋼チップを取り付け、吸込みカバーの吸込み口部形状をノコギリ刃状にすることで異物を細かく切断し、異物による噛み込みを少なくすることが出来ます。このカッタ機構を採用したポンプをカッタ付きポンプといいます。このポンプもノンクログポンプの一種です。

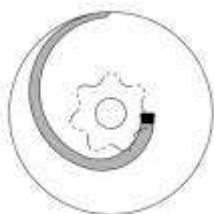


図 4-26 カッタ

(e)積層する部位の廃止（ブレードレス）

クローズ羽根において、図 4-27 に示すように羽根車内の羽根翼の代わりに円筒状の流水路を設けることで異物が積層する部位である羽根翼そのものを廃止して、異物積層を無くすことが出来ます。

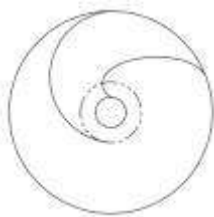


図 4-27 ブレードレス

## 6-5 スクリューポンプについて

### (1) スクリューポンプの導入

陸上横型のスクリーポンプは、生きた魚をポンプアップする目的で、無閉塞・高揚程・高効率をコンセプトにヨーロッパで開発されました。日本へは 1979 年に導入され、主に自治体の下水道施設用ポンプとして採用されました。

さらに 1984 年には水中型のスクリーポンプが導入され、予旋回槽が組み込まれたマンホールポンプシステムとして採用されています。このマンホールポンプシステムは従来マンホール内で発生したスカムによる悪臭、汚れを減少させる目的で予旋回槽に起こる渦流で汚物を効率良くポンプに吸い込ませるスカム対策型マンホールポンプシステムとして登場しました。

## (2) スクリューポンプの特徴

スクリューポンプの構造例を図 4-28 に、スクリュー羽根の断面を図 4-29 に示します。

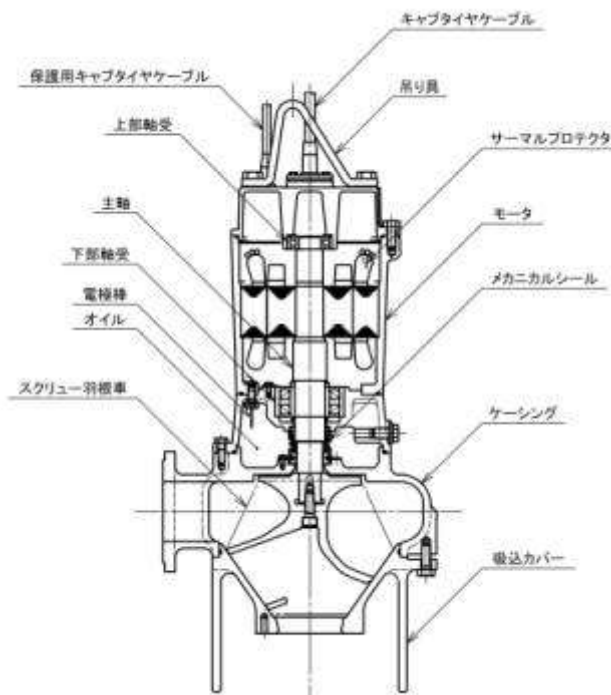


図 4-28 ポンプの構造 (例)

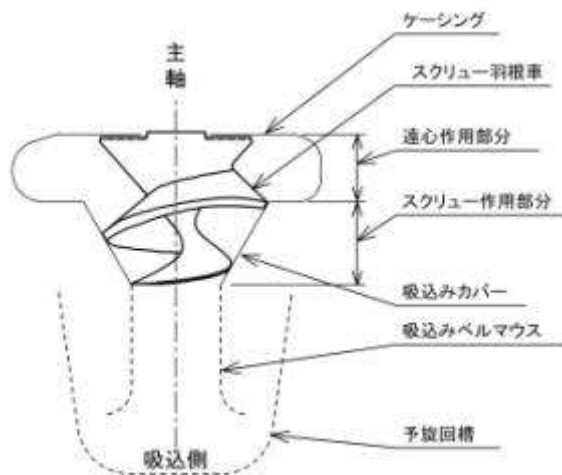


図 4-29 羽根車の断面図

スクリューポンプの特徴はポンプ部を構成する部品の吸込みカバー、ケーシング、羽根車の中で特に羽根車にあります。図 4-29 に示すように、この羽根車は、スクリュー部分と遠心力部分で出来ています。羽根車のスクリュー部分は容積ポンプ、遠心

力部分は遠心ポンプとして機能し、ケーシング内で運動エネルギーを圧力エネルギーに変換します。この2つの機能をスクリー状の1枚羽根デザインにすることにより、無閉塞性を維持しながら高いポンプ効率（50～75%）が出せるユニークな省エネ型ポンプになっています。

### (3) ポンプ性能

図-16 に示すようにスクリーポンプの性能（全揚程－吐出し量）曲線は急勾配であり、ポンプの全揚程に対して管路システムが実際に必要な揚程の差異により起こるポンプ吐出し量の変化が少ない。また、管路システムの老朽化や付着物等による管路抵抗の経時変化に対しても、必要な流量の維持に有利です。又、軸動力曲線は一般にリミットロード（飽和）特性であり、ポンプの全揚程に対して管路システムの実際に必要な全揚程が低い場合に、ポンプ吐出し量の増加によるオーバーロードを回避できます。

予旋回槽が組み込まれたマンホールポンプ施設の場合は、図 4-30 の破線で示すようにポンプの吸込側にベルマウスと予旋回槽を設けるので、これにより汚水がスムーズに羽根車の吸込側に流れるため、ポンプ効率を高めることができます。

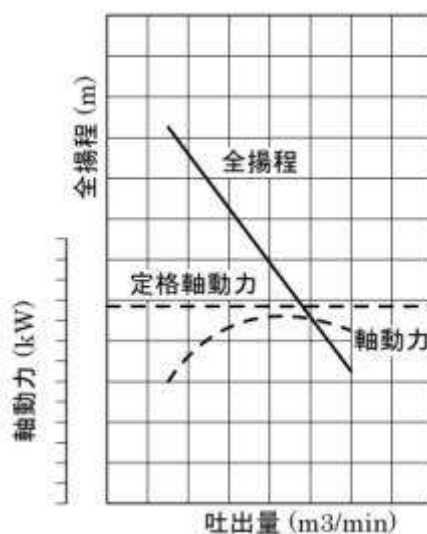


図 4-30 スクリューポンプの特性

### (4) 異物通過性

ポンプで固形物を輸送する場合の重要な要素はポンプのケーシング内における固形物と液の移動軌跡です。スクリー羽根車では、固形物は図 4-31 に示すように急激な方向変換することなく、OB の線に沿って軌道を描きます。羽根車、吸込みカバー、ケーシングと接することなく、1枚羽根の広い流路を液の中心に向かって押され、ゆるやかに吸込み口から吐出口へと運ばれます。このようなスクリー羽根車の機能に

より異物を詰まらせることなくスムーズに排出できるので、無閉塞（通過粒径：口径の50%以上）および部品の耐摩耗性を向上させています。

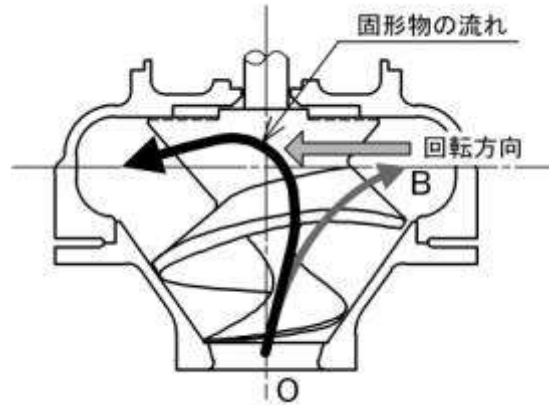


図 4-31 スクリューポンプ内固形物の軌跡

## (5) 問題点とその対策

### (a) 振動・騒音の発生防止

スクリー羽根車は、大容量ポンプの場合、締切り点附近（過少流量域）において、1枚羽根がケーシング舌下部を通過する際に起す圧力差により羽根車内の流れに脈動を生じ、振動、騒音が発生します。この対策として、羽根車の諸元変更による運転点の移動や戻し配管による過少流量解消及び吐出弁開放での起動による締切り運転回避等があります。マンホールポンプ施設の場合は、ポンプの機種を多くして、要求仕様（ポンプ計画全揚程、計画吐出量）に適正なポンプを選定することでも対処できます。

### (b) 通過粒径の向上

スクリーポンプの異物通過粒径は、羽根車での異物通過性を向上させたとはいえ、異物通過粒径が口径50%と他水中ポンプより低くなっています。異物通過粒径を大きくすることは可能ですが、ポンプ効率は低下します。

## 6-6 ボルテックスポンプについて

### (1) ボルテックスポンプの導入

汚水汚物用に使用される水中ポンプは、常に異物の閉塞という問題がクローズアップされています。

これまでの水中汚水ポンプは、一般的にノックログタイプの羽根車が主流でした。しかし、スクリーンや破砕機での前処理が行われないポンプ施設では、ポンプに異物

が詰まる可能性が高く、これまで以上に無閉塞性を確保したポンプの要求が高まっていました。異物の閉塞は、主に羽根車内で生じていたことから、ポンプケーシング内に大きな空間を持つ「ボルテックスポンプ」が世の中に登場しました。

## (2) ボルテックスポンプの特徴

### (a)構造

ボルテックスポンプは、小口径ポンプ（主に口径 150mm 以下）において、ポンプケーシング内に異物が通過できる大きな空間を設け、無閉塞性を向上させたポンプです。

ノンクログポンプに代表されるこれまでの汚水汚物用ポンプでは、図 4-32 に示すように、ポンプケーシング内の汚水通過空間に羽根車が設置され、翼先端と吸込みカバーとの隙間も小さく、全ての汚水が羽根車の翼と翼の間を通過する構造となっているため、異物による閉塞・拘束・積層が生じる可能性がありました。

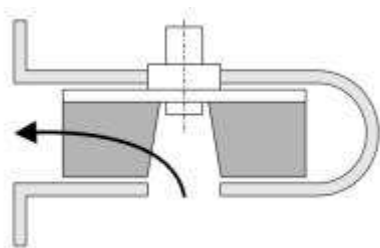


図 4-32 ノンクログポンプの構造

これに対してボルテックスポンプは、図 4-33 に示すように、羽根車をポンプケーシングの上方に移動させて翼先端と吸込みカバーとの隙間を極端に大きくすることで、小口径ポンプであってもポンプケーシング内に大きな空間を確保しています。

渦流ポンプは、羽根車の回転によりポンプケーシング内に渦を発生させ、この渦により異物を排出することで羽根車内を異物が通過しない（見掛け上、ポンプケーシング内に羽根車が無い）構造です。

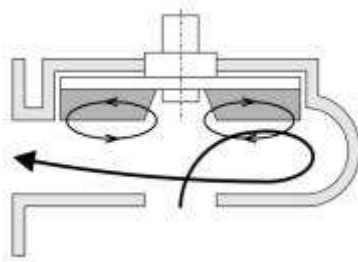


図 4-33 渦流ポンプの構造

無閉塞とされる異物通過径は、一般的に国土交通省仕様で設定されている 53mm 通過（口径 80mm 以上のとき）、農業集落排水で設定されている 65mm 通過があり、この基準をクリアできていれば、異物の閉塞はほとんどないとされています。

ノンクログポンプに代表されるこれまでの汚水汚物用ポンプの異物通過率は口径の 70%程度であり、この条件を小口径ポンプで実現することは難しいのですが、渦流ポンプの異物通過率は口径の 100%（又は 70%）であり、小口径ポンプでもこの異物通過径を容易に確保できます。

#### (b)ポンプ性能

ノンクログポンプに代表される水中ポンプは、羽根翼により直接汚水を加圧搬送させますが、渦流ポンプは、羽根車により発生させた渦により間接的に汚水を加圧搬送します。このため、小水量高揚程運転域ではケーシング内での逆流が生じて性能が低くなります。逆に、大水量低揚程域では羽根車の抵抗が少ないため揚程が高くなります。

このように渦流ポンプの性能は、最大揚程が低い“横流れ”の特性となっています。

#### (c)エアロック

ボルテックスポンプをはじめとする水中汚水汚物ポンプは、ポンプ始動時にはケーシング内を満水状態とする必要があります、ケーシング上端水位をポンプ停止水位とすることが基本となります。

ところが、マンホールポンプ施設のスカム対策として採用されている予旋回槽との組み合わせによる運転では、マンホール底部まで水位を低下させるためポンプ停止直後はケーシング内の水が落ちてドライ状態となります。

次の水位上昇によりケーシング内の空気抜き弁から空気が排除されてケーシング内は水で満たされますが、ボルテックスポンプは羽根車がポンプケーシングの上方にあるため、図 4-34 に示すように羽根車部分に空気溜まりができて排水不能となる場合があります（この現象をエアロックといいます）。

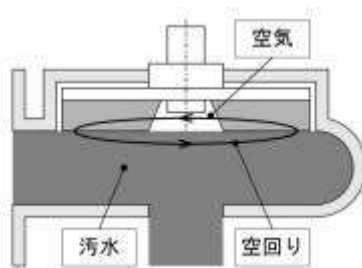


図 4-34 エアロック

予旋回槽式のマンホールポンプ施設が登場した以降は、特にボルテックスポンプのエアロック対策として、ポンプケーシング上端部に空気抜き弁や空気抜き穴を設けたり、羽根車部分の空気を吐出口側に導く構造としたりして、ポンプケーシング内部の空気がスムーズに抜ける構造としているため、ポンプ運転時にエアロックすることは稀です。

### (3) 異物通過性能

ボルテックスポンプは、異物通過径を重視した構造であり、異物通過率は口径の100%（又は70%）を確保しているため、本質的に異物が混入しても詰まりにくいポンプです。

#### (a)容積の大きな異物

容積の大きな異物の通過しやすさは、吐出し量によって異なります。ボルテックスポンプは、大水量運転域ではポンプケーシング内の渦に乗り吐出方向に向かって排出されますが、小水量運転域ではケーシング内の逆流現象により異物が戻される場合があります。しかし、ポンプにトルクがあると閉塞することなく運転しつづけ、ある時点で排出されます。

#### (b)小さくて硬い異物（砂など）

ボルテックスポンプは、羽根車の翼先端と吸込みカバーとの隙間が極端に大きいいため、砂などによる拘束が生じることはありません。

#### (c)軟らかくて長い異物（繊維物）

ボルテックスポンプは、羽根車の回転により渦を発生させて異物を吐き出すため、比重の軽い繊維状の異物は、図4-35に示すように羽根車中心部に集まり吐き出されない場合があります。しかし、ポンプにトルクがあると閉塞せずに運転しつづけ、ケーシング内に異物が団子状に堆積されつづけると、ある時点でバランスが崩れて吐き出されます。

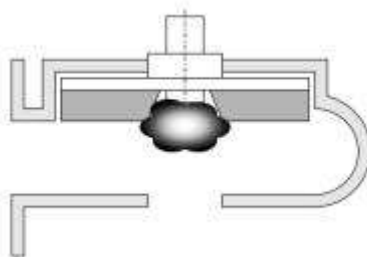


図4-35 軟らかくて長い異物の影響



(d)面積の大きな異物（ビニルなど）

ボルテックスポンプは、図 4-36 に示すようにビニルなどの異物が羽根車前面に張り付いて渦の発生が弱くなる場合があります。しかし、ポンプにトルクがあるると一時的に吐出量は減少しますが閉塞せずに運転しつづけ、ある時点でバランスが崩れて吐き出されます。

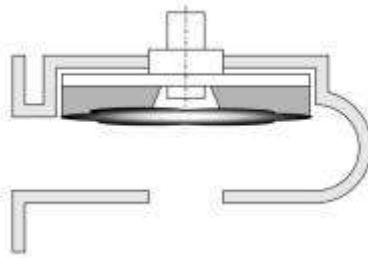


図 4-36 面積の大きな異物の影響

(e)閉塞とポンプトルクの関係

前項でも述べましたが、ボルテックスポンプでは、比重の軽い繊維状の異物が羽根車中心部に集まり吐き出されない場合や、ビニルなどの異物が羽根車前面に張り付いて渦の発生が弱くなる場合、トルクの大きい 4 極電動機仕様のポンプの方が過負荷故障を回避しやすくなります。

そのため、下水道関連の技術書等では 4 極電動機の仕様が明記されており、2 極電動機仕様のボルテックスポンプは、スクリーンや破砕機で前処理された汚水の搬送や、異物流入に対して住民の協力が得られやすいポンプ施設での採用に限定されています。

(4) 問題とその対策

(a)適正な異物通過径による高揚程化

ボルテックスポンプは、羽根車により発生させた渦により間接的に汚水を加圧搬送するため、小水量運転域ではケーシング内での逆流が生じ揚程が低くなります。これに対して、羽根車の翼下端と吸込みカバーとの隙間を狭くすることで、羽根車により発生させる渦が強力になり、小水量運転域での高揚程化を図ることができます。

ボルテックスポンプの異物通過率は口径の 100%タイプと 70%タイプがあり、70%タイプの方がより高揚程となります。現場の使用状況から必要とする異物通過径が 70%タイプで満足する場合は、より高揚程の渦流ポンプが選定可能です。

(b)インバータ制御による高揚程化

ボルテックスポンプの動力は、大水量運転域では大きくなりますが、小水量運転域では小さく定格動力に対し余裕があります。

そのため、小水量運転域ではインバータ制御により回転速度を速くすることで、通常のボルテックスポンプより揚程を高くすることが可能です。

ただし、インバータが必要となりますが、異物通過率を下げることなく、かつ出力を大きくすることもなく高揚程化が可能となります。

## 6-6 機種選定のまとめ

### (1) ポンプ性能と異物通過性

ポンプの構造上、ポンプ性能と異物通過性は相反するものとなります。

一般的に、羽根車の翼幅を大きくすると異物の通過性は向上しますが、性能は低下します。逆に、羽根車の翼幅を小さくすると性能は向上し高揚程特性が得られますが、異物の通過性は低下します。又、一言で異物と言っても、異物には固形物、繊維物、ビニル類などがあり、各ポンプタイプで得手不得手があります。

表 4-13 に各ポンプタイプに対するポンプ性能と異物通過性をまとめます。一般的に表-4 のような傾向を示すため、ポンプ機種選定に際しては、その特徴を考慮して適合するポンプを選定する必要があります。

表 4-13 ポンプ性能と異物通過性

ポンプタイプ	ポンプ性能			異物の通過性			
	効 率	全揚程	吐出量	通過口径 比 率	固形物	繊維物	ビニル類
					大きさ・ 重さ	長さ	面積・軽 さ
ノンクログ	○	○	○	○	○	△ <sup>※1</sup>	○
スクリー	◎	◎	○	△ <sup>※2</sup>	○	△	○
ボルテックス	△	△ <sup>※3</sup>	○	◎	◎	○	△ <sup>※4</sup>
グラインダ	○	◎	△ <sup>※5</sup>	◎	△ <sup>※6</sup>	◎	◎
	◎：優秀、○：良好、△：可						
ポンプタイプ	問 題 点 の 対 策						
ノンクログ	※1：カッタ機構や後退翼を採用することで繊維物の詰まりを減少させる。						
スクリー	※2：ある程度効率を犠牲にして通過性を向上させる。						
ボルテックス	※3：異物通過性を許容通過粒径まで小さくして揚程を上げる。						
	※4：高トルクでビニル類の詰まりを解除する。						
グラインダ	※5：並列運転で吐出し量をカバーする。						
	※6：破碎機構により大きな固形物の吸込を防止する。						

## (2) 維持管理性

異物（特に「固形物」「繊維物」「ビニル類」など）がポンプに与える影響は、大きく分けて「積層」「閉塞」「拘束」に分類され、いずれの場合も除去作業が必要です。

表 4-14 に各ポンプタイプにおける異物の影響に対して、機能を維持するための維持管理性をまとめたものを示します。

表 4-14 維持管理性

ポンプタイプ	維持管理性
ノンクログ	小口径ポンプにおける羽根車での繊維物の絡み付きの除去作業がある。羽根車の摩耗による交換がある。
スクリー	小口径ポンプにおける羽根車での繊維物の絡み付きの除去作業がある。羽根車の摩耗による交換がある。 過少流量域では振動が増加するので寿命に注意する。
ボルテックス	羽根車中心部でのビニル類の絡み付きの除去作業がある。
グラインダ	破砕機構部分の定期交換がある。

## (3) おわりに

水中汚水ポンプは、主に「ノンクログポンプ」「スクリーポンプ」「渦流ポンプ」「グラインダポンプ」などがあり、ポンプ性能や異物の通過性に対してそれぞれ特徴を持っています。

ポンプ施設におけるポンプの機種選定に際しては、建設コストの低減の面からポンプ性能は最も重要な要素の一つではありますが、マンホールポンプ施設をはじめとするポンプ施設は無人運転が基本であり、運転管理上、手間のかからない施設とすることが重要な要素です。維持管理コストの低減を考えると、異物に対する対応も重要です。

異物対策の基本は、発生源で異物を汚水処理施設（管路）に流さないことですが、異物混入に対して頻繁に故障するような脆弱なポンプ施設では、維持管理コストが増大し汚水処理施設の適切な運営も難しくなります。但し、めったにこない大きい異物を考慮して、やみくもに異物通過粒径の大きなポンプを選定することも建設コストが増大し、やはり、汚水処理施設の適切な運営が難しくなります。

ポンプ施設における異物対策の基本は、ポンプ施設設計段階で、ポンプ施設設置場所で想定される異物の性状・量を検討し、その設置場所に最適なポンプ（タイプ・大きさなど）を選定、必要に応じて除去（回収）する方法を検討することです。これによって建設コストや維持管理コストの削減に結びつきます。

## 7. 水中汚水ポンプの付属機器類

輸送システムにおけるマンホールポンプ施設は、無人運転を行っているため、ごみ収集などのように地域住民の協力を得られにくいため、ポンプ施設は高い信頼性が必要です。そのため、最適なポンプの選定だけでなく、ポンプの機能を補完する付属機器類の選定によっても安全性が左右されます。

ここでは、その主たる付属機器を紹介します

### 7-1 スカム対策

#### (1) スカム対策について

マンホールポンプ施設に流入してくる汚水には、油脂や比重の低い有機物が水面上に浮遊しており、これらの浮遊物がポンプにより排出されずに残ることにより、集まり、腐敗し、固まってスカムとなります。このスカムは、そのまま放置しておく、更に大きくなって、マンホール内の水面や壁面を厚く覆って悪臭を発生させたり、ポンプの自動運転を妨げることがあります。このため定期的にスカムの除去・清掃を行うなど、維持管理が必要であり、維持管理費が高くなる問題がありました。

対策の基本は、油脂類などの水面に浮遊して槽内に滞留する異物がスカム状態になる前にポンプ吐出水とともに回収（排水）することによって、スカム発生を防止することです。ここでは、マンホールポンプなどで行われているスカム対策について記載します。

#### (2) ポンプ台板（予旋回槽など）

スカム発生の原因となる残留浮遊物を減少する対策には、ポンプ吸込み口に吸込みノズルを取り付ける方法があります。これによってポンプ吸込み可能水位が低くなり、ポンプによる排水完了時の残留水を低減させます。また、ポンプによる残留水低減をより効果的に行うために、マンホール底部に設置されるポンプ台板との組み合わせにより、マンホール底部に堆積する沈澱物の回収を行います。ポンプ台板には次のものがあります。

##### (a) 釜場

各ポンプ吸込み口部に円筒状の小さなピットを設けて、残留汚水を一か所に集めて排水することで残留水低減をはかる構造のコンクリート製の台板。

### (b) 予旋回槽

図 4-37 に示すような樹脂製の台盤で各ポンプ吸込み口部に円筒状の小さなピットが設けられ、そのピットに流入する溝を設けて周囲の異物をピット内に流入させる構造です。流入水によりピット内に旋回流を起こさせて攪拌することで異物回収の効率を高めることができます。

これらのポンプ台板は、ポンプ排水能力に影響を与えることはなく、かつ、動力が不要で可動部が無いいため、維持管理コストをかけずにマンホール底部に堆積する異物を回収することが可能です。

しかし、ポンプ台板は、マンホール径に対するポンプ排水能力により回収能力が左右されるため、大きなマンホール槽と小出力のポンプとの組み合わせでは、周囲に堆積物が残る場合があります。又、異物回収は、マンホール内の水位が低下したポンプ停止水位付近で効果を発揮するため、ポンプ始動水位付近のマンホール壁面に付着した異物には効果がありません。

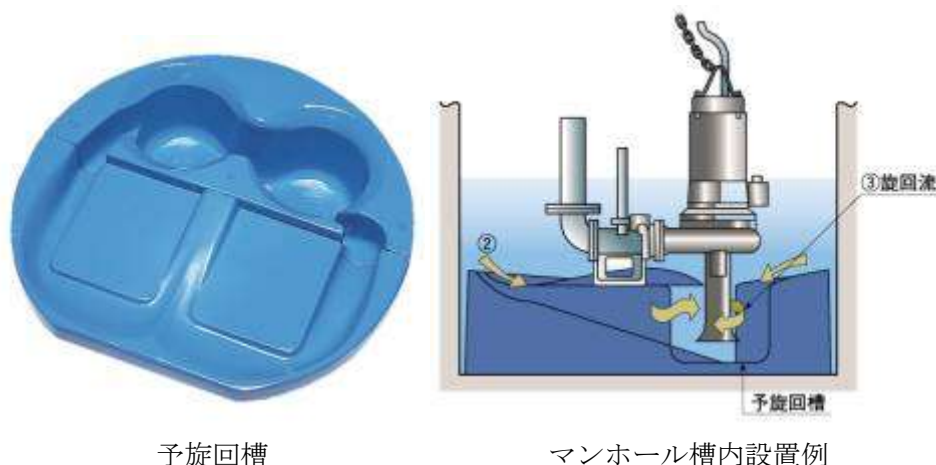


図 4-37 予旋回槽

### (3) 槽内攪拌装置

槽内攪拌装置は、ポンプ停止中もしくはポンプ運転開始直後（ポンプ始動水位付近）に槽内攪拌して異物回収を行うものです。

水面に浮遊している異物は、ポンプ運転時の水位低下と共にマンホール壁面に付着する場合があります。通常は、ポンプ停止後の水位上昇により再度浮遊するなど、浮遊・付着を繰り返して最終的にポンプにより排出されますが、ポンプ始動水位付近で付着した異物はそのまま固着してスカム状態となります。そのため、槽内攪拌装置は、ポンプ始動水位付近で槽内を強力に攪拌することで浮遊している異物を破碎し、壁面に付着することを防止するもので、次のものがあります。

(a)ポンプ部に取り付けた噴射攪拌装置

ポンプ運転開始時の吐出水量の一部もしくは全部を槽内に噴射して滞留している異物を攪拌させる装置で、マンホール底部より攪拌することで沈澱物を主体に槽内攪拌を行います。

(b)吐出配管に取り付けた噴射攪拌装置

(a)と同様に攪拌させる装置で、マンホール上部より攪拌することで浮遊物を主体に槽内攪拌を行います。

これらの攪拌装置は、強力な攪拌力により浮遊する異物や沈澱する異物を汚水と共に攪拌して壁面などへの異物の付着を防止します。さらに、攪拌によって汚水によって汚水が均一化されるため、汚水がポンプ及び配管内をスムーズに通過する効果もあります。

しかし、槽内攪拌装置のみではポンプ排水完了時の残留水低減を行うことは出来ないため、底部に堆積物が残る場合があります。

#### (4) 使い分け

全てのマンホールポンプ施設に予旋回槽や槽内攪拌装置などのスカム対策が必要となるものではありません。スカム対策は、油脂類の流入などスカム発生が危惧されるマンホールポンプ施設などに必要とされる対策であり、予旋回槽などのポンプ台板による方法と、噴射攪拌装置などの槽内攪拌装置による方法がありますが、それぞれ、特徴があり、流入する異物性状や流入量に応じて選択する必要があります。

(a)スカム対策を行わない

グラインダポンプを使用する圧力式下水道収集システムは、汚水発生源に最も近い管路施設の末端に設置され、又、ポンプ槽が小さく、即時に収集・搬送するためスカムの発生が少ないことから、予旋回槽や攪拌装置は必要としないポンプ施設です。同様に、管路施設の末端付近に設置されるマンホールポンプ施設もスカムの発生は少ないと考えられます。

(b)予旋回槽などによるスカム対策

一般的に油脂類など水面に浮遊する異物が比較的少ない場合は、維持管理コストの少ないポンプ台板による方法が有利と考えられます。

(c)槽内攪拌装置によるスカム対策

油脂類の流入が多い場合や、槽内滞留時間が長くて異物が固着することが想定さ

れる場合は、強力な攪拌能力を持つ槽内攪拌装置による方法が有利と考えられます。

## 7-2 水位計

### (1) 水位計とは

水位計は、マンホールポンプ施設の自動運転を行うために、ポンプ槽内の水位を検知する装置です。主に転倒式、投込み式、気泡式、差圧式の4種類が使われます。マンホールポンプ施設の導入初期では、転倒式水位計が主に使われましたが、信頼性の面から気泡式・投込み式が使われるようになってきました。

### (2) 転倒式水位計（フロートスイッチ）

#### (a)機能と構造

転倒式水位計は、図4-38に示すようにフロートケース内にスイッチを設け、水位の変化によりフロートケースの姿勢を変化させて内蔵されたスイッチの接点信号を取り出すタイプです。

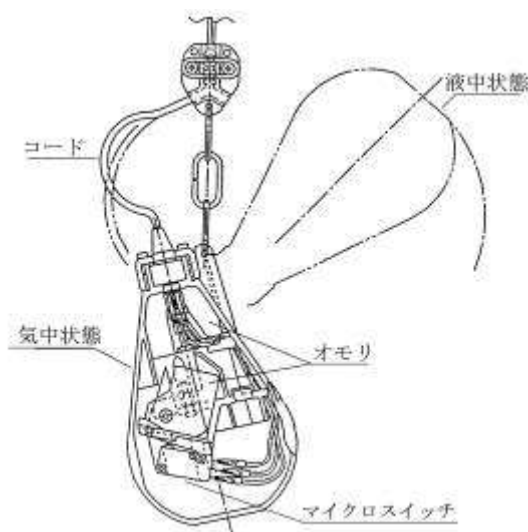


図4-38 転倒式水位計（フロートスイッチ）

#### (b)選定上の留意点

- ①転倒式水位計は、他の水位計に比べて安価ですが、1つの水位計で1つの水位のみを検出するため、停止水位用、運転水位用、高水位用など検出水位に応じて複数個の水位計を設置する必要があります。又、水位計の信号を検出するためにフロートレスリレーなどの低電圧回路（一般的には24V以下）を制御盤内に設ける必要があります。

②転倒式水位計は、浮力により姿勢を変化させるため、狭いポンプ槽内では各水位差が 200mm 程度以上を必要とするほか、フロートケースへのスカムの付着により誤動作を起こすことがあります。

### (3) 投込圧力式水位計

#### (a)機能と構造

投込圧力式水位計は、図 4-39 に示す圧力センサーをポンプ槽内に設置します。水深による圧力を圧力センサー受圧面で検出し、電気信号に変換してコントロールユニットに伝送して水深に換算します。大気圧の変動を補正しながら水深を連続的に計測できます。

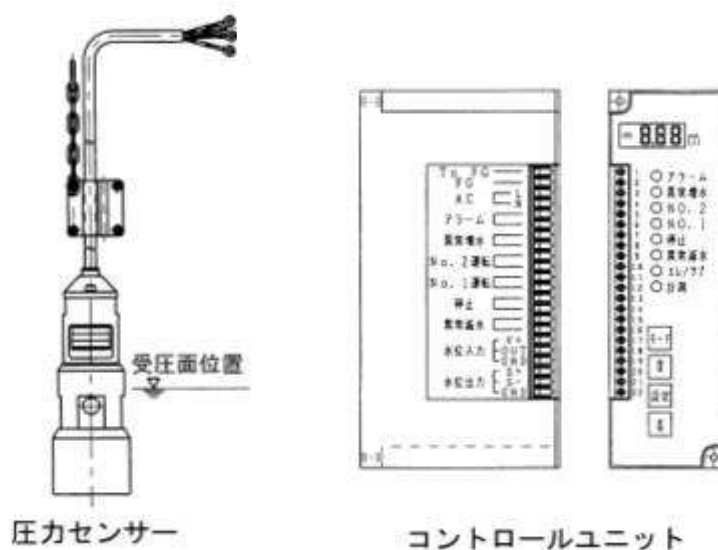


図 4-39 投込圧力式水位計

#### (b)選定上の留意点

① 投込圧力式水位計は、1 つの水位計で多数の水位を検出できます。コントロールユニットは、制御盤内に設置され、ポンプ槽内の水位を連続的に表示できるほか、停止水位用、運転水位用、高水位用などの複数の水位を制御盤内で容易に設定できます。又、各水位差は実用上最小 100mm 程度とすることができます。



- ②投込圧力式水位計は、圧力センサーの受圧面以下の水位は計測することができないので、圧力センサーは極力低い位置に設置する必要があります。又、圧力センサーの設置高さが増えると、計測水位に誤差が生じるため、ポンプ槽内清掃時や圧力センサー点検時には、元の高さに正確に戻す必要があります。
- ③投込圧力式水位計は、伝送ケーブルを通じて雷サージの影響を受ける場合があるため、計装用避雷器の設置などの雷害対策を行う必要があります。

#### (4) 気泡式水位計

##### (a)機能と構造

気泡式水位計は、図 4-40 に示すようにエアポンプとチューブで連結された空気吐出口をポンプ槽内に設置します。エアポンプで常時空気を送り込んで空気吐出口から気泡を水中に放出させると、コントロールユニットには常に水位の変動と連動した空気圧がかかることとなります。この圧力（水深）の変化によって水深を連続的にアナログ信号として計測できる水位計です。

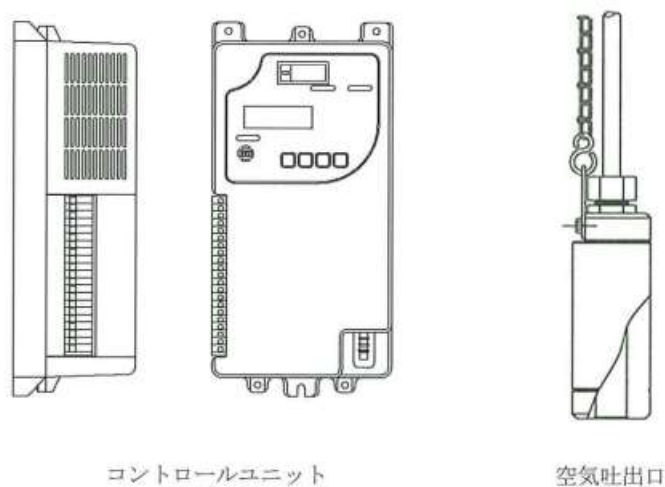


図 4-40 気泡式水位計

##### (b)選定上の留意点

- ① 気泡式水位計は、1 つの水位計で多数の水位を検出できます。コントロールユニットは制御盤内に設置し、ポンプ槽内の水位をデジタル表示できるほか、停止水位用、運転水位用、高水位用などの水位設定がコントロールユニットで容易にできます。

②気泡式水位計は、空気吐出口以下の水位は計測することができないため、空気吐出口は極力低い位置に設置する必要があります。又、空気吐出口の設置高さが変化すると、計測水位に誤差が生じるため、ポンプ槽内清掃時や空気吐出口点検時には、元の高さに正確に設置する必要があります。

③気泡式水位計のコントローラには、空気供給源であるエアポンプを内蔵しており、エアポンプの摺動部が消耗部品となるため定期的な交換が必要です。

## (5) 差圧式水位計

### (a)機能と構造

差圧式水位計は、図 4-41 に示すように容積式グライндаポンプに内蔵されます。汚水中に圧カスイッチとチューブで連結された構造で、圧カスイッチには常に水位変動と連動した空気圧がかかることとなります。ポンプケーブルには大気圧をセンサーの内側に導くパイプ（中空ケーブル）が設けてあり、これによって大気圧の変動を補正しながら、圧カスイッチを ON-OFF させる水位計です。

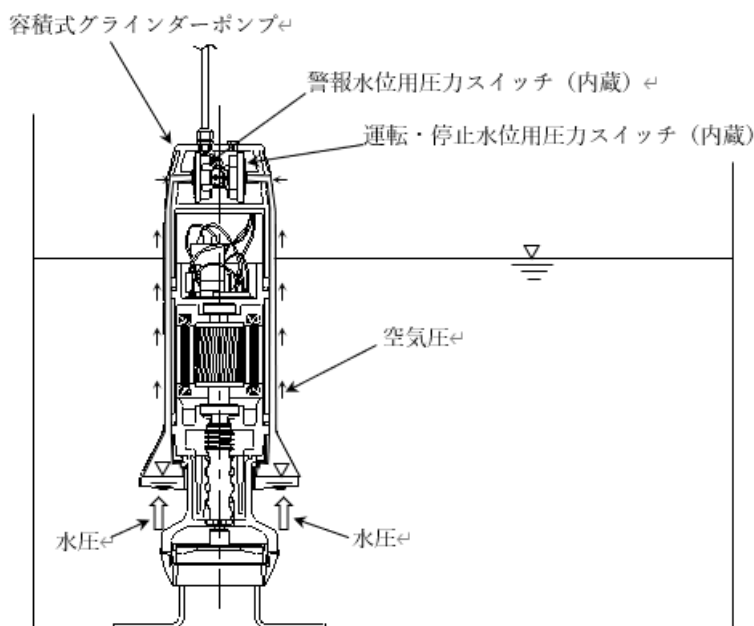


図 4-41 差圧式水位計

### (b)選定上の留意点

①差圧式水位計は、容積式グライндаポンプに内蔵されるため、基本的に他のポンプとの組み合わせはできません。

## (6) ポンプ槽の構造

投込式水位計、気泡式水位計及び差圧式水位計は、水位を検出する際に大気圧補正を行って精度を確保しています。この大気圧補正は、湿度の高いポンプ槽内で行うことは難しいため、ポンプ槽内と制御盤内の気圧が同じであることを前提として、コントロールユニットが設置されている制御盤内で大気圧補正を行います。

ところが、マンホールポンプ施設をはじめとする汚水管路は、雨水などの不明水の流入防止や臭気対策のために密閉構造の蓋を採用するなど、気密性の高い構造が採用されるケースが増加しており、ポンプ運転時などの水位変動でポンプ槽内の気圧が変化し、水位計による計測水位に誤差を生じる場合があるほか、各家庭の封水トラップを破壊して臭気が逆流する場合があります。

このような不具合を防止するためには、ポンプ槽などに大気圧を取り込む通気管を設けることで防止する必要があります。（各家庭への影響に対しては圧送先のマンホールも含まれます。）

## (7) 水位計の使い分け

主に圧力式下水道収集システムに採用される容積式グライндаポンプを用いたポンプ施設は、ポンプに内蔵された差圧式水位計で運用されます。

主に圧力式下水道収集システムに採用される遠心式グライндаポンプを用いたポンプ施設や、輸送システムに採用されるマンホールポンプ施設では、水位計（投込式圧力または気泡式水位計）を別途用意する必要があります。

ポンプ施設の重要性が高いマンホールポンプ施設では、投込圧力式水位計又は、気泡式水位計が選定されます。さらに、主となる水位計故障に備えバックアップ用として転倒式水位計（フロートスイッチ）を設けることで、ポンプ施設としての信頼性を向上させることができます。

## 7-3 通報装置

### (1) はじめに

マンホールポンプ施設が登場した 1980 年代の故障通報は、制御盤等に設置した回転灯が点灯することで、地域住民が管理者等へ通報するというものでした。その後マンホールポンプ施設が増加するにつれ、地域住民の協力による通報では対応しきれなくなり、一般加入電話回線や携帯電話回線を利用した様々な自動通報システムが構築されていきました。また、故障通報だけでなく予防保全のために、マンホールポンプ施設の運転状況等を収集・閲覧するシステムも構築されています。

ここでは、マンホールポンプ施設用通報装置の変遷と最近の動向を紹介します。

### (2) 回転灯による通報

ポンプが故障した場合、制御盤等に設置された回転灯が点灯することで周囲に異常を知らせ、回転灯の点灯を見た住民等が役場等へ知らせるシステムです。

故障の影響範囲が限定的な管路施設末端のマンホールポンプ施設で、住民の協力が得られるならば経済的なシステムです。

故障の影響範囲が大きな幹線管渠に設置されるマンホールポンプ施設や、多数のマンホールポンプ施設を管理するには不向きです。

### (3) 一般加入電話回線を利用した通報装置による通報

一般加入電話回線と接続された通報装置を制御盤内に設置し、マンホールポンプ施設の故障や異常を予め設定した複数の通報先へ音声、FAX で自動通報するシステムです。

住民の協力によらず、マンホールポンプ施設の故障や異常を自動で通報するシステムのため、故障時に迅速な対応が必要となるマンホールポンプ施設に導入されるのが一般的ですが、管路施設末端のポンプ場などでも通報手段を統一させる目的で採用されています。

#### (4) 最近の動向

インターネット通信環境が著しく発達した今日では、あらたな通信手段として携帯電話回線を利用した通報装置も採用されています。

これはマンホールポンプ施設の故障や異常を予め設定した複数の通報先へ、電子メール等で自動通報するシステムです。また、クラウドサーバや通報装置自身に運転監視機能を設けて、運転状況の収集・閲覧ができるものもあります。

マンホールポンプ施設などのポンプ施設の設置数が多くなると、予防保全を基本とした維持管理が重要になってくるため、日常的にポンプ施設の運転状況を的確に把握しておく必要があります。このためには、中央監視装置（監視装置親局）を導入して運転状況を収集し、一元管理する方法があります。

しかしながら、中央監視装置は導入コストが高額であり専任者の配置なども必要となるなど、中小の市町村ではなかなか導入に踏み切れない状態です。

そのような市町村では、前述のクラウドサーバ等による運転監視機能を利用して、運転状況の収集・閲覧を実施している場合もあります。

通報装置による通報システムを図 4-42 に示します。

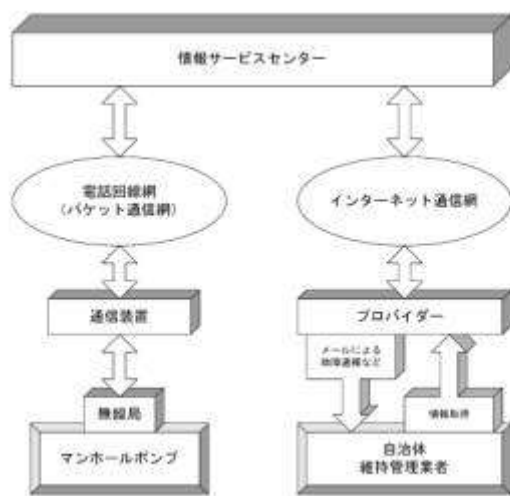


図 4-42 情報サービスによる監視システム（例）

## 7-4 制御盤

### (1) はじめに

制御盤の構造は、ポンプ出力・仕様・設置環境（屋内外・風雪の影響・直射・道路環境・設置見栄え等）を考慮して選定します。

また、設置場所において過去にどのような災害があったかも考慮して制御盤構造・設置方法を検討する必要があります。

### (2) ポンプ出力

マンホールポンプ施設は、契約電力量が 50kW 未満で計画されるので、低圧電力の契約で電力会社から 3相 200V（需給契約種別：低圧電力）を受電します。また、2台同時運転がある場合を考慮し、ポンプ出力は 22kW 以下とします。盤内照明及び 100V が必要な場合は、定額電灯または従量電灯の需給契約を別に行う必要があります。

マンホールポンプ施設用制御盤の一般的な回路を図 4-43 に示します。

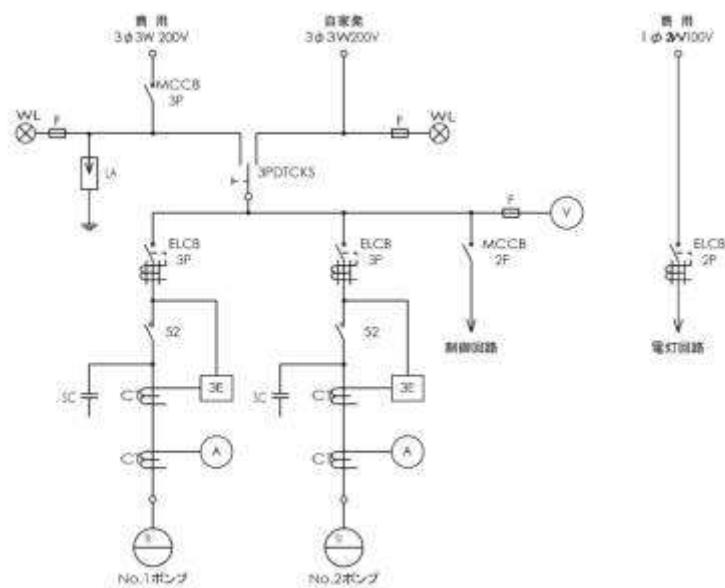


図 4-43 単線結線図 (例)

### (3) 立地条件

マンホールポンプ施設は宅地内または道路下等に設置されるので、屋外型とし風雨・降雪に耐え得るものとするほか、必要な保護・管理機器を装備したものとし維持管理が容易な構造とします。マンホールポンプ施設用制御盤の形式には、図 4-44 に示すように「自立形」「スタンド形」「壁掛形」「装柱形」「ポール形」があります。

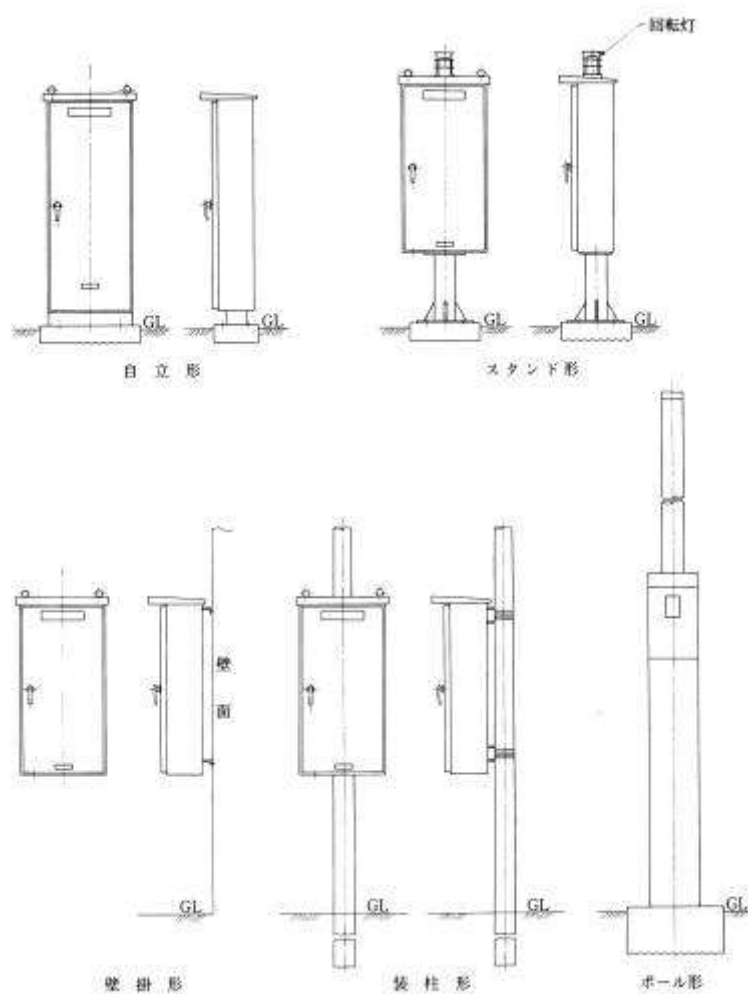


図 4-44 制御盤の形式

#### (a)自立形制御盤

一般にポンプ出力 11kW（スターデルタ始動）以上の制御盤に使用されます。盤内スペースが広く多くの内蔵機器が取り付けできます。

#### (b)スタンド形制御盤

一般にポンプ出力 7.5kW（直入れ始動）以下の制御盤に使用され、引込柱が無い場合や離れている場合にコンパクトに自立させるタイプです。

(c)壁掛形制御盤

一般にポンプ出力 7.5kW（直入れ始動）以下の制御盤に使用され、引込柱が無い場合や離れている場合に建物などの構造物の壁に制御盤を取り付けるタイプです。

(d)装柱形制御盤

一般にポンプ出力 7.5kW（直入れ始動）以下の制御盤に使用され、引込柱に制御盤を取り付けるタイプのため設置スペースが小さくなります。

(e)ポール形制御盤

一般にポンプ出力 7.5kW（直入れ始動）以下の制御盤に使用され、引込柱と一体構造のため、設置スペースが最も小さくなります。

(4) 操作回路

(a)自動運転

ポンプの自動運転は、ポンプ槽内の水位を水位計により検知して、ポンプの運転・停止を自動的に行うものとします。

基本的な運転方式には、次のものがあります。

①単独運転方式 ※シンプレックス

ポンプ 1 台設置の自動運転方式で、圧力式下水道収集システムにおける GP ユニットの標準的な運転方式（契約電力はポンプ 1 台分）

②並列交互運転方式 ※デュプレックス

ポンプ 2 台設置の 2 台運転を基本とする自動運転方式で、2 台設置型の GP ユニットの標準的な運転方式（契約電力はポンプ 2 台分）

③単独交互運転方式

ポンプ 2 台設置の 1 台運転を基本とする自動運転方式で、マンホールポンプ施設の標準的な運転方式（契約電力はポンプ 1 台分）

④単独交互非常時並列運転方式

ポンプ 2 台設置の 1 台運転を基本とし、水位上昇時には、ポンプ 2 台が運転する自動運転方式。回路的には②と同じですが、2 台運転を基本とするか、1 台運転を基本とするかの違いがあります。（契約電力はポンプ 2 台分）



**(b) スカム対策運転**

予旋回槽などを用いたスカム対策形のマンホールポンプ施設においては、マンホール内の汚水が殆ど無くなる水位まで運転を行います。

**(c) バックアップ運転**

水位計に投込み式・気泡式を用いたマンホールポンプ施設では、水位計の故障に備えて、高水位を検知した際にもポンプを運転する回路。

通常運転用の水位計のほかに高水位を検知する転倒式水位計を設けてバックアップ運転を行います。バックアップ運転時のポンプ運転台数は、電力契約のポンプ台数とします。

**(d) 故障時飛び越し運転**

2 台設置のマンホールポンプ施設では、1 台のポンプが故障した場合に、残りの 1 台が単独自動運転を行う「飛び越し運転」が可能な回路が必要です。

**(e) 手動運転**

ポンプ手動運転に切り替えられる構造とします。手動運転は、任意のポンプを任意に運転・停止できる構造とします。又、手動運転時のポンプ最大運転台数は、電力契約のポンプ台数とします。

**(5) 安全保護装置**

安全保護装置としては、一般的に以下の装置を設けます。

**(a) 漏電保護装置**

各ポンプの主回路に漏電遮断器を設け、漏電が発生した場合は回路を遮断します。

**(b) 電流計**

ポンプの運転状況を確認できるよう電流計を設けます。

**(c) モータ保護装置**

モータ保護のため、三相電源の場合は 2E（過負荷、欠相）または 3E（過負荷、欠相、逆相）リレーを、単相電源の場合は 1E（過負荷）リレーを設けます。

(d)過負荷保護装置

ポンプの過負荷保護装置には、図 4-45 に示すように、サーマルプロテクタとオートカットがあります。



図 4-45 過負荷保護装置 (例)

オートカットはポンプ内部で回路を遮断しますが、設置するポンプにサーマルプロテクタを内蔵する場合は、センサーが動作した時に運転回路を遮断する保護回路を設けます (図 4-46 参照)。

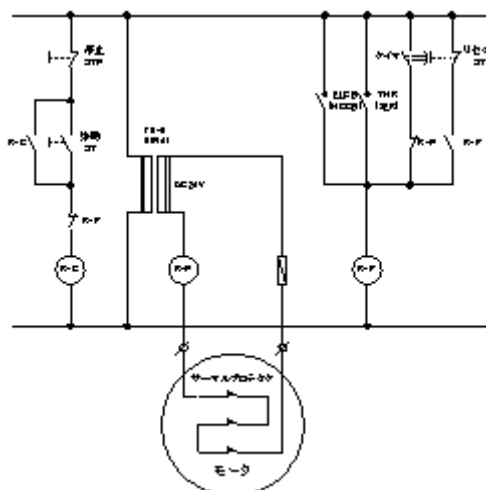


図 4-46 サーマルプロテクタ回路 (例)

(e) 浸水保護装置

ポンプの浸水保護装置には、図 4-47 に示すように電極式とフロート式があります。



図 4-47 浸水検知器 (例)

設置するポンプに浸水検知器を内蔵する場合は、センサーが動作した時に運転回路を遮断する保護回路を設けます (図 4-48 参照)。

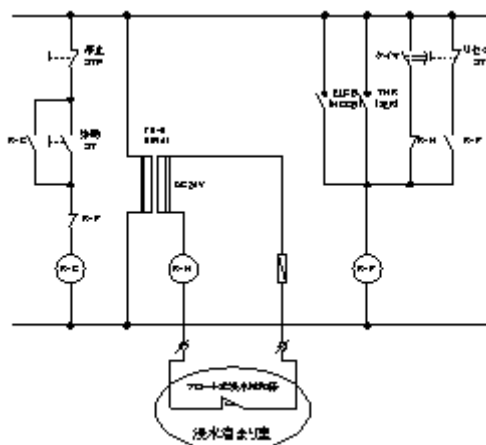


図 4-48 フロート式浸水検知回路 (例)

(f) 通報装置

異常時対策として、警報用回転灯若しくは通報装置・監視装置を設けます。

### (g) 停電対策

停電対策として、可搬式発電機の使用を考慮する場合は、商用電源と発電機電源が同時に入らないようインターロック（双投形ナイフスイッチまたは機械的インターロック付配線用遮断器）を設けます。

## (6) 雷害対策

雷は、夏の入道雲だけでなく冬の雪雲でも多く発生するため、このような地域では雷対策が必要となります。雷による被害には、「直撃雷」と「誘導雷」によるものがありますが、ここでは、誘導雷に対する雷害対策について記載します。

### (a) 避雷器の目的

電気機器は、雷などによる絶縁耐力以上の高い電位差を受けると絶縁破壊を起こし損傷します。特に通報装置・監視装置、水位計等の電子機器は絶縁耐力が低いため避雷器による保護が必要です。

又、雷サージは電源側だけでなく電話回線や制御盤外部とのアナログ入出力信号線や接地線からも侵入するので、接地線を除く外部との接続箇所の全てに避雷器を取り付け、どの侵入口から見てもサージに対して同電位（※）になる様に対策します。

雷害対策の効果を高めるためには、避雷器の接地線と機器の接地線を最短距離で接続し、その点より接地線を最短距離で大地に 1 点接地することが基本となります。ここで、避雷器から接地端子までの配線は IV 線 3.5mm<sup>2</sup> 以上とし、接地線は、IV 線 5.5mm<sup>2</sup> 以上の電線を使用します。

※同電位とは電位差が 0V の状態を言います。

高圧線(6600V)に止まっている鳥を想定すると、地上と高圧線との電位差は 6600V となりますが、鳥の電位も 6600V となる為、鳥と高圧線との電位差は 0V（同電位）となり、焼き鳥にはなりません。

(b)電源用避雷器

電源用避雷器は、図 4-49 のように各相対地間だけでなく各相間にも取り付けます。

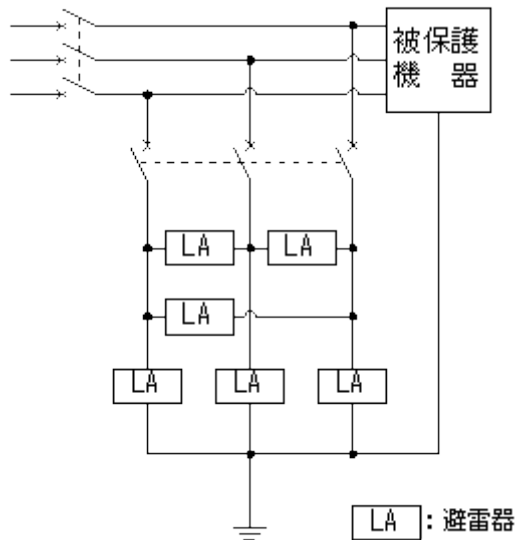


図 4-49 避雷器の使用例

(c)電話回線用避雷器設置場所

通報装置の電話回線用避雷器は、通報装置の極力近くに設置します。通報装置等が制御盤内の計器扉に設置される場合は、避雷器も計器扉に取り付けることが望ましいです。なお、電話会社に取り付ける「保安器」は電話回線側を保護するものであり、これにより通報装置を保護することはできません。

(d)アナログ入出力用避雷器

水位計のアナログ入出力など制御盤から盤外部へ長距離配線をする場合は、その信号線専用の避雷器を設置します。

(e)維持管理

避雷器は、全ての雷サージを保護できるものではなく、又、雷サージを受けると消耗します。定期的に機能確認を行い、消耗時には交換が必要です。

## (7) リレー方式と PLC 方式

制御盤の構成回路は主にリレー回路です。しかし、近年は制御盤の設置スペースを小型化するため、PLC 方式の制御盤が増えつつあります。

### (a) リレー方式

リレー・タイマーリレー等を制御盤内で組み合わせ、所定の制御を行うものです。比較的単純な制御を行う場合は、リレー点数も少なく、安価となるほか、故障時の原因究明が簡単で、現場での部品交換対応ができるため保守性に優れます。

高度な制御を行う場合は、リレー点数が増加して制御盤が大型化し、高価となるほか、故障時の原因究明も複雑になります。

### (b) PLC 方式

リレー・タイマーリレーで構成されるリレー回路をマイコン化したもので、高度な制御を行う複雑な回路でも制御盤の小型化を実現できます。

従来は、汎用 PLC を用いて仕様に基づいて都度プログラミングする必要がありましたが、最近では、コスト低減のために事前にマンホールポンプの運転パターンをプログラミングした標準品で大量生産した専用 PLC タイプが増えています。

一般的に雷サージの影響を受けやすいため、雷害対策を考慮する必要があり、又、故障時には PLC 本体の交換が必要になります。

## (8) 使い分け

制御盤の仕様は、管路施設末端に設置される収集ポンプ施設か幹線の輸送ポンプ施設かによっても異なります。以下に各々の特徴を示します。

### (a) 収集ポンプ用制御盤

主に圧力式下水道収集システムのポンプ施設用の制御盤です。

ポンプは小出力のポンプ 1 台設置の単独運転方式が主です。制御盤タイプとしてはスタンド形、壁掛け形、装柱形があります。ポンプ 2 台設置する場合もありますが、その場合の運転方法はポンプ 2 台の並列交互運転となります。

### (b) 輸送ポンプ用制御盤

主に輸送システムのマンホールポンプ施設用の制御盤です。

ポンプは 2 台設置の単独交互運転方式が主ですが、水位上昇時にはポンプ 2 台が運転する単独交互非常時並列運転方式とすることもあります。一般的にポンプ出力は大きくなり、制御盤タイプは自立形、装柱形のほかにポール形も採用されています。

## 8. 水中ポンプの維持管理について

圧力管路システムは、自然流下方式をはじめとする管路施設の 1 つで、重力を利用する自然流下式と異なり、ポンプ施設により強制的に汚水を収集あるいは輸送するシステムです。従って、各構成要素の機械的・電氣的寿命をはじめとする施設の定期的な更新が必要であり、自然流下式に比べて維持管理費は高くなる傾向です。

しかし、日常点検などの維持管理を適切に行うことによって、設備全体の寿命を延ばすことができるため、中長期的な予防保全計画を行うことにより、ライフサイクルコストを縮減させることは可能です。

一方、ポンプを「壊れるまで使う」（いわゆる使い捨て）といわれる時代もありましたが、近年は「資源は有限である」という観点から、定期的な点検で機能維持を図る目的に部品の交換がしやすいなど、維持管理しやすい構造が求められています。

### 8-1 予防保全と事後保全

維持管理には「予防保全」と「事後保全」があります。

「予防保全」は、日常点検や分解点検を定期的に行うことで故障を予知し未然に防止する維持管理方法です。対して「事後保全」とは、劣化や故障が発生してから対策を行う維持管理方法です。一見すると、正常に機能している施設を点検する必要はなく、何らかの異常が生じてから対応する「事後保全」で充分と思われがちですが、「予防保全」と「事後保全」の基本的な考え方の違いは、この“異常”のとらえ方にあります。

「予防保全」における“異常”とは「正常でない」状態を指し、「事後保全」における“異常”とは「異常である」状態を指します。

一例をあげると、ポンプの維持管理において「予防保全」は、ポンプ運転しているが、電流値上昇や絶縁抵抗値が低下してきている等の「正常でない」状態を捉えてメンテナンスを実施することです。対して「事後保全」は、浸水やケーブル断裂等が発生しポンプ運転することができない「異常である」状態を捉えてメンテナンスを実施することです。

施設の機能を維持することが維持管理ですが、「事後保全」の様に異常が発生してから対応する場合は、施設の機能が停止してしまうので、単に故障復帰の手間だけでなく、利用者である住民へのサービスの低下も招いてしまいます。

すなわち、常に使用できることが前提の下水道では、「予防保全」により正常でない現象を捉えて、故障を未然に防止することが維持管理の基本です。

## 8-2 ポンプ施設の点検

### (1) 点検の考え方

#### (a)点検内容・周期の立案

圧力管路システムのポンプ施設は、収集用ポンプ施設と輸送用ポンプ施設の 2 つに大別されます。収集用ポンプ施設は、一般にポンプ施設と汚水発生装置源が非常に近く、異物の排出制限やポンプ故障時の排水自粛など住民の協力を得られやすく、住民と一体の維持管理体制が組みやすい施設です。

一方、マンホールポンプ施設に代表される輸送用ポンプ施設は、一般にポンプ施設が汚水発生源から離れており、接続されているすべての住民の協力を得ることが難しい施設であり、収集区域も施設毎に異なります。

すなわち、同じポンプ施設でも故障時の影響範囲など施設の重要性が異なるため、各ポンプ施設に応じて最適な点検内容・点検周期を決定する必要があります。

#### (b)点検の限界

点検には、日常点検・定期点検・分解点検などの方法がありますが、限られた点検項目・点検周期の中では確実に予防保全することは困難です。極端な場合、点検の翌日にポンプが故障することもあります。すなわち、点検は、そのときのポンプ施設の状態を判断するものであり、次回の点検まで正常に稼働することを保証できないことに留意する必要があります。

故障を予知し未然に防止するのが予防保全といいながら、点検では予防保全出来ないと、一見矛盾した表現ですが、ここでいう故障予知とは、点検時点での異常（正常でない）が、経年劣化によるものなのか、異物などの外的要因（排除・復旧が可能）によるものなのかを見極めることです。これには、過去の点検結果よりその点検項目の変化の傾向から判断したり、必要に応じて詳細点検を実施したりする判断力が必要となります。

一般に、点検項目の少ない日常点検は誰でも出来ると判断され、形式的な点検になりがちです。しかし、短い周期で行う日常点検こそが故障を予知し未然に防止するための重要な点検であり、少ない点検項目から正常でない状態を判断できる専門業者（いわゆるプロ）による継続的な点検が重要となります。

#### (c)供用開始直後の点検

一般にポンプ施設は供用開始直前に設置され、供用開始（部分供用を含む）後、各家庭の接続工事や管路の延長工事が行われます。工事における異物の流入や、汚水の流入が極端に少ない（ポンプ槽内での汚水の滞留時間が長い）状態が続くことによって、異常が発生しやすく、通常の点検周期により短い間隔で点検する



などの配慮が必要です。

#### (d)点検記録の整理・分析

ポンプ施設の点検記録は、点検終了後に整理・分析し、異常箇所の早期復旧を行うと共に、次回点検時の重点点検項目などの立案に役立てる必要があります。又、点検記録を整理・分析することで、安定した運転が行われている施設では点検周期を長く、逆に不安定な施設では短く設定することによって、適切な予防保全が可能になります

## (2) 日常点検

日常点検は、目視で実施できる点検項目を中心に行うもので1～2か月に1回程度実施されます。

点検項目は、表 4-15 に示すようにポンプ施設に設置されているメータ類の読み取りや、測定計器類により必要最低限の測定を行うほか、機器の外観・運轉動作状況を視覚聴覚などで判定します。なお、ポンプ槽内の状況は地上部からの目視確認です。

表 4-15 日常点検項目の例

	点検項目
1	ポンプ運轉状態の確認
2	ポンプ設備の目視による確認
3	フロートスイッチの動作確認
4	保護装置の動作確認
5	自動通報・監視装置の動作確認
6	絶縁抵抗値の測定
7	ポンプ槽内の汚れの確認

日常点検は、点検者の五感による確認と主観的な判定が主体となるため、点検者の専門的技術力が必要となります。これを補うものとして、マンホールポンプ施設など重要性が高い施設には、一般に通報装置（機場監視装置）を設置しており、この通報装置からの情報を日常点検に活用することによって、より精度の高い点検が可能になります。

通報装置は、ポンプ施設の状態を常時監視しており、施設の運轉状況など点検を行う際の重要な情報が含まれています。この情報を活用するには日常的に機場監視情報を分析し、分析結果より正常でないと判断される情報を、現地での点検時に重点的に確認することによって故障を予知し、未然に防止する予防保全が有効になります。

### (3) 定期点検

定期点検は、ポンプ及び制御盤等の付属機器の詳細点検を行うものであり、年に 1 回程度実施されます。

点検項目は、表 4-16 に示すように日常点検の項目に加え、測定計器類による詳細測定を行うほか、ポンプ本体の引き上げ点検などを行います。又、オイル交換などの一部消耗品の交換や、ポンプ槽内の洗浄・清掃を同時に行う場合があります。

表 4-16 定期点検項目の例

	点検項目
1	(日常点検項目の確認) 表-1 参照
2	制御盤及びポンプの絶縁抵抗値の詳細測定
3	ポンプ本体の引き上げ点検
4	水位センサーの状態確認
5	ポンプ槽内及び配管・弁類の状態確認

分解点検は、ポンプの機能を維持するために構成機器の消耗部品などを定期的に交換するものであり、3～10年に1回程度実施されます。

点検は、表 4-17 に示すようにメーカー工場などの分解点検に必要な設備が整っている場所で行われます。

表 4-17 分解点検項目の例

	点検項目
1	分解・組立
2	消耗部品などの交換
3	モータ乾燥などの調整・整備
4	再塗装
5	運転試験

分解点検は、定期点検結果などで実施時期を検討しますが、時期が遅れると大幅なコストアップとなる場合があるため、実施時期は慎重に検討する必要があります。例えば、消耗部品であるベアリングの不調が確認された段階であればベアリングの交換で済みますが、これを放置するとロータとステータの接触事故などモータそのものの交換が必要となる場合もあります。

### (4) 点検周期

点検周期は、ポンプの運転頻度、運転時間、異物流入状況などポンプ施設の状況に

合わせて適時実施する必要がありますが、一般的な施設の参考例としては、表 4-18 に示すような点検周期となります。

表 4-18 点検周期 (参考例)

経過年数 \ 点検項目	定期点検 (オイル交換含む)	分解点検
1年目	○	—
2年目	○	—
3年目	○	—
4年目	○	—
5年目	→	○
6年目	○	—
7年目	○	—
8年目	○	—
9年目	○	—
10年目	→	○
11年目	○	—
12年目	○	—
13年目	○	—
14年目	○	—
15年目	更新	

分解点検時の交換部品

	破碎機構付 (グラインダポンプ)	破碎機構無し
オイル	○	○
上下軸受	○	○
軸封装置	○	○
回転刃	○	—
固定刃	○	—
ロータ・ステータ ケーブル・羽根車	劣化・損傷状況による	劣化・損傷状況による

## 8-3 維持管理体制

### (1) 管理形態

ポンプ施設の管理業務は、専門技術的業務や現場業務が相当部分を占めており、ポンプ施設を管理する中小の自治体では、これらの専門職員を常時確保することが財政的に困難であることから、表 4-19 に示すように業務の一部を専門の民間業者に委託することが一般的に行われています。

表 4-19 管理形態の例

	管理形態
1	自治体による直接管理
2	自治体+委託管理業者による管理

民間業者への委託範囲は、点検などの保守が中心で委託契約書により範囲が決定されますが、ポンプ施設の管理責任は常に管理者である自治体にあり、委託範囲に通常点検以外の緊急時の対応を求める場合でも、民間業者は管理者の補助的支援を担うこととなります。又、ポンプ施設の安定した運転を確保するために、利用者である住民に対して適切な広報活動を行うことも管理者の重要な業務となります。

### (2) 安全管理

ポンプ施設の点検に際して次のような事故が想定されるため、その危険性を熟知した有資格者などが点検作業を行い、事故防止に努める必要があります。又、点検作業は 2 人以上で行い常に安全を確認すると共に不測の事態に対応できる体制で実施する必要があります。特に、緊急対応時は、復旧作業が優先され安全確認がおろそかになるため、通常の点検作業時以上に注意が必要となります。

#### (a) 感電事故

ポンプ施設は電気を動力源としており、第三者に対しては密閉型制御盤を使用するなどして感電事故を防止していますが、制御盤内などを点検する時に点検者自身が感電事故をおこす恐れがあります。点検に際しては停電作業を原則とし、運転確認などの通電状態での点検に際しては絶縁手袋などの安全器具を使用するなど作業員の安全を確保すると共に、制御盤の点検中以外は扉を閉めるなど第三者の安全にも留意する必要があります。

#### (b)交通事故

ポンプ施設は一般に道路に面して設置されており、点検時に交通事故を起こす恐れがあり、早朝・夕刻などの通行車両の多い時間帯及び夜間の点検作業は極力避ける必要があります。点検に際しては、通行車両に作業中であることを知らせる安全器具を設置して交通誘導員を配置すると共に、点検に必要な工具類を歩道上に放置しないなど歩行者の安全にも留意する必要があります。

#### (c)転落事故

ポンプ施設は一般に道路下にポンプ槽が設置されており、点検時に転落事故を起こす恐れがあります。点検に際しては、安全带などの安全器具を使用すると共に、ポンプ槽蓋を開放のまま放置しないなど、第三者の安全にも留意する必要があります。

#### (d)酸欠等事故

ポンプ施設は一般に道路下にポンプ槽が設置されており、ポンプ槽内は酸欠状態や硫化水素が発生している恐れがある危険箇所です。点検に際しては、ポンプ槽内に不用意に入らないことが基本であり、入場が必要な場合は有資格者による安全確認（事前に換気装置で十分に換気し、酸素濃度等の測定で安全を確認すると共に、点検作業中も常時換気・常時測定を行う）など、安全に留意して作業を行う必要があります。

#### (e)人為ミスによる不慮の事故

ポンプ施設は自動運転により無人運転を行っています。

点検等によって手動運転に切り替えたあと、自動運転へ切り替えることを忘れると運転不能となり、ポンプ槽から溢水するなどの事故につながる場合があります。このような人為ミスによる不慮の事故を防止するために、点検終了時は運転モードを点検前の状態に復帰することを原則として、退場前にも再度十分な確認をすることが必要です。

### (3) 緊急対応

ポンプ施設の緊急時としては、停電・ポンプ故障・水位計故障・過大流入・物理的損傷などが想定されますが、いずれの状況でもポンプ施設として正常に機能せず、甚だしい場合は、汚水がマンホールから溢れ出す結果となります。

ポンプ施設の安全装置として、自然流下によるバイパス管路などが布設できる場合は、被害を最小限度にとどめられますが、多くのポンプ施設は自然流下が困難な箇所に設置されておりバイパス管路は布設できません。

ポンプ施設の構成機器における安全装置としては、搬送優先の考え方でポンプ施設の重要性に応じた装置が設置されており、次のようなものがあります。

- (a)非常用自家発電装置の設置や、仮設発電機の接続口及び電源切換器の装備（商用電源停電時は発電機で対応）
- (b)ポンプの複数台設置（搬送能力は低下するが搬送そのものは継続できる）や、共通予備の保管（故障時は予備機と交換）
- (c)水位計のバックアップ回路（1つのフロートスイッチで半自動運転）

さらに、緊急事態の早期対応を可能とするために、重要性が高い施設には通報装置を設置して、故障発生時に管理者への即時通報を可能としています。

このように、ポンプ施設側では、その施設の重要性に応じた緊急時の対策を実施していますが、これにより全ての緊急時に対応できるものではなく、維持管理体制として、緊急時を想定した体制及び対応策を事前に検討しておく必要があります。

## 8-4 硫化水素対策

### (1) 有害性と発生メカニズム

硫化水素は、主に圧力管路などの嫌気性の環境下で汚水中の硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）が硫酸塩還元細菌により硫化水素（ $\text{H}_2\text{S}$ ）に還元されるために生じます。圧力管路の出口付近では、圧力管内で発生した硫化水素が気相中へ放散され、この硫化水素が、管壁の結露に溶け込み硫黄酸化細菌の生物作用により硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）へと変質し、自然流下管路などのコンクリート壁を腐食させます（図4-50参照）。

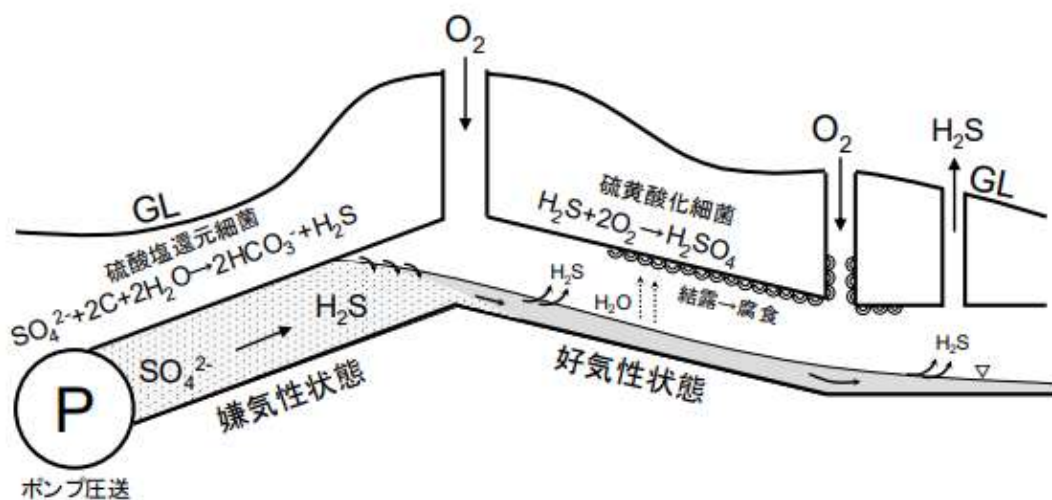


図4-50 圧送管内での硫化水素の生成と腐食域の概念図

過去のいくつかの研究では、硫化水素の発生の原因及び条件が明らかにされており、①汚水の温度、②BOD濃度、③硫酸塩濃度、④管渠内の流速などが関与することが知られています。

## (2) 基本的な対策

管路施設における腐食対策は、コンクリートの腐食メカニズムを断ち切ることが重要であり、次の対策があげられます。

表 4-20 硫化水素対策

①	硫化水素の生成を防止する 空気、酸素、過酸化水素、硝酸塩等の薬品注入により下水の嫌気化を抑え硫化水素の発生を防止する。
②	管路を清掃し微生物の生息場所を取り除く 管路の清掃により硫化水素発生の原因となる管内堆積物を除去し、また硫酸塩還元菌や硫黄酸化細菌の生息場所を取り除く。
③	硫化水素を希釈する 硫化水素ガスが低濃度の場合、硫黄酸化細菌の増殖が抑制される。換気により管内硫化水素を希釈する。
④	気相中への拡散を防止する 酸化剤の添加による硫化物の酸化、金属塩の添加による硫化水素の固定化等の方法により硫化水素の気相中への拡散を防止する。
⑤	硫酸塩還元菌の活動を抑制する 硫酸塩還元細菌に選択的に作用する薬剤を注入し殺菌又は細菌の活動を抑制する。
⑥	硫黄酸化細菌の活動を抑制する 硫黄酸化細菌に選択的に作用する薬剤を混入したコンクリート（防菌、抗菌コンクリート）を用いる。
⑦	防食材料を使用して管を防食する 樹脂系資材や被覆（ライニング）等により腐食を受けるコンクリート表面を防護する。

※下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2001年版 日本下水道協会 より



小規模ポンプ施設ではコスト的に十分な対策を行うことが難しいため、施設の設計段階で以下のような硫化水素対策を考慮しておく必要があります。

表 4-21 小規模施設での硫化水素対策

①	<p>圧力管路内の滞留時間を短くする。</p> <p>圧送距離が長くなると 1 回のポンプ運転で圧力管路内の汚水を入れ替えることが難しくなり管路内の滞留時間が長くなるため、圧送距離は可能な限り短くします。</p>
②	<p>圧力管路内の流速を確保する。</p> <p>一般的に圧力管路内の最低流速は 0.6m/s 以上といわれていますが、理想流速としては 1.0m/s～1.5m/s ともいわれており、管内流速を 1.0m/s 以上を確保することで管内堆積物の低減が図れます。</p>
③	<p>汚水発生源の近くにポンプ施設を設置する。</p> <p>流入管路内での管内堆積物が硫化水素発生の原因となりますが、汚水発生源の近くにポンプ施設を設けることで流入管路が短くなり管内堆積物の低減が図れます。</p>
④	<p>ポンプ運転間隔を短くする。</p> <p>供用開始直後など汚水流入量が少ない時期は、ポンプ槽内での汚水滞留時間が長くなるため、ポンプ運転水位幅などを調整してポンプ運転間隔を一時的に短くすることで、滞留時間の低減が図れます。</p>

## 8-6 まとめ

### (1) 維持管理を考慮した施設の設計

ポンプ施設を設計するときは、建設コストだけでなく、将来の維持管理コストも含めたライフサイクルコストを比較して検討をすすめます。このときに、実現可能な維持管理体制や維持管理方法を併せて検討することがトータルのコスト縮減にとって重要です。

ポンプ施設には、グラインダポンプを用いた圧力式下水道収集システム（GP 方式）による収集システムと、マンホールポンプ施設（MP 方式）による輸送システムがあります。一般に GP 方式は簡便な構造であり建設コストの縮減が期待できる一方で、「汚水発生源に隣接した施設で異常発生時の影響範囲が狭く、又、住民の協力が得られやすい」ことを前提としたものです。

この様に、異常発生時の影響範囲（施設の重要性）や、住民の協力などの維持管理体制を考慮して適切なポンプ施設を設計することが重要です。

## (2) 通報装置を利用した維持管理の効率化

ポンプ施設は無人で自動運転を行うため、一般的に通報装置が設置されます。

ここで使われる通報装置には、故障通報機能（故障発生時に通報する）の他に機場監視機能（日報・月報等の運転状況、異常履歴）があり、多数のポンプ施設の集中管理に活用できます。機場監視機能は、中央監視装置を自治体等に設置するものや、中央監視装置がなく、クラウドサーバに運転監視機能を設けて情報を収集し、Web により閲覧をするものなどがあります。

通報装置、機場監視機能を導入することで、住民の協力（回転灯点灯による異常通報など）がなくともポンプ施設の管理をすることが出来ます。

## (3) 継続的な点検項目表による管理

ポンプ施設の点検時に、ポンプの供給電圧、運転電流、運転時間、絶縁抵抗値などを測定・記録・整理・分析することによって、点検測定時に得られた値が一時的な異常値か経年劣化等による変化なのか容易に判断できます。

ところが、点検項目の中には、点検者の目視・聴覚などの経験に頼る主観的な判断もあり、点検者によって判断が異なる場合もあります。そのため、点検結果を整理・分析して適切な補修・更新計画を立案することが難しくなります。

従来から技術書等にある判定基準を具体化することで、より適切な管理をすることが出来ます

## 第5章 Q&A

### 1. 圧力式下水道収集システム

**Q01** 圧力式下水道収集システムとは、どのようなシステムですか。

【回答】圧力式下水道収集システムとは、家庭等から排出された汚水を貯水タンク（GPユニット）に溜め、グライндаポンプ（破砕機構付き小型水中汚水ポンプ）で加圧して小口径圧力管路により処理場又は自然流下管まで汚水を収集・搬送するシステムです。

**Q02** 圧力管路システムにおける圧力式下水道収集システムの位置付けを教えてください。

【回答】表5-1に示すように、圧力管路システムには、収集システムとしての「圧力式下水道収集システム」及び「真空式下水道収集システム」があり、輸送システムとしての「圧送式下水道輸送システム」があります。  
又、これらは、その利用する圧力により、正圧を利用する圧力式下水道収集システム及び圧送式下水道輸送システムと、負圧を利用する真空式下水道収集システムに区分できます。

表5-1 圧力管路システムの区分

収集・輸送の区分	システム名称	利用圧力
収集システム	圧力式下水道収集システム	正 圧
	真空式下水道収集システム	負 圧
輸送システム	圧送式下水道輸送システム	正 圧

各システムは、それぞれ異なる特性を有するため、地形や管路施設の規模などを考慮して最適なものを選定することになります。

**Q03 圧力式下水道収集システムは、どのような特徴を持っていますか。**

**【回答】** 圧力式下水道収集システムには、次のような特徴があります。

1) 小口径圧力管路で収集する

汚水中の夾雑物がグライндаポンプで破砕されるため、管路の口径を最小30mmと極端に小口径圧力管路で収集・搬送できます。

2) 地形の起伏に沿って収集管路を布設できる

圧力管路であるため、管路こう配を考慮する必要が無く、管路の布設深さを浅くできるなど布設場所の状況に合わせた自由な布設ができます。また、軟弱地盤地帯における不同沈下や地震などで埋設後の管路縦断が多少変化しても機能を維持できます。

3) 最少1戸から対応できる

流入汚水量に合わせて小口径汚水ポンプを採用できるため、最少1戸から対応できるシステムです。また、他の収集システムとの組合せも容易にできます。

4) 臭気が発生しにくい

各家庭からの汚水を即時に排水することから、臭気が発生しにくいです。

5) 設置場所に合わせて貯水タンクが選定できる

貯水タンクは、設置場所に応じて合成樹脂製やコンクリート製も選定することができ、更に既設の浄化槽等を改造して貯水タンクとして使用することも可能です。

Q04 圧力式下水道収集システムは、どのような設備より構成されますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの構成図を図 5-1 に示します。

各家庭の汚水は、私設樹等を経由して「ポンプ施設」に流入して加圧され「圧力管路」で処理場または自然流下管まで搬送されます。

まず、「ポンプ施設」は流入汚水を加圧する施設で、GP ユニット（グラインダポンプ、槽内配管および水位計などをコンパクトに組み込んだ貯水タンク）と付属の電気・計装設備で構成されます。

次に、「圧力管路」は、加圧された汚水を搬送する施設で、接続管と圧力本管より構成され、GP ユニットから第一合流点までを接続管（φ30～50mm）、その先の圧力管を圧力本管と言います。

また、圧力管路には、必要箇所にて区間弁（圧力管路の各区間を遮断する弁）・点検口（圧力管路のバイパス管を接続したり圧力管内を点検したりする口）・空気弁（圧力管内の空気を排除する弁）を設置します。

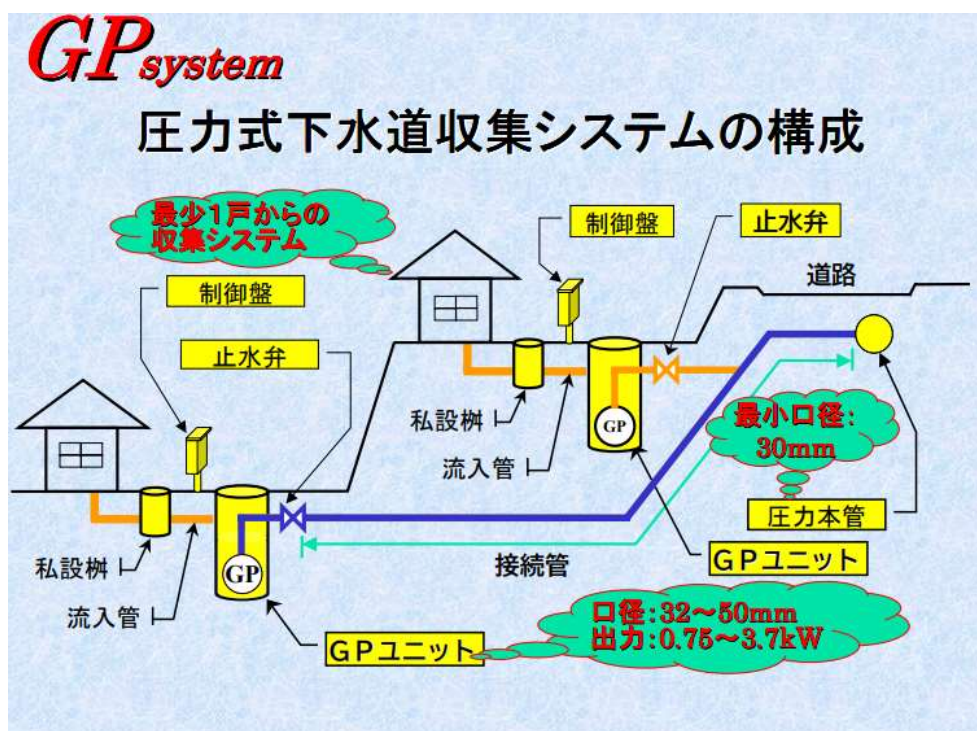


図 5-1 圧力式下水道収集システムの構成図

Q05 圧力式下水道収集システムは、他のシステムとどのような相違がありますか。

【回答】圧力式下水道収集システムと真空式下水道収集システム及び自然流下式との比較を表 5-2 に示します。

表 5-2 各収集・輸送システムの比較

	自然流下システム	圧力管路システム		
	収集・輸送システム	輸送システム	収集システム	
		圧送式	圧力式	真空式
収集原理	汚水を管路勾配により重力を利用して自然流下させて収集輸送する。	汚水を圧送ポンプ施設により加圧して輸送する。	汚水をグライндаポンプにより加圧して収集する。	汚水を真空の負圧を利用して収集する。
標準的施設配置	各戸設置のます、取り付け管、自然流下管渠およびマンホール	圧送ポンプ施設および圧送管路	各戸又は複数戸を対象としたグライндаポンプユニットと圧送管路	各戸又は複数戸を対象とした真空弁ユニットと真空管路及び真空ステーション
管 径	φ100mm 以上	圧送ポンプ口径以上 (一般的に φ75mm 以上)	グライндаポンプ口径以上 (φ30mm 以上)	一般的に φ100~250mm
埋設深度	地形、障害物などにより深くなることもある	浅層に埋設できる		浅層にほぼ一定の深度に埋設できる
地 形 条件等	影響が大きい	広範囲な地形条件に対応できる		吸引可能な真空度が保持できる範囲でまとまった地域に対応できる
電 源	不要	圧送ポンプ施設に必要	グライндаポンプユニットに必要	真空ステーションに必要
建設 コスト	地形条件等により大きく変化する	地形条件により他方式より安価となることもある		
維持管理 コスト	維持管理が比較的簡便で動力費も不要である。	圧送ポンプ施設等の維持管理と動力費が必要である。	グライндаポンプユニット等の維持管理と動力費が必要である。	真空弁ユニット、真空ステーション等の維持管理と、真空ステーションの動力費が必要である。

Q06 圧力式下水道収集システムは、どのようなところに適用されますか。

【回答】圧力式下水道収集システムは、比較的小規模な集落、中小規模の観光地やレジャー施設、都市近郊の低住宅地など、一般的に次のようなところに適しています。

- 1) 低人口密度、低家屋密度の地域このような地域は家屋間の距離が長くなり、自然流下式では埋設深が深くなりますが、小口径圧力管路で布設深さを浅く

できる圧力式下水道収集システムは容易に対応できます。

- 2) 平坦地や起伏地平坦地や起伏地は自然流下式では埋設深が深くなりますが、地形の起伏に沿って圧力管路を布設できる圧力式下水道収集システムは容易に対応できます。
- 3) 高地下水位、軟弱地盤、岩盤・転石、地下埋設物が多い地域このような地域は自然流下式での収集が困難となりますが、小口径圧力管路で布設深さを浅くできる圧力式下水道収集システムは容易に対応できます。
- 4) 部分的な低地部幹線管路よりも低い場所に住宅がある場合など、自然流下式での収集が困難な地域でも、高揚程・小水量のグライндаポンプを採用している圧力式下水道収集システムは容易に対応できます。
- 5) 水路や小川などが多い地域水路横断箇所が多くある地域でも、高揚程・小水量のグライндаポンプを採用している圧力式下水道収集システムは容易に対応できます。
- 6) 処理施設を高位部に配置したい地域自然流下式の管路施設では、処理施設は最も下流側に設置されますが、圧力式下水道収集システムでは、処理施設の配置に関する自由度が増します。例えば、処理施設を民家のない高台に設置することも可能となり、土地代の節約、処理水の再利用、悪臭など環境の影響が少なくなるなど、トータルコストの縮減が可能となります。
- 7) 浄化槽整備地域下水道整備地域から離れた地域でも圧力式下水道収集システムと大型浄化槽との組合せで、高度処理を採用した水環境の整備が容易に対応できます。
- 8) リゾート地のような季節的人口変動が激しいところに容易に対応できます。

**Q07 圧力式下水道収集システムは、なぜ小口径配管を使用できるのですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力管路は、次のような理由から最小口径 30mm の圧力管路を使用することが可能です。

- 1) 常に満管状態で汚水を送る圧力管路であるため、設計汚水量に対して配管径を小さくできます。
- 2) グラインダポンプで汚水中の夾雑物が数 mm 程度に破碎されるため、小口径配管でも異物による閉塞の恐れがありません。
- 3) 各家庭から流出する汚水量は極めて少ないため、GP ユニット設置台数に対して同時運転台数が非常に少なくなります。従って、多重圧送の各管路区間の設計流量も少なくなり、結果的に必要配管径も小さくできます。
- 4) 下水道法施行令が平成 15 年 9 月に改正され、それに伴う国土交通省告示では「自然流下によらない排水管の内径の最小値は 30mm とする」旨の内容となっており、法的にも最小口径 30mm の圧力管路が使用できます。

**Q08 圧力式下水道収集システムの管内流速は、どの程度ですか。**

【回答】 汚水管路の自己洗浄速度は 0.6m/秒以上が必要と言われており、圧力式下水道収集システムの管内流速範囲は、0.6～3.0m/秒としております。

ただし、流速を速くすると、損失は大きくなりますが、より小口径圧力管路を採用することができるため、高揚程・小水量のグラインダポンプを採用している圧力式下水道収集システムでは、管内流速の望ましい範囲としては、1.0～1.8m/秒を目標に配管径を決定します。

**Q09 圧力式下水道収集システムの実績は、どの程度ですか。**

【回答】 我が国においては、令和 5 年 3 月末現在で 5,108 台のグラインダポンプが納入されています。

詳細は本委員会ホームページの「納入実績」にてご確認願います。



**Q10 圧力式下水道収集システムは、海外でも採用されていますか。**

【回答】圧力式下水道収集システムは、1970年代にアメリカで自然流下式下水道に代わる経済的な汚水収集システムとして開発されたシステムで、現在も欧米で広く採用され非常に高い下水道普及率を実現しています。  
欧米での圧力式下水道収集システム採用の特徴を整理すると以下のようになります。

- 1) 欧米では、個別処理による地下水汚染や環境衛生不良などが問題となり、集合処理を基本とした下水道整備が進められている。
- 2) 80%程度以上の高い下水道普及率を達成した以降、自然流下式では収集困難な地域を中心に圧力式下水道収集システムが急速に採用されている。
- 3) 住民の協力が得られやすい圧力式下水道収集システムの普及に伴い、事後保全を中心とした体制の基に簡便な維持管理が行われている。

**Q11 直接投入型ディスポーザーに圧力式下水道収集システムを採用できますか。**

【回答】最近、生ゴミ問題の深刻化や生活様式の変化など社会情勢の変化により、集合住宅における「処理槽付ディスポーザー」の導入が増加しております。  
ただし、「直接投入型ディスポーザー」の導入に対しては、各自治体により対応が異なるので問い合わせが必要です。  
ディスポーザーと圧力式下水道収集システムを組み合わせることで、管路の無閉塞や硫化水素抑制がさらに期待できます。

**Q12 集合住宅など多量の排水がある場合でも圧力式下水道収集システムで対応できますか。**

【回答】圧力式下水道収集システムのグラインダポンプは、口径 32mm～50mm、出力 0.75kW～3.7kW を用意しており、又、設置台数も 1 台設置型や 2 台設置型があり、流入量に応じて選定できます。  
口径 50mm のグラインダポンプを 3 台設置した実績もあります。

**Q13** 圧力式下水道収集システムではどのような硫化水素対策がありますか。

【回答】汚水を長時間滞留させないことが最も有効な硫化水素対策であり、圧力式下水道収集システムは、次のような特徴があります。

- 1) GP ユニットは、流入汚水量に適した小口径・高揚程グライндаポンプ及び小容量の貯留タンクが選定されるため、流入汚水が速やかに排水され、ポンプ槽内での汚水滞留もわずかです。
- 2) 圧力管路の最小口径は  $\phi 30\text{mm}$  であり、設計同時運転台数の設計手法で最適な圧力管径が選定されるため、適切な管内流速が確保され、圧力管路での汚水滞留がありません。

以上のように、圧力式下水道収集システムは、本質的に硫化水素が発生しにくいシステムのため、特別な硫化水素対策は不要です。

**Q14** 汚水処理施設から遠く離れた地域では、個別処理（合併浄化槽）で対応するケースが増えていますが、この様な地域で圧力式下水道収集システムを採用するメリットはありますか。

【回答】コスト比較では個別処理（合併浄化槽）が有利となる場合がありますが、放流水の水質管理面では、個別処理よりも圧力式下水道収集システムで収集した集合処理の方が優れています。

## 2. グラインダポンプと GP ユニット

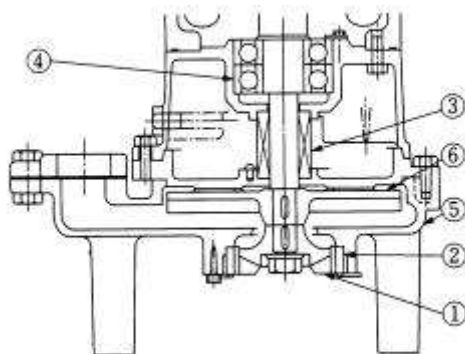
### Q15 グラインダポンプとは、どのようなポンプですか。

【回答】 グラインダポンプは、「破碎機構付き小型水中污水ポンプ」と呼ばれ、破碎機構としてポンプ吸込口部のケーシングに固定された固定刃とシャフトと共に回転する回転刃を持ち、流入する異物を数 mm 程度に細かく破碎してポンプ内につまることなく排出するポンプです。

また、ポンプ特性は、圧力式下水道収集システムにおける多重圧送方式に適した高揚程・小水量特性を示します。グラインダポンプには遠心式と容積式とがあります。

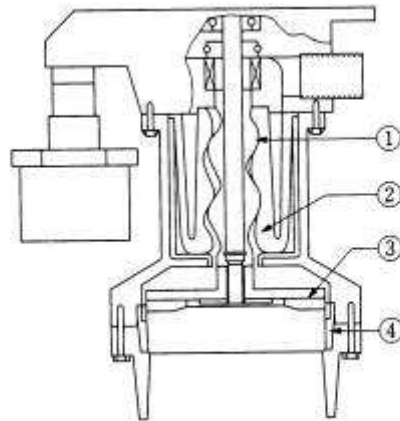
遠心式は、高揚程特性を示すボルテックス形又はセミオープン形の羽根車の回転による遠心力で污水を加圧・搬送するポンプで、揚程が変化すると吐出し量も変化し、高揚程で使用するときには吐出し量が少なく、低揚程で使用するときには吐出し量が多くなります。

容積式は、シャフトと共に回転するステンレス製のスネーク状ロータと固定されたゴム製のステータとの間にできる空間に污水を吸い込んで加圧・搬送するポンプで、揚程が変化しても吐出し量がほぼ一定量となります。



番号	部品名	番号	部品名
1	回転刃	4	下部玉軸受
2	固定刃	5	ケーシング
3	メカニカルシール	6	羽根車

図 5-2 遠心式グラインダポンプの構造図



番号	部品名	材質
1	ローター	ステンレス
2	ステーター	ゴム
3	回転刃	特殊鋳鉄
4	固定刃	特殊鋼

図 5-3 容積式グラインダポンプの構造図

Q16 グラインダポンプには、どのような機種がありますか。

【回答】 グラインダポンプには単相 200V 電源（従量電灯）用ポンプと、三相 200V 電源（低圧電力）用ポンプがあります。

単相 200V 用グラインダポンプには、遠心式（口径 32mm、出力 0.75kW～1.0kW）と、容積式（口径 32mm、出力 0.75kW）があり、三相 200V 用グラインダポンプには、遠心式（口径 32mm～50mm、出力 0.75kW～3.7kW）のタイプがあります。

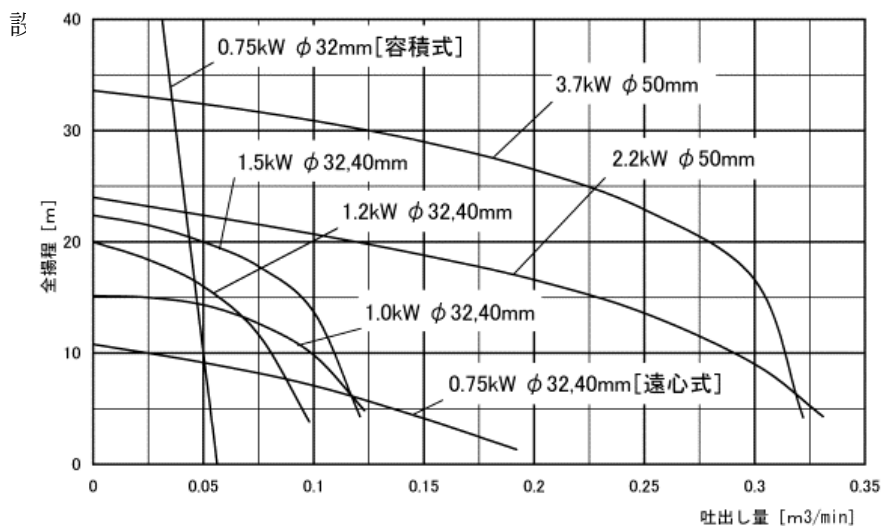


図 5-4 グラインダポンプの選定曲線図

**Q17 容積式と遠心式の特徴と使い分けを教えてください。**

**【回答】** グラインダポンプの特徴と使い分け

1) 容積式グラインダポンプ

容積式グラインダポンプは、ポンプ吸込口に破砕機構（グラインダ）を持ち、夾雑物が破砕された汚水をゴム製のステータとステンレス鋼製でスネーク状のロータにより加圧・圧送します。

製作されている機種は単相 200V×0,75kW のみで、ポンプ吐出量は小水量（40L/分）とほぼ一定ですが高揚程に対応できます。 但し、極端な高揚程では過負荷運転となるため適用範囲は限定されます。

吐出し量が少ないことより、一般家庭用に適しているほか、揚程の変化による吐出し量の変化がほとんど無いので、小水量・高揚程が必要な場所や多重圧送に有利です。

2) 遠心式グラインダポンプ

遠心式グラインダポンプは、ポンプ吸込口に破砕機構（グラインダ）を持ち、夾雑物が破砕された汚水をボルテックス又はセミオープン羽根車で加圧・圧送します。

製作されている機種は単相 200V×0.75～1.0kW、3相 200V×0.75～3.7kW と多くの機種が揃っており、ポンプ吐出し量は揚程の変化により増減し幅広い範囲の汚水量に対応する事が可能です。但し、極端な低揚程で使用する時はキャビテーションの発生に留意する必要があります。

幅広い吐出量の機種が選択出来ることより、一般家庭はもとよりアパート・マンションなどの集合住宅やイベント会場及び公共施設のように、汚水量及び夾雑物が多いと予測される様な場所にも使用する事が出来ます。

**Q18 家庭用電源で使用できる大容量のグラインダポンプは無いのですか。**

【回答】一般家庭用電源（従量電灯）には、単相二線式などの 100V 電源と単相三線式などの 200V 電源がありますが、より大きな容量に対応するには単相 200V 電源が有利です。

単相 200V 電源で使用できるグラインダポンプとしては、口径 32mm、出力 0.75kW・1.0kW のものを用意しておりますが、内線規程における始動電流の制限により、国内メーカーでは、出力が 1.0kW を越えるグラインダポンプは製作しておりません。

また、従量電灯（単相三線式）電源は、全ての電力会社より供給可能で、広く普及しておりますので、単相 200V 電源のグラインダポンプは全国で採用可能です。

**Q19 グラインダポンプは、異物の閉塞は考えないでよいのですか。**

【回答】比重の重い固形異物を除く流入汚水中に含まれる夾雑物は、グラインダにより約 1mm～5mm の大きさに破碎されます。

圧力式下水道収集システムの圧力管路の最小口径は 30mm と極端に小さくできますが、夾雑物は更に小さく破碎されるため、ポンプや配管等に詰まることはありません。

また、ポンプで圧送するため管路内に堆積することはありません。

**Q20 容積式のポンプ構造（ねじ式ポンプ）は、金属等の固形異物にも大丈夫ですか。**

【回答】容積式グラインダポンプは、揚水部のステータにゴムを使用しています。そのため、金属等の固形異物の硬いものを揚水するとステータは極端に消耗してしまいます。また、砂等によってもステータは早期に消耗します。

金属等の固形異物は下水中に流入させないようにしてください。

**Q21** グラインダポンプはポンプ吸込口に破砕機構を設けていますが、吸込損失が増加してキャビテーションの心配は無いのですか。

【回答】 グラインダポンプの破砕機構は、ポンプ吐出し量に合わせて汚水が通過するスリット部の面積を十分確保しているため、通常使用でキャビテーションが発生することはありません。しかし、遠心式グラインダポンプを極端な低揚程で所定の吐出量範囲を超えて運転した場合には、吸込損失が増加してキャビテーションが発生することがありますので、注意してください。

**Q22** 圧力式下水道収集システムでは水撃（ウォーターハンマ）対策は必要ですか。

【回答】 グラインダポンプは吐出し量が非常に少ないポンプであると共に、多重圧送の樹枝状配管において GP ユニットに接続されている圧力管路（接続管）は非常に短いため、グラインダポンプが急停止しても大きな負圧は発生しません。また、圧力本管には随所に空気弁が設置されており、負圧発生時には空気を取り込まれるため水撃（ウォーターハンマ）による影響がなく対策は必要ありません。

**Q23** グラインダポンプ本体およびグラインダ部分の耐用年数はどの程度ですか。

【回答】 通常の使用状態で、グラインダポンプ本体で 15 年、グラインダ部分で 10 年（運転時間 4,000 時間）程度の耐用年数と考えています。

**Q24** GP ユニットとは、どのようなものですか。

【回答】 GP ユニットは、流入汚水を圧送する施設で、グラインダポンプ、槽内配管および水位計などをコンパクトに組み込んだ貯水タンクです。

GP ユニットには、遠心式グラインダポンプユニットと容積式グラインダポンプユニットがあり、ポンプには汚水中に含まれる夾雑物を破砕出来るグラインダポンプ（破砕機構付き小型水中汚水ポンプ）を使用します。

貯水タンクの材質は、宅地内に設置する場合は合成樹脂製、道路下に設置する場合はコンクリート製を標準としています。

また、逆止弁は異物のつまりにくいボール式逆止弁（容積式の場合は、フラッパー式）を採用しています。

GP ユニットは、付属の電気・計装設備により、貯水タンク内の水位に応じた自動運転を行ないます。

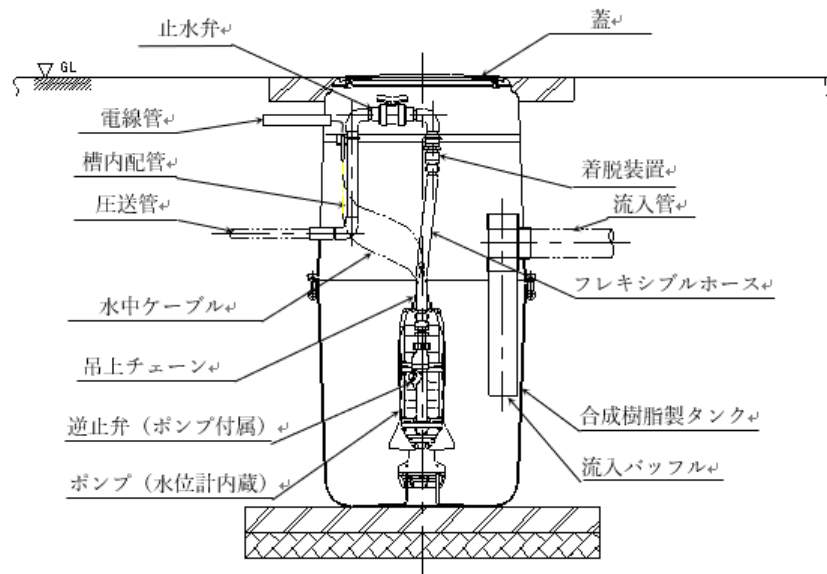


図 5-5 グラインダポンプユニット（合成樹脂製タンク）の構成（例）

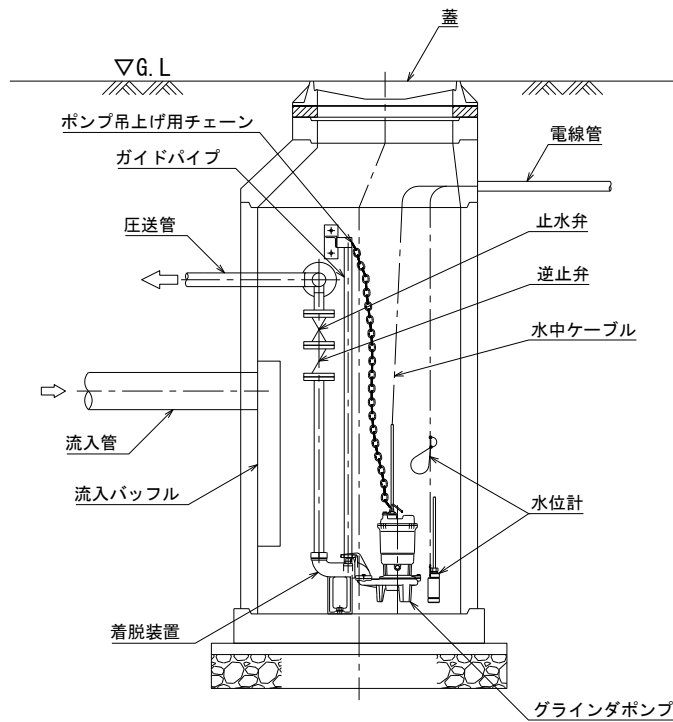


図 5-6 グラインダポンプユニット（コンクリート製タンク）の構成（例）



**Q25** 低地の住宅排水として小型水中ポンプを使った「宅内排水ユニット」がありますが、GPユニットとどう違うのですか。

【回答】宅内排水ユニットは、自然流下式では収集しにくい家庭排水を収集するという目的は GP ユニットと同じですが、低地の汚水を個々に自然流下管路まで圧送排水するもので、GPユニットのように多重圧送はしません。

**Q26** GPユニットの止水弁には、どのようなものが使用されますか。

【回答】GPユニットの配管出口（圧力管路接続口）部には、貯水タンク内点検時の止水のために止水弁を取り付けます。

一般に止水弁に使用されるボール弁には、鋳物製・ステンレス製・樹脂製があります。

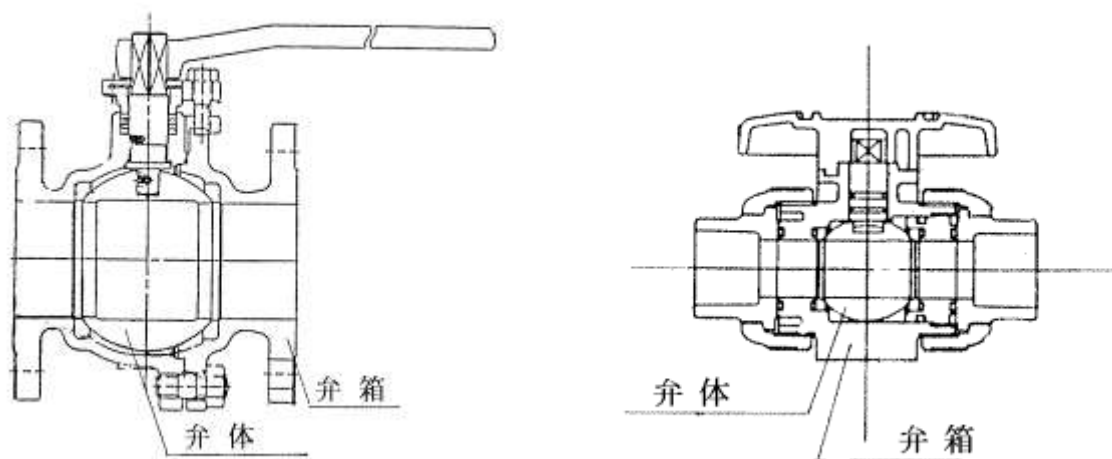


図 5-7 鋳鉄製・ステンレス製ボール弁と樹脂製ボール弁

Q27 GPユニットの逆止弁には、どのようなものが使用されますか。

【回答】 グラインダポンプの吐出口部には、ポンプ停止中の汚水の逆流を防止するために逆止弁を取り付けます。

この逆止弁には、ボール式逆止弁（容積式の場合は、フラップ式）が使用されます。

ボール式逆止弁には、次のような特徴があります。

- 1) 弁体にゴムボールを使用し、ポンプ運転中は弁体による流路断面の減少が少ないため、スイング式逆止弁と比較して異物に対する無閉塞性に優れています。
- 2) 弁箱内面に突起部がない流路形状のため、スイング式逆止弁と比較してポンプ運転中の圧力損失が小さくなります。

なお、容積式グラインダポンプ（ポンプ構造はネジポンプ）は、ポンプ停止中も汚水の逆流が生じない特徴を示すため、逆止弁は、簡便な構造のフラップ式逆止弁を内蔵しています。

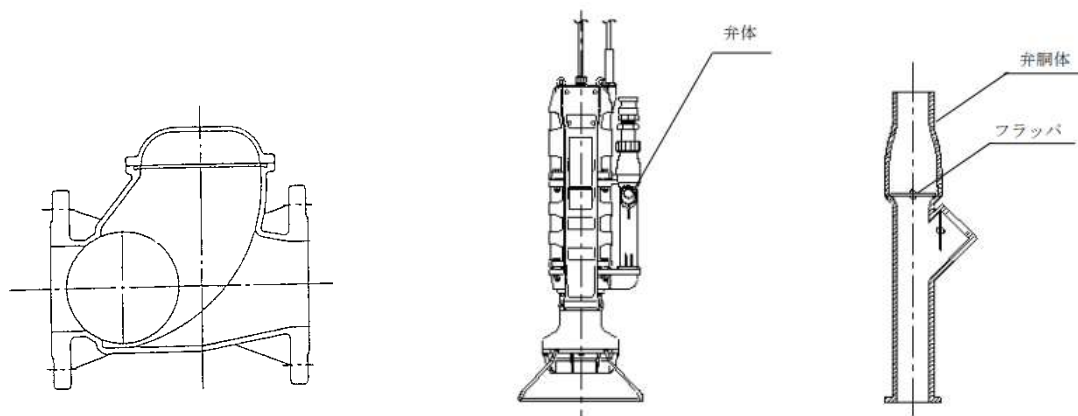


図 5-8 ボール式逆止弁図とフラップ式逆止弁

**Q28 GPユニットの水位計には、どのようなものが使用されますか。**

**【回答】** GP ユニットには、貯水タンク内の水位を検出するために水位計を取り付けます。(詳細は第4章 7-2 水位計をご参照ください)

この水位計は、次のようなものがありますが、主に転倒式（フロートスイッチ）が使用されます。

1) 転倒式水位計

転倒式水位計は、フロートケース内にスイッチを設け、水位の変化によりフロートケースの姿勢を変化させて内蔵されたスイッチの接点信号を取り出すタイプです。

2) 投込圧力式水位計

投込圧力式水位計は、圧力センサーをポンプ槽内に設置します。水深による圧力を圧力センサー受圧面で検出し、電気信号に変換してコントロールユニットに伝送して水深に換算します。大気圧の変動を補正しながら水深を連続的に計測できます。

3) 気泡式水位計

気泡式水位計は、エアポンプとチューブで連結された空気吐出口をポンプ槽内に設置します。エアポンプで常時空気を送り込んで空気吐出口から気泡を水中に放出させると、コントロールユニットには常に水位の変動と連動した空気圧がかかることとなります。この圧力（水深）の変化によって水深を連続的にアナログ信号として計測できる水位計です。

4) 差圧式水位計

圧力スイッチとチューブで繋がれた検出部を水中に入れ、水深による空気圧の変化で圧力スイッチを作動させるタイプです。

差圧式は、容積式グライндаポンプに内蔵されています。

**Q29 GPユニットの貯水タンク容量は、どのように決定するのですか。**

**【回答】**【回答】 停電時またはポンプ交換等に要する時間分の汚水量やピーク汚水量が流入したときでも、貯留できる容量をもった貯水タンクを設置します。  
貯水タンクの各水位と容量は次のように決定します。

1) 非常時容量：HWL以上（デュプレックス（2台設置）型ではHWL2以上）  
停電時やポンプの交換時に要する時間分として、一般的に日平均汚水量 2 時間分の容量とし、実情にあわせて決定します。  
なお、マンホールや公共ますから溢水しない範囲で、上流側管路及びマンホールも含めて汚水を貯留するものとします。

2) 有効容量：LWL～HWL（デュプレックス（2台設置）型ではLWL～HWL2）  
グラインダポンプが運転・停止する容量とし、下記にて求めます。

① 有効容量 V1

有効容量 V1 は、ポンプの設計対象汚水量（ $Q_{in(max)}$ ）と計画吐出量（ $Q_p$ ）より、次式により求めます。

1.  $Q_{in(max)} \geq Q_p / 2$  の場合

$$V1 = \frac{T_{min} \times Q_p}{4}$$

2.  $Q_{in(max)} < Q_p / 2$  の場合

$$V1 = \frac{T_{min} \times Q_{in(max)} \times (Q_p - Q_{in(max)})}{Q_p}$$

ここで、 V1 : 有効容量 (m<sup>3</sup>)

$Q_{in(max)}$  : 設計対象汚水量 (m<sup>3</sup>/min)

$Q_p$  : ポンプ吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

$T_{min}$  : 最小起動間隔 (min)

なお、 $T_{min}$  はモータ出力 0.75~3.7kW の場合 6min とする。

② 有効水深  $h_1$

有効容量を満たす水深を有効水深と呼び、次式により求めます。

$$h_1 = V_1 / a$$

ここで、  $h_1$  : 有効水深 (m)

$a$  : 貯水タンクの水表面積 (m<sup>2</sup>)

なお、有効水深の最小値は以下を目安とします。

ポンプの口径 (mm)	$h_1$ の最小値 (m)	備考
32~50	0.2 (0.4)	転倒式水位計の作動最小 範囲を考慮

注) ( ) の数値は、デュプレックス (2 台設置) 型の場合

なお、HWL (デュプレックス (2 台設置) 型では HWL2) は、非常時容量を考慮して、流入管底以下とします。

3) ポンプ停止水位 : LWL

ポンプ停止水位は、グラインダポンプの最低運転水深以上とします。

なお、最低運転水深の最小値は以下を目安とします。

ポンプの口径 (mm)	最低運転水深
32~50	0.1~0.2m 程度 (容積式グラインダポンプの場合には 0.3m 程 度)

以上のように、最初に非常時容量を確保した後に、貯留タンクの容量が決定されるため、一般的に停電時やグラインダポンプの交換時に貯水タンクより汚水が溢れ出すことはありません。

**Q30 GPユニットの設置場所を選定する際の留意事項はありますか。**

【回答】数戸の排水をまとめて集水する場合は、維持管理や異常時の通報などの問題があるので、住民との協議を十分行って決定する必要があります。  
GPユニットの設置場所は次の事項を考慮して決定します。

- 1) 維持管理の作業がしやすい。
- 2) 雨水の流入がない。
- 3) 制御盤が近くに設置でき、制御盤の電源がとり易い。
- 4) 制御盤は警報ランプや回転灯（パトライト）が点灯した場合、住民が気付きやすい。
- 5) 各家庭からの排水管（自然流下管）をできるだけ短く、浅く埋設する。

なお、数戸の排水をまとめて集水する場合は、維持管理や異常時の通報などの問題があるので、住民との協議を充分行って設置場所を決定する必要があります

**Q31 GPユニットを設置する場合の留意事項はありますか。**

【回答】GPユニットには、合成樹脂製貯水タンクを用いた合成樹脂製GPユニットと、コンクリート二次製品で円形の組立人孔を貯水タンクとしたコンクリート製GPユニットがあります。

合成樹脂製GPユニットは、主に宅地内に設置されます。

宅地内などに合成樹脂製GPユニットを設置する場合は、一般的に掘削後、栗石を敷き詰め、ならしコンクリート（捨てコン）等を布設して水平を出した後、貯水タンクを設置し埋め戻しを行います。

貯水タンクが深い場合や軟弱な地盤または地下水位の高い場合は、別途基礎工事を行ない、アンカーボルト等で浮上防止する必要があります。また、地盤沈下が予想される場合等は吐出管にフレキシブルジョイントを用いることもあります。

コンクリート製GPユニットは、主に道路などの上載荷重が大きな場所に設置されます。

道路などにコンクリート製 GP ユニットを設置する場合は、マンホールポンプ施設と同様です。

**Q32 GP ユニットの電気設備の留意事項はありますか。**

【回答】電源の引き込みは、電力会社との単独の契約で受電する方法と、家庭内電源から分岐する方法がありますが、配線方法は内線規程や電力会社の規則によらなければなりません。

単独で受電する場合は、取引用計器は、電力会社が検針出来る位置・高さに設ける必要があると共に、取引用計器と主開閉器を収納するボックスを設けて制御盤へ電源供給することで、制御盤の点検時等に安全な作業が行えます。

同様に、家庭内電源から分岐する場合も、配電盤内には GP ユニット用の主開閉器を取り付けて、制御盤に電源供給します。

制御盤の設置場所は、GP ユニットにより近い場所に設置することで、GP の運転状況を確認しながら操作が行えます。又、警報用回転灯（パトライト）が住民の目につきやすい場所に設置することにも留意する必要があります。

電線管の布設に関しては、電線管を通じて雨水や湿気が制御盤内に浸入しないようにする必要があり、特に、貯水タンクと制御盤との間の電線管には、管の両端を充てん物等で密封することも必要です。

**Q33 単相電源と三相電源との電気料金の違いを教えてください。**

【回答】戸建住宅での GP ユニットの運転時間は約 30 分/日（15 時間/月）程度です。

1.0kW のグラインダポンプを使用する場合のケーススタディ（令和元年 10 月現在：TEPCO 電気需給約款参照）では、下の通りとなります。

1) 三相 200V 電源用ポンプ（低圧電力）を採用した場合

契約容量は、出力 1.0kW×換算率 125%=入力 1.25kW

入力が 1.5kW 未満のため 1.0kW となります。

基本料金は、1kW につき 1,122 円のため、「1,122 円」となります。

消費電力量は、1 か月あたり、入力 1.25kW×15 時間=18.75kWh となります。

電力量料金は、1kWh あたり 16.19 円（={夏季 17.37 円×3 か月+その他 15.80 円×9 か月} ÷12 か月）とすると、18.75kWh×16.19 円=「304 円」となります。

ゆえに 1 か月の電気料金は、概ね【1,500 円】となります。

2) 単相 200V 電源用ポンプ（従量電灯）を採用した場合

契約容量は、出力 1.0kW×換算率 133%=入力 1.33kW、100V 換算すると 13.3A となるため、15 アンペアとなり、基本料金は「429 円」となります。

消費電力量は、1 か月あたり、入力 1.33kW×15 時間=19.95kWh となります。

電力料金は、1kWh あたり 19.88 円とすると、19.95kWh×19.88 円=「397 円」となります。

ゆえに 1 か月の電気料金は、概ね【900 円】となります。

**Q34 GP ユニットとマンホールポンプ施設にはどのような相違がありますか。**

【回答】構造の違いは以下の通りです。

表 5-3 マンホールポンプと GP ユニットの比較

構造項目	マンホールポンプ	GP ユニット
ポンプ口径	基本的に φ65mm 以上	φ32～50mm 以下
ポンプ台数	2 台以上	基本的に 1 台
予備ポンプ	ポンプ施設に常設	共通予備として保管
貯水タンク	組立人孔	組立人孔、frp 製
設置場所	道路下	道路下、宅地内
搬送方式	主に単独圧送	主に多重圧送

**Q35 グライндаポンプは、マンホールポンプ施設に使用できますか。**

【回答】マンホールポンプ施設に使用されるポンプは、異物による閉塞を考慮して基本的には口径 65mm 以上の汚水汚物ポンプが使用されています。

しかし、計画汚水量が少ない場合に口径 65mm 以上の汚水汚物ポンプを採用すると過大な設備となります。「小規模下水道施設マネジメント指針と解説」などに示されているように、設計上、口径 50mm 以下のポンプとなる場合は、破碎機構付き水中汚水ポンプ（グライндаポンプ）も選定可能です。

ただし、土砂等の混入によるグライнда部分の摩耗には充分注意が必要です。



### 3. 接続管及び圧力本管

**Q36** 圧力本管とはどのような污水管ですか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力管路は、グラインダポンプで加圧された污水を搬送する施設で、接続管と圧力本管より構成されます。

GP ユニットから第一合流点までを接続管、その先の圧力管を圧力本管と言います。

**Q37** 圧力式下水道収集システムの接続管は、自然流下式の取付管と違いがありますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの接続管と自然流下式の取付管は、污水の搬送方式や配管径に違いがありますが、同じ用途の配管です。自然流下式の取付管は、公共ます等からの污水を下水管渠に自然流下で導く配管で、取付管の口径は  $\phi 100\text{mm}$  以上となりますが、圧力式下水道収集システムの接続管は、GP ユニットからの加圧された污水を圧力本管に導く配管で、グラインダポンプで污水中の夾雑物を破砕するので接続管の最小管径は  $30\text{mm}$  となります。

**Q38** 接続管及び圧力本管には、どのような管種が使用されますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの接続管の管種は、主に硬質ポリ塩化ビニル管又はポリエチレン管が使用されます。

また、圧力本管の管種は、主に硬質ポリ塩化ビニル管又はポリエチレン管などが使用され、荷重条件の厳しい埋設場所や橋梁添加等の露出配管となるところでは、ライニング鋼管、ステンレス鋼管、ダクタイル鋳鉄管等も使用されます。

**Q39** 圧力本管の埋設に際して、将来の GP ユニットの増設はどのように考慮しますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力本管布設に際して、将来 GP ユニットの増設が明らかな箇所には、圧力本管に接続管取り付け用の分岐口を設けて布設します。

また、GP ユニットが宅地内に設置される場合は、接続管を敷地内まで布設して止水弁等を設置しておくことで、将来増設時の道路掘削費等が削減できます。

**Q40 接続管及び圧力本管の埋設深度は、どの程度にすればよいですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムの接続管及び圧力本管を道路下に布設する場合は、その可否を道路法並びに関係法令に照合し道路管理者との協議により決定します。

一般的に、接続管及び圧力本管の埋設深度は、水道管埋設深度と同程度で可能です。

道路下は最小土被り 600mm です。また、宅地内等では埋設深度を小さくすることも可能です。

道路下に布設する場合の布設深度は、次の点を考慮して決定する必要があります。

- 1) 道路管理者との協定のない場合や公道下以外に管を敷設する場合の埋設深さは路面荷重等を考慮して決定しなければなりません。
- 2) 他の地下埋設物と交差又は近接して敷設する場合は、少なくとも 300mm 以上の間隔を保つ必要があり、水道管路との交差の場合はその下部に配管しなければなりません。
- 3) 地盤不安定で危険な位置に圧力本管を埋設しなければならない場合は、地質を十分に調査し、必要な措置を講じる必要があります。
- 4) 寒冷地における管の埋設深さは、凍結深度よりも深くしなければなりません。

**Q41 接続管及び圧力本管の基礎はどのようにするのが適当ですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムの接続管及び圧力本管の基礎は、水道配管の基礎と同様です。

**Q42 圧力本管に設ける点検口及び区間弁とは、どのようなものですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力本管に設ける点検口は、圧力管路に異常が認められた場合などに管路内部を点検する目的で設けられますが、そのほかに非常時にホース等を用いて迂回路を設置するためのバイパス接続口として設けられます。

点検口の設置箇所は、圧力本管の上流端、主要合流部のほか、所要の機能を発揮させる上で効果的な箇所に配置されます。

区間弁は、管路の点検時等に区間を仕切る目的で、圧力本管の上流端を除く点検口に併設されます。なお、点検口及び区間弁の口径は、圧力本管と同口径とします。

#### Q43 圧力本管に取り付ける空気弁は、どのような場所に設置されますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力本管に設ける空気弁は、主に次の目的で設置されます。

- 1) 管路敷設時または管路修理後に通水する際の管路内の排気
- 2) 汚水中に溶解していた気体の遊離に伴う凸部エア溜まりの排気
- 3) 負圧発生時の管路内へ空気の引き込み

従って、空気弁は次のような場所に設置されます。

- 1) 山越え及び水管橋等の管路の凸部
- 2) 区間弁間に凸部がない場合にはレベルの高い方の区間弁の直下
- 3) 管路の水平部では最大で 400～500m 程度の間隔で配置

#### Q44 供用開始後に接続戸数が増加した場合は、どのような影響がありますか。

【回答】 圧力式下水道収集システムは、接続戸数の増加（GP ユニット増設）が予測できる場合は当初より予測人口で設計することを基本としますが、多少の接続増加があってもシステムに与える影響は軽微です。

圧力式下水道収集システムの多重圧送における圧力本管の設計は、GP ユニット接続数に対して、同時運転確率による GP ユニットの設計同時運転台数を基にして圧力本管の設計を行うため、設計上の GP ユニット数は、実際に接続されている GP ユニット数より遙かに少なくなります。

従って、人口増加により GP ユニット接続数が若干増えても設計同時運転台数はほとんど変わりません。

また、設計同時運転台数が若干増えた場合でも、各 GP ユニットの運転時間が若干増えるだけで圧力本管の変更等は不要です。

**Q45 圧力式下水道収集システムで集水した汚水を、さらに圧送することは可能ですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムで収集された汚水は、直接処理場に接続されたり、自然流下式で処理場まで輸送されたりするだけでなく、ポンプ施設で加圧されて輸送される場合もあります。

このポンプ施設は、マンホールポンプ施設と同様の構造となりますが、圧力式下水道収集システムのグライндаポンプで汚水中の夾雑物は細かく破碎されておりますので、グライндаポンプや異物通過粒径の大きなポンプを用いなくても閉塞の心配がなく圧送出来ます。

**Q46 圧力管路の配管接合部には離脱防止継手が必要ですか。**

【回答】 圧力式下水道システムの圧力管路（塩化ビニル管）の曲り部、分岐部、管末部等にゴム輪接合を行う場合には、離脱防止継手が必要です。

直線配管部は抜け方向の力（スラスト荷重）は相殺されることと埋め戻し土の摩擦拘束力に対応することができますので、離脱防止継手は必要ありません。

**Q47 管路のフラッシングは必要ですか。**

【回答】 圧力式下水道収集システムの圧力管路は、フラッシング（管内洗浄）の必要はありません。

つくば市での実証実験では、圧力管路内の付着物の厚みは最大 0.88mm 以下でシステムの運転に支障をきたすようなことはありませんでした。また米国の調査においても、フラッシング設備は設けていても管内閉塞防止の目的で洗浄を行っている施設はありませんでした。

従って、管路のフラッシングを行う必要性はありませんが、万一、管路が破損した場合にバイパス管路が組めるよう点検口を設けることが望ましいと考えます。

**Q48 圧力式下水道収集システムの施工に対して特に必要な資格がありますか。**

【回答】 建設業を営む業者でなければ施工できません。

**Q49 設計同時運転台数の意味を教えてください。**

【回答】圧力式下水道収集システムでは管路に接続されている GP が全て同時に運転されることはありません。同時に運転される台数を確率から求めたものが設計同時運転台数です。

**4. 維持管理**

**Q50 維持管理を円滑に行うためには、どうしたら良いですか。**

【回答】維持管理を円滑に行うためには、適切な管理体制の構築と、使用者である住民を含めた役割分担を定め、通常時及び緊急時の管理体制を明確にしておく必要があります。

維持管理の形態としては、以下のケースが想定されます。

1) 自治体による直接管理

日常点検、定期点検、予備機の保管、緊急時の対応も含め、自治体が担当する。

2) 自治体＋メンテナンス会社

自治体がメンテナンス会社と保守契約を結び、日常点検、定期点検、緊急時の対応などを委託する。

**Q51 地元業者に日常点検を委託する場合の注意点を教えてください。**

【回答】日常点検は目視点検が中心となり点検項目も少なく形式的な点検になりがちですが、故障を予知し故障を未然に防ぐ観点からは、点検周期の短い日常点検が重要な点検となり、少ない点検項目から正常でない状態を判断できる専門業者（いわゆるプロ）による継続的な点検が重要となります。

日常点検の委託先としては、点検施設への移動距離が短い地元業者がコスト面で有利となりますが、地理的条件だけでなく、日常点検の重要性を捕まえて委託することが重要です。

**Q52 通報装置は必要ないのですか。**

【回答】地域住民の協力が得られるときは回転灯（パトライト）の設置で済みますが、それ以外の場合は通報装置の設置が必要です。

**Q53** 過去のデータが無くても維持管理はできますか。

【回答】過去の運転・点検データが無くても維持管理は可能です。

ただし、維持管理及び事後処理記録は、システムの運転状態や能力を把握したり、機器の部品交換時期を判断したり、また、後の維持管理体制づくりに重要なデータとなりますので、できる限り記録をつけるほうが、維持管理の省力化が図られます。

**Q54** 長期間未使用となる GP ユニットはどうすればよいですか。

【回答】長期の未使用期間が生じる場合は、次の点に留意します。

- 1) 受電契約は休止扱いとする。
- 2) ポンプ制御盤内は、結露防止の対策を考慮する。
- 3) ポンプは、槽内を清掃の上、引き上げて所定の場所に保管する。
- 4) 運転開始時は、再度各部の点検を行う。

## 5. 施設の保守点検

**Q55** 標準的な保守点検の種類と実施頻度を教えてください。

【回答】標準的な保守点検と実施頻度は以下の通りです。

- 1) 日常点検は、目視で実施出来る点検項目を中心に行うもので、1～2か月に1回程度実施されます。
- 2) 定期点検は、目視で出来る点検と共にポンプ及び制御盤等の機器の詳細点検を行うもので1年に1回程度実施されます。
- 3) 分解点検は、ポンプの機能を維持するために、構成機器を定期的に分解点検し消耗部品等を交換するもので、3～5年に1回程度実施されます

**Q56 GPユニットの保守点検内容を教えてください。**

**【回答】** 保守点検の内容は以下の通りです。

- 1) 日常点検
  - ・ポンプ制御盤の外観・運転動作状況の確認
  - ・ポンプ保護装置の動作確認
  - ・グラインダポンプの外観・運転動作状況の確認
  - ・絶縁抵抗値の測定
  - ・盤内にて水位計の動作状況の確認
  - ・警報装置の動作確認
  - ・貯水タンク内の状況確認
  
- 2) 定期点検
  - ・(日常点検項目の確認)
  - ・ポンプ本体の引き上げ点検
  - ・貯水タンク内の水位センサの状態確認
  - ・貯水タンク内の配管及び弁類の状態確認
  
- 3) 分解点検
  - ・分解組み立て
  - ・消耗部品等の交換
  - ・モータ乾燥等の調整・整備
  - ・再塗装
  - ・運転試験

**Q57 グラインダポンプの予備機は必要ですか。**

**【回答】** 予備機は必要です。

但し、予備ポンプは、同一維持管理区内（複数処理区含む）で同一機種のグラインダポンプが複数台設置されている場合は、システム全体の共通予備ポンプとして適切な台数を保有し、故障時に迅速に交換出来る場所に保管してください。

また、同一機種のグラインダポンプが少ない収集地域の場合は、貯水タンク毎に予備ポンプを設置することも考慮します。

なお、予備ポンプの台数としては、一般的に同一機種のグラインダポンプ設置

台数の 10%程度以上（最低 1 台）を保有しますが、取り替えポンプの修理や分解点検等に要する期間を考慮して決定します。

**Q58** 点検はメーカーに依頼すべきですか。

【回答】 日常点検は地元の維持管理業者に委託しても特に問題とはなりません。定期点検、分解点検については専門技術者による作業が必要ですのでメーカーに依頼願います。

**Q59** 管路の維持管理は必要ですか。

【回答】 圧力管路途中に設置されている区間弁等の開閉確認、及び、管路埋設部地表面の不等沈下の有無を確認する必要があります。

## 6. 緊急時の対応

**Q60** 圧力式下水道収集システムの構成機器が故障した場合の対処方法を教えてください。

【回答】 貯水タンク内は 2 時間の非常時容量を持っていますが、故障時には汚水の排出自粛など住民の協力が必要です。その間に管理責任者へ連絡の上、復旧対応してください。

**Q61** グライндаポンプは信頼性が高いと聞いていますが、故障は無いのですか。

【回答】 1 日当たりの運転時間が短く、部品の消耗度が非常に少ないため長期間故障しにくいです。

但し、安定した機能を維持するため定期的な分解点検や消耗品の交換などの適切な維持管理を行うことが必要です。

**Q62** グライндаポンプが故障した場合、どうすれば良いですか。

【回答】 貯水タンク内は 2 時間の非常時容量を持っていますが、故障を長時間放置すれば、貯水タンクから汚水が溢水します。

故障発生を確認したら迅速に予備ポンプと交換する必要があります。



**Q63 停電時の対策は必要ですか。**

【回答】電力会社による計画的な停電は最長 2 時間程度であり、貯水タンクの容量に停電を想定した非常時容量が考慮されています。さらに停電中は、対象地域の住民に排水の自粛など協力を求めるようにしておくことを推奨します。

**Q64 Q60~63 を想定した緊急事態が生じたときの事前準備はどのようなものが必要ですか。**

【回答】まず、緊急連絡体制の確立が必要です。

その他、準備しておくものには以下があります。

- 1) 非常用発電機（可搬式）
- 2) 予備の GP
- 3) 仮設用排水ポンプ
- 4) 仮設用制御盤

**Q65 不明水の調査方法を教えてください。**

【回答】圧力管路への不明水の浸入はありませんが、貯水タンクへの雨水や地下水の浸入が考えられます。

不明水浸入の有無を確認する方法としては、日常点検等で確認される下記の項目より推定します。

- 1) グラインダポンプの運転時間の変化
- 2) 天候による水量の変化

下記の箇所を重点的に調査します。

- 1) 雨水浸入が想定される場合
  - ・貯水タンクの流入側汚水管路に雨水管路が誤接続されていないか。
  - ・貯水タンクの蓋や、流入側汚水管路の柵蓋が低地に設置され、雨水が浸入していないか。
- 2) その他の浸入が想定される場合
  - ・排水が無い状態で、貯水タンクの流入側汚水管路よりの流入が生じていないか。
  - ・GPユニットの逆止弁が破損して圧力管路よりの逆流が生じていないか。

## 7. 設備の更新

**Q66** 主要設備の耐用年数は決まっていますか。

【回答】一般に主要設備の耐用年数は以下の通りです。（＊）

- |                  |       |                  |
|------------------|-------|------------------|
| 1) 貯水タンク         | ..... | 15年（コンクリート製は50年） |
| 2) グライндаポンプ（本体） | ..... | 15年              |
| 3) 配管類・弁類        | ..... | 15年（鋳鉄製は30年）     |
| 4) ポンプ制御盤        | ..... | 15年              |
| 5) 水位計           | ..... | 10年              |

＊）参照：平成28年4月1日 国土交通省発行『下水道施設の改築について』  
処分制限期間の参考値

## 第6章 用語集

### 1. あ行

#### ①圧送ポンプ施設（あっそうぼんぷしせつ）

分 類：ポンプシステム

意 味：主に起伏の大きい地形で汚水を必要な位置まで圧送するために用いられるポンプ施設。

また、平坦な地形で汚水を長距離圧送する場合にも用いられる。

圧力ポンプ施設に属し、汚水汚物用ポンプを用いたポンプ施設

同意語：

関連語：中継ポンプ施設、グラインダポンプ施設、揚水ポンプ施設

#### ②圧送ポンプ場（あっそうぼんぷじょう）

分 類：ポンプシステム

意 味：主に起伏の大きい地形で汚水を必要な位置まで圧送するために用いられる中継ポンプ場。

また、平坦な地形で汚水を長距離圧送する場合にも用いられる。

ポンプ全揚程の内、実揚程に比べて圧送管の損失水頭の割合が比較的大きくなる。

同意語：

関連語：中継ポンプ場、揚水ポンプ場

#### ③圧力管路（あつりょくかんろ）

分 類：ポンプシステム

意 味：圧力ポンプ施設から圧送先（污水处理施設あるいは自然流下管路のマンホール等）まで汚水を流送する施設であり、管路内壁には正圧が作用している。

圧力管路は、管路、区間弁、点検口、空気弁等で構成される。

同意語：

関連語：

#### ④圧力式管路施設（あつりょくしきかんろしせつ）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプで発生させた圧力を利用して汚水を流送する管路施設。

圧力式管路施設は、圧力ポンプ施設、圧力管路の 2 施設で構成される。

同意語：

関連語：自然流下式管路施設、真空式管路施設

#### ⑤圧力ポンプ施設（あつりょくぼんぷしせつ）

分 類：ポンプシステム

意 味：圧力式管路施設に用いられる施設で、グラインダポンプ若しくは水中汚水汚物ポンプ、貯水タンク、槽内配管、弁類等を組み込んだポンプユニットと制御盤、水位計、警報装置、受電設備等の電気・計装設備で構成される。

圧力ポンプ施設は、グラインダポンプ施設と圧送ポンプ施設に区分される。

同意語：

関連語：中継ポンプ施設、グラインダポンプ施設、圧送ポンプ施設

#### ⑥インターロック（いんたーろっく）

分 類：電気設備関係

意 味：機械的インターロックと電氣的インターロックがある。

複数の回路が相互に連動して回路を開閉する条件をもつこと。

同意語：

関連語：

#### ⑦ウォーターハンマ（うおーたはんま）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプの停止による管路内の水流の急激な停止などで管路内に圧力波が生じ、その波が管路内を伝播して異常圧力を発生させる現象。

同意語：水撃圧

関連語：

#### ⑧運転監視装置（うんてんかんしそうち）

分 類：ポンプシステム・電気設備関連

意 味：監視対象のポンプ施設と様々な形式の通信手段で接続して、異常通報や運転データなどの維持管理に必要な情報を管理・運用する装置。

運転監視装置を自治体等に設置するものや、運転監視装置が無く、クラウドサーバに運転監視機能を設けて情報収集し、web により閲覧するものなどがある。

同意語：

関連語：警報設備、回転灯、自動通報装置

#### ⑨オートカット（おーとかット）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：電動機電流を直接遮断できるように電動機結線に直接接続している保護装置。

三相誘導電動機ではスター結線（一般に 7.5kW 以下）されている巻線の中性点に、単相誘導電動機では巻線の端部に取り付けられる。

何らかの原因で電動機に過電流が生じた場合、もしくは電動機が異常に過熱した場合に、バイメタルの働きにより電気回路を遮断して電動機を停止させる。

なお、電動機の温度が下がると自動的に復帰し運転可能な状態となる。

同意語：

関連語：保護装置

## 2. 知行

### ①回転灯（かいてんとう）

分類：ポンプシステム・電気設備関連

意味：警報設備の 1 つ。ポンプ制御盤の上部または高い位置に取り付けられ、ポンプ施設に異常が発生すると、ランプが点灯・回転することで、周囲に異常の発生を視覚的に知らせる。

同意語：

関連語：警報設備、自動通報装置、運転監視装置

### ②ガイドパイプ（がいどばいぷ）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：着脱装置の一部。

ポンプ本体を点検床部から着脱装置の接合面まで案内するパイプ。

同意語：

関連語：着脱装置

### ③攪拌装置（かくはんそうち）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：ポンプ水槽内の浮遊物や沈殿物が多い場合などに、ポンプ水槽内に強制水流を発生させることで、沈降・固着を抑制する装置。

同意語：

関連語：予旋回槽

### ④可搬式発電機（かはんしきはつでんき）

分類：電気設備関係

意味：牽引できる車に搭載されたり、車に乗せて運搬したりして目的地まで運ぶことができる発電機。

同意語：

関連語：

### ⑤過負荷（かふか）

分類：電気設備関係

意味：モータの容量以上の電流負荷がかかること。

同意語：

関連語：欠相、逆相

⑥乾式水中形誘導電動機（かんしきすいちゅうがたゆうどうでんどうき）

分類：電気設備関係

意味：ほとんどの水中ポンプに使用されている電動機で、一般に陸上で使用されているものと変わらないが水密性を完全に保っている。  
水封式・油封式に比較し効率の良い電動機。

同意語：

関連語：三相誘導電動機、単相誘導電動機

⑦慣性モーメント・GD<sup>2</sup>（かんせいもーめんと・じーでいーすけあ）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：ポンプの電源が切れても直ぐに停止せず、少しの時間回転が続く現象。

同意語：

関連語：フライホイール、水撃現象、GD<sup>2</sup>（ジーディースケア）

⑧管内貯留（かんないちよりゅう）

分類：ポンプシステム

意味：圧力ポンプ施設より上流側の管路やマンホールの一部又は全容量分を貯水容量として見込む考え方。

同意語：

関連語：

⑨逆止弁（ぎゃくしべん）

分類：ポンプシステム

意味：圧送管（圧力管路）からの逆流を防止するためにポンプの吐出側に設ける弁。  
ポンプ水槽内部に取付けられる。

同意語：逆流防止弁

関連語：ボール式逆止弁、スイング式逆止弁

⑩逆相（ぎゃくそう）

分類：電気設備関係

回転方向が決まっている機器に逆回転する相の接続がされた状態にあること。

同意語：

関連語：過負荷、欠相

#### ⑪キャビテーション（きゃびてーしょん）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの羽根車入口などで静圧（圧力水頭）が水温に相当する飽和水蒸気圧力以下になったとき、水は気化して蒸気の細かい気泡が発生する。

この気泡は水流によって移動し、羽根の圧力の高い部分に来ると押しつぶされて急激に消える。

その際に、ポンプ性能を著しく低下させ振動および騒音が生じ、その部分の材料を潰食する。

この現象をキャビテーションという。

同意語：

関連語：

#### ⑫吸排気弁（きゅうはいきべん）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ圧送時に管路内の残留空気を抜いたり、管路内が一時的に負圧になった場合に空気を取り入れたりする役割を果たす弁。

山越え管路等の凸部や長距離の平坦な管路に設置される。

同意語：空気弁

関連語：

#### ⑬区間弁（くかんべん）

分 類：ポンプシステム

意 味：圧送管（圧力管路）を区分して保守点検等を行うために設ける仕切弁。

管路の主要合流部等に設置される。

同意語：

関連語：

#### ⑭組立式マンホール（くみたてしきまんほーる）

分 類：ポンプシステム

意 味：コンクリート二次製品として工場で製造され、現場で組み立てられるマンホール。

ポンプ施設では、ポンプ水槽として主に1号～4号を使用する。

構造は、鉄蓋・受枠、調整部、斜壁・スラブ、直壁、底版などからなる。

同意語：

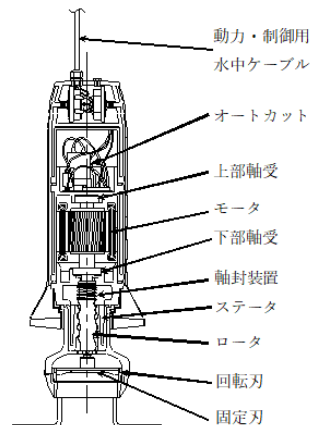
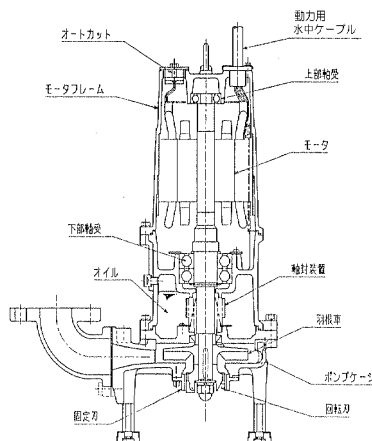
関連語：



### ⑮ グラインダポンプ（ぐらいんだぼんぷ）

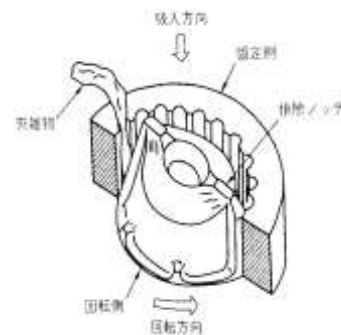
分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：吸込口に破砕機構（グラインダ）を装備し、汚水中の夾雑物を破砕機構で細かく破砕することで、異物の閉塞等を回避させたポンプ。



同意語：GP、破砕機構付小型水中汚水ポンプ

関連語：水中汚水ポンプ



### ⑯ グラインダポンプ施設（ぐらいんだぼんぷしせつ）

分類：ポンプシステム

意味：主に圧力管路の末端部に設置されるポンプ施設。  
家屋等の汚水の発生源から宅地内配管や取付管等を経て圧力管路へ圧送する。

同意語：GP ユニット

関連語：圧送ポンプ施設、中継ポンプ施設

### ⑰ 警報水位 けいほうすいい

分類：ポンプシステム

意味：ポンプ施設のポンプ水槽内の水位がポンプ起動水位より上昇して、警報装置が作動する水位。

ポンプ故障等により汚水がポンプ水槽からあふれることを防止するためにポンプ起動水位の上に設ける。

同意語：

関連語：

⑱警報設備（けいほうせつび）

分 類：ポンプシステム・電気設備関係

意 味：ポンプ施設に異常が発生した時に，外部に知らせたり管理者に通報する設備。

同意語：

関連語：自動通報装置、回転灯、運転監視装置

⑲ケーシング（けーしんぐ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの主要部品で羽根車の回転で吸込み加圧された汚水をスムーズに吐出  
口まで導く部分。

同意語：

関連語：

⑳欠相（けっそう）

分 類：電気設備関係

意 味：三相電源が必要な機器にいずれかの相が欠落して電力が供給される状態にあ  
ること。

同意語：

関連語：過負荷、逆相



### ③最小起動間隔（さいしょうきどうかんかく）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：電動機巻線の過熱による故障防止のために最小限必要なポンプの起動から次の起動までの時間。

「単独交互運転方式」および「並列交互運転方式」欄の図を参照。

同意語：

関連語：

### ④最低運転水位（さいていうんてんすいゐ）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプが空気を吸い込むことを防止するために最低限必要な水位。

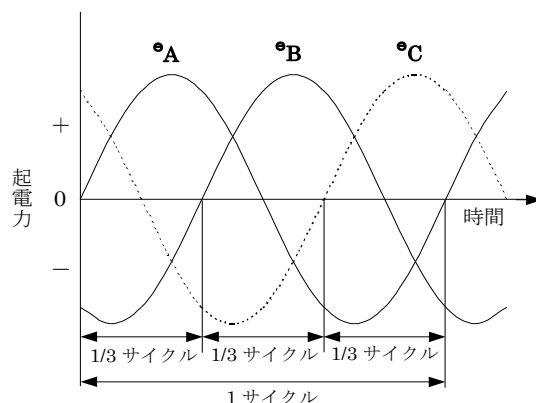
同意語：最低運転水深

関連語：

### ⑤三相交流電源（さんそうこうりゅうでんげん）

分類：電気設備関係

意味：起電力が3組あり、それぞれを120度( $2\pi/3$  [rad])ずつ位相をずらし、それにより3本の正弦波形が1/3サイクルずつずれているもの。(参考図)



三相交流電動機の運転などに用いられることから「動力電源」ともいう。

同意語：

関連語：単相交流電源、動力電源

### ⑥三相誘導電動機（さんそうゆうどうでんどうき）

分類：電気設備関係

意味：三相交流電源で運転する電動機の1つ。

固定子にそれぞれ120度ずつ位相をずらした巻線（ステータコア）を施し、三相交流電源を入力して発生する回転磁界で回転子（ロータ）が回転し、主軸（シャフト）により回転力を伝える電動機。

同意語：

関連語：乾式水中形誘導電動機、単相誘導電動機

### ⑦残留速度水頭（ざんりゅうそくどすいとう）

分類：ポンプシステム

意味：管路内を流れる汚水が、管路上での摩擦等による損失水頭や実揚程分の水頭を差し引いても、なお保持し残っているエネルギーを水頭で表したもの。

同意語：

関連語：全揚程、損失水頭、実揚程

### ⑧GD<sup>2</sup>（じーでいーすけあ）

分 類：ポンプシステム

意 味：回転体の重量（G）と回転体の直径（D）の2乗で表される。汚水用水中ポンプの慣性効果は、GD<sup>2</sup>（ジューディースケア）値を用いて検討するのが一般的である。

同意語：無し（表記はブランクにする）

関連語：フライホイール、水撃現象、GD<sup>2</sup>（ジューディースケア）

### ⑨直入起動（じかいれきどう）

分 類：電気設備関係

意 味：端子に直接電源を加えて始動する方法で、通常始動電流は定格電流の 500～800%、始動トルクは 100～300%である。

この始動方式は小容量電動機（7.5kW 以下）を中心に用いられる。

同意語：

関連語：スターデルタ起動

### ⑩軸封装置（じくふうそうち）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの同軸上に連結している羽根車部分と電動機部分の間に設けるもので、電動機室への水の侵入を防ぐための装置。

同意語：

関連語：メカニカルシール

### ⑪止水弁（しすいべん）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ、逆止弁および圧送管（圧力管路）の保守点検用として、ポンプの吐出側に設ける弁。ボール弁、仕切弁などが使われる。

ポンプ水槽内部または外部に取付けられる。

同意語：

関連語：

#### ⑫自然流下式管路施設（しぜんりゅうかしきかんろしせつ）

分 類：ポンプシステム

意 味：家屋等から排出された汚水を公共樹で受けて本管に集水し、汚水処理施設まで流送する管路施設。

自然流下管路，マンホール，取付管，公共ます，中継ポンプ施設等で構成される。

同意語：

関連語：圧力式管路施設、真空式管路施設

#### ⑬実揚程（じつようてい）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの吐出し水面と吸込水面との差。（一般に m で表す）

同意語：

関連語：全揚程、損失水頭

#### ⑭自動通報装置（じどうつうほうそうち）

分 類：ポンプシステム・電気設備関係

意 味：警報設備の1つ。

ポンプ制御盤の内部に取り付けられ、ポンプ施設に異常が発生すると、一般加入電話回線、携帯電話網等の通信手段を使って、即時に複数の管理者の電話やファクシミリ、電子メールなどへ通報する装置。また、運転データを定期的に送信する機能を有するものもある。

同意語：

関連語：警報設備、回転灯、運転監視装置

#### ⑮締切運転（しめきりうんてん）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：止水弁を閉じる等により、ポンプ吐出し量を0（ゼロ）にした状態の運転。

※なお、過度な締切運転は、ポンプの寿命を縮める可能性があります。

また、ポンプの種類によっては、締切運転不可のものもあります。

同意語：

関連語：締切全揚程

⑩締切全揚程（しめきりぜんようてい）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：締切運転時のポンプ全揚程。

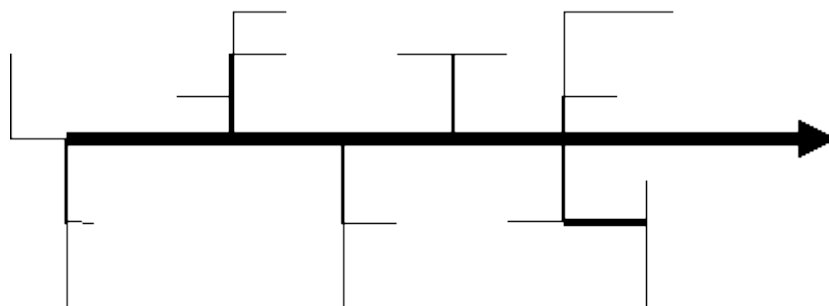
同意語：

関連語：締切運転

⑪樹枝状配管（じゅしじょうはいかん）

分 類：ポンプシステム

意 味：幹と枝に例えた圧送管（圧力管路）が順次合流し，汚水が上流から下流に向かって，一定方向に流れる。



同意語：

関連語：

⑫受電設備（じゅでんせつび）

分 類：電気設備関係

意 味：電力会社から電力の供給を受ける部分の設備で，低圧では引込柱以降積算電力量計までの設備。

同意語：

関連語：

⑬真空式管路施設（しんくうしきかんろしせつ）

分 類：ポンプシステム

意 味：真空を使って汚水を流送する管路施設。

真空式管路施設は，真空ステーション，真空管路，真空弁ユニットの 3 施設で構成される。

同意語：

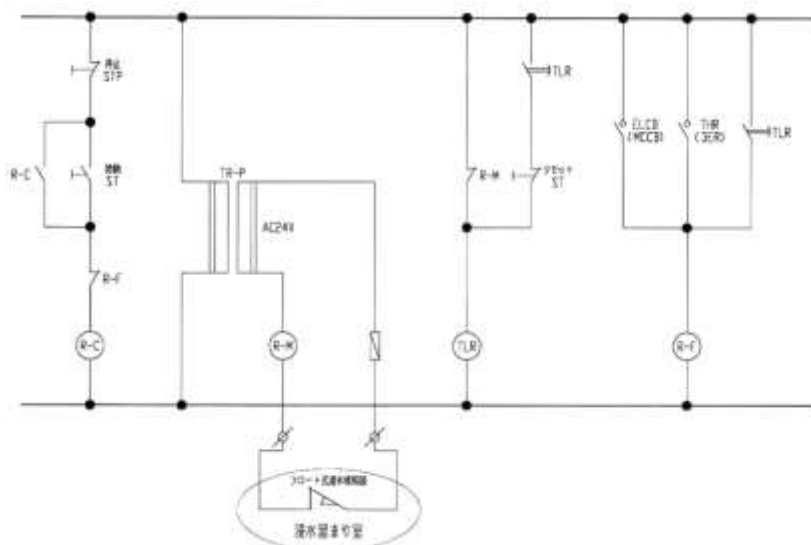
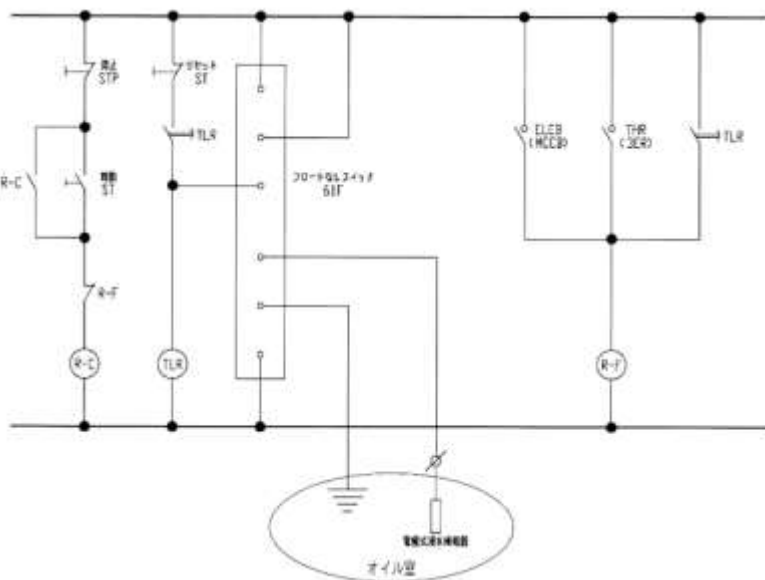
関連語：自然流下式管路施設、圧力式管路施設



②浸水検知器（しんすいけんちき）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：電動機室内への浸水を未然に検知する装置で、電極式とフロート式がある。



また、浸水を検知した際に、重故障としてポンプを故障停止させる方法と、軽故障としてポンプの点検修理を促す表示等を行い運転は継続する方法がある。

同意語：

関連語：保護装置

#### ㉑進相コンデンサ（しんそうこんでんさ）

分 類：電気設備関係

意 味：低力率の電力負荷を持った電動機を動かすと、電気系統の力率は低下し、電圧降下と電力損失が増大するので、これらを元の状態に改善するもの。

同意語：

関連語：力率

#### ㉒水位計（すいいけい）

分 類：電気設備関係

意 味：ポンプの ON-OFF 制御に必要なポンプ水槽の水位を検知する設備。

その型式には転倒式、差圧式、投込圧力式および気泡式等があり、前 2 者は接点信号を取り出すタイプで、後 2 者は水位を連続的に計測できるタイプ。

同意語：

関連語：

#### ㉓水撃現象（すいげきげんしょう）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプの停止による管路内の水流の急激な停止などで管路内に圧力波が生じ、その波が管路内を伝播して異常圧力を発生させる現象。

同意語：ウォータハンマ

関連語：慣性効果、フライホイール、GD<sup>2</sup>（ジーディースケア）

#### ㉔吸込ノズル（すいこみのずる）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの吸込口に取付けて吸込位置を低くするための管。

同意語：

関連語：予旋回槽

#### ㉕水中汚水ポンプ（すいちゅうおすいぼんぷ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：汚水を圧送するために異物の通過性を考慮した水中ポンプ。

ノンクログポンプ、ブレードレスポンプ、スクリュウポンプ、ボルテックスポンプ、グラインダポンプなどがある。

同意語：

関連語：ノンクログポンプ、ブレードレスポンプ、スクリュウポンプ、ボルテックスポンプ、グラインダポンプ

⑳スイング式逆止弁（すいんぐしきぎゃくしべん）

分 類：ポンプシステム

意 味：配管途中に取り付けて汚水の逆流を防止する弁で、弁体が円盤状で軸を中心に揺動（スイング）して開閉する構造のもの。

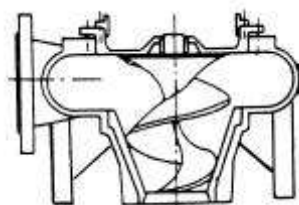
同意語：

関連語：逆止弁、ボール式逆止弁

㉑スクリープンプ（すくりゅーぽんぷ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：汚水汚物用ポンプタイプの1つ。（参考図）



1 枚の羽根が螺旋状に形成された羽根車で、高揚程に対応するが、異物の通過性は口径の 50%程度である。

同意語：吸込スクリープンプ

関連語：水中汚水ポンプ

㉒スターデルタ起動（すたーでるたきどう）

分 類：ポンプシステム・電気設備関係

意 味：一次巻線を星形（スター）接続にして起動し、ほぼ定格速度に達した後に三角（デルタ）接続に切り替える方法で、始動電流を直入始動の 1/3 に落とすことができる。

スターデルタ起動方式は、主に大容量電動機（11kW 以上）に用いられる。

同意語：

関連語：直入起動

㉓ステータ（すてーた）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：一般的にはモータの固定子のこと。

容積式グライндаポンプでは、スネーク部外側のゴムチューブのカバーをいう。

同意語：固定子

関連語：ロータ（回転子）

### ⑩制御盤（せいぎよばん）

分類：電気設備関係

意味：自動または手動でポンプを制御運転させるために必要なシーケンス※等の制御器具やモータを動かすために必要な電磁接触器，サーマルリレー，漏電遮断器等の電気器具または監視警報装置を収納した盤（ボックス）。

※ あらかじめ定められた順序で一連の動作をする回路および装置

同意語：

関連語：

### ⑪性能曲線（せいのうきょくせん）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：縦軸に全揚程，横軸に吐出し量を取り，ポンプの能力を連続的な曲線カーブで表示した図。

同意語：

関連語：抵抗曲線

### ⑫設計対象汚水量（せつけいたいしょうおすいりょう）

分類：ポンプシステム

意味：ポンプの機種，管路の管径等を設定するための重要な諸元であり，圧力式管路施設においては1分間最大汚水量とする。

同意語：

関連語：

### ⑬設計同時運転台数（せつけいどうじうんてんだいすう）

分類：ポンプシステム

意味：圧力管路に接続しているポンプ施設のポンプのうち，確率統計的に同時に運転すると見込まれるポンプの台数。

同意語：

関連語：

### ⑭全揚程（ぜんようてい）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：実揚程に槽内配管，弁類及び送水管路などの損失水頭と吐出し側の残留速度水頭を加えたもの。

同意語：

関連語：実揚程，損失水頭，残留速度水頭

㊦槽内配管（そうないはいかん）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ吐出口のフランジからポンプ水槽の吐出貫通部までの弁類を除く配管。

同意語：

関連語：

㊧損失水頭（そんしつすいとう）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：汚水が圧送管内面との摩擦や流路の変化により受ける抵抗を水頭で表したものの。

同意語：

関連語：全揚程、実揚程、残留速度水頭

#### 4. た行

##### ①宅地内配管（たくちないはいかん）

分 類：ポンプシステム

意 味：宅地内に設置される個人所有の施設であり，自然流下管路と私設柵で構成される。

宅地内配管の施工に当たっては，雨水等の浸入防止に十分配慮する必要がある。

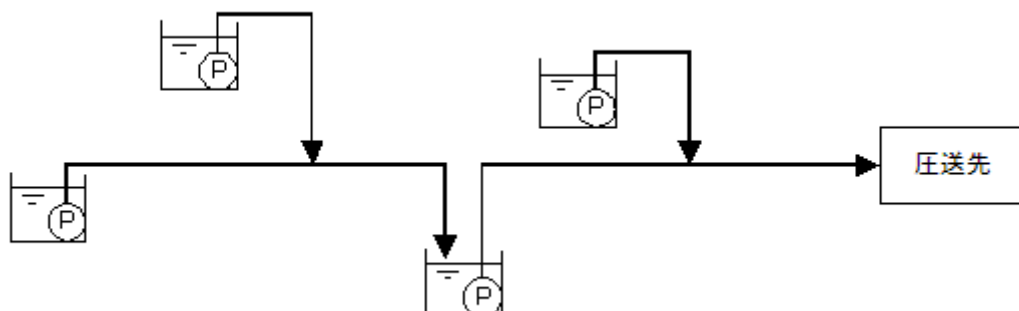
同意語：

関連語：

##### ②多重多段圧送方式（たじゅうただんあつそうほうしき）

分 類：ポンプシステム

意 味：複数の圧力ポンプ施設が接続された圧力管路により圧送先まで汚水を圧送する途中に、汚水を受ける圧力ポンプ施設を 1 段以上組み合わせて圧送する方式。



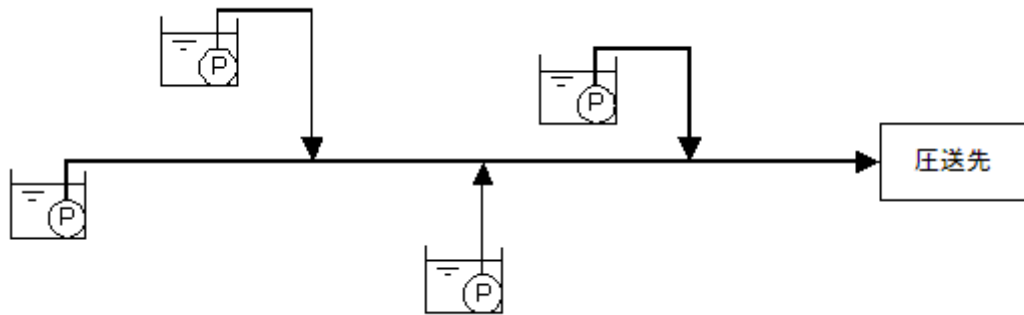
同意語：

関連語：単独単段圧送方式、単独多段圧送方式、多重単段圧送方式

### ③多重単段圧送方式（たじゅうたんだんあつそうほうしき）

分 類：ポンプシステム

意 味：複数の圧力ポンプ施設が接続された圧力管路により、圧送先まで汚水を圧送する方式。



同意語：多重圧送方式

関連語：単独単段圧送方式、単独多段圧送方式、多重多段圧送方式

### ④単相交流電源（たんそうこうりゅうでんげん）

分 類：電気設備関係

意 味：起電力が1組あり、これが正弦波形を1つ作り出すもの。

供給方式には単相2線式と単相3線式があり、2線式は公称電圧100V、3線式は100V/200Vで、いずれも電灯・電熱器・小形モータ等に使用する。

①単相2線式の場合100V対応機器が、単相3線式の場合100V対応機器、200V対応機器の両方が使用できる。

②負荷容量が同じ機器（2kW）の場合、200V対応機器を使用すると100V対応機器を使用した時に比べて負荷電流が1/2（10A/20A）となるほか、配線線路での電圧降下が半分になる。

同意語：

関連語：三相交流電源

### ⑤単相誘導電動機（たんそうゆうどうでんどうき）

分 類：電気設備関係

意 味：単相交流電源で運転する電動機の1つ。

固定子に主巻線と補助巻線を設け、単相交流電源を印可することで磁界の位相差により回転磁界を発生させて始動し、一定の回転数に達すると補助巻線回路を切り離し、主巻線のみで運転する電動機。

補助巻線側にコンデンサが接続されたものをコンデンサ始動方式、補助巻線

だけのものを分相始動方式と言う。

また、小形の水中ポンプには、コンデンサ運転方式（補助巻線の回路が運転中も切り離されない）の単相誘導電動機も使用される。

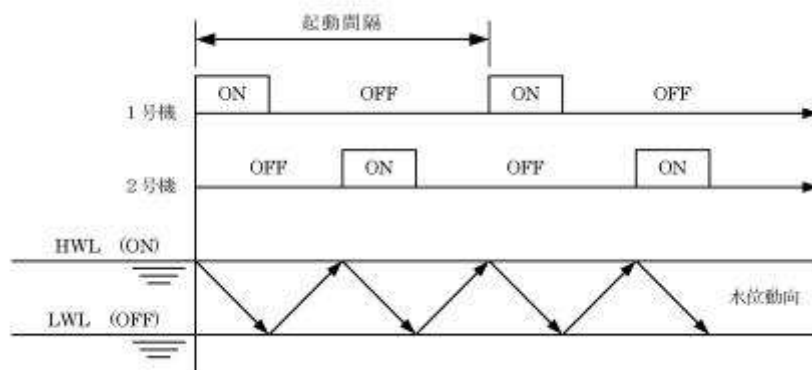
同意語：

関連語：乾式水中形誘導電動機、三相誘導電動機

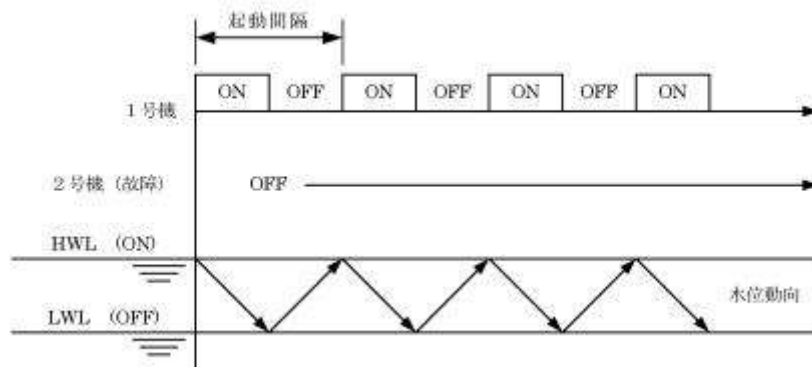
### ⑥単独交互運転方式（たんどくこうごうんてんほうしき）

分類：電気設備関係

意味：2台設置型のポンプ施設において、1号または2号を交互に先発運転することで常時1台のポンプで運転するポンプの運転方式。（参考図）



単独交互運転



単独交互運転（1台故障時）

受電容量は1台分・1台故障時も排水量は満たす。

同意語：

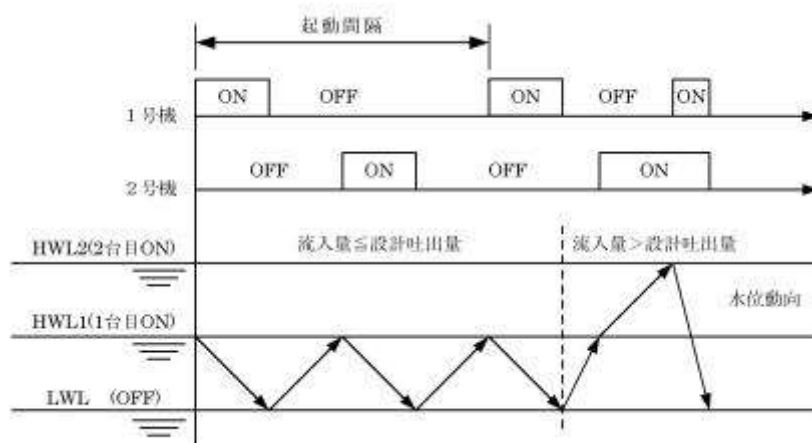
関連語：単独交互非常時並列運転方式、並列交互運転方式



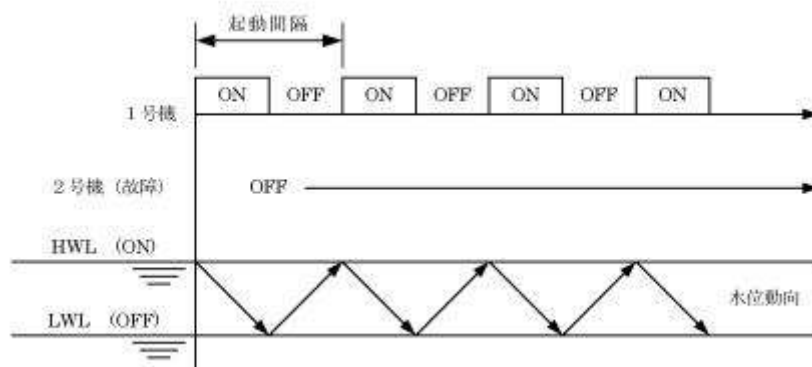
⑦単独交互非常時並列運転方式（たんどくこうごひじょうじへいれつうんてんほうしき）

分類：電気設備関係

意味：通常時は"単独交互運転方式"と同じであるが、1台運転でもさらに水位が上昇するときは、停止中の残りの1台も自動的に起動して2台並列運転する方式。



単独交互非常時並列運転



単独交互非常時並列運転（1台故障時）

1台運転では対応できないピーク水量に備えて選択される。ただし、2台運転時の排水量は1台運転時の2倍にはならない。

受電容量は2台分・1台故障時も排水量は満たす

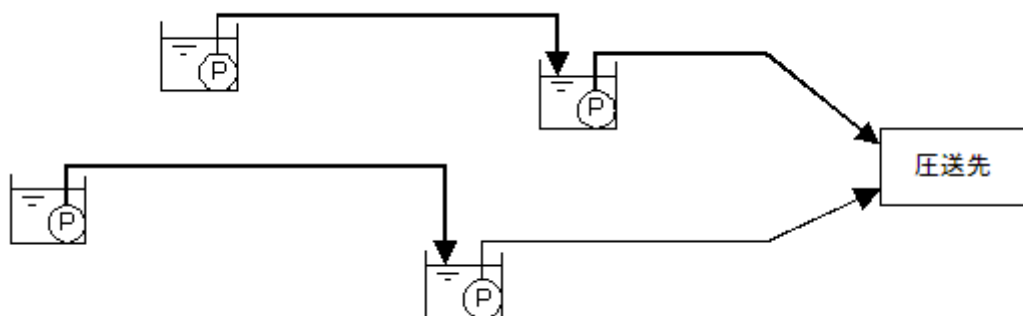
同意語：

関連語：単独交互運転方式、並列交互運転方式

⑧単独多段圧送方式（たんどくただんあつそうほうしき）

分類：ポンプシステム

意味：1つの圧力ポンプ施設が接続された圧力管路により圧送先まで汚水を圧送する途中に、汚水を受ける圧力ポンプ施設を1段以上組み合わせて圧送する方式。



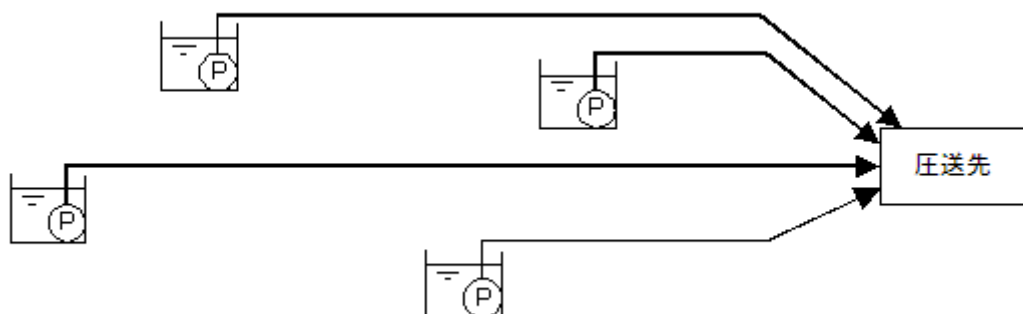
同意語：多段圧送方式

関連語：単独単段圧送方式、多重単段圧送方式、多重多段圧送方式

⑨単独単段圧送方式（たんどくただんあつそうほうしき）

分類：ポンプシステム

意味：1つの圧力ポンプ施設が接続された圧力管路により、圧送先まで汚水を圧送する方式。



同意語：単独圧送方式

関連語：単独多段圧送方式、多重単段圧送方式、多重多段圧送方式

#### ⑩着脱式水中汚水ポンプ（ちゃくだつしきすいちゅうおすいぼんぷ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：着脱装置を用いてポンプと配管との接続ができる水中汚水ポンプ。



ポンプと配管との着脱がポンプ本体の引上げ・吊降ろしのできる水中汚水ポンプ。

同意語：

関連語：着脱装置、水中汚水ポンプ

#### ⑪着脱装置（ちゃくだつそうち）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：水中ポンプと配管を接合させる装置。

ポンプと配管をボルトナットにより接続せず、ガイドパイプに沿って吊り降ろされたポンプの自重で着脱装置の接合面を押し付ける力により水密を保ち接合させる装置。

同意語：

関連語：着脱式水中汚水ポンプ、ガイドパイプ、レバーカップリング

## ⑫中継ポンプ施設（ちゅうけいぼんぷしせつ） 農集

分 類：ポンプシステム

意 味：農業集落排水施設において、主に自然流下式管路の途中に設置され、管路の埋設深が深い位置で汚水を揚水し、管路の埋設深を浅くするために用いられるポンプ施設。

自然流下式管路施設の特殊構造物に属す。

同意語：

関連語：圧送ポンプ施設、グラインダポンプ施設

## ⑬中継ポンプ場（ちゅうけいぼんぷじょう）

分 類：ポンプシステム

意 味：汚水汚物用水中ポンプを使用し、沈砂池等が省略されたコンパクトな小規模ポンプ場。

中継ポンプ場には、揚水ポンプ場と圧送ポンプ場がある。

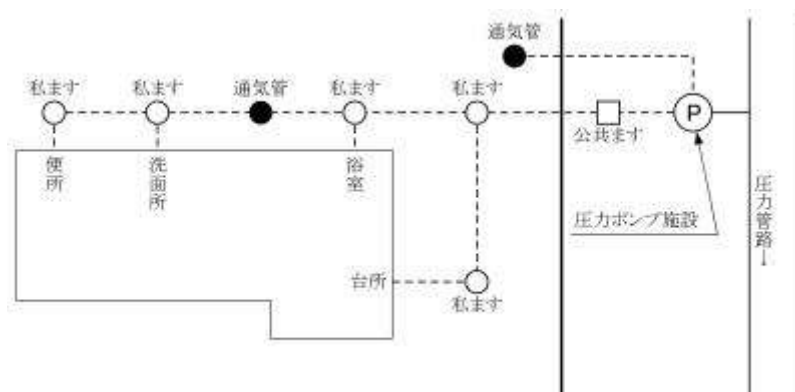
同意語：

関連語：圧送ポンプ場、揚水ポンプ場

## ⑭通気管（つうきかん）

分 類：ポンプシステム

意 味：防臭トラップの保護および配管内の流れを円滑にするために、直接外気の給気および外気への排気が行えるよう宅地内配管またはポンプ施設につなぐ配管。



同意語：

関連語：

⑮抵抗曲線（ていこうきょくせん）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：管路における吐出し量に対する全揚程との関係を示す曲線。

抵抗曲線と性能曲線との交点がポンプ運転点となる。

同意語：配管損失曲線

関連語：全揚程、性能曲線

⑯点検口（てんけんこう）

分 類：ポンプシステム

意 味：圧送管（圧力管路）に異常が認められた場合に圧力管路の保守，清掃等を行うために設置される口。

通常は，区間弁と併設される。

同意語：

関連語：区間弁

⑰電磁接触器（でんじせつしょくき）

分 類：電気設備関係

意 味：電磁力の動作によって負荷回路を開閉する接触器。

同意語：

関連語：

### ⑱電灯電源（でんとうでんげん）

分類：電気設備関係

意味：電力会社との契約における電気の需要区分として「電灯需要」と「電力需要」がある。「電灯需要」とは電灯または小型機器を使用する需要として区分され「定額電灯」「従量電灯」等の契約があり、「電灯電源」とも呼ばれる。電灯電源は、マンホールポンプ場において一般的に盤内照明やファン、ヒーター、もしくは低出力のポンプ用として契約される。なお、供給電気方式と電圧は単相 2 線式 100V または 200V が標準となる。使用する負荷設備数に応じて料金が決まる「定額電灯」契約、負荷容量と使用量に応じて料金が決まる「従量電灯」契約等がある。

需要区分	契約種別
電灯需要	定額電灯
	従量電灯
	臨時電灯・公衆街路灯など
電力需要	低圧電力
	臨時電力・農事用電力など

同意語：

関連語：動力電源、単相交流電源

### ⑲電流計（でんりゅうけい）

分類：電気設備関係

意味：ポンプの運転電流等を測るための電気計器。

電流計は 100A 程度まで製作されているが、それ以上になると計器用変流器と組み合わせて測定する。

なお、ポンプの運転電流を測定するには、進相コンデンサより負荷側に電流計を取り付ける。

同意語：

関連語：電流整定器、進相コンデンサ

### ⑳電流整定器（でんりゅうせいていき）

分類：電気設備関係

意味：回路上を流れる電流を保護装置が動作できる電流に変換または調整するもの。

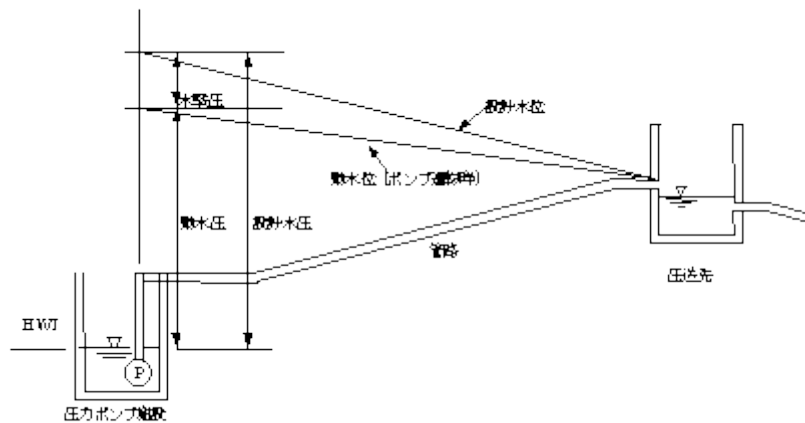
同意語：ct

関連語：電流計

## ②動水圧 (どうすいあつ)

分 類：ポンプシステム

意 味：流体が固定した面に衝突するときその面に働く圧力（流れが発生している時にパイプ内に作用する圧力）。(参考図)



同意語：

関連語：動水勾配線

## ②動水勾配線 (どうすいこうばいせん)

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：管路の各点の動水圧を管路に沿って連ねた線。

同意語：

関連語：動水圧

## ㊸動力電源（どうりょくでんげん）

分類：電気設備関係

意味：電力会社との契約における電気の需要区分として「電灯需要」と「電力需要」がある。

「電力需要」とはポンプ等の電気機器を使用する需要として区分され「低圧電力」等の契約があり、「動力電源」とも呼ばれる。

動力電源は、マンホールポンプ場においてポンプ用として契約される。

なお、供給電気方式と電圧は三相 3 線式 200V が標準となる。

「低圧電力」契約が一般的であり、契約電力は原則 50 キロワット未満となる。

需要区分	契約種別
電灯需要	定額電灯
	従量電灯
	臨時電灯・公衆街路灯など
電力需要	低圧電力
	臨時電力・農事用電力など

同意語：

関連語：電灯電源、三相交流電源



## 5. な行

### ①ナイフスイッチ (ないふすいっち)

分 類：電気設備関係

意 味：回路上にあるスイッチを手動で上下にすることで、回路を離したりつないだりできる形状が刃形の電源用の開閉器。

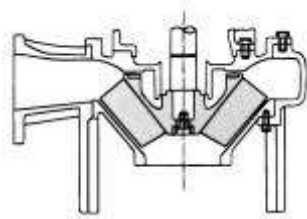
同意語：

関連語：

### ②ノンクログポンプ (のんくろっぐぽんぷ)

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：汚水汚物用ポンプタイプの1つ。



羽根車の羽根枚数を少なくし羽根高さを高くすることで羽根車内の異物通過空間を極力大きくしたポンプ。

同意語：

関連語：水中汚水ポンプ

## 6. は行

### ①配線用遮断器（はいせんようしゃだんき）

分 類：電気設備関係

意 味：600V以下の低圧回路の開閉と配電線保護および短絡保護用の遮断器。

同意語：mccb

関連語：漏電遮断器

### ②引込柱（ひきこみちゆう）

分 類：電気設備関係

意 味：電力会社から受電するときの引込口用の電柱。

同意語：

関連語：

### ③非常時容量（ひじょうじようりょう）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ施設で停電時の溢水を防ぐために、ポンプ水槽内等に確保する貯水容量。

同意語：

関連語：

### ④フライホイール（ふらいほいーる）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの急激な停止による水撃圧の増大を防ぐ対策として、モータと羽根車をつなぐ同軸上に取り付けられた弾み車。

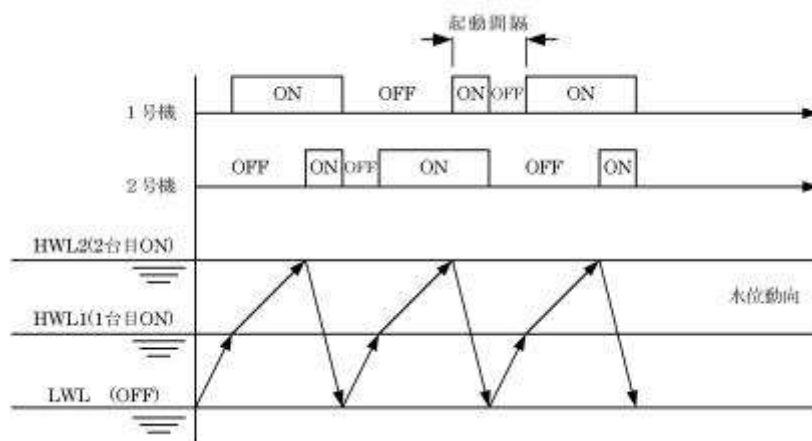
同意語：

関連語：慣性効果、水撃現象、GD<sup>2</sup>（ジーディースケア）

### ⑤並列交互運転方式（へいれつこうごうんてんほうしき）

分 類：電気設備関係

意 味：2台設置型のポンプ施設において、通常時も2台運転する運転方式。



並列交互運転方式

1号または2号を交互に先発運転し、水位がさらに上昇すると2台目が運転し2台のポンプが並列運転する。

電気設備設計は“単独交互非常時並列運転方式”と同様である。ポンプ設備設計は2台運転で排水量を満たすため、ポンプ1台当たりの容量が小さくできるが、1台故障時は排水量を満足できない。なお、受電容量は2台分となる。

同意語：

関連語：単独交互運転方式、単独交互非常時並列運転方式

### ⑥ボール式逆止弁（ぼーるしきぎやくしべん）

分 類：ポンプシステム

意 味：配管途中に取り付けて汚水の逆流を防止する弁で、弁体が球体（ボール）で水流により移動して開閉する構造のもの。

同意語：

関連語：逆止弁、スイング式逆止弁

#### ⑦保護装置（ほごそうち）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプに使用されているモータの焼損・浸水等を事前に感知して保護する装置。

オートカット、サーマルプロテクタおよび浸水検知器などがある。

同意語：

関連語：オートカット、サーマルプロテクタ、浸水検知器

#### ⑧ボルテックスポンプ（ぼるてっくすぽんぷ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：汚水汚物用ポンプタイプの1つ。

セミオープン型羽根車をポンプケーシングの上方に移動させてポンプケーシング内に大きな異物通過空間を確保したポンプ。

同意語：

関連語：水中汚水ポンプ

#### ⑨ポンプ起動水位（ぽんぷきどうすいい）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ施設のポンプ水槽内の水位が上昇して、停止中のポンプが起動する水位。

一番低い流入管底以下に設定される。

同意語：

関連語：

#### ⑩ポンプ効率（ぽんぷこうりつ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプの回転で与えられる軸動力相当のエネルギー（E1）とそのエネルギーから軸受で損失するエネルギー，回転部からの摩擦および漏洩や渦の発生で損失するエネルギー分を差し引いた水動力相当のエネルギー（E2）との割合（E2/E1）。

同意語：

関連語：

⑪ポンプ停止水位（ぼんぷていしすい）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ施設のポンプ水槽内の水位が低下して、ポンプが停止する水位。

同意語：

関連語：

⑫吐出し量（はきだしりょう）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：ポンプが単位時間に吐出す汚水量。（一般に m<sup>3</sup>/分で表す）

同意語：吐出量

関連語：全揚程

⑬ポンプユニット（ぼんぷゆにっと）

分 類：ポンプシステム

意 味：農業集落排水施設において、合成樹脂製若しくはコンクリート製の貯水タンク内にポンプ、水位計および槽内配管等をコンパクトに収納したもの。

同意語：

関連語：

## 7. や行

### ①有効容量（ゆうこうようりょう）

分類：ポンプシステム

意味：ポンプの起動間隔やポンプ運転中の電動機の発熱を冷却するのに必要な水深等を考慮して決めた貯水容量。

ポンプ水槽のポンプ起動水位とポンプ停止水位との間に確保する。

同意語：

関連語：

### ②揚水ポンプ施設（ようすいぼんぷしせつ）

分類：ポンプシステム

意味：比較的平坦な地形に設置され、自然流下式管路の埋設深が深い位置で汚水を揚水し埋設深を浅くするために用いられる中継ポンプ施設。

ポンプ全揚程の内、多くが実揚程で占め、圧送管が極めて短く配管の損失水頭が少ない。

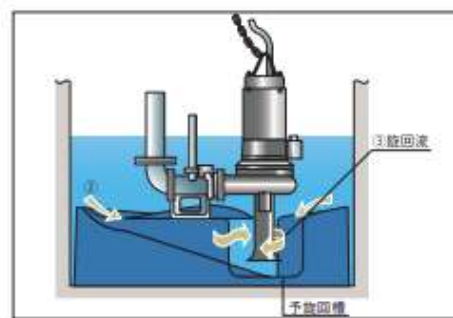
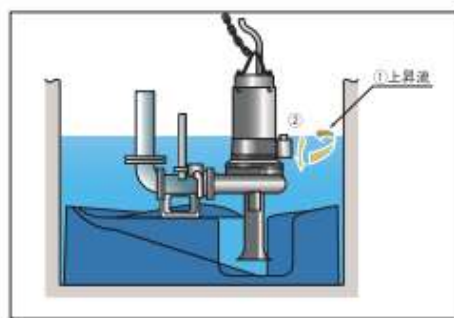
同意語：

関連語：中継ポンプ施設、圧送ポンプ施設

### ③予旋回槽（よせんかいそう）

分類：汚水用水中ポンプ関係

意味：ポンプの吸引流れを利用して旋回流を発生させる装置。（参考図）



ポンプ槽の底部に設置され、吸込ノズル付の水中汚水ポンプと組合せて浮遊物や沈殿物を巻込んで排出させる。

同意語：

関連語：吸込ノズル、攪拌装置

## 8. ら行

### ①力率（りきりつ）

分 類：ポンプシステム・電気設備関係

意 味：交流電力の効率に関する値で、皮相電力に対する有効電力の割合（0～1）を示す。

負荷に誘導電動機を接続すると電圧に対して電流の位相が遅れる（力率が低下する）ため、力率改善のために進相コンデンサを用いる。

電力会社では、一定以上の力率の施設に対して電気料金を割り引いているので、力率改善は、電気料金の低減にもつながる。

同意語：

関連語：進相コンデンサ

### ②硫化水素（りゅうかすいそ）

分 類：臭気関係

意 味：空気より重く、無色、水によく溶け、弱い酸性を示し、腐った卵に似た特徴的な強い刺激臭があり、目、皮膚、粘膜を刺激する有毒な気体である（悪臭防止法に基づく特定悪臭物質のひとつ）。

人為的な発生源には石油化学工業などがあり、また、下水処理場、ごみ処理場などにおいても、硫黄が嫌気性微生物によって還元され硫化水素が発生する。

また、自然由来としては、火山ガスや温泉などに含まれる。空気よりも重いため 火山地帯、温泉の吹き出し口などの窪地にたまりやすい。

独特の臭気があるが、嗅覚を麻痺させる作用があるため、濃度が高くなると逆に匂いを感知できなくなる。このため、濃度が致死量に近づいているにもかかわらず、それと気づかないケースが多いので注意が必要である。

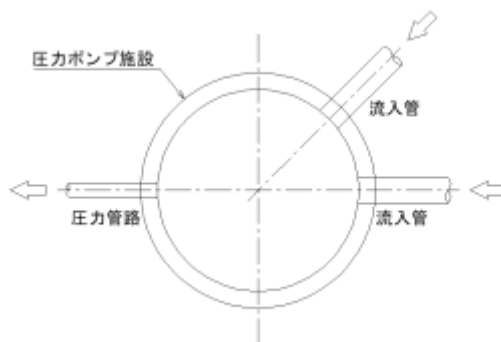
同意語：

関連語：

### ③流入管（りゅうにゅうかん）

分 類：ポンプシステム

意 味：ポンプ施設に汚水を導入する配管で，ポンプ槽の上流に位置する。



同意語：流入管

関連語：

### ④流入バッフル（りゅうにゅうばっふる）

分 類：ポンプシステム

意 味：流入管からポンプ槽内に流れ込んでくる汚水の勢いを減勢する装置。

同意語：

関連語：

### ⑤レバーカップリング（ればーかっぷりんぐ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：レバーを動かすことによりワンタッチで取外し・取付ができる配管の接続金具。

同意語：

関連語：着脱装置

### ⑥漏電遮断器（ろうでんしゃだんき）

分 類：電気設備関係

意 味：漏電が生じたときに作動し，回路を遮断するもの。

同意語：elcb

関連語：配線用遮断器



### ⑦ロータ（ろーた）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：一般的にはモータの主軸に取付けられた回転子のことで、ポンプでは同軸上に羽根車が取付けられている。

容積式グライндаポンプでは、羽根車がなく主軸の一部がスネーク状になっている部分をいう。

同意語：回転子

関連語：ステータ（固定子）

## 9. 英数

### ①D種接地工事（でいーしゅせつちこうじ）

分 類：電気設備関係

意 味：接地工事の一種。接地抵抗値により分類されており，他に A 種・B 種・C 種がある。

D 種の接地抵抗値は， $100\Omega$  で低圧 300V 以下の機器および配管・ダクト等に行う接地工事。

同意語：

関連語：

### ②GD2（じーでいーすけあ）

分 類：汚水用水中ポンプ関係

意 味：回転体の重量（G）と回転体の直径（D）の 2 乗で表される。汚水用水中ポンプの慣性効果は、GD2（ジーディースケア）値を用いて検討するのが一般的である。

同意語：慣性効果

関連語：フライホイール

### ③2E リレー（にいーりれー）

分 類：電気設備関係

意 味：過負荷・欠相を感知して別の回路を開閉させるよう作動する継電器。

同意語：

関連語：3e リレー、サーマルリレー

④3E リレー (さんいーりれー)

分 類：電気設備関係

意 味：過負荷・欠相・逆相を感知して別の回路を開閉させるよう作動する継電器。

同意語：

関連語：2e リレー、サーマルリレー