

下水道マンホールポンプ施設の 標準化に関する研究

1. 研究の目的

下水の収集は自然流下方式を原則としているが、複雑な地形や住居が点在している農山漁村部等では、小規模な圧送施設が自然流下管路と併用して採用される場合も多い。これらの施設の中で流入ゲート及び除塵設備が無く、組立式マンホールの中に水中汚水ポンプを設置したマンホールポンプ施設が全国で普及しつつある。しかし、種々の組立式マンホールとポンプ設備との組合せに互換性がないことが普及を妨げる要因ともなっている状況にある。組立式マンホールとポンプ設備・電気設備から成るマンホールポンプ施設の発注方式（一括または分離）いかににかかわらず、先行して据付けられた組立式マンホールにポンプ設備を設置しようとした場合、組立式マンホールの改造が発生するなど工期や費用のロスに結びつくという事態がしばしば起きている。

上記の問題点を解消するため、本研究では組立式マンホールとポンプ設備において、カメラとフィルムの関係のような、互換性を得るための標準化を図り、設計、施工及び運転・維持管理の標準化を目的として、技術マニュアルを作成した。

なお、ポンプ設備設置のノンドリル化による施工性向上やスカム発生の低減、水位検知技術向上等の具現化にも配慮した。

2. 研究体制

本研究は、財団法人下水道新技術推進機構と下記企業との共同研究により実施した。

(株)粟村製作所 (株)荏原製作所
(株)クボタ 新明和工業(株) 大平洋機工(株)
(株)鶴見製作所 (株)電業社機械製作所 (株)西島製作所
(株)日立製作所 三菱重工業(株) 羽田ヒューム管(株)
旭コンクリート工業(株) エバタ(株)

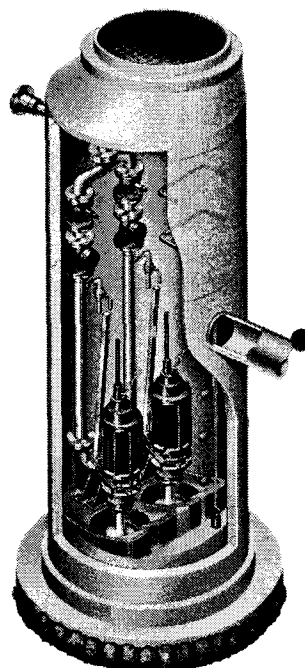


図-1 マンホールポンプ施設の構造例

3. 研究結果

組立式マンホールが先行して据付施工された場合、①その後で設置するポンプの大きさがマンホールの大きさと合わない、②予旋回槽（スカム対策台版）等が取り付けられない、③マンホールふたが小さくポンプが入らないなどの問題がしばしば起こっている。これは、ポンプ設備の性能・構造・寸法がメーカー毎に異なることや、ポンプと組立式マンホールの組合せもメーカーとしての標準はあるものの一般化された基準がないためである。

そこで、長期的な視点に立った計画、設計の合理性、経済性を検討しつつ、設備の簡素化を図ると共に維持管理性にも配慮した「組合せ」や「設計」「施工」「維持管理」の標準化を行った。

3.1 マンホールポンプ施設の適用範囲

本研究の適用範囲を下記に示す。

(1) ポンプ口径

- * 50, 65, 80, 100, 150mm

なお50, 65mmについては粗大固形物の流入防止等について住民の協力が得られる場合のみ採用するものとする。

- * 最小通過粒径は実績調査等より35mmとする。

(2) 組立式マンホールの種類（号数）

- 1, 2, 3, 4（号）

(3) 計画時間最大汚水量

3m³/min程度以下

(4) ポンプ最大容量

1台当たり22kW

(5) 組立式マンホールとポンプ設備の組合せ

ポンプ口径及び組立式マンホール（号数、ふた径）の標準的な組み合わせを表-1に示す。

表-1 ポンプ口径・マンホール号数・ふた径の標準組合せ (mm)

組立式マンホール種類 ポンプ口径	組立式マンホール種類 ふた径			
	1号 φ 900	2号 φ 1,200	3号 φ 1,500	4号 φ 1,800
	φ 600	φ 900	φ 900	φ 1,200
50	○			
65		○		
80			○	
100			○	
150				○

※ふたサイズがφ 900・φ 1,200の場合は親子ふたを原則とする

3.2 マンホールポンプ施設の設計

マンホールポンプ施設を構成する(1)ポンプ設備、(2)電気設備、(3)組立式マンホールの設計手順を統一した上で、それぞれの設計において標準化できる内容を検討した。

3.2.1 施設の設計手順

(1) ポンプ設備の設計

① 計画条件の確認

- * 流入最大汚水量
- * 流入条件（自然流下管または圧送管）
- * 流入管、送水管、電線管の方向・レベル
- * 流入管種、管径、流入管底高
- * 計画地盤高、* 壁貫通管頂高
- * 送水先管底高、* 送水距離
- * 送水管種、* 縦断図

② 圧送管径・ポンプ計画吐出水量の決定

↓

③ ポンプ全揚程の計算

↓

④ ポンプ選定図に基づいた ポンプ口径と電動機出力の決定

↓

⑤ 運転方式（単独交互 or 並列交互）の決定

↓

⑥ マンホール（ポンプ運転）深さの決定

↓

⑦ 締切運転の確認

↓

⑧ マンホールポンプ施設詳細寸法の決定

(2) 電気設備の設計

① 制御盤設置場所、条件の確認

↓

② 制御盤形式の決定

(3) 組立式マンホールの設計

① 流入管、送水管、電線管の 方向・レベルの確認

↓

② 構成部材組合せ・寸法の設定

↓

③ 部材継ぎ目と流入管、送水管、電線管 の干渉チェック

↓

④ 最終構成部材の決定

3.2.2 ポンプ設備の設計

(a) ポンプ計画吐出水量について

マンホールふたから汚水が溢れる等のトラブルが発生しないよう最大流入汚水量以上とする。自

然流下管からの流入の場合は計画時間最大汚水量、マンホールポンプ施設から直接圧送される場合は、圧送ポンプの送水量以上とする。

いずれの場合も送水管路に清掃流速 (0.6m/s 以上) を発生させる流量を確保することとした。

(b) ポンプ機種について

着脱式水中汚水ポンプにおいて汚物が閉塞しにくい下記の形式 (タイプ) より選定するものとした。

- ・ボルテックスタイプ
- ・吸込スクリー付きタイプ
- ・ノンクログタイプ

(c) ポンプの構造について

マンホール内での機器の腐食対策として、またトラブル時におけるポンプ保護やケーブル長さについて標準的な構造を示した。

[主要部材質]

- ・ケーシング FC200以上
- ・羽根車 SCS13
- ・主軸 13Crステンレス鋼

[ポンプ保護装置]

- ・モータ保護装置 サーマルプロテクタまたはオートカット
- ・浸水検知器 口径80mm以上のポンプに設置

[ケーブル長さ] 20m (標準)

(d) ポンプの運転制御方式

2台のポンプの始動頻度をできるだけ小さくすると共に、個々のポンプの総運転時間を均等にポンプを長持ちさせるため、単独自動交互運転を原則とした。

また、スカムの発生を低減させマンホール内の清掃を少なくするため、ポンプの吸込部に吸込ノズルを取り付け、マンホール内の汚水がほとんど無くなる水位までポンプ運転することを標準とした。

(e) ポンプ全揚程

ポンプの全揚程は、次の各項を考慮して決定するものとした。

1) ポンプの全揚程は、実揚程と送水管の損失水頭および槽内配管、弁類の損失水頭等を考慮して次式によって定める。

$$H = h_a + h_f + h_o$$

H : 全揚程 (m)

h_a : 実揚程 (m)

h_f : 送水管の損失水頭 (m)

h_o : 槽内配管、弁類の損失水頭及び吐出側の残留速度水頭の和 (m) とし、

実用上は、 $h_o = 2\text{m}$ とする。

2) 実揚程は、ポンプの吸水位の変動範囲、送水管

の形状及び計画吐出水量を考慮して決定する。

(f) ポンプの選定

ポンプ全揚程が決定すると、ポンプ選定図より使用するポンプ (口径, kW) を選定する。ポンプ仕様点 (性能保証点) は実揚程が最低のところ決定しているため、マンホール深さを決定後、マンホール内水位変動相当分の実揚程変化に対してポンプが締切運転にならないかどうかの確認を行う。締切運転になる場合は容量の大きなポンプを選定し直すものとする。

(g) マンホール (ポンプ運転) 深さ

ポンプの運転に必要なマンホール深さは、次の各項を考慮し設定した上で、ポンプの運転範囲を確認するものとした。

- 1) ポンプ計画吐出水量とマンホール内への最大汚水流入量及びポンプの始動頻度で決定される必要有効貯留容量を確保できること。
- 2) ポンプ台版 (予旋回槽等) が設置可能な深さを有すること。
- 3) ポンプ始動時に連続運転水位が確保できる深さを有すること。
- 4) 制御に必要な水位の設定が可能な深さを有すること。

なお、有効貯水量 V_0 は以下の式によって求めるものとする。

$$\text{I) } Q_{in} (\text{max}) \geq \frac{1}{2} Q_p \text{ の時}$$

$$V_0 = \frac{T_{min} \times Q_p}{4}$$

$$\text{II) } Q_{in} (\text{max}) < \frac{1}{2} Q_p \text{ の時}$$

$$V_0 = \frac{T_{min} \times Q_{in} (\text{max}) \times (Q_p - Q_{in} (\text{max}))}{Q_p}$$

V_0 : 有効貯留容量 (m^3)

T_{min} : 最小始動間隔 (min)

$Q_{in} (\text{max})$: 最大流入汚水量 (m^3/min)

Q_p : ポンプ計画吐出水量 (m^3/min)

図-2 にマンホールポンプ有効容量と深さを示す。

(h) 送水管

送水管径はポンプ口径以上とし、配管損失の低減及びウォーターハンマ (水撃) 現象の軽減を考慮して、管内流速を $1.0 \sim 1.5\text{m/s}$ 程度にするものとした。

(i) 塗装仕様

腐食されやすい環境下において機器の性能を長期間保持するため、防食が必要な材料にはタールエポキシ樹脂系塗装を 0.2mm 施すものとした。

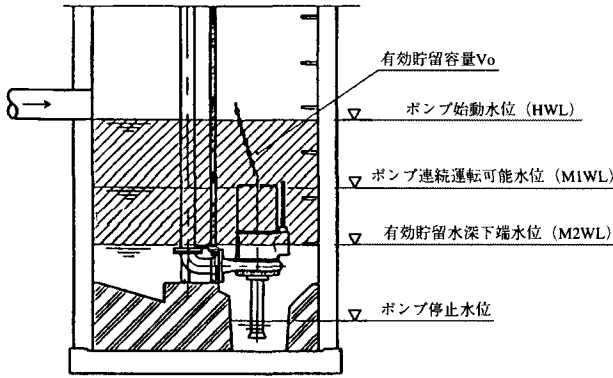


図-2 マンホールポンプ有効容量と深さ

(j) ウォーターハンマ (水撃) 対策

管路や弁の破損を防止するため、以下の条件下においてはウォーターハンマ (水撃) 対策を事前に検討することが望ましい。

- *全揚程 20m以上
- *実揚程 10m以上
- *管路長 300m以上

なお、対策が必要な場合はポンプにフライホイール等を設けるものとする。

3.2.3 電気設備の設計

(a) 制御盤

制御盤の設置は交通障害とならないよう考慮し、盤形式も自立形・スタンド形・壁掛形・装柱形・ポール形などの中から設置条件に適したものを選定する。

(b) 自動通報装置

緊急を要する故障時対応として、また故障原因を究明するためにも、運転状態の監視及び故障時の通報設備として自動通報装置を設けるものとした。

(c) 水位計

制御用の水位計は、汚水においても信頼性の高い投込圧力式水位計もしくは気泡式水位計を採用するものとした。なお、バックアップ用としてフロートスイッチを用いるものとした。

3.2.4 組立式マンホールの設計

現場施工時における工期短縮や作業安全性を確保するため、組立式マンホールにポンプ設備を施工する際にドリル等を用いた現地穿孔のないことを原則とした。

従って、設計施工図に基づき削孔位置及びポンプ設備 (ガイドホルダー、集合管、ケーブル、水位計、流入バッフル) 取付け用位置が事前にわかっていることを前提として、壁削孔された直壁や、ポンプ設

備の取付け専用リング及び流入バッフルが取り付けられた直壁を使用することとした。

3.3 マンホールポンプ施設の施工と試運転

マンホールポンプ施設が安全かつ円滑に施工できるよう施工計画の留意点を検討した上で、(1)組立式マンホール、(2)ポンプ設備、(3)電気設備における施工手順を示した。

機器が施工完了後、通水可能な条件が整った上で、確実な運転が行えるよう、試運転による機能確認テストを実施することとし、その標準化を行った。

3.4 マンホールポンプ施設の維持管理

マンホールポンプ施設の機能を長期間保持するためには、各設備の保守・点検を適正に行う必要がある。以下に示す項目を実施するものとした。

なお、保守・点検の標準的な箇所と内容について検討した。

- ・日常点検
設備異常を早期発見するため1回/月実施する。
- ・定期点検
設備性能を維持するため1回/年実施する。
- ・オーバーホール
消耗部品を定期交換するため1回/3~5年実施する。
- ・清掃
状況に応じて実施する。

各保守・点検を実施した際は結果を記録し、施設の修繕、改良、更新計画立案の判断材料にするものとする。

一方、施設の維持管理を円滑に行うため、通常時より緊急時 (停電、落雷、ポンプや水位計の故障、過大流入等) を考慮した管理体制を構築する必要がある。

4. 技術マニュアルの内容

前述の研究成果をもとに「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル」を作成した。技術マニュアルの目次を以下に示す。

下水道マンホールポンプ施設 技術マニュアル [目次]	
第1章	総則
第1節	目的
第2節	適用範囲

第3節	用語の定義
第2章	施設の計画
第1節	計画方針
第2節	構造
第3章	施設の設計
第1節	設計手順
第2節	ポンプ設備の設計
第3節	電気設備の設計
第4節	組立式マンホールの設計
第4章	施設の施工
第1節	施工計画
第2節	施工手順
第3節	試運転
第5章	施設の維持管理
第1節	施設の保守・点検
第2節	維持管理の体制
第3節	機器の保守点検

5. おわりに

マンホールポンプ施設に関する標準化を図った上で、組立式マンホール及びポンプ・電気設備の設計・施工・維持管理についてわかりやすく示した本技術マニュアルは、これを実務担当者が利用することによりロスのない迅速な設計・施工が可能となり、マンホールポンプ施設のより一層の普及促進が期待される。

今後も、自治体における地域事情や技術開発の動向に合わせ、技術マニュアルの内容についての見直しを図っていきたい。

資料編【目次】

1. マンホールポンプ施設の設計事例
2. マンホールポンプ施設の標準仕様書
・特記仕様書
3. 施工・維持管理に必要な手続き書類
4. 資料問い合わせ先

●この研究に関する問い合わせは

研究第二部長	前田	正博
研究第二部主任研究員	渡邊	聡
研究第二部研究員	森岡	真一
研究第二部研究員	石川	泰裕
研究第二部研究員	小林	卓矢