

# 雨水ポンプの制御システム

渡部剛弥\*、野村 茂\*\*、丸山芳男\*\*、山岸基春\*\*、梅原伸一\*\*

\* 横浜市下水道局管理部北部汚泥処理センター  
横浜市鶴見区末広町1-6-1

\*\* 横浜市下水道局建設部設備課  
横浜市中区港町1-1

## 概要

本市では、大雨に対応するため大型増強ポンプ場の建設を進めているが、急激な都市化は、雨水の保水性の低下をまねき、都市を浸水から守るためには流入雨水をより大量に排水することが求められている。しかし、敷地面積の制約からポンプ井は深く、しかも小さくせざるをえない。そのため雨水排水ポンプ場への雨水の流入及びポンプ井水位の上昇は急激で、排水ポンプの運転は非常に難しい。これらの条件に対処するため、低速先行待機形エンジン駆動ポンプを設置し、さらに急激な雨水流入に対しては雨水流入幹線内に流量計を設置して事前に流量及び水位情報を把握し、ポンプを待機運転させる制御システムの導入を計画している。一例として、港北下水処理場第三ポンプ施設の雨水ポンプ制御システムについて紹介する。

## キーワード

雨水排水ポンプ場 縦軸斜流渦巻ポンプ 先行待機運転 幹線流量計

### 1. はじめに

横浜市では現在23箇所のポンプ場が稼働しており、この内12箇所が大雨に対応するポンプ場として稼働している。このようなポンプ場へは、急速な都市化による雨水の保水性の低下により、急激な雨水流入が発生する。また、土地確保の難しさから狭い敷地に施設するためポンプ井が深く、しかも狭いスペースしか取れないため多量の雨水流入に対してはポンプ井の急激な水位上昇をとめない、雨水排水ポンプの運転をさらに難しくしている。このように、従来のポンプ場とはちがった流入形態に対応するため、より確実な雨水排水システムを目指して様々なとりくみを行ってきた。本稿では、本市におけるポンプ制御システムの変遷と最新のポンプ場について、その特徴を紹介しさらに今後の計画について述べる。

### 2. 雨水ポンプ制御システムの変遷

雨水ポンプ制御システムの変遷は図1に示すとおりである。初期の雨水ポンプ設備の運転は、ポンプ場での手動操作によるものであった。ポンプはエンジン駆動方式が主流であった。その後、遠方監

視制御技術の向上にともない、下水処理場での遠方集中監視制御を実施した。またポンプは保守性、制御性のよいモータ駆動方式を採用した。昭和60年代に入るとエンジン駆動ポンプの技術が向上し、遠方からの自動運転の信頼性の向上と大口径によるイニシャルコストをおさえるため大型増強ポンプ場で再びエンジン駆動雨水ポンプが設置されている。制御は水位によるON-OFF運転から、ポンプ運転台数制御、水位の変化に応じて流量を制御する水位流量制御、また水位を一定に保つ水位一定制御などにより自動運転化した。また、制御装置も計装品やリレー回路からマイクロコントローラへと移行した。遠方監視制御には、NTT回線が主流であったが近年自営線（光ケーブル）による信号伝送を採用している。

	昭和30年代～	昭和40前半～	昭和40後半～	昭和50前半～	昭和60年代～
制御内容	保守員による 純手動ON-OFF	設定器による 自動ON-OFF	同 左	マイコン C14 自動ON-OFF	マイコン C14 自動ON-OFF
制御システム			計装品で連制	マイコンで連制	同 左
制御システム図					
連制方式			金属・液体抵抗	金属・液体抵抗	液体抵抗 マイコン制御ポンプ

図1 雨水ポンプ制御システムの変遷

### 3. 港北下水処理場第三ポンプ施設

#### 3.1 施設概要

図3に施設断面図及び概要を示す。本施設は、港北下水処理場内に現在建設中で、降雨強度18mm/hを越える降雨時に、合流幹線に設けられた分水人孔から越流する合流雨水を揚水し、鶴見川へ排水するポンプ施設である。

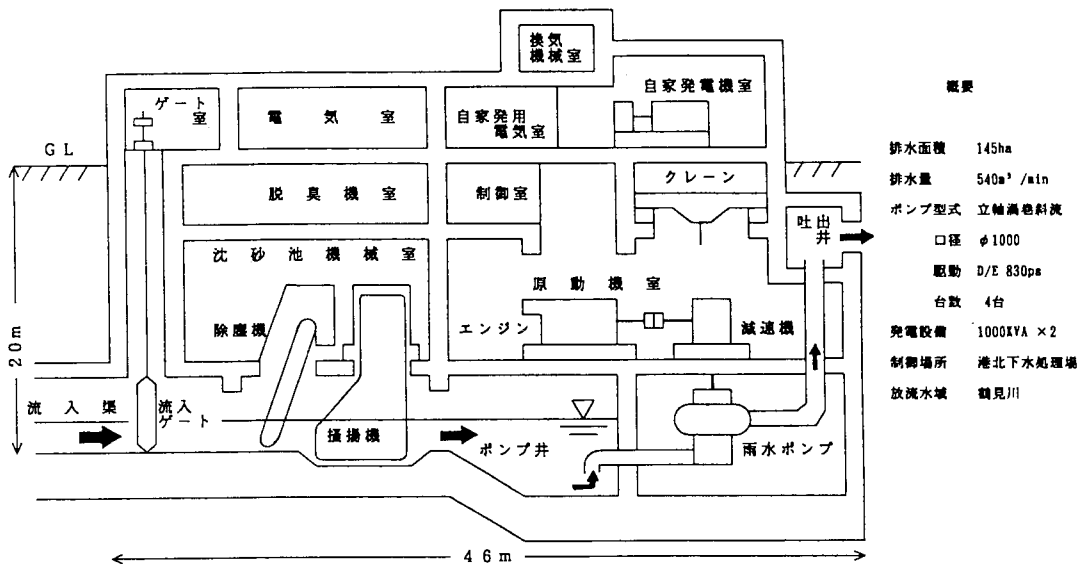


図2 港北下水処理場第三ポンプ施設断面図及び概要

#### 3.2 雨水ポンプ制御システム

本ポンプ施設では処理場とのデータウェイ伝送による遠方監視制御を行ない、常時無人ポンプ施設としている。ポンプは敷地面積の制約や年間稼働時間が短いことを考慮し、設置スペース効率が高く電力料金の面で有利なエンジン駆動ポンプを採用しており、ポンプ形式は、本市の増強ポンプ場で主流である縦軸渦巻斜流としている。このポンプは、従来の縦軸斜流に比べてポンプ本体が水中に

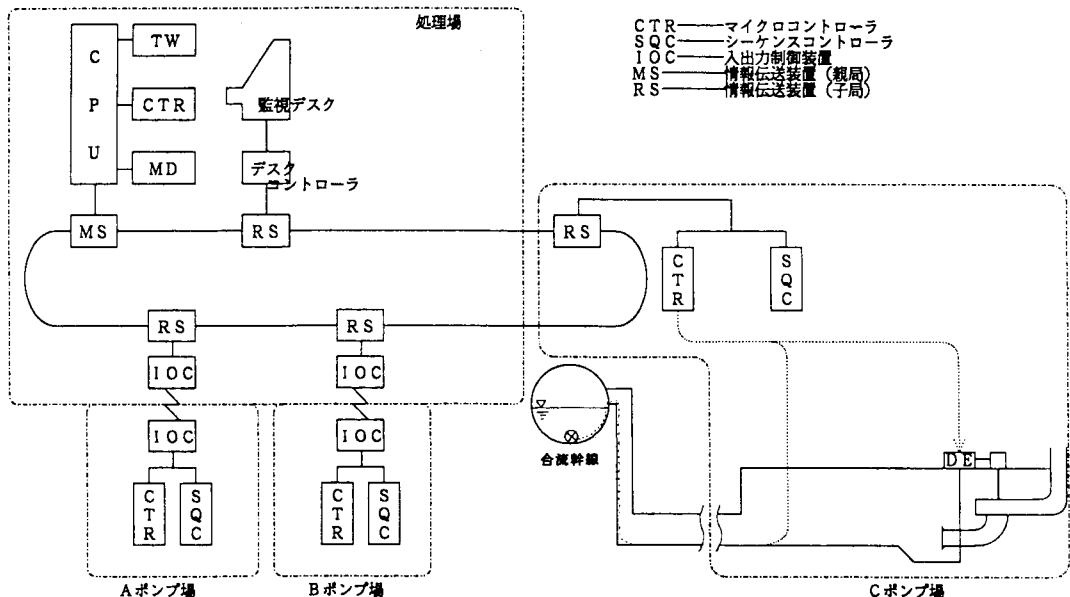


図3 監視制御システムの全体構成

無いため、メンテナンスの面等で有利である。制御面では、ポンプ1台ごとに小型シーケンスコントローラを設置してシーケンス制御を行い、危険分散を図っている。図2に本市で採用している一般的な監視制御システムの全体構成を示す。このシステムは集中監視分散制御システムで構成されている。本施設の雨水ポンプ制御システム構成は、幹線流量計とこの情報により先行待機または排水するエンジン駆動ポンプからなり、ポンプ場への流入雨水を計測することにより、適切なポンプの運転台数をあらかじめ待機状態にしておくことにより、安全でスムーズな制御が可能となっている。

#### 4. 主要機器の特徴

##### 4.1 先行待機運転可能エンジン駆動ポンプ

エンジン駆動ポンプは補機類が多く、始動・停止工程が複雑になる。そのため、モータ駆動方式に比べると始動・停止に要する時間が長い。急激な雨水流入に対応するためには、速やかなポンプ始動、流入量に見合ったポンプ台数の運転および速度制御が要求される。このことに対応するため

低速先行待機形ポンプを採用した。このポンプは低速度時に、通常のポンプが運転できる運転水位よりも低い水位で無揚水気中運転が可能である。従って、起動水位（先行待機水位）を低く設定することによって、揚水可能な水位まで水位が上昇するまでに始動を完了することができ、それ以後スムーズな揚水ができる。また、水位低下時の無揚水待機運転が可能なることから、ポンプの起動・停止頻度を少なくでき、流入量に追従したポンプ運転が可能となる。図4にポンプ運転と水位の関係を示す。規定水位とは低速度時の無揚水水位である。また待機時間は、ポンプ駆動エンジンが無揚水運転できる時間で最大30分程度（先行待機時間は15分程度）である。したがって待機運転に入って30分以内に再流入があった場合は、速やかに揚水が行える。

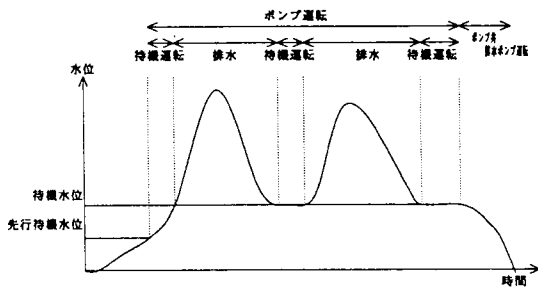


図4 ポンプ運転－水位関係図

#### 4. 2 幹線流量計

従来、ポンプ運転に使用している情報は、ポンプ場内に設置するポンプ井水位である。増強ポンプ場の場合、降雨による雨水は合流幹線からの越流水として流入するので、その水位情報だけでは急激な流入時に、適切なポンプ始動のタイミングを得ることができない。そこで、今回、図5に示すような流量計を合流幹線内に設置する。合流幹線内の流量を得ることにより、待機運転流量と待機運転水位を設定して二つのOR条件で待機運転することができ、より早い時点でのポンプ運転が可能となる。今回設置する流量計は、水位センサと流速センサを小型一体化したもので、水位は半導体圧力方式により、また流速は超音波をセンサ前面より発信して、水中の懸濁物や泡に反射する信号から平均流速を測定するものである。この二つの情報により流量を演算する方式である。本市では、すでにこの水位計を既設幹線に設置して実

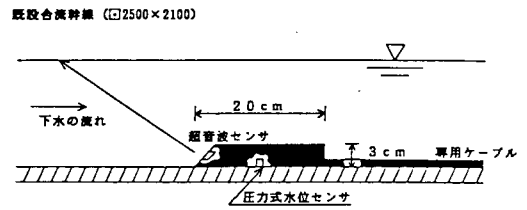


図5 幹線流量計設置図

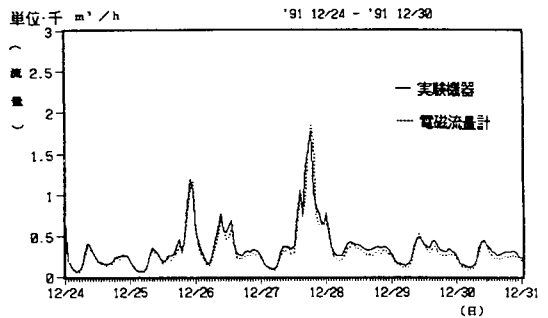


図6 幹線流量計実験データ

証実験を行い、下水幹線内流量計として要求される条件を満足することを確認している。その時の実験データを図6に示す。今回の施工にあたって、計測ケーブルは流入幹線内に敷設する。

#### 5. 今後の方向

今後の方向としては、まず前述した管渠内への流量計設置による幹線情報収集の強化で、これにより各ポンプ場でのポンプ運転制御の支援が可能となる。また、すでに稼働しているレーダー雨量計情報をもとに、幹線情報を加味して、ポンプ運転支援に有効な流入量予測、雨水流出解析、さらに、下水管渠を利用して処理場・ポンプ場間を結ぶ光ケーブルネットワークを構築し、広域に及ぶ雨水貯留管情報、河川情報、レーダー雨量情報等を有機的に結びつけた雨水排水の全体的管理などが考えられる。このように、雨水排水機能を全体システムととらえて検討を進めていきたい。