

# 雨水ポンプ場ネットワーク設備 技術マニュアルの概要

(財) 下水道新技術推進機構  
研究第二部長

松島 修



## はじめに

近年、市街化の進展や集中豪雨の増加等に伴い、下水道の雨水排除能力を超える雨水流出が頻繁に生じている。また、都市部への資産集中や地下空間利用の進展等都市機能の高度化が進むことにより、浸水に対する都市の被害ポテンシャルは増大している。これらの都市においては、整備水準の向上等を視野に入れた、浸水に強い街づくりが求められている。

一方、昭和30～40年にかけて建設された大都市の市街地の雨水ポンプ場の多くは、建設後40～50年が経過し更新時期を迎えている。これらのポンプ場では、敷地に余裕がないところが多いため、排水機能を維持しながら、老朽化対策や地震対策を含めた再構築をいかに行うかが課題となっている。

そこで、浸水対策や再構築対策としての新たな手法として、隣接する複数のポンプ場排水区間を連結するネットワークに着目し、ネットワーク化する場合に必要なポンプ場等の設備に関する技術的事項を示すことを目的として研究を行った。



## 技術マニュアルの概要

本研究は、雨水ポンプ場ネットワークの設備面からのあり方等について研究を行ったもので、施設の再構築・改築の際に必要な雨水ポンプ場ネットワーク設備の計画・設計に関する技術的事項について技術マニュアルとして取りまとめた。

雨水ポンプ場ネットワーク設備において、ネットワーク幹線排水用の雨水ポンプ場（種ポンプ場）は、幹線末端の最深部の大深度に設置されると想定される。このため機械設備の面では、この種ポンプ場のような大深度の雨水ポンプ場に関わる技術である高揚程ポンプ設備・除塵設備について検討を行った。また、雨水ポンプ場ネットワークの特徴として、複数の施設が同一幹線に接続されるため、対象とする区域が1つの施設ではなく広範囲となることから、監視制御用の設備は大深度に適応し、かつ広範囲を対象とした運用を支援するシステムが必要となる。このことから電気設備では、降雨レーダを活用した複数の雨水ポンプ場の広域監視制御システムの検討を行った。



### 3 技術の特徴

大深度雨水ポンプ場の技術的特徴を取りまとめるため、設備構成および雨水ポンプ場ネットワーク全体の運用面での課題を抽出した。

図 - 1 に示すように、降雨時のネットワーク幹線への雨水流入は複数箇所であつ時間差が発生し、膨大な水量になると想定されることから、排水用のポンプ設備は大深度、大水量および急激な流入に対応する必要がある。加えて、主要設備は雨天時のみ運用で、通常は稼働しないことから、施設

の運用は不定期で間欠的な運転となり、また自動運転や遠方監視運転が主体となる。

#### 3.1 設備の設計

抽出した課題を基に、設備の計画・設計について手順を取りまとめた(図 - 2)。

以降に、機械設備と電気設備についての設計手法を示す。

#### 3.2 機械設備の設計

機械設備は、主要機器である雨水ポンプ設備と沈砂池設備、およびそのほか付帯設備について設

図 - 1 大深度雨水ポンプ場の課題

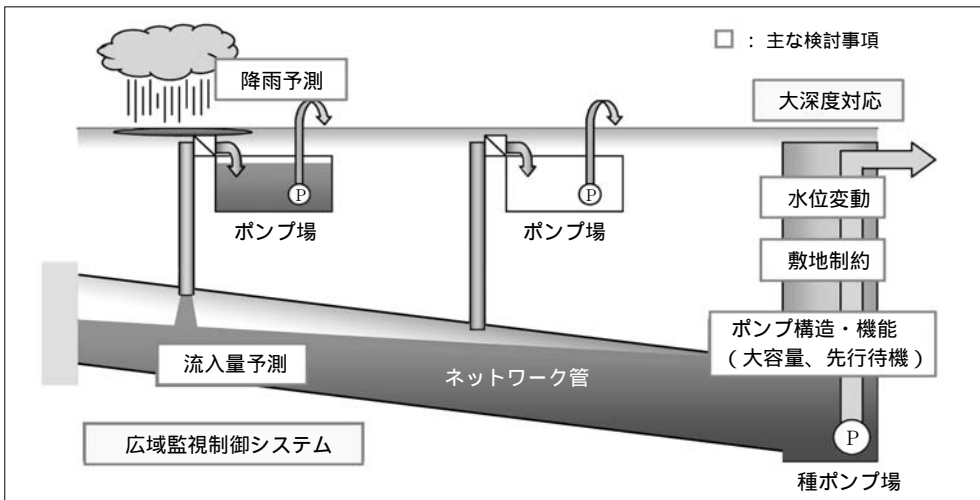
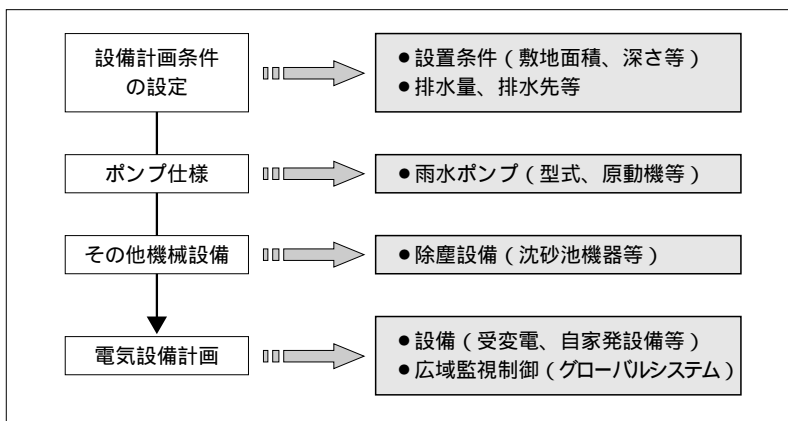


図 - 2 設備の計画・設計



計を行う。ここでは、ポンプ設備と除塵設備について記載する。

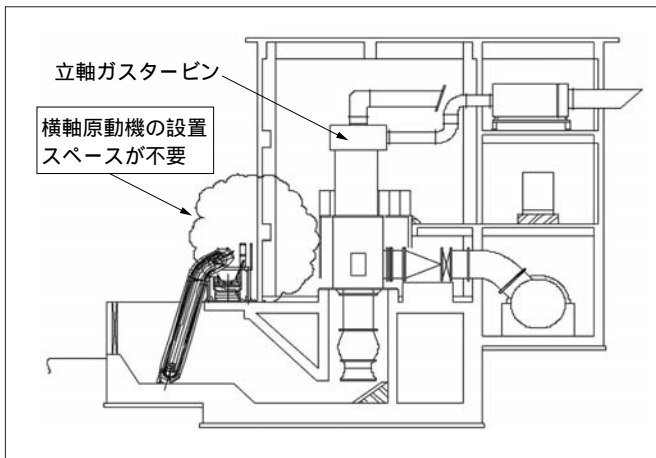
### (1) ポンプ設備の設計

ポンプは、敷地制約や製作限界を考慮して水位変動に耐えうる機能を有する設計とする。

- 標準台数：2～6台を標準（予備機なし）
- 型式：立軸斜流または立軸渦巻斜流ポンプ
- 水位変動対策：先行待機形ポンプ
- 水撃（ウォーターハンマ）の防止策：  
管渠も含めた計画初期に水撃が発生しないように検討すべきであるが、設備にて行う場合、サージingtank・空気弁・圧力タンク等を設置する。
- ポンプの原動機：  
運転頻度・時間が少なく、また停電等を考慮して、ガスタービンやディーゼル等の内燃機関方式とし契約電力の低減化を図ることが望ましい（運転頻度が多い場合は、商用電源による電動機でもよい）。

大深度施設における敷地制約や省スペースの対応例として、原動機を立軸ガスタービンとする方法が考えられる。この場合は原動機がポンプの上部に設置されるため、ディーゼル機関や横軸ガスタービンと比較して、機場の水平方向の寸法に対して省スペース化が図れる（図-3）。

図-3 立軸ガスタービンの設置例



### (2) 除塵設備の設計

沈砂池は間欠的な稼働となることから、設備の維持管理性および臭気・害虫の発生を抑制するためドライ管理を標準とする。また、敷地の制約等の特別な事情がない限り、維持管理を考慮して除塵・除砂装置が地上部に近い配置になる後沈砂池方式とする。

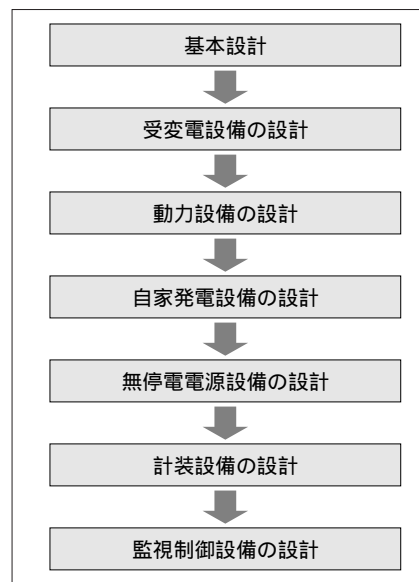
- 流入ゲート：  
自動降下式が望ましいが、大深度の場合、電動機や開閉装置に製作限界があるので、設置条件に注意して方式を選定する。
- スクリーン：  
降雨時の比較的短時間に大量のきょう雑物の流入が予想されることから、掻き揚げ能力の高い連続式を標準とする。
- 除砂設備：  
ドライ管理に適した揚砂ポンプ方式（噴射式・揚砂ポンプ式）を標準とする。

## 3.3 電気設備の設計

### (1) 設計フロー

電気設備では、大深度雨水ポンプ場の負荷設備を整理し、設備全体の容量をまとめた上で、受変

図-4 電気設備設計フロー





電設備、動力設備、自家発電設備の設計を行う。

また、監視制御設備は雨水ポンプ場ネットワーク設備を全体的に制御する広域監視制御システムとして、グローバルシステムの設計を行う（図 - 4）。

## (2) 電気設備の設計

機械の駆動源となる電源の喪失を避けるため、現場機器（現場盤、センサー等）を含めた電気設備は浸水しない箇所に設置し、自家発電設備を設ける。自家発電設備は、原則として12時間～24時間の連続運転が可能な燃料設備を見込む。また雨水ポンプを電動機駆動とした場合には、運転に必要な電力を見込むことに留意して設計する。

## (3) グローバルシステムの設計

雨水ポンプ場をネットワーク化することにより処理対象区域が広がるため、浸水対策としては従来のポンプ場単独での運用だけでは迅速な対応は困難となる。このため雨水ポンプ場ネットワークでは、降雨予測、流入状況を早期に把握し、かつ幹線・雨水ポンプ場・種ポンプ場等の施設全体を効果的に運用する監視制御システムが必要となる。

本研究では、広域施設を運用管理する監視制御

システムの手法の一つであるグローバルシステムについて取りまとめた。

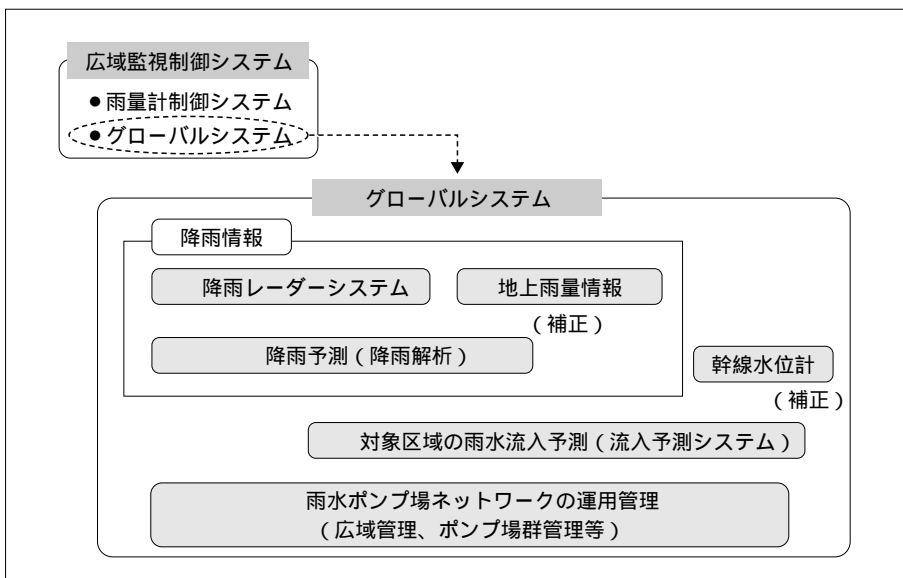
グローバルシステムは、降雨レーダシステム・降雨予測・流入量予測システム・ポンプ運用システムの4つのサブシステムより構成される。降雨の確実な観測および将来の降雨予測・排水施設へ流入量予測・予測流入量を基に、ポンプ場のリアルタイム運用という広域な雨水ポンプ場ネットワーク施設の総合的、迅速かつ効果的な運用管理を可能とする（図 - 5）。

### 降雨レーダシステム

降雨レーダシステムは、降雨状況（降雨の有無、強弱、雨域の移動）をリアルタイムに把握するシステムである。局所的な集中豪雨を観測するには、観測単位が細かく、観測周期が短いほうが望ましい。降雨レーダは、従来の気象レーダ等と比較して優れた性能を示している。

図 - 6 に示すように、従来の気象レーダとグローバルシステムで使用する降雨レーダでは、降雨観測の精度に違いが生じてくる。降雨レーダでは細かく観測できるために偏在性降雨（局所降雨）を的確に観測し、雨域の移動を捉えることが可能となる。

図 - 5 グローバルシステムの構成



## 降雨予測

降雨予測は、降雨レーダシステムのデータに基づき、将来の降雨の変化、雨域の大きさや移動等の変化をリアルタイムに予測し、流入量予測のデータとするシステムである。

## 流入量予測システム

流入量予測システムは、降雨レーダシステムの観測および降雨予測で予測したデータに基づき、各雨水ポンプ場施設への流入を予測するシステムである。予測モデルは、集中型モデルと分布型モ

デルの2つに大別される。

## ポンプ運用システム

ポンプ運用システムは、流入量予測システムにより得られた情報により、各ポンプ場の制御を行うシステムである。

なお、システム運用においては、以下の点に留意する。

雨水ポンプ場から遠方にて偏在性を持った集中豪雨が発生した場合、特にネットワーク幹線上の種ポンプ場のように降雨区域からの流達時間が長

図 - 6 気象庁レーダと降雨レーダの降雨観測の違い(例)

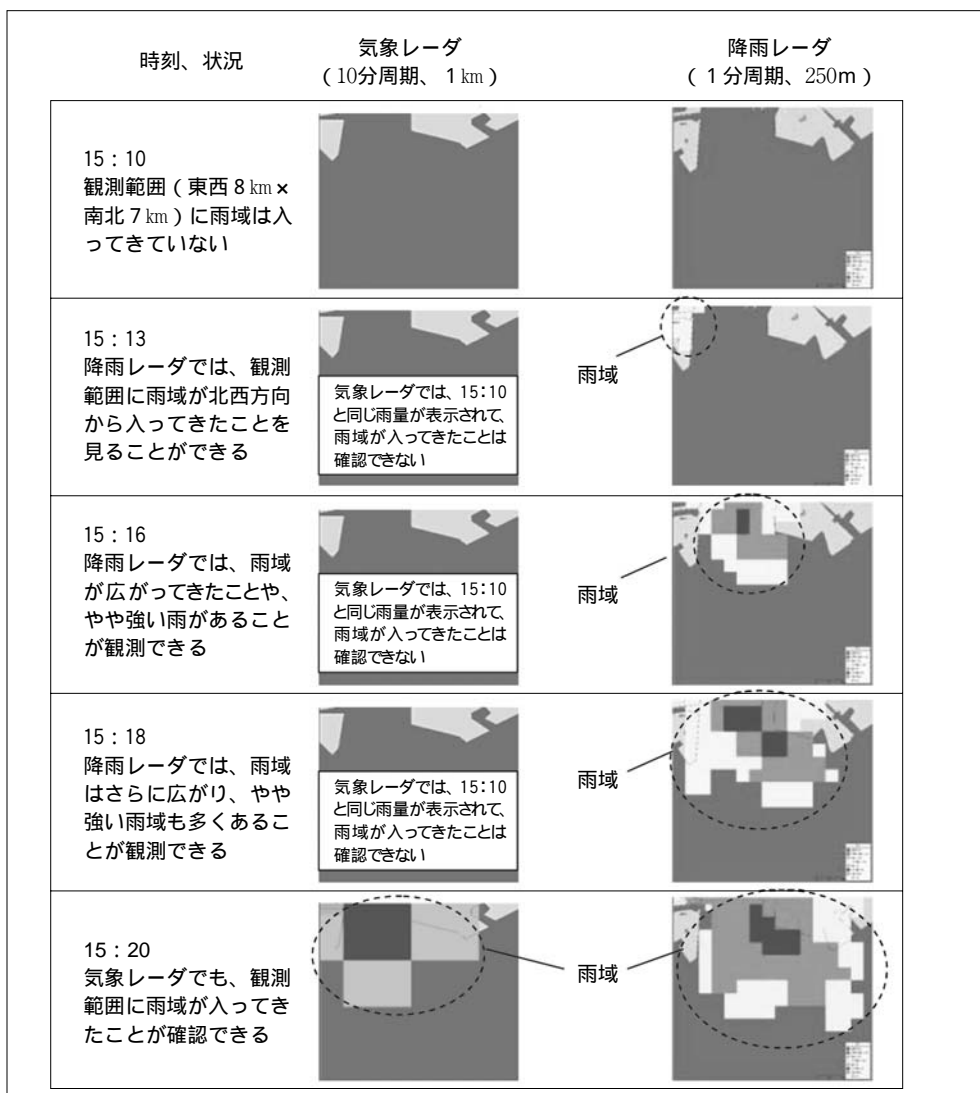
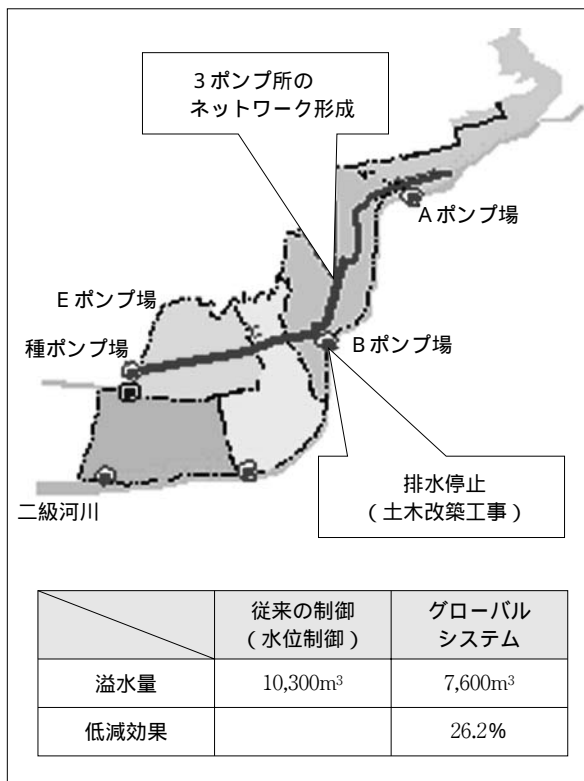




図 - 7 ケーススタディの検討結果



いケースでは、排水すべき流入水がポンプ場に届く前に降雨区域での排水が間に合わず浸水が発生してしまい、予測効果が薄れてしまうため、種ポンプ場への流達時間に留意する。

ネットワーク管から雨水を排水する場合には、河川水位（外水位）規定や制限流量を守るといった放流規制を順守する必要がある。

このためグローバルシステムを用いた運転でも、外水位や排水量を監視しながら運転を行う。

### 3.4 ケーススタディ

グローバルシステムによる溢水量の低減効果をケーススタディで確認した。ケーススタディの諸条件を以下に示す。

降雨条件：Bポンプ場（改築中のため停止中）  
付近に偏在性降雨（超過降雨107mm）

設備：3カ所の雨水ポンプ場（A・B・E）  
をネットワーク管（流下貯留管  
3,000～4,000mm）で連結、幹線の排水  
用に最下流部に種ポンプ場を新設

運転方案：水位をネットワーク管底まで下げる  
効果：システム導入前後の区域の溢水状況  
の違いを確認

ケーススタディの検討結果を図 - 7 に示す。

シミュレーション計算により、グローバルシステムを導入したケースでは、導入前より溢水量を26.2%低減できる結果となった。

## 4 おわりに

本研究では、雨水ポンプ場ネットワークにおいて、その構成施設のうち種ポンプ場等の大深度雨水ポンプ場に特徴的な機械・電気設備、および雨水ポンプ場ネットワークの広域監視制御システムについて、計画・設計等に係わる事項を「雨水ポンプ場ネットワーク設備技術マニュアル」として取りまとめた。

今後、本技術マニュアルが雨水ポンプ場ネットワークの計画を行っていく上で、別途「計画策定マニュアル」と合わせて設計検討の一助となれば幸いである。