

ファジィ応用雨水ポンプ制御支援システム

名里敦司*、黒川 太*、滝沢 剛*
今井紀夫**

* (株) 東芝府中工場
東京都府中市東芝町1

** (株) 東芝中部支社
名古屋市中村区名駅南 1-24-30

概要

雨水排水は、汚水処理と並ぶ下水道の重要な柱である。浸水防除のためには、雨水排水施設の拡充と共に、既存の施設の機能を最大限に生かした施設運用が重要である。

今回、的確な雨水排水を行うため、ポンプ制御にファジィ制御を適用する場合において、その制御規範の抽出を支援し、設計、調整を容易に行うことのできるファジィ応用雨水ポンプ制御支援システムを検討したので報告する。

キーワード

下水処理、雨水排水、ファジィ、制御規範

1. まえがき

雨水排水は、汚水処理と並ぶ下水道の重要な柱である。特に、近年の局所的な異常降雨に対しては、下水道が整備された既成市街地においても、ポンプ施設などの雨水排水施設の対応が間に合わず、浸水被害の発生や公共水域の汚濁問題が発生している。浸水防除のためには、雨水排水施設の拡充と共に、既存の施設の機能を最大限に生かした施設運用が重要である。具体的には、流域の降雨量からポンプ所の流入流量を的確迅速に把握し、それに見合ったポンプ制御を行う必要があるが、従来はポンプ井水位をもとにした制御が一般的であり、豪雨時など急激な流入量変化には対応できない場合もあった。

本報告は、的確な雨水排水を行うため、降雨量を加味したポンプ制御にファジィ制御を適用する場合において、その制御規範の抽出を支援し、設計、調整を容易に行うことのできるファジィ応用雨水ポンプ制御規範抽出支援システムを検討したので報告する。

2. 対象システム

システム構成を図 1 に示す。市街地から流れてくる雨水はポンプ井に流入し、4 台の雨水ポンプにより河川へと排水される。PCS (プロセス・コントロール・ステーション) はポンプ井の水位による雨水ポンプ台数制御を行っており、ポンプの起動・停止水位の補正にファジィ制御機能を用いている。さらに、地上雨量計により計測された雨量情報により降雨状況を判定し、その降雨状況モードにしたがって、制御に用いるファジィルールテーブルを切り替えられるようになっている。

プロセスデータは NTT 回線を介して遠方監視局のデータサーバに蓄えられる。支援 PC では、データサーバに蓄えられたプロセスデータを用いてファジィ応用雨水ポンプ制御の設計、調整支援を行う。

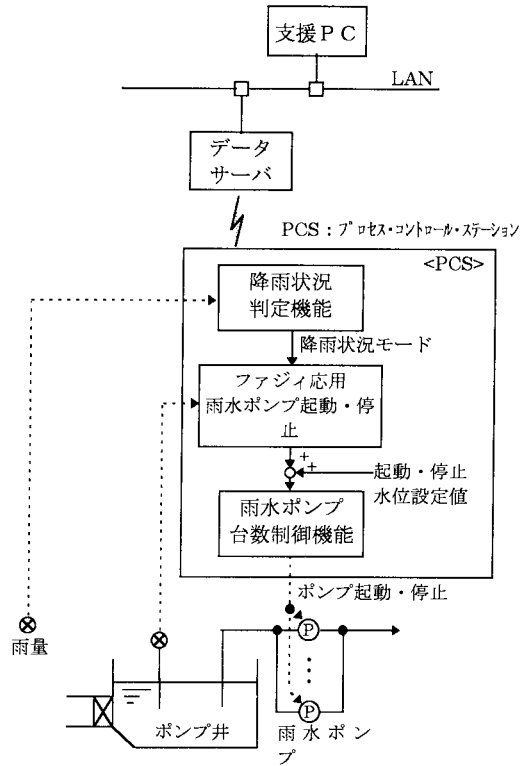


図 1 システム構成

3. 制御方法

雨水ポンプの運転台数制御は起動・停止水位設定値により行っているが、1 パターンだけの起動・停止水位設定値による運転では、降雨の状況により、豪雨時等に水位の急激な変動が発生し、ポンプの起動が追従できなくなる場合がある。

このようなポンプの起動遅れを防ぎ、いろいろな状況の降雨時に対応するため、ファジィ推論によりポンプの起動・停止水位の補正を行う。図 2 にファジィ応用雨水ポンプ起動・停止水位補正機能の概要を示す。

降雨状況モードとしては、通常、大雨、豪雨の 3 種類のモードを設ける。このモードの切り替えは、過去 5 分間の雨量信号 (パルス信号) 積算値により判定する。モード切り替え条件を表 1 に示す。

通常モードでは、起動・停止水位の補正を行わず、あらかじめ設定された起動・停止水位によりポンプの台数制御を行う。

大雨モード、豪雨モードでは、それぞれのモードに相当するルールテーブルを用いたファジィ演算により、ポンプの起動・停止水位を補正する。ファジィ演算の入力はポンプ井水位およびポンプ井水位変化量であり、出力はポンプの起動・停止水位補正量である

表1 降雨状況モード切り替え条件

通常→大雨 大雨→豪雨	雨量積算値 \geq 切り替え設定値
豪雨→大雨 大雨→通常	雨量積算値 \leq 切り替え設定値 が一定時間継続

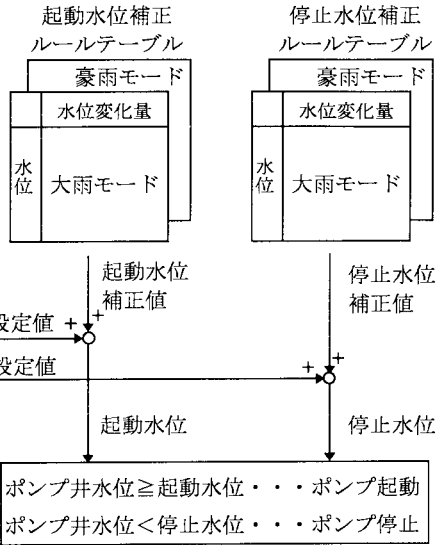


図2 ファジィ応用雨水ポンプ起動・停止水位補正

4. 支援機能

ファジィ制御では、プロセスをどのように制御するか、すなわち、そのプラントの制御規範を抽出することは最も重要なポイントの一つである。

ある降雨状況の時に、ポンプの起動・停止水位をどれほどに設定しておけばよいかということがここで想定したプロセスの制御規範であり、ファジィ制御では、その起動・停止水位を得られるように設計すればよい。

図3に本支援システムの機能ブロックを示す。通常、ポンプ井に流入する流入流量は計測できないため、流入流量演算機能では、データサーバに蓄えられたプロセスデータをもとに、雨水ポンプのQ-H特性とポンプ井の構造とからポンプ井流入流量を演算する。得られた流入流量データをもとに、シミュレーションによってポンプ井水位、ポンプ運転台数、排水流量を演算し、支援情報として表示する。シミュレーションでは、このシステムの制御規範である起動・停止水位をヒューマン・インタフェースを介して設定できるようになっている。

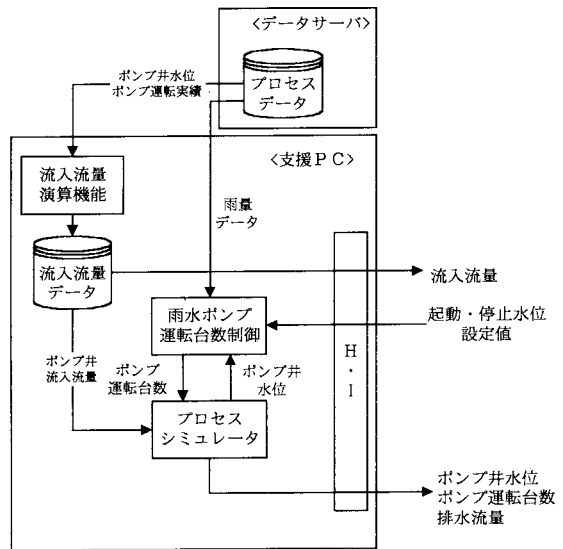


図3 支援機能ブロック

5. 結果および考察

シミュレーション結果の一例を図4に示す。この例は、ポンプ井流入流量が急激に増加するような降雨状況を想定したものである。case1はデフォルトの起動・停止水位による制御結果であり、通常モードに対応する。case2、case3は起動・停止水位をそれぞれ50cm、1m下げた場合の制御結果である。

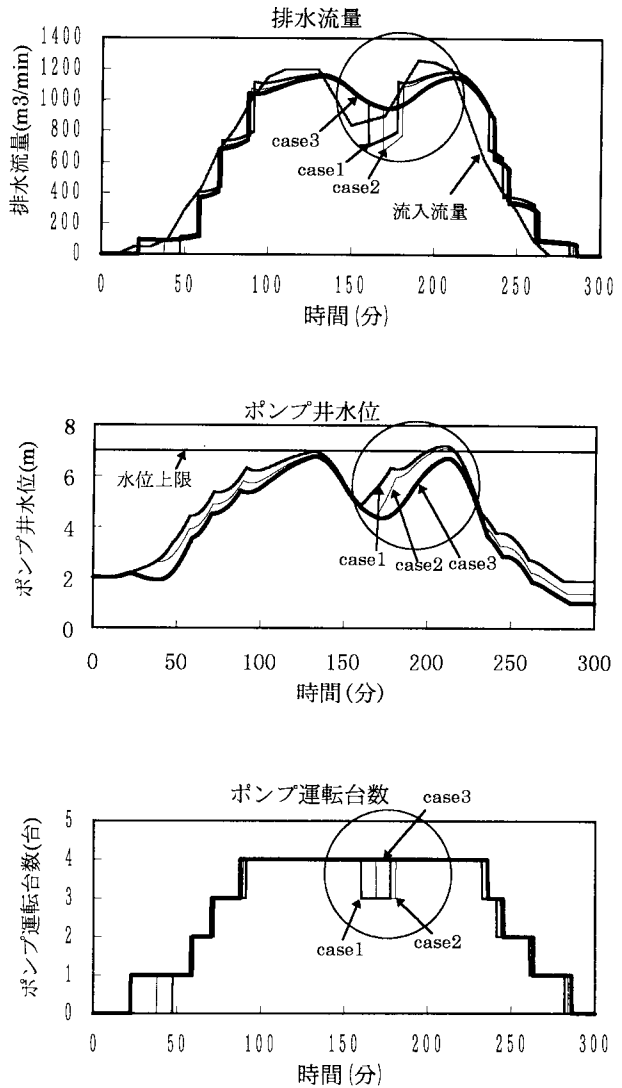
case1、case2では、一度4台運転となった後の水位低下時に4台目のポンプを停止したため、再び増加してきた流入流量の排水対応が間に合わず、ポンプ井水位は上限を越えてしまっている。それに対し、case3では、4台運転を長く継続しているため、ポンプ井水位は上限以内に収まっている。したがって、このような降雨状況においては起動・停止水位を1m下げる必要があるという制御規範を得ることができる。

6. 結論

ファジィ制御を用いて雨水ポンプの起動・停止水位を補正することでポンプ井水位の制御を行う場合、制御規範となる起動・停止水位補正量を決めるファジィ応用雨水ポンプ制御規範抽出支援システムを開発した。本システムを用いることにより、ファジィ制御における制御目標値を得ることができることを確認した。

参考文献

- (1) 本田和宏, 小林主一郎, 奥満男, 大野秀樹 : AI・ファジィ応用による汚水ポンプ制御システム, H2年電気学会全国大会, 1990
- (2) 本田和宏, 小林主一郎, 奥満男, 近藤真一 : AI・ファジィ応用による水処理負荷変動平滑化制御, H3年電気学会全国大会, 1991



- case1 : デフォルトの起動・停止水位による制御
- case2 : 起動・停止水位補正量 -50cm
- case3 : 起動・停止水位補正量 -1m

図4 シミュレーション結果