

雨水排水ポンプ場運用支援システムの提案

田所 秀之*、永礼 英明*、古谷 雅年**、植木 茂***、鶴飼 誠司****

- * (株) 日立製作所 大みか工場公共システム設計部 日立市大みか町5-2-1
- ** (株) 日立製作所 システム開発研究所第1部 川崎市麻生区王禅寺1099
- *** (株) 日立製作所 公共システム本部 情報制御システム部 千代田区神田駿河台4-6
- **** (株) 日立製作所 システム事業部 千代田区神田駿河台4-6

概要

都市型洪水防止技術として、これまでポンプ場への雨水流入量を予測することによって、タイミング良く雨水ポンプを起動停止するための制御技術や運転支援システムを検討されてきたが、これらは降雨開始の30分～1時間前から降雨終了までの運転支援、制御のための技術である。今回提案の運用支援システムでは、運転支援・制御の上位レベルの意思決定である人員配備、待機体制を決定する際の支援情報を提供しようとするものである。人員配備、待機体制のためには1～32時間先の降雨状況を予測することが必要となるため、従来の処理場、ポンプ場等に設置した雨量計、レーダ雨量計からの情報ばかりでなく、より広い範囲の気象情報、ならびに過去の運転実績から総合的に判断できるシステムが求められる。

キーワード

雨水排水、 運転支援システム、運用支援システム、 降雨予測、 レーダ雨量計

1 運用支援システムの位置づけ

雨水排水設備の目的は、次の2点に大別することができる。

- (1) 豪雨時において、雨水をすみやかに排除し、浸水を防止する(量対策)
- (2) 小雨時において、管渠の貯留能力を活用した、雨水の一時貯留(質対策)

運転支援システムでは上記に対応して、ポンプ起動停止タイミングを決定するために、15～30分以内の雨水流入状況から、ポンプ井、流入渠水位を予測、これに基づきガイダンスを出力する、また、管渠の貯留レベル決定のために、30分～1時間の流入ハイドロを予測する。以上から、運転支援システムは、職員や運転員が配備されていることを前提としたシステムといえる。

いっぽうで、近年は人員不足から、常時全ての雨水排水設備に人員を配置することが困難となってきている。そこで、常時は、雨水排水設備を集中監視制御しておき、豪雨が予測される場合に、降雨の状況に応じて人員配備、待機を実施する運用形態が採用されてきている。この場合、少なくとも職員を非常呼集してから現場に到着し、待機体制をとれるまでの先行時間をもって、配備体制、警戒体制を敷かねばならない。この先行時間の長さは組織の事情によるが、少なくとも1時間以上、夜勤体制を考慮すれば24時間程度、さらに、翌日が休日であるケースを考慮すると32時間程度必要である。したがって運用支援システムは、上記の人員配備・警戒体制の判断を支援するシステムとして1～32時間先ほどの程度の降雨があるか、さらには予測された降雨規模に対する雨水排水エリア、設備への影響度を予測、推定するものと位置づける。

表1 運転支援システムと運用支援システムの比較

	ガイダンスの目的	予測対象	予測時間	予測分解能
運転支援システム	雨水ポンプ起動停止タイミング	ポンプ井水位	15～30分以内	1分程度
	貯留レベル(質対策・量対策の判定)	流入ハイドロ	30分～1時間以内	5分程度
運用支援システム	人員配備・待機体制	時間降雨量	1～32時間程度	30分～1時間

以上、運転支援システムと運用支援システムの比較を表1に示す。なお、予測分解能は、リアルタイム性が要求される運転支援、要求されない運用支援で違いが生じている。

2 降雨情報観測方法

雨水排水設備の運用支援、運転支援には、降雨の実況、予測といった降雨情報を入手することが重要である。ここでは、運用支援システムにおいて、どのような降雨情報観測方法が望ましいかを、運転支援システムの場合と対比し、検討する。

2.1 降雨実況観測方法

降雨情報観測手段としては表2に示すように、地上雨量計、細密レーダ雨量計（Xバンドレーダ）、FRICS（Foudation of River & Basin Integrated Communications）システム、気象庁データ（気象レーダ、アメダス等）がある。地上雨量計、細密レーダ雨量計は、自治体が独自に導入する計測手段。FRICSは、（財）河川情報センターがサービスする水防関連情報の配信システムであり、建設省レーダ雨量計（Cバンドレーダ）情報を配信している。気象庁データについては、（財）日本気象協会等のMICOS（Meteorological Information Comprehensive Online Service）システムに代表されるように、気象情報サービス会社からオンライン配信されるものである。

地上雨量計、細密レーダ雨量計では、降雨の実況値が、リアルタイムで、さらに細密レーダ雨量計では、きめ細かく面のデータとして得られるため、ポンプの起動停止タイミングをガイダンスする運転支援システムで活用するのに適している。いっぽう運用支援システムでは、リアルタイム性は要求されないが、人員配備、待機のために、より長い、1～32時間の降雨を予測しなければならない。24時間程度のタイムスケールになると、気象変動は、気象学でいう中規模（メソスケール）擾乱をとらえることが求められ、このためには水平スケールで数km～200km必要で、地上雨量計や細密レーダ雨量計でカバーできる空間スケールを超えることから、気象レーダの観測情報を用いる。

表2 降雨観測手段の比較

降雨観測手段	観測範囲	観測周期	観測メッシュ
地上雨量計	計測地点のみ	1分程度	雨量計設置数による
細密レーダ雨量計	半径40～50km	2.5分	250～500m
FRICSシステム	半径198km	15分（配信周期）	3km
アメダスシステム	計測地点のみ	1時間	約17km
気象レーダ	半径300km	7分（悪天時）	2.5km

2.2 降雨予測方法

運転支援システム、運用支援システムとも、表1に示したような、予測情報が必要となる。予測対象、予測時間、演算周期は、目的に応じて異なるため、降雨予測手法も、各々適切なものを選択するべきである。

降雨予測に求められる予測時間は、おおむね以下で与えられる。

$$(\text{降雨予測時間}) = (\text{必要とする予測時間}) - (\text{降雨} \rightarrow \text{予測対象の遅れ時間}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式中、「必要とする予測時間」は、表1に記した予測時間、「降雨→予測対象の遅れ時間」は、運転支援

システム（ポンプ井水位予測）では、到達時間+流達時間、運転支援システム（流入ハイドロ予測）では、到達時間となる。運用支援システムの場合は、時間降雨が予測対象となるためゼロである。いずれにせよ、運転支援には、30分、1時間、運用支援には、24時間程度が、降雨予測に求められる予測時間の上限となる。

上記の時間での降雨予測は、天気予報の範疇では、短時間予報（ナウキャスト）とよばれるものに属する。降雨の短時間予測手法としては、主にレーダ雨量計から得られる空間パターンを用いるのが一般的であり、気象庁をはじめとして、時間外挿にベースを置くものが実用化されている。したがって、(1)式によって、降雨予測が必要と判断されたシステムでは、レーダ雨量計にての降雨観測手段が必要となる。

また、予測時間が短い場合は、単純な雨域移動の外挿でかまわないが、1~24時間と長くなるにつれ、考慮すべき空間スケールが大きくなり、メソスケール擾乱をとらえなければならない。したがって、運用支援システムでは、気象レーダをベースとした降雨予測手法が望ましい。

なお、気象庁の短時間降雨予測では、気象レーダに、地域的な特性、数値予報モデルの結果等を加味して3時間先までを1時間の時間分解能で予測（但し5kmメッシュ）しており、本結果は、MICOSシステム等を通じてオンラインで入手可能である。同様に、MICOSでは、「ポイント予報」がサービスメニュー化されており、このなかから、1時間きざみの24時間降水量予報データを活用することも可能である。以上を活用すれば、自前で降雨予測処理をすること無しに、ある程度の予報データを入手することができる。

いっぽう、予測の分解能（細かさ）は、表1に示すように、運転支援システムでは、1~5分程度、運用支援システムでは1時間程度であるため、運転支援システムでは、細密レーダをベースとした予測が必須である。

以上の検討から、運転支援システム=細密レーダ、運用支援システム=気象レーダ+気象庁短時間予報（MICOS等から受信）をベースとするのが望ましいといえる。ところが、MICOS等より配信される情報は特定ユーザ向けではないため、雨水排水対象としている地点、地域とは必ずしも一致していない、また、局地的な地域特性の全てが考慮されていないことから、細密レーダによりこれを補完するシステムとする。

3 システム構成

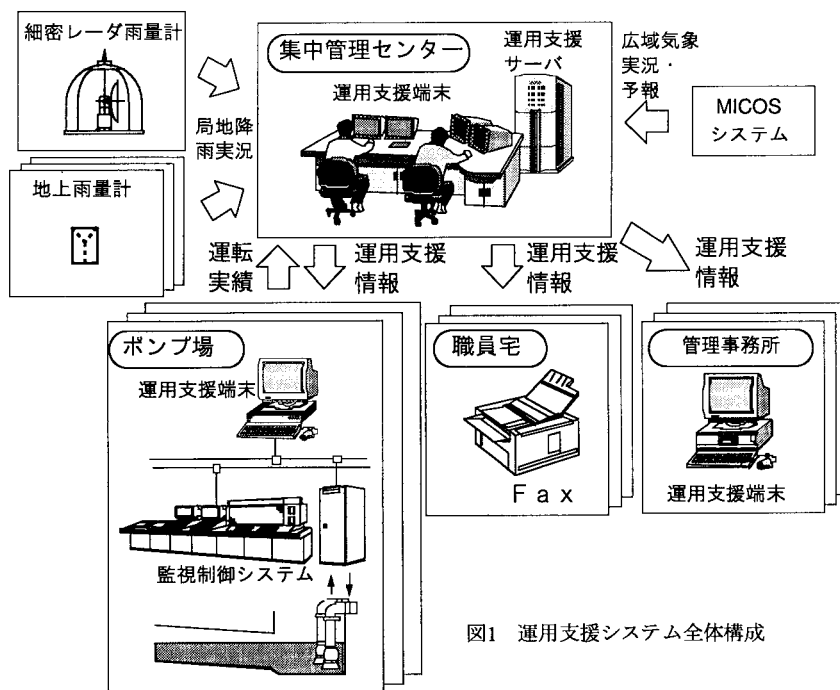


図1 運用支援システム全体構成

図1に、今回提案する運用支援システムの全体構成を示す。

運用支援システムのセンター機能は、集中管理センターとして、本局、市庁舎等の、人員配備、待機を意思決定する権限を持った部署の所在箇所に設置する。ここからオンラインで運用支援情報を、ポンプ場、管理事務所といった関連部署や、職員宅へ配信する。

運用支援情報は、集中管理センター、ポンプ場、管理事務所の運用支援端末（ワークステーションまたはパソコン）、または、職員宅に設置したFAXにて参照可能な構成とする。

運用支援情報作成のための判断材料として、以下の情報を、テレメータシステムや、NTT回線等を通じてオンライン収集する（図1の矢印）。

(1) 気象レーダの実況、短時間降雨予測、ポイント予報等の予報データ（図1のシステムでは、MICOSにて受信）

(2) 雨水排水管轄エリア内の、局地降雨実況データ（地上雨量計、細密レーダ雨量計にて計測）

(3) 降雨時ポンプ場運転実績（ポンプ場よりオンライン収集）

上記のうち、(3) 降雨時ポンプ場運転実績は、集中管理センターの運転支援サーバーに、来歴データとして蓄積し、事例データベースとして生成する。

運用支援サーバーは、運用支援システムの中核となる処理装置で、マンマシンインターフェースとなる運用支援端末をクライアントとした、クライアント・サーバーシステムを構成する。その機能は、次の通りである。

(1) オンライン収集した各種情報の加工、保存、データベース化

(2) 運用支援端末（クライアント）からのリクエストに応じた情報の表示

(3) 短時間降雨予測（局地降雨情報による運用支援サーバー内で演算するもの、または、MICOSにて得られる短時間降雨予測、ポイント予測データを編集したもの）

(4) オンライン収集した情報、事例データベースにもとづき、マン・マシン協同作業にて運用支援情報（人員配備、待機、警戒体制発令等）を判断・作成

(5) 運用支援情報の配信

(6) ポンプ場運用に関係した各種連絡事項の配信（電子メール等を活用）

4 結言

本稿では、雨天時におけるポンプ場への人員配備、待機といった人的要素の支援を目的とした、運用支援システムを提案した。本システムは、組織運用とも密接に関連するため、今後、各方面のご意見、ご討論をいただき、実用化に向けた検討を推進してゆきたいと考えている。

参考文献

- 1) 「新しい天気予報」 立平 良三 東京堂出版 1986年 10月
- 2) 「雨水排水ポンプ場の流入予測制御・運転支援システム」 田所、植木、鶴飼
平成7年電気学会産業応用部門全国大会講演論文集 P423～428 1995年 8月