

ICTを活用した浸水対策施設運用支援システムの導入について

松田英士・倉本喜文・上原洋平

1. はじめに

近年、異常気象による局所的集中豪雨が増加し、全国的にも1時間雨量100mmを超える豪雨が珍しくない状況となっており、都市型の浸水被害も今まで以上に深刻化してきています。広島市においても既存排水系統の能力不足による浸水被害が長年の課題となっており、その対策として雨水排水用増補管等のハード整備に努めていますが、中心市街地における浸水常襲地区の床上・床下浸水解消率は、平成29年度末で約37%にとどまっております。完成までにはまだまだ長い年月と膨大な費用が必要となります。

こうした中、広島市では、平成26年度に国土交通省の下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）の採択を受け、「ICTを活用した浸水対策施設運用支援システム実用化に関する技術実証事業」を国土技術政策総合研究所の委託研究として取り組みました。本事業は、浸水発生の要因となる降雨・下水管路内水位等の情報を用いて、既存ポンプ施設等の能力を最大限に引き出すためのソフト対策として実施しています。現在は2年間の実証研究の後、さらなる精度向上を目指して自主研究を実施しているところです。

2. 実証研究の概要

2.1 浸水が発生する要因

広島市では、昭和26年代から戦災復興事業として中心市街地で合流式下水道の整備を進めてきましたが、中心市街地は三角州上に形成されており、海抜が低く古くから排水に悩まされている地域です。さらに近年では、都市化の進展により雨水浸透域が減り、下水道管に多くの雨水が一気に流れ込むようになったことから、浸水がたびたび発生するようになりました。

2.2 実証研究に至った背景

広島市では、現在、図-1のとおり合流式下水道で整備した中心市街地の浸水対策として、10年確率降雨（1時間53mm）を整備目標に、増補雨水幹線とポンプ場を計画しています。このハード整備は平成3年度から整備を進めてきていますが、前述のとおり完成までにはまだ長い年月が必要となります。

こうした中、下水道管内の水位を把握し、浸水の前兆を予測することができれば、既存施設の能力を最大限活かした運用方法を選択することが可能となり、浸水対策の一助になるのではないかと、というのが研究に取り組んだきっかけです。このシステムを導入すれば100%浸水被害を回避できるということではありませんが、ハード対策に時間がかかる中、情報が見える化し、それを最大限活用することで低予算かつ早期に浸水被害を緩和できるようなソフト対策を実現したいという思いが込められています。

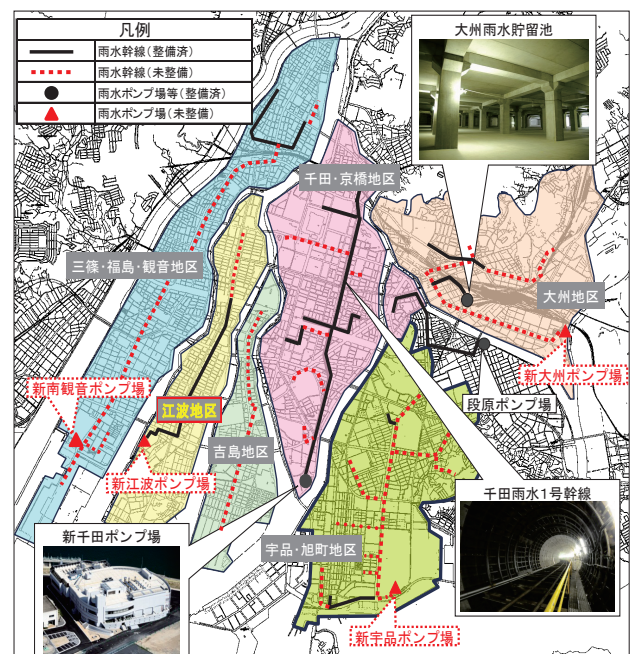


図-1 中心市街地の浸水対策計画図

2.3 実証フィールドの特徴

実証フィールドは、たびたび写真-1のような浸水被害が発生し、抜本的な浸水対策施設が未完成の広島市江波排水区（329ha）を採用しました。江波排水区の特徴としては、図-2のとおり江波排水区に隣接する吉島ポンプ場（合流）と横川ポンプ場（合流）から、雨天時に遮集水が流入してくることで、雨天時に江波排水区の合流幹線が満水近くになっていたとしても、吉島及び横川ポンプ場からは遮集水が送水されるため、合流幹線と遮集管の合流地点付近では管の能力不足によりたびたび浸水が発生していました。



写真-1 浸水状況 (H24.7.3 時間最大雨量58.5mm)

一方、各ポンプ場の運転は、自動・手動の違いはありますが、送水先の水位に関係なくいずれも規定水位になった場合にポンプを起動・停止しています。このように、各ポンプ場は相互の稼働状況を把握せず単独で運用しており、さらに、管路内の各地点の水位も分からないことから、浸水を予測した施設運転を行うことが困難な状況でした。

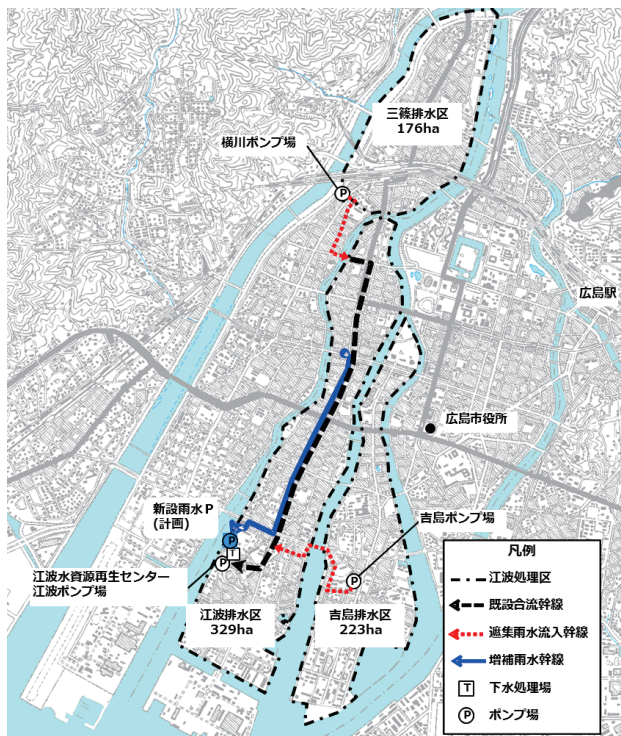


図-2 実証フィールド

2.4 システムの概要

この実証研究では、図-3のように個々の要素技術（雨量・水位等のデータ計測、情報の収集・表示、情報の分析と予測、結果の提供）を統合化したICTシステムを構築しています。これら各要素を一体的に連携させたICTシステムを構築し、そこから提供される支援情報を利用して、既存施設能力を最大限に生かした運転を行うことで、浸水被害を軽減することを目指しています。

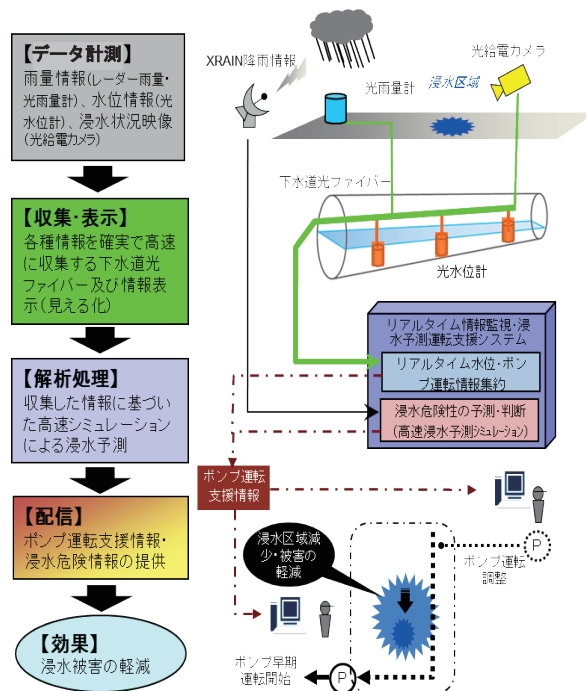


図-3 システム全体の構成図

2.4.1 計測プロセス

雨量情報（写真-2 光雨量計）、水位情報（写真-3 光水位計）、浸水状況映像情報（光給電カメラ）はリアルタイムで計測するもので、光雨量計を2台、光水位計を13台、光給電カメラを1台設置しました。これらの設備は、末端の光源から光ファイバーを通じて稼働するため設置位置に電源は不要となっており、また、水位計は防護カバーを取り付けることで漂流物等による影響を受けることなく機能を発揮できます。



写真-2 光雨量計

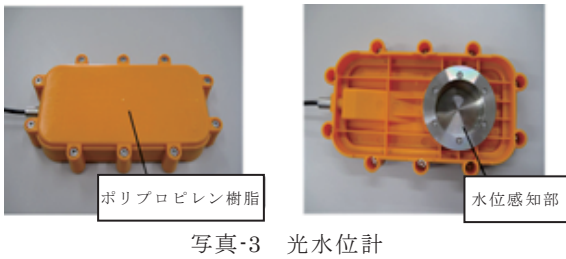


写真-3 光水位計

2.4.2 収集・表示プロセス

計測したデータは下水道管内に設置した光ファイバー（約5.3km）により末端の江波水資源再生センター内の機器に収集するとともに、これらの情報の加えて、XRAINの降雨実況データや気象庁による降雨予測データ、江波ポンプ場の水位・ポンプ稼働状況などのデータも収集します。

また、収集した情報は端末に表示できるよう見える化を図っており、例えば計測された下水道管内の水位情報は図-4のように表示されます。

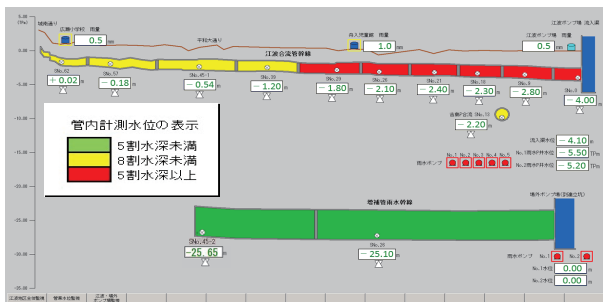


図-4 管内水位の計測表示画面

2.4.3 予測プロセス

収集された情報を基に図-5のリアルタイム浸水予測シミュレーションを行い、短時間で浸水発生地区を予測するとともに、施設の運用方法を変更した場合（以下「対策運転」という。）のシミュレーションも同時に行い、浸水被害の軽減効果を図-6のように定量評価します。

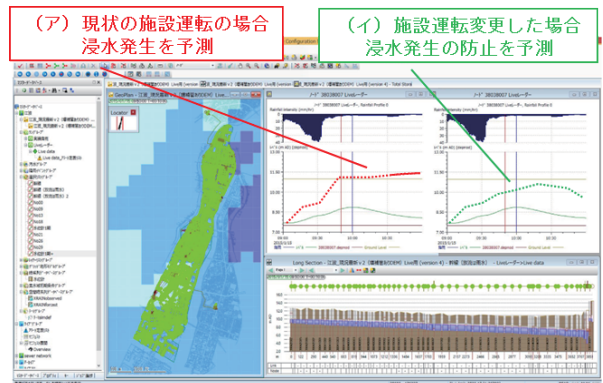


図-5 リアルタイム浸水予測シミュレーション画面

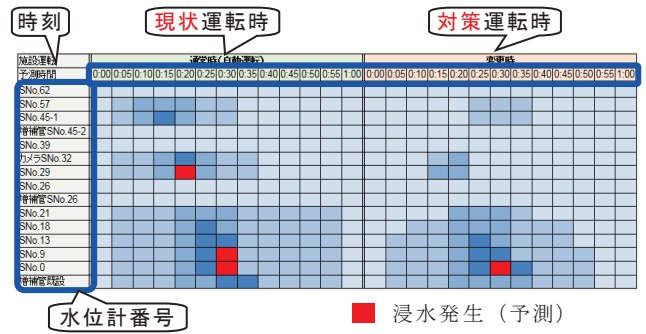


図-6 現状と対策運転実施時の浸水予測画面

2.4.4 提供プロセス

シミュレーションの評価結果を施設運転管理者に支援情報として提供することによって、ポンプ運用方法の変更の判断をすることができ、図-7のような浸水被害の軽減を期待できます。また、将来的には浸水危険情報を他の危機管理情報と連携することも計画しています。

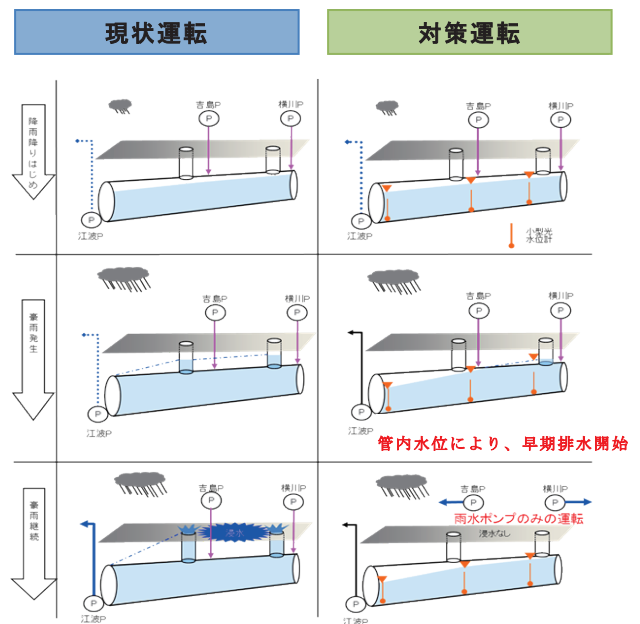


図-7 運転方法の変更による浸水被害軽減イメージ

3. 実証結果

実証期間中には計測した降雨での浸水の発生が確認されなかったため、実証フィールドにおける浸水が発生する最小規模である広島市3年確率降雨相当まで実績降雨を引き伸ばし、浸水シミュレーションを使って現状運転と対策運転を行った場合の浸水被害軽減効果を試算しました。その結果、実証フィールドに本技術を導入した場合の浸水被害軽減期待額は年平均で1億1千5百万円と試算されました。

浸水対策におけるハード整備は、多額の前算が

必要となることなどから、短期間で抜本的な対策を完成させることが非常に難しいのが現状です。その点、このシステムは、確立された固有技術を組み合わせることで一からシステムを構築するよりもコストを抑えながら導入することが可能であるとともに、より効率的な施設運営を行うことが可能となるため、短期間に浸水被害の軽減効果が発揮できる技術となっています。また、今回は一体的なシステムとして実証研究を行いました、計測技術だけといった要素技術の部分的導入も可能と考えます。

4. 今後の展開

2年間の実証研究を経て、平成28年度からは本システムの精度向上と、さらなる施設の効率的な運用方法について検討するために、共同研究体で自主研究を実施しています。

平成28年度の自主研究成果としては、実証研究期間中には計測できなかった浸水が発生する降雨が発生し、同観測降雨を対象にデータの分析、リアルタイム浸水予測シミュレーションでの予測値と実測値の比較を行い、現行システムにおける予測値の信頼性について確認しました。その結果、予測が30分以上になると実測との乖離が大きくなる傾向が得られたことから、平成29年度からは、シミュレーションモデルの精度向上を図るとともに、予測値の信頼性について施設管理者への提供方法などを検討しています。

さらに、浸水が発生した実績降雨を用いて、現況モデルと対策運転モデルによる水位を比較することで対策効果の検証を行いました。その結果としては、ポンプ場に近い下流域で対策運転による水位低減効果が高いということが確認できました。

平成29年度からは、水位低減効果だけでなく実際の浸水被害の状況把握などを行い、対策運転による浸水被害軽減効果の検証をさらに進めています。その他、本システムにより得られる情報を、どのように提供すれば施設管理者が対策運転に移行しやすいか、その提供方法や運用方法の変更手順などについても検討を進めています。

5. 最後に

本実証事業において実施した研究の成果を踏まえ、本技術の導入を検討する際の参考にできる資料として「ICTを活用した浸水対策施設運用支援システム導入ガイドライン（案）」が平成28年12月に国土技術政策総合研究所より発刊されており、本技術が全国そして海外にも普及され、各地で浸水被害の軽減対策が図れることを期待しています。

最後に、異常気象により年々増加する浸水被害から市民の生命と財産を守るために、ハード対策を着実に進める一方で、自助・共助といった考えも取り入れつつ、本実証事業のような既存施設の運用を創意工夫することで少しでも早く浸水被害の軽減に繋がる技術をこれからも積極的に取り入れていきたいと思えます。

謝 辞

本実証研究にあたっては、国土技術政策総合研究所から様々な助言を頂きました。また、共同研究体の一般社団法人日本下水道光ファイバー技術協会、株式会社N J S、日本ヒューム株式会社から多大なるご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

松田英士



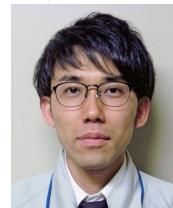
研究当時 広島市下水道局施設部計画調整課計画係主任技師、現 広島市下水道局施設部管路課管路改築係長
Eiji MATSUDA

倉本喜文



研究当時 広島市下水道局施設部長、現 広島市下水道局次長
Yoshihumi KURAMOTO

上原洋平



研究当時 広島市下水道局施設部計画調整課計画係技師、現 広島市下水道局管理部西部水資源再生センター管理係技師
Yohei KAMBARU