

## 〈特集〉

## 光ファイバーセンサによる下水道浸水対策

小笹山 秀 夫

広島市下水道局施設部計画調整課

(〒739-0006 広島市中区国泰寺町1-6-34 E-mail: g-keikaku@city.hiroshima.lg.jp)

## 概 要

広島市江波地区を実証フィールドとして、下水道光ファイバーのセンシング技術を活用した浸水対策運用支援システムについて、小型光水位計や光雨量計、光給電カメラ等の計測機器の原理や特徴の紹介とシステム全体の特徴や期待する効果、検証状況などを紹介する。

キーワード：B-DASH, 光ファイバー, 管きょ内水位, 見える化, 浸水予測

原稿受付 2016.4.26

EICA: 21(1) 32-36

## 1. はじめに

広島市では、平成26年8月20日未明、1時間最大雨量121ミリ、累積最大雨量284ミリという観測史上最大の集中豪雨が発生し、大規模な土石流により、150棟以上の全壊家屋を含む約4,700棟の家屋や道路、河川、下水道などの公共施設が被害を受け、76名もの尊い命が失われた。

この豪雨災害を通じて、改めて、災害に強く、市民が安全に安心して暮らせるまちづくりの重要性を認識するとともに、日頃から防災に関する意識を高め、ハード対策のみならずソフト対策を含めた防災・減災対策に、下水道管理者としてもしっかりと責任を果たしていかなければならないと強く感じた。

本稿では、本市の浸水対策の概要及び、本市をフィールドとして国総研下水道研究室の委託研究として行っている「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研究」(B-DASHプロジェクト)について紹介する。

## 2. 広島市の浸水対策

## 2.1 浸水対策事業概要

本市は一級河川太田川のデルタに形成された街で、市中心部を流れる6本の川が風光明媚な瀬戸内海に注いでいることから「水の都ひろしま」と言われている。

デルタの大半は満潮面より低く、昔から排水の問題に悩まされており、近年では、都市化の進展による雨水浸透域の減少などによって、合流式下水道で整備した中心市街地において1時間20ミリ程度の降雨で浸水が発生するようになった。このため本市では、平成

3年度から中心市街地の浸水解消に向けた抜本的な対策に取り組んでいる (Fig. 1)。

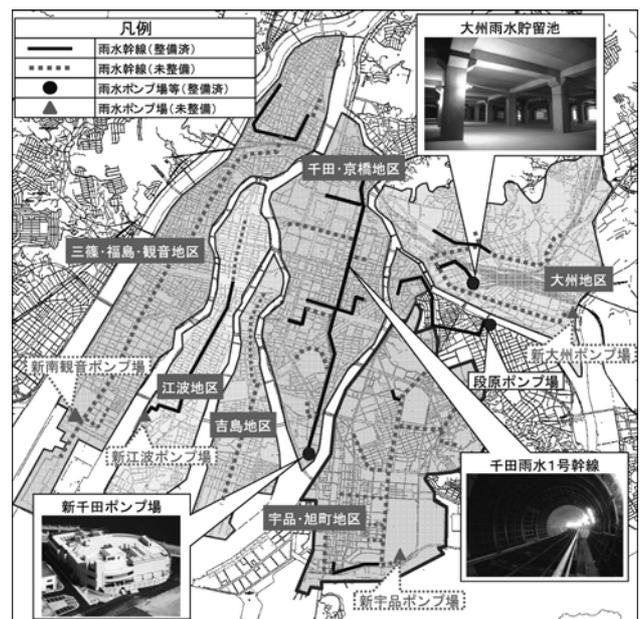


Fig. 1 中心市街地の浸水対策計画図

浸水対策事業は、10年確率に相当する1時間53ミリの降雨を整備目標として既存施設の能力不足を補う雨水幹線及び雨水ポンプ場の整備を行うものであるが、現在は、浸水被害の大きい地区の雨水幹線を集中的に先行整備し、これを貯留管として使用することにより、浸水の軽減を図っている。

このほか、市民自らが浸水の危険度を把握し、被害の軽減に向けた取組ができるよう、ソフト対策として浸水(内水)ハザードマップを作成し、市民に情報提供している。

## 2.2 B-DASH プロジェクトへの参画

前述のとおり、本市は浸水対策事業に鋭意取り組んでいるが、一方で、浸水被害の軽減効果を早期に発揮するためには、既存施設の能力を最大限活用することが重要となる。このため、平成26年度から2年間で、国総研下水道研究室の委託研究である下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の「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研究」に参画し、共同研究体として（一社）日本下水道光ファイバー技術協会、（株）NJS、日本ヒューム（株）と共に、新たなソフト対策に取り組んでいる。

## 2.3 実証フィールドの概要

本実証事業は、合流式下水道で整備した本市中心部の江波処理区の江波排水区（329 ha）を実証フィールドとしている（Fig. 2）。江波排水区には、北側に隣接する三篠排水区の横川ポンプ場と東側に隣接する吉島排水区の吉島ポンプ場から、それぞれ汚水が送水され、江波ポンプ場を経由して江波水資源再生センターで処理されている。

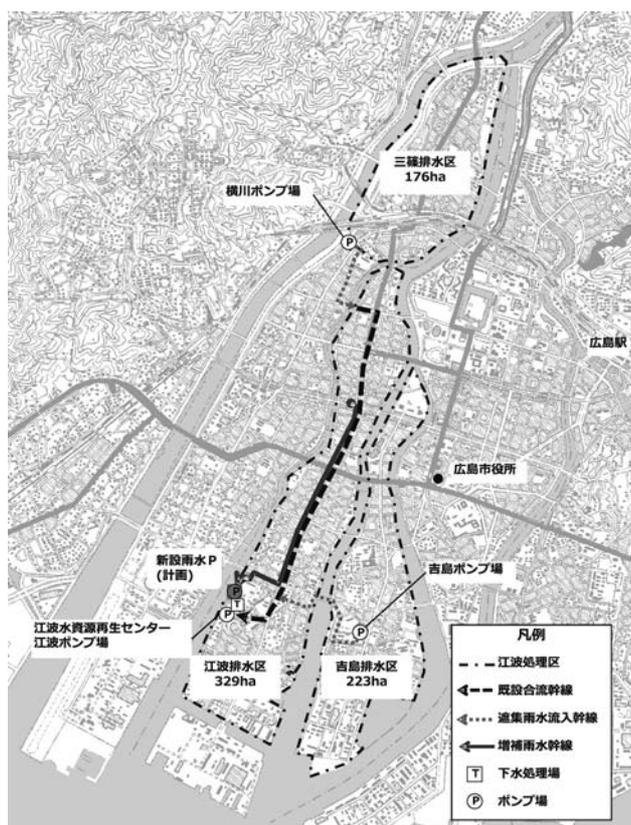


Fig. 2 実証フィールド 江波排水区の下水処理システム

また江波排水区では、雨天時に、横川ポンプ場と吉島ポンプ場から遮集雨水が送水されるため、既設下水道幹線の能力不足から、度々浸水が発生していた（Photo 1）。



Photo 1 浸水状況（H24.7.3：1時間最大雨量58.5ミリ）

雨水幹線を貯留管として供用した平成25年度以降、大きな浸水被害は発生していないが、雨水幹線の最下流部に計画している雨水ポンプ場が未整備であるため、強い雨が降った場合には、依然として浸水の発生が懸念される状況である。

## 3. 実証事業の概要

### 3.1 システムの全体像

本実証研究は、【検知】→【収集・表示】→【分析】→【提供】プロセスをICTシステムによって一体的に結び付け、リアルタイムに下水管路内の水位やレーダ雨量等の情報を収集してわかりやすく表示し、また、これらの情報を活用した高速シミュレーションにより浸水予測を行うシステムを構築するものである（Fig. 3）。

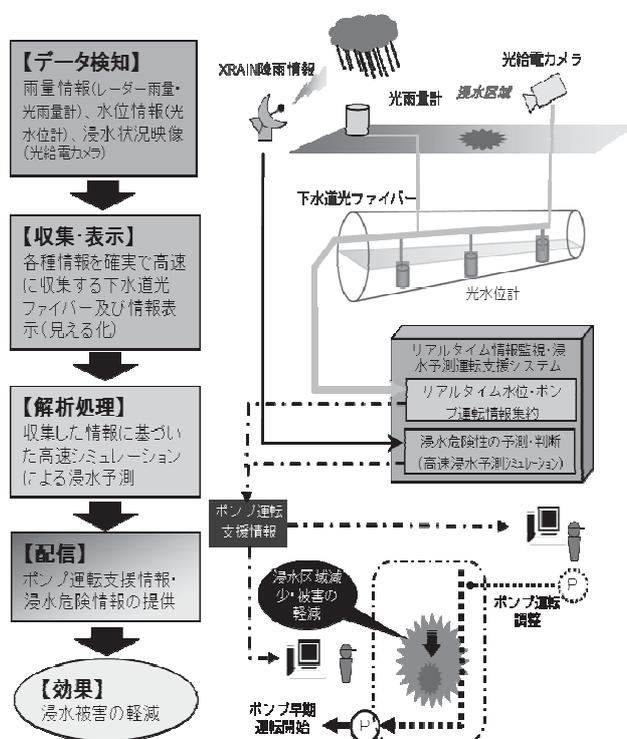


Fig. 3 全体システム

これらの収集情報及び予測に基づいたポンプ等の既存施設の効率的な運転に有用な情報を江波水資源再生

センターへ提供することにより、浸水被害の軽減を目指すものである。

### 3.2 機器・設備設置状況

実証研究において、浸水発生の要因となる情報を検知・収集するため、次の各種計測機器を設置し、これら計測機器を下水道光ファイバーで接続し、リアルタイムに情報が収集できるシステムを構築した。

#### 【計測機器設置数量】

- ・小型光水位計：既設合流幹線 11 台、雨水幹線 2 台、計 13 台
- ・光雨量計：2 台（江波ポンプ場既設雨量計 1 台の情報も収集）
- ・光給電カメラ：1 台
- ・下水道光ファイバーケーブル：約 4.3 km

各種計測機器の特徴は、次のとおりである。

#### (1) 小型光水位計

下水管路内の水位を検知するもので、コンパクトで施工しやすい小型光水位計を設置した（**Photo 2**、**Photo 3**）。

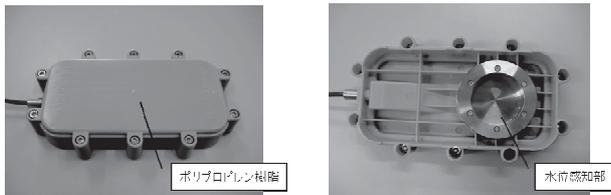


Photo 2 小型光水位計

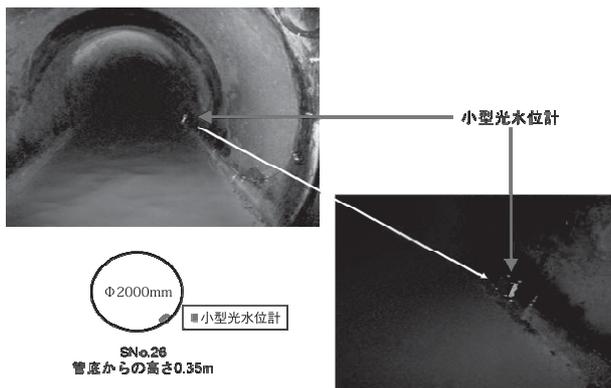


Photo 3 小型光水位計設置状況（例）

この小型光水位計は、次の特徴を備えている。

- ・末端の光源から光を供給するため、設置場所に電源は不要
- ・光ファイバー 1 芯に水位計 8 台が設置可能
- ・小型光水位計に防護カバーを付けることにより漂流物等の影響を受けることなく機能を発揮
- ・下水道光ファイバー活用により大規模震災時にお

いても機能を発揮（東京都で実績あり）

#### (2) 光雨量計

雨量計は現在、江波水資源再生センターに設置しているが、江波フィールド内の降雨状況を詳細に把握するため、上流域の小学校及び中流域の公民館の屋上に 2 か所光雨量計を設置した（**Photo 4**）。

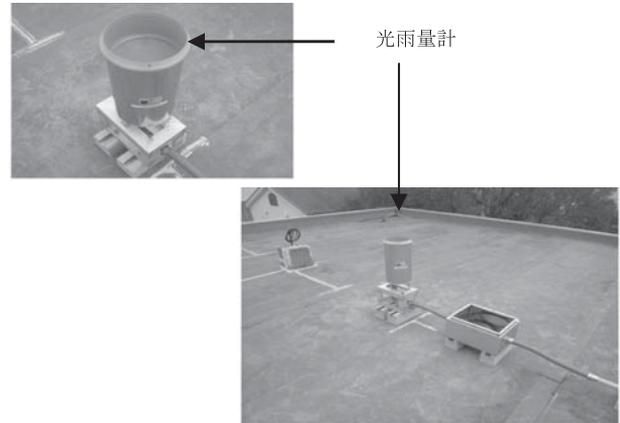


Photo 4 光雨量計設置状況（例）

この光雨量計は、光ファイバー近接センサによりマス転倒を判定するため、設置場所に電源は不要であり、落雷の影響を受けることなく動作可能であることが特徴である。

#### (3) 光給電カメラ

浸水発生が予想される地点の浸水状況を把握するため、光給電カメラを設置した（映像例は **Photo 5**）。

この光給電カメラは、光ファイバーから供給される光を電気エネルギーに変換して撮影するもので、設置場所に電源が不要であることが特徴である。

なお、このカメラ撮影地点に近接して管内水位を計測しており、管内水位の上昇と地表面の浸水の発生を同時に確認することが可能となった。



Photo 5 光給電カメラ映像（例）

### 3.3 システムの概要

既設の合流式下水道幹線内に設置した光ファイバケーブルと光水位計でリアルタイムに幹線の水位を測定し、この情報を江波水資源再生センターに設置した情報収集管理装置で監視する (Fig. 4)。

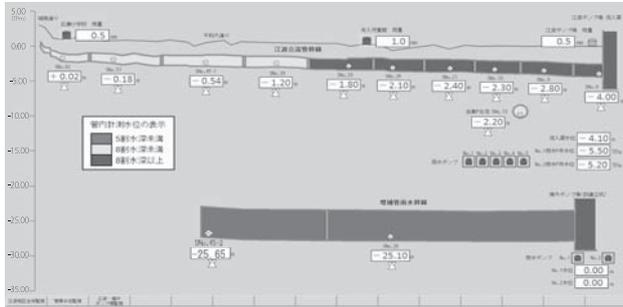


Fig. 4 管内計測水位表示画面

本システムを利用することで、これまで把握できなかった降雨時の幹線水位の「見える化」を図ることができ、光雨量計による降雨情報や浸水常襲地区の浸水状況等を確認できる光給電カメラによる情報も活用することができる。

加えて、江波排水区の幹線水位や X バンド MP レーダによる降雨データ、気象庁の降雨予測データをリアルタイムに収集し、解析データを流出解析モデルに取り込むことで、浸水危険度の予測を忠実に再現するリアルタイム浸水予測シミュレーションが可能となり、このシミュレーション結果を江波水資源再生センターに設置した情報分析装置 (Fig. 5) で監視できるため、効率的なポンプ運転が可能になる。

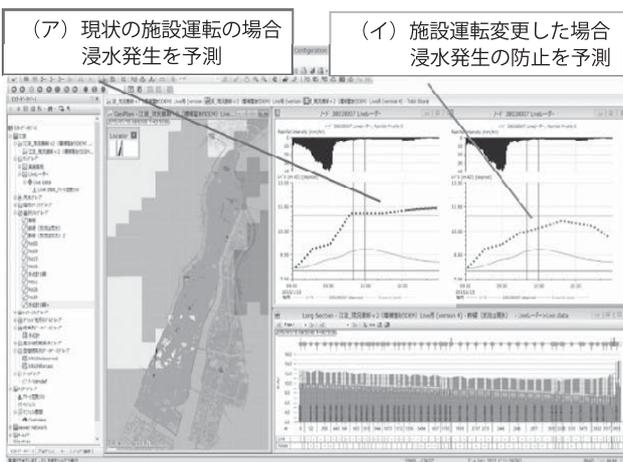


Fig. 5 リアルタイム浸水予測シミュレーション画面

### 3.4 システム導入に伴うポンプ運転

江波ポンプ場の雨水ポンプは、ポンプ井の水位が起動水位に到達すると起動しているが、本システム導入

後は、江波排水区の降雨量や幹線水位の監視、リアルタイム浸水予測シミュレーションにより浸水の発生を予測できるため、早期に雨水ポンプを起動させることが可能となる。また、同排水区の浸水危険度が高まれば、横川ポンプ場や吉島ポンプの污水ポンプの運転制御により、遮集雨水の流量調整も可能となる。

### 3.5 期待する効果

リアルタイム浸水予測シミュレーションの結果をポンプ運転に活用することによって浸水被害の軽減を期待できる (Fig. 6)。

また、本技術で得られる情報を住民に浸水危険度の予想情報としてリアルタイムに発信することができれば、自助による対策や避難行動に繋げることも期待できる。

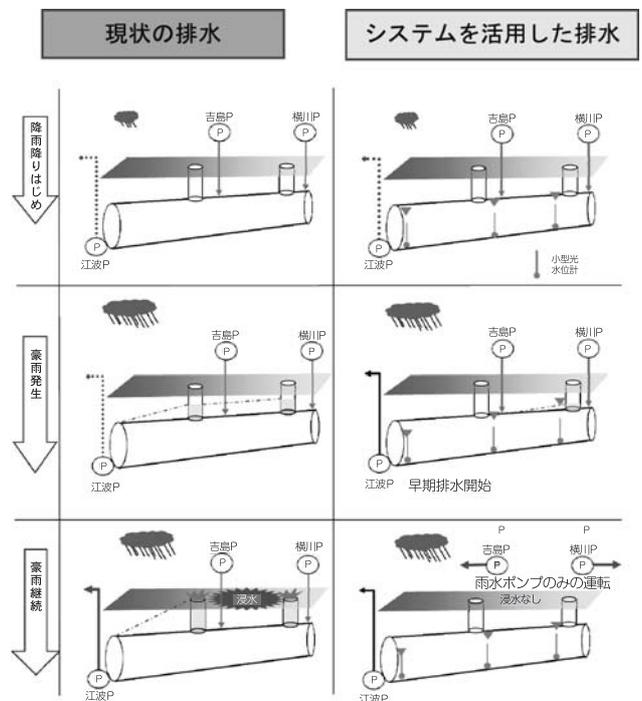


Fig. 6 運転方法の変更による浸水被害軽減イメージ

### 3.6 検証状況と今後の予定

平成 26 年 12 月までに全設備の設置工事が完了し、平成 27 年 1 月から、幹線水位や雨量計測データ、ポンプ運転データの収集を開始するとともに、X バンド MP レーダ雨量や降雨予測データを入力したリアルタイム浸水予測シミュレーションシステムを構築した。

また、平成 28 年中には国内外への本技術の普及展開を図るため、本実証事業の結果をとりまとめた技術ガイドラインが作成される見込みである。

一方、平成 28 年度から共同研究体で自主研究を実

施しており、管内水位等の計測データを蓄積・分析・検証し、更なるシステムの有効性を検討するほか、効率的なポンプ運転に繋がる運用方法などについても検討することとしている。

#### 4. お わ り に

近年、気候変動の影響によって、全国的に1時間50ミリを超える降雨が増加しており、なかでも1時間100ミリを超える猛烈な降雨も度々観測されている。

行政には、こうした集中豪雨への早期対応が求められているが、ハード整備には莫大な費用と長い期間が必要となる。

こうした中、下水道管理者として、今最優先で行うべき施策は、既存施設の能力を最大限活用するための効率的な施設運用であると考えているため、本稿で紹介したICTを活用した浸水対策施設運用支援システムが早期に実用化され、国内外に普及することを期待している。