

〈特集〉

ICT を活用した既存の浸水対策施設の活用に関する検証

遠藤 雅也¹⁾, 榮 祐介²⁾¹⁾ 株式会社NJS

(〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1 E-mail: masaya_endou@njs.co.jp)

²⁾ 株式会社NJS

(〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1 E-mail: yusuke_sakae@njs.co.jp)

概要

近年、日本各地で頻発する局所的豪雨に対応するためには、ハード対策だけでなく最大限の下水道ストックの活用を可能にするソフト対策も必要である。下水道ストックを効率的に活用するためには、雨天時における施設状況を的確に把握し、現状と将来を見据えた浸水対策施設の運用を行うことが求められる。本稿では、既存の浸水対策施設の効果の最大化に向け、ICTを活用した施設の運用支援システムの構築とその導入効果について紹介する。

キーワード：ICT, XRAIN, 光水位計, リアルタイム浸水予測シミュレーション

原稿受付 2021.5.10

EICA: 26(1) 7-11

1. はじめに

近年、日本各地で頻発する局所的豪雨に対応するためには、ハード対策だけでなく最大限の下水道ストックの活用を可能にするソフト対策も必要である。下水道ストックを効率的に活用するためには、雨天時にお

ける施設状況を的確に把握し、現状と将来を見据えた浸水対策施設の運用を行うことが求められる。この研究では、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)で構築したICTを活用した浸水対策施設運用支援システム¹⁾の運用と導入効果を把握した。

Fig. 1 にシステム導入対象となった江波排水区の施設概要を示す。排水面積は329 haであり、合流式下水道として整備されている。末端は江波水資源再生センターにおいて汚水処理及び雨水排水(江波ポンプ場)されている。また、雨天時には隣接する横川・吉島ポンプ場から既設合流幹線へ遮集下水量が送水される。10年確率降雨を目標として新江波ポンプ場(未設)及び増補雨水幹線の整備による浸水対策を進めている状況であり、その一部が完成し供用開始している。

2. 技術の概要

2.1 システムの概要

Fig. 2 にシステム概要を示す。本システムは、既設を含め地上雨量計3台、水位計13台、浸水状況監視カメラ1台を設置し、さらにXRAIN(高性能レーダ雨量計ネットワーク)による計測雨量及び予測雨量も活用し、地区内の雨量、下水管路内水位及び浸水状況を監視するものである。さらにこれらの情報を下水管路内に敷設した全延長約4 kmの下水道光ファイバーでリアルタイムに収集しながら、既存浸水対策施設の運用支援情報の提供を行う。

運用支援情報(Fig. 3)は、レーダー雨量情報、リ

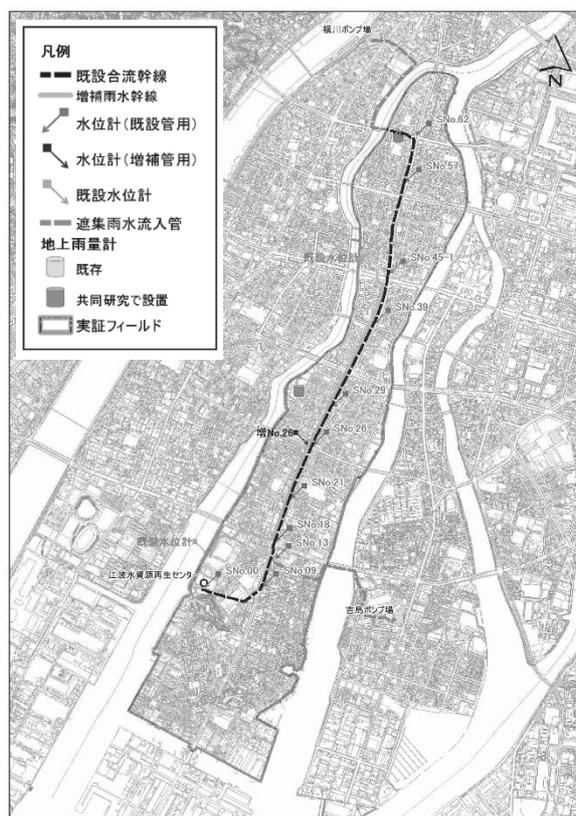


Fig. 1 システム導入排水区の概要

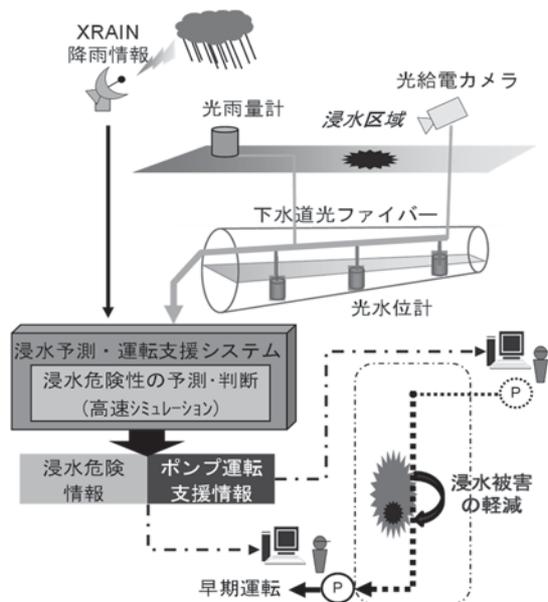


Fig. 2 システムの概要

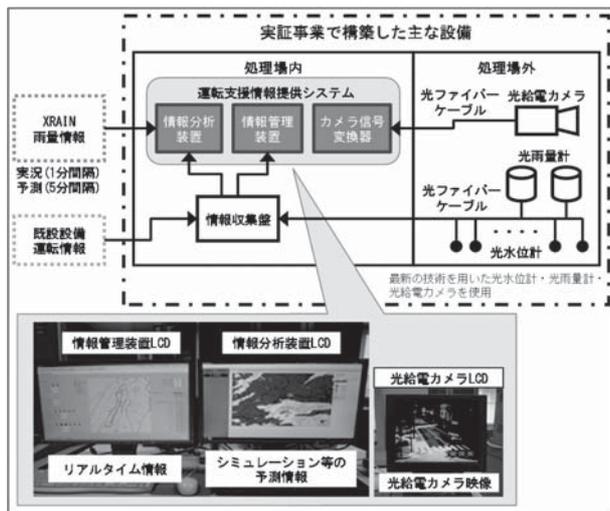


Fig. 3 システム構成と管理用LCD

リアルタイム幹線水位情報、浸水予測情報で構成される。レーダー雨量情報はアラーム機能を有し、対象地区中心から 15 km 以内に 20 mm/hr の比較的強い雨が到達した場合、豪雨来襲を通知するものである。リアルタイム幹線水位情報は、既設合流幹線と増補管内に設置した 13 箇所の水位計のリアルタイム水位を監視できる。浸水予測情報は、流出解析モデルでの平面図、幹線水位縦断面図、代表地点のハイドログラフ等を情報表示するものである。計測によるデータ収集から、浸水予測情報配信までの所要時間は約 5 分間であり、迅速なシステムとなっている。

2.2 リアルタイム浸水予測シミュレーションの概要

本研究では、10 分ごとに配信される XRAIN 予測雨量を用いて将来の浸水発生を予測するリアルタイム浸水予測シミュレーションモデルを構築している。シ

ステムにおいてはこの浸水予測情報を用いて、ポンプ等の施設運転の変更を判断する情報を提供している。浸水予測シミュレーションは、一旦計算を開始する現在時刻から 60 分間過去に遡って、計測水位による計算を行う。次にこの期間（以下、計測期間）において、計算水位と計測水位の差がある場合は、整合するように水位補正を行う。また、計算を開始する現在時刻以降の期間（以下、予測期間）においては、計測期間の補正結果を用いた計算を行うことにより、予測精度を高める方法を用いている。

3. 既存浸水対策施設の活用方法

Fig. 4 に現状のポンプ場運転方法に対する浸水被害軽減を目的とした対策運転方法を示す。XRAIN 予測雨量に基づくリアルタイム流出解析結果より浸水が予測される場合は、対策運転として横川・吉島ポンプ場の送水量を計画汚水量相当まで低減し、雨水ポンプを優先的に運転することで既設合流幹線の水量負荷を低減する。また、最下流の江波ポンプ場は雨水ポンプの早期運転を行うことで既設合流幹線の水位低下を図り、管内貯留量を確保する。

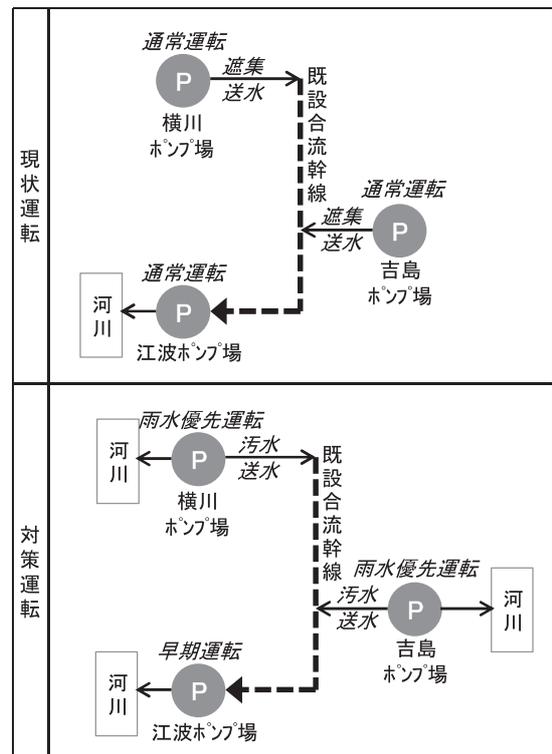


Fig. 4 既存ポンプ場の運転方法

4. 実証研究結果と考察

4.1 システムの稼働状況

本システムは平成 27 年度より稼働しており、近年

までにシステムにおいて計測された比較的強度の高い降雨 (5 mm/10分以上) を Fig. 5 に示す。運用期間中に排水区内での浸水を伴う豪雨は3度計測された。そのうち、平成28年及び平成30年の豪雨では、一部の水位計の計測限界を超え、光水位計内部での断線が発生している増補管内の水位計は末端にポンプ運転のための水位計が設置されており、こちらでも管内水位が確認できる。また、既設合流幹線内の水位計は複数

設置しているため、断線が発生した水位計の前後計器により水位の補正が可能である。そのため、システム全体の影響は限定的であった。

また、雨量・水位の観測から浸水予測情報の提供までの時間は約3分間であり、迅速な情報提供ができた。

4.2 シミュレーションによる予測精度

Fig. 6 は、システム運用期間中に計測された浸水を

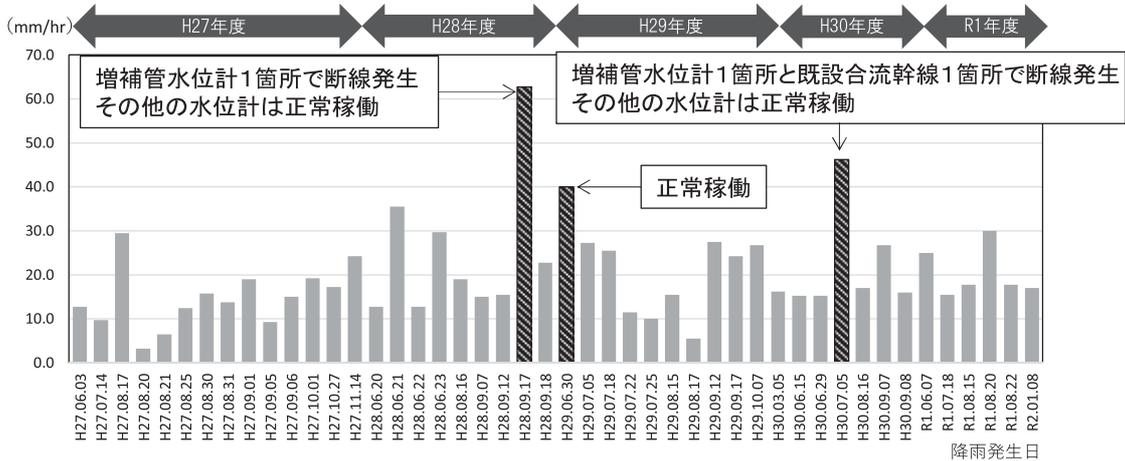


Fig. 5 システムの運用期間中に計測された降雨とシステム稼働状況

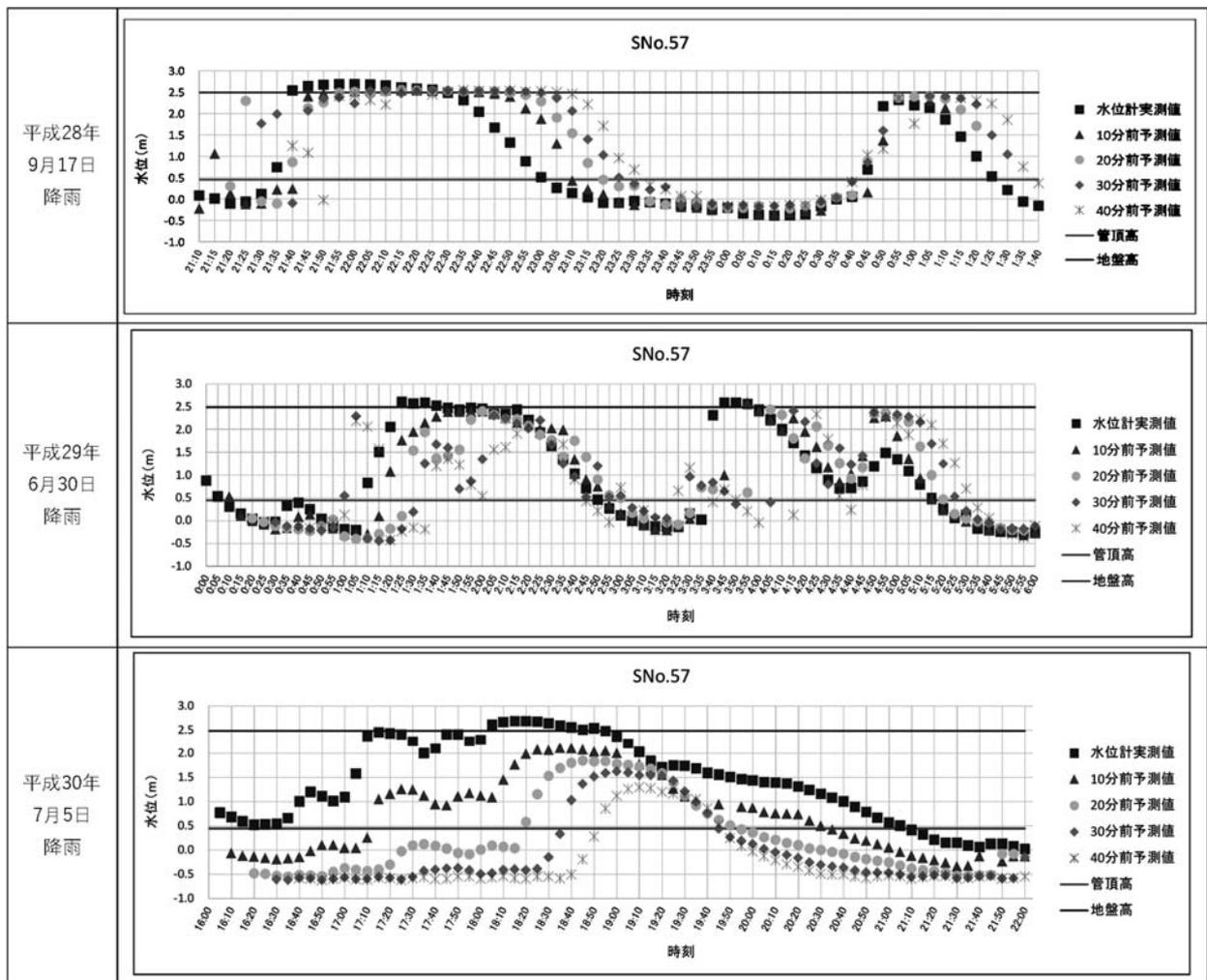


Fig. 6 合流幹線内水位の実測値と予測値の比較

伴う複数の豪雨における合流幹線内の同一地点での管内水位の実測値と予測値を比較したものである。比較の結果、以下のことがわかる。

- ・平成 28 年及び平成 29 年の豪雨では、10 分前予測値は実測値と近似する結果となったが、予測時間が長くなるほど実測値と予測値のピーク水位の乖離が大きくなっている。
- ・降雨によって差はあるものの、実測値より予測値のほうが水位の立ち上がりが若干遅れる傾向にある。
- ・平成 28 年及び平成 29 年の豪雨は短時間降雨であり、平成 30 年（平成 30 年 7 月豪雨）は 3 日間近く継続した長時間降雨であった。実測値と予測値において、短時間降雨では水位の経時変化やピーク値は一致する傾向にあるが、長時間降雨では乖離が大きくなっている。

予測時間の長い予測値と実測値の乖離は、XRAIN の予測降雨の精度に依存するため、毎年の検証により乖離の傾向を把握していくことが課題である。水位の立ち上がりの遅れについては、リアルタイム浸水予測シミュレーションモデルにおける流入時間に関するパラメータの再設定により、複数降雨での平均的な最適設定を見出す予定である。長時間降雨における水位の乖離についても、シミュレーションモデルの再設定が必要である。現在のモデルで採用する地表面に降った雨水の下水道管への流入形態（以下、「降雨損失モデル」という。）は、土地利用に応じて浸透域の比率を設定し、浸透能が降雨時間によって変化するホートンモデルとしている。モデルの妥当性は構築当時の実績降雨を対象に検証し、各種パラメータ設定を行っているが、短時間降雨であったため、今後は長時間降雨での再検証、及び河川分野等で使用される fl-Rsa-fsa モデル等の異なる降雨損失モデルの適用についても検討を進める必要がある。

4.3 対策運転の効果検証

(1) 実績降雨におけるシステム導入効果の試算

運用期間中に浸水を伴う 3 降雨のうち、計測値と予測値が近似していた平成 28・29 年の豪雨を対象に、対象地区内のポンプ場の現状運転と対策運転（早期運転）の浸水面積を比較した（Table 1）。

Table 1 実績降雨におけるシステム導入効果

検討ケース	評価項目	対象降雨	
		2016/9/17	2017/6/30
現状運転	浸水面積 (ha)	98.50	89.50
	浸水面積 (ha)	96.70	77.70
対策運転	浸水削減面積 (ha)	1.80	11.80
	削減率*	2%	13%
備考		H28 年間最大降雨	H29 年間最大降雨

*：削減率 = (1 - 対策運転による浸水面積 / 現状運転による浸水面積) × 100

排水区全域一様に下水道計画降雨を上回る規模であった平成 28 年豪雨（63 mm/hr）では対策効果は低いが、これを若干下回る平成 29 年豪雨（40 mm/hr）では 9% の浸水面積の削減が見込まれる結果であった。

(2) 様々な降雨特性格別の導入効果の試算

年間に発生する様々な特性を有する降雨に対するシステム導入効果を把握するため、計測された実績降雨を基に、(1) で示す浸水の発生した降雨を除く発生年、降雨波形、降雨分布の異なる 21 降雨（Table 2）を対象に、シミュレーションを活用した浸水削減効果について検証した。いずれの降雨も浸水が発生する境界の強度まで降雨波形を引きのばした上で試算した。

Table 3 に示すとおり降雨特性に基づき評価すると、対策効果の最大は対象降雨 A で削減率 29% であり、最小は対象降雨 C 及び L で削減率 2% であった。効果にばらつきはあるものの、全域一様の降雨分布に近いほど効果が高い傾向にある。年別における平均的な効果が確認された降雨における浸水削減率は、平成 27 年：14%、平成 28 年：13%、平成 29 年：6%、平成 30 年：7% であり、概ね 5~10% が期待できる。同等の効果を発現する新規浸水対策に要する費用が多額となることを考慮すると、システムを活用し既設の運用を最大限効率化している点で有用な対策手法と評価できる。

Table 2 導入効果の試算対象とした降雨の特性

実績降雨		降雨波形			強雨発生区域		
		前方集中	中央集中	後方集中	全域	上流側	下流側
A	2015/8/25	●			●		
B	2015/8/17		●			●	
C	2015/6/3		●				●
D	2015/10/27			●	●		
E	2015/10/1			●		●	
F	2015/11/14			●			●
G	2016/6/21		●		●		
H	2016/6/23			●	●		
I	2016/8/16		●			●	
J	2016/9/7	●					●
K	2016/9/12		●				●
L	2017/7/5		●		●		
M	2017/7/22		●				●
N	2017/8/14		●			●	
O	2017/9/12	●			●		
P	2017/10/7			●	●		
Q	2018/3/5		●				●
R	2018/6/29	●				●	
S	2018/8/16			●	●		
T	2018/9/7	●			●		
U	2018/9/9		●		●		

Table 3 様々な特性の降雨におけるシステム導入効果

平成 27 年	実績降雨	A 2015/8/25	B 2015/8/17	C 2015/6/3	D 2015/10/27	E 2015/10/1	F 2015/11/14
現状運転	浸水面積 (ha)	65.45	58.71	60.23	43.21	64.15	54.19
対策運転	浸水面積 (ha)	46.65	53.00	58.93	35.37	59.71	46.70
	浸水削減面積 (ha)	18.80	5.72	1.30	7.84	4.44	7.49
	削減率*	29%	10%	2%	18%	7%	14%
平成 28 年	実績降雨	G 2016/6/21	H 2016/6/23	I 2016/8/16	J 2016/9/7	K 2016/9/12	
現状運転	浸水面積 (ha)	74.31	49.54	87.12	43.92	35.92	
対策運転	浸水面積 (ha)	59.58	43.27	81.62	37.98	29.57	
	浸水削減面積 (ha)	14.73	6.27	5.50	5.94	6.35	
	削減率*	20%	13%	6%	14%	18%	
平成 29 年	実績降雨	L 2017/7/5	M 2017/7/22	N 2017/8/14	O 2017/9/12	P 2017/10/7	
現状運転	浸水面積 (ha)	132.04	100.85	109.48	77.33	108.88	
対策運転	浸水面積 (ha)	130.01	95.59	97.64	72.85	105.12	
	浸水削減面積 (ha)	2.03	5.26	11.84	4.48	3.76	
	削減率*	2%	5%	11%	6%	3%	
平成 30 年	実績降雨	Q 2018/3/5	R 2018/6/29	S 2018/8/16	T 2018/9/7	U 2018/9/9	
現状運転	浸水面積 (ha)	105.84	105.13	73.78	106.05	106.95	
対策運転	浸水面積 (ha)	91.51	102.37	68.72	103.30	98.28	
	浸水削減面積 (ha)	14.33	2.76	5.06	2.75	8.67	
	削減率*	14%	3%	7%	3%	8%	

※：削減率 = (1 - 対策運転による浸水面積 / 現状運転による浸水面積) × 100

5. おわりに

ICT を活用した既存の浸水対策施設の運用を促進するためには、詳細な計測情報の蓄積とその分析、精度の高い予測雨量情報、多様な降雨において一定以上の精度が担保されるリアルタイム浸水予測シミュレーションモデルの構築等があげられ、今後の課題は少ない。しかし、システム導入による浸水対策の施設規模や事業費の低減、リアルタイムの計測情報や浸水予測結果を活用した減災活動の実施等、導入効果は高いものとする。当社は、本研究を今後も継続し、全

国で頻発する浸水被害の軽減の一助となるべく尽力する所存である。

参考文献

- 1) B-DASH プロジェクト No.16 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), 国土交通省 国土技術政策総合研究所
- 2) Yusuke Sakae, Masaya Endo, and Yoshikazu Nakayama: Development and Evaluation of ICT Operation Support System for Urban Flood Control Facilities, Journal of Disaster Research, Vol. 16, No. 3 Apr. 2021, pp. 395-402