

# MP 運転データを活用した 雨天時浸入水のスクリーニング手法

新穂 孝行<sup>1</sup>・牛原 正詞<sup>2</sup>・辻 諭<sup>3</sup>・今井 聡<sup>4</sup>・浦川 和久<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 法人正会員 日本水工設計株式会社 水インフラソリューション事業部 DX 推進室  
(〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1)  
E-mail:t-niibo@n-suiko.co.jp

<sup>2</sup> 法人正会員 日本水工設計株式会社 水インフラソリューション事業部  
(〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1)  
E-mail:m-ushihara@n-suiko.co.jp

<sup>3</sup> 法人正会員 日本水工設計株式会社 水インフラソリューション事業部 DX 推進室  
(〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1)  
E-mail:s-tsujii@n-suiko.co.jp

<sup>4</sup> 法人正会員 日本水工設計株式会社 水インフラソリューション事業部 DX 推進室  
(〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1)  
E-mail:s-imai@n-suiko.co.jp

<sup>5</sup> 法人正会員 日本水工設計株式会社 広島支社  
(〒732-0824 広島県広島市南区的場町 1-3-6)  
E-mail:k-urakawa@n-suiko.co.jp

雨天時において、分流式污水管に雨水が浸入する雨天時浸入水は、早急に対策を進めなければならない問題のひとつである。しかし、流量計を用いた従来の雨天時浸入水調査手法は、雨天時浸入水発生区域の特定に膨大な期間と調査費用を要するという課題がある。

本研究では、効率的な調査手法の確立を目指し、マンホールポンプ場（以下「MP」と記す）のクラウド監視システムを利用したスクリーニング手法を考案した。本手法は、クラウド上に保存されている MP の運転時間からポンプ揚水量を算出し、晴天日と雨天日の差から各 MP 流域の浸入率を分析するものである。研究の結果、MP が多い流域において雨天時浸入水発生区域を効率よくスクリーニングすることが可能であることが示された。

**キーワード：**維持管理、スクリーニング、雨天時浸入水、マンホールポンプ (MP)、クラウド監視、データ活用

## 1. はじめに

排水設備の誤接合や管路の継手部等から発生する雨天時浸入水は、下水道施設の老朽化の進行や地震等の被災、高強度降雨の増加等に伴い、分流污水管きよの急激な下水量の増大を招き、マンホール等からの溢水被害や処理場の処理機能の障害、ポンプ揚水量の増大に伴う電力コストの増加など様々な問題を引き起こす。このため国土交通省では、下水道管きよの雨天時浸入水対策を重要な政策課題と位置付け、雨天時浸入水対策ガイドライン（案）<sup>1)</sup>（以下、「ガイドライン（案）」と記す）を公表し、雨天時浸入水対策の基本的な考え方を示している。

しかし、従来の雨天時浸入水の調査手法は、流量計により、降雨が期待される一定期間の下水流量データを収集のうえ、雨天時と晴天時の流量差から雨天時浸入水量を算出し、その影響度を測りながら雨天時浸入水の発生区域を特定している。そのため、広範囲の下水道供用区域からその発生区域を特定するには費用と時間が掛かり、十分な調査や対策がとられていない都市が多い。

一方、ICT 技術の進展により、近年、多くの都市において MP の監視にクラウド監視システムが導入され、運転記録が記録・蓄積されている。そこで本研究では、これら MP の運転データと下水道台帳、維持管理情報等を活用した「雨天時浸入水発生区域等のスクリーニング手法」（以下、「本手法」と記す）の確立を目的に検討を

進めてきた。

本手法は、MP 運転記録の揚水量を下水量と仮定し、晴天日と雨天日の揚水量の差から雨天時浸入水量を分析するものである。そのため、MP が多い流域において短期間に広範囲な区域から効率よく雨天時浸入水の発生区域をスクリーニングすることが可能となり、雨天時浸入水調査の費用削減と作業時間短縮等の効果が見込まれる。

## 2. 調査・研究の方法

### (1) 調査対象

対象地区は、島根県雲南市の木次・三刀屋地区（処理区面積：559ha、管路総延長：16,220m）である（図-1）。この地区では 72 箇所の MP のうち 67 箇所でクラウド監視システムを利用しているため、この 67 箇所を本研究の調査対象施設とした。

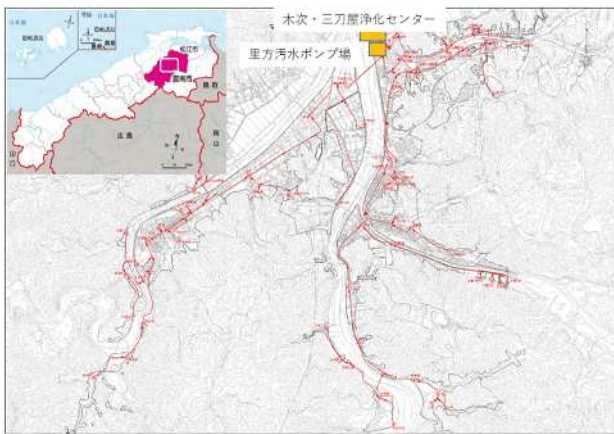


図 - 1 木次・三刀屋地区の下水管路

なお、本地区の管路は平成 6～15 年に布設されており、経過年数が比較的短いことから、これまで不明水調査は実施されていない。

### (2) 本スクリーニング手法の概要

図-2 に、本スクリーニング手法の調査概要を示す。本手法は、まず、3 年間分の MP 運転データを用いて、各線区域（各 MP に直接流入する区域）の揚水量を算出する。次に、雨天日と晴天日の差から求めた雨天時浸入水量と対象区域の面積を用いて雨水流入高を算出する。最後に、雨水流入高と降水量の散布図から浸入率を算定し、それを指標としてスクリーニングを実施する。

具体的な作業と留意点について、次項以降に示す。

#### a) 記録の収集項目

事前準備として、下記のデータを収集・整理する。

- ① 下水道台帳より下水道管きよの整備状況及び MP の設置状況を把握するとともに、対象区域の面積を算定する。
- ② クラウド監視システムに記録されている MP 揚水量（日量）から逓加揚水量、各線揚水量を算定し、必要に応じて故障記録等を整理する（逓加揚水量、各線揚水量の詳細は図-2 を参照）。
- ③ アメダスデータ等より降水量を整理する。

#### b) 分析の留意点（クラウド監視データの異常値抽出）

クラウド監視データを雨天時浸入水の基礎データとして用いる際には、換算流量の妥当性について検証しておく必要がある。

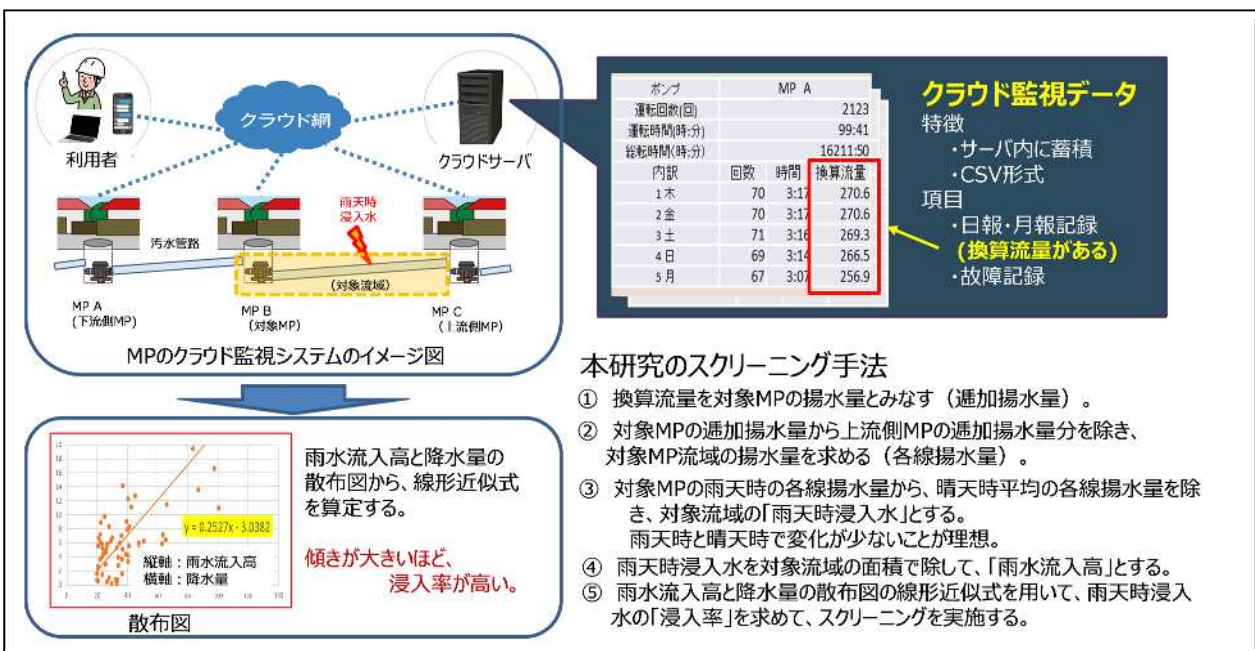


図 - 2 本スクリーニング手法の概要

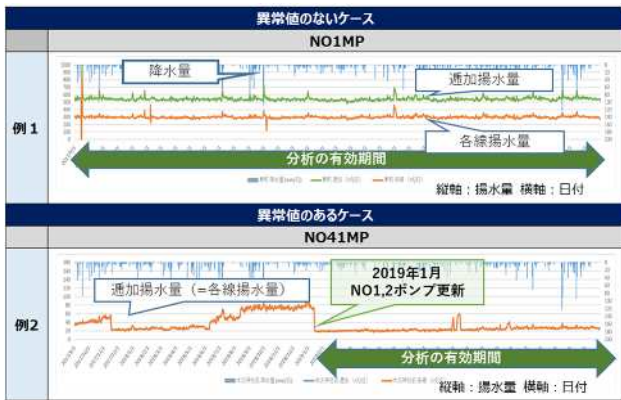


図-3 クラウド監視データの揚水量の時系列グラフ

MP 揚水量の時系列グラフを作成すると、図-3 の例 1 に示すように全期間を通じて揚水パターンに変化が無いケースと、例 2 に示すように降水状況等とは無関係に揚水パターンが変化しているケースがある。例 2 の MP については、維持管理者にヒアリングしたところ、ポンプ更新工事の時期と流量の変化の時期がほぼ一致したため、ポンプの劣化が原因と推測された。これは換算流量が、ポンプの定格出力と運転時間の積であるため、ポンプの性能低下により運転時間が延びたことが要因と考えられる。

また、その他にも揚水パターンが変化する原因として、上流側の MP の異常値が下流側の MP の各線揚水量に影響を与えている場合などがある。

このように揚水パターンが変化するケースでは、故障履歴の確認や維持管理者へのヒアリングを行い、故障等によるものであれば分析の有効期間から除外する必要がある。

表-1 に、本研究における MP 揚水データの有効期間の判定結果を示す。また表-2 に、MP 揚水パターンが変化する原因を示す。

表-1 MP揚水データの有効期間

項目	MP箇所数	備考
全期間有効	56	
一部期間有効	10	
判定除外	1	揚水パターンの変化の原因が特定できなかったため

表-2 MP揚水パターンが変化する原因

異常値の原因	MP箇所数
ポンプの劣化	6
上流側MPの異常値の影響	4
工場の移転等	1
区域の拡大等	1

※ 重複あり

### c) スクリーニングの実施

b)にて確認した有効期間における MP 揚水データを用いてスクリーニングを実施する。スクリーニングには浸入率を使用する。

以下に、雨水流入高の算定式を示す。

$$\text{【雨天時浸入水量】} = \text{【雨天日の各線揚水量】} - \text{【晴天日の各線揚水量平均値】} \quad (1a)$$

$$\text{【雨水流入高】} = \text{【雨天時浸入水量】} \div \text{【各線面積 (ha)】} \div 10 \quad (1b)$$

ここで、ガイドライン (案) <sup>1)</sup> では浸入を最少限度とする措置が講ぜられた場合の浸入率について約 0.30% (日最大中央値) と示されていることから、本手法では、浸入率が 0.3%以上と算出された MP を「雨天時浸入水(大)」, 0.1%以上~0.3%未満を「雨天時浸入水(小)」と設定した。

## 3. 調査結果

### (1) スクリーニング結果

表-3、図-4に、本手法によるスクリーニング結果を示す。評価の結果、67 箇所中、雨天時浸入水(大)と判定された MP 区域が 1 箇所、雨天時浸入水(小)と判定された MP 区域が 10 箇所確認された。今後、雲南市では本結果をもとに対象地区の詳細調査を予定している。

表-3 スクリーニング結果 (上位 15 箇所)

MP NO	各線面積 (ha)	浸入率	評価	
			判定	順位
36	1.29	2.53%	雨天時浸入水(大)	1
35	6.83	0.26%	雨天時浸入水(小)	2
15	5.67	0.19%	雨天時浸入水(小)	3
2	37.8	0.17%	雨天時浸入水(小)	4
14	10.33	0.15%	雨天時浸入水(小)	5
9	56.13	0.14%	雨天時浸入水(小)	6
19	31.93	0.14%	雨天時浸入水(小)	7
41	8.72	0.13%	雨天時浸入水(小)	8
1	44.7	0.12%	雨天時浸入水(小)	9
26	9.44	0.11%	雨天時浸入水(小)	10
69	57.58	0.11%	雨天時浸入水(小)	11
20	14.33	0.09%		12
6	3.52	0.05%		13
66	4.87	0.05%		14
33	7.14	0.04%		15

判定基準 浸入率：0.3%以上 ⇒ 雨天時浸入水 (大)

0.1%以上0.3%未満 ⇒ 雨天時浸入水 (小)

0.1%未満 ⇒ 懸念なし



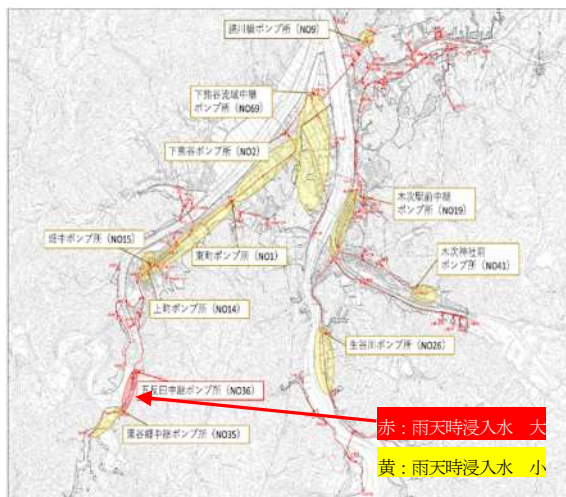


図-4 スクリーニング結果

(2) 本手法の効果（従来手法との比較）

本手法の効率性及び事業性について評価したところ、スクリーニングに係る期間と費用は従来手法に比べて1/10程度で実施可能であることが確認でき、既存データを活用することの有意性が示された（表-4）。

表-4 雨天時浸水区域のスクリーニング手法の比較

	本手法	従来手法
調査エリア	各MP区域をブロックとした調査エリア	流域ごとにブロック化して調査エリアを設定
流量計の設置	不要 クラウド監視データを利用	必要
流量の調査期間	不要 既存のMPデータを活用	数か月
検討期間	数か月 既存データを用いて、短期間で全体を一挙にスクリーニング	数か月～数年 調査費が高価であり、予算を考慮し、複数年かかることが多い
試算	データ収集 5日 データ分析 20日 評価・分析 15日 合計 40日 40日 × 48,700円/人（技師A） = 1,950 千円 経費込み 約5,300千円	調査費＋分析費 2か月間 フリューム式流量計を設置 67箇所 × 1,800千円/箇所 = 120,600 千円（経費込み） ※年間予算を2千万円として6年間要する

4. 結論および考察

本研究では、既存のクラウド監視システムに蓄積されたMP運転データを用いることで、雨天時浸水の発生区域を広範囲な区域から短期間かつ低コストでスクリーニングすることが可能であることを明らかにした。本手法はMPが流域内に多く存在する都市において、特に有効な手段となる。

今後、人口減少等に伴い広域的な管理が促進される中、クラウド監視システムによる管理形態は益々広がることが見込まれることから、本手法が下水道管路のアセットマネジメントや雨天時浸水対策推進の一助となることを期待する。

謝辞：本研究は、雲南市との共同研究により進められ、雲南市水道局下水道課の皆様には多くの支援・助言をいただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 雨天時浸水対策ガイドライン（案），令和 2 年 1 月，国土交通省水管理・国土保全局下水道部，p17