

雨天時浸入水量の多い細ブロックの 絞り込みに関する調査・研究

研究第二部 研究員
佐藤 弘輔



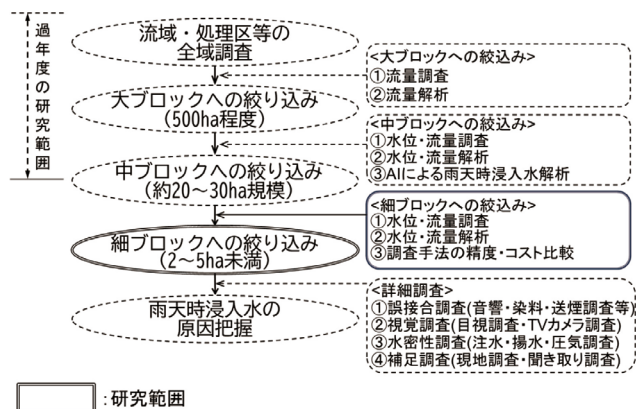
1 調査・研究目的

A市では主に分流式により整備を進めてきており、雨天時には管きよのクラックや継手などからの浸入水量が増大し、汚水処理費の増加等が問題となっています。このため、A市では、雨天時浸入水量の削減は喫緊の課題となっています。

これらの背景から、A市と本機構の過年度の共同研究では、A市の処理区の一部（約5,700ha）から大ブロック（500ha程度）、さらに中ブロック（約20～30ha規模）へと雨天時浸入水が多いブロックの絞り込みを行いました（図－1）。

このような過年度の絞り込み結果を踏まえ、令和6年度には中ブロックから細ブロック（約2～5ha未満）へのさらなる絞り込みを実施し、流量調査手法の精度やコスト等を比較検証することで、今後のA市その他地域への水平展開を見据えた絞り込み手法を検討しました。

本稿ではその内容について報告します。



図－1 本研究のフロー

2 研究体制

2.1 研究体制

A市、(公財)日本下水道新技術機構

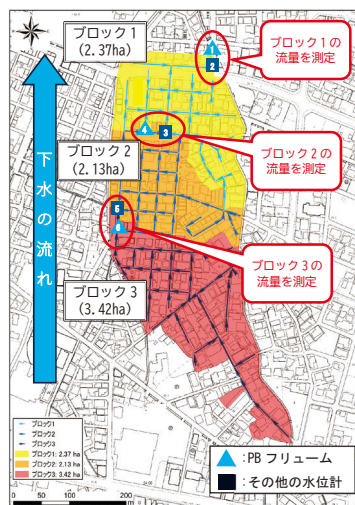
2.2 研究期間

令和6年8月～令和7年3月

3 調査・研究手法

3.1 調査仕様

本研究では、A市において過年度に雨天時浸入水量が多い地区として特定した中ブロック（7.92ha）を3つの細ブロックに分割し、絞り込みを行いました。具体的には、各流末の水位から各ブロックの流量を算出するため、水位の測定機器の設置箇所（3カ所）を検討しました。水位の測定機器の設置箇所を図－2、測定機器の内訳を表－1に示します。



図－2 水位の測定機器設置箇所

表－１ 水位測定機器一覧表

測点	管種	管径	測定項目	設置機器
No.1	HP	φ250	水位	①PBフリーウム＋超音波式水位計
No.2	HP	φ250	水位	②圧力式水位計
No.3	VU	φ250	水位	③横打超音波式水位計
No.4	VU	φ250	水位	①PBフリーウム＋超音波式水位計
No.5	VU	φ250	水位	④画像・水位変換システム
No.6	VU	φ250	水位	①PBフリーウム＋超音波式水位計

水位の測定は、測定精度の高いPBフリーウム＋超音波式水位計（以下、「PBフリーウム」という。）とこれと異なる3つの測定機器をそれぞれ一対で設置しました。

ここで、各ブロックの流量算出はPBフリーウムの測定結果によって行い、水位測定機器の精度比較はPBフリーウムと他の3つの測定機器の測定値を比較することにより行いました。

3.2 調査手法の概要

本研究に用いた測定機器の概要を以下に示します。

【手法①】PBフリーウム（写真－１）

人孔内に設置したPBフリーウムの流路内に絞り込み部を設けることで、限界流を発生させて、PBフリーウムの上部に設置した超音波水位計で限界水深を測定し、流量を十分に確保できない箇所でも精度よく測定を行うことができる手法です。

【手法②】圧力式水位計（写真－２）

先端のセンサー部で測定したゲージ圧（絶対圧と大

気圧との差圧）により水位測定を行う手法です。

【手法③】横打超音波式水位計（写真－３）

下水道管きょ内の管頂の管軸方向に機器本体と45°の反射板を設置し、反射板により、超音波を下方に反射させて水位測定を行う手法です。

【手法④】画像・水位変換システム（写真－４）

管きょ内に設置したリング状指標を一定間隔で撮影し、撮影した画像を解析ソフトに取り込むことで水位へと変換する手法です。

4 絞り込み及び精度・コスト比較の結果

4.1 水位・流量解析による絞り込み結果

各ブロックの流末に設置したPBフリーウムの水位測定結果から流量への換算を行い、「雨天時浸入水対策ガイドライン（案）」（令和2年1月、国土交通省）に基づき、各ブロックの時間最大浸入率及び日最大浸入率を算出しました。

時間最大浸入率の算出結果を図－３から図－５に示します。算定図の回帰式の傾きが浸入率を示しており、回帰式の決定係数（ R^2 ）は0.6以上であることから、相関があるものと判断しました。

また、浸入率が高い順に順位付けを行い、1位＝1ptとして総合評価を行った結果を表－２に示します。

順位付けの結果から、ブロック1、ブロック3、ブロック2の順で総合評価が高い（浸入率が高い）結果となりました。

4.2 流量調査手法の精度・コスト比較

PBフリーウムは測定精度が高いことから、その流量測定値を正として、その他の各測定機器（圧力式水位計、横打超音波式水位計、画像・水位変換システム）の測定精度検証を、流量比較（図－６から図－８）及び流量変動等の比較に用いられる自乗平均誤差 E_w により行いました。

流量比較の結果から、PBフリーウム以外の測定機器の精度は以下のとおりとなりました。

・横打超音波式水位計は図－６に示すとおり、PBフリーウムとの流量の比較では回帰直線の傾きがほぼ1となり、回帰直線の決定係数（ R^2 ）も0.99と非常に高い相関がみられる結果となりました。



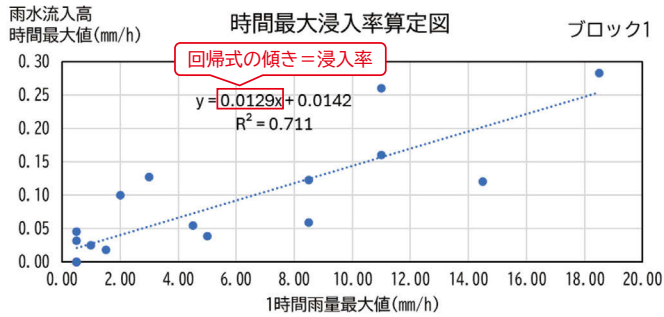


図-3 時間最大浸入率【ブロック1】
時間最大浸入率：1.29%（決定係数：0.71）

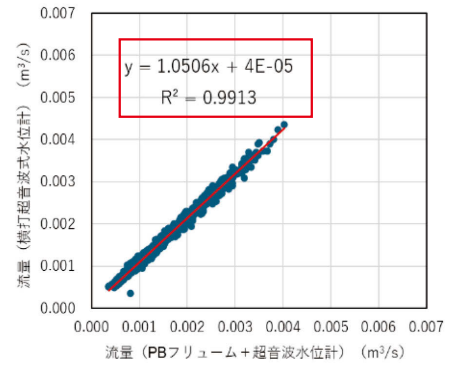


図-6 PBフリュームと横打超音波式水位計の流量比較

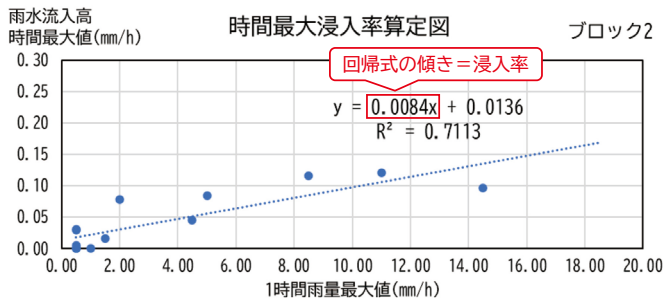


図-4 時間最大浸入率【ブロック2】
時間最大浸入率：0.84%（決定係数：0.71）

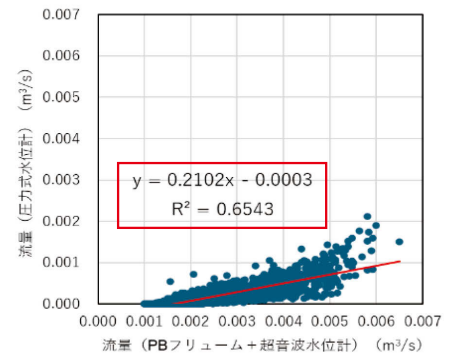


図-7 PBフリュームと圧力式水位計の流量比較

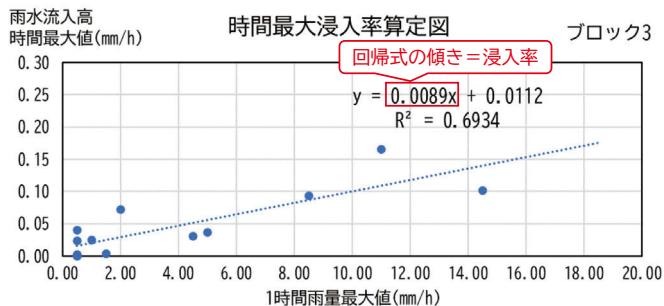


図-5 時間最大浸入率【ブロック3】
時間最大浸入率：0.89%（決定係数：0.69）

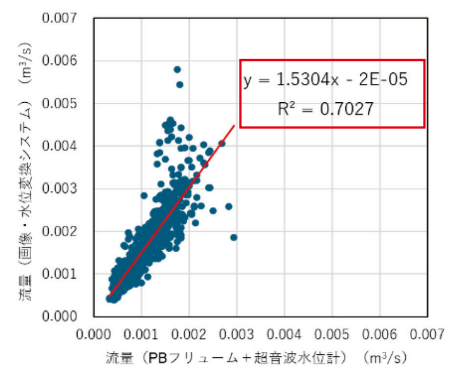


図-8 PBフリュームと画像・水位変換システムの流量比較

表-2 ブロック別の浸入率による総合評価

ブロック	面積 (ha)	時間最大			日最大			総合評価		上下流関係
		浸入率	R2	順位	浸入率	R2	順位			
ブロック1	2.37	1.29%	0.71	1位	3.33%	0.96	1位	2pt	1位	ブロック1ーブロック2
ブロック3	3.42	0.89%	0.69	2位	2.35%	0.99	2位	4pt	2位	単独
ブロック2	2.13	0.84%	0.71	3位	2.22%	0.95	3位	6pt	3位	ブロック2ーブロック3
合計	7.92	1.01%			2.63%					

表－３ 精度・コスト比較表

測定手法		精度		コスト			総合評価	
		自乗平均誤差 Ew	評価	コスト比率	順位	評価		
③	横打超音波式水位計	0.011	1pt	1.10	2位	2pt	3pt	1位
④	画像・水位変換システム	0.379	3pt	1.10	2位	2pt	5pt	2位
①	PBフリューム＋超音波水位計	0.000	1pt	1.86	4位	4pt	5pt	2位
②	圧力式水位計	0.862	5pt	1.00	1位	1pt	6pt	4位

・圧力式水位計は、図－７に示すとおり、PBフリュームとの流量を比較すると、約0.2倍の流量となり、両者の測定結果にかなりの乖離があることが分かりました。

・画像・水位変換システムは、図－８に示すとおり、PBフリュームとの流量を比較すると約1.5倍となり、両者の測定結果にかなりの乖離があることが分かりました。

さらに、各流量調査手法のコストによる順位付けを行い、精度及びコストそれぞれを評価した後、総合評価を行いました（表－３）。順位付けの結果から、横打超音波式水位計、PBフリューム及び画像・水位変換システム、圧力式水位計の順番で、総合評価が高い結果となりました。

5 おわりに

過年度の調査において、A市の約5,700haの流域を対象にして、雨天時浸入率が大い大ブロックからさらに中ブロックへと絞り込みを実施しました。

今回の調査では、その絞り込んだ中ブロックを対象として、さらに細ブロックへ絞り込むために水位の測定精度の高い調査機器を用いて、雨天時浸入率の最も大きい細ブロックを特定しました。

また、今後のA市の他地域への水平展開を見据えて、精度・コストの両側面から有効となる絞り込み手法を確認しました。

今後、A市において過年度の研究結果と本研究結果を基にして、他の流域や他のブロックにおいて雨天時浸入水の多い細ブロックを絞り込み、対策を実施することで雨天時浸入水の効率的な削減が可能となり、A市の健全で持続的な下水道事業の経営に寄与するものと考えています。