

## 〇〇市 雨天時浸入水対策計画

〇〇市下水道課  
策定 令和〇〇年 〇月  
改定 令和〇〇年 〇月

### 1. 雨天時浸入水対策の基本方針

#### 1.1. 基本方針

〇〇市は、〇〇処理区において令和〇年〇月の時間雨量〇〇mm、日降雨量〇〇mmの降雨により、雨天時浸入水に起因する事象1、事象2、事象3が発生した。また、令和〇年〇月の時間雨量〇〇mm、日降雨量〇〇mmの降雨においても事象3が発生した。

これを受け、〇〇市では、計画降雨（5年確率）以下の降雨において、雨天時浸入水に起因する事象の発生を防止することを目的に、計画期間を30年として雨天時浸入水対策計画を策定した。

なお、〇〇処理区の概要は以下のとおりである。

- ・処理区名：〇〇処理区
- ・事業着手年度：昭和〇〇年
- ・処理面積：(全体計画) 186ha、(事業計画) 186ha

備考) 雨天時浸入水に起因する事象の発生状況、処理区の概要、目的、計画期間等を具体的に記述

#### 1.2. 実施概要

##### ① 対象処理区における現在の雨天時浸入水量および雨天時計画汚水量の概要

〇〇処理区における雨天時計画汚水量等の算定については、令和〇〇年度の〇〇処理場における流入水量と近傍のアメダスデータ等を用いて算定した。浸入を最少限度とする措置が講ぜられた場合の浸入率（以下、「目標浸入率」という）は、モデル地区における発生源対策の着手前後の下水水量の変化から設定した。

- ・計画降雨（時間最大 44mm/h、日最大 131mm/日）
- ・(現状) 日最大浸入率 0.52%、時間最大浸入率 0.25%
- ・(目標) 日最大浸入率 0.40%、時間最大浸入率 0.20%
- ・(現計画) 計画日最大汚水量 1,310m<sup>3</sup>/日、 計画時間最大汚水量 2,500m<sup>3</sup>/日、
- ・(変更計画) 雨天時計画日最大汚水量 2,310m<sup>3</sup>/日、雨天時計画時間最大汚水量 6,423m<sup>3</sup>/日

##### ② 運転管理を踏まえた施設対策の概要

雨天時計画汚水量に対する能力の確認の結果、管路施設については能力不足となる箇所がほとんどなかった。局所的に能力不足となる部分については、既設管の老朽化の状況を踏まえ、ストックマネジメントと連携して能力を増強する。ポンプ施設については、〇〇処理場の揚水ポンプの能力を増強する。処理施設については、貯留施設の増強により対応することを基本とするが、運転管理の工夫により一時的に最大限処理可能な能力を確認した上で必要貯留量を定め、施設用地の一部を活用するなどして、段階的な整備を実施する。

備考) 対象処理区における現在の雨天時浸入水量および雨天時計画汚水量の概要、運転管理を踏まえた施設対策の概要等を具体的に記述、雨天時計画汚水量の算出根拠を添付すること

## 2. 発生源対策

### 2.1 スクリーニング調査・詳細調査

過年度に実施した、流量・水位観測機器等によるブロック単位（20～30ha 程度）のスクリーニング調査を実施した結果、処理区内における雨天時浸入水量が多いブロックを概ね把握した。その結果をもとに、流量・水位観測機器等による更なる絞り込み（2～5ha 程度）を実施し、優先的に発生源対策を取り組むべき地区を定める。

特に雨天時浸入水が多い地区については、必要に応じて誤接合調査、TVカメラ調査等の詳細調査を実施し、浸入原因に応じた適切な発生源対策を検討する。

備考) スクリーニング調査の手法、詳細調査の手法等を具体的に記述

### 2.2 ストックマネジメント

旧式のマンホール蓋（蓋穴のある）については、全体の20%程度設置されており、これらについては、ストックマネジメント計画に盛り込み、概ね10年程度で取替えを完了する。あわせて、現場パトロールの際にマンホール蓋の点検を実施し、ゴム栓等により蓋穴の密閉を行う。

雨天時浸入水が多い〇〇団地地区については、ストックマネジメント計画においても優先度を高め、速やかに改築に着手することとした。また、スクリーニング調査で雨天時浸入水が多いことが確認された地区については、詳細調査をストックマネジメントの一環として位置づけ、調査データを蓄積するとともに、必要に応じて改築工事の優先順位を見直すなど、適宜、ストックマネジメント計画へ反映する。

備考) 直接浸入水の対策概要、雨天時浸入地下水の対策概要、ストックマネジメント計画との連携概要等を具体的に記述

### 2.3 雨水整備

本市の雨水整備は、令和〇年度末時点で計画降雨（5年確率）に対して事業計画面積の約〇%が完了している。令和〇年の台風第〇号の浸水被害をうけて、〇市雨水対策緊急整備計画を策定しており、再度災害防止の観点から緊急的・重点的に浸水対策を実施する地区を定め、令和〇年度までに対象地区において既往最大降雨での床上浸水解消を目標として取り組んでいる。

〇〇処理区の雨水整備は、事業計画面積の約〇%が完了しており、全体よりやや遅れているが、特に浸水リスクが高い地区については、段階的に雨水ポンプ施設等を整備するなど、対策効果の早期発現を図る。

備考) 対象処理区における雨水整備の概要、雨水計画との連携概要等を具体的に記述

### 2.4 排水設備

本市の排水設備の指導及び検査は書類検査に加え、現地検査を実施しているが、供用年が古い民間開発の団地地区の一部において、排水設備の誤接続や排水設備の損壊が確認されていることから、これらについては、詳細調査を実施したうえで改築・修繕等の指導を行う。また、現地検査の点検項目を令和〇年度に見直し、雨水排水が汚水管に接続されていないことを確実に確認する。

また、流出抑制対策として各戸貯留施設の設置を促進し、浸水リスクが高い地区や雨天時浸入水が比較的多い地区に対して、PRを重点的に実施するなど設置の促進を図る。

備考) 対象処理区における排水設備の指導および検査の概要、各戸貯留の促進概要等について具体的に記述

### 3. 運転管理

〇〇処理場について、処理施設の運転管理の工夫により一時的に処理可能な最大限の能力の確認を実施する。

また、処理場およびポンプ場に流入する管路施設について、雨天時における水位上昇速度や満管までの時間等についてデータを蓄積し、既設管路での管内貯留可能量の把握や、運転管理の高度化について検討する。

検討結果を踏まえ、運転管理マニュアルを策定するとともに、現場の状況を踏まえて、適宜見直しを図る。

備考) 管路施設、ポンプ施設、処理施設について具体的に記述

### 4. 施設対策

#### 4.1. 管路施設

管路施設について雨天時計画汚水量（時間最大）による能力確認を実施した結果、能力不足と判定された路線は3路線であった。この3路線はいずれも能力不足がわずかであり、老朽化も進んでいないことから経過観察することとし、老朽化の状況を踏まえストックマネジメントと連携して、能力を増強する。

当面の期間においては、経過観察を実施する。

備考) 主要な管路施設の対策概要等を計画期間全体および当面の期間（概ね5～7年程度）について具体的に記述、主要な管路施設の流量計算を添付すること

#### 4.2. ポンプ施設

ポンプ施設について雨天時計画汚水量（時間最大）による能力確認を実施した結果、〇〇処理場の主ポンプが能力不足であった。〇〇処理場の主ポンプの増強については、調査の結果、躯体を改築せずとも主ポンプの増強で対応可能であることから、能力を増強する。

当面の期間においては、〇〇処理場の中ポンプ2台を大ポンプ2台へ能力増強する。

備考) ポンプ施設の対策概要等を計画期間全体および当面の期間（概ね5～7年程度）について具体的に記述、ポンプ施設の容量計算を添付すること

#### 4.3. 処理施設

処理施設について雨天時計画汚水量（日最大）による能力確認を実施した結果、〇〇処理場の水処理能力が不足することが分かった。〇〇処理場については、処理施設の運転管理の工夫により一時的に最大限処理可能な能力の確認を踏まえ、必要貯留量を定める。貯留施設の増強については、〇〇処理場の施設用地の一部を活用して設置するとともに、処理場統廃合により現在は汚水中継ポンプ場として利用している△△ポンプ場の水処理施設を貯留施設として位置づけ、有効活用する。

当面の期間においては、△△ポンプ場の水処理施設を貯留施設として位置づけ有効活用する。

備考) 処理施設の対策概要等を計画期間全体および当面の期間（概ね5～7年程度）について具体的に記述、処理施設の容量計算を添付すること

## 【雨天時浸入水対策計画の策定例】

### 目 次

1. 雨天時計画計画汚水量の算定 .....	5
1.1 日最大浸入率の算定 .....	5
1.1.1. 活用資料 .....	5
1.1.2. 晴天時汚水量（日別） .....	7
1.1.3. 雨天時浸入水量（日別） .....	8
1.1.4. 降雨イベント毎の日雨量最大値と雨天時浸入水量日最大値 .....	9
1.1.5. 雨量及び雨水流入高のグラフ化と日最大浸入率の算定 .....	10
1.2 時間最大浸入率の算定 .....	11
1.2.1. 活用資料 .....	11
1.2.2. 晴天時汚水量（時刻別） .....	13
1.2.3. 雨天時浸入水量（時刻別） .....	14
1.2.4. 降雨イベント毎の1時間雨量最大値と雨天時浸入水量時間最大値 .....	15
1.2.5. 雨量及び雨水流入高のグラフ化と時間最大浸入率の算定 .....	16
1.3 浸入率のまとめ .....	17
1.4 雨天時浸入地下水量の設定 .....	18
1.4.1. 雨天時浸入地下水量の算定条件 .....	18
1.4.2. 浸入水量原単位の設定 .....	19
1.4.3. 雨天時浸入地下水量の算定 .....	19
1.5 雨天時計画汚水量 .....	20
2. 雨天時計画汚水量に対する能力の確認 .....	21
2.1 管路施設の能力確認 .....	21
2.2 処理施設の能力確認 .....	26
3. 施設対策 .....	30
3.1 管路施設に対する対策の検討 .....	30
3.2 ポンプ施設に対する対策の検討 .....	30
3.3 処理場施設に対する対策の検討 .....	30
4. その他参考図書 .....	31

## 1. 雨天時計画計画汚水量の算定

以下に、日最大浸入率及び時間最大浸入率を算定する。

### 1.1 日最大浸入率の算定

#### 1.1.1. 活用資料

日最大浸入率の算定には、1日単位のデータが必要であるため、処理場の運転月報から流入する下水量及び雨量を抽出した。

運転月報の一部を表 1.1、日別の下水量と雨量のグラフを図 1.1 に示す。

表 1.1 利用した処理場運転月報の一部

年月日	平 土 日	実績値	
		① 下水量 ( $m^3$ /日)	② 雨量 (mm/日)
2018/9/1(土)	1	1,251	8.0
2018/9/2(日)	2	1,254	15.5
2018/9/3(月)	0	1,260	0.5
2018/9/4(火)	0	1,807	84.0
2018/9/5(水)	0	1,352	—
2018/9/6(木)	0	1,074	—
2018/9/7(金)	0	1,089	10.5
2018/9/8(土)	1	1,392	65.0
2018/9/9(日)	2	1,844	97.5
2018/9/10(月)	0	1,308	7.0
2018/9/11(火)	0	1,092	—
2018/9/12(水)	0	1,089	1.5
2018/9/13(木)	0	1,114	14.5
2018/9/14(金)	0	1,097	5.5
2018/9/15(土)	1	1,087	1.5
2018/9/16(日)	2	1,071	—
2018/9/17(月)	2	971	—
2018/9/18(火)	0	1,031	—
2018/9/19(水)	0	1,031	—
2018/9/20(木)	0	1,299	32.0
2018/9/21(金)	0	1,395	5.5
2018/9/22(土)	1	1,317	8.5
2018/9/23(日)	2	971	—
2018/9/24(月)	2	971	—
2018/9/25(火)	0	1,031	1.0
2018/9/26(水)	0	1,060	8.0
2018/9/27(木)	0	1,235	1.0
2018/9/28(金)	0	1,266	1.5
2018/9/29(土)	1	1,198	3.5
2018/9/30(日)	2	1,979	134.5

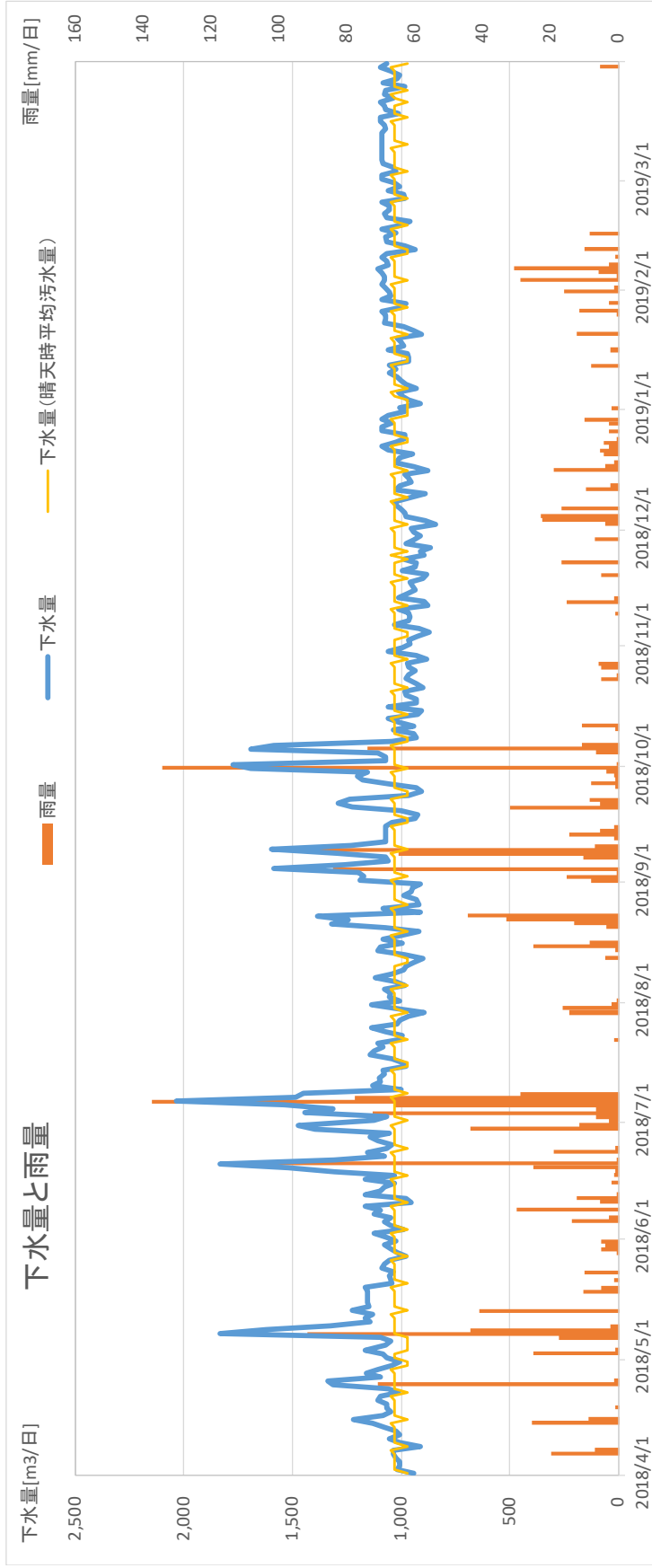


图 1.1 下水量と雨量 (日別)

### 1.1.2. 晴天時汚水量(日別)

降雨の状況を踏まえて晴天時の下水量を抽出して、晴天時平均値汚水量を算出する。なお、下水量は、曜日によって生活及び社会活動に時間変動が生じるため、平日、土曜、及び日祝日に区分し算出した。

#### (1) 降雨影響日の設定

晴天時汚水量の算定では、降雨の影響を除外することが重要である。

そこで、本市の降雨後の流入状況から、降雨影響日を暦日 1 日単位で降雨当日及び翌日と設定した。

#### (2) 晴天時平均汚水量の算定結果

降雨影響日を除く晴天日の曜日別晴天時平均汚水量の算定結果を表 1.2 に示す。なお、この晴天時平均汚水量には、常時浸入地下水量が含まれる。

表 1.2 晴天時平均汚水量算定結果 (曜日別)

	平日	土曜日	日祝日
晴天時平均汚水量 (m <sup>3</sup> /日)	1,031	1,047	971

### 1.1.3. 雨天時浸入水量(日別)

実績下水道量から晴天時平均下水道量を差し引き、日別の雨天時浸入水量を算出する。雨天時浸入水量の算出例を表 1.3 に示す。

表 1.3 雨天時浸入水量(日別)の算出例

年月日	平 土 日	実績値		③ 晴天時平均 汚水量 (m <sup>3</sup> /日)	④雨天時 <sup>*</sup> 浸入水量 ①-③ (m <sup>3</sup> /日)
		① 下水道量 (m <sup>3</sup> /日)	② 雨量 (mm/日)		
2018/9/1(土)	1	1,251	8.0	1,047	204
2018/9/2(日)	2	1,254	15.5	971	283
2018/9/3(月)	0	1,260	0.5	1,031	229
2018/9/4(火)	0	1,807	84.0	1,031	776
2018/9/5(水)	0	1,352	—	1,031	321
2018/9/6(木)	0	1,074	—	1,031	43
2018/9/7(金)	0	1,089	10.5	1,031	58
2018/9/8(土)	1	1,392	65.0	1,047	345
2018/9/9(日)	2	1,844	97.5	971	873
2018/9/10(月)	0	1,308	7.0	1,031	277
2018/9/11(火)	0	1,092	—	1,031	61
2018/9/12(水)	0	1,089	1.5	1,031	58
2018/9/13(木)	0	1,114	14.5	1,031	83
2018/9/14(金)	0	1,097	5.5	1,031	66
2018/9/15(土)	1	1,087	1.5	1,047	40
2018/9/16(日)	2	1,071	—	971	100
2018/9/17(月)	2	971	—	971	—
2018/9/18(火)	0	1,031	—	1,031	—
2018/9/19(水)	0	1,031	—	1,031	—
2018/9/20(木)	0	1,299	32.0	1,031	268
2018/9/21(金)	0	1,395	5.5	1,031	364
2018/9/22(土)	1	1,317	8.5	1,047	270
2018/9/23(日)	2	971	—	971	—
2018/9/24(月)	2	971	—	971	—
2018/9/25(火)	0	1,031	1.0	1,031	—
2018/9/26(水)	0	1,060	8.0	1,031	29
2018/9/27(木)	0	1,235	1.0	1,031	204
2018/9/28(金)	0	1,266	1.5	1,031	235
2018/9/29(土)	1	1,198	3.5	1,047	151
2018/9/30(日)	2	1,979	134.5	971	1,008

※マイナス値は除外する



#### 1.1.4. 降雨イベント毎の日雨量最大値と雨天時浸入水量日最大値

降雨は連続性があるため、無降雨時間が一定期間内であればその前後を一連の降雨イベントと捉え、降雨イベント毎に日雨量の最大値、及び降雨イベント開始から降雨イベント終了後雨天時浸入水量が0となるまでの期間内における雨天時浸入水量の日最大値を抽出する。

なお、無降雨期間1日（暦日）を降雨イベントの区切りとした。

また、抽出した雨天時浸入水量の最大値は、処理面積（186ha）で除して雨水流入高に換算した。

降雨イベント毎の日雨量最大値等の抽出結果を表 1.4 に示す。なお、降雪及び雪解けの影響を排除するため、抽出対象は5月～11月の期間に限定した。

表 1.4 降雨イベント毎の日雨量最大値等

降雨イベントの期間	日雨量 最大値	雨天時 浸入水量 日最大値	雨水 流入高	備考
	(mm/日)	(m <sup>3</sup> /日)	(mm/日)	
'18/5/2 ~ '18/5/3	25.0	383	0.20603	
'18/5/6 ~ '18/5/9	91.5	1,562	0.83982	
'18/5/13 ~ '18/5/13	41.0	496	0.26669	
'18/5/18 ~ '18/5/19	10.5	243	0.13073	
'18/5/23 ~ '18/5/23	10.0	115	0.06171	
'18/5/28 ~ '18/5/31	5.0	88	0.04706	
'18/6/5 ~ '18/6/6	14.0	181	0.09726	
'18/6/8 ~ '18/6/8	30.0	233	0.12550	
'18/6/10 ~ '18/6/12	12.5	267	0.14328	
'18/6/17 ~ '18/6/21	109.0	1,558	0.83773	
'18/6/23 ~ '18/6/24	19.0	214	0.11504	
'18/6/29 ~ '18/7/8	137.5	1,957	1.05213	
'18/7/29 ~ '18/8/1	16.5	210	0.11295	
'18/8/6 ~ '18/8/7	328.0	2,530	1.35998	計画降雨規模超過のため除外
'18/8/14 ~ '18/8/16	25.0	144	0.07739	
'18/8/20 ~ '18/8/23	44.5	689	0.37023	
'18/9/1 ~ '18/9/4	84.0	1,084	0.58254	
'18/9/7 ~ '18/9/10	97.5	1,218	0.65471	
'18/9/12 ~ '18/9/15	14.5	140	0.07530	
'18/9/20 ~ '18/9/22	32.0	508	0.27297	
'18/9/25 ~ '18/10/1	134.5	1,443	0.77602	
'18/10/4 ~ '18/10/6	74.0	1,286	0.69131	
'18/10/10 ~ '18/10/11	11.0	14	0.00732	

### 1.1.5. 雨量及び雨水流入高のグラフ化と日最大浸入率の算定

前項で算出した日雨量最大値及び雨水流入高日最大値を散布図でグラフ化するとともに、直線回帰式の近似曲線を追加表示させ、併せて近似曲線の数式を表示させる。この算式に示される傾き（図 1.2 の赤線部）が日最大浸入率となる。

また、浸入率の算定に当たっては、下水道施設計画・設計指針と解説、前編 P244 で「5年～10年の確率年で確率雨量を計算するための降雨資料は、各年最大値を対象に収集し、収集期間は少なくとも20年なるべく40年以上が望ましい。」と記されていることから、有効なサンプル数は20以上が望ましい。

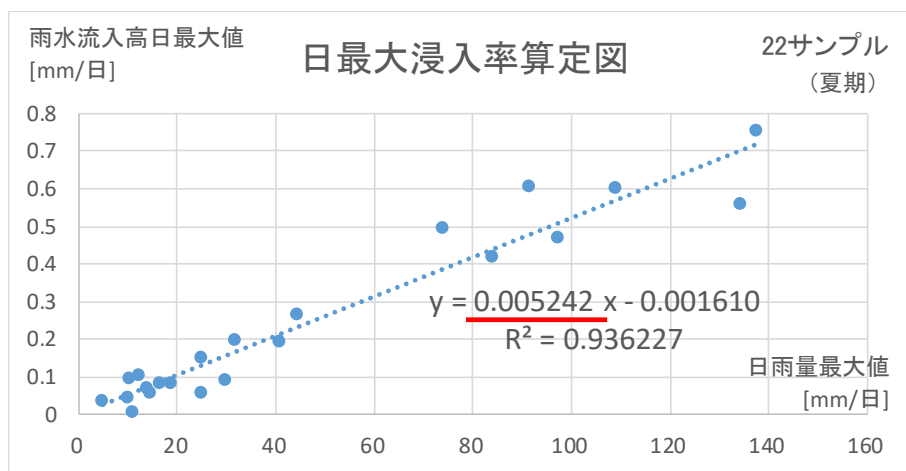


図 1.2 日最大浸入率算定図

## 1.2 時間最大浸入率の算定

### 1.2.1. 活用資料

時間最大浸入率の算定には、1時間単位のデータが必要であるため、処理場の運転日報から流入する下水量及び雨量を抽出した。

運転日報の一部を表 1.5、下水量と雨量のグラフを図 1.3 に示す。

表 1.5 利用した処理場運転日報の一部

年月日	時刻	実績値	
		① 下水量 (m <sup>3</sup> /h)	② 雨量 (mm/h)
2018/7/5(木)	1	44.5	1.0
2018/7/5(木)	2	54.6	1.5
2018/7/5(木)	3	51.8	—
2018/7/5(木)	4	51.8	0.5
2018/7/5(木)	5	50.7	2.5
2018/7/5(木)	6	58.5	6.5
2018/7/5(木)	7	76.2	1.0
2018/7/5(木)	8	84.7	2.0
2018/7/5(木)	9	80.8	20.0
2018/7/5(木)	10	79.7	9.0
2018/7/5(木)	11	71.3	8.0
2018/7/5(木)	12	66.9	8.5
2018/7/5(木)	13	65.1	3.5
2018/7/5(木)	14	65.4	0.5
2018/7/5(木)	15	128.0	—
2018/7/5(木)	16	138.3	—
2018/7/5(木)	17	100.2	0.5
2018/7/5(木)	18	47.6	—
2018/7/5(木)	19	53.3	—
2018/7/5(木)	20	86.3	—
2018/7/5(木)	21	89.7	0.5
2018/7/5(木)	22	88.9	—
2018/7/5(木)	23	84.0	—
2018/7/5(木)	24	77.4	0.5
2018/7/6(金)	1	66.8	5.5
2018/7/6(金)	2	60.1	2.0
2018/7/6(金)	3	57.1	4.5
2018/7/6(金)	4	56.8	4.5
2018/7/6(金)	5	54.0	9.5
2018/7/6(金)	6	66.0	21.0
2018/7/6(金)	7	83.7	38.5
2018/7/6(金)	8	154.7	6.5
2018/7/6(金)	9	241.1	0.5
2018/7/6(金)	10	219.4	2.0
2018/7/6(金)	11	189.1	1.0

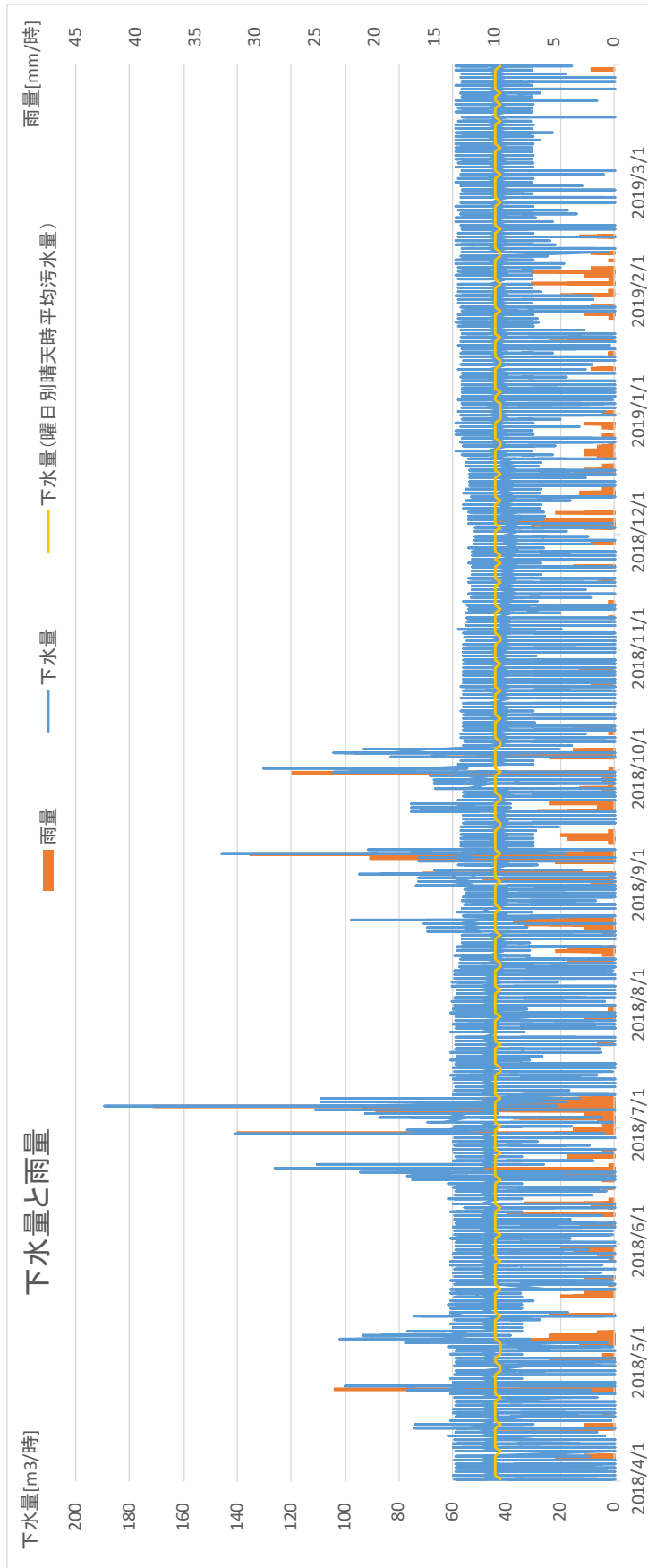


图 1.3 下水量と雨量 (時刻別)

### 1.2.2. 晴天時汚水量(時刻別)

降雨の状況を踏まえて晴天時の下水量を抽出して、晴天時平均値汚水量を算出する。なお、下水量は、曜日によって生活及び社会活動に時間変動が生じるため、平日、土曜、及び日祝日に区分し算出した。

#### (1) 降雨影響日の設定

晴天時汚水量の算定では、降雨の影響を除外することが重要である。

そこで、本市の降雨後の流入状況から、降雨影響日を暦日 1 日単位で降雨当日及び翌日と設定した。

#### (2) 晴天時平均汚水量の算定結果

降雨影響日を除く晴天日の時刻別曜日別の晴天時平均汚水量の算定結果を表 1.6 に示す。なお、この晴天時平均汚水量には、常時浸入地下水量が含まれる。

表 1.6 晴天時平均汚水量算定結果 (時刻別曜日別)

時刻	晴天時平均汚水量 (m <sup>3</sup> /時)		
	平日	土曜日	日祝日
1	40.5	40.7	38.9
2	31.1	33.6	26.6
3	29.3	32.2	23.3
4	22.6	25.5	15.2
5	31.9	31.8	31.9
6	23.5	26.3	20.7
7	35.4	34.1	24.9
8	56.4	56.0	54.7
9	56.5	56.2	56.4
10	54.1	54.0	54.1
11	48.7	49.0	49.1
12	45.2	45.4	45.5
13	43.2	44.1	42.9
14	41.4	42.8	41.3
15	41.9	40.8	40.3
16	40.2	40.5	37.9
17	44.6	43.5	42.6
18	47.6	47.4	41.6
19	51.4	51.4	43.3
20	54.5	54.1	53.5
21	56.8	56.4	55.9
22	56.4	55.0	56.3
23	52.9	52.5	52.7
24	47.0	47.0	46.8
計	1,053.1	1,060.3	996.4

### 1.2.3. 雨天時浸入水量(時刻別)

実績下水量から晴天時平均下水量を差し引き、時刻別の雨天時浸入水量を算出する。  
雨天時浸入水量の算出例を表 1.7 に示す。

表 1.7 雨天時浸入水量(時刻別)の算出例

年月日	時刻	実績値		③ 晴天時平均 汚水量 (m <sup>3</sup> /h)	④雨天時 <sup>*</sup> 浸入水量 ①-③ (m <sup>3</sup> /日)
		① 下水量 (m <sup>3</sup> /h)	② 雨量 (mm/h)		
2018/7/5(木)	1	44.5	1.0	40.5	4.0
2018/7/5(木)	2	54.6	1.5	31.1	23.5
2018/7/5(木)	3	51.8	—	29.3	22.5
2018/7/5(木)	4	51.8	0.5	22.6	29.2
2018/7/5(木)	5	50.7	2.5	31.9	18.8
2018/7/5(木)	6	58.5	6.5	23.5	35.0
2018/7/5(木)	7	76.2	1.0	35.4	40.8
2018/7/5(木)	8	84.7	2.0	56.4	28.3
2018/7/5(木)	9	80.8	20.0	56.5	24.3
2018/7/5(木)	10	79.7	9.0	54.1	25.6
2018/7/5(木)	11	71.3	8.0	48.7	22.6
2018/7/5(木)	12	66.9	8.5	45.2	21.7
2018/7/5(木)	13	65.1	3.5	43.2	21.9
2018/7/5(木)	14	65.4	0.5	41.4	24.0
2018/7/5(木)	15	128.0	—	41.9	86.1
2018/7/5(木)	16	138.3	—	40.2	98.1
2018/7/5(木)	17	100.2	0.5	44.6	55.6
2018/7/5(木)	18	47.6	—	47.6	—
2018/7/5(木)	19	53.3	—	51.4	1.9
2018/7/5(木)	20	86.3	—	54.5	31.8
2018/7/5(木)	21	89.7	0.5	56.8	32.9
2018/7/5(木)	22	88.9	—	56.4	32.5
2018/7/5(木)	23	84.0	—	52.9	31.1
2018/7/5(木)	24	77.4	0.5	47.0	30.4
2018/7/6(金)	1	66.8	5.5	40.5	26.3
2018/7/6(金)	2	60.1	2.0	31.1	29.0
2018/7/6(金)	3	57.1	4.5	29.3	27.8
2018/7/6(金)	4	56.8	4.5	22.6	34.2
2018/7/6(金)	5	54.0	9.5	31.9	22.1
2018/7/6(金)	6	66.0	21.0	23.5	42.5
2018/7/6(金)	7	83.7	38.5	35.4	48.3
2018/7/6(金)	8	154.7	6.5	56.4	98.3
2018/7/6(金)	9	241.1	0.5	56.5	184.6
2018/7/6(金)	10	219.4	2.0	54.1	165.3
2018/7/6(金)	11	189.1	1.0	48.7	140.4

※マイナス値は除外する

#### 1.2.4. 降雨イベント毎の1時間雨量最大値と雨天時浸入水量時間最大値

降雨は連続性があるため、無降雨時間が一定期間内であればその前後を一連の降雨イベントと捉え、降雨イベント毎に1時間雨量の最大値、及び降雨イベント開始から降雨イベント終了後雨天時浸入水量が0となるまでの期間内における雨天時浸入水量の最大値を抽出する。

なお、無降雨期間4時間を降雨イベントの区切りとした。

また、抽出した雨天時浸入水量の最大値は、処理面積（186ha）で除して雨水流入高に換算した。

降雨イベント毎の1時間雨量最大値等の抽出結果を表1.8に示す。なお、降雪及び雪解けの影響を排除するため、抽出対象は5月～11月の期間に限定した。

表 1.8 降雨イベント毎の1時間雨量最大値等

降雨イベントの期間	1時間雨量最大値	雨天時浸入水量時間最大値	雨水流入高	備考
	(mm/h)	(m <sup>3</sup> /h)	(mm/h)	
'18/5/2 6時～'18/5/3 3時	5.5	52.9	0.02842	
'18/5/6 14時～'18/5/7 21時	12.0	113.6	0.06109	
'18/5/8 9時～'18/5/9 5時	5.5	71.8	0.03858	
'18/5/13 6時～'18/5/13 21時	5.5	47.5	0.02551	
'18/5/18 20時～'18/5/19 3時	4.5	37.2	0.02002	
'18/6/5 12時～'18/6/6 1時	3.0	29.1	0.01566	
'18/6/8 12時～'18/6/8 19時	9.0	33.2	0.01784	
'18/6/11 12時～'18/6/11 16時	7.5	3.5	0.00187	
'18/6/18 23時～'18/6/20 18時	18.0	155.5	0.08359	
'18/6/23 3時～'18/6/23 12時	4.0	23.7	0.01276	
'18/6/29 11時～'18/6/29 16時	31.5	187.9	0.10101	
'18/6/30 3時～'18/6/30 15時	3.5	59.2	0.03184	
'18/7/2 12時～'18/7/4 5時	8.5	76.2	0.04097	
'18/7/5 0時～'18/7/7 18時	38.5	256.4	0.13783	
'18/7/7 23時～'18/7/8 7時	11.0	77.0	0.04138	
'18/7/29 6時～'18/7/29 14時	2.5	6.4	0.00342	
'18/7/29 19時～'18/7/30 17時	3.5	8.5	0.00456	
'18/8/6 2時～'18/8/7 17時	66.5	304.4	0.16365	計画降雨規模超過のため除外
'18/8/14 23時～'18/8/16 1時	5.0	25.8	0.01390	
'18/8/21 17時～'18/8/22 13時	7.5	27.8	0.01493	
'18/8/22 20時～'18/8/24 0時	8.5	86.0	0.04625	
'18/9/2 14時～'18/9/2 16時	11.0	43.4	0.02333	
'18/9/3 23時～'18/9/4 17時	16.0	97.2	0.05227	
'18/9/7 21時～'18/9/8 0時	5.0	28.2	0.01514	
'18/9/8 4時～'18/9/10 7時	30.5	198.7	0.10682	
'18/9/20 3時～'18/9/20 22時	6.5	36.7	0.01970	
'18/9/21 19時～'18/9/22 9時	5.5	54.6	0.02935	
'18/9/29 20時～'18/10/1 4時	27.0	147.2	0.07913	
'18/10/4 20時～'18/10/6 11時	14.0	109.4	0.05880	
'18/11/12 12時～'18/11/13 5時	4.0	12.9	0.00695	
'18/11/22 1時～'18/11/22 8時	3.5	2.1	0.00114	

### 1.2.5. 雨量及び雨水流入高のグラフ化と時間最大浸入率の算定

前項で算出した1時間雨量最大値及び雨水流入高時間最大値を散布図でグラフ化するとともに、直線回帰式の近似曲線を追加表示させ、併せて近似曲線の数式を表示させる。この算式に示される傾き（図 1.4 の赤線部）が時間最大浸入率となる。

また、浸入率の算定に当たっては、下水道施設計画・設計指針と解説、前編 P244 で「5年～10年の確率年で確率雨量を計算するための降雨資料は、各年最大値を対象に収集し、収集期間は少なくとも20年なるべく40年以上が望ましい。」と記されていることから、有効なサンプル数は20以上が望ましい。

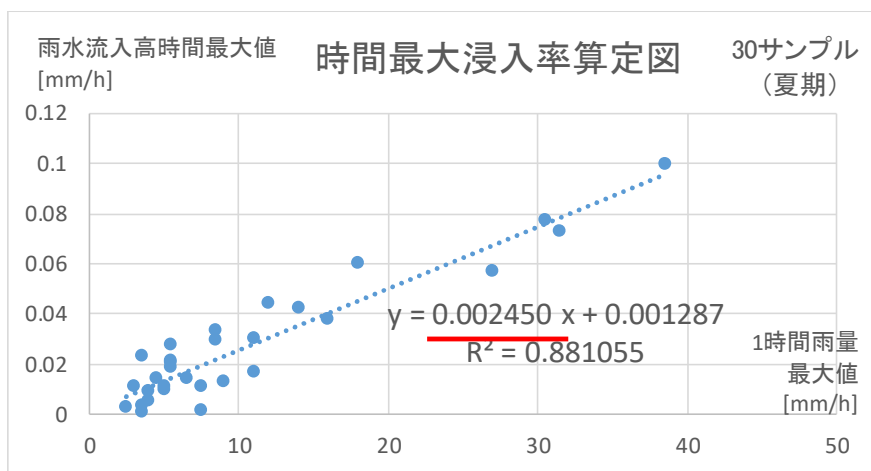


図 1.4 時間最大浸入率算定図



### 1.3 浸入率のまとめ

#### (1) 現況浸入率

現況の浸入率は、前項の算定結果より、日最大浸入率 0.52%、時間最大浸入率 0.25%である。

#### (2) モデル地区の浸入率

モデル地区は、同処理区内で排水設備の誤接続がないことが確認され、マンホール蓋の密閉化及び公共柵・取付管・下水道本管の修繕等、発生源対策が完了した〇〇地区(約 32ha)とした。

モデル地区における夏期の流量調査(8月～10月)結果に基づく浸入率は、日最大浸入率 0.38%、時間最大浸入率 0.18%であった。

#### (3) 目標浸入率

目標浸入率は、モデル地区の浸入率を 0.05%単位で丸め、日最大浸入率 0.40%、時間最大浸入率 0.20%と設定する。

#### (4) まとめ

以上、浸入率を表 1.9 のとおりとりまとめる。

表 1.9 浸入率のまとめ

	現況浸入率 (令和〇〇年度)	モデル地区 の浸入率	目標浸入率	【参考】 浸入を最小限度と する措置が講ぜら れた場合の浸入率
日最大	0.52%	0.38%	0.40%	0.30%
時間最大	0.25%	0.18%	0.20%	0.10%

## 1.4 雨天時浸入地下水量の設定

### 1.4.1. 雨天時浸入地下水量の算定条件

雨天時浸入地下水量の算定条件は、表 1.10 に示すとおりである。

表 1.10 雨天時浸入地下水量算定条件一覧

大項目	細目	設定値等
計画降雨	日最大	5年確率降雨（河川計画） $I = 648.1 / (t^{0.65} + 3.06)$ 24時間雨量 134mm/日 ※〇〇県小河川向け降雨強度式（△△地区）を採用
	時間最大	5年確率降雨（下水道計画） $I = 3,740 / (t + 25)$ 1時間雨量 44mm/h ※同処理区内には7年確率降雨を採用する地区もあるが、対象区域面積の大きい5年確率降雨を採用した。
目標浸入率	日最大	0.40%
	時間最大	0.20%
処理面積		186ha

#### 1.4.2. 浸入水量原単位の設定

面積 1ha 当たりの浸入水量原単位は次の式より設定する。

##### 【日最大の基本式】

$$\begin{aligned} \text{日最大雨水流入高 [mm/日]} &= \text{日最大の浸入率} \\ &\quad \times \text{降雨強度式から算出する 24 時間雨量 [mm/日]} \\ \text{日最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/日/ha]} &= \text{日最大雨水流入高 [mm/日]} \div 1000 [\text{m/mm}] \\ &\quad \times 100^2 [\text{m}^2\text{/ha}] \end{aligned}$$

##### 【時間最大の基本式】

$$\begin{aligned} \text{時間最大雨水流入高 [mm/h]} &= \text{時間最大の浸入率} \\ &\quad \times \text{降雨強度式から算出する 60 分雨量 [mm/h]} \\ \text{時間最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/s/ha]} &= \text{時間最大雨水流入高 [mm/h]} \div 1000 [\text{m/mm}] \\ &\quad \div 60^2 [\text{s/h}] \times 100^2 [\text{m}^2\text{/ha}] \end{aligned}$$

##### 【日最大】

$$\begin{aligned} \text{日最大雨水流入高 [mm/日]} &= 0.0040 \times 134 \\ &= 0.53640 \\ \text{日最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/日/ha]} &= 0.53640 \div 1000 \times 100^2 \\ &= 5.3600 \end{aligned}$$

##### 【時間最大】

$$\begin{aligned} \text{時間最大雨水流入高 [mm/h]} &= 0.0020 \times 44 \\ &= 0.088000 \\ \text{時間最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/s/ha]} &= 0.088000 \div 1000 \div 60^2 \times 100^2 \\ &= 0.00024444 \end{aligned}$$

#### 1.4.3. 雨天時浸入地下水量の算定

雨天時浸入地下水量は、浸入水量原単位に処理面積を乗じて次のとおり算定される。なお、算定対象地点は、処理場施設とした。

$$\begin{aligned} \text{日最大雨天時浸入地下水量 [m}^3\text{/日]} &= \text{日最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/日/ha]} \\ &\quad \times \text{処理面積 [ha]} \\ &= 5.3600 \times 186 = 997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{時間最大雨天時浸入地下水量 [m}^3\text{/s]} &= \text{時間最大浸入水量原単位 [m}^3\text{/s/ha]} \\ &\quad \times \text{処理面積 [ha]} \\ &= 0.00024444 \times 186 = 0.0455 \end{aligned}$$

## 1.5 雨天時計画汚水量

分流式下水道の雨天時計画汚水量は、以下より算定する。

$$\text{分流式下水道の雨天時計画汚水量} = \text{計画汚水量} + \text{雨天時浸入地下水量}$$

### 【日最大】

$$\begin{aligned} \text{雨天時計画汚水量 (m}^3/\text{日)} &= 1,310 + 997 \\ &= 2,307 \quad \approx 2,310 \text{ (現計画比、1.76 倍)} \end{aligned}$$

### 【時間最大】

$$\begin{aligned} \text{雨天時計画汚水量 (m}^3/\text{s)} &= 0.0289 + 0.0455 \\ &= 0.0744 \text{ (現計画比、2.57 倍)} \end{aligned}$$

実績の浸入率等による算出結果を含め、表 1.11 に雨天時計画汚水量の算定結果を示す。

表 1.11 雨天時計画汚水量のとりまとめ

浸入率の区分	水量の区分	浸入率	計画汚水量	雨天時浸入地下水量	雨天時計画汚水量
目標	日最大(m <sup>3</sup> /日)	0.40%	1,310	997	2,307
	時間最大(m <sup>3</sup> /s)	0.20%	0.0289	0.0455	0.0744
			2,500	3,931	6,431
実績	日最大(m <sup>3</sup> /日)	0.52%		1,296	2,606
	時間最大(m <sup>3</sup> /s)	0.25%		0.0568	0.0857
				4,908	7,408
【参考】	日最大(m <sup>3</sup> /日)	0.30%		748	2,058
	時間最大(m <sup>3</sup> /s)	0.10%		0.0227	0.0516
				1,961	4,461

※参考は、浸入を最小限度とする措置が講ぜられた場合

## 2. 雨天時計画汚水量に対する能力の確認

### 2.1 管路施設の能力確認

以下に管路施設に対する能力確認例を示す。

既存の流量計算書を基に雨天時地下浸入水量を見込んだ雨天時計画汚水量に対し既設管能力がどの程度あるかについて、右端に各管渠ごとに以下に示す余裕率の算定を行った。

$$\cdot \text{余裕率 (\%)} = (\text{計画下水管渠流量} - \text{総水量}) \div \text{計画下水管渠流量}$$

流量計算書は以下に示すとおりであり、主要管きょ約 5,500m のうち 3 路線 265m が能力不足であった。

流量計算書 (1/4)

管渠記号	管渠記号 下流側	排水面積		延長		流達時間 min	追加部分 雨天時浸入地下水水量		汚水流出量				その他水量		総水量 (汚水) m <sup>3</sup> /s	追加部分		計画下水管渠							追加部分							
		各線 ha	追加 ha	各線 m	最長 m		ha当り 浸入水量 m <sup>3</sup> /s/ha	浸入 水量 m <sup>3</sup> /s	人口 密度 人/ha	人口		汚水量 m <sup>3</sup> /s	各線 m <sup>3</sup> /s	追加 m <sup>3</sup> /s		雨天時 計画汚水量 m <sup>3</sup> /s	断面 mm	勾配 ‰	流速 m/s	流量 m <sup>3</sup> /s	地盤高 m	管底高 m	土被 m	備考	管渠 余裕率 (%)	能力 チェック						
										各線	追加																汚水量					
		ha	ha	m	m		m <sup>3</sup> /s/ha	m <sup>3</sup> /s	人/ha	人	人	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s		m <sup>3</sup> /s	mm	‰	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m									
20-1		31.32	31.32	5	1475	0.00024	0.0075				0.0050			0.0125	0.0125	○ 200	3.00	0.743	0.0234											87	○	
20-2		0.63	31.95	80	1555	0.00024	0.0077				0.0051			0.0128	0.0128	○ 200	3.00	0.743	0.0234										83	○		
20-3		0.47	32.42	70	1625	0.00024	0.0078				0.0052			0.0130	0.0130	○ 200	3.00	0.743	0.0234										80	○		
21-1		2.13	34.55	50	1675	0.00024	0.0083				0.0055			0.0138	0.0138	○ 200	3.00	0.743	0.0234											69	○	
21-2		0.35	34.90	65	1740	0.00024	0.0084				0.0056			0.0140	0.0140	○ 200	3.00	0.743	0.0234											68	○	
22		7.66	42.56	95	1835	0.00024	0.0102				0.0088			0.0170	0.0170	○ 200	3.00	0.743	0.0234											37	○	
23-1		1.22	43.78	75	1910	0.00024	0.0105				0.0070			0.0175	0.0175	○ 200	3.00	0.743	0.0234											34	○	
23-2		0.92	44.70	85	1995	0.00024	0.0107				0.0072			0.0179	0.0179	○ 200	3.00	0.743	0.0234												31	○
24		1.70	46.40	33	2028	0.00024	0.0111				0.0074			0.0186	0.0186	○ 200	3.00	0.743	0.0234												26	○
25-1		0.38	46.78	62	2090	0.00024	0.0112				0.0075			0.0187	0.0187	○ 200	3.00	0.743	0.0234												25	○
25-2	26	1.63	48.41	75	2165	0.00024	0.0116				0.0077			0.0194	0.0194	○ 200	3.00	0.743	0.0234												21	○
314-15		20.10	20.10	55	949	0.00024	0.0048				0.0032			0.0080	0.0080	○ 150	24.70	1.761	0.0311												287	○
26		0.65	69.16	140	2305	0.00024	0.0166				0.0111			0.0277	0.0277	○ 200	3.00	0.743	0.0234												-15	×
27-1		0.46	69.62	50	2355	0.00024	0.0167				0.0111			0.0278	0.0278	○ 250	4.50	0.813	0.0399												43	○
27-2		1.79	71.41	5	2360	0.00024	0.0171				0.0114			0.0286	0.0286	○ 250	4.50	0.813	0.0399												40	○
28		9.70	81.11	25	2385	0.00024	0.0195				0.0130			0.0324	0.0324	○ 250	4.50	0.813	0.0399												23	○
29		11.16	92.27	65	2450	0.00024	0.0221				0.0148			0.0369	0.0369	○ 250	4.50	0.813	0.0399												8	○
30-1			92.27	10	2460	0.00024	0.0221				0.0148			0.0369	0.0369	○ 250	4.50	0.813	0.0399												8	○
30-2		0.41	92.68	20	2480	0.00024	0.0222				0.0148			0.0371	0.0371	○ 250	4.50	0.813	0.0399												8	○

流量計算書 (2/4)

管渠記号	管渠記号 下流側	排水面積		延長		流達時間 min	追加部分 雨天時浸入地下水量		汚水流出量			追加部分		※ha当たり汚水量の代表値: 0.00016 m <sup>3</sup> /s・ha							追加部分						
		各線	追加	各線	最長		ha当り 浸入水量 m <sup>3</sup> /s/ha	浸入 水量 m <sup>3</sup> /s	人口 密度 人/ha	人口		汚水量 m <sup>3</sup> /s	その他水量		総水量 (汚水) m <sup>3</sup> /s	雨天時 計画汚水量 m <sup>3</sup> /s	計画下水管渠							備考	管渠 余裕率 (%)	能力 チェック	
										各線	追加		各線	追加			各線	追加	各線	追加	断面	勾配	流速				流量
		ha	ha	m	m		m <sup>3</sup> /s/ha	m <sup>3</sup> /s	人/ha	人	人	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	mm	‰	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m				
31		1.85	94.53	70	2550	0.00024	0.0227			0.0151			0.0378	0.0378	○ 250	4.50	0.813	0.0399								6	○
32		1.81	96.34	110	2660	0.00024	0.0231			0.0154			0.0385	0.0385	○ 250	4.50	0.813	0.0399								4	○
33		3.56	99.90	125	2785	0.00024	0.0240			0.0160			0.0400	0.0400	○ 250	4.50	0.813	0.0399								-0.15	×
34		4.48	104.38	60	2845	0.00024	0.0251			0.0167			0.0418	0.0418	○ 300	4.00	0.865	0.0612								47	○
35		1.36	105.74	20	2865	0.00024	0.0254			0.0169			0.0423	0.0423	○ 300	4.00	0.865	0.0612								45	○
36		5.58	111.32	50	2915	0.00024	0.0267			0.0178			0.0445	0.0445	○ 300	4.00	0.865	0.0612								37	○
37		1.75	113.07	85	3000	0.00024	0.0271			0.0181			0.0452	0.0452	○ 300	4.00	0.865	0.0612								35	○
38-1		1.43	114.50	27	3027	0.00024	0.0275			0.0183			0.0458	0.0458	○ 300	4.00	0.865	0.0612								34	○
38-2			114.50	13	3040	0.00024	0.0275			0.0183			0.0458	0.0458	○ 300	4.00	0.865	0.0612								34	○
39-1		0.30	114.80	45	3085	0.00024	0.0276			0.0184			0.0459	0.0459	○ 300	4.00	0.865	0.0612								33	○
39-2		0.43	115.23	60	3145	0.00024	0.0277			0.0184			0.0461	0.0461	○ 300	4.00	0.865	0.0612								33	○
40		1.85	117.08	85	3230	0.00024	0.0281			0.0187			0.0468	0.0468	○ 300	4.00	0.865	0.0612								31	○
41		1.85	118.93	285	3515	0.00024	0.0285			0.0190			0.0476	0.0476	○ 300	4.00	0.865	0.0612								29	○
42-1		0.68	119.61	130	3645	0.00024	0.0287			0.0191			0.0478	0.0478	○ 300	4.00	0.865	0.0612								28	○
42-2		0.84	120.45	100	3745	0.00024	0.0289			0.0193			0.0482	0.0482	○ 300	4.00	0.865	0.0612								27	○
43		7.79	128.24	20	3765	0.00024	0.0308			0.0205			0.0513	0.0513	○ 300	4.00	0.865	0.0612								19	○
44		0.46	128.70	20	3785	0.00024	0.0309			0.0206			0.0515	0.0515	○ 300	4.00	0.865	0.0612								19	○
45		0.68	129.38	45	3830	0.00024	0.0311			0.0207			0.0518	0.0518	○ 300	4.00	0.865	0.0612								18	○
46		2.27	131.65	30	3860	0.00024	0.0316			0.0211			0.0527	0.0527	○ 300	4.00	0.865	0.0612								16	○
47		1.88	133.53	210	4070	0.00024	0.0320			0.0214			0.0534	0.0534	○ 300	4.00	0.865	0.0612								15	○

流量計算書 (3/4)

管渠記号	下流側 管渠記号	排水面積		延長		流達時間 min	追加部分 雨天時浸入地下水水量		汚水流出量				その他水量		追加部分		計画下水管渠							追加部分	
		各線 ha	追加 ha	各線 m	最長 m		ha当り 浸入水量 m³/s/ha	浸入 水量 m³/s	人口 密度 人/ha	人口		汚水量 m³/s	総水量 (汚水) m³/s		雨天時 計画汚水量 m³/s	断面 mm	勾配 ‰	流速 m/s	流量 m³/s	地盤高 m	管底高 m	土被 m	備考	管渠 余裕率 (%)	能力 チェック
										各線	追加		各線	追加											
		ha	ha	m	m		m³/s/ha	m³/s	人/ha	人	人	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	mm	‰	m/s	m³/s	m	m	m		(%)	
48		2.18	135.71	40	4110	0.00024	0.0326				0.0217		0.0543	0.0543	○ 300	4.00	0.865	0.0612						13	○
49	T		135.71	50	4160	0.00024	0.0326				0.0217		0.0543	0.0543	○ 300	4.00	0.865	0.0612						13	○
51		20.30	20.30	48	1138	0.00024	0.0049				0.0032		0.0081	0.0081	○ 150	11.00	1.175	0.0208						156	○
52		7.82	28.12	18	1156	0.00024	0.0067				0.0045		0.0112	0.0112	○ 150	11.00	1.175	0.0208						85	○
53		7.84	35.96	28	1184	0.00024	0.0086				0.0058		0.0144	0.0144	○ 150	11.00	1.175	0.0208						45	○
54		0.14	36.10	40	1224	0.00024	0.0087				0.0058		0.0144	0.0144	○ 150	11.00	1.175	0.0208						44	○
55		0.46	36.56	140	1364	0.00024	0.0088				0.0058		0.0146	0.0146	○ 150	11.00	1.175	0.0208						42	○
56		3.73	40.29	30	1394	0.00024	0.0097				0.0064		0.0161	0.0161	○ 150	11.00	1.175	0.0208						29	○
57-1		0.49	40.78	164	1558	0.00024	0.0098				0.0065		0.0163	0.0163	○ 150	11.00	1.175	0.0208						28	○
57-2		0.35	41.13	83	1641	0.00024	0.0099				0.0066		0.0165	0.0165	○ 150	11.00	1.175	0.0208						26	○
58-1		0.27	41.40	45	1686	0.00024	0.0099				0.0066		0.0166	0.0166	○ 150	11.00	1.175	0.0208						26	○
58-2		0.93	42.33	48	1734	0.00024	0.0102				0.0068		0.0169	0.0169	○ 150	11.00	1.175	0.0208						23	○
58-3		1.09	43.42	45	1779	0.00024	0.0104				0.0069		0.0174	0.0174	○ 150	11.00	1.175	0.0208						20	○
59			43.42	285	2064	0.00024	0.0104				0.0069		0.0174	0.0174	○ 150	11.00	1.175	0.0208						20	○
60		2.32	45.74	74	2138	0.00024	0.0110				0.0073		0.0183	0.0183	○ 200	3.00	0.743	0.0234						28	○
61			45.74	108	2246	0.00024	0.0110				0.0073		0.0183	0.0183	○ 200	3.00	0.743	0.0234						28	○
62			45.74	185	2431	0.00024	0.0110				0.0073		0.0183	0.0183	○ 200	3.00	0.743	0.0234						28	○
63			45.74	38	2469	0.00024	0.0110				0.0073		0.0183	0.0183	○ 200	3.00	0.743	0.0234						28	○
64		0.77	46.51	97	2566	0.00024	0.0112				0.0074		0.0186	0.0186	○ 200	3.00	0.743	0.0234						26	○



流量計算書 (4/4)

管渠記号	管渠記号 下流側	排水面積		延長		流達時間 min	追加部分 雨天時浸入地下水量		汚水流出量				その他水量		追加部分		※ha当たり汚水量の代表値: 0.00016 m <sup>3</sup> /s・ha							追加部分							
		各線	追加	各線	最長		ha当り 浸入水量 m <sup>3</sup> /s・ha	浸入 水量 m <sup>3</sup> /s	人口 密度 人/ha	人口		汚水量 m <sup>3</sup> /s	各線	追加	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	雨天時 計画汚水量 m <sup>3</sup> /s	計画下水管渠							備考	管渠 余裕率 (%)	能力 チェック				
										各線	追加							断面	勾配	流速	流量	地盤高	管底高	土被							
		ha	ha	m	m		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	人/ha	人	人	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	mm	‰	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m							
65			46.51	146	2712	0.00024	0.0112				0.0074			0.0186	0.0186	○ 201	3.00	0.743	0.0234										26	○	
66			46.51	206	2918	0.00024	0.0112				0.0074			0.0186	0.0186	○ 200	3.00	0.743	0.0234										26	○	
67		0.25	46.76	67	2985	0.00024	0.0112				0.0075			0.0187	0.0187	○ 200	3.00	0.743	0.0234										25	○	
68		0.27	47.03	77	3062	0.00024	0.0113				0.0075			0.0188	0.0188	○ 200	3.00	0.743	0.0234										24	○	
69		0.26	47.29	52	3114	0.00024	0.0113				0.0076			0.0189	0.0189	○ 200	3.00	0.743	0.0234										24	○	
70		0.25	47.54	70	3184	0.00024	0.0114				0.0076			0.0190	0.0190	○ 200	3.00	0.743	0.0234										23	○	
71		0.10	47.64	74	3258	0.00024	0.0114				0.0076			0.0191	0.0191	○ 200	3.00	0.743	0.0234										23	○	
72			47.64	93	3351	0.00024	0.0114				0.0076			0.0191	0.0191	○ 200	3.00	0.743	0.0234										23	○	
73		0.29	47.93	109	3460	0.00024	0.0115				0.0077			0.0192	0.0192	○ 200	3.00	0.743	0.0234										22	○	
74		0.86	48.79	56	3516	0.00024	0.0117				0.0078			0.0195	0.0195	○ 200	3.00	0.743	0.0234										20	○	
75		0.18	48.97	33	3549	0.00024	0.0118				0.0078			0.0196	0.0196	○ 200	3.00	0.743	0.0234										19	○	
76-1			48.97	25	3574	0.00024	0.0118				0.0078			0.0196	0.0196	○ 200	3.00	0.743	0.0234										19	○	
76-2		0.08	49.05	27	3601	0.00024	0.0118				0.0078			0.0196	0.0196	○ 200	3.00	0.743	0.0234										19	○	
77		0.40	49.45	40	3641	0.00024	0.0119				0.0079			0.0198	0.0198	○ 200	3.00	0.743	0.0234										18	○	
78		0.14	49.59	37	3678	0.00024	0.0119				0.0079			0.0198	0.0198	○ 200	3.00	0.743	0.0234										18	○	
79			49.59	98	3776	0.00024	0.0119				0.0079			0.0198	0.0198	○ 200	3.00	0.743	0.0234										18	○	
80		0.24	49.83	45	3821	0.00024	0.0120				0.0080			0.0199	0.0199	○ 200	3.00	0.743	0.0234										17	○	
T	STP	0.36	185.90	0	4160	0.00024	0.0446				0.0297			0.0744	0.0744	○ 300	4.00	0.865	0.0612										-18	×	
		○○浄化センターへ																													

## 2.2 処理施設の能力確認

以下に水処理施設に対する能力確認例を示す。

雨天時計画汚水量に対する容量計算を行い、以下の不足が確認できた。

- ・主ポンプの揚水能力が不足する。
- ・HRTが不足するため、水処理に流入させられない過剰水量が発生する。

### 設計条件

項目	記号	事業計画	雨天時浸入地下水量を考慮した検算
(1) 計画汚水量			
日平均汚水量		910 m <sup>3</sup> /日	910 m <sup>3</sup> /日
日最大汚水量		1,310 m <sup>3</sup> /日	1,310 m <sup>3</sup> /日
時間最大汚水量		2,500 m <sup>3</sup> /日	2,500 m <sup>3</sup> /日
雨天時計画汚水量			上記水量を含む
日最大汚水量			2,310 m <sup>3</sup> /日
時間最大汚水量			6,430 m <sup>3</sup> /日
(2) 流入水質及び放流水質			
流入BOD		180 mg/L	180 mg/L
放流BOD		15 mg/L	15 mg/L
排除方式			

### 施設容量計算

#### a) 流入管渠

項目	記号	事業計画			雨天時浸入地下水量を考慮した検算				
計画地盤高		T.P	+7.200		T.P	+7.200			
管底高		T.P	-0.900		T.P	-0.900			
管径		φ	200 mm		φ	200 mm			
勾配			3.00 ‰			3.00 ‰			
満管流速			0.74 m/秒			0.74 m/秒			
満管流量			0.234 m <sup>3</sup> /秒			0.23 m <sup>3</sup> /秒			
各流量時における水深及び水位			日平均	日最大	時間最大		日平均	日最大	時間最大
	計画流量 (m <sup>3</sup> /秒)		0.019	0.022	0.029	計画流量 (m <sup>3</sup> /秒)	0.015	0.018	0.027
	流量比		0.079	0.096	0.124	流量比	0.063	0.077	0.117
	水深比		0.308	0.340	0.422	水深比	0.281	0.310	0.388
	流速比		0.787	0.830	0.926	流速比	0.750	0.790	0.889
	実流速 (m/秒)		0.585	0.617	0.688	実流速 (m/秒)	0.557	0.587	0.661
	水深 (m)		0.062	0.068	0.084	水深 (m)	0.056	0.062	0.078
	水位高 (m)		-0.838	-0.832	-0.816	水位高 (m)	-0.844	-0.838	-0.822
			≒ -0.840	≒ -0.840	≒ -0.820		≒ -0.850	≒ -0.840	≒ -0.830

b) 主ポンプ設備

項目	記号	事業計画	雨天時浸入地下水量を考慮した検算
計画下水量 (時間最大) 雨天時計画下水量(時間最大)		2,500 m <sup>3</sup> /日 = 1.7 m <sup>3</sup> /分 = 0.029 m <sup>3</sup> /秒	2,500 m <sup>3</sup> /日 = 1.7 m <sup>3</sup> /分 = 0.029 m <sup>3</sup> /秒 6,430 m <sup>3</sup> /日 = 4.5 m <sup>3</sup> /分 = 0.074 m <sup>3</sup> /秒
ポンプ型式		水中汚水ポンプ	水中汚水ポンプ
ポンプ容量及び台数		0.9 m <sup>3</sup> /分 × 3 台 (内1台予備)	0.9 m <sup>3</sup> /分 × 3 台 (内1台予備)
ポンプ口径		$D = 146 \sqrt{\frac{0.9}{1.5 \sim 3.0}} = 80 \sim 113 \text{ mm}$ → φ 100 mm	$D = 146 \sqrt{\frac{0.9}{1.5 \sim 3.0}} = 80 \sim 113 \text{ mm}$ → φ 100 mm
全揚程		H = 9 m	H = 9 m
軸動力		$P_s = 0.163 \cdot (r \cdot Q) \cdot H / \eta \cdot \alpha$ = 0.163 × (1.0 × 0.9) × 9 / 0.55 × 1.15 = 2.76 kW 定格出力 3.0 kW	$P_s = 0.163 \cdot (r \cdot Q) \cdot H / \eta \cdot \alpha$ = 0.163 × (1.0 × 0.9) × 9 / 0.55 × 1.15 = 2.76 kW 定格出力 3.0 kW
ポンプ仕様		口径100mm×0.9m <sup>3</sup> /分×9m×3kW×3台(内1台予備)	口径100mm×0.9m <sup>3</sup> /分×9m×3kW×3台(内1台予備)
検算 ポンプ容量			出力を2段階上げた場合の揚水可能量は次のとおりとなる。 $Q = P_s \cdot \eta / (0.163 \cdot r \cdot H \cdot \alpha)$ = 4.0 × 0.55 / (0.163 × 1.0 × 9 × 1.15) = 1.3 m <sup>3</sup> /分
不足量			不足量 4.5 m <sup>3</sup> /分 - 1.3 m <sup>3</sup> /分 × 3 = 0.57 m <sup>3</sup> /分 →配管類を変更しないよう高出力の機種へ更新しても水中ポンプを追加する必要がある。

c) オキシデーションディッチ

項目	記号	事業計画	雨天時浸入地下水量を考慮した検算
形式 処理方式 計画下水量 (日最大) 雨天時計画下水量 (日最大)	$Q_{DM}$ $Q_{RDM}$	円環状循環水路 オキシデーションディッチ $1,310 \text{ m}^3/\text{日} = 55 \text{ m}^3/\text{時}$	円環状循環水路 オキシデーションディッチ $1,310 \text{ m}^3/\text{日} = 55 \text{ m}^3/\text{時}$ $2,310 \text{ m}^3/\text{日} = 96 \text{ m}^3/\text{時}$
流入下水水質	$S_C$ $S_{SS}$	BOD : 180 mg/L SS : 180 mg/L	BOD : 180 mg/L SS : 180 mg/L
BOD-SS負荷	$L_{S1}$	$L_{S1} = 0.05 \text{ kgBOD/kgSS/日}$	$L_{S1} = 0.05 \text{ kgBOD/kgSS/日}$
MLSS濃度	$X'$	$X' = 4,000 \text{ m}^3/\text{日}$	$X' = 4,000 \text{ m}^3/\text{日}$
水理学的滞留時間	$T_1$	$T_1 = 24\text{時間} = 1.0\text{日}$ とする。	$T_1 = 24\text{時間} = 1.0\text{日}$ とする。
所要容量	$V_1$	$V_1 = T_1 \times Q_{DM} = 1,310 \text{ m}^3$	$V_1 = T_1 \times Q_{DM} = 1,310 \text{ m}^3$
構造寸法		幅 4.0 m × 長 82 m × 深 2.5 m × 2 池	幅 4.0 m × 長 82 m × 深 2.5 m × 2 池
有効容量	$V_2$	$V_2 = (4.0 \times 2.5 - 0.3 \times 0.3) \times 82 \text{m} \times 2 \text{池}$ $= 1,625 \text{ m}^3$	$V_2 = (4.0 \times 2.5 - 0.3 \times 0.3) \times 82 \text{m} \times 2 \text{池}$ $= 1,625 \text{ m}^3$
検討 水理学的滞留時間 BOD-SS負荷	$T_2$ $L_{S2}$	$T_2 = V_2 \div 24 \div Q_{DM} = 29.8 \text{ 時間}$ $L_{S2} = (Q_{DM} \times S_C) \div (V_2 \times X')$ $= 0.04 \text{ kgBOD/kgSS/日}$	$T_2 = V_2 \div 24 \div Q_{RDM} = 16.9 \text{ 時間}$ $L_{S2} = (Q_{RDM} \times S_C) \div (V_2 \times X')$ $= 0.06 \text{ kgBOD/kgSS/日}$
返送汚泥濃度 汚泥返送比	$X_r$ $R_r$	$X_r = 8,000 \text{ mg/L}$ $X' = (X_r \times R_r) \div (R_r + 1)$ $R_r = 1.00$	$X_r = 8,000 \text{ mg/L}$ $X' = (X_r \times R_r) \div (R_r + 1)$ $R_r = 1.00$
汚泥日令	$A_s$	$A_s = (V_2 \times X') \div (Q_{DM} \times S_{SS}) = 27.6 \text{ 日}$	$A_s = (V_2 \times X') \div (Q_{RDM} \times S_{SS}) = 15.6 \text{ 日}$  →水理学的滞留時間が標準値24~36時間を下回る。 既存施設で標準値24時間を満足する流入可能性は $1,625 \text{ m}^3/\text{日}$ である。 したがって、 $685 \text{ m}^3/\text{日}$ が過剰量となる。

d) エアレーション装置

項目	記号	事業計画	雨天時浸入地下水量を考慮した検算
計画下水量 (日最大) 雨天時計画下水量 (日最大)	$Q_{DM}$ $Q_{RDM}$	$1,310 \text{ m}^3/\text{日}$	$1,310 \text{ m}^3/\text{日}$ $1,625 \text{ m}^3/\text{日}$ オキシデーションディッチの検算より再設定
流入下水水質	$S_C$ $S_{SS}$	BOD : 180 mg/L SS : 180 mg/L	BOD : 180 mg/L SS : 180 mg/L
必要酸素量	SOR	酸素供給量は、流入BODkg当たり $1.6 \text{ kg-O}_2$ とする。 $SOR = S_C \times Q_{DM} \times 10^{-3} \times 1.6$ $= 377 \text{ kgO}_2/\text{日}$ 以上	酸素供給量は、流入BODkg当たり $1.6 \text{ kg-O}_2$ とする。 $SOR = S_C \times Q_{DM} \times 10^{-3} \times 1.6$ $= 468 \text{ kgO}_2/\text{日}$ 以上
台数	N	2 池 × 2 台 = 4 台	2 池 × 2 台 = 4 台

e) 最終沈殿池

項目	記号	全体計画	事業計画
形式		放射流円形沈殿池	放射流円形沈殿池
計画下水量 (日最大)	$Q_{DM}$	1,310 m <sup>3</sup> /日	1,310 m <sup>3</sup> /日
雨天時計画下水量 (日最大)	$Q_{RDM}$		1,625 m <sup>3</sup> /日 (見直し後)
水面積負荷		8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日
所要水面積	$A_1$	$1,310 \div 8 = 164 \text{ m}^2$	$1,310 \div 8 = 164 \text{ m}^2$
有効水深	$H$	3.5 m とする。	3.5 m とする。
越流負荷		22 ~ 42 m <sup>3</sup> /m・日	22 ~ 42 m <sup>3</sup> /m・日
所要越流堰長	$L_1$	$1,310 \div 30 = 44 \text{ m}$	$1,310 \div 30 = 44 \text{ m}$
構造寸法		径 9.5 m × 深 3.5 m × 2 池	径 9.5 m × 深 3.5 m × 2 池
(水面積負荷)	$A_2$	$\pi \div 4 \times 9.5^2 \times 2 \text{ 池} = 142 \text{ m}^2$	$\pi \div 4 \times 9.5^2 \times 2 \text{ 池} = 142 \text{ m}^2$
(容量)	$V_2$	$142 \times 3.5 = 497 \text{ m}^3$	$142 \times 3.5 = 497 \text{ m}^3$
(越流堰長)		$(9.5 - 0.9) \times \pi \times 2 \text{ 池} = 54 \text{ m}$	$(9.5 - 0.9) \times \pi \times 2 \text{ 池} = 54 \text{ m}$
検討			
沈殿時間	$T_2$	$497 \text{ m}^3 \div 1,310 \times 24 = 9.1 \text{ 時間}$	$497 \text{ m}^3 \div 1,625 \times 24 = 7.3 \text{ 時間}$ (標準6~12時間)
水面積負荷		$1,310 \div 142 \text{ m}^2 = 9.2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$	$1,625 \div 142 \text{ m}^2 = 11.4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ (標準8~12m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日)
越流負荷		$1,310 \div 54 \text{ m} = 24 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{日}$	$1,625 \div 54 \text{ m} = 30 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{日}$ (標準25~30m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日) →沈殿時間、水面積負荷、越流負荷とも標準的な範囲内にある。

f) 塩素接触タンク

項目	記号	全体計画	事業計画
接触タンク			
計画下水量 (日最大)	$Q_{DM}$	1,310 m <sup>3</sup> /日 = 0.9 m <sup>3</sup> /分	1,310 m <sup>3</sup> /日 = 0.9 m <sup>3</sup> /分
雨天時計画下水量 (日最大)	$Q_{RDM}$		1,625 m <sup>3</sup> /日 = 1.1 m <sup>3</sup> /分 (見直し後)
接触時間	$T_1$	塩素接触タンクで 15 分	塩素接触タンクで 15 分
所要容量	$V_1$	$0.9 \times 15 = 14 \text{ m}^3$	$1.1 \times 15 = 17 \text{ m}^3$
構造寸法		幅 1.0 m × 深 0.65 m × 長 28.0 m (水路底ハンチ 0.2 m)	幅 1.0 m × 深 0.65 m × 長 28.0 m (水路底ハンチ 0.2 m)
(容量)	$V_2$	$(1.0 \times 0.65 - 0.2 \times 0.2) \times 28.0 = 17 \text{ m}^3$	$(1.0 \times 0.65 - 0.2 \times 0.2) \times 28.0 = 17 \text{ m}^3$
検討			
接触時間	$T_2$	$17 \div 0.9 = 19 \text{ 分}$	$17 \div 1.1 = 15 \text{ 分} \geq 15 \text{ 分}$
塩素注入設備			
形式		固形塩素剤注入方式	固形塩素剤注入方式
注入率		3 mg/L	3 mg/L
注入量		$1,310 \times 3 \times 10^{-3} / 0.7 = 5.6 \text{ L}$	$1,625 \times 3 \times 10^{-3} / 0.7 = 7.0 \text{ L}$
貯留タンク		7 ~ 14 日分貯留する。 $5.6 \times (7 \sim 14) = 39.2 \sim 78.4 \text{ L}$ → 60 kg × 1 基	7 ~ 14 日分貯留する。 $7.0 \times (7 \sim 14) = 49.0 \sim 98.0 \text{ L}$ → 60 kg × 1 基  →必要接触時間を満足し、貯留タンク容量も問題ない

### 3. 施設対策

#### 3.1 管路施設に対する対策の検討

管路施設について雨天時計画汚水量（時間最大）による能力確認を実施した結果、能力不足と判定された路線は3路線であった。この3路線はいずれも能力不足がわずかであり、老朽化も進んでいないことから経過観察することとし、老朽化の状況を踏まえストックマネジメントと連携して、能力を増強する。

当面の期間においては、経過観察を実施する。

#### 3.2 ポンプ施設に対する対策の検討

雨天時計画汚水量に対する既存主ポンプ施設の能力確認では、揚水能力の不足が明らかとなった。

そのため、既存ポンプの更新及び新規追加を行う。

・既存能力：1.7m<sup>3</sup>/分 → 更新後能力：4.5m<sup>3</sup>/分

なお、当面は、既存2台に対し能力増強を行う。

#### 3.3 処理場施設に対する対策の検討

雨天時計画汚水量に対する既存水処理施設の能力確認では、能力不足が明らかとなった。

そのため、過剰となる水量を貯留施設へ導水する。

対象水量は、容量計算の結果より685m<sup>3</sup>/日の1日分、685m<sup>3</sup>とする。

貯留施設は有効水深を3m、縦横比1：2と仮定し、表3.1に示すとおりW11m×L20.8m×H3m（=686.4m<sup>3</sup>）となる。

なお、対象施設は、処理場統廃合により現在は汚水中継ポンプ場として利用している△△ポンプ場の水処理施設を有効活用する。

表 3.1 対策施設規模のまとめ（処理場施設内貯留施設）

対象水量 (m <sup>3</sup> )	幅W (m)	長さL (m)	高さH (m)	容量V (m <sup>3</sup> )
685	11.0	20.8	3.0	686.4

#### 4. その他参考図書

雨天時浸入水対策計画を策定する際に、雨天時浸入水対策の基本方針、発生源対策、運転管理の各項目において、以下の図書を参考とした。

表 4.1 雨天時浸入水計画を策定するうえで参考とする図書

資料名	分流式下水道における 雨天時浸入水対策 計画策定マニュアル	不明水対策の手引き	分流式下水道における 雨天時増水対策計画 の手引き(案)
発行年	2009年3月	平成20年3月	平成15年3月
発刊所	下水道新技術機構	(社)全国上下水道 コンサルタント協会	下水道新技術機構
1. 雨天時浸入水対策 の基本方針	第3章 第1節 現状の把握 第3章 第2節 課題の整理		
2. 発生源対策	第4章 雨天時浸入水の原因 把握 第5章 第4節 雨天時増水対策(施設対策)手法と 効果の把握	2. 不明水調査	第5章 5.1 浸入水削減対策 の推進
3. 運転管理			第5章 5.2 施設の運転管理 における留意事項

※ 下記の資料については、発生源対策を実施するうえでの参考とした。

- ① 「下水道管路内流量・水質調査マニュアル (社) 全国上下水道コンサルタント協会、下水道管路内流量・水質調査技術専門委員会－平成 28 年 2 月－」
- ② 「事例ベースモデリング技術を用いた雨天時浸入水発生領域の絞り込みに関する技術マニュアル(案) 下水道新技術機構－2007 年 3 月－」
- ③ 「確率統計学ストキャスティック手法を用いた雨天時浸入水対策に関する技術マニュアル 下水道新技術機構－2018 年 3 月－」