

第3節 雨水排除計画

1. 雨水計画の策定

雨水計画策定フローを図3-3-1に示す。

雨水計画の策定手順としては、排水区域、降雨強度式及び流出係数を決定し、計画雨水量を算出する。その量に見合った下水道施設をどのように配置するかについて検討し、最後に、下水道施設の概算事業費を算出する。

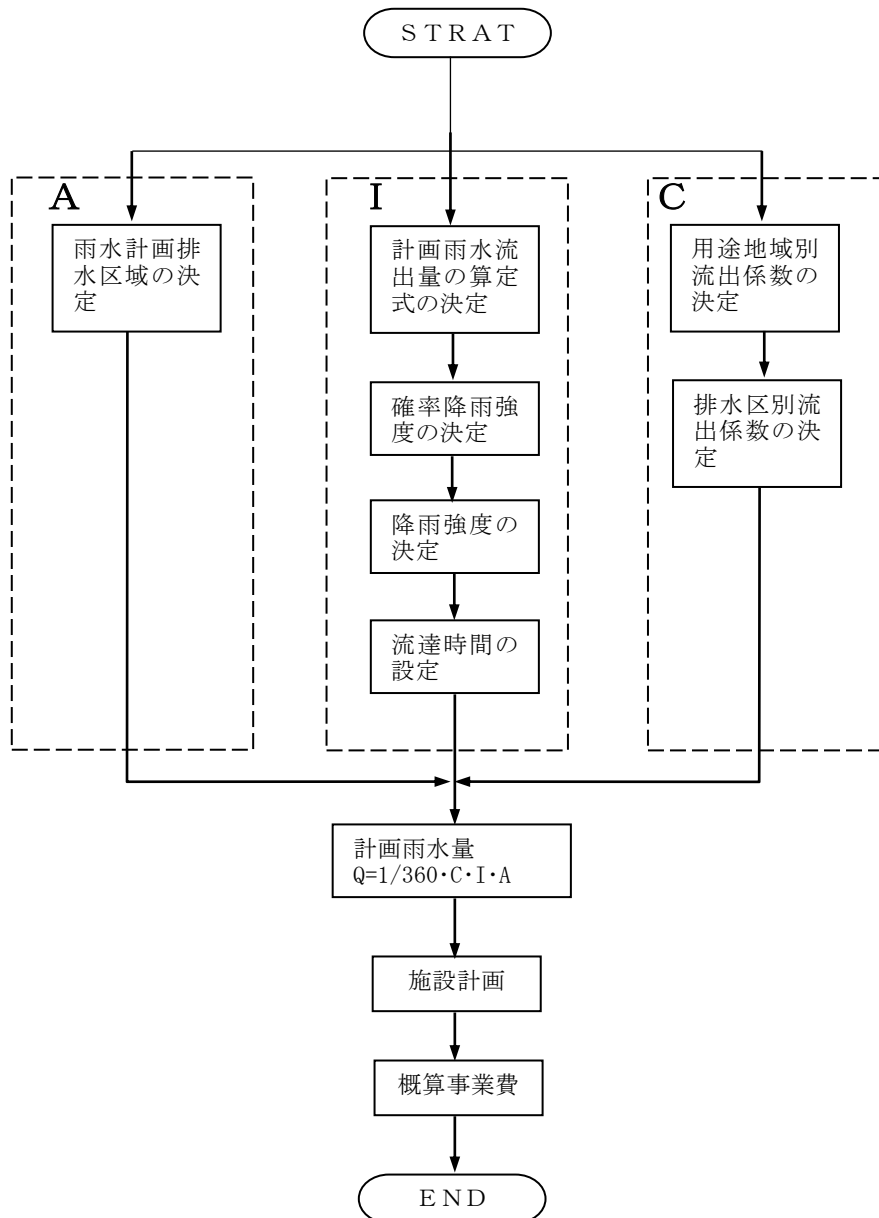


図3-3-1 雨水計画策定フロー

2. 排水区域の設定

全体計画区域を地形、河川及び在来水路の流域及び系統により吐口単位で排水可能な区域に分割することは極めて効果的で、かつ合理的である。従って、吐口単位の集水区域界を設定し、各々を排水区として扱うものとする。

なお、計画排水区外より地形的に雨水が流入する場合には、これらの区域を流入区域として取り扱った。

各排水区別の面積を以下に示す。

表3-3-1 排水区別面積

排水区域	面積 (ha)			放流先
	排水区	流入区域	計	
真木川第一排水区	55.90	2.75	58.65	真木川
真木川第二排水区	61.80	6.25	68.05	〃
谷口川第一排水区	76.10	1.55	77.65	谷口川
谷口川第二排水区	13.80	0.00	13.80	〃
中通川第一排水区	34.60	3.20	37.80	中通川
丘陵部計	242.20	13.75	255.95	
福岡南排水区	183.40	0.00	183.40	
福岡南第一排水区	15.40	0.00	15.40	
福岡南第二排水区	8.70	0.00	8.70	
大池排水区	59.80	0.00	59.80	
大池第二排水区	2.30	0.00	2.30	
谷口川第三排水区	3.90	0.00	3.90	
谷口川第四排水区	2.90	0.00	2.90	
谷口川第五排水区	16.50	0.00	16.50	
中通川第二排水区	6.90	0.00	6.90	
中通川第三排水区	10.90	0.00	10.90	
中通川第四排水区	2.30	0.00	2.30	
中通川第五排水区	3.00	0.00	3.00	
中通川第六排水区	3.40	0.00	3.40	
中通川第七排水区	9.30	0.00	9.30	
中通川第八排水区	10.00	0.00	10.00	
中通川第九排水区	10.40	0.00	10.40	
新鐘打落第一排水区	10.50	0.00	10.50	
新鐘打落第二排水区	10.30	0.00	10.30	
新鐘打落第三排水区	2.40	0.00	2.40	
川通左岸排水区	15.80	0.00	15.80	
川通右岸排水区	34.40	0.00	34.40	
丘陵部周辺地区計	422.50	0.00	422.50	
鬼怒川第一排水区	55.60	0.00	55.60	鬼怒川
鬼怒川第二排水区	23.40	0.00	23.40	〃
鬼怒川第三排水区	108.60	10.90	119.50	〃
小貝川第一排水区	51.80	(19.90)	51.80	小貝川
小貝川第二排水区	88.60	30.80	119.40	〃
小貝川第三排水区	26.80	65.10	91.90	〃
小貝川第四排水区	50.80	0.00	50.80	〃
小貝川第五排水区	5.70	0.00	5.70	〃
小貝川第六排水区	9.80	0.00	9.80	
小貝川第七排水区	4.00	0.00	4.00	
小貝川第八排水区	16.70	2.60	19.30	
寺畑排水区	64.80	0.00	64.80	
谷和原I.C南排水区	33.00	0.00	33.00	
旧谷和原村公下地区計	539.60	109.40	649.00	
合計	1,204.30	123.15	1,327.45	

※()内の数値は、開発予定地区である寺畑排水区の一部であり、地理的理由により小貝川第一排水区への流入が考えられる区域面積である。よって、開発終了までの間、小貝川第一排水区の流入区域として対応するものとする。

3. 計画雨水量

3-1. 最大雨水流出量

最大雨水流出量の算定は、原則として合理式によるものとする。

1) 合理式

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots\dots\dots (式 1-1)$$

ここで、Q：最大計画雨水流出量（・／s）

C：流出係数

I：降雨強度（mm／hr）＝ a / (tⁿ + b)

a, b, n：降雨強度式の定数

t：流達時間（min）

A：排水面積（ha）

合理式の特徴は次のとおりである。

- ① 流達時間に相当する時間内に降る平均雨量を降雨強度とするために、降雨継続時間が短いほど大であるという降雨特性を計算に入れられる。
- ② 合理式は、排水区最遠点からの雨滴が流達した場合、最大流出量になると仮定した計算方法であるが、降雨強度を左右する流達時間を正確に把握し得れば、かなり信頼性が高い。
- ③ 合理式における流出係数は、浸透・蒸発に関係する者のほか、排水区の特性としての凹地、側溝等での排水施設での雨水流出の停滞等の要素を含むべきものである。

3-2. 降雨強度公式

(1) 降雨強度公式の選定

合理式による雨水流出量の算定においては、降雨が排水区域の最遠点から懸案地点に流下するまでの時間、すなわち流達時間中の平均降雨強度が必要である。

これを得るため、任意継続時間に対応する降雨量を過去に観測した降雨資料から摘出して、それぞれ発生頻度を考慮して一つの曲線形で表現したものが降雨曲線式である。降雨曲線式には様々な研究があり、様々な式型が提案されているが、代表的なものとして次の4種を挙げることができる。

$$\textcircled{1} \quad I = \frac{a}{t + b} \quad (\text{タルボット型})$$

$$\textcircled{2} \quad I = \frac{a}{t^n} \quad (\text{シャーマン型})$$

$$\textcircled{3} \quad I = \frac{a}{\sqrt{t} \pm b} \quad (\text{久野・石黒型})$$

$$\textcircled{4} \quad I = \frac{a}{t^n + b} \quad (\text{クリーブランド型})$$

ここで、

I : 降雨強度 (mm/hr)

t : 降雨継続時間 (分)

a, b, n : 定数

通常の規模の下水道計画では、排水区自体があまり大きくないため、流達時間に相当する降雨継続時間が5～120分程度の短時間に適応したTalbot型を使用している。

降雨強度公式の定数決定の厳密な計算は、降雨継続時間として、5、10、20、60、120分から1個ずつ取り出し、最小二乗法にて式中の定数を決めるものであるが、資料が十分そろっていない場合が多いので、特定係数法によってもよいとされている。

特定係数法とは、10分間雨量と、60分間雨量のみで降雨強度曲線式を決める方法である。

特性法による計算式は次のとおりである。

$$I_N = \beta_N \cdot R_N$$

$$\beta_N^{10} = I_N^{10} / R_N^{10}$$

$$I_N = R_N \cdot \beta_N^{10} = R_N \cdot \frac{a'}{t + b}$$

$$a' = b + 60$$

$$b = (60 - 10\beta_N^{10}) / (\beta_N^{10} - 1)$$

ここに、 I_N : 降雨強度式 (mm/時)

β : 特性係数

R : 60分雨量

t : 降雨継続時間 (分)

添字 N はN年確率を示す。

(2) 確率計算法

確率計算法としては、トーマスプロット法、岩井法、ベーゼンプロット法などが用いられているが、いずれによっても、ほぼ等しい値を得ることができるので、最も簡易なトーマスプロットによるものが一般に用いられている。

$$P = \frac{J}{N+1}$$

ここに、P : トーマスプロット (超過確率)

J : 降雨強度順位

N : 資料個数

(3) 確率年降雨強度

確率年と超過確率の関係は次式で示される。

$$T_u = \frac{1}{m \cdot P(X_u)}$$

ここに、 T_u : 水文量 X_u に対応する確率年

$P(X_u)$: 水文量 X_u の超過確率

m : 試料の年間平均生起度数

$m = \frac{N}{t}$: t 年間の試料の中から抽出した試料の大きさ (N 個)

上式から、確率年 T_u に対応する超過確率 $P(X_u)$ が求まり、超過確率図より $P(X_u)$ に対応する 10 分及び 60 分降雨強度が求まる。

ここで、 m の値は、毎年最大値法であるから、 $N = t$ 、したがって $m = 1$ である。

確率年を 5 年、7 年、10 年としたときの $P(X_u)$ 、 I_{10}^{10} 、 I_{60}^{60} 、 β_{10}^{10} 、 b 、 a' 、 I_N^t を表 3-3-3 に示す。

このとき、降雨資料の整理方法として、毎年最大値法を用いていることから、確率念を 1 年増加させる（すなわち 5 年の場合は 6 年とする。）ことによって、資料不足による確率年値の減少を補完して超過確率を求めるものとする。

表 3-3-2 年最大雨量の順位

降雨継続時間 (分)	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
降雨強度 I	13.4	15.4	16.6	17.6	19.0	20.4	22.1	23.2	24.8	26.0	26.9	26.9	29.6
降雨量 R	13.4	15.6	16.9	17.9	19.4	20.9	22.6	23.8	25.4	26.6	27.5	27.5	30.2

※ $R = I \times t / 60$

(4) 降雨強度公式の決定

以下に、つくばみらい市公共下水道の降雨強度公式を示す。

表 3-3-3 降雨強度式（7年確率）

式 型	降 雨 強 度 式	備 考
タルボット型	$I_7 = 3,990 / t + 23$ $I_{60} = 48.1\text{mm}$	t : 降雨継続時間 (分)

3-3. 流出係数

流出係数は、降雨量と最大流出量との比で表されるが、この係数は極めて多くの因子（蒸発、浸透、遅滞等）を包含しているため、正確な算定は難しい。しかし、雨水流出量の増減を左右する重要な係数であるため、その値の採用には特別な配慮が必要となる。

流出係数は、工種別基礎流出係数と工種構成から、総括流出係数を求める。算定方法としては、計画区域内の用途地域別に代表的な地区をサンプルとして抽出し、各工種別に面積比率を算出し、工種別流出係数により各々の用途別基礎流出係数を求める。次に、排水区別に各用途地域の占める面積から、加重平均によって総括流出係数を求める。この過程は次の式で表される。

<流出係数算出式>

$$C = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

ここに、 C : 総括流出係数

C_i : i 工種の基礎流出係数

A_i : i 工種の総面積

m : 工種の数

工種別基礎流出係数の標準値を表 3-3-4、用途別総合流出係数の標準値を表 3-3-5、地区別流出係数標準値を表 3-3-6、アメリカ土木学会の流出係数を表 3-3-7 にそれぞれ示す。

表 3 - 3 - 4 工種別基礎流出係数標準値

工 種 別	流 出 係 数	工 種 別	流 出 係 数
屋 根	0.85~0.95	間 地	0.1~0.3
道 路	0.8~0.9	芝・授記の多い公園	0.05~0.25
その他の不透面	0.75~0.85	勾配の緩い山地	0.2~0.4
水 面	1.0	勾配の急な山地	0.4~0.6

表 3 - 3 - 5 用途別総合流出係数標準値

用 途 別	流 出 係 数
敷地内に間地が非常に少ない商業地域や類似の住宅地域	0.80
浸透面の野外作業場などの間地を若干持つ工場地域や庭が若干ある住宅地域	0.65
住宅公園団地などの中層住宅団地や1戸建て住宅の多い地域	0.50
庭園を多く持つ高級住宅地域や畑地などが割り合い残る郊外地域	0.35

表 3 - 3 - 6 地区別流出係数標準値

地 区 名	流 出 係 数	地 区 名	流 出 係 数
商 業 地 区	0.7~0.9	住 宅 地 区	0.3~0.5
工 業 地 区	0.4~0.6	公 園 地 区	0.1~0.2

表 3-3-7 アメリカ土木学会の流出係数

地域の用途別流出係数		工種別基礎流出係数	
商業地域	0.5~0.95	道路	0.7~0.95
下町	0.7~0.95	アスファルト	0.7~0.95
下町近接区域	0.5~0.7	コンクリート	0.8~0.95
住居地域	0.25~0.75	レンガ	0.7~0.85
1戸1家族の区域	0.3~0.5	歩道・駐車場	0.75~0.85
1戸多数家族で建物の離れている区域	0.4~0.6	屋根	0.75~0.95
1戸多数家族で建物の近接している区域	0.6~0.75	砂層土の芝生	0.05~0.2
アパート区域	0.5~0.7	勾配0~2%	0.05~0.1
工業地域	0.5~0.9	勾配2~7%	0.1~0.15
余り密集していない区域	0.5~0.8	勾配7%以上	0.15~0.2
密集している区域	0.6~0.9		
郊外	0.25~0.40		
緑地その他	0.1~0.4	緻密な芝生	0.13~0.35
公園・墓地	0.1~0.25	勾配0~2%	0.13~0.17
競技場	0.2~0.35	勾配2~7%	0.18~0.22
鉄道操車場	0.2~0.4	勾配7%以上	0.25~0.35
未改良区域	0.1~0.3		

以上の各用途地域の流出係数から、計画区域内の将来の発展を考慮して用途地域別基礎流出係数を表 3-3-8 のとおり決定する。

表 3-3-8 用途地域別基礎流出係数（採用値）

用途地域	住居系用途	準工業	工業地域	工業専用	未指定区域
流出係数	0.50	0.50	0.70	0.65	0.45

各排水区別の総合流出係数は、各排水区内の用途地域面積に表 3-3-8 の用途別基礎流出係数を乗じ、その加重平均値により算出する。各排水区の流出係数を表 3-3-9~表 3-3-10 に示す。

表3-3-9 排水區別流出係数

(上段：面積 (ha)，下段：面積×基礎流出係数)

排水区	種別	集水区域							
		住居系	準工業	工業系	計	調整	計	合計	採用値
		0.50	0.50	0.70		0.45			
福岡南排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	180.00	180.00	180.00	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	81.000	81.000	81.000	0.45
福岡南第一排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	15.40	15.40	15.40	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	6.930	6.930	6.930	0.45
福岡南第二排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	8.70	8.70	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	3.915	3.915	3.915	0.45
大池排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	59.80	59.80	59.80	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	26.910	26.910	26.910	0.45
谷口川第三排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	3.90	3.90	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.755	1.755	1.755	0.45
谷口川第四排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	2.90	2.90	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.305	1.305	1.305	0.45
谷口川第五排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	16.50	16.50	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	7.425	7.425	7.425	0.45
中通川第二排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	6.90	6.90	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	3.105	3.105	3.105	0.45
中通川第三排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	10.90	10.90	10.90	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.905	4.905	4.905	0.45
中通川第四排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	2.30	2.30	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.035	1.035	1.035	0.45
中通川第五排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.350	1.350	1.350	0.45
中通川第六排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	3.40	3.40	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.530	1.530	1.530	0.45
中通川第七排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	9.30	9.30	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.185	4.185	4.185	0.45
中通川第八排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.500	4.500	4.500	0.45
中通川第九排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	10.40	10.40	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.680	4.680	4.680	0.45
新鐘打落第一排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	10.50	10.50	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.725	4.725	4.725	0.45
新鐘打落第二排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	10.30	10.30	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.635	4.635	4.635	0.45
新鐘打落第三排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	2.40	2.40	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.080	1.080	1.080	0.45
川通左岸排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	15.80	15.80	15.80	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	7.110	7.110	7.110	0.45
川通右岸排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	34.40	34.40	34.40	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	15.480	15.480	15.480	0.45
丘陵部周辺地区計		0.00	0.00	0.00	0.00	416.80	416.80	416.80	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	187.560	187.560	187.560	0.45
鬼怒川第一排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	55.60	55.60	55.60	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	25.020	25.020	25.020	0.45
鬼怒川第二排水区		15.78	0.00	5.10	20.88	2.52	2.52	23.40	0.538
		7.890	0.000	3.570	11.460	1.134	1.134	12.594	0.55
鬼怒川第三排水区		90.00	15.00	0.00	105.00	3.60	3.60	108.60	0.498
		45.000	7.500	0.000	52.500	1.620	1.620	54.120	0.50
小貝川第一排水区		30.25	0.00	0.50	30.75	21.05	21.05	51.80	0.482
		15.125	0.000	0.350	15.475	9.473	9.473	24.948	0.50
小貝川第二排水区		41.32	0.00	0.00	41.32	47.28	47.28	88.60	0.473
		20.660	0.000	0.000	20.660	21.276	21.276	41.936	0.50
小貝川第三排水区		2.78	0.00	0.40	3.18	23.62	23.62	26.80	0.459
		1.390	0.000	0.280	1.670	10.629	10.629	12.299	0.50
小貝川第四排水区		20.17	0.00	6.60	26.77	24.03	24.03	50.80	0.502
		10.085	0.000	4.620	14.705	10.814	10.814	25.519	0.50
小貝川第五排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	5.70	5.70	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	2.565	2.565	2.565	0.45
小貝川第六排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	9.80	9.80	9.80	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	4.410	4.410	4.410	0.45
小貝川第七排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	1.800	1.800	1.800	0.45
小貝川第八排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	16.70	16.70	16.70	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	7.515	7.515	7.515	0.45
寺畑排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	64.80	64.80	64.80	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	29.160	29.160	29.160	0.45
谷和原I・C南排水区		0.00	0.00	0.00	0.00	33.00	33.00	33.00	0.450
		0.000	0.000	0.000	0.000	14.850	14.850	14.850	0.45
旧谷和原地区計		200.30	15.00	12.60	227.90	311.70	311.70	539.60	0.476
		100.150	7.500	8.820	116.470	140.265	140.265	256.735	0.50
合 計		200.30	15.00	12.60	227.90	728.50	728.50	956.40	0.465
		100.150	7.500	8.820	116.470	327.825	327.825	444.295	0.50

表 3-3-10 用途地域別基礎流出係数（採用値）

種 別		住居系	商業系	準工業系	公園	道路・鉄道	計	採用値
		0.45	0.60	0.50	0.15	0.80		
地区及び排水区	真木川排水区	115.20	18.00	20.00	14.50	74.50	242.20	0.555
	谷口川排水区	51.840	10.800	10.000	2.175	59.600	134.415	0.55
	中通川排水区							

※区域外流入区域の流出係数は0.35とする。

3-4. 流達時間

流達時間は、流入時間と流下時間の和であり、前者は最小単位排水区の斜面の特性を考慮して求め、後者は最上流管渠端から懸案地点までの距離を、計画流量に対応した流速で割って求める。

1) 流入時間

流入時間の標準値として、表 3-3-11 に示す値が慣用されているが、流入時間は最小単位排水区の斜面距離、勾配、遅滞係数によって変化する。

表 3-3-11 流入時間の標準値

わが国で一般的に用いられているもの				アメリカの土木学会	
人口密度が大きい地区	5分	幹線	5分	全舗装および下水道完備の密集地区	5分
人口密度が小さい地区	10分	枝線	7～10分	比較的勾配の小さい発展地区	10～15分
平均	7分			平地の住宅地区	20～30分

出典：「下水道施設計画・設計指針と解説」

本計画では、平均値を採用し 7分 とする。

2) 流下時間

流下時間（ t_2 ）は、以下の式に示すように、管渠区間毎の距離と計画断面の満管流速から求めた区間毎の流下時間を合計して求める。

$$t_2 = \sum \frac{L_i}{V_i}$$

ここで、：

t_2 ：流下時間（秒）

L_i ： i 番目の管渠延長（m）

V_i ： i 番目の管渠の満管流速（m/s）

3) 雨水管路計画

雨水管路は次の各項を考慮して定める。

(1) 管渠は原則として開渠とする。

(2) 管渠の断面形状及び勾配は、管渠内に土砂等の沈殿物が滞積しないように、適当な流速が確保されるよう定める。

流速は、最小 0.8m/s～最大 3.0m/s とする。

① 雨水幹線

雨水幹線については、河川水系、現況排水系統を考慮し、現況水路（水路敷地）を利用し路線を定めた。また、吐口は努めて既存吐き口位置とした。

表 3-3-12 主要な雨水管渠（雨水幹線）

幹線名	排水区名	断面 (mm)	延長 (m)	放流先
真木川 1 号幹線	真木川第一	□1700×1700～□2000×2000	251	第 1 調整池
真木川 2 号幹線	真木川第二	□2000×2000～□2100×2100	440	第 2 調整池
谷口川 1 号幹線	谷口川第一	□1700×1700～□2500×4000	882	第 3 調整池
鬼怒川 3 号幹線	鬼怒川第三	φ 1800～□3000×3000	960	鬼怒川
小貝川 1 号幹線	小貝川第一	□1300×1300～□2000×2000	779	小貝川
小貝川二-1 号幹線	小貝川第二	φ 1100～□2700×2700	1,300	〃
小貝川二-2 号幹線	〃	□1200×1200	250	小貝川 2-1
小貝川二-3 号幹線	〃	□1100×1100	165	〃
小貝川二-4 号幹線	〃	□1600×1600～□1800×1800	1,935	〃
小貝川二-5 号幹線	小貝川第三	□1200×1200～□1300×1300	780	〃
小貝川三-1 号幹線	〃	□1300×1300～□2000×2000	1,205	小貝川
小貝川三-2 号幹線	小貝川第五	□1300×1300	365	小貝川 3-1
小貝川 4 号幹線	小貝川第四	□1300×1300～□1800×1800	615	小貝川
合計		13路線	9,927	

4) 吐口

吐口の計画は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 計画外水位は、河川にあつては当該河川の計画高水位とする。
- (2) 位置及び構造は、放流する河川管理者と事前に協議する。
- (3) 吐口の底面の高さは、河川の高水位と低水位の中間に置くことを原則とする。

吐口の位置及び断面を表 3-3-13 に示す。

表 3-3-13 吐口の位置及び断面

吐口番号	放流先	断面 (mm)	放流量 (m^3/s)	位 置	幹 線 名
真 1	真木川	□2000×2000		つくばみらい市田	真木川 1 号幹線
真 2	〃	□2100×2100		つくばみらい市真木	真木川 2 号幹線
谷 1	谷口川	□2500×4000		つくばみらい市東樽戸	谷口川 1 号幹線
鬼 3	鬼怒川	□3000×3000		つくばみらい市絹の台	鬼怒川 3 号幹線
小 1	小貝川	□2000×2100		つくばみらい市寺畑	小貝川 1 号幹線
小 2	〃	□2700×2700		つくばみらい市杉下	小貝川2-1号幹線
小 3	〃	□2000×2000		つくばみらい市平沼	小貝川3-1号幹線
小 4	〃	□1800×1800		つくばみらい市筒戸	小貝川 4 号幹線

第4節 設計基準

1. 下水道施設の一般事項

1-1. 施設の一般構造

施設の一般構造は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 施設は、自重、積荷荷重、水圧、土圧、風圧、地震力等に対して、構造上安全で、かつ耐久的なものとする。
- (2) 施設は、漏水又は地下水の侵入の恐れのないものとする。
- (3) 耐摩耗性及び耐腐食性なものとする。
- (4) 地下水の高いところに築造する構造物は、空にしたとき、浮力に対して安全なものとする。

1-2. 施設の設計に用いる基準

施設の設計に用いる基準は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 土木施設の構造耐力の設計に用いる材料の単位重量や許容応力度、土圧、地震力、風圧力、浮力、水圧、温度応力、許容支持力等は、建築基準法及び建築基準法施行令並びに各学会協会において定められた各種構造物の設計基準等、そのほか一般に認められているものによる。
- (2) 電力設備の設計については、電気事業法労働安全衛生法、消防法及び建築基準法並びにこれらと関連する施行令、規則、条例等のほか電気設備に関連ある各種の JIS 及び各学会、協会等が定める各種の規格、そのほか一般に認められているものによる。
- (3) 機械設備の設計については、労働基準法、労働安全衛生法、消防法、建築基準法、公害関係法（大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法及び悪臭防止法）及び高圧ガス取締法並びにこれらと関連する施行令、規則、条例等のほか、機械設備に関連ある各種の JIS 等、そのほか一般に認められているものによる。

1-3. 材料、機械及び器具

材料、機会及び器具は、長期の使用に耐え、維持管理が容易であり、環境に適応したものとする。

2. 管路施設

2-1. 計画下水量

計画下水量は、汚水管渠にあつては、計画時間最大汚水量とし、雨水管渠にあつては最大計画雨水流出量とする。

2-2. 余裕

管渠の断面決定においては、上記の計画下水量に余裕を見込み決定する。

汚水管渠の余裕としては、計画時間最大汚水量に対し、内径 600mm 以下は 100%以上、内径 700mm～1,500mm は 50%以上、内径 1,650mm 以上は 25%以上とする。

雨水管渠の余裕としては、最大計画雨水流出量に対し計画断面の 9 割水深とする。

2-3. 流量の計算

流量の計算式には、一般にマニング式、又はクッター式が用いられているが、本計画においてはマニング式により計算を行う。

マニング式

$$Q = A \cdot V \quad V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、

Q : 流量 (m³/秒)、

A : 流水断面積 (m²)

V : 流速 (m/秒)、

n : 粗度係数

R : 径深 (m) (= A/P)、

P : 流水潤辺長 (m)

I : 勾配 (分数または小数)

祖時計数の値

- ・陶管、鉄筋コンクリート管 (工場製品・現場打ち) $n = 0.013$
- ・硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管 $n = 0.010$
- ・コンクリート開渠、ボックスカルバート $n = 0.013$
- ・コンクリートブロック張り水路 $n = 0.020$

2-4. 流速及び勾配

流速は、一般に下流に行くに従い漸増させ、勾配は下流に行くに従い次第にゆるくなるようにし、次の各項を考慮して定める。

(1) 汚水管渠

汚水管渠は、計画下水量に対し、原則として、流速は最小0.6m/秒、最大3.0m/秒とする。

(2) 雨水管渠

雨水管渠は、計画下水量に対し、原則として、流速は最小0.8m/秒、最大3.0m/秒とする。

2-5. 管渠の種類と断面

(1) 管渠の種類

管渠は、遠心力鉄筋コンクリート管、現場打ち鉄筋コンクリート管、既製長方形渠、硬質塩化ビニル管、ダクタイル鋳鉄管、コンクリートブロック積みを用いる。

(2) 管渠の断面

管渠の断面系は、円形又は長方形を原則とするが、状況に応じてU字形、正方形、台形等によるものとする。

(3) 最小管径

最小関係は、汚水管渠については内径200mm、雨水管渠については内径又は内法を500mm以上とする。雨水管渠の内径又は内法500mm未満の施設は道路付帯側溝とする。

2-6. 埋設位置及び深さ

管渠の埋設位置及び深さについては、公道内に布設することを原則とし、その道路管理者と協議して定める。また、河川敷内の場合には河川管理者、河川保全区域内の場合には道路及び河川管理者とそれぞれ協議する。なお、雨水管渠については、在来水路敷を十分使用するものとする。

管渠の最小土被りは、取付管、路面荷重及びその他の埋設物を考慮して1.2mとする。ただし、雨水管渠のボックスカルバートは0.5mを最小土被りとする。また、河川の横断部については、河川管理者と協議して定めるものとし、国道（車道）3.0m以上、（歩道）1.5m以上、県道は300mm以下の場合（歩・車道共）1.5m以上、350mm以上の場合（車道）3.0m以上、（歩道）1.5m以上とするものとした。なお、必要に応じて管理者との協議を行うものとする。

また、関東鉄道常総線の横断時には3.0m以上の土被りとした。

埋設深さが深くなった場合は、推進工法等の他工法の検討を行うものとする。

2-7. 管渠の保護及び基礎工

(1) 管渠の保護

管渠の保護は、次の各項を考慮して定める。

イ. 外圧に対する保護

土圧及び載荷重が管渠の耐荷力を超える場合、軌道下を横断する場合、又は河川を横断する場合には、コンクリート又は鉄筋コンクリートで巻立てる等、外圧から管渠を保護する工法の検討を行う。

ロ. 摩耗・腐食に対する保護

管渠の内面が摩耗、腐食等によって損傷する恐れのある時は、耐摩耗性・耐腐食性等に優れた材質の管渠を使用するか、管渠の内面を適当な工法によりライニング又はコーティングをするものとする。

(2) 基礎工

管渠の基礎工は、管渠の種類、土質等に応じて次の各項を考慮して定める。

イ. 剛性管渠の基礎工

鉄筋コンクリート管等の剛性管渠には、条件に応じて、まくら胴木、砂、砂利（砕石）、はしご胴木、コンクリート等の基礎を設ける。また、必要に応じて、鉄筋コンクリート基礎、杭基礎又はこれらの組み合わせ基礎の検討を行う。

ロ. 可とう性管渠の基礎工

硬質塩化ビニル管等の可とう性管渠は、原則として自由支障の砂基礎とし、条件に応じて、はしご胴木、布基礎等を設ける。

2-8. 管渠の接合及び継手

(1) 管渠の接合

管渠の接合は、次の各項を考慮して定める。

イ. 管渠径が変化する場合又は2本の管渠が合流する場合の接合方法は、原則として管頂接合とする。なお、同径の管渠の接合においては、マンホール等に入る損失を見込み2cmの落差を設けるものとする。

ロ. 地表勾配が急な場合には、管渠径の変化の有無に関わらず、原則として地表勾配に応じ段差接合又は階段接合とする。

ハ. 2本の管渠が合流する場合の中心交角は、なるべく60度以下とし、曲線を持って合流する場合の半径は、内径の5倍以上とする。

(2) 管渠の継ぎ手

管渠の継ぎ手は、水密性及び耐久性のあるものとする。

2-9. 伏越し

伏越しは、次の各項を考慮して定める。

- イ. 伏越しの構造は、障害物の両側に垂直な伏越し室を設け、これらを水平又は下流に向かって下り勾配の伏越し管渠で結び、地盤の強弱に応じて、くい打ち等の適当な基礎工を施す。
- ロ. 伏越し室には、ゲート又は角落しのほか、深さ 0.5m程度の泥だめを設け、伏越し室の深さが 5 m以上の場合は、中断に排水ポンプが設置できる設置台を設ける。
- ハ. 伏越し管渠は、一般に複数とし、護岸等の構造物の荷重やその不等沈下の影響を受けないようにする。また、設置位置は、橋台、橋脚等の直下は避けるものとする。
- ニ. 伏越し管渠の流入口及び流出口は、損失水頭を少なくするため、ベルゼマウス形とし、管渠内の流速は、上流管渠内の流速の 20~30%増しとする。
- ホ. 伏越し管渠の土被りは、計画河床高、計画浚渫面又は、現在の河底最深部から原則として 2 m以上とする。
- ヘ. 伏越しの損失水頭計算は次式による。

$$H = i \cdot \ell + 1.5 \times V^2 / 2g + \alpha$$

ここに、

H : 伏越しの損失水頭 (m)

i : 伏越し管渠内の流速に対する動水勾配

ℓ : 伏越し管渠の長さ

V : 伏越し管渠内の流速 (m/秒)

g : 重力の加速度 (=9.8m/秒²)

α : 3 ~ 5 c m

2-10. マンホール

マンホールは次の各項を考慮して定める。

(1) 配置

- イ. マンホールは、管渠の起点及び方向、勾配、管渠径等の変化する箇所、段落の生ずる箇所、管渠の会合する箇所並びに維持管理のうえで必要な箇所に必ず設ける。
- ロ. マンホールは、管渠の直線部においても、管渠径によって表3-4-1の範囲内の間隔に設ける。

表3-4-1 マンホール管渠径別最大間隔

管渠径 (mm)	600以下	1,000以下	1,500以下	1,650以上
最大間隔 (m)	75	100	150	200

(出典：下水道施設計画・設計指針と解説)

(2) 種類及び構造

- イ. マンホールの構造は、表3-4-2に示す。
- ロ. 蓋は、鋳鉄製又は鉄筋コンクリート製とする。また、下部コンクリート打ちとし、底部には管渠の状況に応じたインバートを設ける。
- ハ. 地表勾配が急で、段差接合等になる場合は、段差の生ずる場所には必ずマンホールを設置し、落差が60cm以上の場合は副管付マンホールとする。

表 3 - 4 - 2 マンホール形状別用途

項 目	形状・寸法	用 途
1号マンホール	内径90 c m 円形	管の起点及び600mm以下の管の中間点並びに内径450mmまでの管の会合点
2号マンホール	内径120 c m 円形	内径900mm以下の管の中間点及び内径600mm以下の管の会合点
3号マンホール	内径150 c m 円形	内径1,200mm以下の管の中間点及び内径800mm以下の管の会合点
4号マンホール	内径180 c m 円形	内径1,500mm以下の管の中間点及び内径900mm以下の管の会合点
5号マンホール	内径210×120 c m 角形	内径1,800mm以下の管の中間点
6号マンホール	内径260×120 c m 角形	内径2,200mm以下の管の中間点
7号マンホール	内径300×120 c m 角形	内径2,400mm以下の管の中間点
現場打ち管渠用マンホール	内径90×120 c m 円形	長方形渠、馬てい形渠など及びシールド工法等による管渠の中間点。ただし、Dは管渠の内幅
	内径D×120 c m 円形	
特殊マンホール		上記以外の用途による特殊なマンホール

(下水道施設設計指針と解説)

第5節 概算事業費

1. 概算事業費

概算事業費は、原則として概略設計を行って算出するものである。本全体計画においては、管渠施設においては、主要なる管渠（幹線）の流量計算及び縦断面図を作成しているため、管径ごとの延長を集計し、1.0m当り単価を想定して本工事費の算出を行う。1.0m当りの単価については、十分に実績があるため、工事実績により想定を行うものとした。

また、枝線の本工事費は最近の工事実績を参考に、ha 当り（面整備費）より算出した。

ポンプ場及び処理場については、過去の実績データ及び各々の基本設計で算出した事業費より算出した。

(1) 汚水事業

① 管 渠

区域内における汚水幹線の整備は概ね完了しているため、残整備区域における面整備費を主体に算出をした。

表3-7-1 汚水管渠の既投資実績及び事業計画により推計された事業費

区 分	既投資分	H22事業計画より	合 計
	(~H24)	(H25~H26)	
事業費（百万円）	16,501	1,668	18,169

事業計画区域に関しては、上表のとおり計画に沿った金額を計上するものとし、未計画区域においては、調整区域（郊外の既存集落）が主体となっているため、150m/haほどの道路（＝管渠）延長を設定し、1.0m当り単価を想定して算出するものとした。

また、基本的に枝線整備であるため、開削による整備を想定し算出を行った。

表3-7-2 汚水管渠の残工事費

未計画区域	道路延長	整備単価	残事業費（万円）	残事業費（百万円）
428.7ha	64,305m	8.0万円/m	514,440	≒515,000

上記工事費から、次表の条件により事業費の算出を行う。

表 3-7-3 条件設定 (管渠)

区 分	率 (%)	備 考
付 帯 工	10.0%	本工事費
そ の 他	15.0%	本工事費
事 務 費	5.0%	工事費

以下に汚水管渠の事業費の総括を示す。

表 3-7-4 汚水管渠概算事業費の総括

(単位：百万円)

費 用	項 目	既 投 資 事 業 計 画	残 事 業	合 計
事 業 費				
工 事 費		18,169	6,435	24,604
	本 工 事 費	—	5,150	5,150
	付 帯 工 事 費	—	515	515
	そ の 他	—	770	770
	用 地 及 び 補 償 費	—	—	—
事 務 費		—	260	260
合 計		18,169	6,695	24,864

以上に示したとおり、つくばみらい市公共下水道における汚水管渠の事業費は **24,864** **百万円**と推計される。

② ポンプ場

本計画におけるポンプ場について、現時点で全体計画流量を網羅する能力を全ポンプ場で有している。よって、現在までの既投資額: 1,369 百万円を全体事業費として計上する。

③ 処理場

本計画における処理場の概算工事費は、以下のように推計した。

また、残事業費は費用関数を用いて、処理水量より算出した。処理水量の決定にあたっては、開発計画が推進されている工業団地からの水量を考慮した 3,500m³/日を現時点での参考値として採用するものとした。

処理場の概算事業費を表 3-7-5～表 3-7-8 に示す。

表 3-7-5 処理場の既投資実績及び事業計画により推計された事業費

区 分	既投資分	H22事業計画より	合 計
	(～H24)	(H25～H26)	
事業費 (百万円)	12,565	—	12,565

表 3-7-6 処理場の残工事費

項 目	概 算 残 工 事 費	
残事業費	$C t \text{ (万円)} = 493 \times Q^{0.676}$ $= 493 \times 3,500^{0.676} = 122,641 \dots$ より	
	1,226百万円	

上記工事費から、次表の条件により概算事業費の算出を行う。

表 3-7-7 条件設定 (処理場)

区 分	率 (%)	備 考
付 帯 工	5.0%	本工事費
そ の 他	5.0%	本工事費
事 務 費	2.5%	工事費

以下に污水管渠の事業費の総括を示す。

表 3 - 7 - 8 処理場概算事業費の総括

(単位：百万円)

費用 \ 項目	既 投 資 事 業 計 画	残 事 業	合 計
事業費			
工事費	12,565	1,348	13,913
本工事費	10,267	1,226	11,493
付帯工事費	—	61	61
その他	—	61	61
用地及び補償費	2,298	—	2,298
事務費	—	35	35
合 計	12,565	1,383	13,948

以上に示したとおり、つくばみらい市公共下水道における処理場の事業費は **13,948** **百万円**と推計される。

④ 概算事業費

汚水管渠、ポンプ場、処理場の概算事業費をまとめると、表3-7-9のとおりである。

なお、マンホールポンプ場は、管渠費に含む。

表3-7-9 汚水概算総事業費

(単位：百万円)

区 分	管 渠	ポンプ場	処理場	合 計	備 考
工 事 費	24,604	1,369	13,913	38,517	
本 工 事 費	5,150	0	11,493	16,643	
付帯工事費	515	0	61	576	
用地費 及び 補償費	0	0	2,298	2,298	
そ の 他	770	0	61	831	
事 務 費	260	0	35	295	
合 計	24,864	1,369	13,948	38,812	

以上の結果より、つくばみらい市公共下水道における汚水概算総事業費を **38,812 百**
万円と推計する。

(2) 雨水事業

全体計画における概算事業費（本工事費・付帯工事費等・事務費）は、管渠・ポンプ場とも実績があれば実績を参考に、そうでないものは費用関数により概算事業費を算出した。

① 管 渠

管渠の概算事業費の算出には、これまでの実績値を参考に面整備費の約20%を、枝線管渠については、1ha当り道路・水路延長を100mとし、平均断面をU800mm×800mmと設定して、1.0m当りの単価を6万円として設定し算出を行った。

【本工事費・付帯工事費・事務費】

枝線管渠延長	$857.1\text{ha} \times 100\text{m/ha} = 85,710\text{m}$
枝線管渠本工事費	$85,710\text{m} \times 6.0\text{万円} = 514,260\text{万円}$
幹線管渠本工事費	$= 102,900\text{万円}$
本工事費合計	$= 617,160\text{万円}$

管渠整備における付帯工等の費用は、汚水管渠整備に準じて算出を行った。

付帯工事費（本工事費の10%）	$= 61,720\text{万円}$
その他（本工事費の15%）	$= 92,600\text{万円}$
小計	$= 771,480\text{万円}$
事務費（本工事費＋付帯工事費＋その他）×5%	$= 38,600\text{万円}$
事業費合計	$= 810,080\text{万円}$
	$= \mathbf{8,101\text{百万円}}$

以上の結果より、つくばみらい市公共下水道の雨水概算事業費を**8,101百万円**と推計する。

(3) 事業費の総括

以下に、つくばみらい市公共下水道における事業費の総括（汚水事業費＋雨水事業費）を示す。

表3-7-10 概算事業費総括表

(単位：百万円)

項目	事業費	備考
汚水	38,812	
雨水	8,101	
合計	46,913	

以上の結果より、つくばみらい市公共下水道の公共下水道事業概算事業費を**46,913百万円**と推計する。