

《参考資料》

調整池の検討

概略の調整池容量を簡便法で算出する。

参考文献：防災調整池等技術基準（案）

（公益財団法人 日本河川協会）（以下、「手引き」と称す）

事業地の流末は、隣接する鼠ヶ関川とする。

事業地の排水を一度調整池に入れることとし、貯留施設の規模を設定する。



図一 1 計画流域図

1. 算定条件

(1) 計画流域：2.09≒2.1ha

(2) 開発後の土地利用：道の駅

(3) 降雨強度式：山形県河川整備計画資料集より最も近傍となる「酒田」の1/30年降雨強度式を用いる。

表－1 降雨強度式

昭和12年～令和2年(資料数：84個)										酒田
係数	確率年									
	200	100	70	50	30	20	10	5	3	2
n	0.82	0.81	0.80	0.79	0.79	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72
a	3906.3	3350.7	3006.3	2693.8	2463.1	2045.8	1661.8	1240.6	990.0	778.9
b	19.2296	17.3842	15.9306	14.4895	14.0347	11.7273	10.0304	7.7056	6.3341	4.9037
σ	1.61	1.40	1.33	1.26	1.11	1.01	0.82	0.60	0.47	0.34

(出典：山形県河川整備計画資料集 令和3年3月 山形県土整備部河川課)

(4) 流出係数：手引きより開発後の流出係数0.9を用いる。

表－2 流出係数一覧表

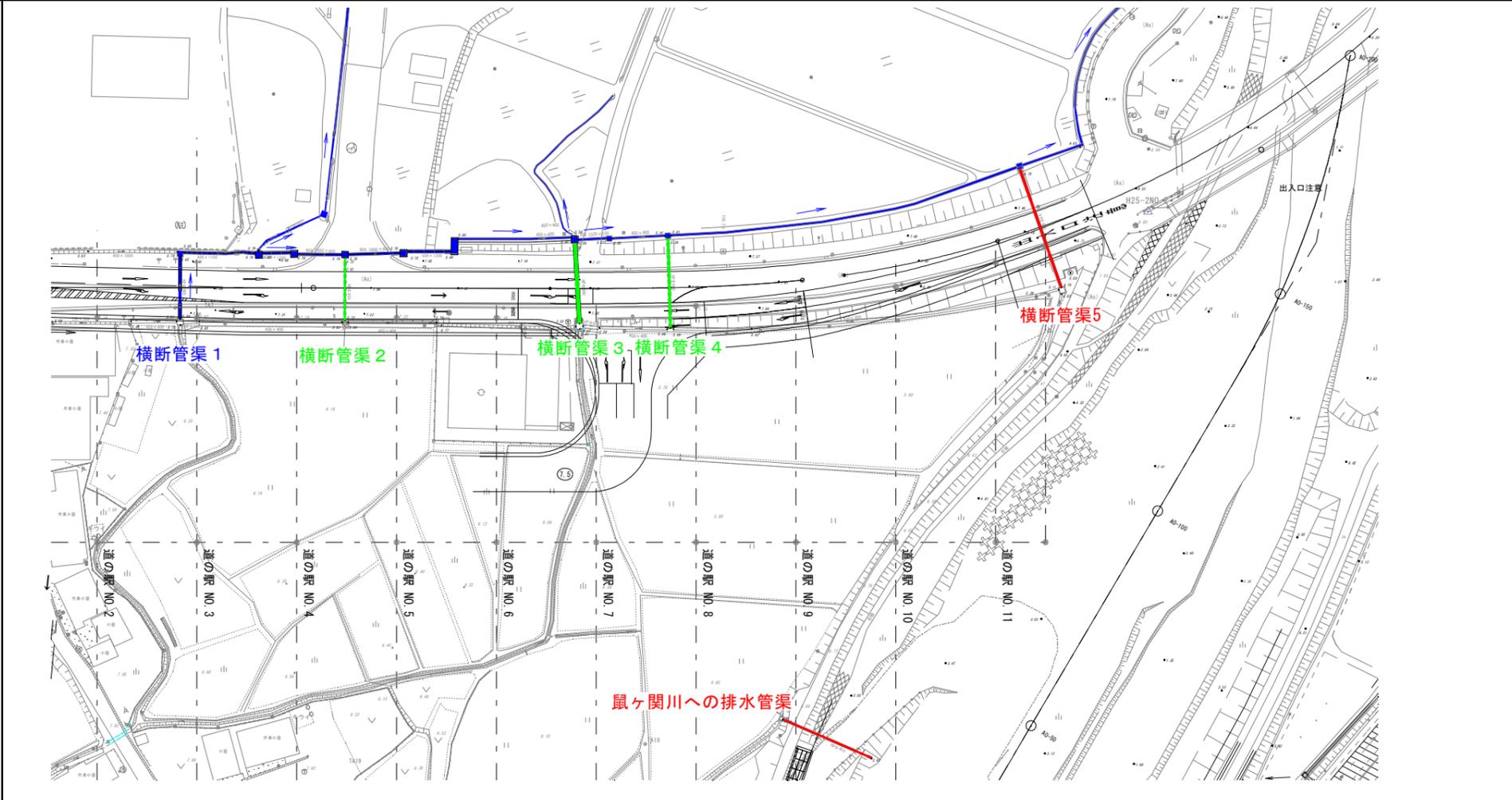
土地利用	基準値	備考
開発前	0.6～0.7	山林原野畑地 70%以上の流域
開発後(1)	0.8	不浸透面積率 40%以下の流域
開発後(2)	0.9	不浸透面積率 40%以上の流域

(5) 許容放流量

① 流末の選定

事業地には国道横断管渠4箇所と既存の鼠ヶ関川への排水管があるが、下表の検討結果により、事業地北西部にある国道7号横断管渠を流末として設定する。

表3-排水流末の選定表

<p>管渠位置図</p> 	<p>位置</p> <p>横断管渠1</p>	<p>横断管渠2</p>	<p>横断管渠3</p>	<p>横断管渠4</p>	<p>横断管渠5</p>	<p>鼠ヶ関川への排水管渠</p>
<p>計画用途</p>	<p>用水</p>	<p>廃止</p>	<p>廃止</p>	<p>廃止</p>	<p>調整池流末</p>	<p>日沿道の排水</p>
<p>選定理由</p>	<p>現況の用水は、管渠1と管渠3より供給されているが、管渠1に統一して国道横断し分水することにより、工事費削減と利便性向上が図れるため。</p>	<p>管渠1の用水へ、排水の混入を避けるため。</p>	<p>管渠1の用水へ、排水の混入を避けるため。</p>	<p>管渠1の用水へ、排水の混入を避けるため。</p>	<p>管渠1の用水へ排水が混入しない。 また、事業地有効利用の観点から、調整池設置位置として、最も支障にならないものと考えられるため。</p>	<p>調整池の流末としては、事業地の比高、排水構造物延長と勾配により、鼠ヶ関川のHW+余裕高さで深の流末となるため、調整池流末として計画から除外した。</p>

② 流下能力

調整池の流末として選定した下流水路は、国道を横断する管きよ（HPφ600）、U型側溝（B450-H400）、ボックスカルバート（B500-H500、B300-H300）で構成されている。

図一 2 調整池設置予定箇所及び下流水路平面図

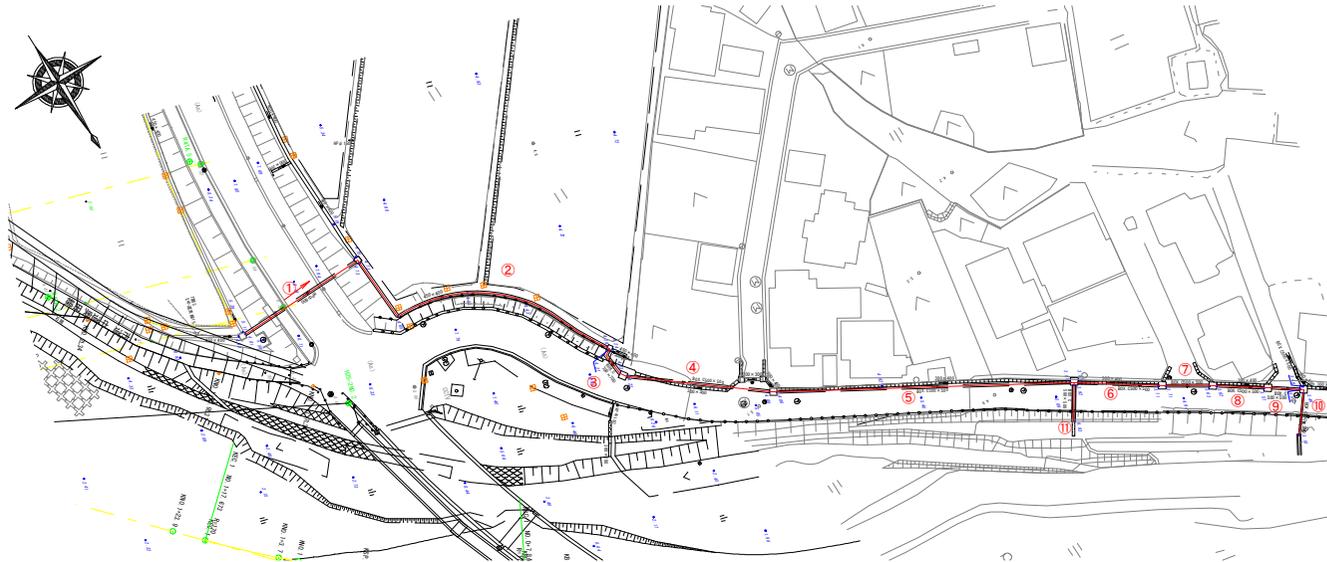


この下流水路に流入する従来の排水に事業地の排水（0.419m³/s）をそのまま流下させた場合は流下能力を上回ってしまうため、検討の結果 0.181m³/s まで調節するものとして調整池容量を算定する。

流下能力集計表 (事業地排水を調節なしに排水した場合)

番号	1	2	3	4	5	11	6	7	8	9	10
形状	ヒューム管	U型側溝	函渠								
規格	φ 600	B450-H400	B500-H500	B300-H300							
延長(m)	24.47	54.58	5.32	26.59	54.27	7.31	14.89	8.00	8.76	5.26	7.95
粗度係数 n	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
縦断勾配 I(%)	0.245	0.824	0.752	0.530	0.498	3.520	0.740	1.000	0.570	0.760	3.520
通水断面積 A(m ²)	0.276	0.180	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.090
径深 R(m)	0.174	0.144	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.100
流速 V(m/sec)	1.187	1.918	2.023	1.698	1.646	4.377	2.007	2.333	1.761	2.034	3.109
許容流量 C(m ³ /sec)	0.295	0.311	0.455	0.383	0.371	0.985	0.452	0.525	0.396	0.458	0.252
流出量 Q(m ³ /sec)	0.419	0.546	0.546	0.546	0.609	0.609	0.006	0.014	0.020	0.021	0.021
判定	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
安全率 (C/Q)	0.704	0.570	0.833	0.701	0.609	1.617	75.333	37.500	19.800	21.810	12.000

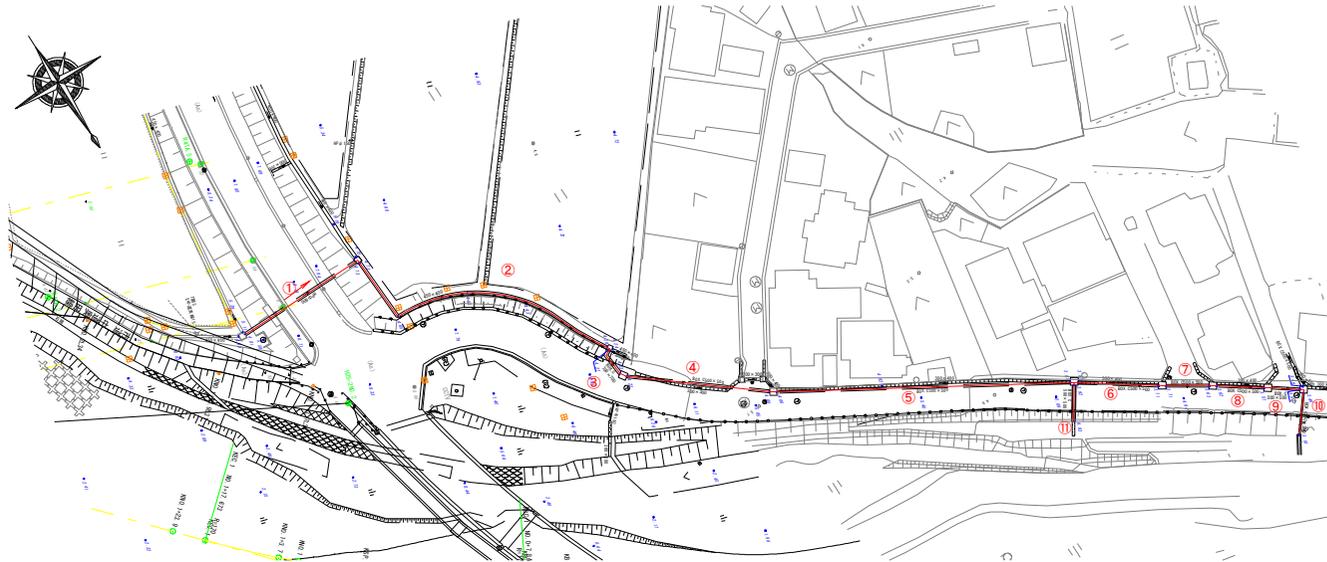
《平面図》



通水能力集計表 (事業地排水量の検討結果)

番号	1	2	3	4	5	11	6	7	8	9	10
形状	ヒューム管	U型側溝	函渠								
規格	φ 600	B450-H400	B500-H500	B300-H300							
延長(m)	24.47	54.58	5.32	26.59	54.27	7.31	14.89	8.00	8.76	5.26	7.95
粗度係数 n	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
縦断勾配 I(%)	0.245	0.824	0.752	0.530	0.498	3.520	0.740	1.000	0.570	0.760	3.520
通水断面積 A(m ²)	0.276	0.180	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.090
径深 R(m)	0.174	0.144	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.100
流速 V(m/sec)	1.187	1.918	2.023	1.698	1.646	4.377	2.007	2.333	1.761	2.034	3.109
許容流量 C(m ³ /sec)	0.295	0.311	0.455	0.383	0.371	0.985	0.452	0.525	0.396	0.458	0.252
流出量 Q(m ³ /sec)	0.181	0.308	0.308	0.308	0.371	0.371	0.006	0.014	0.020	0.021	0.021
判定	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
安全率 (C/Q)	1.630	1.010	1.477	1.244	1.000	2.655	75.333	37.500	19.800	21.810	12.000

《平面図》



2. 調整池容量の算定

以下に算定結果を示す。

対象面積：2.1 ha

流出係数：0.9

許容放流量：0.181 m³/s

調整池容量：958 m³

1. 洪水調節容量の算定方法

設計確率年 年

2. 放流許可量に対応する降雨強度

$r_c =$ mm/hr

$$r_c = \frac{360 \times Q_c}{f \times A} = \frac{360 \times 0.181}{0.9 \times 2.1} = 34.476$$

3. 任意の継続時間 t_i の計算

$$r_i = \frac{a}{t_i^n + b} \quad t_i = \text{min}$$

$a =$
 $b =$

$n =$ 山形県酒田地域

$-B =$ 33.391

$A =$ 17.238

$C =$ -31173.452

$2 \cdot A =$ 34.476

$t_i =$ 118.604 min

118.604 minとする

※ 180minとなったときには注意 (地域によって要変更)

4. 洪水調節容量の算定

$t_i =$ 118.604 = 118.604 min = 7,116 Sec

$t_i^n =$ 43.505

$r_i =$ 42.807

流域面積

	流域面積A (ha)	流出係数f	A × f
開発区域	2.10	0.9	1.890
開発区域外	0.00	0.6	0.000
合計	2.10		1.890

$V_1 =$ 955.23
 \doteq 955 m^3

5. 堆積土砂量の計算

$V_2 = v_2 \times a_2$

$V_2 \dots$ 堆積土砂量 (m^3)

$v_2 \dots$ 流出土砂量 m^3 /ha/年 (工事完成后)

$a_2 \dots$ 開発区域内の裸地面積 (ha)

$V_2 =$ 1.50 × 2.10 = 3 m^3

6. 調整池容量の計算

$V =$ 958 m^3

調整池調整容量の計算

1. 洪水調節容量の算定方法

洪水の規模が年超過確率で $1/30$ 以下のすべての洪水について開発後における洪水のピーク流量の値を調整池下流の流過能力の値まで調節する。

調整池の洪水調節容量は、 $1/30$ 確率降雨強度曲線を用いて求める次式の必要調節容量 (V) の値を最大とするような容量をもってその必要調節容量とする。

$$V = (r_i - r_c / 2) \cdot t_i \times f \times A \times 1 / 360$$

V 必要調節容量 (m³)

f 開発後の流出係数

A 開発面積 (ha)

r_c 放流許可量に対応する降雨強度 (mm/hr)

r_i $1/30$ 年確率降雨強度曲線上の任意の継続時間 (t_i)
に対応する降雨強度 (mm/hr)

t_i 任意の継続時間 (Sec)

2. 放流許可量に対応する降雨強度

$$r_c = Q_{pc} \times \frac{360}{f \times A}$$

r_c 放流許可量に対応する降雨強度 (mm/hr)

Q_{pc} 放流許可量 (m³/Sec)

f 流出係数

A 放流地点における流域面積 (ha)

$$r_c = 34.48 \text{ mm/hr}$$

3. 任意の継続時間 t_i の計算

洪水調節容量 V が最大になるような任意の継続時間 t_i を計算する

$$r_i = \frac{a}{t_i^n + b} \quad t_i = \min$$

$r_i \dots \dots \dots$ $1/30$ 確率降雨強度曲線上の任意の継続時間 (t_i) に対応する降雨強度 (mm/hr)

$$a = 2463.100 \quad \text{山形県酒田地域}$$

$$b = 14.0347 \quad n = 0.790$$

微分により t_i を計算する

$$V = \left(\frac{a}{t_i^n + b} - r_c / 2 \right) \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1 / 360$$

$$y = \left(\frac{a}{t_i^n + b} - r_c / 2 \right) \cdot t_i$$

とおき、 dy/dt_i として微分すると、

$$dy/dt_i = \frac{a \times \{ (t_i^n + b) - n \times t_i^n \}}{(t_i^n + b)^2} - r_c / 2 = 0$$

となり、 $t_i = X$ において上式を整理すると、

$$r_c / 2 \cdot X^2 - (a - 2 \cdot b \cdot r_c / 2 - a \cdot n) \cdot X - (a \cdot b - r_c / 2 \cdot b^2) = 0$$

$A \cdot X^2 - B \cdot X - C = 0$ と置き換えると

$$X = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} \quad t_i = X^{1/n}$$

$$r_c = 34.476 \quad \text{mm/hr} \quad \text{より}$$

$$t_i = \left[\frac{33.391 + \sqrt{33.391^2 - 4 \times 17.238 \times -31173.452}}{34.476} \right]^{1/0.790}$$

$$= 118.604 \text{ min}$$

4. 洪水調節容量の算定

$$V1 = (r_i - r_c / 2) \cdot t_i \times f \times A \times 1 / 360$$

$$t_i = 118.604 \text{ min} = 7,116 \text{ Sec}$$

$$r_i = \frac{a}{t_i^n + b} = \frac{2463.1}{43.505 + 14.035} = 42.807 \text{ mm/hr}$$

流域面積

	流域面積A(ha)	流出係数f	A × f
開発区域	2.10	0.90	1.890
開発区域外	0.00	0.60	0.000
合計	2.10		1.890

$$V1 = (42.807 - 34.476 / 2) \times 7,116 \times 1.890 \times 1 / 360 = 955.23 \text{ m}^3$$

5. 堆積土砂量の計算

$$V2 = v2 \times a2$$

V2・・・堆積土砂量(m³)

v2・・・流出土砂量 m³/ha/年 = 1.50 m³/ha/年 (工事完成後)

a2・・・開発区域内の裸地面積(ha)

$$V2 = 1.50 \times 2.10 = 3 \text{ m}^3$$

6. 調整池容量の計算

$$V = V1 + V2 = 955 + 3 = 958 \text{ m}^3$$

3. 調整池計画

① 調整池計画容量

調整池の構造は、事業地の有効利用の観点から「地下貯留型」の「プラスチック貯留材」として計画する。そのため、調整池容量に貯留材の空隙率を考慮する。

また、計画規模相当の降雨に対しても満水状態とならないようにする必要があり、余裕高として「流域貯留施設等技術指針（案）：公益社団法人 雨水貯留技術協会」33頁より、必要容量の1割の余裕を見込んで計画する。

$$\begin{aligned} \text{調整池計画容量} &= 958 \text{ m}^3 \div 0.95\% \text{ (空隙率)} \times (1 + 0.1) \text{ (余裕高)} \\ &= \underline{1,109 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

② 調整池計画寸法

事業地には、築山、流入と流末比高などの制限があるため、検討の結果以下の寸法により計画した。

$$\begin{aligned} &L57 \text{ m} \times W13 \text{ m} \times H1.9 \text{ m} \text{ (有効水深} 1.5 \text{ m、設計水頭} 1.36 \text{ m)} \\ &V = 57 \times 13 \times 1.5 = 1,111.5 \text{ m}^3 > 1,109 \text{ m}^3 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$