

調節池・調整池の計算 サンプルデータ

出力例

Sample林地開発基準

林地開発基準準拠
林地開発基準サンプルデータ

目次

1章 設計条件	1
1.1 名称及び年確率	1
1.2 施設配置	1
2章 流域	2
2.1 地点-1	2
2.2 地点-2	10
3章 排水施設	18
3.1 A区間	18
3.2 B区間	29
3.3 排水施設計算結果一覧表	40
4章 貯留施設	42
4.1 A区間	42
4.2 B区間	49
5章 洪水吐き	56
5.1 A区間	56
5.2 B区間	58
6章 総括表	60
6.1 A区間	60
6.2 B区間	61

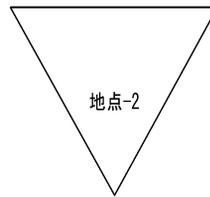
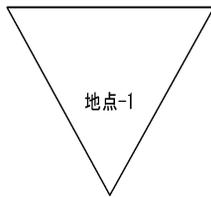
1章 設計条件

1.1 名称及び年確率

適用基準	林地開発基準
年確率	1/30年

1.2 施設配置

番号	名称
1	地点-1
2	地点-2



2章 流域

2.1 地点-1

地域名称	名古屋A地域
降雨強度式名称	クリ - ブランド型
確率年(年)	30
降雨継続時間t(時)	24.00
洪水到達時間計算種別	Kinematic Wave理論
計算時使用降雨強度式	$r = a / (t^n + b)$ [a=2620.000 b=13.2100 n=0.7500]

No	地形名称	流出係数f	土地利用状況定数C	流域面積A (開発前)	流域面積A' (開発後)
1	一般市街	0.800	53.000	62.800	76.900
2	山地	0.700	350.000	36.000	21.900

開発前	計算時間単位 t(min)	30
	洪水到達時間t(min)	30.0
	降雨波形	後方集中型
	流出係数 f	0.764
	土地利用定数 C	161.219
	流域面積 A (ha)	98.800
	ピーク流量 Q (m³/s)	19.665
開発後	計算時間単位 t(min)	30
	洪水到達時間t(min)	30.0
	降雨波形	後方集中型
	流出係数 f'	0.778
	土地利用定数 C'	118.833
	流域面積 A' (ha)	98.800
	ピーク流量 Q' (m³/s)	22.867
開発によるピーク流量の増加率 (%)		116.3
流出ハイドログラフ種別		合理式

1)降雨強度式

$$r = a / (t^n + b) \quad [a=2620.000 \quad b=13.2100 \quad n=0.7500]$$

2)洪水到達時間(開発前)

2-1)Kinematic Wave理論

回数	仮定値ti (min)	降雨強度r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	31.4
2	31.4	98.9	0.2003	35.4
3	35.4	94.5	0.2035	36.0
4	36.0	93.9	0.2040	36.0

$$r = a / (t^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

$$C = 161.219 \quad A = 0.98800(\text{km}^2) \quad f = 0.764$$

$$CAf = C \times A^{0.22} \times f^{-0.35}$$

$$= 176.7120$$

$$tp = CAf \times (rc)^{-0.35}$$

$$= 36.0$$

洪水到達時間 $tc = 36.0$ (min)

計算式	洪水到達時間(min)
Kinematic Wave理論	36.0

計算時間単位 $t = 30$ (min)
 洪水到達時間 $t = 30.0$ (min)

3)洪水到達時間(開発後)

3-1)Kinematic Wave理論

回数	仮定値 t_i (min)	降雨強度 r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間 tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	23.0
2	23.0	110.5	0.1927	24.9
3	24.9	107.5	0.1945	25.2
4	25.2	107.2	0.1948	25.2

$$r = a / (t^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

$$C = 118.833 \quad A = 0.98800(\text{km}^2) \quad f = 0.778$$

$$CAf = C \times A^{0.22} \times f^{-0.35}$$

$$= 129.4116$$

$$tp = CAf \times (rc)^{-0.35}$$

$$= 25.2$$

洪水到達時間 $tc = 25.2$ (min)

計算式	洪水到達時間(min)
Kinematic Wave理論	25.2

計算時間単位 $t = 30$ (min)
 洪水到達時間 $t = 30.0$ (min)

4)ピーク流量(開発前)

洪水到達時間(角屋式)と降雨強度

洪水到達時間(T)は降雨強度式と連立に解く逐時計算法によって求める。

角屋式

$$T = C \cdot (A/100)^{0.22} \cdot re^{-0.35}$$

ここに、

- T : 洪水到達時間 (min)
- re: 有効降雨強度 = $F \cdot R30$ (mm/hr)
- C : 土地利用状況定数 = 161.2186
- A : 流域面積 = 98.800 (ha)
- F : 流出係数 = 0.7636

降雨強度式

$$R30 = a / (ti^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

tを仮定し左辺に代入する。

計算結果として与えられた左辺のtと一致するまで計算を繰り返す。

回数	仮定値ti (min)	降雨強度r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	31.4
2	31.4	98.9	0.2003	35.4
3	35.4	94.5	0.2035	36.0
4	36.0	93.9	0.2040	36.0

降雨強度

$$R30 = a / (ti^n + b)$$

$$= 93.8 \text{ (mm/hr)}$$

30年確率降雨時のピーク流量

$$Q30 = 1/360 \cdot F \cdot R30 \cdot A$$

$$= 19.665 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

ここに、

$$F : \text{流出係数} = 0.7636$$

$$A : \text{流域面積} = 98.800 \text{ (ha)}$$

5) ピーク流量(開発後)

洪水到達時間(角屋式)と降雨強度

洪水到達時間(T')は降雨強度式と連立に解く逐時計算法によって求める。

角屋式

$$T' = C' \cdot (A'/100)^{0.22} \cdot re'^{-0.35}$$

ここに、

T' : 洪水到達時間 (min)

$$re' : \text{有効降雨強度} = F' \cdot R30' \text{ (mm/hr)}$$

$$C' : \text{土地利用状況定数} = 118.8330$$

$$A' : \text{流域面積} = 98.800 \text{ (ha)}$$

$$F' : \text{流出係数} = 0.7778$$

降雨強度式

$$R30' = a / (ti'^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

tを仮定し左辺に代入する。

計算結果として与えられた左辺のtと一致するまで計算を繰り返す。

回数	仮定値ti (min)	降雨強度r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	23.0
2	23.0	110.5	0.1927	24.9
3	24.9	107.5	0.1945	25.2
4	25.2	107.2	0.1948	25.2

降雨強度

$$R30' = a / (ti'^n + b)$$

= 107.1 (mm/hr)

30年確率降雨時のピーク流量

$$Q_{30}' = 1/360 \cdot F' \cdot R_{30}' \cdot A'$$

$$= 22.867 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

ここに、

F' : 流出係数 = 0.7778

A' : 流域面積 = 98.800 (ha)

開発によるピーク流量の増加率

$$Q_{30}'/Q_{30} = 116.3 \text{ (\%)}$$

6)ハイドログラフ(開発前)

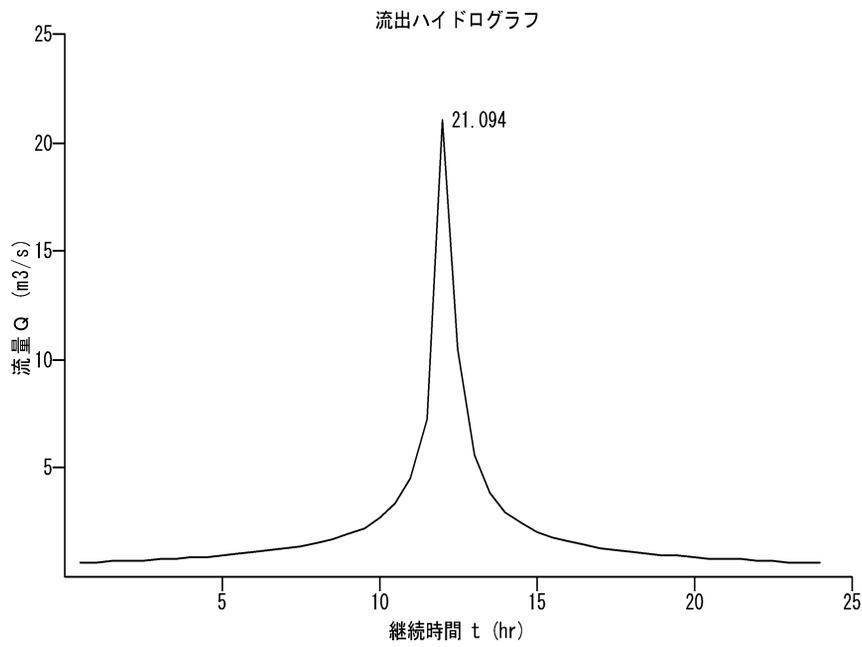
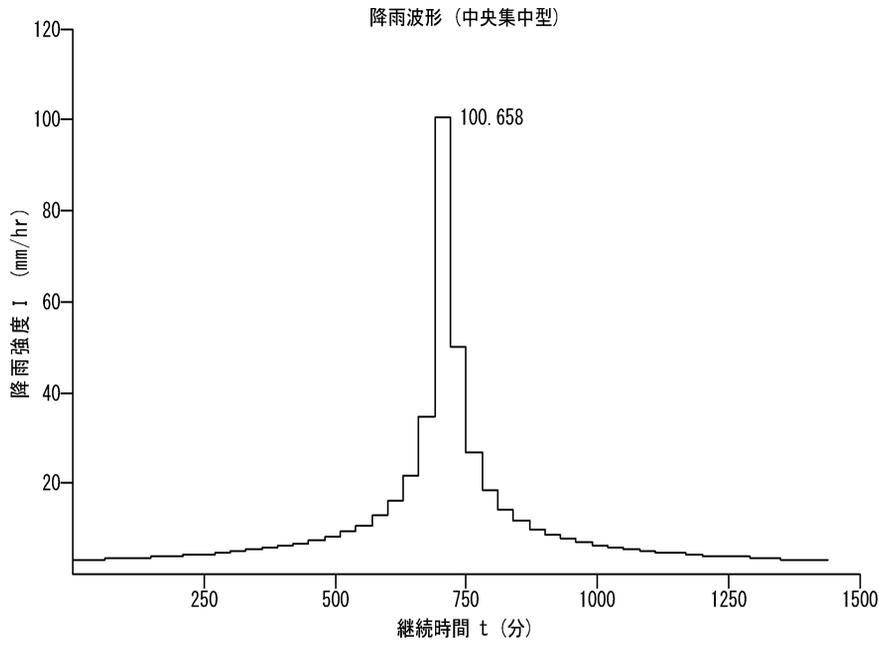
(a)計画降雨波形及び流量計算表

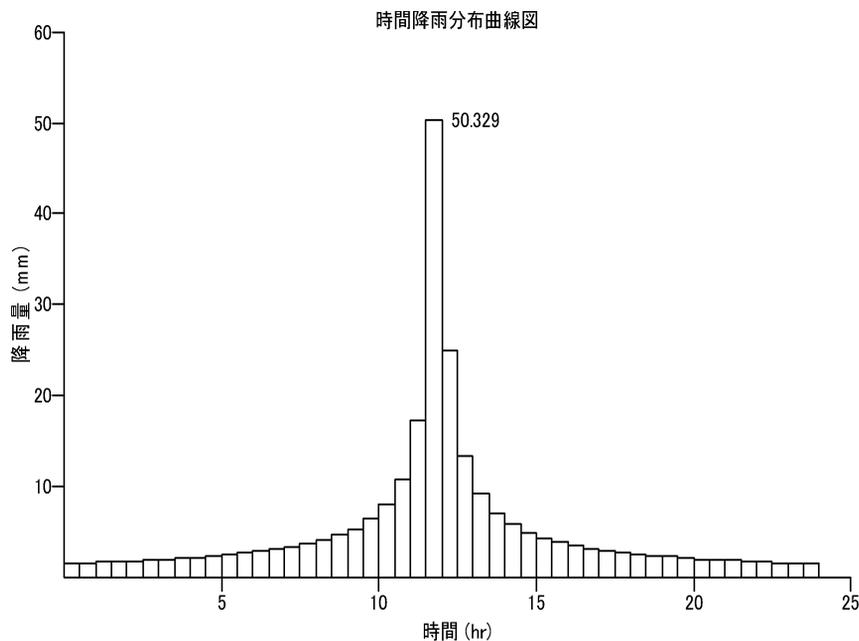
$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot I_n \cdot A$$

流出係数f : 0.764

流域面積A : 98.800 (ha)

回数 n	時間T(min)	降雨強度r (mm/hr)	n · r	I _n (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
1	30	100.66	100.66	100.66	21.09
2	60	75.36	150.71	50.05	10.49
3	90	61.75	185.25	34.53	7.24
4	120	52.97	211.86	26.61	5.58
5	150	46.73	233.63	21.77	4.56
6	180	42.02	252.12	18.49	3.87
7	210	38.32	268.23	16.11	3.38
8	240	35.32	282.53	14.31	3.00
9	270	32.82	295.42	12.89	2.70
10	300	30.72	307.17	11.75	2.46
11	330	28.91	317.98	10.80	2.26
12	360	27.33	327.99	10.01	2.10
13	390	25.95	337.33	9.34	1.96
14	420	24.72	346.08	8.76	1.83
15	450	23.62	354.33	8.25	1.73
16	480	22.63	362.13	7.80	1.63
17	510	21.74	369.54	7.40	1.55
18	540	20.92	376.59	7.05	1.48
19	570	20.17	383.32	6.73	1.41
20	600	19.49	389.76	6.44	1.35
21	630	18.85	395.94	6.18	1.30
22	660	18.27	401.89	5.94	1.25
23	690	17.72	407.61	5.72	1.20
24	720	17.21	413.13	5.52	1.16
25	750	16.74	418.46	5.33	1.12
26	780	16.29	423.62	5.16	1.08
27	810	15.87	428.62	5.00	1.05
28	840	15.48	433.47	4.85	1.02
29	870	15.11	438.17	4.71	0.99
30	900	14.76	442.75	4.58	0.96
31	930	14.43	447.20	4.45	0.93
32	960	14.11	451.54	4.34	0.91
33	990	13.81	455.77	4.23	0.89
34	1020	13.53	459.89	4.12	0.86
35	1050	13.25	463.91	4.03	0.84
36	1080	13.00	467.85	3.93	0.82
37	1110	12.75	471.69	3.84	0.81
38	1140	12.51	475.45	3.76	0.79
39	1170	12.29	479.13	3.68	0.77
40	1200	12.07	482.74	3.60	0.76
41	1230	11.86	486.27	3.53	0.74
42	1260	11.66	489.73	3.46	0.73
43	1290	11.47	493.13	3.40	0.71
44	1320	11.28	496.46	3.33	0.70
45	1350	11.11	499.73	3.27	0.69
46	1380	10.93	502.95	3.21	0.67
47	1410	10.77	506.11	3.16	0.66
48	1440	10.61	509.21	3.10	0.65





7) ハイドログラフ (開発後)

(a) 計画降雨波形及び流量計算表

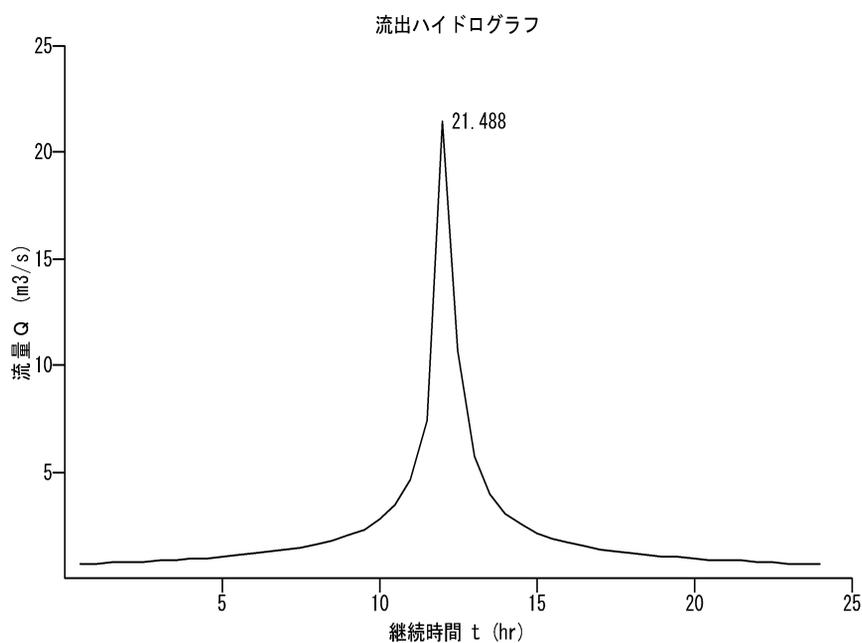
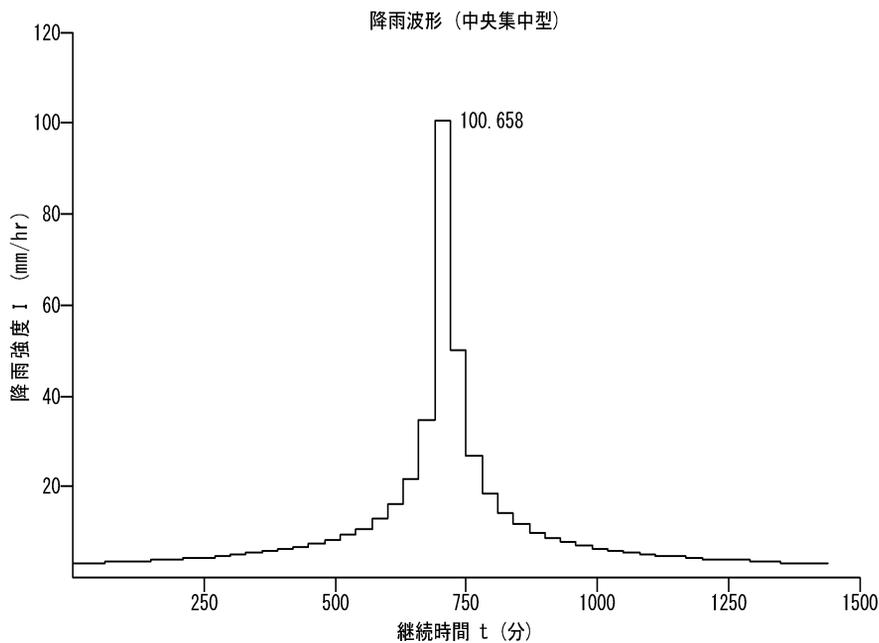
$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot I_n \cdot A$$

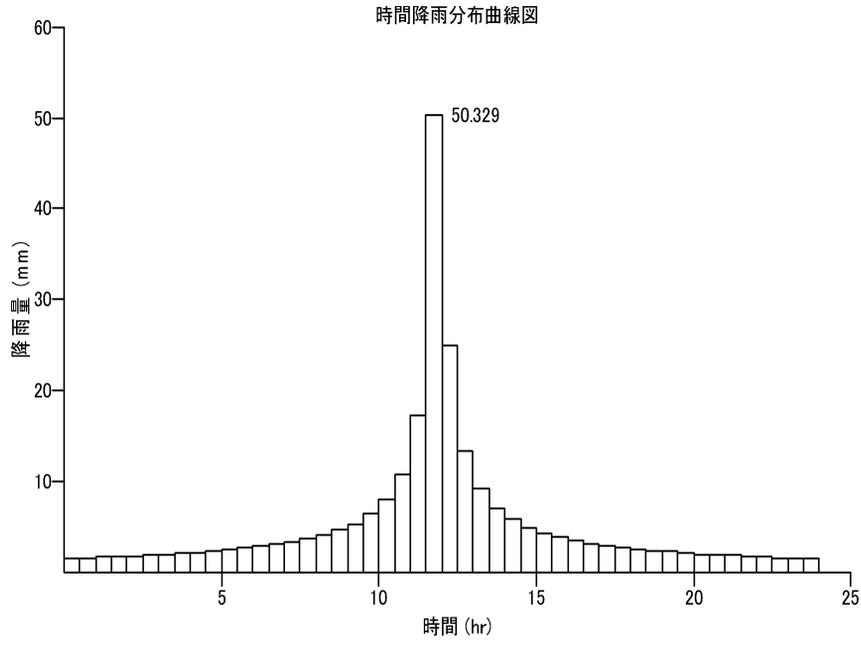
流出係数 f : 0.778

流域面積 A : 98.800 (ha)

回数 n	時間 T (min)	降雨強度 r (mm/hr)	$n \cdot r$	I_n (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
1	30	100.66	100.66	100.66	21.49
2	60	75.36	150.71	50.05	10.69
3	90	61.75	185.25	34.53	7.37
4	120	52.97	211.86	26.61	5.68
5	150	46.73	233.63	21.77	4.65
6	180	42.02	252.12	18.49	3.95
7	210	38.32	268.23	16.11	3.44
8	240	35.32	282.53	14.31	3.05
9	270	32.82	295.42	12.89	2.75
10	300	30.72	307.17	11.75	2.51
11	330	28.91	317.98	10.80	2.31
12	360	27.33	327.99	10.01	2.14
13	390	25.95	337.33	9.34	1.99
14	420	24.72	346.08	8.76	1.87
15	450	23.62	354.33	8.25	1.76
16	480	22.63	362.13	7.80	1.67
17	510	21.74	369.54	7.40	1.58
18	540	20.92	376.59	7.05	1.51
19	570	20.17	383.32	6.73	1.44
20	600	19.49	389.76	6.44	1.38
21	630	18.85	395.94	6.18	1.32
22	660	18.27	401.89	5.94	1.27
23	690	17.72	407.61	5.72	1.22
24	720	17.21	413.13	5.52	1.18
25	750	16.74	418.46	5.33	1.14
26	780	16.29	423.62	5.16	1.10
27	810	15.87	428.62	5.00	1.07
28	840	15.48	433.47	4.85	1.03
29	870	15.11	438.17	4.71	1.00
30	900	14.76	442.75	4.58	0.98
31	930	14.43	447.20	4.45	0.95
32	960	14.11	451.54	4.34	0.93
33	990	13.81	455.77	4.23	0.90
34	1020	13.53	459.89	4.12	0.88
35	1050	13.25	463.91	4.03	0.86
36	1080	13.00	467.85	3.93	0.84
37	1110	12.75	471.69	3.84	0.82
38	1140	12.51	475.45	3.76	0.80
39	1170	12.29	479.13	3.68	0.79

回数 n	時間T(min)	降雨強度r (mm/hr)	n · r	In (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
40	1200	12.07	482.74	3.60	0.77
41	1230	11.86	486.27	3.53	0.75
42	1260	11.66	489.73	3.46	0.74
43	1290	11.47	493.13	3.40	0.73
44	1320	11.28	496.46	3.33	0.71
45	1350	11.11	499.73	3.27	0.70
46	1380	10.93	502.95	3.21	0.69
47	1410	10.77	506.11	3.16	0.67
48	1440	10.61	509.21	3.10	0.66





2.2 地点-2

地域名称	名古屋A地域
降雨強度式名称	クリ - ブランド型
確率年(年)	30
降雨継続時間t(時)	24.00
洪水到達時間計算種別	Kinematic Wave理論
計算時使用降雨強度式	$r = a / (t^n + b)$ [a=2620.000 b=13.2100 n=0.7500]

No	地形名称	流出係数f	土地利用状況定数C	流域面積A (開発前)	流域面積A' (開発後)
1	一般市街	0.800	53.000	909.600	919.900
2	山地	0.700	350.000	547.400	537.100

開発前	計算時間単位 t(min)	30
	洪水到達時間t(min)	30.0
	降雨波形	後方集中型
	流出係数 f	0.762
	土地利用定数 C	164.584
	流域面積 A (ha)	1457.000
	ピーク流量 Q (m³/s)	209.584
開発後	計算時間単位 t(min)	30
	洪水到達時間t(min)	30.0
	降雨波形	後方集中型
	流出係数 f'	0.763
	土地利用定数 C'	162.484
	流域面積 A' (ha)	1457.000
	ピーク流量 Q' (m³/s)	211.426
開発によるピーク流量の増加率 (%)		100.9
流出ハイドログラフ種別		合理式

1)降雨強度式

$$r = a / (t^n + b) \text{ [a=2620.000 b=13.2100 n=0.7500]}$$

2)洪水到達時間(開発前)

2-1)Kinematic Wave理論

回数	仮定値ti (min)	降雨強度r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	58.0
2	58.0	76.6	0.2191	71.5
3	71.5	69.3	0.2268	74.0
4	74.0	68.2	0.2282	74.4
5	74.4	68.0	0.2284	74.5

$$r = a / (t^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

$$C = 164.584 \quad A = 14.57000(\text{km}^2) \quad f = 0.762$$

$$CAf = C \times A^{0.22} \times f^{-0.35}$$

$$= 326.2711$$

$$tp = CAf \times (rc)^{-0.35}$$

$$= 74.5$$

洪水到達時間 $tc = 74.5$ (min)

計算式	洪水到達時間(min)
Kinematic Wave理論	74.5

計算時間単位 $t = 30$ (min)
 洪水到達時間 $t = 30.0$ (min)

3)洪水到達時間(開発後)

3-1)Kinematic Wave理論

回数	仮定値 t_i (min)	降雨強度 r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間 tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	57.2
2	57.2	77.0	0.2186	70.4
3	70.4	69.8	0.2262	72.8
4	72.8	68.7	0.2276	73.3
5	73.3	68.5	0.2278	73.3

$$r = a / (t^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

$$C = 162.484 \quad A = 14.57000(\text{km}^2) \quad f = 0.763$$

$$CAf = C \times A^{0.22} \times f^{-0.35}$$

$$= 322.0044$$

$$tp = CAf \times (rc)^{-0.35}$$

$$= 73.3$$

洪水到達時間 $tc = 73.3$ (min)

計算式	洪水到達時間(min)
Kinematic Wave理論	73.3

計算時間単位 $t = 30$ (min)
 洪水到達時間 $t = 30.0$ (min)

4)ピーク流量(開発前)

洪水到達時間(角屋式)と降雨強度

洪水到達時間(T)は降雨強度式と連立に解く逐時計算法によって求める。

角屋式

$$T = C \cdot (A/100)^{0.22} \cdot re^{-0.35}$$

ここに、

- T : 洪水到達時間 (min)
- re: 有効降雨強度 = $F \cdot R30$ (mm/hr)
- C : 土地利用状況定数 = 164.5839
- A : 流域面積 = 1457.000 (ha)
- F : 流出係数 = 0.7624

降雨強度式

$$R30 = a / (ti^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

tを仮定し左辺に代入する。

計算結果として与えられた左辺のtと一致するまで計算を繰り返す。

回数	仮定値ti (min)	降雨強度r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間tp (min)
1	10.0	139.1	0.1778	58.0
2	58.0	76.6	0.2191	71.5
3	71.5	69.3	0.2268	74.0
4	74.0	68.2	0.2282	74.4
5	74.4	68.0	0.2284	74.5

降雨強度

$$R30 = a / (ti^n + b)$$

$$= 67.9 \text{ (mm/hr)}$$

30年確率降雨時のピーク流量

$$Q30 = 1/360 \cdot F \cdot R30 \cdot A$$

$$= 209.584 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

ここに、

$$F : \text{流出係数} = 0.7624$$

$$A : \text{流域面積} = 1457.000 \text{ (ha)}$$

5) ピーク流量(開発後)

洪水到達時間(角屋式)と降雨強度

洪水到達時間(T')は降雨強度式と連立に解く逐時計算法によって求める。

角屋式

$$T' = C' \cdot (A'/100)^{0.22} \cdot re'^{-0.35}$$

ここに、

$$T' : \text{洪水到達時間 (min)}$$

$$re' : \text{有効降雨強度} = F' \cdot R30' \text{ (mm/hr)}$$

$$C' : \text{土地利用状況定数} = 162.4844$$

$$A' : \text{流域面積} = 1457.000 \text{ (ha)}$$

$$F' : \text{流出係数} = 0.7631$$

降雨強度式

$$R30' = a / (ti^n + b)$$

$$a = 2620.000 \quad n = 0.7500 \quad b = 13.2100$$

tを仮定し左辺に代入する。

計算結果として与えられた左辺のtと一致するまで計算を繰り返す。

回数	仮定値 t_i (min)	降雨強度 r (mm/hr)	$r^{-0.35}$	時間 t_p (min)
1	10.0	139.1	0.1778	57.2
2	57.2	77.0	0.2186	70.4
3	70.4	69.8	0.2262	72.8
4	72.8	68.7	0.2276	73.3
5	73.3	68.5	0.2278	73.3

降雨強度

$$R30' = a / (t_i^b + b)$$

$$= 68.5 \text{ (mm/hr)}$$

30年確率降雨時のピーク流量

$$Q30' = 1/360 \cdot F' \cdot R30' \cdot A'$$

$$= 211.426 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

ここに、

$$F' : \text{流出係数} = 0.7631$$

$$A' : \text{流域面積} = 1457.000 \text{ (ha)}$$

開発によるピーク流量の増加率

$$Q30' / Q30 = 100.9 \text{ (\%)}$$

6) ハイドログラフ(開発前)

(a) 計画降雨波形及び流量計算表

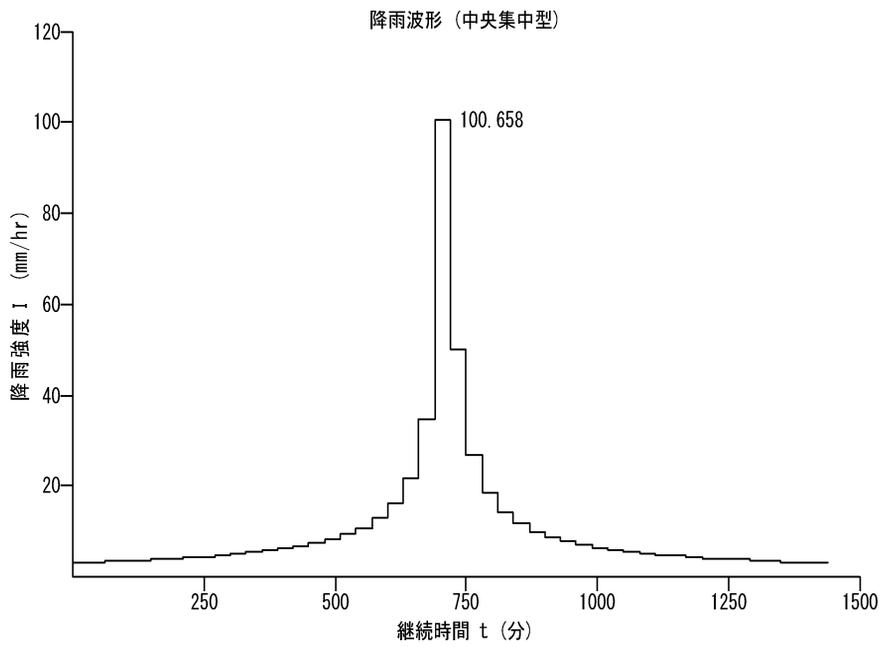
$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot I_n \cdot A$$

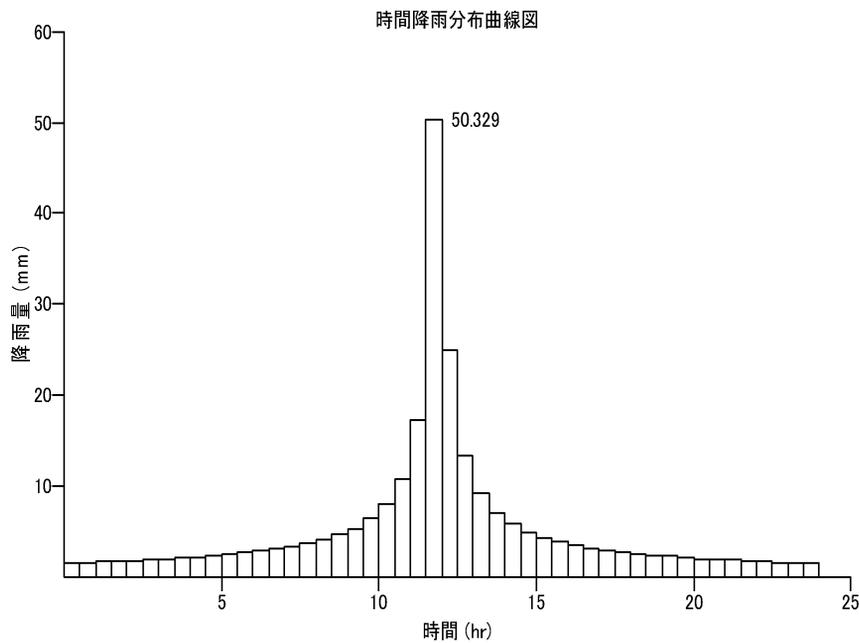
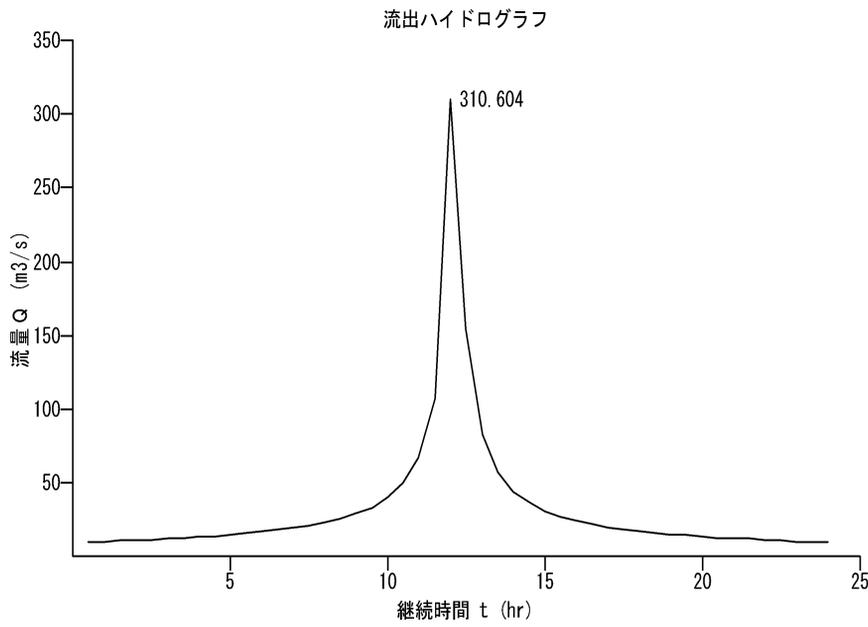
$$\text{流出係数 } f : 0.762$$

$$\text{流域面積 } A : 1457.000 \text{ (ha)}$$

回数 n	時間 T(min)	降雨強度 r (mm/hr)	$n \cdot r$	I_n (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
1	30	100.66	100.66	100.66	310.60
2	60	75.36	150.71	50.05	154.45
3	90	61.75	185.25	34.53	106.56
4	120	52.97	211.86	26.61	82.13
5	150	46.73	233.63	21.77	67.17
6	180	42.02	252.12	18.49	57.04
7	210	38.32	268.23	16.11	49.71
8	240	35.32	282.53	14.31	44.15
9	270	32.82	295.42	12.89	39.78
10	300	30.72	307.17	11.75	36.25
11	330	28.91	317.98	10.80	33.34
12	360	27.33	327.99	10.01	30.90
13	390	25.95	337.33	9.34	28.81
14	420	24.72	346.08	8.76	27.02
15	450	23.62	354.33	8.25	25.45
16	480	22.63	362.13	7.80	24.07
17	510	21.74	369.54	7.40	22.85
18	540	20.92	376.59	7.05	21.76
19	570	20.17	383.32	6.73	20.77
20	600	19.49	389.76	6.44	19.88
21	630	18.85	395.94	6.18	19.07
22	660	18.27	401.89	5.94	18.33
23	690	17.72	407.61	5.72	17.66
24	720	17.21	413.13	5.52	17.03
25	750	16.74	418.46	5.33	16.46
26	780	16.29	423.62	5.16	15.92
27	810	15.87	428.62	5.00	15.42
28	840	15.48	433.47	4.85	14.96

回数 n	時間T(min)	降雨強度r (mm/hr)	n · r	In (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
29	870	15.11	438.17	4.71	14.53
30	900	14.76	442.75	4.58	14.12
31	930	14.43	447.20	4.45	13.74
32	960	14.11	451.54	4.34	13.38
33	990	13.81	455.77	4.23	13.04
34	1020	13.53	459.89	4.12	12.72
35	1050	13.25	463.91	4.03	12.42
36	1080	13.00	467.85	3.93	12.13
37	1110	12.75	471.69	3.84	11.86
38	1140	12.51	475.45	3.76	11.60
39	1170	12.29	479.13	3.68	11.36
40	1200	12.07	482.74	3.60	11.12
41	1230	11.86	486.27	3.53	10.90
42	1260	11.66	489.73	3.46	10.69
43	1290	11.47	493.13	3.40	10.48
44	1320	11.28	496.46	3.33	10.28
45	1350	11.11	499.73	3.27	10.10
46	1380	10.93	502.95	3.21	9.92
47	1410	10.77	506.11	3.16	9.74
48	1440	10.61	509.21	3.10	9.58





7) ハイドログラフ (開発後)

(a) 計画降雨波形及び流量計算表

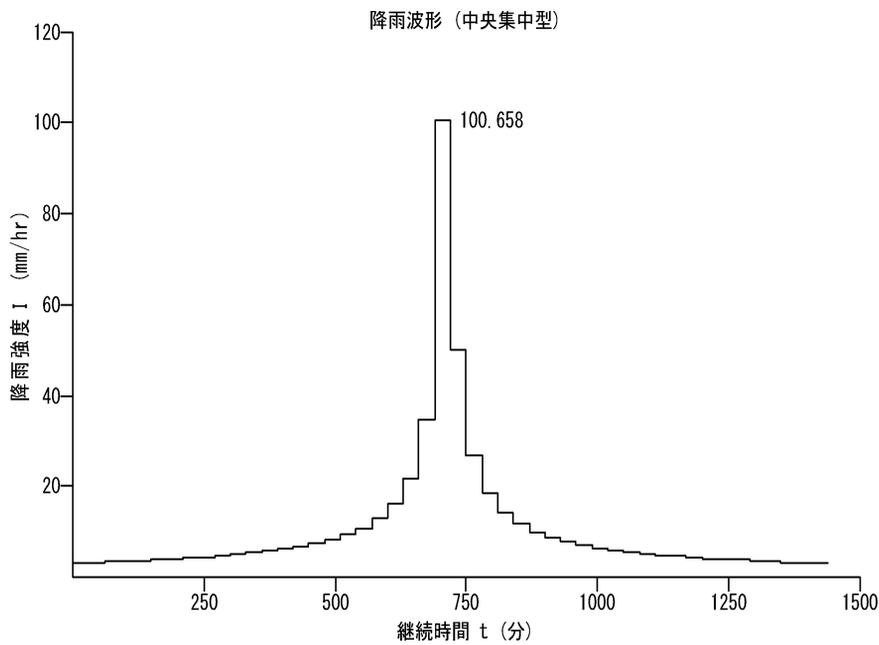
$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot I_n \cdot A$$

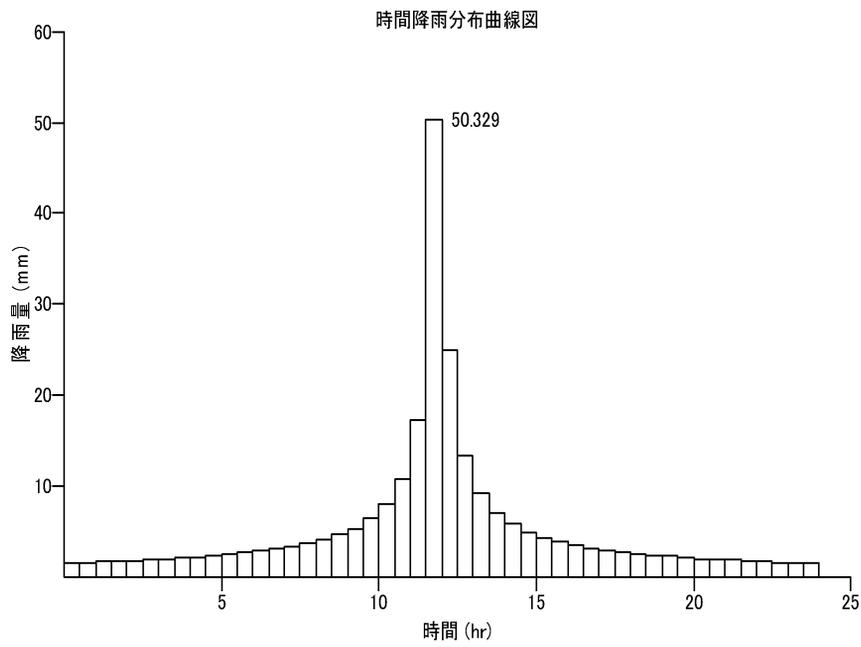
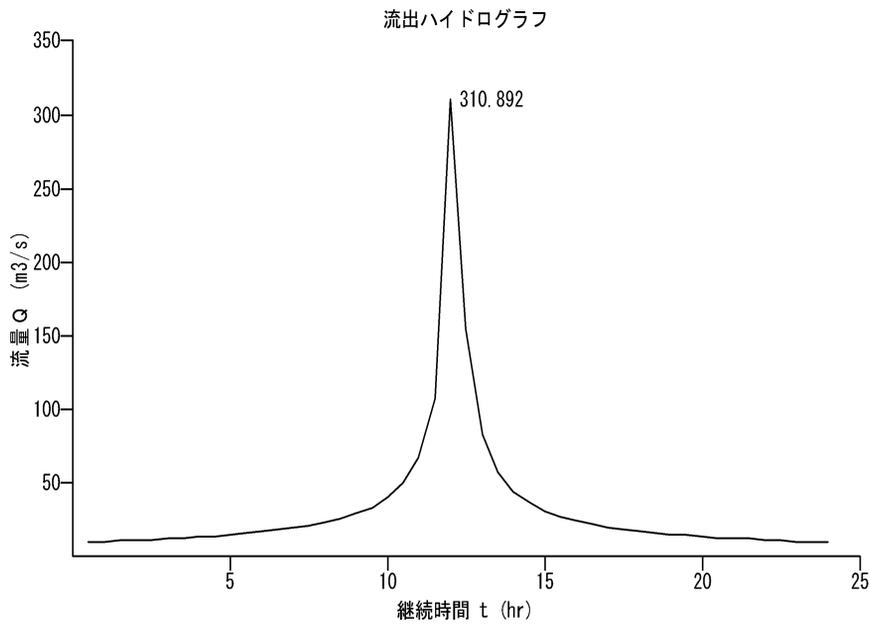
流出係数 f : 0.763

流域面積 A : 1457.000 (ha)

回数 n	時間 T (min)	降雨強度 r (mm/hr)	n · r	I _n (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
1	30	100.66	100.66	100.66	310.89
2	60	75.36	150.71	50.05	154.60
3	90	61.75	185.25	34.53	106.66
4	120	52.97	211.86	26.61	82.20
5	150	46.73	233.63	21.77	67.24
6	180	42.02	252.12	18.49	57.10
7	210	38.32	268.23	16.11	49.76
8	240	35.32	282.53	14.31	44.19
9	270	32.82	295.42	12.89	39.81
10	300	30.72	307.17	11.75	36.28

回数 n	時間T(min)	降雨強度r (mm/hr)	n · r	In (mm/hr)	流量 Q (m ³ /s)
11	330	28.91	317.98	10.80	33.37
12	360	27.33	327.99	10.01	30.92
13	390	25.95	337.33	9.34	28.84
14	420	24.72	346.08	8.76	27.04
15	450	23.62	354.33	8.25	25.48
16	480	22.63	362.13	7.80	24.10
17	510	21.74	369.54	7.40	22.87
18	540	20.92	376.59	7.05	21.78
19	570	20.17	383.32	6.73	20.79
20	600	19.49	389.76	6.44	19.90
21	630	18.85	395.94	6.18	19.09
22	660	18.27	401.89	5.94	18.35
23	690	17.72	407.61	5.72	17.67
24	720	17.21	413.13	5.52	17.05
25	750	16.74	418.46	5.33	16.47
26	780	16.29	423.62	5.16	15.94
27	810	15.87	428.62	5.00	15.44
28	840	15.48	433.47	4.85	14.97
29	870	15.11	438.17	4.71	14.54
30	900	14.76	442.75	4.58	14.13
31	930	14.43	447.20	4.45	13.75
32	960	14.11	451.54	4.34	13.39
33	990	13.81	455.77	4.23	13.05
34	1020	13.53	459.89	4.12	12.74
35	1050	13.25	463.91	4.03	12.43
36	1080	13.00	467.85	3.93	12.15
37	1110	12.75	471.69	3.84	11.87
38	1140	12.51	475.45	3.76	11.61
39	1170	12.29	479.13	3.68	11.37
40	1200	12.07	482.74	3.60	11.13
41	1230	11.86	486.27	3.53	10.91
42	1260	11.66	489.73	3.46	10.70
43	1290	11.47	493.13	3.40	10.49
44	1320	11.28	496.46	3.33	10.29
45	1350	11.11	499.73	3.27	10.11
46	1380	10.93	502.95	3.21	9.93
47	1410	10.77	506.11	3.16	9.75
48	1440	10.61	509.21	3.10	9.59





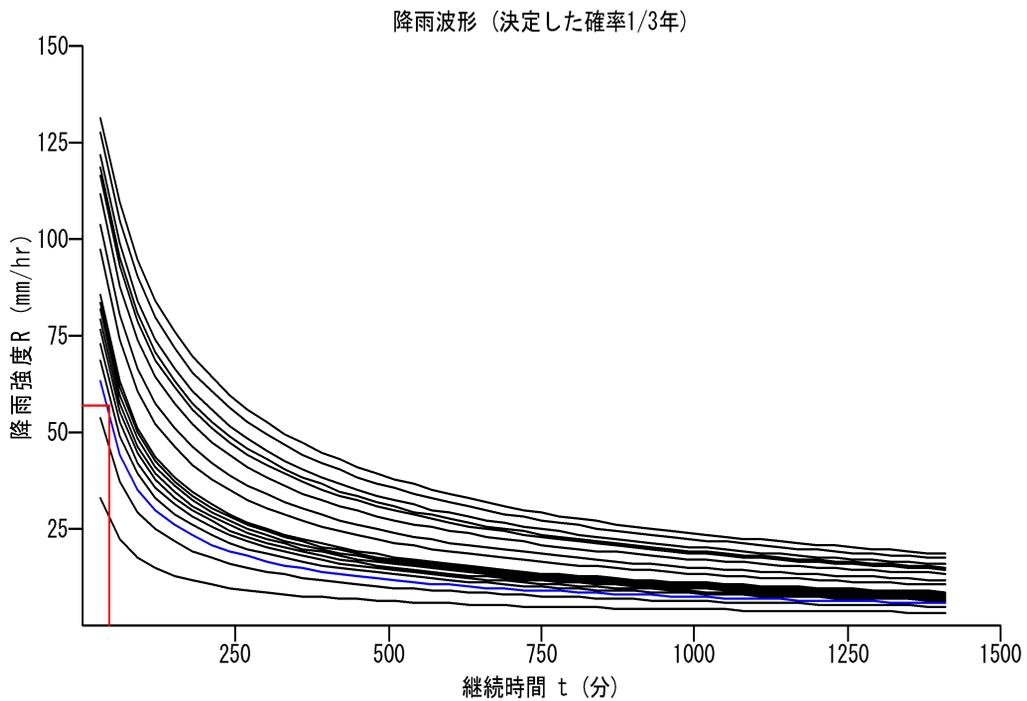
3章 排水施設

3.1 A区間

1)排水施設情報

基本情報

排水施設名称	A区間
現況流下能力 $Q_{pc}(m^3/s)$	11.919
開発前ピーク流量 $Q_{30}(m^3/s)$	19.665
Q_{pc} / Q_{30}	0.606
調節池の有無	調節池が必要である



2)現況流下能力 Q_{pc}

$$Q_{pc} = 11.919 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

3)30年降雨強度に対する流下能力 Q_{30}

$$Q_{pc} < Q_{30} \text{ (11.919 < 19.665)}$$

$$Q_{pc}/Q_{30} = 0.606$$

ここに、

Q_{30} :30年確率降雨時の開発前のピーク流量 (m^3/s)

4) 現況流下能力のn年確率降雨強度 (開発前)

$$\begin{aligned}
 R_n &= Q_{pc} / (A \cdot F) \cdot 360 \\
 &= 11.919 / (98.800 \cdot 0.764) \cdot 360 \\
 &= 56.878 \text{ (mm/hr)} \\
 T_n &= C \cdot (A/100)^{0.22} \cdot (F \cdot R_n)^{-0.35} \\
 &= 161.219 \cdot (98.800/100)^{0.22} \cdot (0.764 \cdot 56.878)^{-0.35} \\
 &= 42.957 \text{ (min)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- T_n : 洪水到達時間 (min)
- R_n : 現況流下能力のn年確率降雨強度 (mm/hr)
- A : 開発前流域面積 (ha)
- F : 開発前流出係数 (ha)
- C : 開発前係数

算出したR_nと到達時間T_nにより、当地区の降雨強度曲線から現況流下能力は、3年降雨強度である。

5) 比流量h

$$\begin{aligned}
 h &= Q_{pc} / A \\
 &= 11.919 / 98.800 \\
 &= 0.121 \text{ (m}^3\text{/s/ha)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- Q_{pc} : 現況流下能力 (m³/s)
- A : 開発前流域面積 (ha)

6) Q30を越えることとならない洪水調節池からの許容放流量(qpc30')

$$\begin{aligned}
 q_{pc30'} &= Q_{30} \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\
 &= 19.665 \cdot (15.590 \cdot 0.714) / (98.800 \cdot 0.764) \\
 &= 2.902 \text{ (m}^3\text{/s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 (ha)
- a_y : 直接放流域の面積 (ha)
- a' : 集水面積(a+a_y) (ha)
- f : 調節池集水区域の開発前の流出係数
- A : 開発前の流域面積 (ha)
- F : 開発前の流出係数

7) 現況流下能力を基に1/n降雨に対する洪水調節池からの許容放流量(qpc3')

$$\begin{aligned}
 q_{pc3'} &= Q_{pc} \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\
 &= 11.919 \cdot (15.590 \cdot 0.714) / (98.800 \cdot 0.764) \\
 &= 1.759 \text{ (m}^3\text{/s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 = 15.590 (ha)
- a_y : 直接放流域の面積 = 0.000 (ha)
- a' : 集水面積 (a+a_y) (ha)
- f : 調節池集水区域の開発前の流出係数
- A : 開発前の流域面積 (ha)
- F : 開発前の流出係数

8) 水害防止1

qpc30を満たす調整容量

qpc30を超えることとならない洪水調節池からの放流量(qpc30)

$$\begin{aligned} qpc30 &= qpc30' - qy30 \\ &= 2.902 - 0.000 \\ &= 2.902 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc30' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy30 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc30' &= Qpc30 \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 19.665 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (98.800 \cdot 0.764) \\ &= 2.902 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

Q30 : 30年確率降雨時の開発前のピーク量 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$qy30 = 1/360 \cdot f' \cdot ry30 \cdot ay$$

f' : 直接放流域の流出係数

ry30 : 直接放流域の降雨強度 (mm/hr)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

$$ay = 0 \text{ より、} qy30' = 0$$

30年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc30 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 2.902 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 83.963 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	A区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^n + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	56.660
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	77.373
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	83.963
許容放流量Qo(m³/s)	2.902
必要洪水調節容量(m³)	4157.917

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$Vc = (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (77.373 - 83.963 / 2) \cdot 60 \cdot 56.660 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 4157.917 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- Vc : 必要調節容量(m³)
- ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度(mm/hr)
- rc : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- ti : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 2620.000, n = 0.7500, b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度rcを次式により求める

$$rc = (360 \cdot Qo) / (f \cdot A)$$

ここに、

- Qo : 許容放流量(m³/s)
- $rc = (360 \cdot 2.902) / (0.80 \cdot 15.590) = 83.963 \text{ (mm/hr)}$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$Vi = (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot ti$$

$$= a \cdot c \cdot ti / (ti^n + b) - rc \cdot c \cdot ti / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dVi/dti=0の条件より求めることができる

$$dVi/dti = a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot ti \cdot n \cdot ti^{n-1} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot ti^n / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (ti^n + b)\} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$rc \cdot (ti^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot (ti^n + b)\} = 0$$

ここで、x=ti^n とおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、tiが決定する

$$x = \{-\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a)}\} / rc$$

$$\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{83.963 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500)\} = 454.156$$

$$x = \{-\{454.156\} + \sqrt{\{454.156\}^2 - 83.963 \cdot 13.2100 \cdot (83.963 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000)}\} / 83.963$$

$$=20.652$$

$$t_i = \exp(\ln(x)/n)$$

$$= \exp(\ln(20.652)/0.7500)$$

$$=56.660 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$=2620.000 / (56.660^{0.7500} + 13.2100)$$

$$=77.373 \text{ (mm/hr)}$$

9) 水害防止2

qpc3を満たす調整容量(n=3)

qpc3を超えることとしない洪水調節池からの放流量(qpc3)

$$\begin{aligned} qpc3 &= qpc3' - qy3 \\ &= 1.759 - 0.000 \\ &= 1.759 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc3' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy3 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc3' &= Qpc \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 11.919 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (98.800 \cdot 0.764) \\ &= 1.759 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

Qpc : 現況流下能力 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$qy3' = 1/360 \cdot f' \cdot ry3 \cdot ay$$

f' : 直接放流域の流出係数

ry3 : 直接放流域の降雨強度 (mm/hr)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

$$ay = 0 \text{ より、} qy3' = 0$$

3年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc3 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 1.759 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 50.890 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	A区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	43.685
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	52.360
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	50.890
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	1.759
必要洪水調節容量(m ³)	2437.947

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$V_c = (r_i - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (52.360 - 50.890 / 2) \cdot 60 \cdot 43.685 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 2437.947 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- V_c : 必要調節容量(m³)
- r_i : 任意の降雨継続時間t_iにおける降雨強度(mm/hr)
- r_c : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- t_i : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 1112.700, n = 0.7200, b = 6.0790

許容放流量に相当する降雨強度r_cを次式により求める

$$r_c = (360 \cdot Q_o) / (f \cdot A)$$

ここに、

$$Q_o : \text{許容放流量(m}^3\text{/s)}$$

$$r_c = (360 \cdot 1.759) / (0.80 \cdot 15.590) = 50.890 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$V_i = (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot c \cdot t_i$$

$$= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - r_c \cdot c \cdot t_i / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dV_i/dt_i=0の条件より求めることができる

$$dV_i/dt_i = a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$r_c \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、x=t_iⁿ とおけば

$$r_c \cdot x^2 + 2 \cdot \{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、t_iが決定する

$$x = \{-\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - r_c \cdot b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a)}\} / r_c$$

$$\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{50.890 \cdot 6.0790 - 1112.700 \cdot (1 - 0.7200)\} = -2.193$$

$$x = \{-\{-2.193\} + \sqrt{\{-2.193\}^2 - 50.890 \cdot 6.0790 \cdot (50.890 \cdot 6.0790 - 2 \cdot 1112.700)}\} / 50.890$$

$$= 15.172$$

$$t_i = \exp(\ln(x) / n)$$

$$= \exp(\ln(15.172) / 0.7200)$$

$$= 43.685 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 1112.700 / (43.685^{0.7200} + 6.0790)$$

$$= 52.360 \text{ (mm/hr)}$$

10)水害防止3

qpc5を満たす調整容量(m=5)

qpc5を超えることとしない洪水調節池からの放流量(qpc5)

$$\begin{aligned} qpc5 &= qpc5' - qy5 \\ &= 1.759 - 0.000 \\ &= 1.759 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc5' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy5 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc5' &= Qpc \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 11.919 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (98.800 \cdot 0.764) \\ &= 1.759 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

Qpc : 現況流下能力 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$qy5 = 1/360 \cdot f' \cdot ry5 \cdot ay$$

f' : 直接放流域の流出係数

ry5 : 直接放流域の降雨強度 (mm/hr)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

$$ay = 0 \text{ より、} qy5' = 0$$

5年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc5 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 1.759 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 50.890 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	A区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	59.302
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	52.766
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	50.890
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	1.759
必要洪水調節容量(m ³)	3359.396

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$V_c = (r_i - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (52.766 - 50.890 / 2) \cdot 60 \cdot 59.302 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 3359.396 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- V_c : 必要調節容量(m³)
- r_i : 任意の降雨継続時間t_iにおける降雨強度(mm/hr)
- r_c : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- t_i : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 1547.100, n = 0.7400, b = 8.8050

許容放流量に相当する降雨強度r_cを次式により求める

$$r_c = (360 \cdot Q_o) / (f \cdot A)$$

ここに、

$$Q_o : \text{許容放流量(m}^3\text{/s)}$$

$$r_c = (360 \cdot 1.759) / (0.80 \cdot 15.590) = 50.890 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$V_i = (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot c \cdot t_i$$

$$= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - r_c \cdot c \cdot t_i / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dV_i/dt_i=0の条件より求めることができる

$$dV_i/dt_i = a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$r_c \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、x=t_iⁿとおけば

$$r_c \cdot x^2 + 2 \cdot \{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、t_iが決定する

$$x = \{-\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - r_c \cdot b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a)}\} / r_c$$

$$\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{50.890 \cdot 8.8050 - 1547.100 \cdot (1 - 0.7400)\} = 45.844$$

$$x = \{-45.844 + \sqrt{\{45.844\}^2 - 50.890 \cdot 8.8050 \cdot (50.890 \cdot 8.8050 - 2 \cdot 1547.100)}\} / 50.890$$

$$= 20.515$$

$$t_i = \exp(\ln(x) / n)$$

$$= \exp(\ln(20.515) / 0.7400)$$

$$= 59.302 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 1547.100 / (59.302^{0.7400} + 8.8050)$$

$$= 52.766 \text{ (mm/hr)}$$

11)災害防止

調節池からの許容放流量qpc

$$qpc = Qpc \cdot a' / A - 1/360 \cdot f'' \cdot r'' \cdot ay$$

$$= 11.919 \cdot 15.590 / 98.800 - 1/360 \cdot 0.716 \cdot 198.335 \cdot 0.000$$

$$= 1.881 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

ここに、

- Qpc : 下流河川の流下能力 (m³/s)
- a : 調節池の集水区間面積 (ha)
- ay : 直接放流域の面積 (ha)
- a' : 集水区域 (a+ay) (ha)
- A : Qpc算出地点の集水区間面積 (ha)
- f'' : 直接放流域の流出係数
- r'' : 直接放流域の降雨強度 (ha)

許容放流に対する降雨強度rc

$$rc = qpc \cdot 360 / (f' \cdot a)$$

$$= 1.881 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590)$$

$$= 54.423 \text{ (mm/hr)}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 (ha)
- f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	A区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^n + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	101.480
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	57.986
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	54.423
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	1.881
必要洪水調節容量(m ³)	6475.487

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$Vc = (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (57.986 - 54.423 / 2) \cdot 60 \cdot 101.480 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 6475.487 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- Vc : 必要調節容量 (m³)
- ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度 (mm/hr)
- rc : 許容放流量に相当する降雨強度 (mm/hr)
- ti : 任意の降雨継続時間 (min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積 (ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 2620.000, n = 0.7500, b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度rcを次式により求める

$$rc=(360 \cdot Q_0)/(f \cdot A)$$

ここに、

Q_0 :許容放流量(m^3/s)

$$rc=(360 \cdot 1.881)/(0.80 \cdot 15.590) = 54.423 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$\begin{aligned} V_i &= (a/(t_i^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\ &= (a/(t_i^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot t_i \\ &= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - rc \cdot c \cdot t_i / 2 \end{aligned}$$

容量が最大となる降雨強度時間は、 $dV_i/dt_i=0$ の条件より求めることができる

$$\begin{aligned} dV_i/dt_i &= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \end{aligned}$$

ここに、

$$c=f \cdot A/60$$

従って、

$$rc \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、 $x=t_i^n$ とおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、 t_i が決定する

$$\begin{aligned} x &= \{-\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a)}\} / rc \\ \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} &= \{54.423 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500)\} = 63.928 \\ x &= \{-63.928 + \sqrt{\{63.928\}^2 - 54.423 \cdot 13.2100 \cdot (54.423 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000)}\} / 54.423 \\ &= 31.973 \end{aligned}$$

$$t_i = \exp(\ln(x)/n)$$

$$= \exp(\ln(31.973)/0.7500)$$

$$= 101.480 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 2620.000 / (101.480^{0.7500} + 13.2100)$$

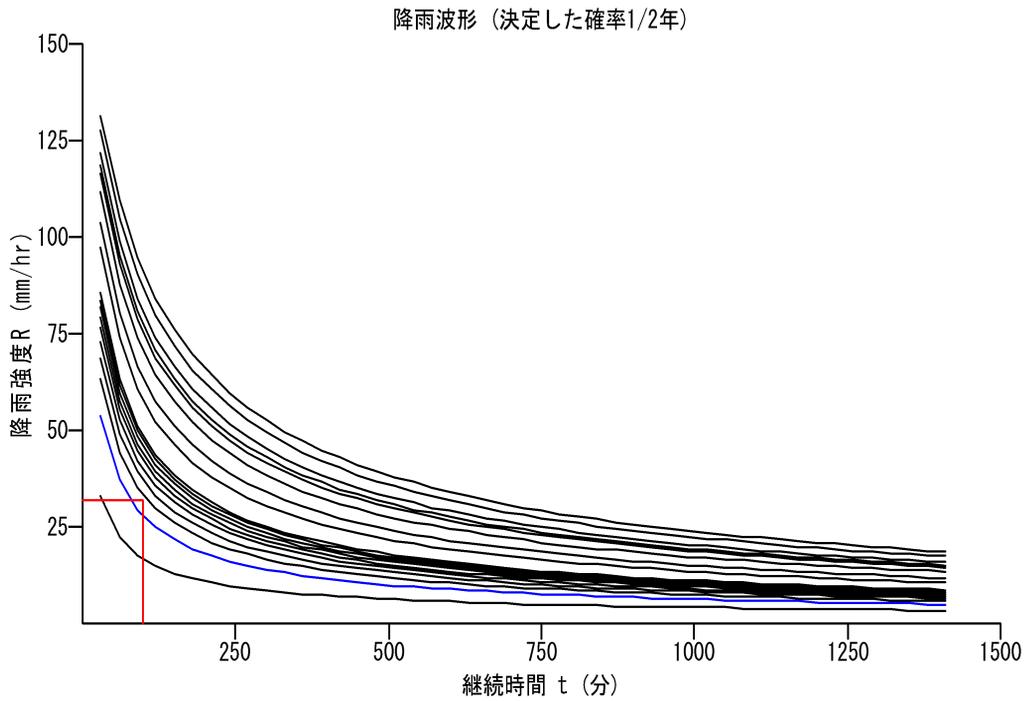
$$= 57.986 \text{ (mm/hr)}$$

3.2 B区間

1)排水施設情報

基本情報

排水施設名称	B区間
現況流下能力 Q_{pc} (m^3/s)	98.730
開発前ピーク流量 Q_{30} (m^3/s)	209.584
Q_{pc} / Q_{30}	0.471
調節池の有無	調節池が必要である



2)現況流下能力 Q_{pc}

$$Q_{pc} = 98.730 \text{ (} m^3/s \text{)}$$

3)30年降雨強度に対する流下能力 Q_{30}

$$Q_{pc} < Q_{30} \text{ (} 98.730 < 209.584 \text{)}$$

$$Q_{pc}/Q_{30} = 0.471$$

ここに、

Q_{30} :30年確率降雨時の開発前のピーク流量(m^3/s)

4) 現況流下能力のn年確率降雨強度(開発前)

$$\begin{aligned}
 R_n &= Q_{pc} / (A \cdot F) \cdot 360 \\
 &= 98.730 / (1457.000 \cdot 0.762) \cdot 360 \\
 &= 31.996 \text{ (mm/hr)} \\
 T_n &= C \cdot (A/100)^{0.22} \cdot (F \cdot R_n)^{-0.35} \\
 &= 164.584 \cdot (1457.000/100)^{0.22} \cdot (0.762 \cdot 31.996)^{-0.35} \\
 &= 97.005 \text{ (min)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- T_n : 洪水到達時間 (min)
- R_n : 現況流下能力のn年確率降雨強度 (mm/hr)
- A : 開発前流域面積 (ha)
- F : 開発前流出係数 (ha)
- C : 開発前係数

算出したR_nと到達時間T_nにより、当地区の降雨強度曲線から現況流下能力は、2年降雨強度である。

5) 比流量h

$$\begin{aligned}
 h &= Q_{pc} / A \\
 &= 98.730 / 1457.000 \\
 &= 0.068 \text{ (m}^3\text{/s/ha)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- Q_{pc} : 現況流下能力 (m³/s)
- A : 開発前流域面積 (ha)

6) Q30を越えることとならない洪水調節池からの許容放流量(qpc30')

$$\begin{aligned}
 q_{pc30'} &= Q_{30} \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\
 &= 209.584 \cdot (15.590 \cdot 0.714) / (1457.000 \cdot 0.762) \\
 &= 2.100 \text{ (m}^3\text{/s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 (ha)
- a_y : 直接放流域の面積 (ha)
- a' : 集水面積(a+a_y) (ha)
- f : 調節池集水区域の開発前の流出係数
- A : 開発前の流域面積 (ha)
- F : 開発前の流出係数

7) 現況流下能力を基に1/n降雨に対する洪水調節池からの許容放流量(qpc2')

$$\begin{aligned}
 q_{pc2'} &= Q_{pc} \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\
 &= 98.730 \cdot (15.590 \cdot 0.714) / (1457.000 \cdot 0.762) \\
 &= 0.989 \text{ (m}^3\text{/s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 = 15.590 (ha)
- a_y : 直接放流域の面積 = 0.000 (ha)
- a' : 集水面積 (a+a_y) (ha)
- f : 調節池集水区域の開発前の流出係数
- A : 開発前の流域面積 (ha)
- F : 開発前の流出係数

8) 水害防止1

qpc30を満す調整容量

qpc30を超えることとならない洪水調節池からの放流量(qpc30)

$$\begin{aligned} qpc30 &= qpc30' - qy30 \\ &= 2.100 - 0.000 \\ &= 2.100 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc30' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy30 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc30' &= Qpc30 \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 209.584 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (1457.000 \cdot 0.762) \\ &= 2.100 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

Q30 : 30年確率降雨時の開発前のピーク量 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$qy30 = 1/360 \cdot f' \cdot ry30 \cdot ay$$

f' : 直接放流域の流出係数

ry30 : 直接放流域の降雨強度 (mm/hr)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

$$ay = 0 \text{ より、} qy30' = 0$$

30年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc30 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 2.100 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 60.771 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	B区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^n + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	87.953
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	62.485
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	60.771
許容放流量Qo(m³/s)	2.100
必要洪水調節容量(m³)	5853.870

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$Vc = (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (62.485 - 60.771 / 2) \cdot 60 \cdot 87.953 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 5853.870 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- Vc : 必要調節容量(m³)
- ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度(mm/hr)
- rc : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- ti : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 2620.000, n = 0.7500, b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度rcを次式により求める

$$rc = (360 \cdot Qo) / (f \cdot A)$$

ここに、

- Qo : 許容放流量(m³/s)

$$rc = (360 \cdot 2.100) / (0.80 \cdot 15.590) = 60.771 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$Vi = (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot ti$$

$$= a \cdot c \cdot ti / (ti^n + b) - rc \cdot c \cdot ti / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dVi/dti=0の条件より求めることができる

$$dVi/dti = a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot ti \cdot n \cdot ti^{n-1} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot ti^n / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (ti^n + b)\} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$rc \cdot (ti^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot (ti^n + b)\} = 0$$

ここで、x=ti^n とおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、tiが決定する

$$x = \{-\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a)}\} / rc$$

$$\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{60.771 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500)\} = 147.785$$

$$x = \{-147.785 + \sqrt{\{147.785\}^2 - 60.771 \cdot 13.2100 \cdot (60.771 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000)}\} / 60.771$$

$$=28.720$$

$$t_i = \exp(\ln(x)/n)$$

$$= \exp(\ln(28.720)/0.7500)$$

$$=87.953 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$=2620.000 / (87.953^{0.7500} + 13.2100)$$

$$=62.485 \text{ (mm/hr)}$$

9)水害防止2

qpc2を満たす調整容量(n=2)

qpc2を超えることとしない洪水調節池からの放流量(qpc2)

$$\begin{aligned} qpc2 &= qpc2' - qy2 \\ &= 0.989 - 0.000 \\ &= 0.989 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc2' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy2 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc2' &= Qpc \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 98.730 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (1457.000 \cdot 0.762) \\ &= 0.989 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

Qpc : 現況流下能力 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$\begin{aligned} qy2' &= 1/360 \cdot f' \cdot ry2 \cdot ay \\ f' &: \text{直接放流域の流出係数} \\ ry2 &: \text{直接放流域の降雨強度 (mm/hr)} \\ ay &: \text{直接放流域の面積 (ha)} \end{aligned}$$

$$ay = 0 \text{ より、} qy2' = 0$$

2年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc2 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 0.989 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 28.628 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	B区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	71.073
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	33.784
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	28.628
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	0.989
必要洪水調節容量(m ³)	2869.206

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$V_c = (r_i - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (33.784 - 28.628 / 2) \cdot 60 \cdot 71.073 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 2869.206 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- V_c : 必要調節容量(m³)
- r_i : 任意の降雨継続時間t_iにおける降雨強度(mm/hr)
- r_c : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- t_i : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 811.600, n = 0.7000, b = 4.2450

許容放流量に相当する降雨強度r_cを次式により求める

$$r_c = (360 \cdot Q_o) / (f \cdot A)$$

ここに、

- Q_o : 許容放流量(m³/s)
- r_c = (360 · 0.989) / (0.80 · 15.590) = 28.628 (mm/hr)

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$V_i = (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot c \cdot t_i$$

$$= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - r_c \cdot c \cdot t_i / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dV_i/dt_i=0の条件より求めることができる

$$dV_i/dt_i = a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$r_c \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、x=t_iⁿ とおけば

$$r_c \cdot x^2 + 2 \cdot \{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、t_iが決定する

$$x = \{-\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - r_c \cdot b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a)}\} / r_c$$

$$\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{28.628 \cdot 4.2450 - 811.600 \cdot (1 - 0.7000)\} = -121.955$$

$$x = \{-\{-121.955\} + \sqrt{\{-121.955\}^2 - 28.628 \cdot 4.2450 \cdot (28.628 \cdot 4.2450 - 2 \cdot 811.600)}\} / 28.628$$

$$= 19.778$$

$$t_i = \exp(\ln(x) / n)$$

$$= \exp(\ln(19.778) / 0.7000)$$

$$= 71.073 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 811.600 / (71.073^{0.7000} + 4.2450)$$

$$= 33.784 \text{ (mm/hr)}$$

10)水害防止3

qpc5を満たす調整容量(m=5)

qpc5を超えることとしない洪水調節池からの放流量(qpc5)

$$\begin{aligned} qpc5 &= qpc5' - qy5 \\ &= 0.989 - 0.000 \\ &= 0.989 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

ここに、

qpc5' : 開発前の調節池の放流量 (m³/s)

qy5 : 直接放流域の放流量 (m³/s)

$$\begin{aligned} qpc5' &= Qpc \cdot (a' \cdot f) / (A \cdot F) \\ &= 98.730 \cdot (15.590 \cdot 0.798) / (1457.000 \cdot 0.762) \\ &= 0.989 \text{ (m}^3\text{/s)} \end{aligned}$$

Qpc : 現況流下能力 (m³/s)

A : 開発前の流域面積 (ha)

F : 開発前の流出係数

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

a' : 集水区域(a+ay) (ha)

f : 調節池の集水区域の開発前の流出係数

$$qy5 = 1/360 \cdot f' \cdot ry5 \cdot ay$$

f' : 直接放流域の流出係数

ry5 : 直接放流域の降雨強度 (mm/hr)

ay : 直接放流域の面積 (ha)

$$ay = 0 \text{ より、} qy5' = 0$$

5年確率降雨に対する調節池からの許容放流に対する降雨強度rc

$$\begin{aligned} rc &= qpc5 \cdot 360 / (f' \cdot a) \\ &= 0.989 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590) \\ &= 28.628 \text{ (mm/hr)} \end{aligned}$$

ここに、

a : 調節池の集水区域面積 (ha)

f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	B区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	123.353
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	35.099
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	28.628
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	0.989
必要洪水調節容量(m ³)	5316.079

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$V_c = (r_i - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (35.099 - 28.628 / 2) \cdot 60 \cdot 123.353 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 5316.079 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- V_c : 必要調節容量(m³)
- r_i : 任意の降雨継続時間t_iにおける降雨強度(mm/hr)
- r_c : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
- t_i : 任意の降雨継続時間(min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積(ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 1547.100, n = 0.7400, b = 8.8050

許容放流量に相当する降雨強度r_cを次式により求める

$$r_c = (360 \cdot Q_o) / (f \cdot A)$$

ここに、

- Q_o : 許容放流量(m³/s)
- r_c = (360 · 0.989) / (0.80 · 15.590) = 28.628 (mm/hr)

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$V_i = (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (a / (t_i^n + b) - r_c / 2) \cdot c \cdot t_i$$

$$= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - r_c \cdot c \cdot t_i / 2$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dV_i/dt_i=0の条件より求めることができる

$$dV_i/dt_i = a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

$$= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - r_c \cdot c / 2$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$r_c \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、x=t_iⁿとおけば

$$r_c \cdot x^2 + 2 \cdot \{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、t_iが決定する

$$x = \{-\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \sqrt{\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - r_c \cdot b \cdot (r_c \cdot b - 2 \cdot a)}\} / r_c$$

$$\{r_c \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{28.628 \cdot 8.8050 - 1547.100 \cdot (1 - 0.7400)\} = -150.178$$

$$x = \{-\{-150.178\} + \sqrt{\{-150.178\}^2 - 28.628 \cdot 8.8050 \cdot (28.628 \cdot 8.8050 - 2 \cdot 1547.100)}\} / 28.628$$

$$= 35.274$$

$$t_i = \exp(\ln(x) / n)$$

$$= \exp(\ln(35.274) / 0.7400)$$

$$= 123.353 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 1547.100 / (123.353^{0.7400} + 8.8050)$$

$$= 35.099 \text{ (mm/hr)}$$

11)災害防止

調節池からの許容放流量qpc

$$qpc = Qpc \cdot a' / A - 1/360 \cdot f'' \cdot r'' \cdot ay$$

$$= 98.730 \cdot 15.590 / 1457.000 - 1/360 \cdot 0.700 \cdot 198.335 \cdot 0.000$$

$$= 1.056 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

ここに、

- Qpc : 下流河川の流下能力 (m³/s)
- a : 調節池の集水区間面積 (ha)
- ay : 直接放流域の面積 (ha)
- a' : 集水区域 (a+ay) (ha)
- A : Qpc算出地点の集水区間面積 (ha)
- f'' : 直接放流域の流出係数
- r'' : 直接放流域の降雨強度 (ha)

許容放流に対する降雨強度rc

$$rc = qpc \cdot 360 / (f' \cdot a)$$

$$= 1.056 \cdot 360 / (0.798 \cdot 15.590)$$

$$= 30.570 \text{ (mm/hr)}$$

ここに、

- a : 調節池の集水区域面積 (ha)
- f' : 調節池の集水区域の開発後の流出係数

必要調整容量の算定(簡便法)

流域名称	B区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^n + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	207.460
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	38.601
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	30.570
許容放流量Q ₀ (m ³ /s)	1.056
必要洪水調節容量(m ³)	10029.746

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$Vc = (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360$$

$$= (38.601 - 30.570 / 2) \cdot 60 \cdot 207.460 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360$$

$$= 10029.746 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここに、

- Vc : 必要調節容量 (m³)
- ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度 (mm/hr)
- rc : 許容放流量に相当する降雨強度 (mm/hr)
- ti : 任意の降雨継続時間 (min)
- f : 流出係数
- A : 集水面積 (ha)
- a, b, n : 降雨強度式の定数
- a = 2620.000, n = 0.7500, b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度 rc を次式により求める

$$rc=(360 \cdot Q_0)/(f \cdot A)$$

ここに、

Q_0 :許容放流量(m^3/s)

$$rc=(360 \cdot 1.056)/(0.80 \cdot 15.590) = 30.570 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$\begin{aligned} V_i &= (a/(t_i^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\ &= (a/(t_i^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot t_i \\ &= a \cdot c \cdot t_i / (t_i^n + b) - rc \cdot c \cdot t_i / 2 \end{aligned}$$

容量が最大となる降雨強度時間は、 $dV_i/dt_i=0$ の条件より求めることができる

$$\begin{aligned} dV_i/dt_i &= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot t_i \cdot n \cdot t_i^{n-1} / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot (t_i^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot t_i^n / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (t_i^n + b)\} / (t_i^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \end{aligned}$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$rc \cdot (t_i^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot t_i^n + b\} = 0$$

ここで、 $x = t_i^n$ とおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いて x を求めれば、 t_i が決定する

$$x = \{-\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \{\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a)\}\} / rc$$

$$\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{30.570 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500)\} = -251.176$$

$$\begin{aligned} x &= \{-\{-251.176\} + \{\{-251.176\}^2 - 30.570 \cdot 13.2100 \cdot (30.570 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000)\}\} / 30.570 \\ &= 54.664 \end{aligned}$$

$$t_i = \exp(\ln(x)/n)$$

$$= \exp(\ln(54.664)/0.7500)$$

$$= 207.460 \text{ (min)}$$

$$r_i = a / (t_i^n + b)$$

$$= 2620.000 / (207.460^{0.7500} + 13.2100)$$

$$= 38.601 \text{ (mm/hr)}$$

3.3 排水施設計算結果一覧表

排水施設計算結果一覧表1

地点番号	上段:開発後、下段:開発前						増加率 Q30'/Q30 (%)
	集水区域 面積 A' A (ha)	流出 係数 F' F	角屋 式の 定数 C' C	洪水 到達時間 T' T (分)	30年確率 雨量強度 R30' R30 (mm/h)	30年確率 ピーク流量 Q30' Q30 (m³/s)	
1	98.800	0.778	118.833	25.203	107.120	22.867	116.284
	98.800	0.764	161.219	36.041	93.841	19.665	
2	1457.000	0.763	162.484	73.350	68.454	211.426	100.879
	1457.000	0.762	164.584	74.525	67.921	209.584	

排水施設計算結果一覧表2

地点番号	流路現況						許容放流量	
	流下可能 流量 Qpc (m³/s)	洪水 到達時間 Tn (分)	n年確率 雨量強度 Rn (mm/h)	比流量 h (m³/s)	Qpc/Qn (%)	流下能力 n (年)	流下能力 n年確率 qpcn' (m³/s)	n年確率 qpcn' (m³/s)
1	11.919	42.957	56.878	0.121	0.606	30	2.902	1.759
2	98.730	97.005	31.996	0.068	0.471	30	2.100	0.989

排水施設計算結果一覧表3

地点番号	水害防止1						
	集水面積 A (ha)	流出係数 f	任意の 降雨継続時間 ti (min)	降雨強度 ri (mm/hr)	下流放流量当 に相当する 降雨強度 rc (mm/hr)	許容 放流量 Qo (m³/s)	必要洪水 調節容量 (m³)
1	15.590	0.798	56.660	77.373	83.963	2.902	4157.917
2	15.590	0.798	87.953	62.485	60.771	2.100	5853.870

地点番号	水害防止2						
	集水面積 A (ha)	流出係数 f	任意の 降雨継続時間 ti (min)	降雨強度 ri (mm/hr)	下流放流量当 に相当する 降雨強度 rc (mm/hr)	許容 放流量 Qo (m³/s)	必要洪水 調節容量 (m³)
1	15.590	0.798	43.685	52.360	50.890	1.759	2437.947
2	15.590	0.798	71.073	33.784	28.628	0.989	2869.206

地点番号	水害防止3						
	集水面積 A (ha)	流出係数 f	任意の 降雨継続時間 ti (min)	降雨強度 ri (mm/hr)	下流放流量当 に相当する 降雨強度 rc (mm/hr)	許容 放流量 Qo (m³/s)	必要洪水 調節容量 (m³)
1	15.590	0.798	59.302	52.766	50.890	1.759	3359.396
2	15.590	0.798	123.353	35.099	28.628	0.989	5316.079

地点 番号	災害防止						
	集水面積 A (ha)	流出係数 f	任意の 降雨継続時間 t _i (min)	降雨強度 r _i (mm/hr)	下流放流量当 に相当する 降雨強度 r _c (mm/hr)	許容 放流量 Q ₀ (m ³ /s)	必要洪水 調節容量 (m ³)
1	15.590	0.798	101.480	57.986	54.423	1.881	6475.487
2	15.590	0.798	207.460	38.601	30.570	1.056	10029.746

4章 貯留施設

4.1 A区間

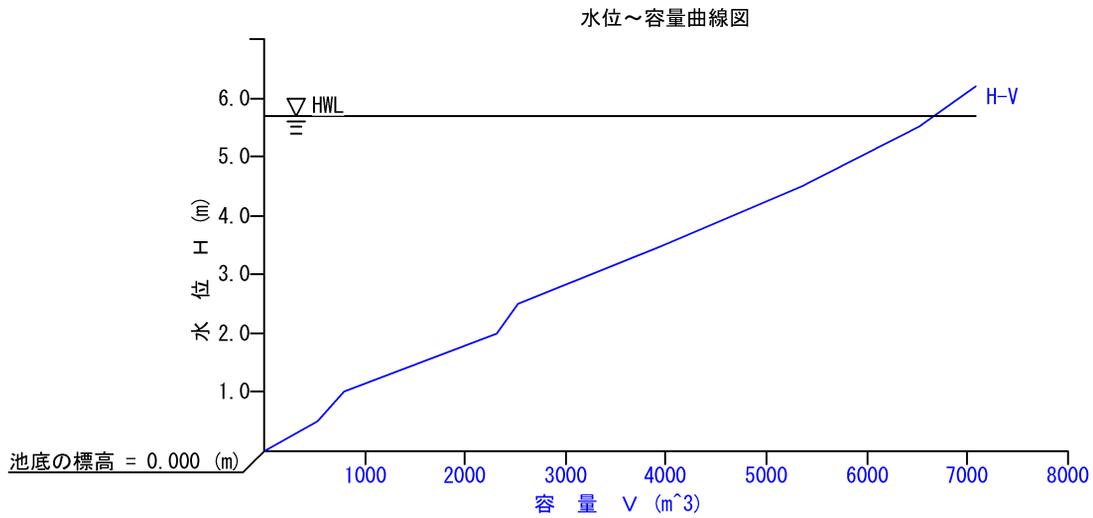
1) 貯留施設情報

基本情報

貯留施設名称	A区間
上流域名称	地点-1
許容放流量 $Q_0(m^3/s)$	2.902
計算時間単位 $t(min)$	30
流出係数 f	0.764
流域面積 $A(ha)$	98.800

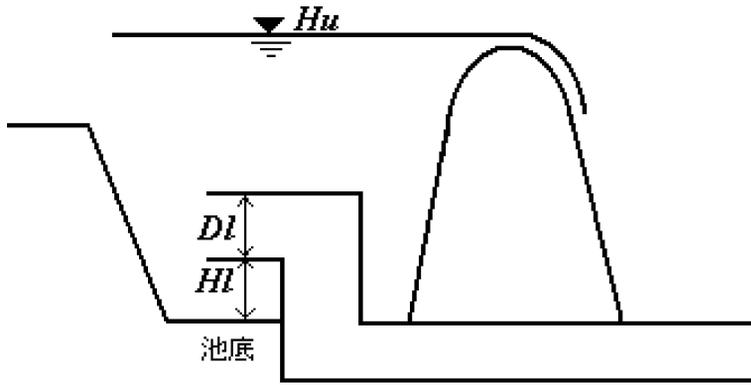
貯留施設の容量と水位

	水位(m)	容量 $V(m^3)$
1	0.000	0.000
2	0.500	525.000
3	1.000	793.000
4	2.000	2319.000
5	2.500	2523.000
6	3.500	3957.000
7	4.500	5351.000
8	5.500	6525.000
9	6.200	7084.000



2)放流施設

オリフィス形状:放流管(円形)



a) $H \leq H1 + 1.2D1$

$$Q = C1 \cdot B1 (H - H1)^{3/2}$$

b) $H1 + 1.2D1 < H < H1 + 1.8D1$

この区間については、 $H = H1 + 1.2D1$ での Q および $H = H1 + 1.8D1$ での Q を用いて、この間を直線近似とする。

c) $H1 + 1.8D1 \leq H$

$$Q = C2 \cdot D1 \cdot B1 \sqrt{2g(H - H1 - 0.5D1)}$$

$C2$ はベルマウスを有するとき0.85~0.90、有しないとき $C2 = 0.6$ とする。

$C1 = 1.80$ 、 $C2 = 0.60$

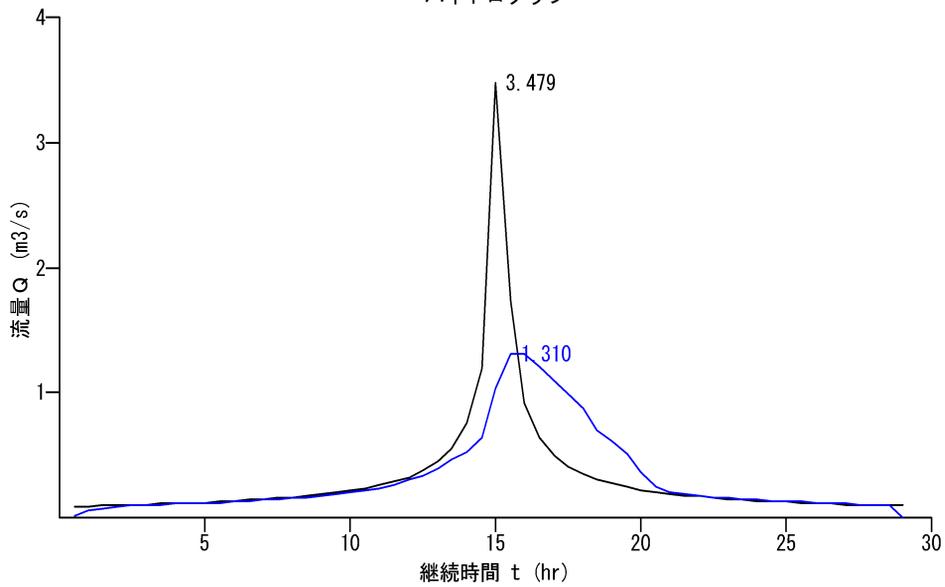
高さH1 (m)	オリフィス幅 B1(m)	オリフィス高 D1(m)
0.000	0.450	0.450

3)ハイドログラフ

継続時間t (min)	流入量 $Qi (m^3/s)$	流出量 $Qo (m^3/s)$
30	0.091	0.015
60	0.093	0.055
90	0.096	0.079
120	0.099	0.091
150	0.102	0.097
180	0.105	0.102
210	0.109	0.106
240	0.113	0.109
270	0.117	0.113
300	0.122	0.118
330	0.127	0.123
360	0.133	0.128
390	0.139	0.134
420	0.146	0.140
450	0.154	0.147
480	0.163	0.156
510	0.173	0.165
540	0.184	0.175
570	0.198	0.188
600	0.214	0.202
630	0.233	0.219
660	0.256	0.240
690	0.285	0.266
720	0.323	0.306
750	0.373	0.341
780	0.445	0.392
810	0.557	0.471
840	0.752	0.527
870	1.193	0.642
900	3.479	1.031
930	1.730	1.310
960	0.920	1.309
990	0.639	1.201
1020	0.494	1.093
1050	0.406	0.987
1080	0.346	0.878

継続時間 t (min)	流入量 Qi (m³/s)	流出量 Qo (m³/s)
1110	0.303	0.703
1140	0.270	0.607
1170	0.244	0.514
1200	0.223	0.363
1230	0.205	0.244
1260	0.191	0.209
1290	0.178	0.190
1320	0.168	0.177
1350	0.158	0.166
1380	0.150	0.157
1410	0.142	0.149
1440	0.136	0.142
1470	0.130	0.135
1500	0.125	0.130
1530	0.120	0.124
1560	0.115	0.119
1590	0.111	0.115
1620	0.107	0.111
1650	0.104	0.107
1680	0.100	0.104
1710	0.097	0.100
1740	0.095	0.000

ハイドログラフ

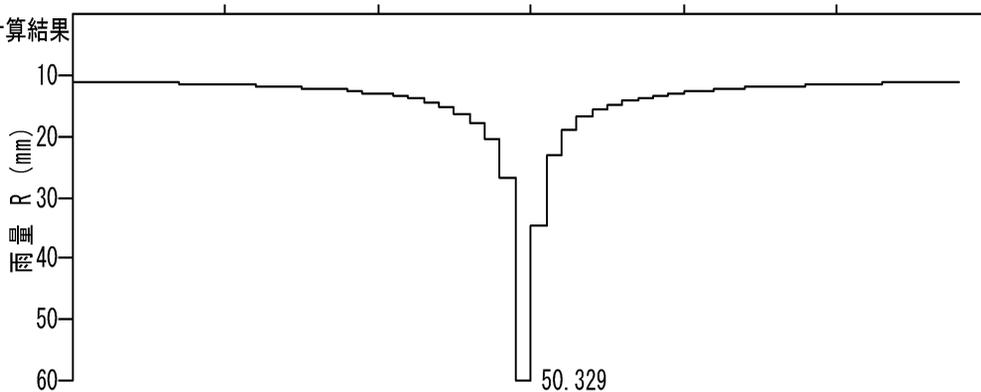


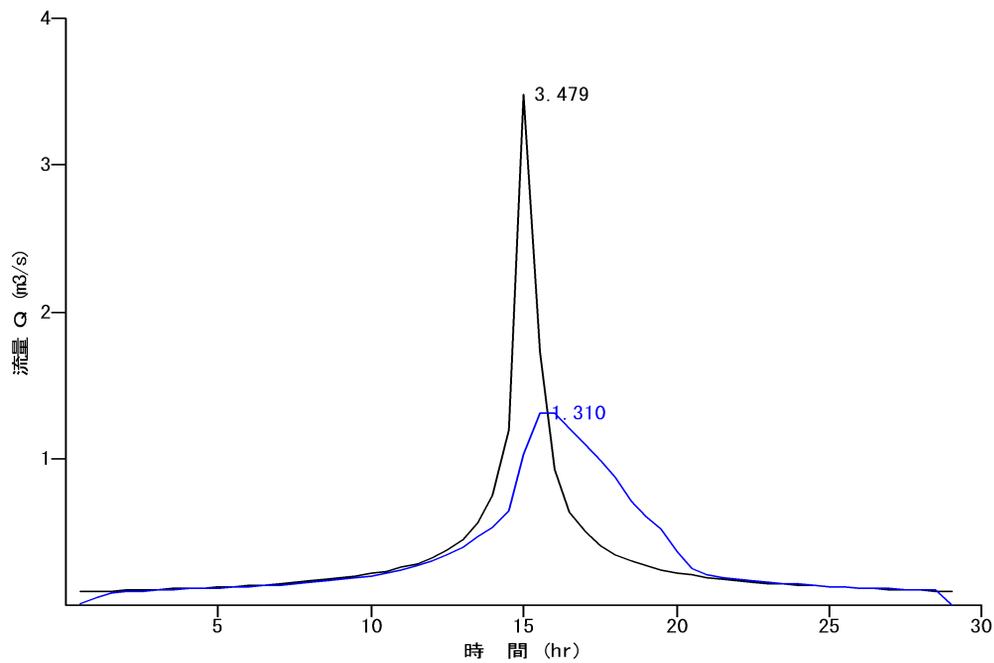
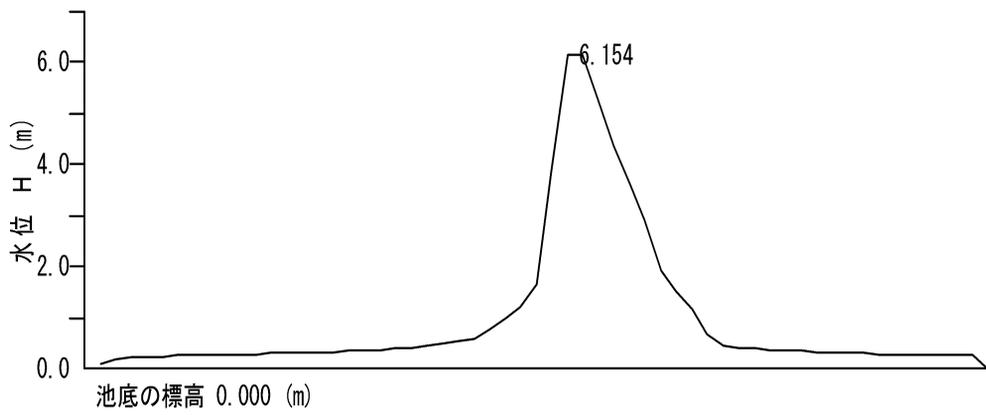
4) 洪水調節計算結果

計算時間 (min)	流入量 Qi (m³/s)	放流量 Qo (m³/s)	水位 H (m)	容量 V (m³)
30	0.091	0.015	0.071	74.4
60	0.093	0.055	0.167	175.0
90	0.096	0.079	0.212	222.3
120	0.099	0.091	0.232	244.0
150	0.102	0.097	0.243	255.4
180	0.105	0.102	0.251	263.2
210	0.109	0.106	0.257	269.8
240	0.113	0.109	0.263	276.4
270	0.117	0.113	0.270	283.3
300	0.122	0.118	0.277	290.6

計算時間 (min)	流入量 Qi (m³/s)	放流量 Qo (m³/s)	水位 H (m)	容量 V (m³)
330	0.127	0.123	0.284	298.4
360	0.133	0.128	0.292	306.9
390	0.139	0.134	0.301	316.2
420	0.146	0.140	0.311	326.3
450	0.154	0.147	0.321	337.4
480	0.163	0.156	0.333	349.7
510	0.173	0.165	0.346	363.3
540	0.184	0.175	0.361	378.7
570	0.198	0.188	0.377	396.1
600	0.214	0.202	0.396	416.0
630	0.233	0.219	0.418	439.2
660	0.256	0.240	0.444	466.5
690	0.285	0.266	0.476	499.3
720	0.323	0.306	0.523	537.1
750	0.373	0.341	0.599	578.2
780	0.445	0.392	0.751	659.3
810	0.557	0.471	0.992	788.8
840	0.752	0.527	1.184	1073.8
870	1.193	0.642	1.649	1784.0
900	3.479	1.031	3.896	4509.7
930	1.730	1.310	6.154	7046.9
960	0.920	1.309	6.150	7044.3
990	0.639	1.201	5.213	6188.5
1020	0.494	1.093	4.351	5143.8
1050	0.406	0.987	3.589	4081.6
1080	0.346	0.878	2.889	3080.1
1110	0.303	0.703	1.932	2215.1
1140	0.270	0.607	1.497	1551.8
1170	0.244	0.514	1.139	1005.5
1200	0.223	0.363	0.665	613.5
1230	0.205	0.244	0.450	472.2
1260	0.191	0.209	0.405	425.3
1290	0.178	0.190	0.381	399.6
1320	0.168	0.177	0.363	380.9
1350	0.158	0.166	0.348	365.4
1380	0.150	0.157	0.335	351.8
1410	0.142	0.149	0.323	339.6
1440	0.136	0.142	0.313	328.6
1470	0.130	0.135	0.303	318.5
1500	0.125	0.130	0.295	309.3
1530	0.120	0.124	0.287	300.8
1560	0.115	0.119	0.279	293.0
1590	0.111	0.115	0.272	285.7
1620	0.107	0.111	0.266	279.0
1650	0.104	0.107	0.260	272.6
1680	0.100	0.104	0.254	266.6
1710	0.097	0.100	0.249	261.1
1740	0.095	0.000	0.000	0.0

洪水調節計算結果





5)簡便法

流域名称	A区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	56.660
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	77.373
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	83.963
許容放流量Q ₀ (m³/s)	2.902
必要洪水調節容量(m³)	4157.917

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$\begin{aligned}
 Vc &= (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\
 &= (77.373 - 83.963 / 2) \cdot 60 \cdot 56.660 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360 \\
 &= 4157.917 \text{ (m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、

Vc :必要調節容量(m³)

ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度(mm/hr)
 rc : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
 ti : 任意の降雨継続時間(min)
 f : 流出係数
 A : 集水面積(ha)
 a,b,n : 降雨強度式の定数
 a = 2620.000 , n = 0.7500 , b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度rcを次式により求める

$$rc = (360 \cdot Q_0) / (f \cdot A)$$

ここに、

Q₀ : 許容放流量(m³/s)

$$rc = (360 \cdot 2.902) / (0.80 \cdot 15.590) = 83.963 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$\begin{aligned} Vi &= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\ &= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot ti \\ &= a \cdot c \cdot ti / (ti^n + b) - rc \cdot c \cdot ti/2 \end{aligned}$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dVi/dti=0の条件より求めることができる

$$\begin{aligned} dVi/dti &= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot ti \cdot n \cdot ti^{n-1} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c/2 \\ &= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot ti^n / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c/2 \\ &= a \cdot c \cdot \{(1 - n) \cdot (ti^n + b)\} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c/2 \end{aligned}$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$rc \cdot (ti^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{(1 - n) \cdot ti^n + b\} = 0$$

ここで、x=tiⁿとおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、tiが決定する

$$x = \{-\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} + \{\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a)\}\} / rc$$

$$\{rc \cdot b - a \cdot (1 - n)\} = \{83.963 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500)\} = 454.156$$

$$x = \{-\{454.156\} + \{\{454.156\}^2 - 83.963 \cdot 13.2100 \cdot (83.963 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000)\}\} / 83.963$$

$$= 20.652$$

$$ti = \exp(\ln(x)/n)$$

$$= \exp(\ln(20.652) / 0.7500)$$

$$= 56.660 \text{ (min)}$$

$$ri = a / (ti^n + b)$$

$$= 2620.000 / (56.660^{0.7500} + 13.2100)$$

$$= 77.373 \text{ (mm/hr)}$$

6) 設計堆積土砂量

計算方法 : 堆積土砂量は毎年半減する

$$\text{設計堆積土砂量} = \text{設計値} \times \left\{ \sum_{i=1}^{N+1} \left(\frac{1}{2} \right)^i \right\} \times A$$

N: 設計堆積年数 (年)

A: 集水域内全造成面積 (ha)

	土地造成中	土地造成完成後
設計堆積年数(年)	3	3
設計値(m ³ /ha・年)	150.000	150.000
開発面積(ha)	190.000	190.000
設計堆積土砂量(m ³)	49875.000	49875.000

4.2 B区間

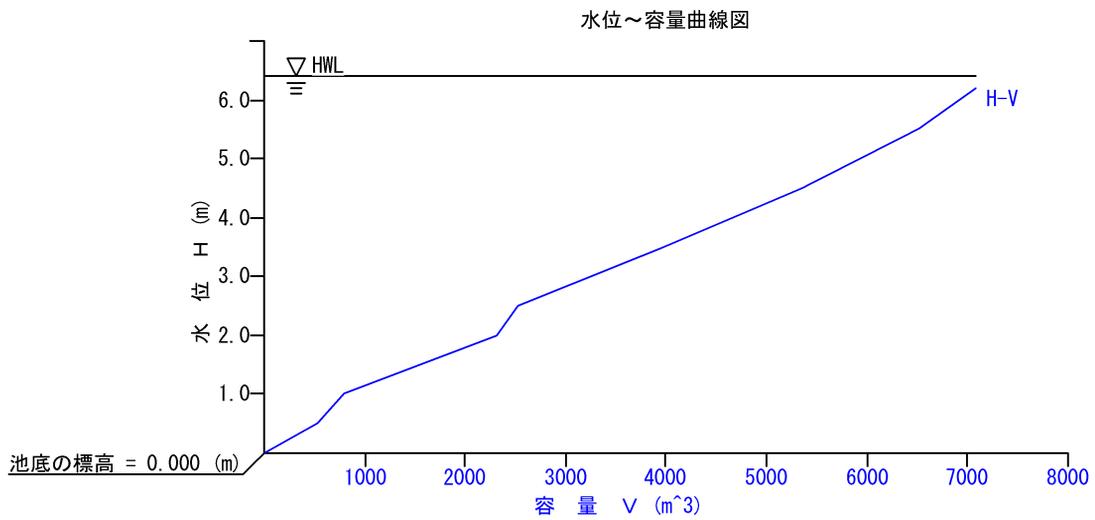
1)貯留施設情報

基本情報

貯留施設名称	B区間
上流流域名称	地点-2
許容放流量 $Q_0(m^3/s)$	2.100
計算時間単位 t(min)	30
流出係数 f	0.762
流域面積 A(ha)	1457.000

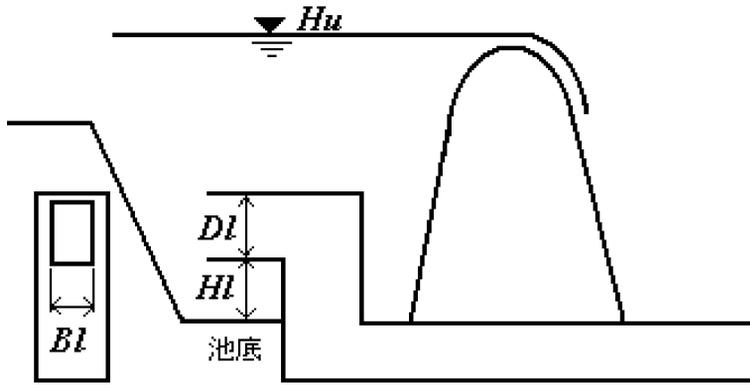
貯留施設の容量と水位

	水位(m)	容量 $V(m^3)$
1	0.000	0.000
2	0.500	525.000
3	1.000	793.000
4	2.000	2319.000
5	2.500	2523.000
6	3.500	3957.000
7	4.500	5351.000
8	5.500	6525.000
9	6.200	7084.000



2)放流施設

オリフィス形状:放流管(矩形)



a) $H \leq Hl + 1.2Dl$

$$Q = C1 \cdot Bl (H - Hl)^{3/2}$$

b) $Hl + 1.2Dl < H < Hl + 1.8Dl$

この区間については、 $H = Hl + 1.2Dl$ での Q および $H = Hl + 1.8Dl$ での Q を用いて、この間を直線近似とする。

c) $Hl + 1.8Dl \leq H$

$$Q = C2 \cdot Dl \cdot Bl \sqrt{2g(H - Hl - 0.5Dl)}$$

$C2$ はベルマウスを有するとき0.85~0.90、有しないとき $C2 = 0.6$ とする。

$C1 = 1.80$ 、 $C2 = 0.60$

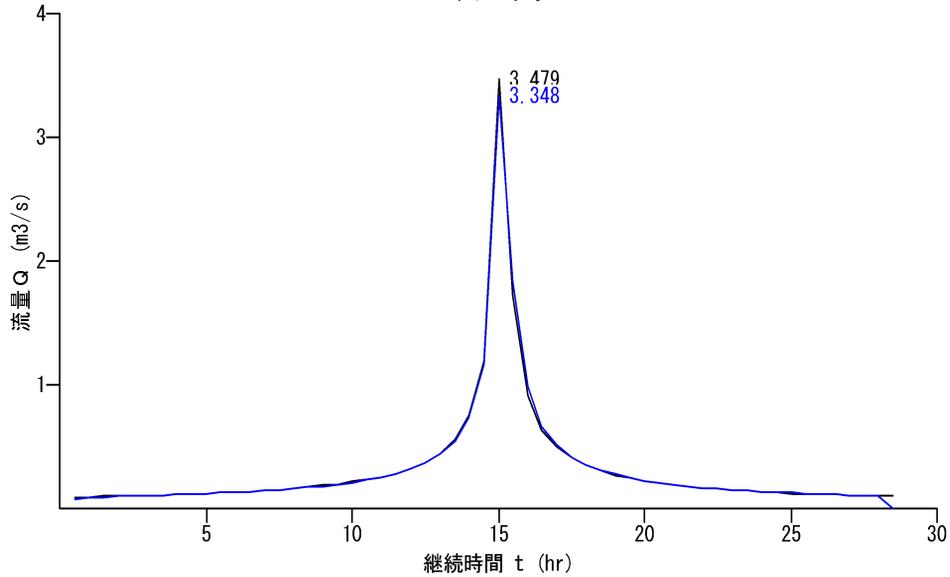
高さ Hl (m)	オリフィス幅 Bl (m)	オリフィス高 Dl (m)
0.000	5.500	4.500

3)ハイドログラフ

継続時間 t (min)	流入量 Qi (m^3/s)	流出量 Qo (m^3/s)
30	0.091	0.069
60	0.093	0.093
90	0.096	0.096
120	0.099	0.098
150	0.102	0.102
180	0.105	0.105
210	0.109	0.108
240	0.113	0.112
270	0.117	0.117
300	0.122	0.121
330	0.127	0.126
360	0.133	0.132
390	0.139	0.138
420	0.146	0.145
450	0.154	0.153
480	0.163	0.161
510	0.173	0.171
540	0.184	0.183
570	0.198	0.196
600	0.214	0.211
630	0.233	0.230
660	0.256	0.253
690	0.285	0.281
720	0.323	0.318
750	0.373	0.367
780	0.445	0.437
810	0.557	0.545
840	0.752	0.734
870	1.193	1.158
900	3.479	3.348
930	1.730	1.848
960	0.920	0.987
990	0.639	0.666
1020	0.494	0.510
1050	0.406	0.416
1080	0.346	0.353

継続時間 t (min)	流入量 Qi (m³/s)	流出量 Qo (m³/s)
1110	0.303	0.308
1140	0.270	0.274
1170	0.244	0.247
1200	0.223	0.226
1230	0.205	0.208
1260	0.191	0.193
1290	0.178	0.180
1320	0.168	0.169
1350	0.158	0.160
1380	0.150	0.151
1410	0.142	0.144
1440	0.136	0.137
1470	0.130	0.131
1500	0.125	0.125
1530	0.120	0.121
1560	0.115	0.116
1590	0.111	0.112
1620	0.107	0.108
1650	0.104	0.104
1680	0.100	0.101
1710	0.097	0.000

ハイドログラフ

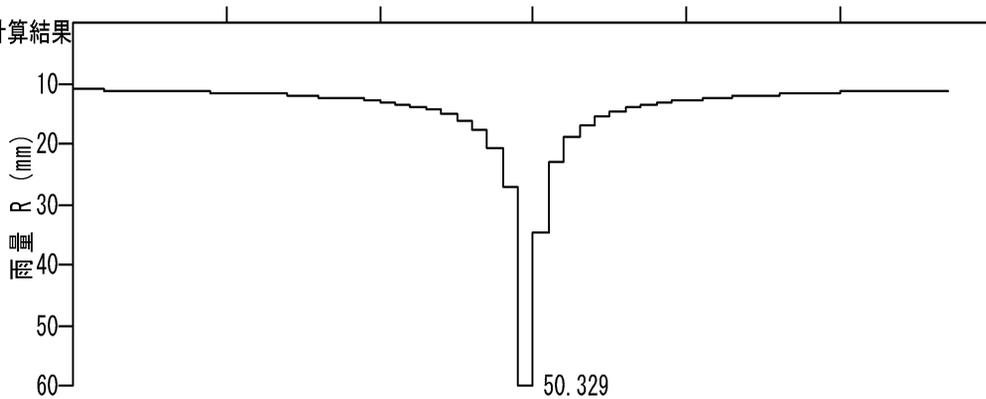


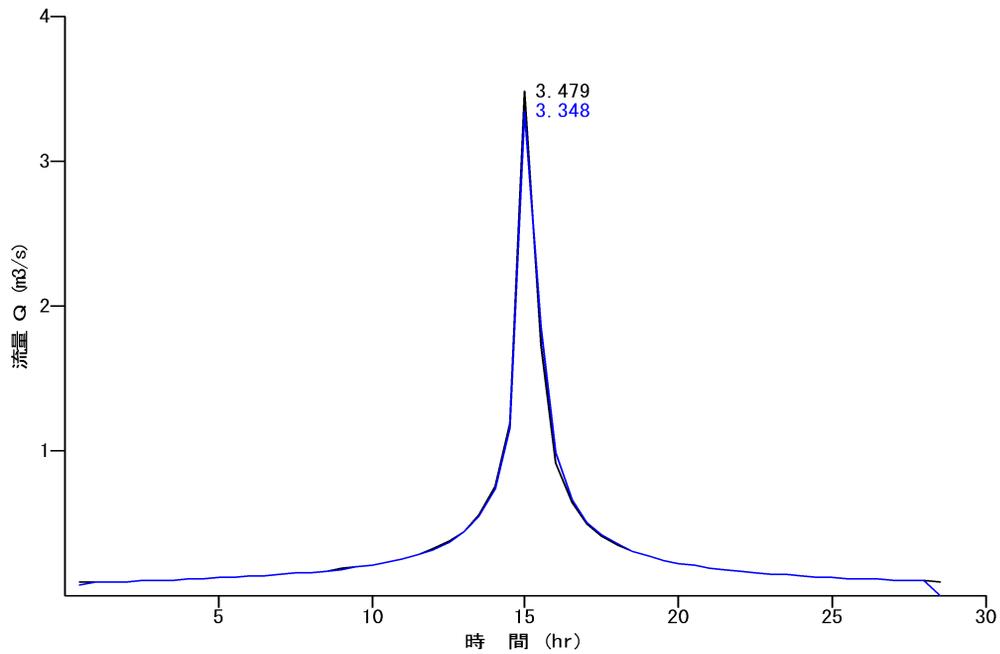
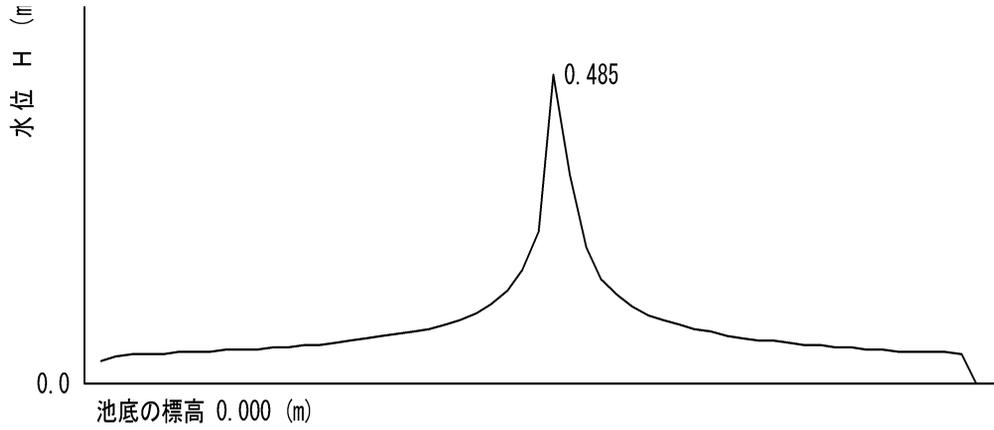
4) 洪水調節計算結果

計算時間 (min)	流入量 Qi (m³/s)	放流量 Qo (m³/s)	水位 H (m)	容量 V (m³)
30	0.091	0.069	0.037	38.4
60	0.093	0.093	0.044	46.7
90	0.096	0.096	0.045	47.6
120	0.099	0.098	0.046	48.6
150	0.102	0.102	0.047	49.6
180	0.105	0.105	0.048	50.7
210	0.109	0.108	0.049	51.8
240	0.113	0.112	0.051	53.1
270	0.117	0.117	0.052	54.4
300	0.122	0.121	0.053	55.8
330	0.127	0.126	0.055	57.4

計算時間 (min)	流入量 Q_i (m ³ /s)	放流量 Q_o (m ³ /s)	水位 H (m)	容量 V (m ³)
360	0.133	0.132	0.056	59.0
390	0.139	0.138	0.058	60.9
420	0.146	0.145	0.060	62.9
450	0.154	0.153	0.062	65.1
480	0.163	0.161	0.064	67.5
510	0.173	0.171	0.067	70.3
540	0.184	0.183	0.070	73.3
570	0.198	0.196	0.073	76.8
600	0.214	0.211	0.077	80.9
630	0.233	0.230	0.081	85.6
660	0.256	0.253	0.087	91.1
690	0.285	0.281	0.093	97.8
720	0.323	0.318	0.101	106.1
750	0.373	0.367	0.111	116.9
780	0.445	0.437	0.125	131.3
810	0.557	0.545	0.145	152.0
840	0.752	0.734	0.176	185.3
870	1.193	1.158	0.239	251.1
900	3.479	3.348	0.485	509.7
930	1.730	1.848	0.327	342.9
960	0.920	0.987	0.215	225.9
990	0.639	0.666	0.165	173.7
1020	0.494	0.510	0.138	145.3
1050	0.406	0.416	0.121	126.9
1080	0.346	0.353	0.108	113.8
1110	0.303	0.308	0.099	103.9
1140	0.270	0.274	0.091	96.0
1170	0.244	0.247	0.085	89.7
1200	0.223	0.226	0.080	84.3
1230	0.205	0.208	0.076	79.8
1260	0.191	0.193	0.072	76.0
1290	0.178	0.180	0.069	72.6
1320	0.168	0.169	0.066	69.6
1350	0.158	0.160	0.064	67.0
1380	0.150	0.151	0.062	64.6
1410	0.142	0.144	0.059	62.4
1440	0.136	0.137	0.058	60.5
1470	0.130	0.131	0.056	58.7
1500	0.125	0.125	0.054	57.1
1530	0.120	0.121	0.053	55.5
1560	0.115	0.116	0.052	54.1
1590	0.111	0.112	0.050	52.8
1620	0.107	0.108	0.049	51.6
1650	0.104	0.104	0.048	50.5
1680	0.100	0.101	0.047	49.4
1710	0.097	0.000	0.000	0.0

洪水調節計算結果





5)簡便法

流域名称	B区間
降雨強度式	$ri = a / (ti^b + b)$
集水面積A(ha)	15.590
流量係数f	0.798
任意の降雨継続時間ti(min)	87.953
任意の降雨継続時間tiの降雨強度ri(mm/hr)	62.485
下流許容放流量に相当する降雨強度rc(mm/hr)	60.771
許容放流量Q ₀ (m³/s)	2.100
必要洪水調節容量(m³)	5853.870

簡便法による必要調節容量は次式により求める

$$\begin{aligned}
 Vc &= (ri - rc / 2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\
 &= (62.485 - 60.771 / 2) \cdot 60 \cdot 87.953 \cdot 0.798 \cdot 15.590 \cdot 1/360 \\
 &= 5853.870 \text{ (m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、

Vc :必要調節容量(m³)

ri : 任意の降雨継続時間tiにおける降雨強度(mm/hr)
 rc : 許容放流量に相当する降雨強度(mm/hr)
 ti : 任意の降雨継続時間(min)
 f : 流出係数
 A : 集水面積(ha)
 a,b,n : 降雨強度式の定数
 a = 2620.000 , n = 0.7500 , b = 13.2100

許容放流量に相当する降雨強度rcを次式により求める

$$rc = (360 \cdot Q_0) / (f \cdot A)$$

ここに、

Q₀ : 許容放流量(m³/s)

$$rc = (360 \cdot 2.100) / (0.80 \cdot 15.590) = 60.771 \text{ (mm/hr)}$$

ここで、降雨強度式を代入すると、降雨継続時間と容量の関係が得られる

$$\begin{aligned} Vi &= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot 60 \cdot ti \cdot f \cdot A \cdot 1/360 \\ &= (a / (ti^n + b) - rc/2) \cdot c \cdot ti \\ &= a \cdot c \cdot ti / (ti^n + b) - rc \cdot c \cdot ti / 2 \end{aligned}$$

容量が最大となる降雨強度時間は、dVi/dti=0の条件より求めることができる

$$\begin{aligned} dVi/dti &= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot ti \cdot n \cdot ti^{n-1} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot (ti^n + b) - a \cdot c \cdot n \cdot ti^n / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \\ &= a \cdot c \cdot \{ (1 - n) \cdot (ti^n + b) \} / (ti^n + b)^2 - rc \cdot c / 2 \end{aligned}$$

ここに、

$$c = f \cdot A / 60$$

従って、

$$rc \cdot (ti^n + b)^2 - 2 \cdot a \cdot \{ (1 - n) \cdot ti^n + b \} = 0$$

ここで、x=tiⁿとおけば

$$rc \cdot x^2 + 2 \cdot \{ rc \cdot b - a \cdot (1 - n) \} \cdot x + b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) = 0$$

上記の二次方程式を解いてxを求めれば、tiが決定する

$$x = \{ -\{ rc \cdot b - a \cdot (1 - n) \} + \{ \{ rc \cdot b - a \cdot (1 - n) \}^2 - rc \cdot b \cdot (rc \cdot b - 2 \cdot a) \} \} / rc$$

$$\{ rc \cdot b - a \cdot (1 - n) \} = \{ 60.771 \cdot 13.2100 - 2620.000 \cdot (1 - 0.7500) \} = 147.785$$

$$x = \{ -\{ 147.785 \} + \{ \{ 147.785 \}^2 - 60.771 \cdot 13.2100 \cdot (60.771 \cdot 13.2100 - 2 \cdot 2620.000) \} \} / 60.771$$

$$= 28.720$$

$$ti = \exp(\ln(x) / n)$$

$$= \exp(\ln(28.720) / 0.7500)$$

$$= 87.953 \text{ (min)}$$

$$ri = a / (ti^n + b)$$

$$= 2620.000 / (87.953^{0.7500} + 13.2100)$$

$$= 62.485 \text{ (mm/hr)}$$

6) 設計堆積土砂量

計算方法 : 堆積土砂量は毎年半減する

$$\text{設計堆積土砂量} = \text{設計値} \times \left\{ \sum_{i=1}^{N+1} \left(\frac{1}{2} \right)^i \right\} \times A$$

N: 設計堆積年数 (年)

A: 集水域内全造成面積 (ha)

	土地造成中	土地造成完成後
設計堆積年数(年)	3	3
設計値(m ³ /ha・年)	150.000	150.000
開発面積(ha)	190.000	190.000
設計堆積土砂量(m ³)	49875.000	49875.000

5章 洪水吐き

5.1 A区間

貯留施設名称	地点-1
年超過確率	1/100(1.2倍)
降雨強度式	クリ - ブランド型 $r = a / (t^n + b)$ [$a=3890.000$ $b=234.8000$ $n=0.7500$]

1)設計洪水流量

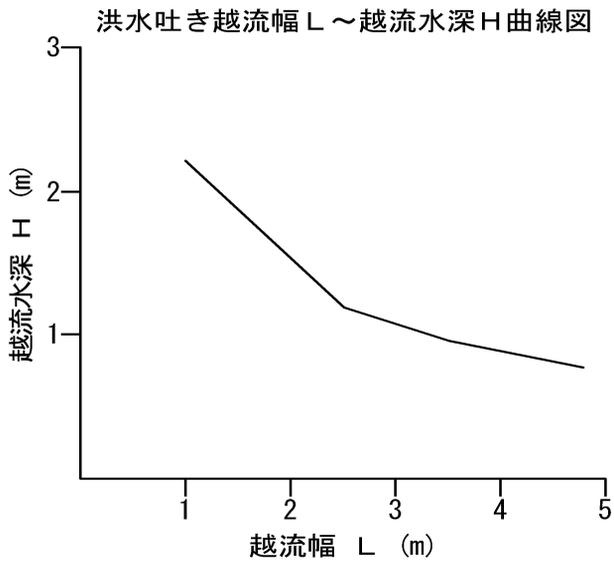
項目	単位	数値	備考
洪水到達時間 t	分	30	
流出係数 f	--	0.798	
流域面積 A	ha	15.590	
降雨強度 r	mm/hr	15.710	
降雨強度 r'	mm/hr	18.852	$r' = r \times 1.2$
年超過確率 流出量 Q1	m ³ /s	0.651	$Q1 = 1/360 \cdot f \cdot r' \cdot A$
比流量曲線	地域係数C 面積 A' 比流量 q 流出量 Q2	-- km ² m ³ /s/km ² m ³ /s	48 20.000 31.642 4.933 $q = C \cdot A'^{(A'^{-0.05-1})}$ $Q2 = q \cdot A$
計算で用いる流出量 Q'	m ³ /s	4.933	max(Q1, Q2)
設計洪水流量 Q	m ³ /s	5.919	$Q = 1.2 \cdot Q'$

2)洪水吐きおよび非越流部天端高

項目	単位	数値	備考
設計洪水流量 Q	m ³ /s	5.919	
流量係数 C	-	1.800	
非越流部の天端高(造成高)	m	8.200	
洪水吐きの越流高 H.W.L	m	5.700	
越流水深 H _o	m	0.959	
余裕高	m	1.541	$8.200 - 6.659 = 1.541$
設計洪水水位 H.H.W.L	m	6.659	$5.700 + 0.959 = 6.659$

2.1)洪水吐き越流幅L～越流水深H曲線一覧表

越流幅L(m)	Q/C・L	越流水深H(m)
1.000	3.289	2.211
2.500	1.315	1.201
3.500	0.940	0.959
4.800	0.685	0.777



3) 洪水吐きの流量(越流量)

設計洪水流量 $Q = 5.919 \text{ (m}^3/\text{s)}$

洪水吐きの流量(越流量)は以下の長方形式で算出する。

$$\begin{aligned}
 Q' &= 1.77 \cdot B \cdot h^{3/2} \\
 &= 1.77 \cdot 3.500 \cdot 2.500^{3/2} \\
 &= 24.488 \text{ (m}^3/\text{s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- Q' : 余水吐きの流量(越流量)
- C : 流量係数
- g : 重力加速度($9.8\text{m}/\text{sec}^2$)
- h : 越流水深
- B : 余水吐きの下長

従って $Q' > Q$ となり越流量は設計洪水量を満たしている。

4) 余裕高のチェック

項目	単位	数値	備考	
設計洪水水位 H_d	-	6.659		
風波高	風速 V 対岸距離 F 風波高 h_w	m/s m m	30 1000.000 0.812	
地震波高	水平震度 k 地震周期 重力加速度 g 水深 H 地震波高 h_e	sec m/s ² m m	0.20 1.0 9.8 5.200 0.454	
余裕高	$H_1 > H_d + h_w$ $H_2 > H_s + h_w + h_e / 2$ 余裕高 H 天端高 $E.L$	m m m m	7.471 6.739 7.471 8.200	サーチャージ水位に対する水深 設計洪水水位に対して サーチャージ水位に対して Max(H_1, H_2)
	安全性の検討		8.200 > 7.471	安全

5.2 B区間

貯留施設名称	地点-2
年超過確率	1/200
降雨強度式	クリ - ブランド型 $r = a / (t^b + b)$ [$a=8483.900$ $b=47.7340$ $n=0.8300$]

1)設計洪水流量

項目	単位	数値	備考
洪水到達時間 t	分	30	
流出係数 f	--	0.798	
流域面積 A	ha	15.590	
降雨強度 r	mm/hr	131.409	
年超過確率 流出量 Q1	m ³ /s	4.541	$Q1 = 1/360 \cdot f \cdot r \cdot A$
比流量曲線	地域係数C 面積 A' 比流量 q 流出量 Q2	-- km ² m ³ /s/km ² m ³ /s	48 20.000 31.642 4.933
			$q = C \cdot A'^{(A'-0.05-1)}$ $Q2 = q \cdot A$
計算で用いる流出量 Q'	m ³ /s	4.933	$\max(Q1, Q2)$
設計洪水流量 Q	m ³ /s	5.919	$Q = 1.2 \cdot Q'$

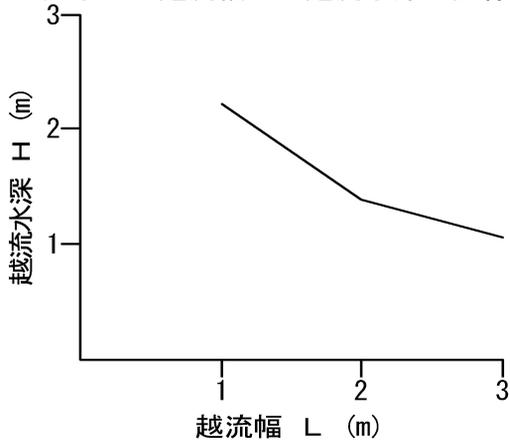
2)洪水吐きおよび非越流部天端高

項目	単位	数値	備考
設計洪水流量 Q	m ³ /s	5.919	
流量係数 C	-	1.800	
非越流部の天端高(造成高)	m	8.200	
洪水吐きの越流高 H.W.L	m	6.400	
越流水深 H ₀	m	1.228	
余裕高	m	0.572	$8.200 - 7.628 = 0.572$
設計洪水水位 H.H.W.L	m	7.628	$6.400 + 1.228 = 7.628$

2.1)洪水吐き越流幅L～越流水深H曲線一覧表

越流幅L(m)	Q/C・L	越流水深H(m)
1.000	3.289	2.211
2.000	1.644	1.393
3.000	1.096	1.063

洪水吐き越流幅 L ~ 越流水深 H 曲線図



3) 洪水吐きの流量(越流量)

設計洪水流量 $Q = 5.919 \text{ (m}^3/\text{s)}$

洪水吐きの流量(越流量)は以下の長方形式で算出する。

$$\begin{aligned}
 Q' &= 1.77 \cdot B \cdot h^{3/2} \\
 &= 1.77 \cdot 3.000 \cdot 2.500^{3/2} \\
 &= 20.990 \text{ (m}^3/\text{s)}
 \end{aligned}$$

ここに、

- Q' : 余水吐きの流量(越流量)
- C : 流量係数
- g : 重力加速度(9.8m/sec²)
- h : 越流水深
- B : 余水吐きの下長

従って $Q' > Q$ となり越流量は設計洪水量を満たしている。

4) 余裕高のチェック

項目	単位	数値	備考	
設計洪水水位 Hd	-	7.628		
風波高	風速 V 対岸距離 F 風波高 hw	m/s m m	30 1000.000 0.812	
地震波高	水平震度 k 地震周期 重力加速度g 水深 H 地震波高 he	sec m/s ² m m	0.20 1.0 9.8 5.900 0.484	サーチャージ水位に対する水深
余裕高	H1>Hd + hw H2>Hs+hw+he/2 余裕高 H 天端高 E.L	m m m m	8.440 7.454 8.440 8.200	設計洪水水位に対して サーチャージ水位に対して Max(H1, H2)
	安全性の検討		8.200	8.440 危険

6章 総括表

6.1 A区間

貯留施設名称		A区間		
項目		単位	数値	備考
直接流域-(1)流出域面積		ha	98.800	
降雨強度式		--	$r=a / (t^n+b)$	
計画降雨超過確率		年	30	
流出率		--	0.764	
洪水到達時間		min	30	
許容放流量		m ³ /s	2.902	
最大放流量		m ³ /s	1.310	
必要洪水調節容量(簡便法)		m ³	4157.917	
必要洪水調節容量(連続式)		m ³	7046.937	
放流施設	断面形状	--	放流管(円形)	
	オリフィス敷高	m	0.000	
	オリフィス直径	m	0.450	
池底の標高		m	0.000	
計画高水位 H.W.L		m	6.154	
非越流部標高		m	6.200	
上流施設総面積 A		ha	15.590	
洪水調節容量 V		m ³	7046.937	
堆積土砂	造成中	m ³	49875.000	
	造成完成後	m ³	49875.000	
洪水吐き	降雨強度式	年	200	a = 3890.000 b = 234.8000 n = 0.7500 r' = r × 1.2 Q = Q' × 1.2
	降雨強度 r	mm/h	15.71	
	降雨強度 r'	mm/h	18.85	
	設計洪水流量Q	m ³ /s	5.92	
	余裕高 H	m	7.471	
非越流部の天端高(造成高)		m	8.200	
洪水吐きの越流高(H.W.L)		m	5.700	
越流水深 H _o		m	0.959	
余裕高		m	1.541	8.200-6.659=1.541
設計洪水水位(H.H.W.L)		m	6.659	5.700-0.959=6.659

6.2 B区間

貯留施設名称		B区間		
項目	単位	数値	備考	
直接流域-(2)流出域面積	ha	1457.000		
降雨強度式	--	$r=a / (t^b+b)$		
計画降雨超過確率	年	30		
流出率	--	0.762		
洪水到達時間	min	30		
許容放流量	m ³ /s	2.100		
最大放流量	m ³ /s	3.348		
必要洪水調節容量(簡便法)	m ³	5853.870		
必要洪水調節容量(連続式)	m ³	509.717		
放流施設	断面形状 オリフィス数高 オリフィス幅 オリフィス高	- m m m	放流管(矩形) 0.000 5.500 4.500	
池底の標高	m	0.000		
計画高水位 H.W.L	m	0.485		
非越流部標高	m	6.200		
上流施設総面積 A	ha	15.590		
洪水調節容量 V	m ³	509.717		
堆積土砂	造成中 造成完成後	m ³ m ³	49875.000 49875.000	
洪水吐き	降雨強度式 降雨強度 r 設計洪水流量Q 余裕高 H	年 mm/h m ³ /s m	200 131.41 5.92 8.440	Q=Q' × 1.2
非越流部の天端高(造成高)	m	8.200		
洪水吐きの越流高(H.W.L)	m	6.400		
越流水深 H _o	m	1.228		
余裕高	m	0.572	8.200-7.628=0.572	
設計洪水水位(H.H.W.L)	m	7.628	6.400-1.228=7.628	