

平成 15 年 2 月 28 日建設局長決裁)
(平成 24 年 2 月 9 日建設局理事決裁)
(令和 2 年 10 月 29 日下水道河川局長決裁)
(令和 5 年 6 月 9 日下水道河川局長決裁)

流出抑制施設（雨水貯留池等）の設置基準

【令和 5 年 6 月 9 日改正】

札幌市下水道河川局事業推進部河川管理課

流出抑制施設（雨水貯留池等）の設置基準

	目次	頁
【I 技術基準】		
【第 1 章 総 則】		
第 1 条 目 的		-2-
第 2 条 適 用 範 囲		-3-
【第 2 章 計 画 基 準】（貯留型施設編）		
第 3 条 計 画 対 象 降 雨		-4-
第 4 条 流 出 係 数		-6-
第 5 条 洪 水 到 達 時 間		-6-
第 6 条 洪 水 ピーク流量の算定および流出ハイドログラフの算出		-7-
第 7 条 貯留型施設（雨水貯留池等）における許容放流量の算定について		-9-
第 8 条 貯留型施設（雨水貯留池等）における洪水調節計算		-13-
第 9 条 放流施設について.....		-21-
第 10 条 洪水吐き等		-22-
第 11 条 設計堆積土砂量について		-23-
【第 3 章 浸透工法】		
第 12 条 浸透工法の採択基準について		-23-
【II 構造基準】		
【第 4 章 雨水貯留池の構造】		
第 13 条 雨水貯留池の位置		-25-
第 14 条 雨水貯留池の形式		-25-
第 15 条 雨水貯留池の形状		-25-
第 16 条 排水塔の構造及びスクリーンについて		-26-
第 17 条 その他の構造基準		-27-
【III 管理基準】		
第 18 条 雨水貯留池の管理		-32-
文末の字句の意味について		-33-
【付 録】		
・ 三角形単位図法の考え方（図解）		-34-
・ ハイエトグラフとハイドログラフ（ $f=0.6$ のときの 1 km^2 当りの昭和 25 年 8 月洪水）		-35-
・ 札幌市の確率雨量強度式（雨水貯留池用～北海道の大雨資料第 14 編より解析）		-38-

【 I 技術基準編】

第 1 章 総 則

第 1 条 目 的

- 1 この基準は、宅地開発等に伴ない、河川等の流域の流出機構が変化し、河川等への流入量が著しく増加する場合に下流河川等の改修に代わる手段として設置する流出抑制施設の一般的かつ基本的な基準を示すものである。
- 2 流出抑制施設の設置の判断は、開発後に予測される開発予定地からの流出変化により、開発区域及びその周辺の地域に溢水等による被害が生じるおそれがあるか否かにより行うこととし、原則として放流先の河川管理者の判断に基づくものとする。
- 3 事業者は、造成中における仮設の防災調整池の設置後、または雨水貯留池等の工事完了後でなければ、土地の区画形質の変更をしてはならない。

【解説】

1 について

この基準は防災調節池等技術基準（案）を参考とし、本市の地域特性や流域特性を考慮して、宅地開発等による流出機構の変化で増加する雨水流出量を抑制するための基準を定めたものである。

開発行為等とは、宅地造成はもちろんのこと、開発によって流出の機構が変化し開発前より流出が増加する行為を対象としていて、岩石採取場等の新規開発あるいは拡張、病院・学校・都市公園等の造成、新規の区画整理事業などが該当する。

2 について

宅地開発等に伴って流出抑制施設の必要性を判断する場合には、開発の規模、放流先の河川等の排水能力や改修計画の諸元、利水の状況、下流域の市街化状況、開発予定地の現状および開発後の流出の変化など総合的な治水上の検討を要することになる。

したがって、原則として当該開発対象流域の河川管理者の判断に基づく必要がある。

3 について

当然のことながら開発を行うにあたって、仮設の防災調整池や、又は雨水貯留池等の流出抑制施設を設置した後でなければ、下流部や周辺隣接地に被害が発生する可能性があることから、この条項を盛りこんだものである。

【本技術基準に関連した参考文献】 令和 2 年 10 月現在

- | | |
|--|-----------------|
| ①防災調節池等技術基準（案）解説と設計実例
（昭和 63 年 1 月 10 日増補改訂版） | 社団法人日本河川協会 |
| ②宅地開発に伴ない設置される浸透施設等設置
技術指針の解説
（平成 10 年 2 月 27 日初版発行） | 社団法人日本宅地開発協会 |
| ③流域貯留施設等技術指針（案）
（昭和 61 年 10 月） | 社団法人日本河川協会 |
| ④増補流域貯留施設等技術指針（案）
（平成 19 年 3 月増補版） | 社団法人 雨水貯留浸透技術協会 |
| ⑤ゴルフ場等の開発に伴い設置される調整池の
要綱及び関係資料（平成 3 年） | 北海道企画振興部土地水対策課編 |
| ⑥北海道の大雨資料第 14 編の II（確率雨量編）（令和 2 年） | 北海道建設部土木局河川砂防課 |

第 2 条 適用範囲

- 1 本技術基準は、宅地開発等に伴って設置される流出抑制施設に適用する。
- 2 流出抑制施設は貯留型施設を基本とするが、立地条件、地質・土質条件、地形条件等から判断して、貯留型施設以外の流出抑制施設（以下「浸透型施設」という。）についても対象とする。
- 3 他法令、条例等の適用を受ける地域に計画される流出抑制施設については、これらの法令等の規制を遵守して設計するものとする。
- 4 流出抑制施設として雨水貯留池等を設置する場合には、恒久施設、暫定施設の別を明らかにすることとし、この場合、河川管理者の判断に基づき、本市河川担当部局が開発者に指導・通知することとする。

【解説】

1 について

宅地開発等とは、前条第 1 項のとおりであるが、開発によって河川等の流域の流出機構が変化し、開発後雨水流出量の増加が見込まれる地区に、本技術基準を適用するものである。

2 について

流出抑制施設とは、自然流域の持つ保水・遊水機能を適正に確保することによって、下流河川に対する洪水負担の軽減を目的として設置する貯留型および浸透型施設の総称であり、施設の形態あるいは構造により図-1 のように分類される。

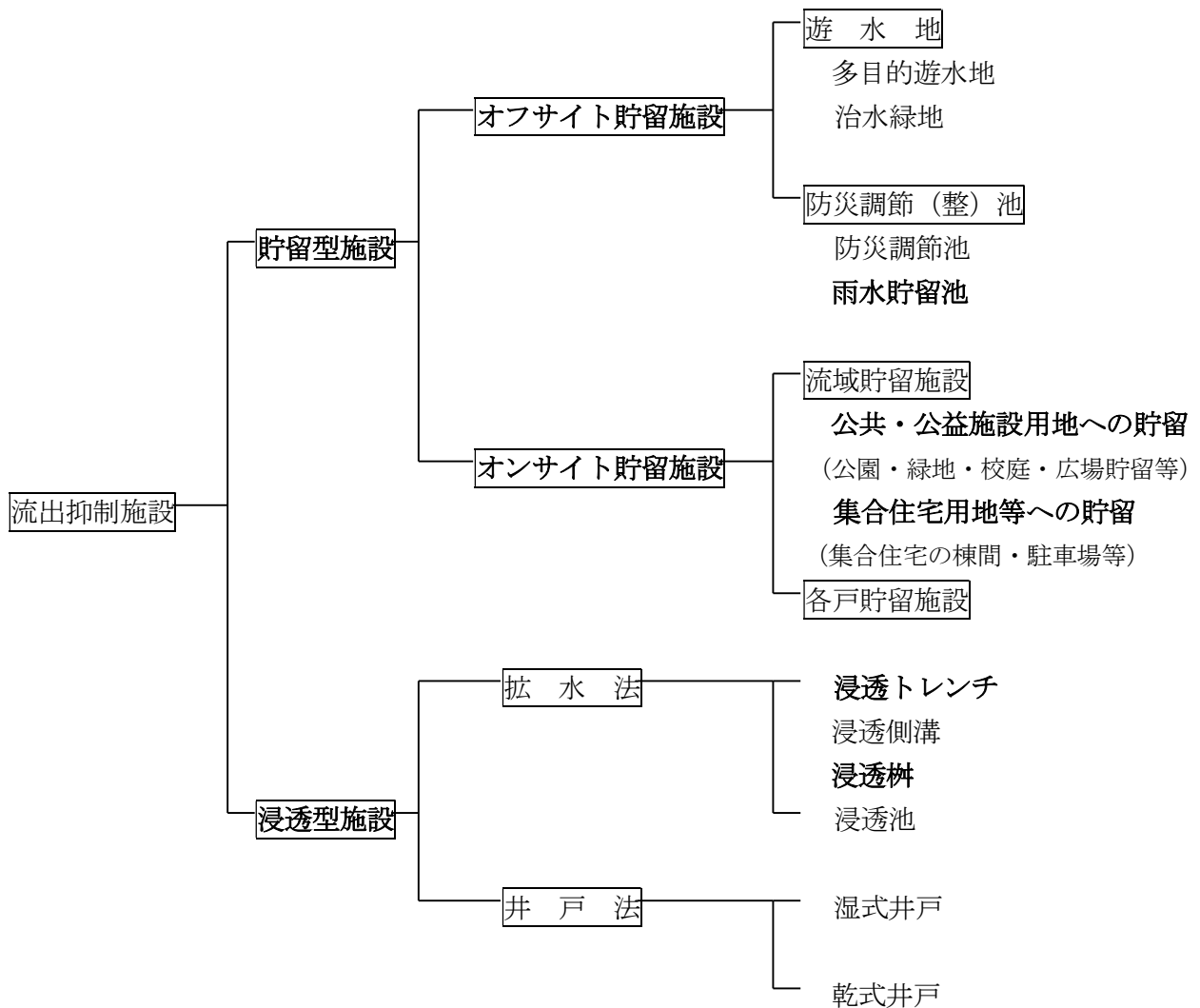


図-1 流出抑制施設の分類

3について

他法令とは都市計画法、宅地造成等規制法、森林法、農地法、札幌市土取要綱、ゴルフ場等の開発に伴ない設置される調整池の審査要領などをいい、これら他法令・条例等の開発許可に係る調整池の指導と本技術基準では、一部の項目に違いが有るため、これらの基準に適合させて設計できるものとしたものである。

4について

開発行為等で設置される流出抑制施設が恒久施設となるか暫定施設となるかは、その放流先となる河川管理者の判断に基づくことになるが、一般的には下流河川改修に成り代る施設として設計される場合がほとんどである。また、本市北区・東区管内は伏籠川流域総合治水対策区域内の開発行為等で設置される流出抑制施設については、250m³/h a 以上貯留する施設を確保するよう指導されているところであり、伏籠川流域総合治水対策区域内の開発行為等で設置される流出抑制施設はすべて恒久施設として取り扱うこととしている。

恒久施設と暫定施設の定義は、本市の場合次のように定義している。

- (1) 恒久施設とは、放流先となる河川又は下水道に負荷がかからないよう恒久的に設置する施設をいう。
- (2) 暫定施設とは、河川改修工事の完了によりその機能が治水対策上不要となる施設で、この場合、当該流出抑制施設が河川計画上暫定施設として設置するかは、河川管理者の判断に基づくものとする。

【第2章 計画基準】(貯留型施設編)

第3条 計画対象降雨

流出抑制施設を算定するために用いる計画対象降雨については、次のとおりとする。

- 1 伏籠川総合治水対策区域内に設置する流出抑制施設は、昭和25年8月型3日間降雨を使用する。
- 2 その他の区域内に設置する流出抑制施設は、本市で作成した50年確率雨量強度式

$$r_{50} = \frac{484.06}{t^{0.57} + 0.76}$$

を使用し、降雨波形については後方集中型、降雨の継続時間については24時間を採用する。

ここに r ; 雨量強度 (mm/hr)
t ; 洪水到達時間 (分)

- 3 暫定施設として設置する流出抑制施設は、本市で作成した30年確率雨量強度式

$$r_{30} = \frac{477.81}{t^{0.58} + 1.17}$$

を使用し、降雨波形については後方集中型、降雨の継続時間については24時間を採用する。

ここに r ; 雨量強度 (mm/hr)
t ; 洪水到達時間 (分)

【解説】

1 について

伏籠川総合治水対策区域内に設置する流出抑制施設を算定するために用いる計画対象降雨は、昭和25年8月の実績降雨パターン（表-1）を使用することとしている。

表-1 昭和25年8月型3日間降雨

月・日・時	Ri (mm)	月・日・時	Ri (mm)	月・日・時	Ri (mm)
7. 31. 13		8. 1. 1	30.2	8. 1. 13	1.3
14		2	37.2	14	4.0
15		3	7.6	15	0.3
16	0.0	4	6.4	16	0.1
17	0.3	5	5.7	17	0.0
18	1.8	6	4.1	18	
19	0.6	7	1.0	19	
20	1.6	8	0.0	20	
21	4.8	9	0.6	21	
22	1.9	10	4.5	22	
23	36.4	11	40.5	23	
24	24.8	12	4.3	24	
$\Sigma Ri = 220 \text{ mm}$					

2 について

河川改修計画等で使用する確率雨量強度式は、0.5～4hrの降雨時間を対象として北海道が「北海道の大雨資料」として令和2年に第14編のⅡ（確率雨量編）を公表している。

防災調節池のように24時間以上の降雨時間を対象とする場合、上記の確率雨量強度式をそのまま使用してしまうと現実にそぐわないことから、新たに本市が流出抑制施設用として作成したものである。

防災調節池等の趣旨は、ほぼ河川の代替物を意図したものであり、貯留あるいは浸透で洪水を処理しようとする発想であることから、河川計画上のピーク流量よりも総降雨量とその集中度（降雨波形）が重要となる。このことから、超過確率については河川改修（中小河川）の一般的な確率年の1/50年、降雨波形は確率理論的に最も高い集中度を示す後方集中型の24時間降雨としたものである。

なお、作成した確率雨量強度式は上記「北海道の大雨資料」のデータを基礎としているので、将来改訂があった場合は、最新版のデータで確率雨量強度式の見直しを行うこととする。

3 について

この条項は暫定施設として計画する場合として盛りこんだものである。

第 4 条 流出係数

流出係数は、次の区分による値を標準とするが、開発前および開発後の当該区域ならびにその周辺の状況を考慮して適切な値をとることとする。

なお、開発後における一般の宅地造成区域の流出係数は 0.85 とする。

	流域の状況		流出係数
開発前	田畑、原野、山地		0.60
	宅地造成区域		0.85
開発後	不浸透面積率がほぼ 40%以下の流域		0.80
	不浸透面積率がほぼ 40%以上を超える流域		0.90

【解説】

上記標準値は、「防災調節池等技術基準（案）解説と設計実例」から引用したものである。

たとえば開発地近傍の放流河川の計画上で、すでに当該地をふくめて流出係数を定めて河川の改修断面を計画している場合もあろうし、碎石場や近隣公園のような用途別に整備する場合などは、開発後の流出係数を算出する場合、それぞれの面積を重みとする加重平均値を流域（開発区域）全体の流出係数とするときもある。

いずれにしても流出係数の算定にあたっては、その周辺の状況を考慮して適切な値をとるようしなければならない。

なお、不浸透面積とは、おおむね建物の屋根面積、舗装道路面積および舗装された駐車場面積等の和である。

第 5 条 洪水到達時間

- 1 伏龍川総合治水対策区域内における開発前後の洪水到達時間を算定する場合は、等価粗度法によるものとし、次式により算定する。

$$t_c = L^{0.6} N^{0.6} S^{-0.3} Re^{-0.4}$$

ここに、 t_c ; 洪水到達時間 (min)

L ; 流域斜面長 (m)

N ; 等価粗度 (表-2 を参照)

S ; 流域斜面の力学的勾配

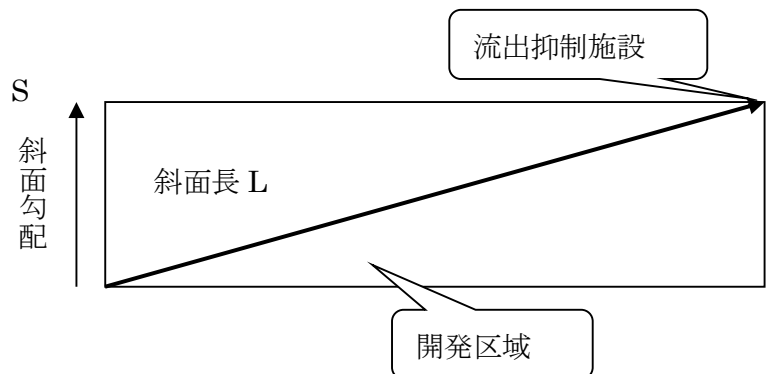
Re ; 有効降雨強度 (mm/hr)

- 2 その他の区域内の洪水到達時間を算定する場合は、10分（開発後）を標準とするが、集水面積（対象流域面積）が 30ha を超える場合等、大規模なものは、等流速法を主体にし、土研式および角谷式の計算結果を参照して、洪水到達時間を決定するものとする。

【解説】

1 について

土地利用状況	N
市街地・宅地	0.2
水田	1.0
畑	0.5
山林	0.7



等価粗度法による洪水到達時間の算出方法の概念を上図に示す。

なお、有効降雨強度とは実績降雨に流出係数を乗じた値である。

2について

伏籠川総合治水対策区域内を除く地区における開発後の流出抑制施設までの洪水到達時間は、各種計算法で算出すると、ほとんどが10分未満となっている。これは、開発面積が30ha未満の地区がほとんどで、それ以上の開発規模はあまり事例がない。

いずれにしても開発後の洪水到達時間は、開発地区の立地条件、地形条件等から各種計算法で算出して妥当な値を決定することとする。

なお、計算方法の詳細については、「流域貯留施設等技術指針（案）」を参照されたい。

第 6 条 洪水ピーク流量の算定および流出ハイドログラフの算出

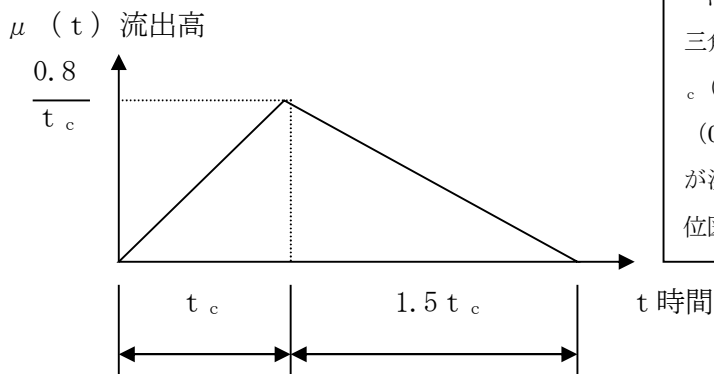
- 1 伏籠川総合治水対策区域内の流出抑制施設を計画する場合は、三角形単位図法による地表面流出計算により算定する。
- 2 その他の区域内における流出抑制施設を計画する場合は、合理式（ラショナル）により流出量を算定するものとする。

【解説】

1について

（三角形単位図法について）

図-2 三角形単位図法概念図



一河川の洪水時の流出量曲線（ハイドログラフ）を近似的に三角形と仮定し、洪水到達時間を t_c 、洪水減退時間を λt_c ($1.5 t_c$) とし、 $t_c + 1.5 t_c$ を底辺、ピーク流量を高さ ($0.8/t_c$) とした三角形と仮定すれば、この三角形の面積が洪水時の流出量全量を表すことになる。これが三角形単位図法概念である。

この概念をもとに、洪水到達時間 (t_c) が10分、20分、30分、40分、50分、60分の流出量を算定する基本式を以下に示す。なお、三角形の発生単位（ハイト幅）は近年の洪水調節計算においては10分刻みに流出量を出す方法が主流であることから、表-1で示した実績降雨を6等分した10分分割雨量で解説する。

伏籠川総合治水区域内におけるピーク流出量の算定にあたっては、巻末の付録に示す（三角形単位図法の考え方）図解法によって、洪水到達時間ごとに次式が導かれる。

①洪水到達時間 (t_c) が10分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ R_i + \frac{1}{3}R_{(i-1)} \right\}$$

ここに、 $t_c = 1/6$

- Q_p : ピーク流出量 (m^3/s)
- f : 流出係数、 A : 流域面積 (km^2)、 t_c : 洪水到達時間 (hr)
- R_i : ある時刻 i 番目の10分分割実績雨量 (mm/hr)
- $R_{(i-1)}$: ある時刻 i 番目よりひとつ前の10分分割実績雨量 (mm/hr)
- $R_{(i-2)}$: ある時刻 i 番目よりふたつ前の10分分割実績雨量 (mm/hr)

②洪水到達時間 (t_c) が 20 分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ \frac{1}{2}R_i + R(i-1) + \frac{2}{3}R(i-2) + \frac{1}{3}R(i-3) \right\}$$

ここに、 t_c = 2/6 → 1/3

③洪水到達時間 (t_c) が 30 分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ \frac{1}{3}R_i + \frac{2}{3}R(i-1) + R(i-2) + \frac{7}{9}R(i-3) + \frac{5}{9}R(i-4) \right. \\ \left. + \frac{3}{9}R(i-5) + \frac{1}{9}R(i-6) \right\}$$

ここに、 t_c = 3/6 → 1/2

④洪水到達時間 (t_c) が 40 分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ \frac{1}{4}R_i + \frac{2}{4}R(i-1) + \frac{3}{4}R(i-2) + R(i-3) + \frac{5}{6}R(i-4) \right. \\ \left. + \frac{4}{6}R(i-5) + \frac{3}{6}R(i-6) + \frac{2}{6}R(i-7) + \frac{1}{6}R(i-8) \right\}$$

ここに、 t_c = 4/6 → 2/3

⑤洪水到達時間 (t_c) が 50 分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ \frac{1}{5}R_i + \frac{2}{5}R(i-1) + \frac{3}{5}R(i-2) + \frac{4}{5}R(i-3) + R(i-4) \right. \\ \left. + \frac{13}{15}R(i-5) + \frac{11}{15}R(i-6) + \frac{9}{15}R(i-7) + \frac{7}{15}R(i-8) \right. \\ \left. + \frac{5}{15}R(i-9) + \frac{3}{15}R(i-10) + \frac{1}{15}R(i-11) \right\}$$

ここに、 t_c = 5/6

⑥洪水到達時間 (t_c) が 60 分の場合

$$Q_p = \frac{0.8fA}{3.6t_c} \left\{ \frac{1}{6}R_i + \frac{2}{6}R(i-1) + \frac{3}{6}R(i-2) + \frac{4}{6}R(i-3) + \frac{5}{6}R(i-4) \right. \\ \left. + R(i-5) + \frac{8}{9}R(i-6) + \frac{7}{9}R(i-7) + \frac{6}{9}R(i-8) \right. \\ \left. + \frac{5}{9}R(i-9) + \frac{4}{9}R(i-10) + \frac{3}{9}R(i-11) + \frac{2}{9}R(i-12) \right. \\ \left. + \frac{1}{9}R(i-13) \right\}$$

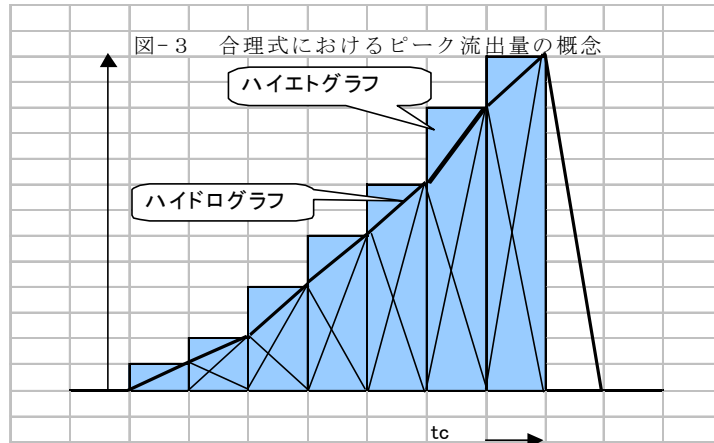
ここに、 t_c = 6/6 → 1

2について

その他の区域（伏籠川総合治水区域以外）において、ピーク流出量を算定する場合は次式で示す合理式で算出する。

$$Q_p = \frac{1}{360} f r A$$

ここに Q_p ; ピーク流出量 (m³/s) f ; 流出係数
 r ; 降雨強度 (mm/hr) A ; 流域面積 (ha)



第 7 条 貯留型施設（雨水貯留池等）における許容放流量の算定について

流出抑制施設として雨水貯留池方式によることとした場合、以下の要領で許容放流量を算定することとする。

- 1 雨水貯留池の洪水調節容量は、開発行為等の行われた後における洪水のピーク流量の値を、開発行為等の行われる前における洪水のピーク流量の値まで調節できることを基本とし、この調節された流量を、下流河川あるいは下水道等に放流されることから許容放流量として設計の基礎とする。
- 2 伏籠川総合治水区域内における許容放流量について
 - (1) 伏籠川流域総合治水対策区域内における許容放流量は、開発前のピーク流量の値までを基本とする。
 - (2) 上記(1)のほかに、開発面積に対して最低 250m³/ha 以上を調節できる許容放流量を調整し、算出すること。
- 3 その他の区域における許容放流量について
 - (1) 放流先となる河川が一定規模で改修済みの地区
開発後における洪水のピーク流量を、河川改修計画における年超過確率によって求められる、比流量見合いで算定する。
 - (2) 放流先となる河川が不定形（災害復旧等）な場合や、未改修の場合。
放流吐口箇所から下流改修済み河川までの最小流下断面能力を調査し、算定は上記(1)に準ずることとする。
また、放流先となる河川が未改修あるいは維持補修程度の整備しかなされていない河川にあつては、放流孔（オプイス）を多段式構造として、河川管理者との協議により、以下の要領で算定する場合がある。

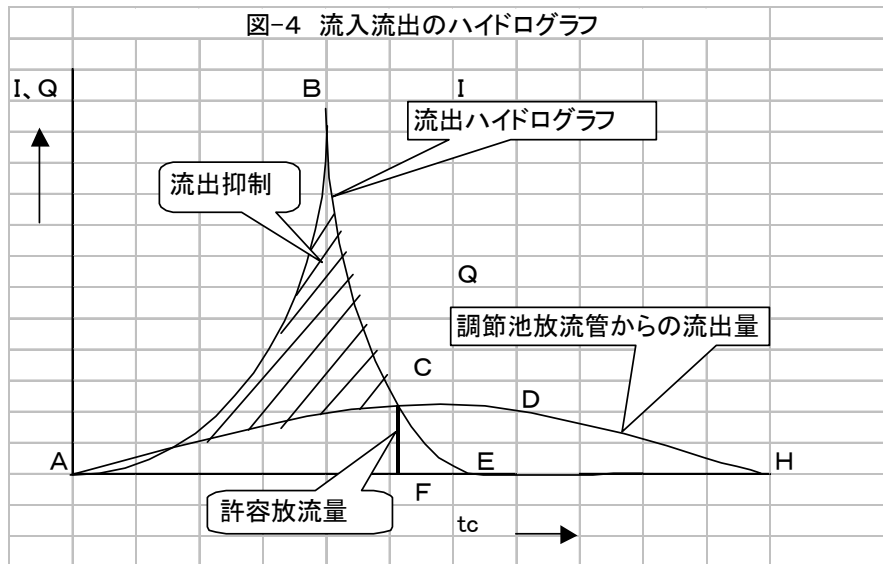
下段の許容放流量：洪水の規模が年超過確率で 1/3 の洪水までは、開発後における洪水のピーク流量を放流先河川の現状における流下能力の値まで調節すること。このとき、放流河川の流下能力の値が開発前の年超過確率で 1/3 の洪水ピーク流量より大きい場合は、その流下能力値に相当する開発前の洪水の年超過確率をもって 1/3 の洪水に代えるものとする。

上段の許容放流量：洪水の規模が年超過確率で 1/50 の洪水に対しては、開発後における洪水のピーク流量を、開発前のピーク流量まで調節して放流することとする。

【解説】

1 について

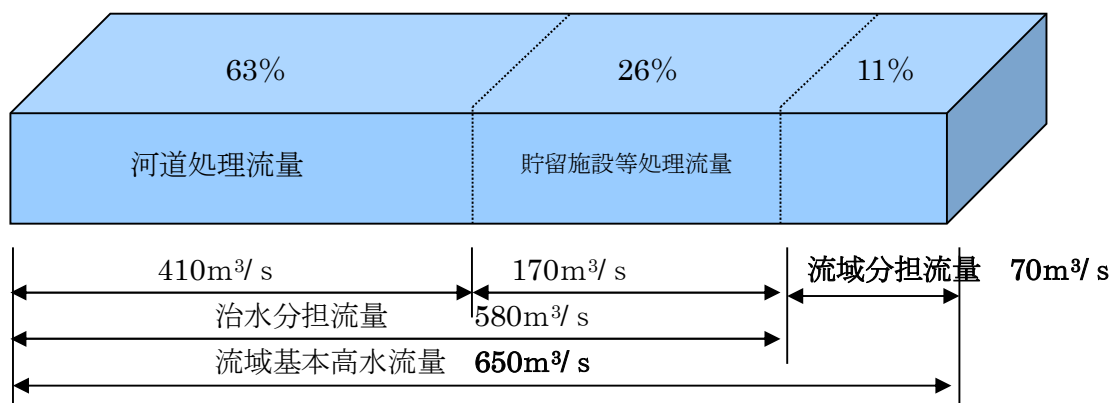
許容放流量とは、計画対象降雨時に、放流施設により調節池下流に放流を許容される最大量である。このことを図解にて説明すると下図に示すとおりで、本市においては計画対象降雨を 50 年相当とし（暫定施設の場合は 30 年）、開発前後の流出変化の差分を雨水貯留池等により一時的に貯留し、下流等に洪水の被害が広がることがないように流出抑制するものであり、図中の CF が許容放流量となる。



2 について

伏籠川総合治水区域内においては、流域の都市化の進展による流出増に対処するため、伏籠川、創成川、発寒川の三川合流地点における長期計画の流量分担を次図のように定めていて、図中の流域分担量が、開発行為等に伴う雨水貯留池、及び学校や公園を利用した一時貯留施設（流域貯留浸透事業）となっている（下水道貯留施設を含む）。

図-5 【長期計画の流量分担模式図】



また、当流域内の市街化が予測される地域の流域対策の想定貯留量を、実績雨水貯留量の平均値（234m³/ha）を考慮して、250 m³/ha を見込むこととしている。

なお、第3条・第6条で記述のとおり当流域内で流出抑制対策を講ずる場合は、昭和25年8月型の実績降雨を用いて流出計算は三角形単位図法によることとしていて、許容放流量の算定に至っては河川の改修の有無にかかわらず、開発前のピーク流量をもって許容放流量としているところである。

ただし、放流先が上記の値よりも能力がないと判断される場合は、別途考慮する必要がある。

なお、参考として開発予定地の現況の流出係数（f）を0.6として開発対象面積1km²（100ha）当りの開発前ピーク流量を算出したので、ここに掲載するとともに、巻末にハイエトとハイドロの合成グラフを添付する。

（表-3 洪水到達時間ごとの1km²当りの開発前ピーク流量）
 計算条件：昭和25年8月型実績降雨を10分分割雨量で計算
 流出係数 f = 0.6

洪水到達時間 t _c	開発前ピーク 流 出 量 (m ³ /s)	備考・計算方法
10分	7.20	第6条で示した三角形の重なりを考慮して、洪水到達時間ごとに計算した。
20分	6.75	
30分	6.62	
40分	5.97	
50分	5.75	
60分	5.59	

3について

（1）放流先となる河川が一定規模で改修済みの地区

本市区域内において、河川計画に基づき改修済の河川は、おおむね1/10年～1/50年の年超過確率規模で想定して護岸等の整備が完了している。したがって、放流先となる河川が一定規模で改修済み区間で許容放流量を算定する場合は、その河川がもつ比流量見合いで検討するのが一般的である。

なお、比流量のとらえかたはその河川がもつ全流域で考えるか、区間（流量配分区間ごと）で算出するかは河川管理者と協議のもと、決定しなければならない。

【例】・当該河川の包括する流域面積A=1.25km²

・計画洪水流量 V=11m³/s

・対象開発面積 a=2.5ha=0.025km²

比流量 q=V/A=11/1.25=8.8m³/s/km²

許容放流量=8.8m³/s/km²×0.025km²=0.22m³/s

（2）-1 放流先となる河川が不定形（災害復旧等）な場合

このケースは河川としての流域面積は明確にされているものの、一定の改修計画に基づいて整備したものではなく、災害復旧等部分的に整備された場合である。

算定の方法は前述（1）に準ずるが、当該河川の最小流下能力箇所を把握して、流下能力見合とすることになる。

（2）-2 未改修区間に放流する場合の取り扱いについて

この場合、将来河川改修の計画があるが現状は未改修であるケースと、将来的にも改修の予定がないケースに分類されることとなる。いずれにせよ、一般的に開発行為等が現状の未改修河川に放流することとして、この場合における許容放流量の算定方法を示したものである。

以下、**2段オリフィス方式**による調節方法について解説する。なお、本解説は「防災調節池等技術基準（案）」のなかの（大規模宅地開発に伴う調整池技術基準）出典根拠としているので、詳細については参照されたい。

図-6 2段オリフィスの概念図

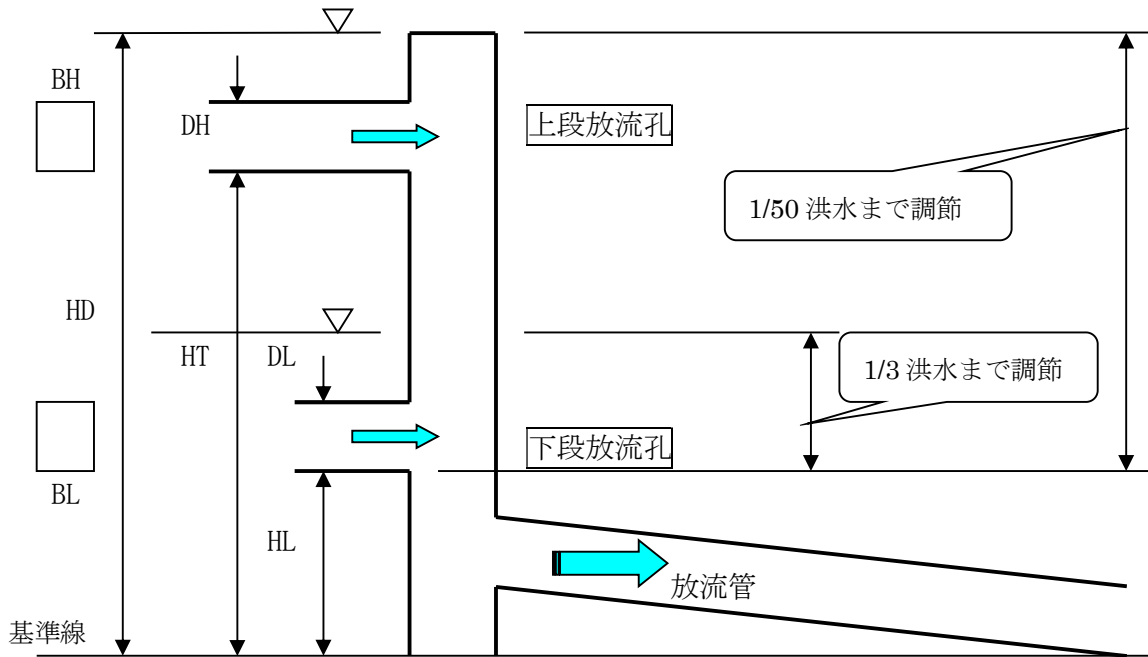
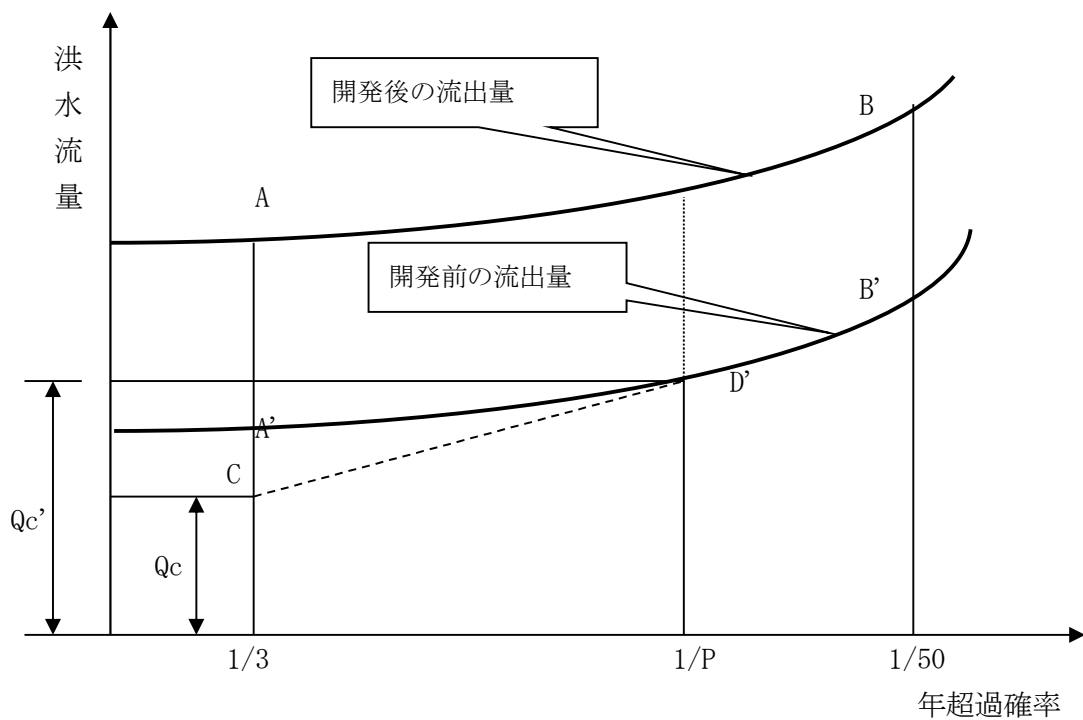


図-7 2段オリフィスによる流出抑制の考え方



下段放流量の解説

ア) 年超過確率 1/3 年の洪水までの開発後のピーク流量を下流流下能力まで調節した理由
一般的に河川が未改修である場合、時間雨量 30mm 程度の降雨でもその川が溢れ、洪水被害の起こる場合がある。そのとき上流側で宅地造成等の開発が行われていた場合、その造成工事による流出増の影響により、下流側の洪水被害を助長したという考え方を強くもたれる場合が多く、自然災害に附加して人災も加わったと指摘されることも考えられる。

こうしたことから、ある程度の洪水までは、下流に流出増による被害が及ばないようにという担保をとり、下流流下能力値を放流量の限度としたものである。

下流河川がある程度改修されている場合など、現況流下能力の値が開発前 1/3 年の洪水のピーク流量の値より大きい場合には、図-7 において、その流下能力 Q_c' に相当する洪水を D' 、その年超過確率を $1/P$ 年とすると、上記の開発前 1/3 年洪水のピーク流量に代えて $1/P$ 年洪水までは開発後のピーク流量を Q_c' まで調節し、 $1/P$ 年～ $1/50$ 年の規模に対しては、調節後の流量は $D'B'$ で示されることになる。

イ) 上記の手法により許容放流量を算定し、開発後 1/3 年の洪水までは下段の放流孔で調節しながら放流することとなる。

したがって、上段の放流孔の高さ HT はこの開発後 1/3 年の洪水調節計算で求められた貯水位以上の位置に設定することになる。

上段放流量の解説

ア) 第 3 条第 2 項で示した 50 年確率雨量強度式、第 4 条で示した開発前の流出係数を用いて、第 6 条で示した合理式をもって開発前のピーク流量を上段排水口での許容放流量とする。

第 8 条 貯留型施設（雨水貯留池等）における洪水調節計算

- 1 洪水調節数値計算は、池に入ってくる流入量 (I) と池から出て行く放流量 (O) との差が調節池に水平に貯留するものとして連続の式を用いるが、その基本式は次式のとおりである。

$$\frac{dV}{dt} = I - O$$

数値計算は上式の中央差分をとった次式によって行う。

$$V(t + \Delta t) = V(t) + \left\{ I\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) - O\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) \right\} \cdot \Delta t$$

ここに

V ; 貯留量 (m^3) $V = f(H)$ …水位容量曲線

H ; 雨水貯留池側の水位 (m)

I ; 池に入ってくる流入量 (m^3/s) …第 3 条、第 6 条で求められる流出ハイドロ

O ; 池から出て行く放流量 (m^3/s) …オリフィス、余水吐からの放流量 ((2) による)

ただし、

$$I\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) = \left(\frac{I(t + \Delta t) + I(t)}{2} \right)$$

$$O\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) = \left(\frac{O(t + \Delta t) + O(t)}{2} \right)$$

Δt ; 計算の時間ピッチ (sec)

$(t + \Delta t)$ 、 (t) ; 計算時刻

2 池から出て行く放流量 (O) は放流孔 (オリフィス) および余水吐からの放流量であり、図-8 のような状態を考えたものである。

下図において O2 (余水吐からの放流量)、O1 (オリフィスからの放流量) の計算は、貯留施設の水位 H の関数として与えられる。すなわち、

① $H \leq 1.2d$ のとき

$$O_1 = C_1 \cdot b \cdot H^{1.5} \quad \text{ただし、} C_1: \text{堰の流出係数で } 1.75$$

② $1.2d < H < 1.8d$ のとき

この間については、 $H = 1.2d$ での O_1 および $H = 1.8d$ での O_1 を用いて直線近似とする。

③ $H \geq 1.8d$ のとき

$$O_1 = C_2 \cdot d \cdot b \cdot \sqrt{2g(H - d/2)}$$

④ 放流先河川の外水位を考慮した場合 (もぐりオリフィス)

別紙の説明による (P-16、17)

⑤ 水位が H.W.L を超えたときの余水吐からの放流量

$$O_2 = C_1 \cdot B \cdot H^{1.5}$$

g ; 重力加速度 (9.8m/s^2)

C_2 ; 流量係数で 0.6 とする

d, b ; オリフィスの高さ、幅

C_1 ; 堰の流出係数で 1.80

B ; 余水吐の幅

H ; 越流水深

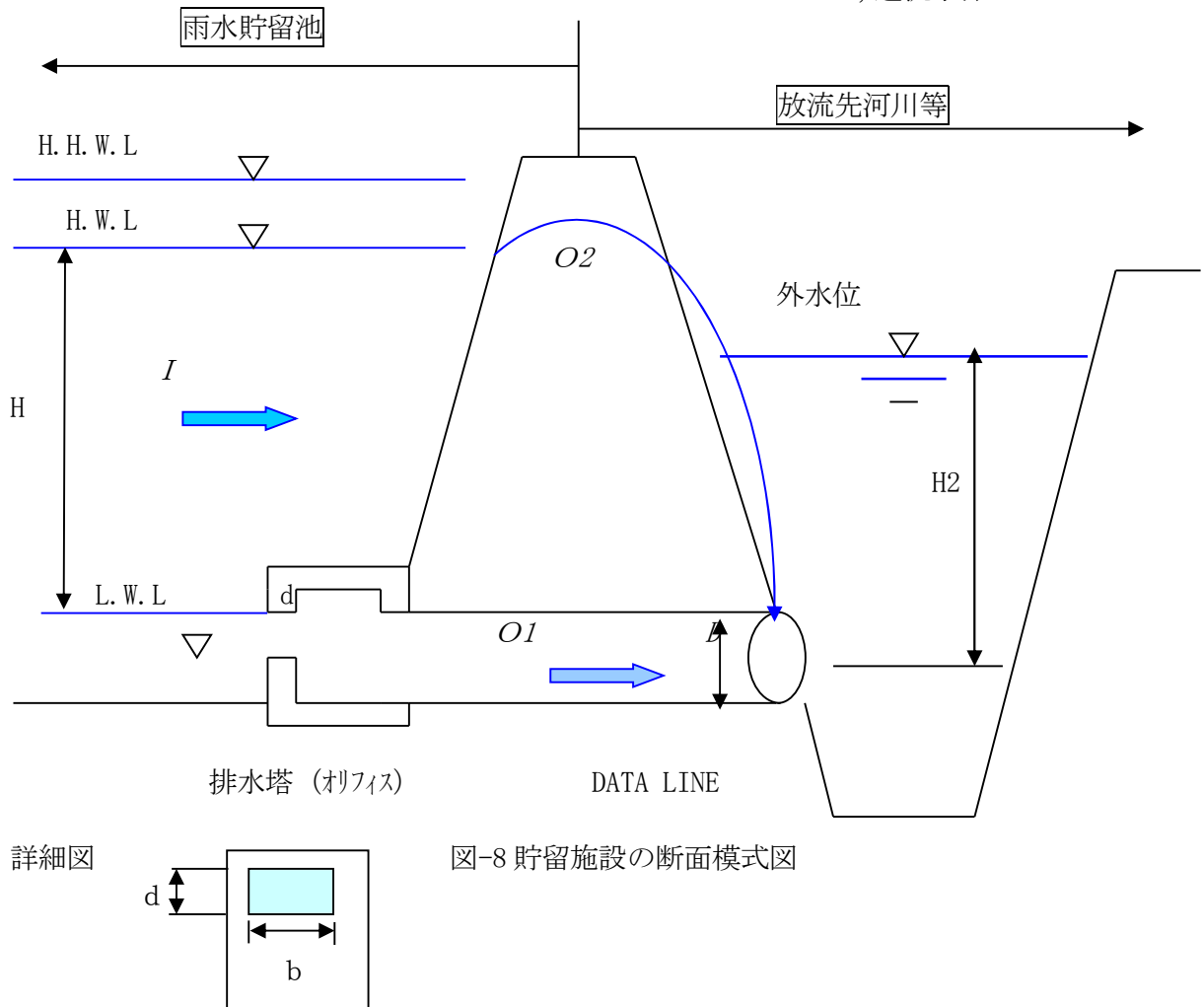
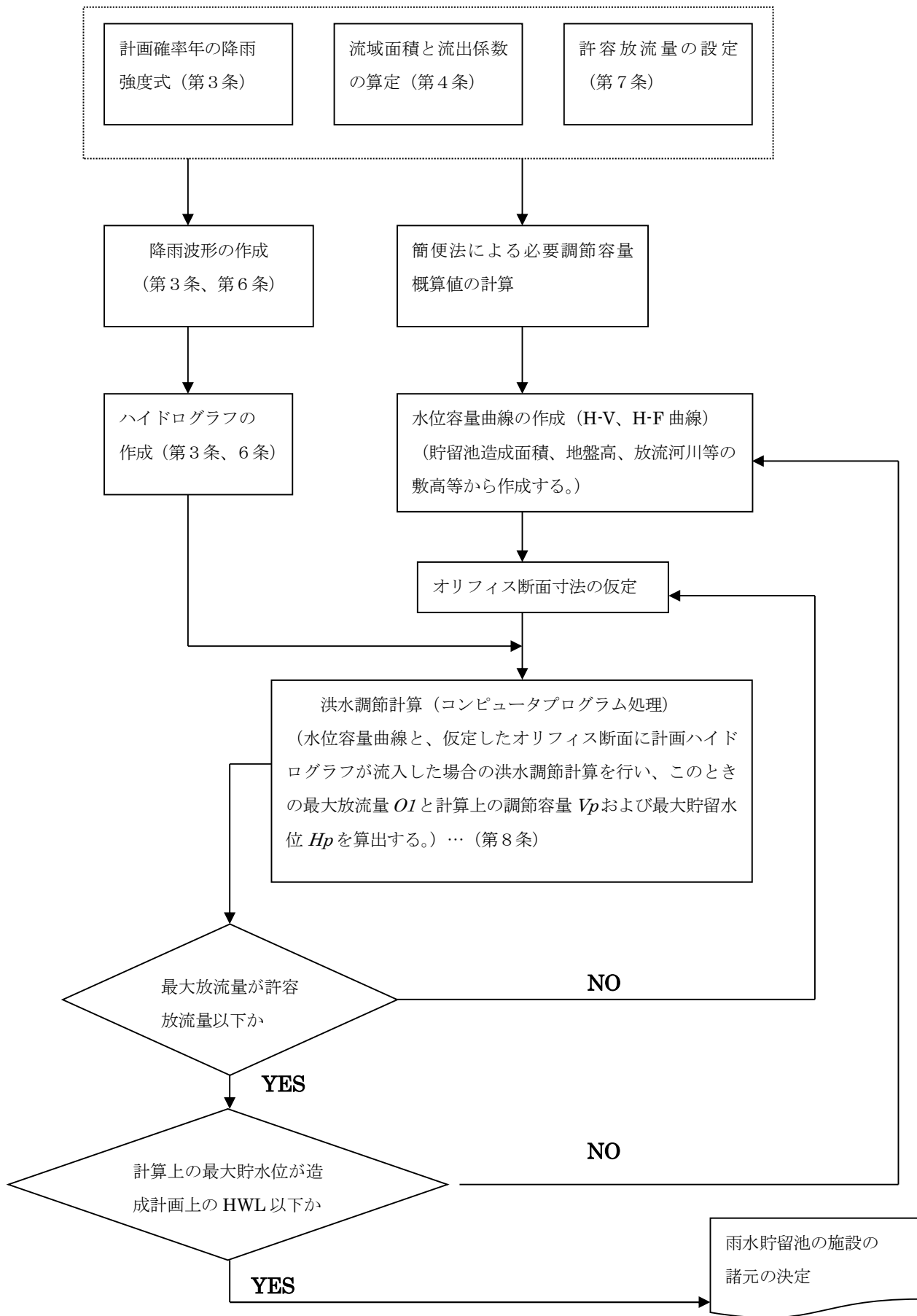


図-8 貯留施設の断面模式図

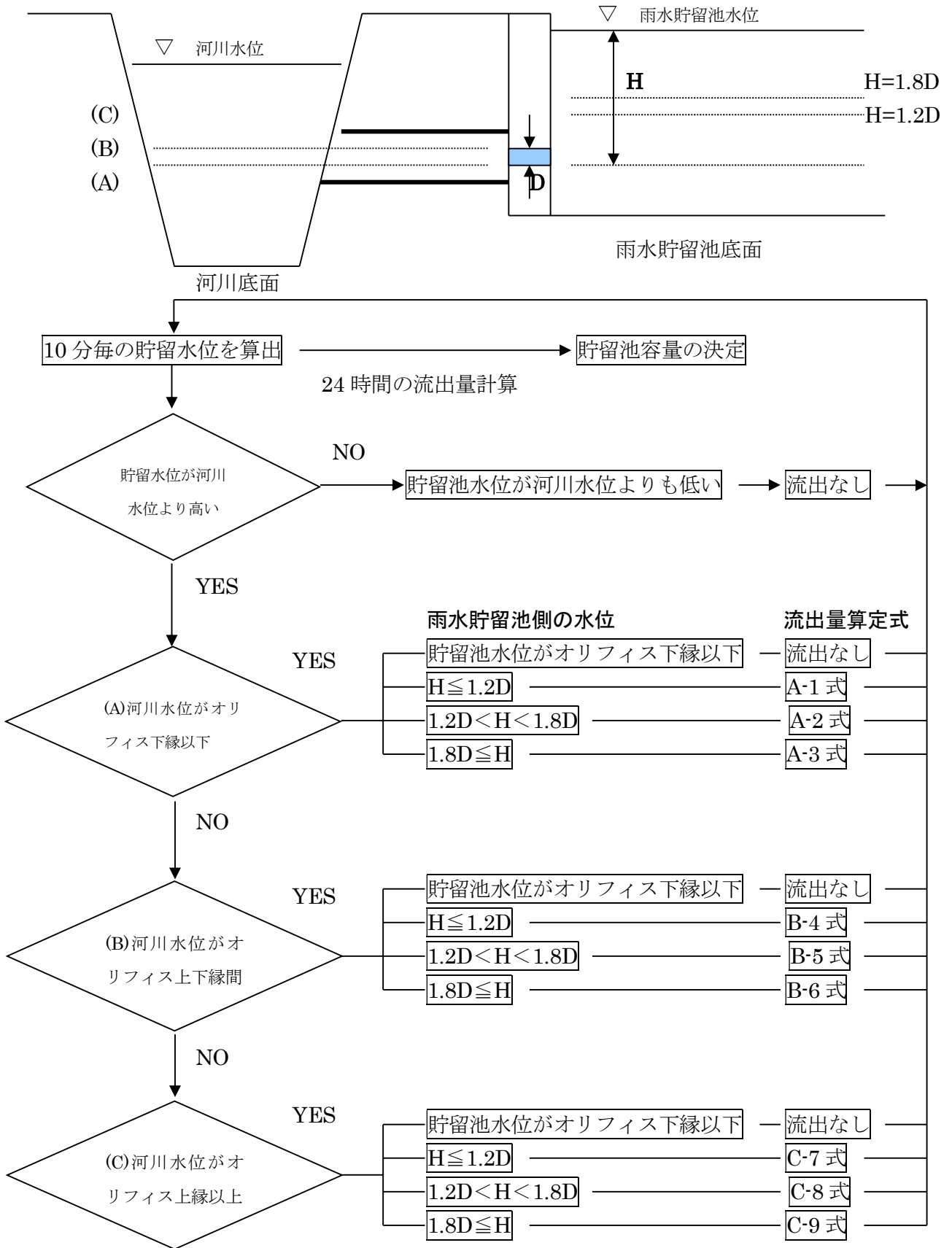
【解説】

雨水貯留池の洪水調節容量を算定する手順は、次図のようなフローで算定していくことになる。



【外水位を考慮したオリフィスからの放流量について】

外水位を考慮した雨水貯留池流出量計算は以下のフローチャートに従って行うものとする。



(A) の場合～河川水位がオリフィス下縁以下のとき

河川水位がオリフィス下縁より低い場合、オリフィスからの流出は外水位には影響しないことから、従来どおりの基本式となる。

すなわち、

$$\text{A-1 式} : H \leq 1.2D \quad Q = 1.75 \times B \times H^{\frac{3}{2}}$$

A-2 式 : $1.2D < H < 1.8D$ A-1 式と A-3 式の Q を用いて直線近似する。

$$\text{A-3 式} : H \geq 1.8D \quad Q = C \times D \times B \times \sqrt{2g \times (H - D/2)}$$

ここに、B ; 放流孔の幅

D ; 放流孔の高さ

H ; オリフィス下縁から貯留池水面までの高さ

C ; 流量係数 (0.6 とする)

g ; 9.8 (m²/s)

(B) の場合～河川水位がオリフィス上下縁間のとき

河川水位がオリフィス上下縁間にある場合、不完全もぐりオリフィスとなり、雨水貯留池の水深が 1.8D 以上の時、流出量計算の h は、河川水面とオリフィス上縁の中間点から貯留池水面までの高さとなる。また、貯留池水深が 1.2D 以下の時は、貯留池と河川の水頭差が h となる。

$$\text{B-4 式} : H \leq 1.2D \quad Q = C \times D \times B \times \sqrt{2g h}$$

B-5 式 : $1.2D < H < 1.8D$ B-4 式と B-6 式の Q を用いて直線近似する。

$$\text{B-6 式} : H \geq 1.8D \quad Q = C \times D \times B \times \sqrt{2g h}$$

(C) の場合～河川水位がオリフィス上縁以上のとき

河川水位がオリフィス上縁より高い場合、完全もぐりオリフィスとなり、流出量計算の h は雨水貯留池と河川の水頭差となる。

$$\text{C-7 式} : H \leq 1.2D \quad Q = C \times D \times B \times \sqrt{2g h}$$

C-8 式 : $1.2D < H < 1.8D$ C-7 式と C-9 式の Q を用いて直線近似する。

$$\text{C-9 式} : H \geq 1.8D \quad Q = C \times D \times B \times \sqrt{2g h}$$

(1) 簡便法による必要調節容量概算値の算出方法

簡便法は、降雨強度曲線の特性を用い、簡略に必要調節量を求めるものであり、容量算定の明晰さおよび便宜さから、流出抑制施設の概略容量の算定に用いるものである。

算定式は以下のとおりである。

$$V_i = (r_i - \frac{r_c}{2}) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f_r \cdot A \cdot \frac{1}{360} \quad \dots (1)$$

$$r_i = \frac{a}{t_i^n + b} \quad \dots (2)$$

ここに、
 V_i ; 必要調節容量概算値 (m^3)
 r_i ; 任意降雨継続時間 t_i の降雨強度 (mm/hr)
 r_c ; 下流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_r ; 開発後の流出係数
 A ; 流域 (開発) 面積 (ha)
 A, b, n ; 降雨強度曲線式の定数 → 第3条を参照

上式による計算は、任意 t_i に対する V_i を求め、最大となる値をもって必要調節容量とするものであり、(1) 式に (2) 式を代入した (3) 式の $\frac{dV}{dt} = 0$ となる t_i によって与えられる。

$$V_i = (\frac{a}{t_i^n + b} - \frac{r_c}{2}) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f_r \cdot A \cdot \frac{1}{360} \quad \dots (3)$$

いま (3) 式の定数項を除いて整理した (4) 式を $\frac{dV}{dt} = 0$ として微分すると、(5) 式のようになる。

$$= (\frac{a}{t^{n+b}} - \frac{r_c}{2}) \cdot t \quad \dots (4)$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{a \{ (t^{n+b}) - n \cdot t^n \}}{(t^{n+b})^2} - \frac{r_c}{2} = 0 \quad \dots (5)$$

(5) 式を $t^n = x$ とおいて整理すると、(6) 式の2次式となる。

$$\frac{r_c}{2} \cdot x^2 + \{ 2(\frac{r_c}{2}) \cdot b + a(n-1) \} x + b(\frac{r_c}{2} \cdot b - a) = 0 \quad \dots (6)$$

即ち、最大容量 V を与える t は (6) 式の根 x より (7) 式によって求められる。

$$t = x^{\frac{1}{n}} \quad \dots (7)$$

【計算例】

開発地区（流域面積 $A = 18.07\text{ha}$ 、流出係数 $f = 0.85$ ）の下流許容放流量が $Q_c = 0.834 \text{ m}^3/\text{s}$ のときの概算貯留量を簡便法により求める。

降雨強度式は第3条で示した 1/50 年確率雨量強度式を使うものとした場合、

$$r_{50} = \frac{484.06}{t^{0.57+0.76}}$$

であるので、定数は $a=484.06$ $b=0.76$ $n=0.57$ となる。

放流量相当降雨強度は、

$$r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A} = \frac{360 \times 0.834}{0.85 \times 18.07} = 19.5 (\text{mm/hr})$$

r_i と r_c を (3) 式に代入すると、

$$V_i = \left(\frac{484.06}{t_i^{0.57+0.76}} - \frac{19.5}{2} \right) \times 60 \times t_i \times 0.85 \times 18.07 \times \frac{1}{360}$$

$$= \left(\frac{484.06}{t_i^{0.57+0.76}} - 9.75 \right) \times 2.56 \times t_i$$

上式を

$$y = \left(\frac{484.06}{t^{0.57+0.76}} - 9.75 \right) \times t \quad \text{とおき、} \quad \frac{dy}{dt} = 0 \quad \text{として微分すると}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{484.06 \times \{(t^{0.57} + 0.76) - 0.57 \times t^{0.57}\}}{(t^{0.57} + 0.76)^2} - 9.75 = 0$$

となり、 $t^{0.57} = x$ とおいて上式を整理すると (6) 式が導かれるので、

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

$$\frac{19.5}{2} x^2 + \left\{ 2 \left(\frac{19.5}{2} \right) \times 0.76 + 484.06(0.57 - 1) \right\} x + 0.76 \left(\frac{19.5}{2} \times 0.76 - 484.06 \right) = 0$$

$$9.75 x^2 - 193.33 x - 362.25 = 0$$

となる 2 次式となり V が最大となる降雨継続時間 t は

$$t = \left(\frac{193.33 + \sqrt{(-193.33)^2 - 4 \times 9.75 \times (-362.25)}}{2 \times 9.75} \right)^{\frac{1}{0.57}}$$

$$= 21.55^{1.754} = 218$$

よって、概算貯留量 V は

$$V = \left(\frac{484.06}{218^{0.57+0.76}} - 9.75 \right) \times 2.56 \times 218 = 6682 \text{ m}^3$$

(2) 水位容量曲線の作成

前述の(1)による概算調節量を貯留できるよう、地形造成高、および下流水路の敷高を考慮して水位容量曲線を作成する。

この作業により、雨水貯留池のおおまかな器(規模)が計画されることになり、開発造成上での雨水貯留池の計画高水位やオリフィスの位置が定まってくる。

(3) オリフィス断面寸法の仮定

洪水調節計算(厳密法)に先立ち、放流孔(オリフィス)の断面寸法を仮定しなければならない。前述(2)から想定した計画高水位(HWL)とオリフィスの敷高から、オリフィスの断面積は次式により計算される。

$$A_0 = \frac{Q}{C\sqrt{2gH_0}} \quad \dots (8)$$

ここに、 A_0 ;オリフィスの断面積 (m^2)

Q ; 放流管設計流量 (m^3/s) →許容放流量

C ; 流量係数 (0.6)

g ; 重力加速度 ($9.8\text{m}^2/\text{s}$)

H_0 ; 最高水位(HWL)とオリフィスの中心高との標高差 (m)

上式により概算の断面積が算出されたら、次にオリフィスの断面を正方形として1辺の長さを算定する。すなわち、

$D = \sqrt{A_0}$ で1辺の長さを算定し、これを第1近似として再計算を行う。

$$A_0 = \frac{Q}{C\sqrt{2gH_0 - \frac{D}{2}}} \quad \dots (9)$$

一般的にオリフィスの断面寸法は3ケース程度の D を想定し、洪水調節計算を行い、最大放流量と最高水位が、許容放流量と当初目標とした HWL を満足するものを定めるものである。

(2) 洪水調節計算

(1)(2)(3)の算定を行って実際の洪水調節計算を行うことになるが、一般的に24時間を10分単位で出し入れ計算をすることになり、相当の演算が必要である。

近年では、これら防災調節池のソフトが市販されている。

第 9 条 放流施設について

- 1 放流施設は、許容放流量を安全に処理できるものとし、次の各号の条件を満たす構造とする。
 - (1) 流入部は、土砂が直接流入しない配置、構造とし、塵芥等によって閉塞しないように考慮しなければならない。
 - (2) 放流施設は自然流下によるものとし、ゲート・バルブなど的人為的に水位、流量を調節する装置を設けてはならない。
 - (3) 放流管の管径は次式により算定するものとする。

$$D = \left(\frac{n}{0.262} \cdot Q \cdot \frac{1}{I^2} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{ここに、}$$

D ; 管径 (m)

n ; 粗度係数 (0.015)

I ; 管の勾配

Q ; 許容放流量又はピーク流出量 (m³/s)

- (4) 河川に放流する場合は、放流管の最小管径は 1000mm を基本とする。
 - (5) 排水塔の高さが計画高水位 (ピーク貯水位) 以下になるような場合は、放流管管内の気圧を安定させるに十分な空気量を供給できる給気管 (エアベント) を設けることとする。
 - (6) 放流管の流速は、4m/s 以下を基本とする。
- 2 雨水貯留池からの放流先となる河川が直近にない場合
直近に放流すべき河川がない場合等は、放流管 (最寄の河川まで管路を布設) の検討や、道路排水への接続、既設下水道への接続などの検討を行うものとし、この場合、放流先となる施設の管理者と協議すること。
 - 3 河川の外水の影響を受け、雨水貯留池に外水が逆流する恐れがある場合は、フラップゲート (逆止弁) の検討を行うこと。

【解説】

1 について

- (1) 放流施設は、雨水貯留池に常時流入する流水がある場合はこれを排水し、出水時 (洪水時) には流入量を調節して下流河川等に放流するための設備である。

したがって放流施設は、土砂や塵芥等が流入することによって放流能力の低下、管路の閉塞、あるいは損傷の生じないような構造としなければならない。この対策として、通常放流管の上流端に排水塔 (櫛) を設け、放流孔 (オリフィス) 標高は設計堆積土砂面以上に設置し、流入口周辺には塵芥等が流入しないようにスクリーンを設置する。

- (2) 宅地開発等の行われる区域は、一般に河川の本支川上流域にある場合が多く、雨水貯留池の設置地点も集水対象となる流域面積が、本市の場合 1 km²未滿の非常に小さい区域を対象としていることから、降雨開始から洪水発生までの時間が極めて短時間でおとずれることを考慮し、洪水調節方式は人工操作によらない自然放流方式とし、確実に調節効果をあげるように指導している。

- (3) 本市が管理する雨水貯留池の放流管はこれまでのところすべてが円形管である。上記 (3) の式は、放流管が圧力管とならないよう、また、許容放流量以上の流量が管路に流入しない構造とすべく、管路部の流水断面積は、最大値が管路断面積の 3/4 以下となるようにしたものである。

- (4) 河川に放流する場合は、構造令でいうところの樋門・樋管に準じ指導しているところであるが、放流先の河川の形状や、放流先の実情に応じて検討することとする。

※ 河川事業設計要領 (H18年9月) 社団法人 北海道土木協会参照

(5) 放流管の上流端付近ではオリフィスより噴出されるジェットが出水時には存在する。このジェットは、管内空間の空気を吸引し管外に排出させるため、管内空間の気圧低下が発生し、そのまま放置すれば流入量の増加と、それに伴う管路の閉塞等の悪影響を及ぼす。このため、排水塔の高さが計画高水位（ピーク貯水位）以下になるような場合は、放流管のみ口直下流には、管内の気圧を安定させるに十分な空気量を供給できる給気管（エアベント）を設けなければならない。

給気管（エアベント）の標準寸法は管径 100 mmとする。

3について

本条項は低平地の開発で、放流先となる河川の外水位の影響を受ける場合について規定したものである。

第 10 条 洪水吐き等

- | |
|--|
| <p>1 雨水貯留池には、超過洪水を処理するために洪水吐きを設けるものとし、次の各号を満足する構造とする。</p> <p>(1) 洪水吐きは、1/200 年と想定される当該雨水貯留池の直上流部の流量を放流しうるものとする。</p> <p>(2) 上記における最高水位は、雨水貯留池の高さを超過してはならない。</p> <p>2 掘りこみ方式の雨水貯留池には、洪水吐きに代わるものとして、計画高水位に 0.6m 以上の余裕を加えるものとする。</p> <p>3 超過洪水時における雨水貯留池からの溢水が、他に被害を与えないと河川管理者が判断した場合は、洪水吐きまたは余裕高を設けなくともよいものとする。</p> |
|--|

【解説】

1について

(1) 洪水吐きの考え方はダム設計思想からきたものである。

ダムの盛土堤体部は、おもに構造・材料的に流水の堤体越流に対して抵抗性が低いことから、ダムの安全性を確保するため堤体部の越流を防止すべく、超過洪水の余水を放流して貯水池側の異常な上昇を防止できる自由越流式の洪水吐きを設置しようとしたものである。

今後の開発に伴う流出抑制施設として、いわゆる築堤式の雨水貯留池も地形上、造成計画上、あり得ることからこの条項を盛り込むこととした。

2について

本市が管理する雨水貯留池には、洪水吐きを設けた事例はあまりない。その理由としては、掘りこみ方式の雨水貯留池となっていて、ダム形式（築堤式）の貯留施設はない。

掘り込み式の雨水貯留池の場合には、計画規模を上回る洪水が流入した場合でも、その構造から洪水は周辺に越水するだけであり、これによって雨水貯留池本体が破損することは考えられないため、堤体の安全性を確保する洪水吐きを設置する必要はないが、築堤方式の安全度とある程度の整合性を計る観点から、洪水吐きに代わるものとして 0.6m 以上の余裕高を加えるものとした。

3について

他に被害を与えないと河川管理者が判断する場合とは、次のようなことが考えられる。

①低平地の内水域等において雨水貯留池を含む開発区域周辺が浸水することが明白な場合。

②雨水貯留池に隣接してあるいは直下に、排水機場等の機能を有する改修済みの河川がある場合。

③超過洪水（1/200 年）の水位を検討した場合でも、造成配置計画上、溢水しないような十分な余

裕高さが見込まれる場合。

第 1 1 条 設計堆積土砂量について

設計堆積土砂量は次の値を標準とする。

- (1) 開発行為等で設置する雨水貯留池は、工事完了後造成面積当り $1.5\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ とする。
- (2) 工事期間中における仮設防災調節池や岩石採取場等の開発に設置する防災調節池は、造成面積当り $150\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ とする。

【解説】

(1) 開発行為等に設置された雨水貯留池では現実的に維持・管理体制が明確化しており、現時点では貯留機能に支障をきたすような土砂堆積はないことから、必要最小限の設計堆積土砂量として上記数値を設計堆積土砂量とした。

なお、設計にあつては、上記数値の 5 年間分を計上するもとする。

(2) 造成期間中における防災調節池等については、構造上は仮設的な要素がおおきいこと、また山間部の流域をもっていることなどから、安全上「防災調節池等技術基準（案）」をそのまま採用することとした。

【 第 3 章 浸透工法 】

第 1 2 条 浸透工法の採択基準について

- 1 浸透工法を採用するにあたっては、土質・地質・地下水位等の十分な現地試験を行うものとし、現地浸透試験の結果、浸透能力が確実に期待できるものでなければならない。
- 2 本市域内においては浸透適地が限られていることから、計画の具現化にあたっては下水道河川局事業推進部河川管理課と十分な協議を行うこと。
- 3 伏籠川総合治水対策区域内においては、当該工法の採用については不可とする。
- 4 浸透能力を決定するための基本係数は、「防災調節池等技術基準（案）」ならびに「宅地開発に伴ない設置される浸透施設等設置技術指針の解説」を基本とする。

【解説】

浸透工法による流出抑制施設は、本市が管理している施設箇所は現在のところ手稲区のみである。

本市域内の地質・土質形成上、浸透工法を採用できる地域は限られている。当該工法を検討するにあたっては、十分な現地試験と地下水位の確認が必要である。

伏籠川総合治水対策区域内においては、土質的にも粘性系であり、地下水位についても低平地で高いことから、浸透工法の採用については不可とした。

「宅地開発に伴ない設置される浸透施設等設置技術指針の解説」では、浸透施設の設置可能範囲を地形、地質、土質、地下水位、法令による指定等の観点から適、不適の判定を行う必要があるとしている。参考として、地形から判断できる設置可能区域と土質から判断できる設置可能区域をここに記載するが、このことから、本市北部低地帯の伏籠川総合治水対策区域内においては不適地域であると判断した。

(1) 地形からの判断

<適地>

イ 台地、段丘（構成地質により異なる。）

ロ 扇状地

ハ 自然堤防（構成堆積物により異なる）

ニ 山麓堆積地

ホ 丘陵地（構成地質により異なる。急斜面は適さない。）

へ 浜堤、砂丘地

<不適地>

イ 沖積低地（デルタ地帯）：地下水位が高く浸透能が低い。

ロ 盛土による人工改変地：盛土の場合は盛土材により異なるが、一般に低平地の盛土においては地盤の締め固め等により浸透性は低い。

ハ 第三紀砂泥岩の切土面：風化の進行等を助長させ、のり面を不安定化させる。

ニ 旧河道（ただし扇状地の河道跡は適地の場合もある。）、後背湿地、旧湖沼：地下水位が高く、浸透能が低い。

<設置禁止区域>

急傾斜地崩壊危険区域、地すべり防止区域、また地下への雨水の浸透によつてのり面の安定が損なわれるおそれのある区域、地下へ雨水を浸透させることによつて、周辺の居住及び自然環境を害するおそれのある区域。

【Ⅱ 構造基準編】

【第4章 雨水貯留池の構造】（貯留型施設編）

第13条 雨水貯留池の位置

雨水貯留池は、河川区域外に設置することとする。

【解説】

流出抑制施設のひとつである雨水貯留池の設置の有無については、放流先となる河川管理者の判断によるところが大きい。雨水貯留池は開発に伴う流入増を防ぐ補完的な施設として機能することを目的としていて、河川管理施設とは区別している。

河川区域内は河川管理者が管理する区域であり、当該区域内に開発に伴う貯留施設本体の設置を原則として禁じたものである。

なお、雨水貯留池からの放流先が河川の場合、放流施設（工作物）の許可を法令又は条例により河川管理者から受けなければならない。

第14条 雨水貯留池の形式

雨水貯留池の形式は、掘り込み方式を原則とする。ただし、地形の状況等により掘り込み方式とすることが著しく困難な場合には築堤方式によることができる。

【解説】

開発行為等に伴い流出増対策として設置される雨水貯留池は、構造上の統一性、安全性、設置後の維持管理の容易さなどから掘り込み方式とすることを原則としている。

しかし、開発区域が例えば山地の尾根あるいは頂上付近で計画すると、雨水貯留池への集水の問題、浸透水による法面崩壊の誘発、放流施設設置の難しさや放流水による法面洗掘の誘発等の恐れがある。このようなことから、掘り込み方式による雨水貯留池とすべく様々な検討を行っても、現地の地形状況等により掘り込み方式とすることが著しく困難な場合には築堤方式によることができるものとした。

なお、築堤方式による場合は、『防災調節等技術基準（案）』（日本河川協会）や『ゴルフ場等の開発に伴い設置される調整池の審査要領』（北海道企画振興部土地水対策課）などの文献を参考とされたい。

第15条 雨水貯留池の形状

- 1 雨水貯留池は、貯留した洪水の作用を受け、また土圧等の作用を受けても安全な強度及び水密性を有していなければならない。
- 2 雨水貯留池の壁面は、コンクリート又はブロック等で被覆するものとし、貯留池底面はアスファルト舗装とする。なお、アスファルトは厚さ5cm以上とするが、土質・水位等の影響がある場合は別途考慮するものとする。
- 3 兼用貯留池、多目的貯留池又は開発者が管理することになる雨水貯留池は、その利用目的、管理方法に応じて第2項の構造によらず別の形式で設置することができる。

【解説】

1、2について

土木構造物としての雨水貯留池の一般的な構造基準を示している。

構造の詳細については、「開発行為の手引き」（札幌市都市局開発指導課監修）のⅡ技術編で掲載されている、「第Ⅱ章 防災計画」の擁壁の項を基準とする。

3について

雨水貯留施設は、流出増対策として設置するが、その形状は開発計画の用途や目的により多種に分かれる。例えば、公園等に設置する場合は公園そのものの目的を損なわないようなくぼ地を利用した芝形式の貯留施設もあり、また岩石採取場のような防災調節機能のみを目的とした岩盤を掘り込んだ池もある。

近年では、宅地開発後の多目的利用施設としての通常時の雨水貯留池をレクリエーション施設として利用できるよう配慮された事例もある。このような理由から本項を規定したものである。

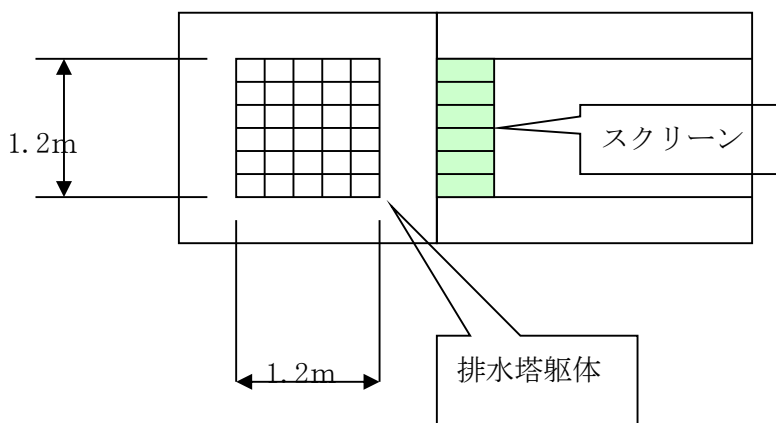
第 16 条 排水塔の構造及びスクリーンについて

- 1 排水塔は躯体断面を基本とし、その内空断面は 1.2m×1.2m以上とし、高さは貯留池天端高まで合わすことを原則とする。
- 2 オリフィス及び洪水吐の流入口には、スクリーン（防塵設備）を設けるものとし、スクリーンの構造は縦格子、スクリーンの面積はオリフィス断面積の 20 倍以上とする。また、スクリーンの取り付け角度は 60° 以上とする。

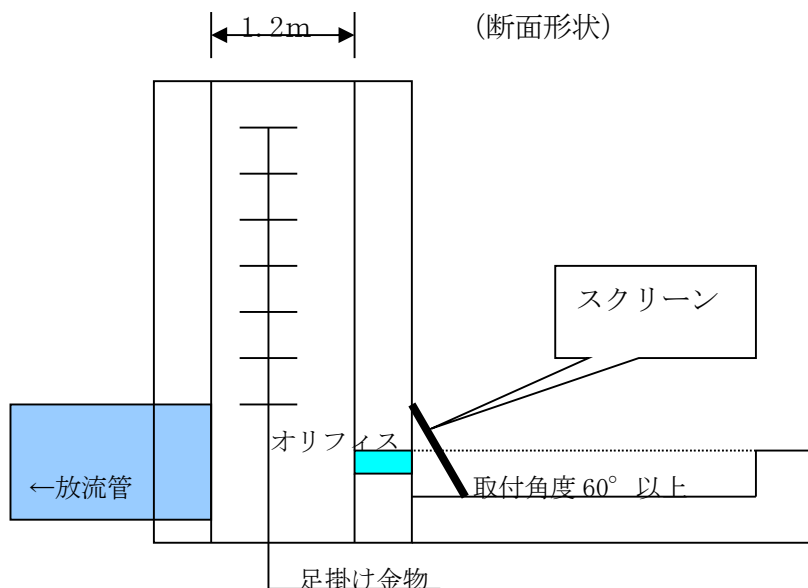
【解説】

排水塔の一般的な構造を以下に示す。

(平面形状)



(断面形状)



第 17 条 その他の構造基準

- 1 雨水貯留池の外周には3mの管理幅（外柵を含む）を設けるものとする。ただし、貯留池に面し市道等の公共用地がある場合は、1mの管理幅を確保するものとする。
- 2 管理用幅は、砕石路盤厚15cmとする。
- 3 雨水貯留池の外周には、侵入防止フェンスを設けるものとし、この場合、フェンスの高さは1.8mを基準とする。ただし、公園と兼用するような緩斜面の貯留池等についてはこの限りではない。
- 4 雨水貯留池には、進入路を設けることとし、この場合道路幅員は3m以上、最大勾配を原則6%以下となるようにするものとする。
- 5 進入路の端部には、車輛転落防止のため、原則としてガードレールを設置するものとする。
- 6 斜面上に設けられる掘り込み式雨水貯留池下流側の地山形状等については、十分な安全性が確保されるようにしなければならない。
- 7 雨水貯留池の下層路盤の厚さは30cm（切込砕石）を標準とするが、地質・地下水位・造成後の使用目的等を考慮して、別途検討することができる。
- 8 雨水貯留池の上層路盤構造（表層）は、第15条の第2項による。
- 9 雨水貯留池底面は、0.3%以上の排水勾配を設けること。
- 10 貯留池底面の端部（外周）には側溝を設けて通常降雨時の排水を促すようにし、U字トラフやコンクリート製の皿形側溝等で集水すること。
- 11 侵入防止フェンスを設置する雨水貯留池については車輛進入用の門扉を付けることとする。門扉は両びらき（内側）とし、3m以上のものでターンバックル製の戸車付きを原則とするが、現地の状況に応じて別途その形式について検討できるものとする。
- 12 門扉には、本市が指定する南京錠とする。
- 13 本市が管理することになる雨水貯留池には、別図に示すとおりの注意看板および設計規格板を設置すること。位置は門扉付近とし、周辺地域の住民が見やすい高さに取り付けるものとする。

【解説】

本条項で示している基準は、本市が管理している一般的な雨水貯留池の構造について適用する。なお、個人管理の貯留池についても本条の構造基準を基本とするが、各項目の適用の有無については現地の状況・施設の管理体制などにより適時判断できるものとする。

1について

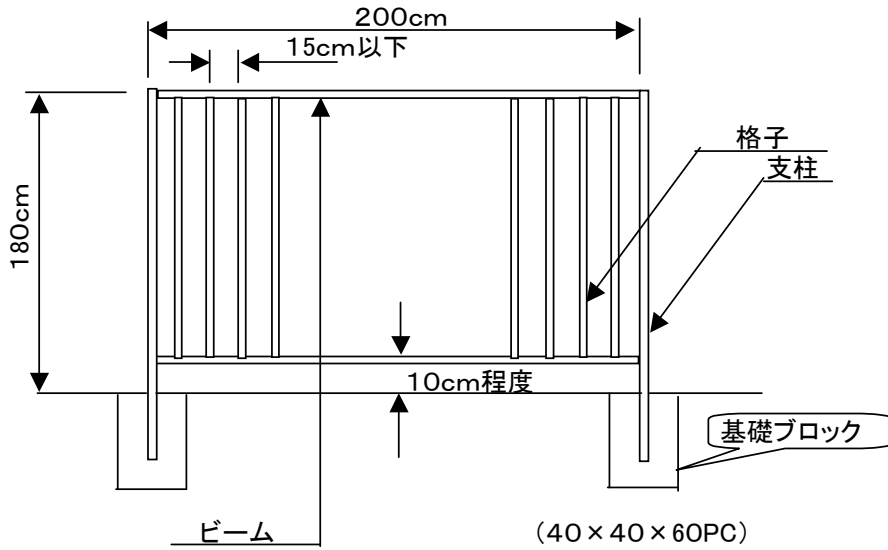
雨水貯留池を恒常的に維持管理できるよう必要な通路をいう。一般的には雨水貯留池は公道（市道）に隣接している場合が多く、5に示した貯留池底面までの侵入路のみという貯留池がほとんどであるが山間部や公道に隣接していない場合は、施設の維持管理を行う上で雨水貯留池までの連絡施設が必要なことからこの規定を盛り込んだ。なお、築堤方式の貯留池の場合は

3について

雨水貯留池に設置するフェンスは、転落防止用と児童等による無用な貯留池への侵入を防止するための、2つの目的で設置している場合が多い。転落防止のみであれば高さ1.1m程度で十分であるが、管理瑕疵を未然に防ぐべく侵入の禁止も兼ねる場合は、フェンスの高さを1.8mとしている。

なお、フェンスの基本図を次図に示すので参考とされたい。

【進入防止フェンス一般図】



※進入（転落）防止フェンスに使用する基礎ブロックについて

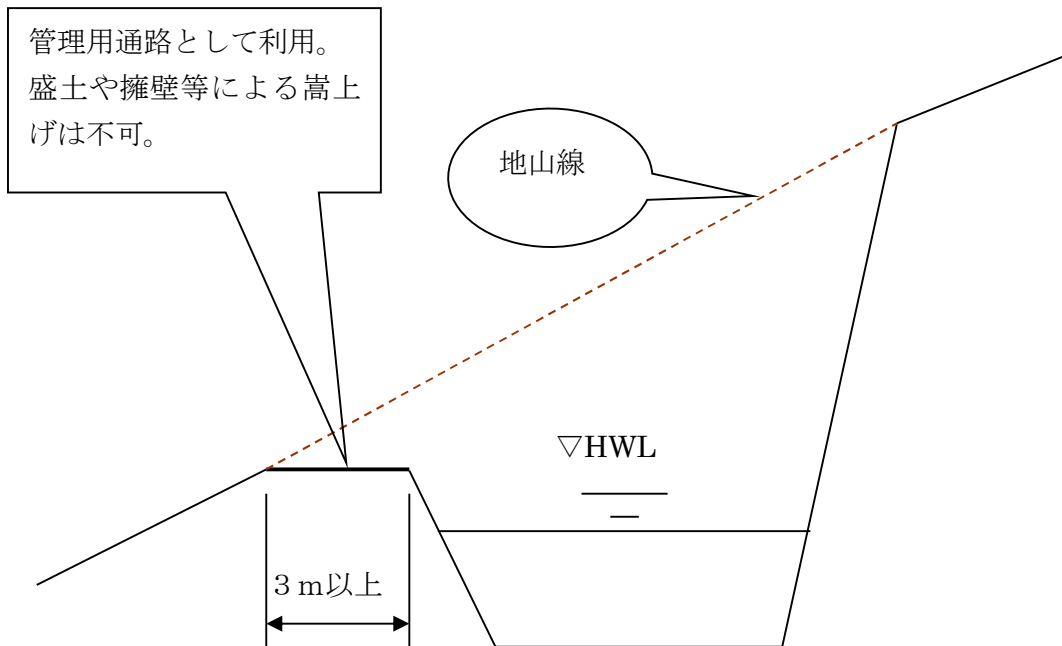
基礎ブロックとフェンスはモルタル等で一体化させるものとする。

また、基礎ブロックの設計基準強度は 18N/mm^2 以上とし、寸法は $40\times 40\times 60\text{cm}$ を標準とする。

ただし、現地の状況によりこれにより難しい場合は別途考慮するものとする。

6について

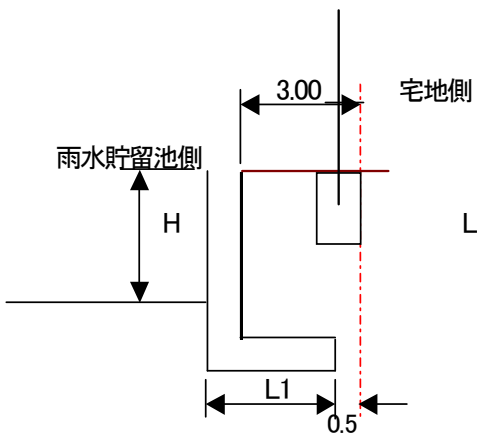
斜面上に設けられる掘り込み式雨水貯留池下流側の地山形状等については、下図に示すような指導をしており、下流側斜面を盛土したり、あるいは擁壁を作り地山より上部に雨水を貯留することは不可としている。



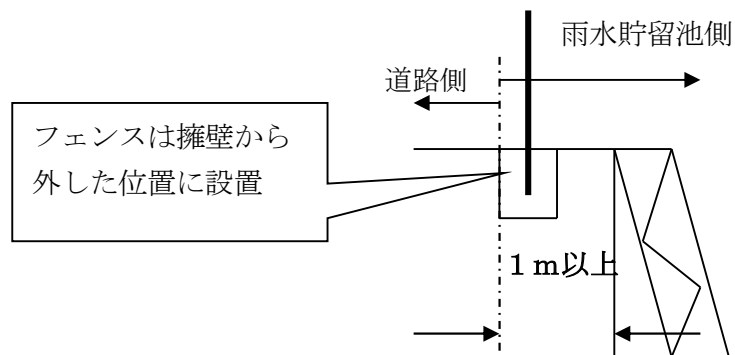
1における外周離隔幅（管理幅）のについて

雨水貯留池本体の外周離隔幅（管理幅）は、下図を標準とする。

(1) 宅地側



(2) 道路側



7、8について

通常時における雨水貯留池は滞水や底面の変状がないようにしなければならない。

また、近年では通常時における多目的利用を導入している雨水貯留池もあり、これらの利用施設に耐えうる路盤構造の検討も必要である。地質が軟弱な場所に雨水貯留池を設置する場合は、貯留池本体の構造はもちろんのこと、底面が沈下や変形に耐えうる路盤構造の検討は必要なことである。

13について

雨水貯留池の機能や概要、洪水時の状態等を広く住民に理解してもらうために設置する看板であり、又、管理者が現地で当該雨水貯留池の特性を即時に把握し、緊急時の対応に資するものである。次ページ以降にひながたを載せているので参考にされたい。

・雨水貯留池の設計規格板と注意看板

「流出抑制施設（雨水貯留池等）の技術基準」第17条第13項に示す雨水貯留池の設計規格板および危険予知看板の使用を以下に示す。

【設計規格板】

【設計規格板】

TYPE A 一般の雨水貯留池用
(転落防止柵に取り付けるタイプ)

※流出抑制専用の貯留池タイプで、一般的に門扉あるいは門扉付近の住民が見やすいところに設置する。

雨水貯留池設計規格	
雨水貯留池名	札幌市屯田東地区No.1貯留池
設計対象面積	A=8.76ha
設計基準湛水量	V=7,831m ³
設計高水位	HWL=2.15m 水深=1.39m
設計土砂堆積深	H=0~16cm
オリフィスの径	幅13cm × 高さ10cm EL=0.57
流末排水名	茨戸耕北川
<p>【形状図】</p>	
90cm	

70cm

材質 アルミポリエチレン複合板
t=3mm(K408)
表示 スクリーン印刷
表面保護フィルム(テドラー)貼り

【注意看板】～その1

【危険予知看板】 TYPE A 一般の雨水貯留池用
(転落防止柵に取り付けるタイプ)

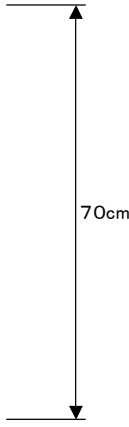
※流出抑制専用の貯留池タイプで、一般的に門扉あるいは門扉付近の住民が見やすいところに設置する。

危 険

ちよりゆうち おおあめ ふ かせん はんらん ふせ
この貯留池は、大雨が降ったときの河川の氾濫を防ぐため、また、
かりゆうしがいち うすい ちよくせつなが つく
下流市街地に雨水が直接流れ込まないように造られたものであり
おおあめ ふ すいい ひじょう きけん ぜったい なか
大雨が降ると水位があがるため、非常に危険ですので絶対に中
は
に入らないようにしましょう。
さく のぼ
また、柵をよじ登ることもやめましょう。

札幌市下水道河川局事業推進部河川管理課

90cm



材質 アルミポリエチレン複合板
t=3mm(K408)
表示 スクリーン印刷(2色)
表面保護フィルム(テドラ)貼り

【注意看板】～その2

【設計規格板/危険予知看板】兼用タイプ TYPE B 多目的利用の雨水貯留池

※流出抑制専用の貯留池タイプで、一般的に門扉あるいは門扉付近の住民が見やすいところに設置する。

※柵のない雨水貯留池では支柱取り付けタイプとする。

(表)	(裏)
<p style="text-align: center;">清田元町土地区画整理団地 雨水貯留池</p> <p style="text-align: center;">この施設は、大雨の時、河川が氾らん しないように、いったん雨水をためて、 少しずつ流す大切な役目をします。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: 8px;">雨水管 → 貯水面積 1855m² 高水位 深さ 1.0m 貯水容量 2217m³ → 放流管 下シネ川</p> </div> <p style="text-align: center;">管理者 札幌市下水道河川局事業推進部河川管理課 Tel.818-3415</p>	<p style="text-align: center; font-size: 18px; font-weight: bold;">ご利用上の注意</p> <p style="text-align: center;">この施設は、大雨の時、雨水が入ってきます。</p> <p>雨が降ったり、水が溜まっている時は、使わないように しましょう。 施設の機能がマヒしますので、ゴミや私物は、持ち帰り ましょう。 周りの人に迷惑をかけるような騒音は、たてないように しましょう。 柵をのりこえるのは、危険ですのでやめましょう。 注意事項を守って、大切に使いましょう。</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">札 幌 市</p>
120cm	100cm

材質 アルミポリエチレン複合板
t=3mm(K408)
表示 スクリーン印刷(3色)
表面保護フィルム(テドラ)貼り

※支柱タイプの場合は、材質を別途協議のこと。

【Ⅲ 管理基準編】

【第 5 章 管理基準】

第 18 条 雨水貯留池の管理

- 1 昭和 60 年 3 月 7 日以後の新市街化区域等に設置する雨水貯留池の管理は、原則として札幌市が行うものとし、施設及び用地は、札幌市に無償で帰属するものとする。
- 2 既成市街化区域に設置する雨水貯留池の管理は、札幌市からの委託を受け開発者が行うものとし、施設は札幌市に無償で帰属、用地は札幌市の地上権を設定するものとする。
- 3 市街化調整区域に設置する雨水貯留池の管理は、原則として、開発者が行うものとし、施設及び用地は、原則として札幌市に帰属する必要はない。
- 4 雨水貯留池の管理基準細目については別に定める。

文末の字句の意味について

この技術基準の条文等の末尾に置く語句の意味は、以下を参考とされたい。

(1) ……する。

- ……するものとする。
- ……するものとする。
- ……とする。
- ……によるものとする。
- ……とおりにする。
- ……しなければならない。

理論上、又は実際上の明確な根拠に基づく規定、又は規格や取り扱いを統一する必要から設けた規定。

したがって、よほどはっきりした理由がない限り当該規定を犯してはならない。

(2) ……原則として…する。

- ……原則として
- ……基本とするものとする。
- ……を標準とする。
- ……を原則とする。

周囲の状況等によって一律に規制することはできないが、実用上の必要から設けた規定。したがって、必要に応じ水理模型実験や数値解析等により十分な検討を行い、適切と認められる対策を講じ、かつ、その効果が安定的に維持されることが確認される場合は、必ずしも当該規定に従う必要はない。

(3) ……するのがよい。

- ……することが望ましい。

理論上、又は実際上は規定どおり実施してほしいが、そこまで厳重に規制する必要はないと思われる規定。

(4) ……してもよい。

- ……することができる。

1. 本来、厳密な検討を行ったうえで判断するのがよいのではあるが、判断を簡単にすることを旨とするときの便宜上、簡単な方法を与えた規定。したがって、厳密な検討を行う場合には、それが当該規定に優先する。
2. 規定がすべて安全側になるようにして作られているため、それをそのまま適用すると厳しすぎる場合、緩和するための規定。したがって、安全側に過ぎることが明らかな場合には緩和規定によってよい。

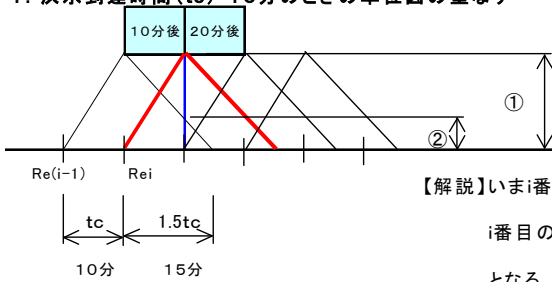
※) 上記説明文は、「解説工作物設置許可基準」から引用しております。

・ 三角形単位図法の考え方（参考）

「流出抑制施設（雨水貯留池等）の技術基準」第6条第1項に示す三角形単位図法による地表面流出計算を、図解したもの以下に示す。

なお、この図解は洪水到達時間が、10分、20分、30分、40分、50分、60分の6パターンを想定して作成したものである。（40分、50分、60分の図は省略する）

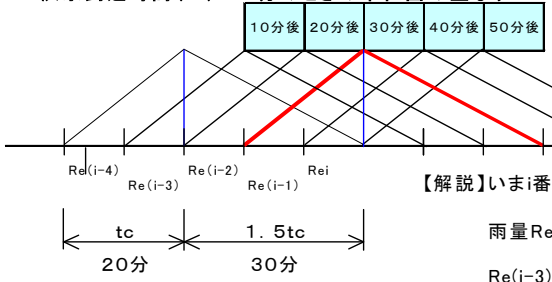
1. 洪水到達時間(tc) 10分のときの単位図の重なり



【解説】いまi番目の時刻におけるピーク流出量を算出することとした場合、合成される有効雨量はi番目の雨量にひとつ前の雨量 $Re(i-1)$ の1/3を乗じたものが、この時刻におけるピークとなる。

$Re(i) + Re(i-1) * 1/3$

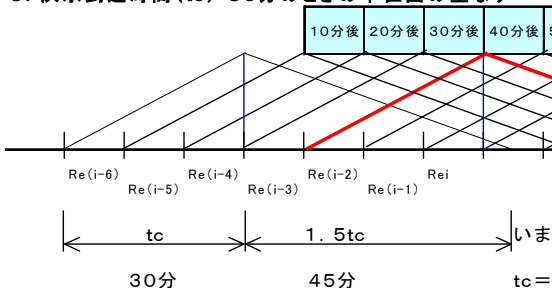
2. 洪水到達時間(tc) 20分のときの単位図の重なり



【解説】いまi番目の時刻におけるピーク流出量を算出することとした場合、合成される有効雨量は雨量 $Re(i/2)$ に、ひとつ前の雨量 $Re(i-1)$ 、ふたつ前の雨量 $Re(i-2)$ の2/3、3つ前の雨量 $Re(i-3)$ の1/3が合成されたものとなる。

$Re(i/2) + Re(i-1) + Re(i-2) * 2/3 + Re(i-3) * 1/3$

3. 洪水到達時間(tc) 30分のときの単位図の重なり



【解説】いまi番目の時刻におけるピーク流出量を算出することとした場合、合成される有効雨量は $tc=20$ 分のときと同じ考えで、下記のような合成式となる。

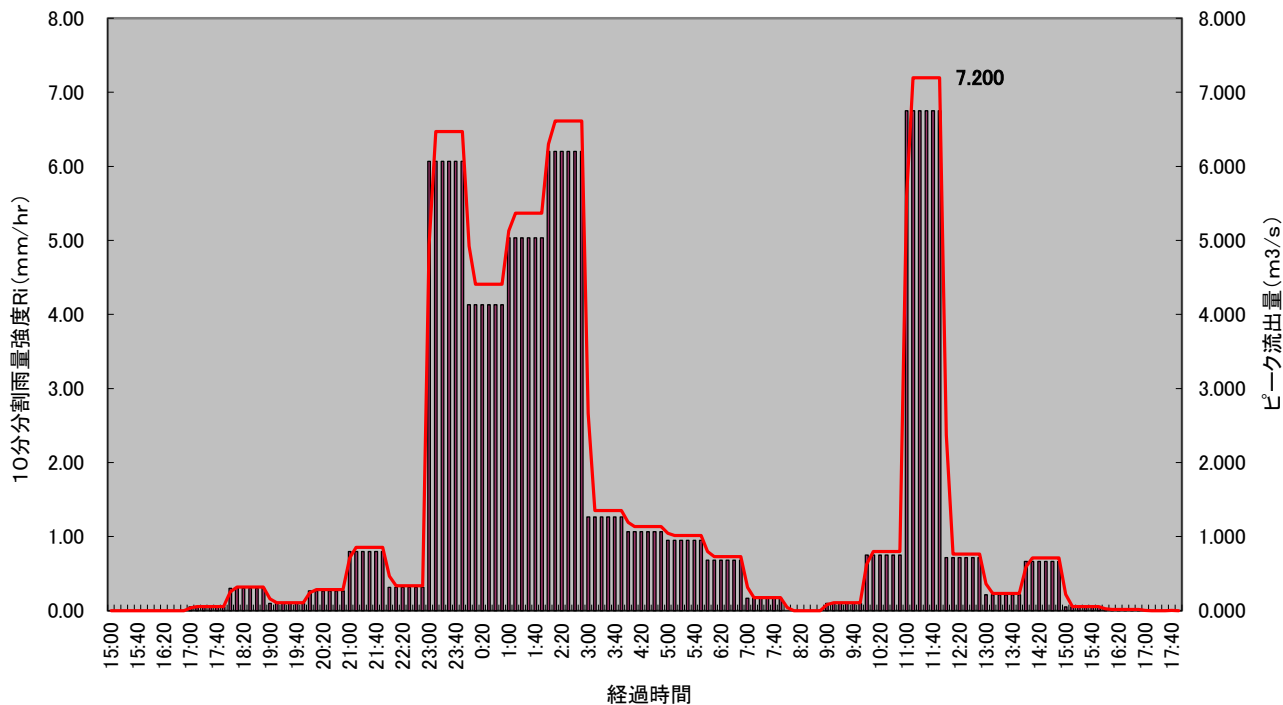
$Re(i/3) + Re(i-1) * 2/3 + Re(i-2) + Re(i-3) * 7/9 + Re(i-4) * 5/9 + Re(i-5) * 3/9 + Re(i-6) * 1/9$

・ハイトグラフとハイドログラフ

($f=0.6$ のときの 1 km^2 当りの昭和 25 年 8 月型洪水)

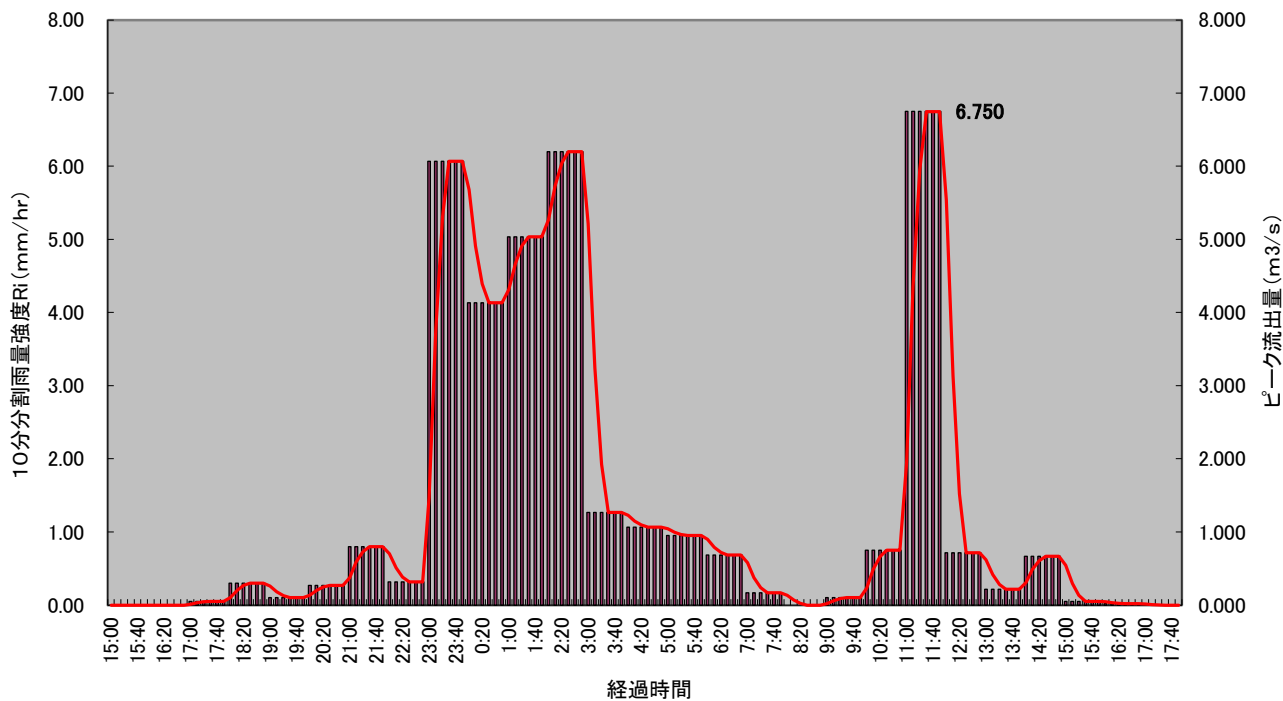
①洪水到達時間が 10 分のとき

$t_c=10$ 分ハイトグラフとハイドログラフ



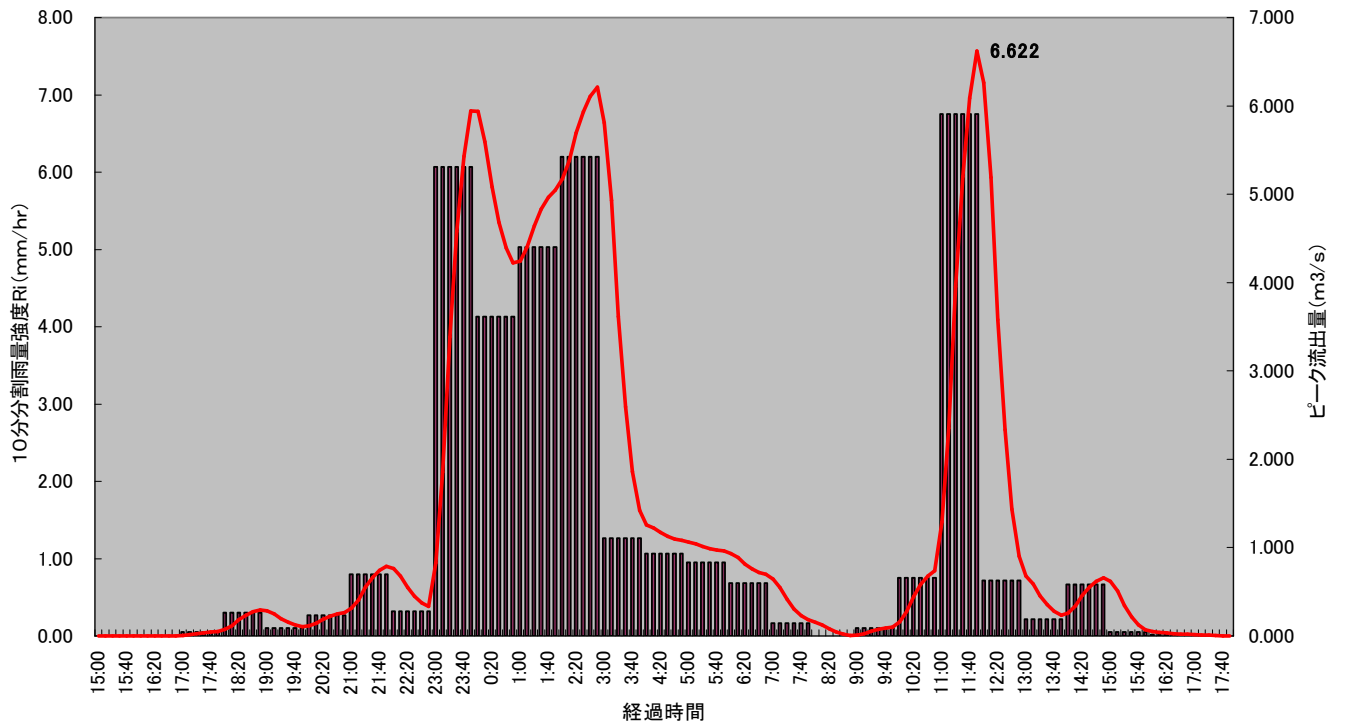
②洪水到達時間が 20 分のとき

$t_c=20$ 分ハイトグラフとハイドログラフ



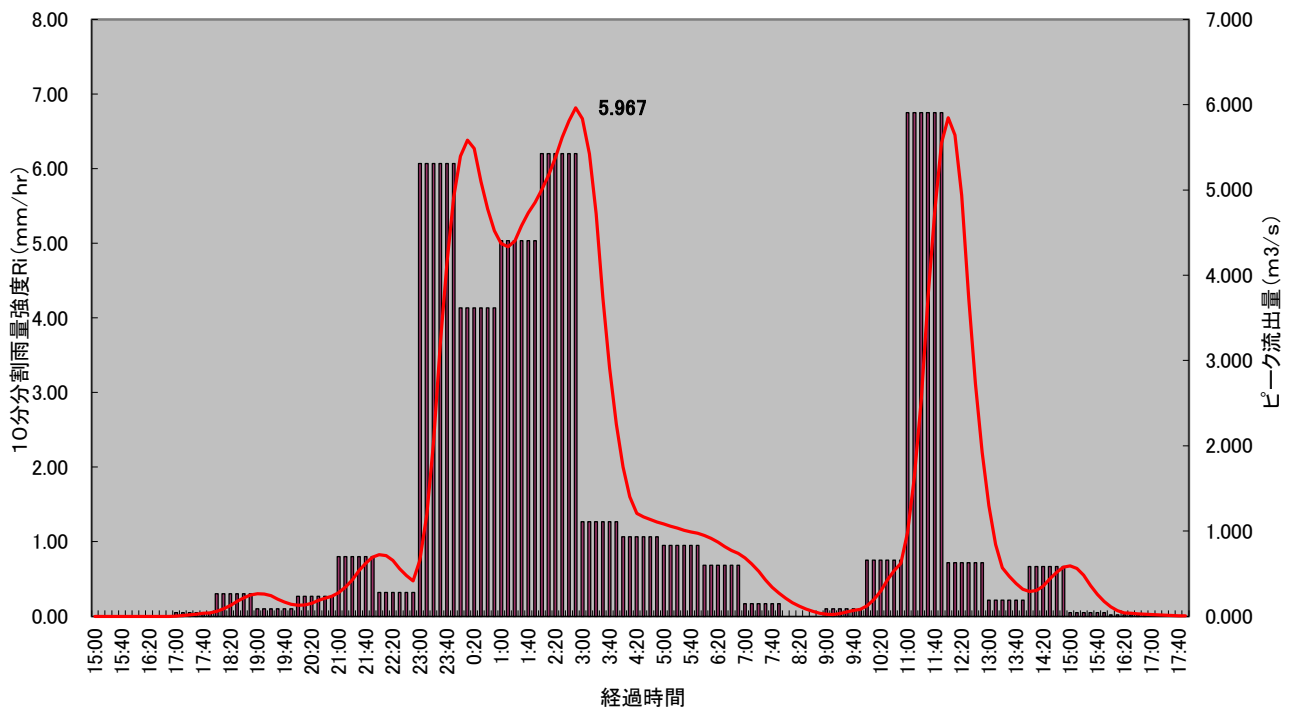
③洪水到達時間が 30 分のとき

tc=30分ハイトグラフとハイドログラフ

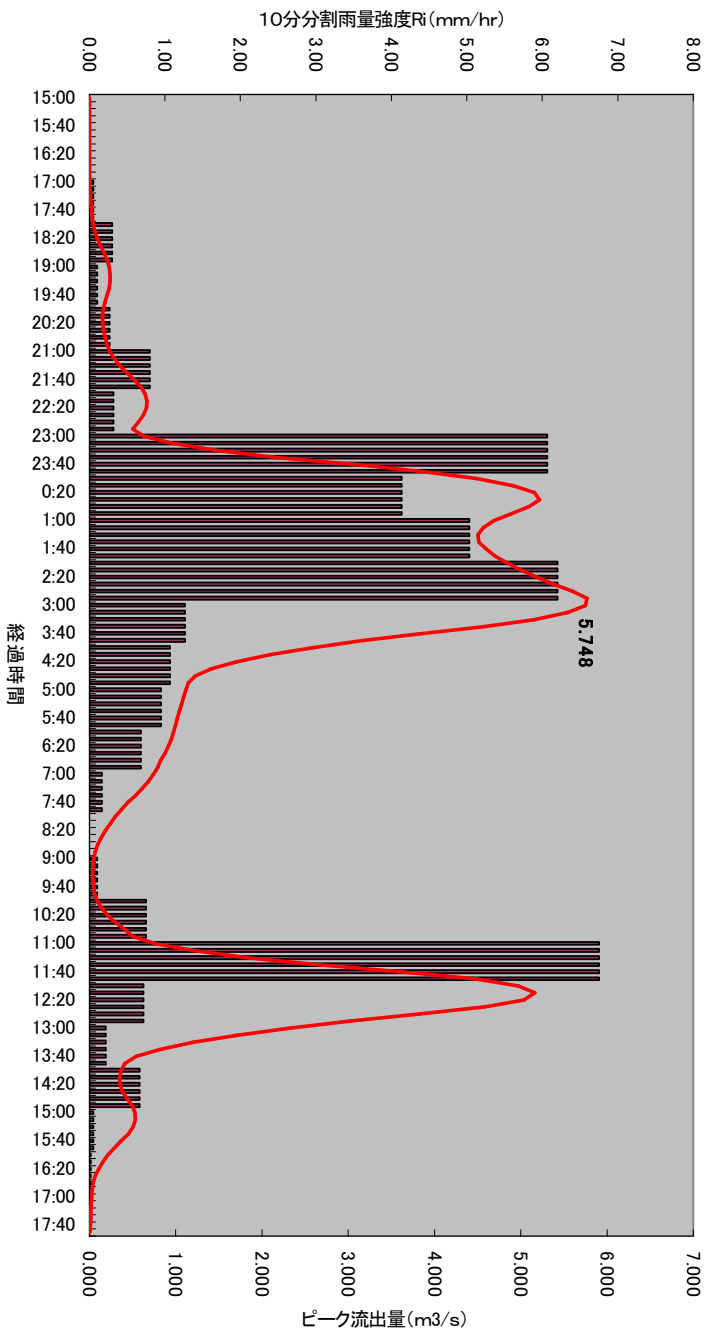


④洪水到達時間が 40 分のとき

tc=40分ハイトグラフとハイドログラフ

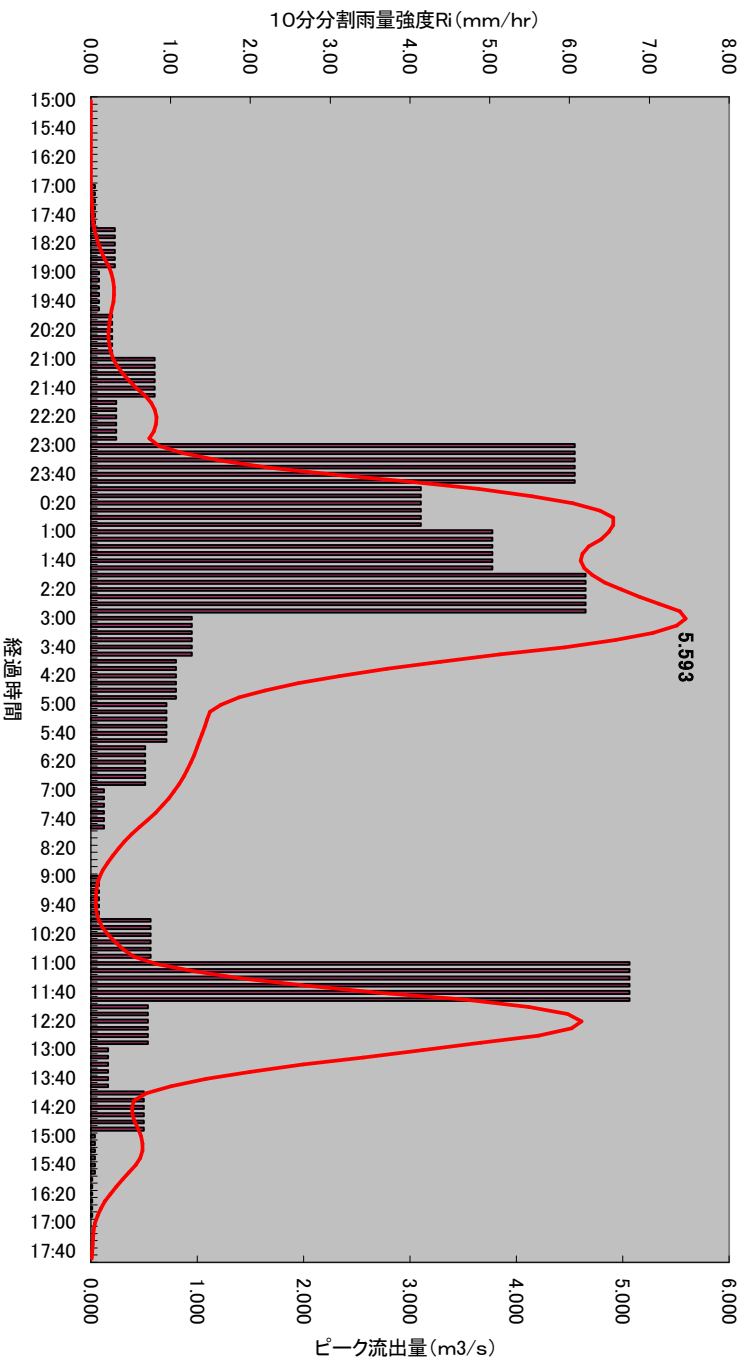


⑤洪水到達時間が50分のとき



$t_c = 50$ 分ハイエトグラフとハイドログラフ

⑥洪水到達時間が60分のとき



$t_c = 60$ 分ハイエトグラフとハイドログラフ

札幌市の確率雨量強度式（雨水貯留池用～北海道の大雨資料第 14 編より解析）

雨水貯留池用の確率雨量強度式の誘導について

1 確率雨量強度式について

河川改修計画等で使用する確率雨量強度式は、気象観測所での 30 分、60 分、1 時間、2 時間、3 時間、4 時間の降雨時間を対象としたものであり、雨水貯留池（防災調節池）のように 24 時間以上の降雨パターンを必要とする場合は、「北海道の大雨資料（確率雨量編）」で記載されている確率雨量強度式をそのまま使用することはできない。

雨水貯留池の目的は、言うなれば貯留効果により洪水を処理しようとする発想であることから、河川計画で対象とするピーク流量よりも、総降雨量とその集中度（降雨波形）が重要な要素となる。

ここに、令和 2 年に新たに改訂された「北海道の大雨資料第 14 編（確率雨量編）」のデータを利用して、札幌市内における雨水貯留池の規模を策定する際に用いる確率雨量強度式を誘導するものである。

今回作成する確率雨量強度式は 10 分～1440 分（24 時間降雨）に対応できるものとし、確率規模として 1/3 年、1/10 年、1/30 年、1/50 年、1/200 年の 5 式を誘導するものとする。

2 雨水貯留池検討用の降雨強度～継続時間曲線（ハイトグラフ）の作成方法

確率雨量とは、「ある地点の、指定された出現確率に相当する雨量」であり、降雨強度～継続時間曲線は、確率時間雨量表より確率年（Y）をパラメータとして降雨強度（r）と継続時間（t）との関係を示すもので、数学的にまとめると、以下に示す君島式で表現できる（近似する）ものとしている。

$$= \frac{1}{t^n + b} \quad \dots\dots (1) \text{式} \quad \text{ここに、} \quad i : \text{降雨強度 (mm/hr)}$$

n、a、b : 定数

「北海道の大雨資料第 14 編（確率雨量編）」に示されている確率雨量強度式は、河川改修計画や下水道の排水計画などの算定を想定して短時間降雨（0.5hr～4hr）を対象としたものであり、雨水貯留池（防災調節池）のように 24 時間以上の降雨パターンを対象とする場合には、この確率時間雨量表から示されたデータを用いて 10 分～1440 分（24 時間降雨）の連続降雨を対象とした確率雨量強度式を作成しなければならない。

上記（1）式の定数の決定方法は、n の値を 0.01～1.00 の間を変化させ（0.01 間隔）、b を -0.99～5.00（0.01 間隔）の組み合わせに対し a を求めて自乗誤差を算出し、最小の自乗誤差を与える n、a、b の組み合わせを選択することとしている。なお、a は最小自乗法により次の式から算出するものとしている。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{I_i}{t_i^n + b}}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{t_i^n + b} \right)^2}$$

ここに、N；資料数（=11）

i；資料番号（1～11 番目）

I_i；i 番目の雨量強度（mm/hr）

t；継続時間（10 分、30 分、…1440 分）

上式に基づき作成された確率雨量強度式を次項に示す。（表計算ソフト Excel により算定）

1/50年確率雨量強度式

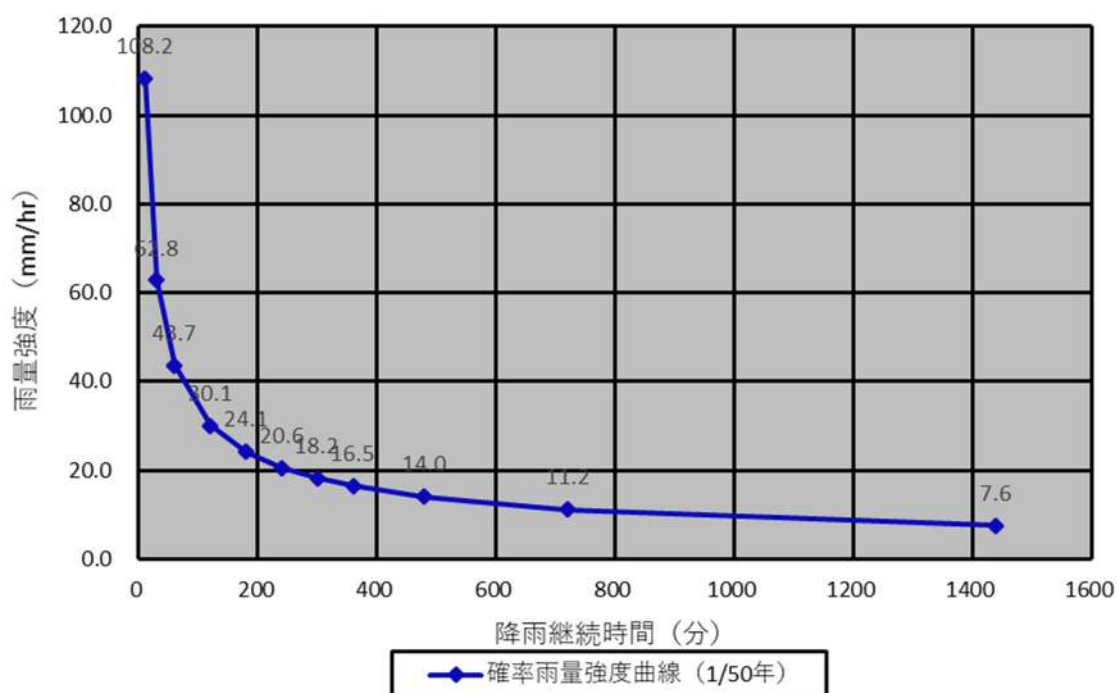
$$r_{50} = \frac{484.06}{t^{0.57} + 0.76} \dots\dots\dots (2)$$

札幌市作成強度式 北海道の大雨資料（第14編）

【検証】 (1) 日雨量 182.4mm > 165.6mm
 (2) 10分雨量強度 108.2mm/hr > 108.0mm/hr

資料数 N	降雨継続時間(t)		時間雨量 mm	雨量強度		大雨資料の式をそのまま使用した場合の雨量強度（参考）
	(時間)	(分)		mm/hr		
				大雨資料	札幌市	
1	1/6	10	18	108.0	108.2	169.7
2	0.5	30	32	64.0	62.8	64.0
3	1	60	42	42.0	43.7	42.0
4	2	120	59	29.5	30.1	29.4
5	3	180	73	24.3	24.1	24.3
6	4	240	85	21.2	20.6	21.4
7	5	300	94	18.8	18.2	19.4
8	6	360	102	17.0	16.5	18.0
9	8	480	115	14.4	14.0	16.0
10	12	720	132	11.0	11.2	13.6
11	24	1440	165	6.9	7.6	10.4

確率雨量強度曲線（1/50年）



1/3年確率雨量強度式

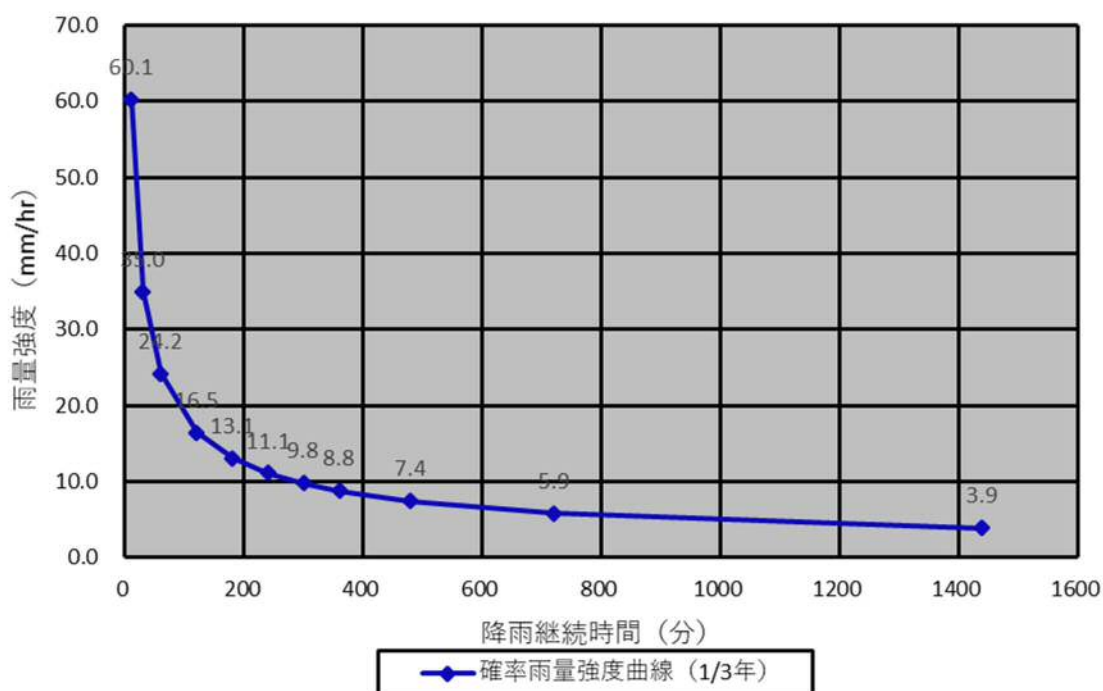
$$r_3 = \frac{310.39}{t^{0.60} + 1.18} \quad \dots\dots\dots (3)$$

札幌市作成強度式 北海道の大雨資料（第14編）

【検証】 (1) 日雨量 93.6mm > 86.4mm
 (2) 10分雨量強度 60.1mm/hr > 60.0mm/hr

資料数 N	降雨継続時間(t)		時間雨量 mm	雨量強度		大雨資料の式をそのまま使用した場合の雨量強度（参考）
	(時間)	(分)		mm/hr		
				大雨資料	札幌市	
1	1/6	10	10	60.0	60.1	103.3
2	0.5	30	18	36.0	35.0	36.0
3	1	60	23	23.0	24.2	23.1
4	2	120	32	16.0	16.5	15.8
5	3	180	39	13.0	13.1	13.0
6	4	240	45	11.2	11.1	11.3
7	5	300	50	10.0	9.8	10.2
8	6	360	55	9.2	8.8	9.4
9	8	480	62	7.8	7.4	8.3
10	12	720	71	5.9	5.9	7.0
11	24	1440	87	3.6	3.9	5.2

確率雨量強度曲線（1/3年）



1/10年確率雨量強度式

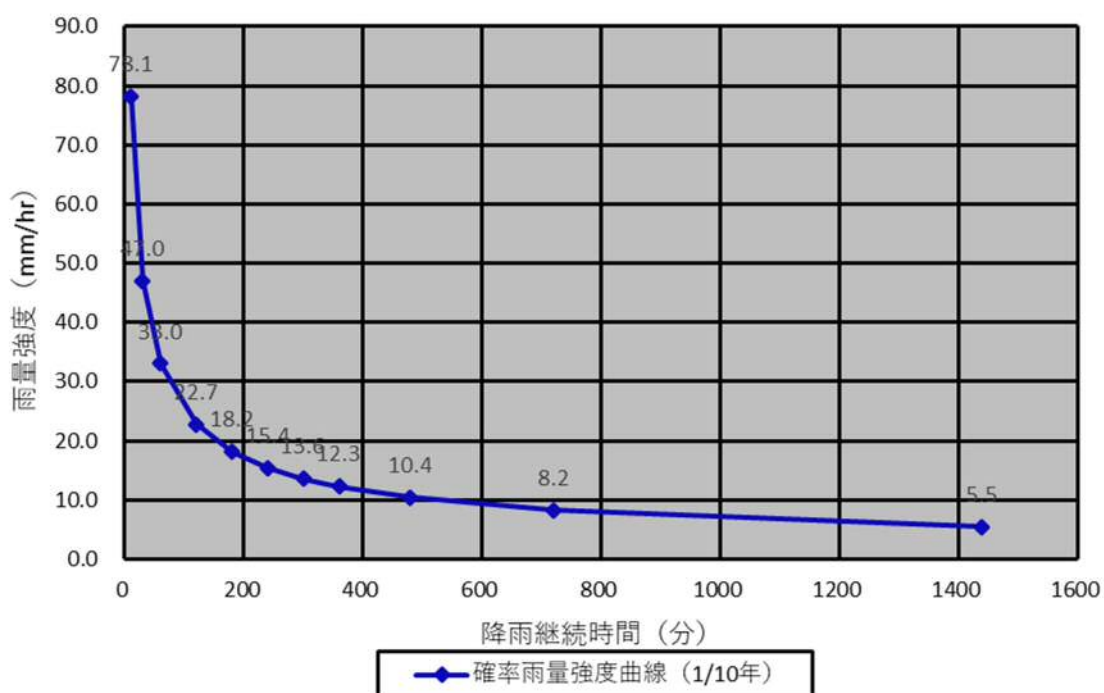
$$r_{10} = \frac{439.20}{t^{0.60} + 1.64} \dots\dots\dots (4)$$

札幌市作成強度式 北海道の大雨資料（第14編）

- 【検証】 (1) 日雨量 132.0mm > 122.4mm
 (2) 10分雨量強度 78.1mm/hr > 78.0mm/hr

資料数 N	降雨継続時間(t)		時間雨量 mm	雨量強度		大雨資料の式をそのまま使用した場合の雨量強度（参考）
	(時間)	(分)		mm/hr		
				大雨資料	札幌市	
1	1/6	10	13	78.0	78.1	107.6
2	0.5	30	24	48.0	47.0	48.0
3	1	60	32	32.0	33.0	31.9
4	2	120	44	22.0	22.7	22.1
5	3	180	54	18.0	18.2	18.1
6	4	240	63	15.8	15.4	15.7
7	5	300	70	14.0	13.6	14.1
8	6	360	76	12.7	12.3	13.0
9	8	480	86	10.8	10.4	11.3
10	12	720	99	8.2	8.2	9.4
11	24	1440	122	5.1	5.5	6.9

確率雨量強度曲線（1/10年）



1/30年確率雨量強度式

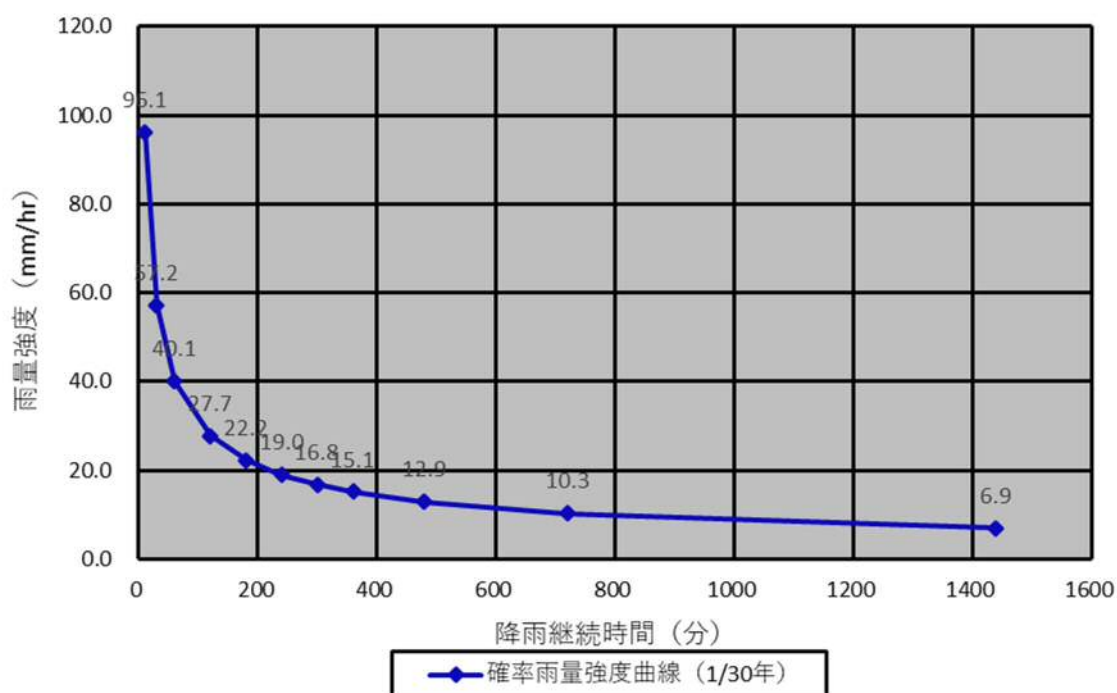
$$r_{30} = \frac{477.81}{t^{0.58} + 1.17} \dots\dots\dots (5)$$

札幌市作成強度式 北海道の大雨資料（第14編）

【検証】 (1) 日雨量 165.6mm > 151.2mm
 (2) 10分雨量強度 96.1mm/hr > 96.0mm/hr

資料数 N	降雨継続時間(t)		時間雨量 mm	雨量強度		大雨資料の式をそのまま使用した場合の雨量強度（参考）
	(時間)	(分)		mm/hr		
				大雨資料	札幌市	
1	1/6	10	16	96.0	96.1	129.0
2	0.5	30	29	58.0	57.2	58.0
3	1	60	39	39.0	40.1	38.9
4	2	120	54	27.0	27.7	27.2
5	3	180	67	22.3	22.2	22.3
6	4	240	78	19.5	19.0	19.5
7	5	300	86	17.2	16.8	17.6
8	6	360	94	15.7	15.1	16.2
9	8	480	105	13.1	12.9	14.2
10	12	720	122	10.2	10.3	11.9
11	24	1440	151	6.3	6.9	8.8

確率雨量強度曲線（1/30年）



1/200年確率雨量強度式

$$r_{200} = \frac{593.58}{t^{0.57} + 0.99} \quad \dots\dots\dots (6)$$

札幌市作成強度式 北海道の大雨資料（第14編）

- 【検証】 (1) 日雨量 223.2mm > 201.6mm
 (2) 10分雨量強度 126.1mm/hr > 126.0mm/hr

資料数 N	降雨継続時間(t)		時間雨量 mm	雨量強度		大雨資料の式をそのまま使用した場合の雨量強度（参考）
	(時間)	(分)		mm/hr		
				大雨資料	札幌市	
1	1/6	10	21	126.0	126.1	172.9
2	0.5	30	38	76.0	74.8	76.1
3	1	60	51	51.0	52.5	50.9
4	2	120	71	35.5	36.4	35.6
5	3	180	88	29.3	29.3	29.3
6	4	240	103	25.8	25.0	25.6
7	5	300	114	22.8	22.1	23.1
8	6	360	123	20.5	20.0	21.3
9	8	480	139	17.4	17.1	18.7
10	12	720	160	13.3	13.6	15.7
11	24	1440	201	8.4	9.3	11.7

確率雨量強度曲線（1/200年）

