

第6章 雨水管理計画

第6章 雨水管理計画の構成

雨水管理計画は、雨水排除計画とソフト対策を組み合わせ、浸水被害の軽減を図る総合的な計画である。このうち雨水排除計画は、雨水排水施設、雨水貯留施設、雨水浸透施設により計画される。また、ソフト対策は被害の最小化を図るために、主に自助を促す対策である。

本章では、第1節～第6節に雨水排除計画、第7節にソフト対策について記載した。また、雨水排除計画では、第1節に目標整備水準や計画の方針及び施設計画、第2節～第6節に計画雨水量の予測について記載した。

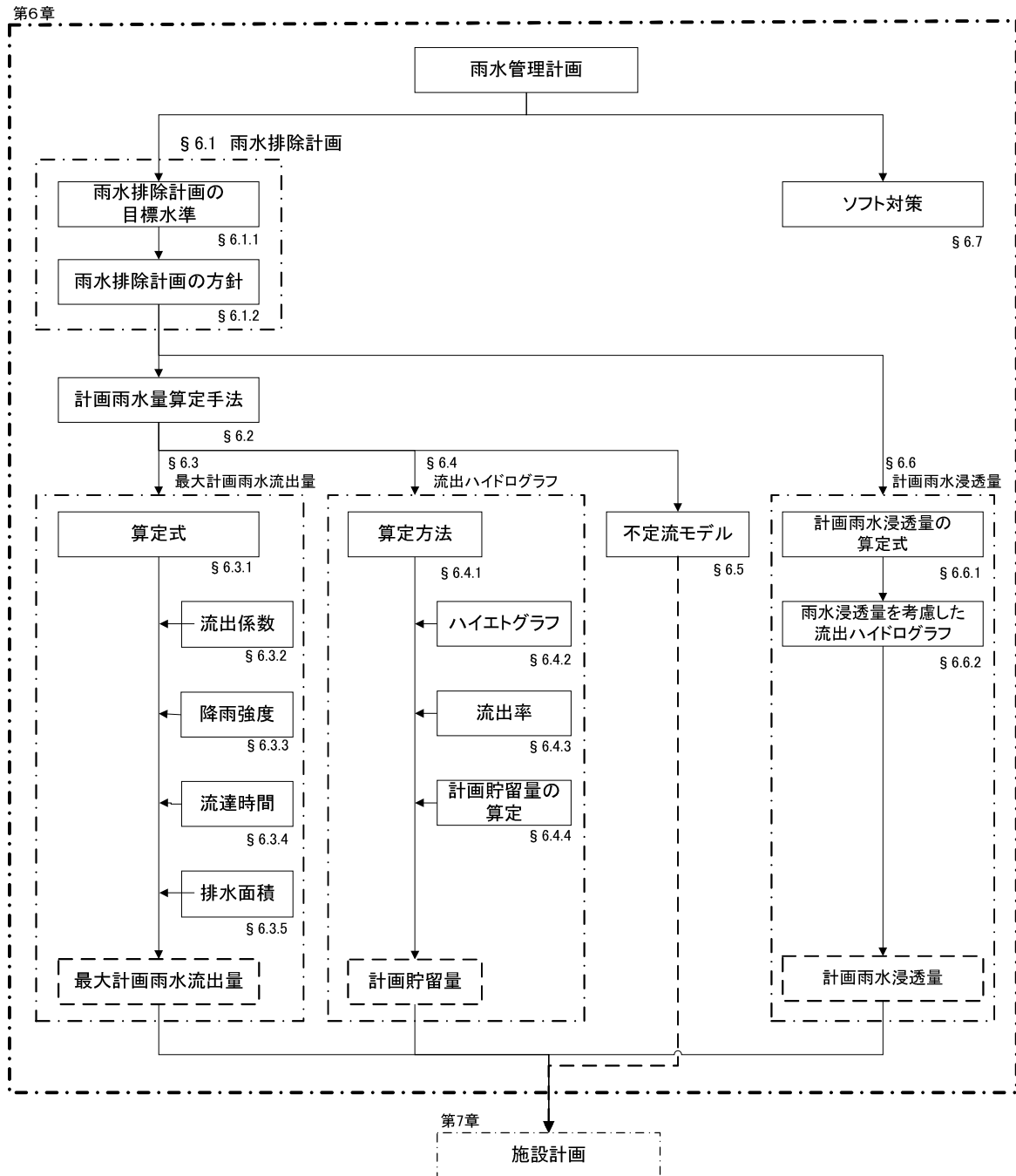


図6 雨水管理計画の構成

第1節 雨水排除計画

§ 6.1.1 雨水排除計画の目標整備水準

雨水排除計画の目標整備水準は、次のとおり定める。

- (1) 目標整備水準は、原則として全市域に対し10年確率の降雨とする。
- (2) 当面は、「自然排水区域」については5年確率の降雨、「ポンプ排水区域」については10年確率の降雨を対象とする。
- (3) 地区の状況に応じて、10年確率の降雨を対象とした整備地区の拡大・縮小を行う。
- (4) 特に重大な被害が生じるおそれのある地区は、より高い目標整備水準を設定する。

【解説】

(1)について

雨水排除計画の目標整備水準は、都市計画中央審議会の答申（「**今後の下水道整備と管理は、いかにあるべきか**」についての答申、平成7年7月）及び横浜市下水道事業経営調査会による報告（第一次報告書、平成7年8月）を踏まえ、原則として全市域に対し10年確率の降雨としている。

(2)について

社会資本整備審議会の第二次答申（「**新しい時代の都市計画はいかにあるべきか。**」平成19年7月20日（以下、「社整審第二次答申」とする。））では、地域ごとに長期的な目標を定め、段階的に整備水準の向上を図る必要があるとしており、浸水被害による社会的、経済的影響が甚大であると考えられるポンプ排水区域^{*}については10年確率の降雨、自然排水区域については5年確率の降雨を当面の目標とする。

(3)について

社整審第二次答申において、地域の実情を踏まえて目標水準を設定するとしている。自然排水区であっても人口密集地区など重大な被害が生じるおそれのある地区においては10年確率降雨対応、又はポンプ排水区域であっても市街化調整区域など重大な被害が生じるおそれの少ない地区は当面5年確率降雨対応とするなど、必要に応じて地域の特性を考慮した目標整備水準の設定を行う。

(4)について

地下街、ターミナル駅といった都市機能・人口・資産が集中する地区など特に重大な被害が生じるおそれのある地区においては、より高い目標整備水準を設定することも必要である。

§ 6.1.2 雨水排除計画の方針

雨水排除計画の方針は、次のとおりとする。

- (1) 目標整備水準の降雨に対しては、雨水排水施設（管きよ、ポンプ場など）及び雨水貯留施設（雨水調整池、雨水貯留管など）による雨水排除計画を定める。
 - 1) 雨水排除計画は、雨水排水施設（管きよ、ポンプ場など）による整備を原則とする。
 - 2) 計画雨水流出量が放流先河川及び下流管きよ、ポンプ場等の排水能力を上回る場合は、雨水貯留施設（雨水調整池、雨水貯留管など）による雨水流出抑制対策を行う。
- (2) 目標整備水準を超える降雨に対して、雨水浸透施設の整備を推進する。
- (3) 地域特性や経済性を考慮し、雨水排水施設と雨水流出抑制施設（雨水貯留施設、雨水浸透施設）を組み合わせた効率的な雨水排除計画とする。

【解説】

雨水排除計画施設は次のとおり分類される。

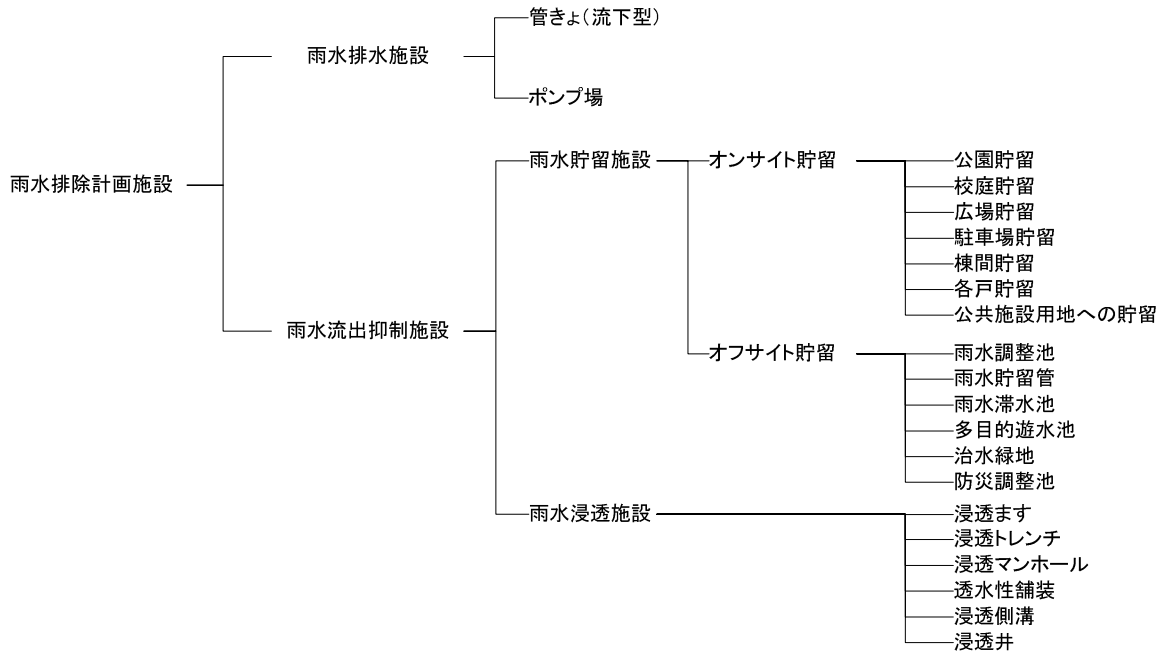


図 6.1.2.1 雨水排除施設の種類

(1)の1)について

雨水排除計画は、流下型管きよやポンプ場等による雨水排水施設を原則とするが、放流先の河川計画や特定都市河川浸水被害対策法*に基づく流域水害対策計画*等を踏まえて計画する必要がある。

(1)の2)について

計画雨水流出量が放流河川や下流管きよ、ポンプ場等の排水能力を上回る場合等、放流先の条件等に応じて、雨水調整池*や雨水貯留管*等の雨水貯留施設の整備により対応する。

(2)について

雨水浸透施設*は、当面、局地的な大雨等の目標整備水準を超える降雨に対して被害を軽

減させるための施設として位置付ける。今後、雨水浸透施設の維持管理手法の構築により、雨水浸透機能の持続的な確保、かつ定量的な評価が確立された場合には、雨水浸透機能効果を整備水準の内数として見込むことも考慮する。

環境創造審議会の報告（平成22年3月）を受けて雨水浸透機能を促進するため、雨水貯留施設や建築物の排水設備等に原則として雨水浸透機能を付加させるよう努める。

(3) について

地域特性や経済性を考慮し、流域に雨水貯留施設や雨水浸透施設を適切に配置することで、流出抑制効果により浸水リスクを軽減させ、効率的・効果的な計画の雨水排除計画を策定する。

また、道路街きよますを流況に応じて柔軟に配置し排水を良くするなど、きめ細やかな配慮が必要である。さらに、下水道施設の改築や、地震時等の非常時を考慮して管きよやポンプ場のネットワーク化*を検討しておくことも重要である。

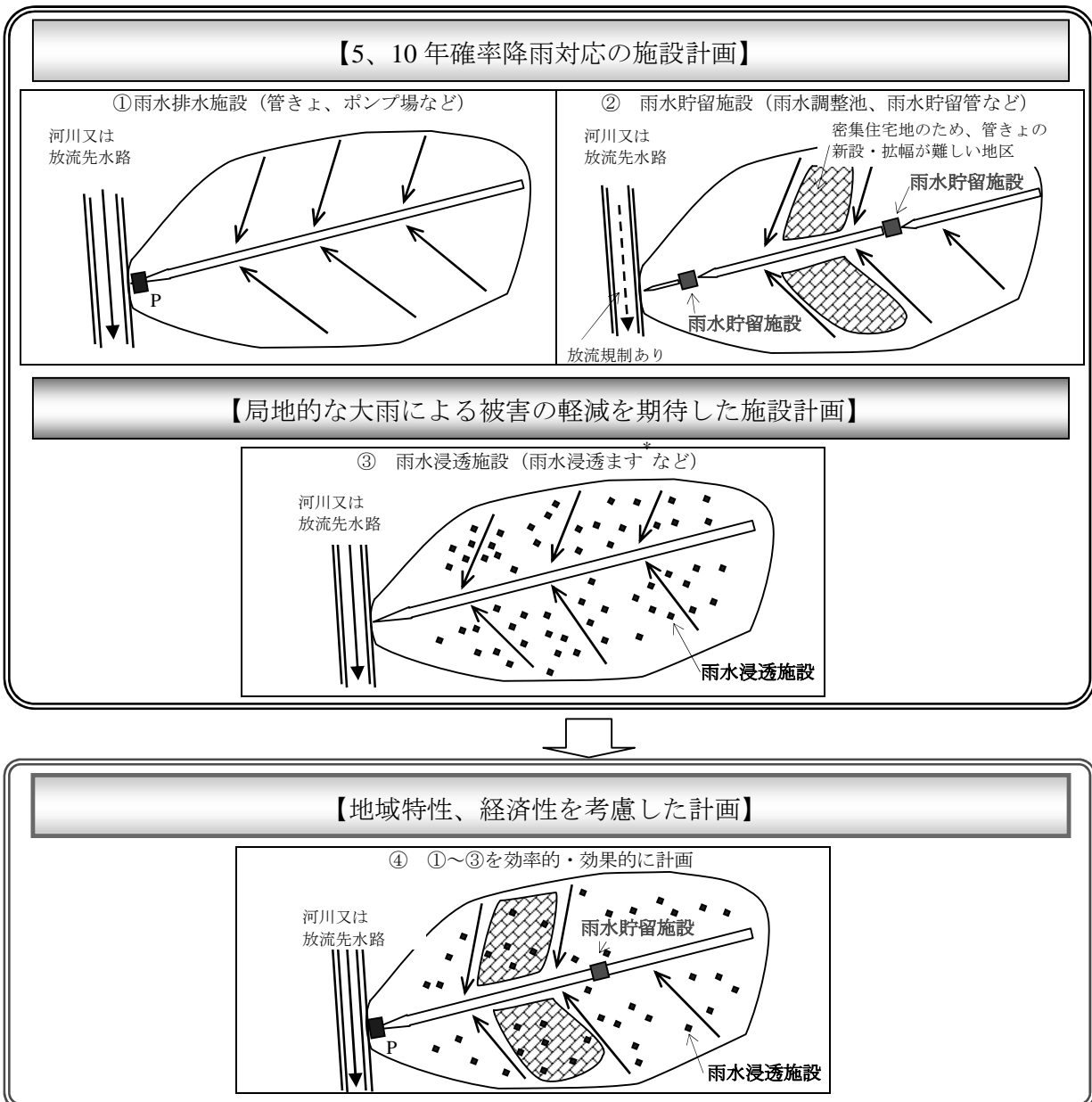


図6.1.2.2 効率的な雨水排除計画

第2節 計画雨水量算定手法

§ 6.2 計画雨水量の算定手法

計画雨水量の算定手法は、次のとおりとする。

- (1) 計画雨水量は次の各手法により算出する。
 - 1) 流下型管きょ施設（開きょを含む）の断面等の算定は、最大計画雨水流出量による手法を用いる。
 - 2) 雨水貯留施設の容量等の算定は、流出ハイドログラフによる手法を用いる。
- (2) より詳細な雨水排除計画の策定や評価等を行う場合には、不定流モデル（分布型流出解析モデルなど）を活用することができる。

【解説】

本指針で対象とする計画雨水量の算定手法としては、主に次の3種類がある。

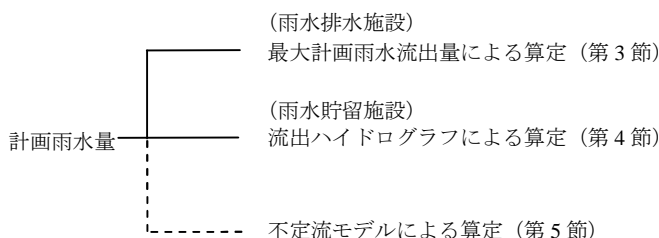


図6.2.1 本指針における計画雨水量の算定手法

(1)の1)について

最大計画雨水流出量は、計画降雨時に生じる雨水流出量の最大値（最大流出量）であり、一般に管きょの断面やこう配等の算定に用いる。

(1)の2)について

流出ハイドログラフ*は、雨水流出量の時間的な変化を表わすものであり、雨水貯留施設の容量等の算定に用いる。

(2)について

不定流モデル*（分布型流出解析モデルなど）は、次の項目など多面的な検討が可能であるため、地域特性を反映した効率的・効果的な雨水排除施設計画の策定等に活用することができる。

- ・流下型施設や雨水貯留施設など各種対策施設（既存施設も含む）を組み込んだ浸水シミュレーション
- ・対策シナリオに応じた浸水安全度の評価
- ・費用対効果分析に必要となる浸水被害額の算定
- ・雨水流出量算定式が異なる施設（古い基準と新しい基準による施設）が混在する地区の面的な評価など

(参考) 計画雨水量の算定等に用いる手法の例

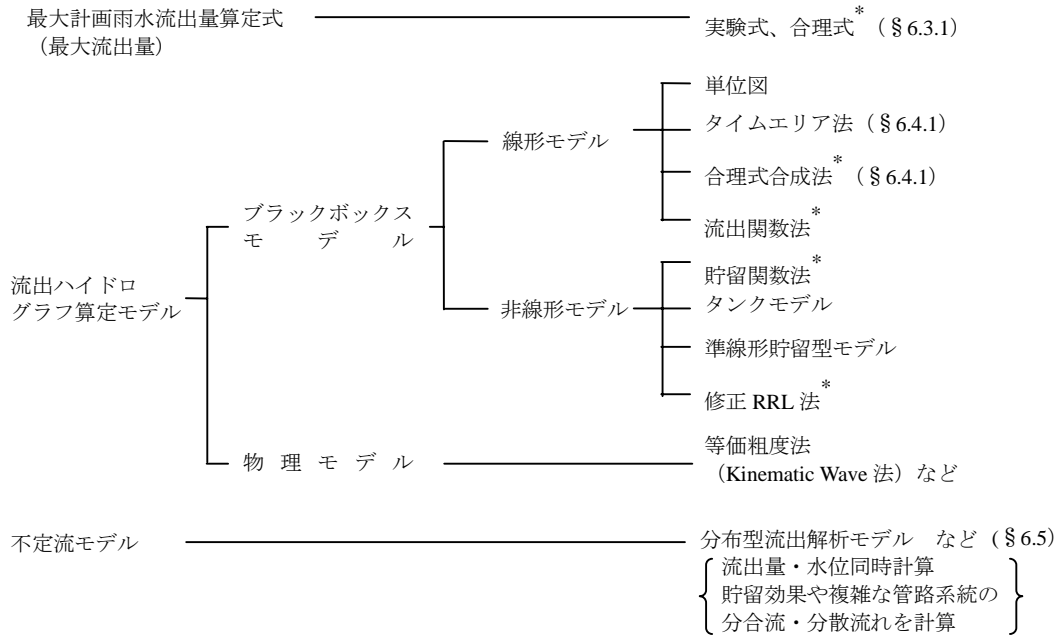


図6.2.2 計画雨水量の算定等に用いる手法の例

第3節 最大計画雨水流出量

§ 6.3.1 算定式

最大計画雨水流出量は、原則として合理式で算定する。

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A$$

- Q : 最大計画雨水流出量 (m³/s)
 C : 流出係数
 I : 流達時間内の降雨強度 (mm/hr)
 A : 排水面積 (ha)

【解説】

これまで、排水面積 20ha 未満の雨水流出量の算定において実験式を用いていたが、近年、局地的な大雨による浸水被害が比較的流達時間*の短い小流域で発生していることから、合理式による算定を原則とする。合理式は確率年*の評価や流達時間を的確に反映することができる。

すでに実験式で整備された既存施設を合理式を用いて再整備する場合には、既存施設の能力評価を行った上で、合理的な雨水排除計画を策定することが必要である。

なお、最大計画雨水流出量の算定過程については、「下水道施設計画・設計指針と解説 前編-2009年版- § 1.7.4 計画雨水量」（日本下水道協会）を参考にするとよい。

(参考) 旧計画基準で用いた実験式

表6.3.1.1 旧計画基準で用いた実験式

排水面積	算定式	備考
1ha 未満	$Q_r = RCA = 0.1667CA$	直線式
1ha~3ha 未満	$Q_r = RCA (S/A)^{1/6} = 0.1667CA^{5/6}$	ブリックス式* S=1‰
3ha~20ha 未満	$Q_r = RCA (S/A)^{1/6} = 0.29385CA^{5/6}$	ブリックス式 S=30‰

ここに、 Q_r : 最大計画雨水流出量 (m³/s)

R : 実験式での降雨強度 (0.1667m³/s/ha)

C : 流出係数

A : 排水面積 (ha)

S : 地表平均こう配 (‰)

§ 6.3.2 流出係数

流出係数は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 流出係数は、用途地域別に次の値を採用する。

表6.3.2.1 用途地域別流出係数

用途地域		流出係数
住居系	第1種低層住専	0.70
	第2種低層住専	
	第1種中高層住専	
	第2種中高層住専	
	第1種住居	
	第2種住居	
商業系	準住居	0.80
	近隣商業	
工業系	商業	0.60
	準工業	
	工業専用	
その他	市街化調整区域	0.40

注) 都市機能が集積している地区や地下空間利用等が発達している地区等においては、C=0.90を上限值として用いることができる。

- (2) 雨水流出量の算定に用いる計画流出係数は、排水区内の用途地域別面積による加重平均値を用いる。

【解説】

(1)について

流出係数は、合理式等で最大流出量を算出するための主なパラメータであり、土地利用の状況によって異なるため、用途地域別の値を採用する。

(2)について

排水区域内は一般に複数の用途地域で構成されているため、雨水流出量の算定に用いる計画流出係数は、その用途地域別面積による加重平均値を用いる。

なお、土地利用の変化が伴う開発事業等で計画流出係数を超過する場合は、事業者等への適正な助言・指導（雨水流出抑制施設*の設置など）を行い、適切に雨水流出抑制対策を図る。

(参考) 計画流出係数の算定

$$\text{計画流出係数 } C = \frac{\sum_{i=1}^m (C_i \cdot A_i)}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

C_i : 用途地域別流出係数
 A_i : 用途地域別面積
 m : 用途地域の数

〈算定例〉

住居系 : 10ha、商業系 : 10ha、工業系 : 10ha
 (計 30ha) の場合

$$C = \frac{0.7 \times 10 + 0.8 \times 10 + 0.6 \times 10}{30} = 0.7$$

§ 6.3.3 降雨強度

5年確率、10年確率の降雨強度は、次式を採用する。

$$\text{5年確率} \quad I = \frac{880}{t^{0.65} + 4.4}$$

$$\text{10年確率} \quad I = \frac{1,452}{t^{0.70} + 7.5}$$

I : 降雨強度 (mm/hr)

t : 降雨継続時間 (min)

【解説】

降雨強度式は、降雨継続時間^{*}と降雨強度との関係を表す式であり、確率年ごとに異なる。また、確率年とは、何年に1回程度生起する大雨かを表す指標であり、降雨量 X の発生する時間間隔の平均値(期待値)を $1/T$ で表す。この場合の T が確率年(リターンピリオド(再現期間))である。5年確率の降雨とは毎年1/5の確率で発生する大雨を意味する。

本市の下水道計画において従来から採用している降雨強度式は、横浜地方気象台における1926年(昭和元年)～1968年(昭和43年)の毎年最大値資料からトーマスプロット法^{*}を用いて求めたもの(表6.3.3.1)であり、市内の河川計画とほぼ整合が図れている。

また、最近のデータ(1926～2007年)を含めて、より精度の高い「水文統計ユーティリティ」((財)国土技術研究センター)を用いて検討した結果、適合するモデルの範囲内では降雨強度に明らかな相違がみられないため、従来と同じ降雨強度式を採用する。なお、今後、気候変動等により降雨の傾向が変化することも考えられるため、市域の降雨データを蓄積し分析していく必要がある。

なお、地域特性を反映して、5年、10年以外の確率年を設定する場合は、その確率年に対応した降雨強度式を適切に採用する。

表6.3.3.1 確率年別降雨強度式

確率年 (年)	降雨強度式	継続時間別の降雨強度と降雨量			
		10分	30分	1時間	24時間
5	$I = \frac{880}{t^{0.65} + 4.4}$	99.2 16.5	65.1 32.5	47.0 47.0	7.5 180.0
10	$I = \frac{1,452}{t^{0.70} + 7.5}$	116.0 19.3	79.3 39.6	57.9 57.9	8.5 205.0
20	$I = \frac{2,199}{t^{0.75} + 11.1}$	131.5 21.9	91.9 46.0	67.3 67.3	9.0 215.5
30	$I = \frac{2,731}{t^{0.77} + 13.4}$	141.6 23.6	100.7 50.3	74.2 74.2	9.6 231.0

注) 上段: 降雨強度 (mm/hr)、下段: 降雨量 (mm)

出典: 神奈川県土木部書河港課資料

§ 6.3.4 流達時間

流達時間は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 流達時間は、流入時間と流下時間の和とする。
 - 1) 流入時間は、原則として5分とする。
 - 2) 流下時間は、管きよ延長を管きよの設計流速で除して求める。
- (2) 複数の系統が合流する地点では、最長の流達時間を用いる。

【解説】

(1)の1)について

流入時間は、管きよに接続する区域の雨水排水が、管きよまで到達するのに要する時間であり、一般に5～10分が用いられている。本市では、舗装率が高く家屋が密集している区域が多いため、原則として最小値である5分を採用する。ただし、急傾斜地等の地区で流入時間が5分に満たないことが想定される場合には、流況に見合う流入時間を用いることができる。

(1)の2)について

区間*i*の管きよの流下時間は、次のように求める。

$$t_f = \frac{L_i}{60 \cdot V_i}$$

ここに、 t_f ：流下時間 (min) L_i ：管きよ延長 (m) V_i ：流速 (m/s)

(2)について

合理式の基本的な仮定は、「降雨強度 I の降雨による流出量は、その降雨が流達時間以上継続する時最大になる」というものであり、排水区域に降った雨水が一律均等に流下することを前提にしている。このため、最遠点の雨水が計画地点に到達する時間、すなわち計画地点までの最長流達時間に対応する降雨強度が最大流出量の算定に用いられる。

流達時間は、

$$t_c = t_e + \sum t_f = t_e + \sum \left(\frac{L_i}{60 \cdot V_i} \right)$$

ここに、 t_c ：流達時間 (min) t_e ：流入時間 (min)

であり、複数の系統が合流する地点では、それらのうちの最大値を用いる。

河川の最上流部に放流する雨水幹線等の施設計画では、計画放流量*等について河川計画との整合を図る必要がある。なお、「国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編」では、下水道との管理区分である流域面積200haにおいて、河川への流入時間は30分に定めてよいとしている。

§ 6.3.5 排水面積

排水面積は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 排水面積は、地形図を基に道路、鉄道、河川等の配置を踏査により十分調査し、将来の計画も考慮して正確に求める。
- (2) 自然排水区域とポンプ排水区域の境界では、計画外水位を基に水位計算を行い、安全に排水可能かを確認する。

【解説】

(1) について

排水境界は、比較的こう配のある地域では正確に求まるが、平坦な地域では排水境界を地形図のみから求めることは困難であるため、道路の配置やこう配、在来水路や河川の位置、流向等を踏査により十分調査し、排水境界を確定する必要がある。

排水境界にまたがる特定用途の土地利用、例えば工場や公園等については、その敷地内の排水経路等によって排水区域に入れる必要のある場合とそうでない場合があるので、十分に調査しておく必要がある。なお、河川区域については、排水面積から除外することを原則とする。

また、隣接する自然排水区域から氾濫水の流入（落ち水^{*}）のおそれがあるポンプ排水区域の雨水排除計画等においては、必要に応じてその排水面積又は雨水流出量を見込むことができる。

なお、計画区域外から雨水が流入する地域においては、その雨水流入量を見込むものとする。

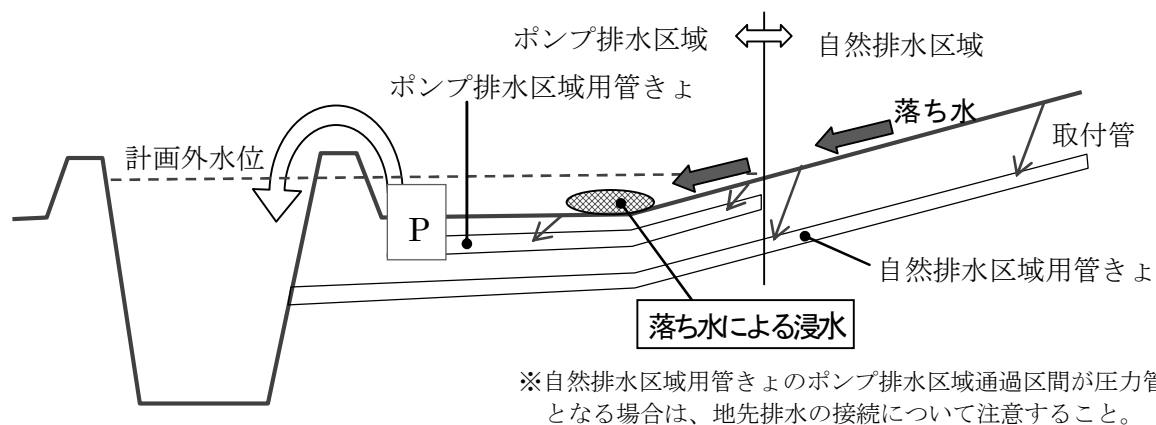


図6.3.5.1 落ち水の概念図

(2) について

自然排水区域、ポンプ排水区域の境界において、局地的な浸水が発生しないよう、放流先の計画外水位^{*}を用いて動水こう配^{*}をチェックする。また、河川改修が完了していない場合には、安全の確認のため、堤防高等を用いることもできる。

第4節 流出ハイドログラフ

§ 6.4.1 算定方法

流出ハイドログラフの算定には、原則としてタイムエリア法を採用する。ただし、必要に応じて合理式合成法を採用できる。

【解説】

合理式合成法、タイムエリア法は、単位図と合理式の組み合わせをもとに流出ハイドログラフを算出する方法である。

1) 単位図法について

単位図とは、単位雨量によって生じた直接流出量のハイドログラフである。単位雨量とは、「ある流域において、一様に降った有効降雨*」を意味する。

単位図を時系列で重ね合わせることで、任意の有効雨量による流出ハイドログラフを算定することができる。

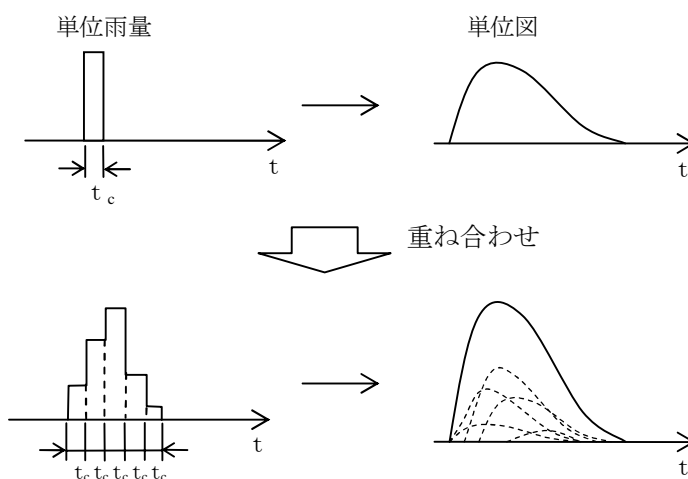


図6.4.1.1 単位図法の概念

2) 合理式合成法について

対象排水区域の流達時間 t_c の間隔でハイトグラフ*を作成し、流達時間内*の平均の降雨強度を求め、合理式によって最大流量を算出する。合理式合成法は、これを基に単位図 (Δabc) を作成し、時系列で重ね合わせて流出ハイドログラフを作成するものである。

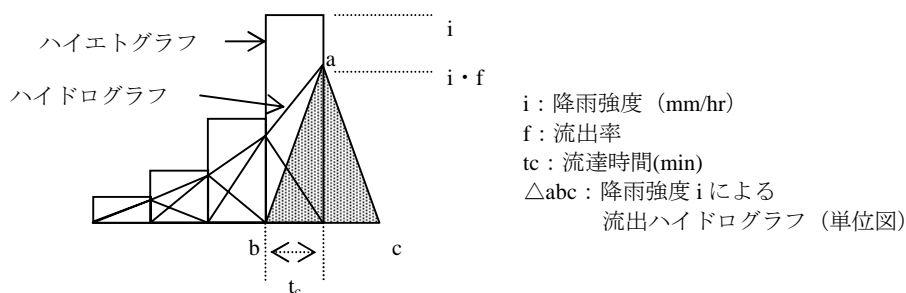
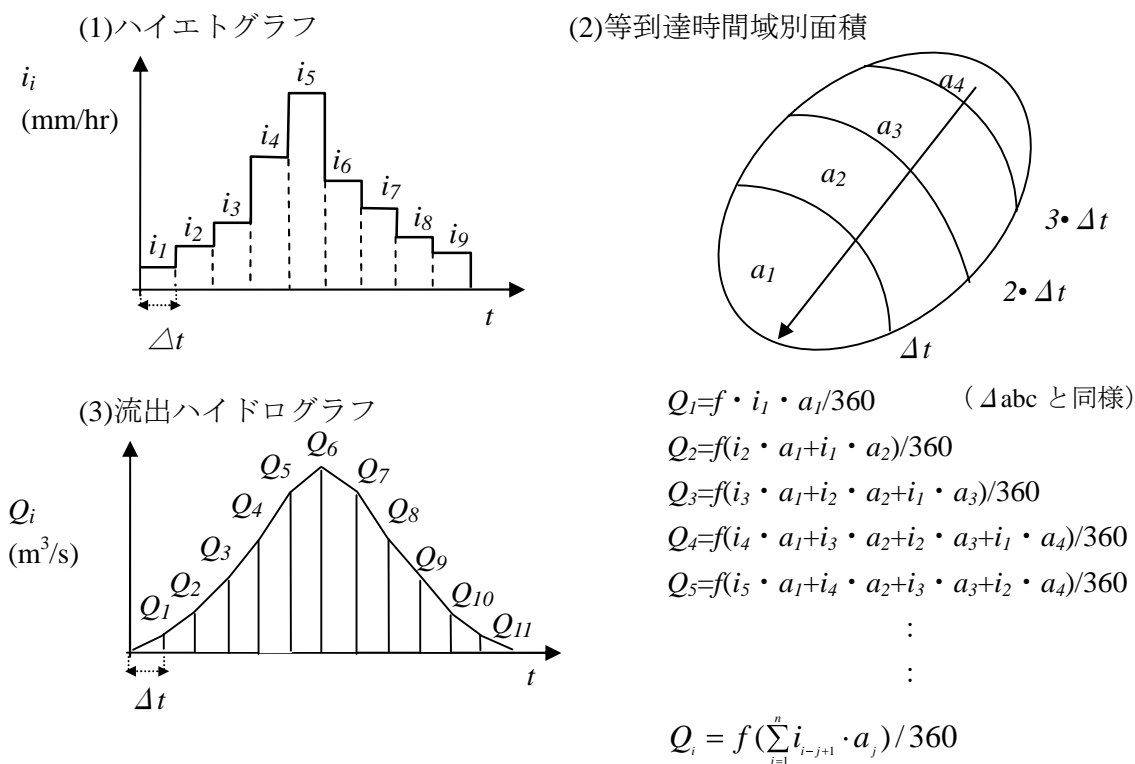


図6.4.1.2 合理式合成法による流出ハイドログラフ

3) タイムエリア法について

タイムエリア法は、合理式合成法の変法である。タイムエリア法はハイトグラフの時間間隔（降雨波形*の単位時間 Δt ）ごとに対象とする排水区域を分割し、合理式と等到達時間域別面積から単位図法と同様に、時系列で重ね合わせて流出ハイドログラフを求める。

タイムエリア法は、合理式合成法に比べて集水状況など地域特性をより反映した解析が可能となるため、流出ハイドログラフの算定には、原則としてタイムエリア法を採用する。



ここに、

- Q_i : 時間 i における流出量 (m^3/s)
- f : 流出率
- i_i : 各時間ステップの降雨強度(mm/hr)
- a_j : 下流から j 番目の等到達時間域面積(ha)
- n : 等到達区域の数
- Δt : 計算時間間隔

図6.4.1.3 タイムエリア法による流出ハイドログラフ

4) その他の算定方法について

流出ハイドログラフに雨水貯留施設や雨水浸透施設の雨水流出抑制効果を見込むためには、貯留効果（調節計算）や浸透効果（一定量差し引き）がより詳細に反映できるモデルを用いる。

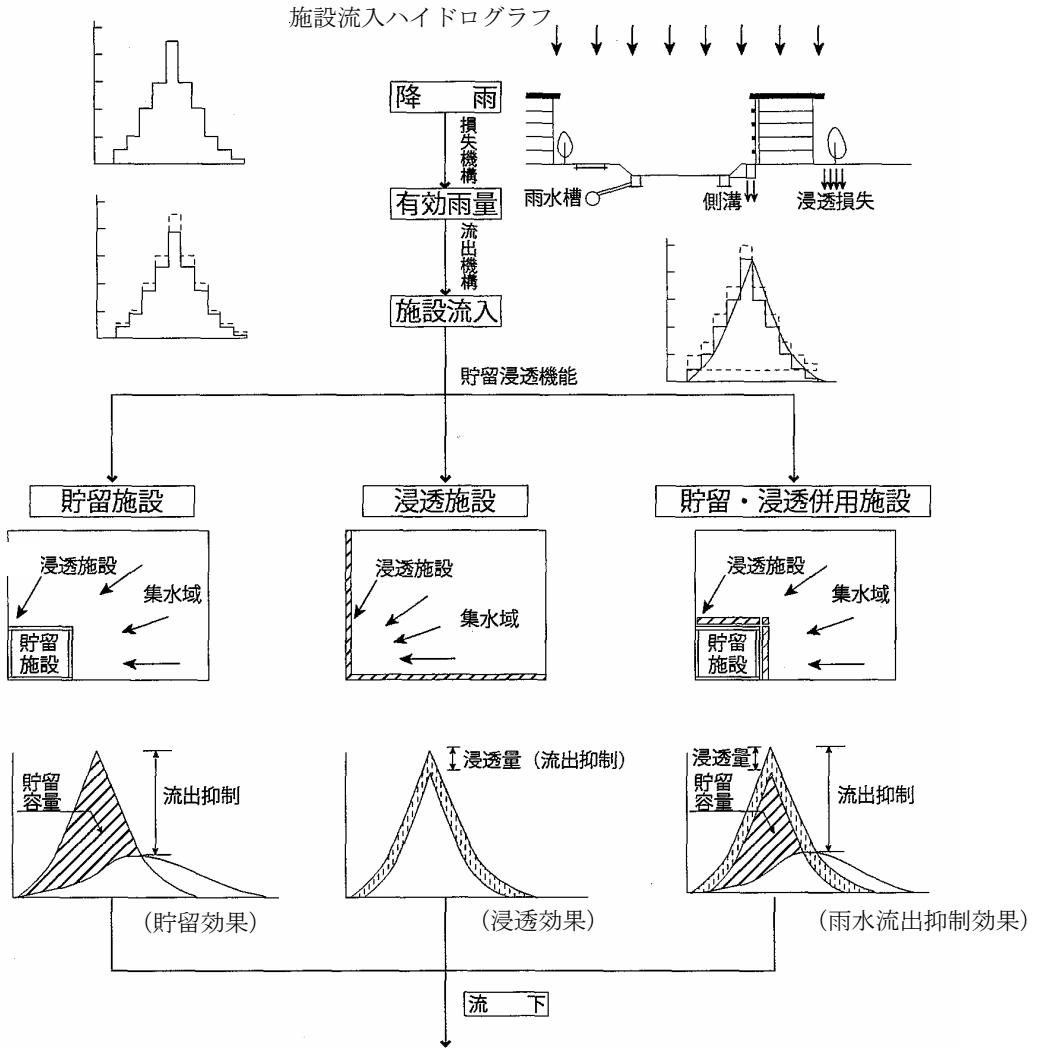


図6.4.1.4 対策別ハイドログラフの設定例

出典：下水道施設計画・設計指針と解説 前編-2009年版、(社)日本下水道協会

§ 6.4.2 ハイエットグラフ

ハイエットグラフは、次の各項を考慮して作成する。

- (1) 降雨継続時間は、24時間を標準とする。
- (2) 降雨波形は、原則として中央集中型を採用する。
- (3) 単位時間間隔の最小値は、5分とする。

【解説】

(1)について

貯留容量の検討において、ハイエットグラフの降雨継続時間は、24時間を標準とする。ただし、放流先の許容放流量が小さい場合には、降雨継続時間が24時間を超える降雨に対して貯留量が考慮されないおそれがあるため、24時間を超える降雨継続時間に係る安全性を検証する必要がある。（図6.4.2.1参照）。

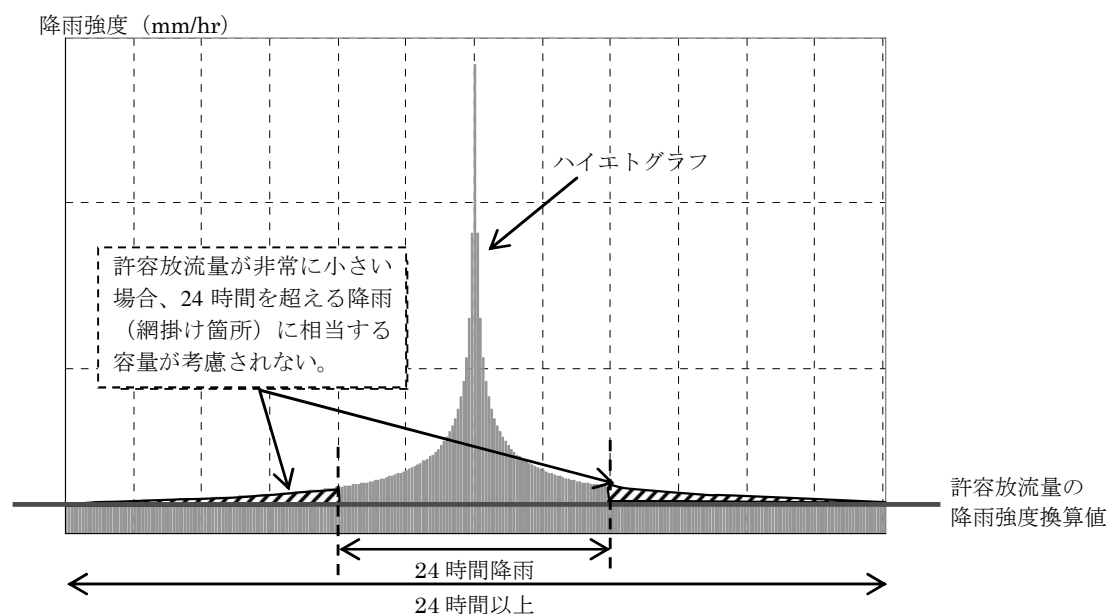


図6.4.2.1 雨水調整池の必要貯留量算定における留意事項模式図

(2)について

降雨波形のピークは統計的に降雨継続時間の中央付近に生じることが多く、降雨の分布型として自然であることから、原則として中央集中型のハイエットグラフを採用する。なお、必要に応じて、前方集中型、後方集中型を用いることもできる。

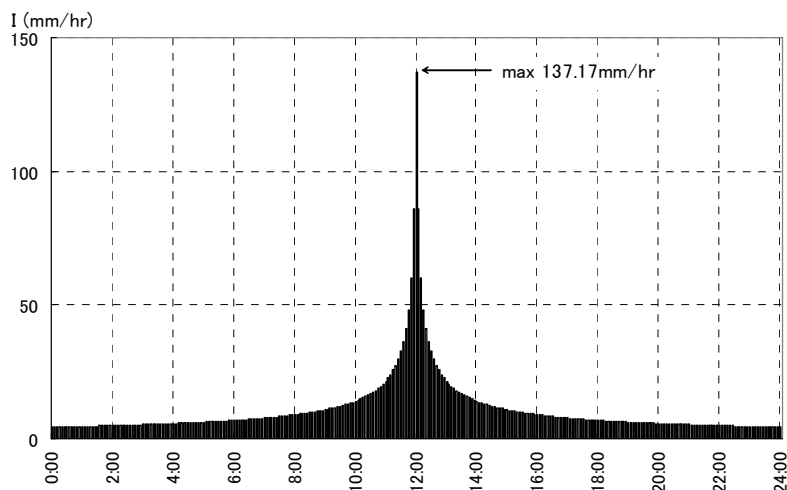


図6.4.2.2 中央集中型ハイエトグラフ（10年確率、 $\Delta t=5\text{min}$ ）

(3)について

ハイエトグラフの時間間隔は、採用する流出ハイドログラフのモデル（§6.4.1 算定方法）に応じて設定するものとするが、最小の値は5分とする。

§6.4.3 流出率

流出率は、原則として流出係数を用いる。

【解説】

流出率は総降雨量に対する総流出量の比である。

タイムエリア法、合理式合成法を用いて、流出ハイドログラフを算定する場合、単位の流出率は計画雨水流出量の算定に用いる流達時間内の流出係数（§6.3.2）に等しいものと仮定し、流出係数を流出ハイドログラフの算定用の流出率に用いる。また、降雨継続時間中の流出率は一定とする。

ただし、河川計画と整合を図る場合や防災上高い安全度が要求される雨水調整池等の施設計画では、流況等を勘案して検討するものとする。

（参考）流出率と流出係数

$$\text{流出率} = \frac{\text{総流出量}}{\text{総降雨量}} \qquad \text{流出係数} = \frac{360 \times \text{最大流出量}}{\text{降雨強度} \times \text{排水面積}}$$

資料：水理公式集-平成11年版-、(社)土木学会を基に作成

§ 6.4.4 計画貯留量の算定

貯留施設の計画貯留量は、次の各項を設定して算定する。

- (1) 流入量
- (2) 放流量

【解説】

貯留施設の計画貯留量は次式で算定される。

$$\frac{dV}{dt} = Q_i - Q_o \quad \rightarrow \quad V = \int_0^t (Q_i - Q_o) dt$$

ここに、
 Q_i : 流入量 (m³/s)
 Q_o : 放流量 (m³/s)
 V : 貯留量 (m³)

(1) について

流入方法には、全量流入と分水流入がある。貯留施設では、下流側の排水施設の流下能力を超える流量を貯留する分水流入方式を原則とする。なお、全量流入方式は主に開発地の流出抑制施設で用いられる。

(2) について

放流量は、貯留施設の下流施設(下水道管きょ、河川など)の流下能力を超えて設定してはならない。貯留施設下流の現況及び計画流下能力等を調査し、適切な放流量を設定する。

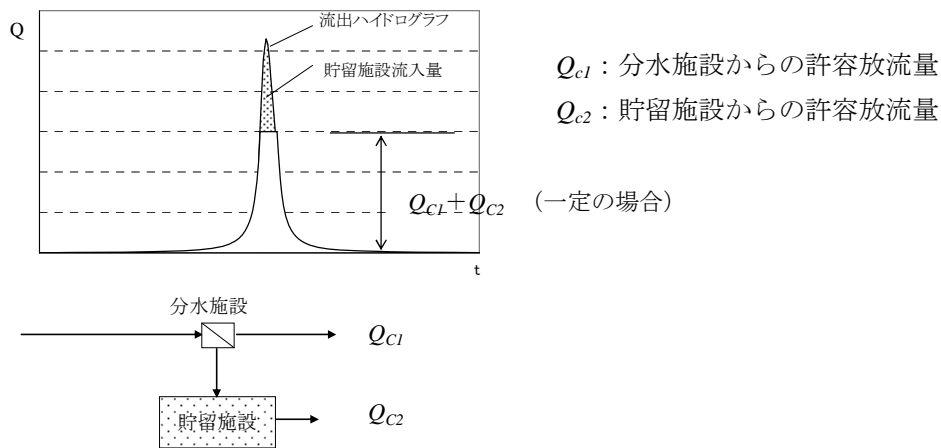


図6.4.4.1 貯留施設流入量の考え方

放流量の調節方法は、オリフィス*方式、ポンプ方式、ポンプとオリフィスの併用方式、溜めきり方式(降雨終了後に放流)等がある。許容放流量が同じであっても、放流量の調節方法によって計画貯留量は大きく異なるため、現場条件や経済性等を考慮して選択する。

図6.4.4.2にオリフィス方式とポンプ方式による貯留量の相違を示す。

オリフィス方式は放流量が貯留水深に依存するため、ポンプ方式に比較して、貯留初期

の低水深時の放流量が少ない。このため、許容放流量が同じであっても、オリフィス方式の方が貯留量は大きくなる。

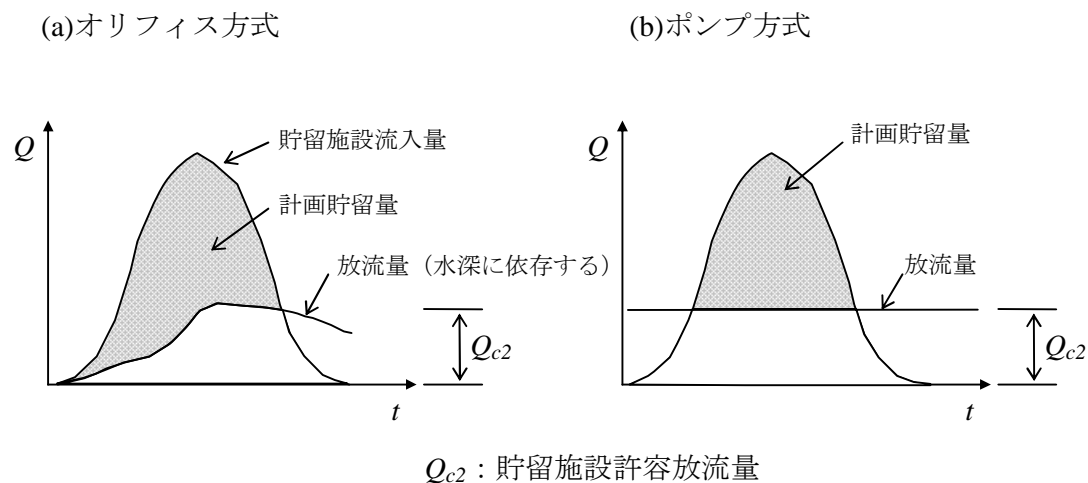


図6.4.4.2 調節方法による貯留量の相違（雨水調整池の例）

(参考) 計画貯留量の概算

貯留施設の概算必要貯留量は、次の簡易式で算定することができる。

$$V = (r_i - \alpha \cdot r_c) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

- ここに、
- V : 必要貯留量 (m³)
 - r_i : 降雨継続時間 t_i の降雨強度 (mm/hr) = $a / (t_i^n + b)$
 - a, b, n : 降雨強度式の定数
 - t_i : V が最大となる降雨継続時間 (min)
 - α : 放流方式による係数 (ポンプ排水=1、オリフィス=1/2)
 - r_c : 許容放流量 Q_c の降雨強度換算値 (mm/hr) = $360 \cdot Q_c / (f \cdot A)$
 - t_i : V が最大となる降雨継続時間 (min)
 - f : 流出率
 - A : 集水面積 (ha)

この式で算出される必要貯留量は、通常、雨水調整池等の施設計画の概略検討に用いられる。詳細な貯留容量は、施設構造や放流方式等を検討し、調節計算等を行って算定する。

第5節 不定流モデル

§ 6.5 不定流モデル

不定流モデルは、主に次の各項の検討に活用する。

- (1) 浸水状況の把握や対策等の評価
- (2) 浸水深に応じた対策の立案や評価など

【解説】

(1) について

不定流モデル（分布型流出解析モデルなど）は、排水区域の集水や流下特性を反映した管きょ断面内や管きょ網の流れの状態（自由水面流れ・圧力流れ）など、複雑な水理現象を再現することができる。また、地表面での氾濫解析モデルを組み込むことによって、氾濫・浸水現象の再現も可能となる。そのため、目標整備水準を超える降雨を含む各種の対策施設を組み込んだ浸水シミュレーション、対策シナリオに応じた浸水安全度の評価や費用対効果分析に必要となる浸水被害額の算定等が可能のため、効率的・効果的な計画策定に反映することができる。

なお、不定流モデルを活用する際には、「流出解析モデル利活用マニュアル（社）下水道新技術推進機構」等を参考にするとよい。

（参考）不定流モデル（分布型流出解析モデル）の主な機能

表6.5.1 不定流モデル（分布型流出解析モデル）の主な機能

構成モデル	機 能
1. 降雨損失モデル	地表面貯留、浸透、蒸発散による降雨の損失をモデル化し、降雨量から地表面に流出する有効降雨を算定する。
2. 表面流出モデル	有効降雨が地表面を流れる過程を運動力学的に求め、管きょ等への流入量を算定する。
3. 管内水理モデル	表面流出モデルで算出されたハイドログラフを用いて、質量及び運動量保存則からなる「サンブナン方程式」により管きょ等の流れを解析する。
4. 氾濫解析モデル	下水道施設等からの溢水が地表面を流下・拡散する現象を解析する。
5. その他機能	汚濁負荷流出モデル、リアルタイムコントロール [*] 機能など

(2)について

不定流モデルは水位（動水こう配）計算を同時に行っているため、浸水被害を完全に解消することのできない目標整備水準を超える降雨においても、目標とする浸水深に応じた対策の立案や評価、ソフト対策の提案等に活用できる。

浸水シミュレーションにおいては、主に次の降雨のハイトグラフを用いる。

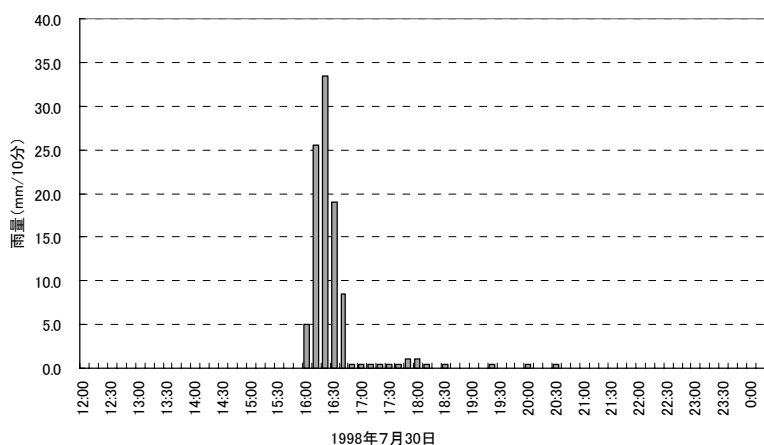
- ・計画降雨
- ・既往最大降雨
- ・浸水被害時の実績降雨

(参考) 本市における記録的な豪雨

表6.5.2 本市における記録的な豪雨の最大降雨量

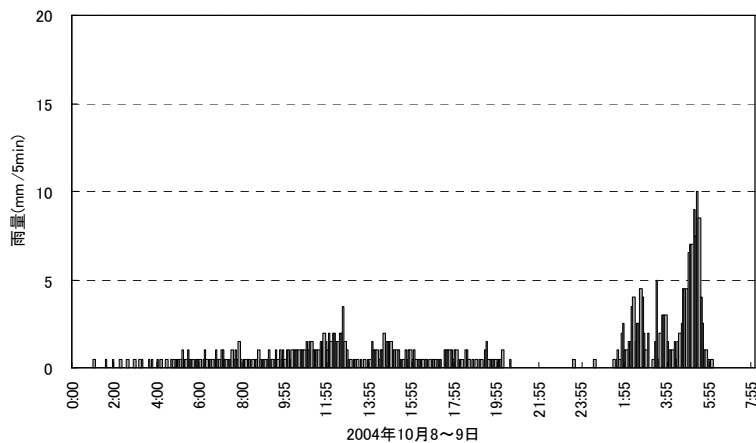
降雨日	降雨継続時間別 最大降雨量 (mm)		降雨波型
	10分	60分	
1998.7.30	33.5	92.0	雷雨性集中豪雨
2004.10.8-9	18.5	75.5	台風性豪雨

横浜地方気象台 既往最大データ(10分値データ)



出典：気象庁提供データ

栄第一水再生センター観測値(H16.10台風22号)



出典：栄第一水再生センター提供データ

図6.5.1 降雨波形（上段：1998年7月30日降雨、下段：2004年10月8～9日降雨）

第6節 計画雨水浸透量

§6.6.1 計画雨水浸透量の算定式

計画雨水浸透量は、原則として次式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{計画雨水浸透量 (m}^3\text{/s)} \\ & = \{ \text{単位浸透量 (m}^3\text{/s/施設量)} \times \text{設置密度 (施設量/ha)} \times \text{対象面積 (ha)} \} \end{aligned}$$

単位浸透量：終期浸透量に、長期的な浸透能力の低下等を考慮した浸透量

設置密度：浸透が期待できる土地1ha当たりの施設数量

対象面積：各雨水浸透施設を設置し、浸透が期待できる土地面積

【解説】

雨水浸透施設には、浸透ます、浸透トレンチ*、透水性舗装*等がある。

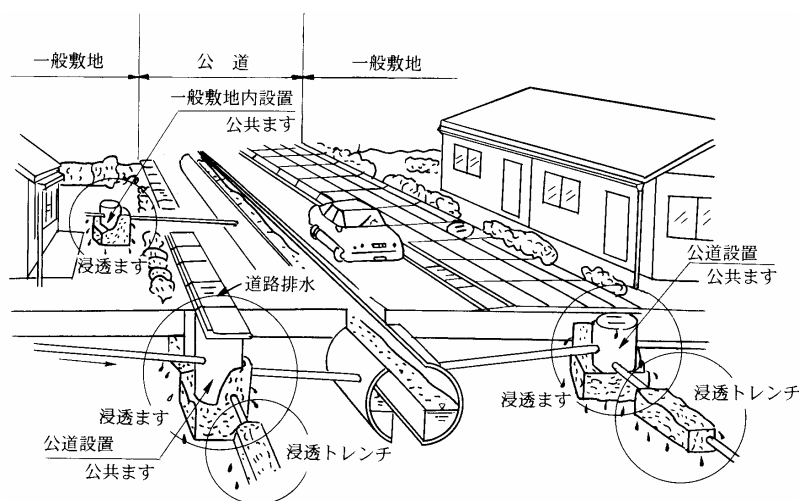


図6.6.1.1 雨水浸透施設の概念図

出典：下水道施設計画・設計指針と解説 前編-2009年版、(社)日本下水道協会

なお、単位浸透量及び設置密度の設定については下水道雨水浸透技術マニュアル、雨水浸透施設技術指針（案）、流域貯留施設等技術指針（案）及び道路路面雨水処理マニュアル（案）等を参考に選定するとよい。

計画浸透強度は計画降雨に対してどの程度まで浸透できるかを示すもので、雨水浸透施設の総合的な効果を把握するために有効であり、計画雨水浸透量*を集水面積で除することにより次式で算出される。

$$\text{計画浸透強度 (mm/hr)} = \text{計画雨水浸透量 (m}^3\text{/s)} \div \{ \text{集水面積 (ha)} \times 10 \} \div 3,600$$

§ 6.6.2 雨水浸透施設を考慮した流出ハイドログラフ

雨水浸透施設を考慮した流出ハイドログラフは、原則として流入ハイドログラフから計画雨水浸透量を差し引いて算定する。

【解説】

雨水浸透施設を考慮した流出ハイドログラフは、地区内に設置する雨水浸透施設の計画雨水浸透量を差し引いて算定する方法(一定量差し引きモデル)を原則とする(図6.6.2.1参照)。なお、一定量差し引きモデル以外の算定法については雨水浸透施設技術指針(案)を参考とするとよい。

なお、既存施設の排水系統が複雑な場合等は、不定流モデルを活用して雨水浸透施設を評価することができる。

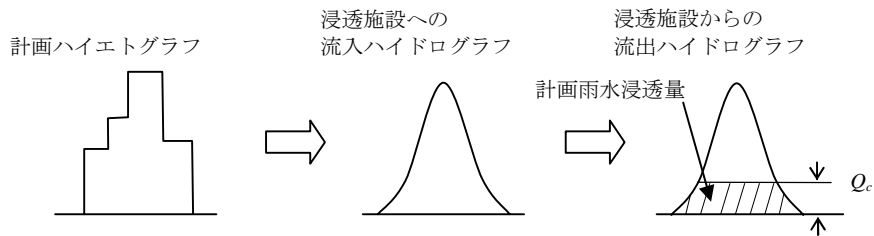


図6.6.2.1 一定量差し引きモデルの概念

第7節 ソフト対策

§ 6.7 ソフト対策

ソフト対策は、主に次の各項を考慮する。

- (1) ハード対策の整備状況等を踏まえ、対策手法の特徴を考慮して手法を選定する。
- (2) 実施にあたっては、他の事業主体、住民等と連携を図ることが重要である。

【解説】

(1)について

ソフト対策は、主にハード対策の運用を支援するもの、情報を共有して浸水に備えるもの、自主防衛を円滑に行うために実施するものに区分される。ハード対策の整備状況等を踏まえ、超過降雨等に対して効率的・効果的なソフト対策を選定する必要がある。

(2)について

ソフト対策手法の実施にあたっては、下水道事業で実施するものだけでなく、他の事業主体との連携や住民の協力が必要なものがあり、十分な調整を図ることが重要である。

表 6.7.1 に主なソフト対策手法を示す。

表6.7.1 主なソフト対策手法

区分	ソフト対策	対策の特徴			実施に至るまでの調整等			
		ハード対策の運用支援	情報の広報・共有化	自主防衛の円滑化	下水道部局で実施	他部局との調整	住民の協力が必要	
* 公助	維持管理・体制	雨期前の重点的管路清掃、ポンプ場の点検作業	○			○		
		危機管理体制、事前準備態勢	○	○		○		
		下水道施設被災状況調査体制の構築	○			○		
	情報収集・提供	降雨時・被災時	光ファイバーネットワークの活用による浸水情報の収集・提供及び処理・制御等	○	○	○	○	○
			降雨・水位情報を利用した施設の効率的運用	○			○	
			降雨情報、幹線水位情報の提供	○	○	○	○	○
			住民等からの浸水情報の収集と提供	○	○	○	○	
		平常時(防災)	下水道雨水排水整備状況図の作成・公表	○	○	○	○	
			内水ハザードマップ [*] の作成・公表		○	○	○	
			過去の浸水履歴の表示		○	○	○	
			浸水に関する防災手引き・リーフレットの作成・配布		○	○	○	
			建築上の配慮に対する普及啓発		○	○	○	
			住民の理解を深めるための取り組み(出前授業・見学会・戸別訪問等)		○		○	
	住民に判りやすい対策効果の設定と公表		○		○			
	自主対策の支援	止水板及び土のうの配布、各戸貯留 [*] ・浸透施設の設置に対する支援制度	○			○	○	
	他の事業主体との連携策	法律等による各戸貯留 [*] ・浸透施設の設置促進を目的とした施策	○				○	
		土地利用規制等による浸水に強いまちづくり	○				○	
		低地における住居のかさ上げの義務付けを目的とした施策	○				○	
		雨水ポンプの運転調整						
		被災時支援	○		○		○	
* 自助	道路雨水ますの清掃	○			○	○		
	土のう積み・体験訓練	○		○	○	○		
	避難所、避難所経路等の確認、自主避難訓練			○	○	○		
	高齢者等災害時要援護者の支援			○		○		
	非常時持ち出し品の確保			○		○		
	災害ボランティアとの連携			○		○		

出典：下水道総合浸水対策計画策定マニュアル(案)平成18年3月、国土交通省都市・地域整備局下水道部

