

近年の降雨特性を踏まえた雨水整備計画の策定事例

(株)極東技工コンサルタント 長谷川 盛三

近年、わが国では下水道施設の計画降雨を上回る豪雨等の増加や都市部への人口並びに資産が集中するなど高度化が進むことにより、内水氾濫に対する被害リスクが増大している。A市においても近年の降雨特性を検証した結果、時間雨量50mm以上の降雨の発生頻度が増加したことから、近年の降雨特性を考慮した新たな計画降雨を設定した。

また、新たな計画降雨を用いて、既存施設の排水能力評価や地表面氾濫解析を用いて現況施設の機能を評価し、リスク評価により重点対策地区等の整備方針区分の設定を行い、費用対効果を踏まえた雨水再整備計画の策定を行った。

Key Words : 降雨特性、地表面氾濫解析、重点対策地区、雨水再整備計画

1. はじめに

近年、わが国では下水道施設の計画降雨を上回る集中豪雨等の増加や都市部への人口・資産の集中、地下空間利用が進展するなど、都市機能の高度化が進むことにより、内水氾濫に対する被害リスクが増大している。また既存する地下街や地下室への雨水の浸入、浸水による幹線道路の交通の支障、床上浸水による個人財産の被災など、甚大な被害が発生しており、早急な浸水被害の軽減と安全性の向上が求められている。

A市においても、近年の豪雨によって整備完了地区で浸水被害が再発生し、浸水被害の軽減と安全性の向上が求められていた。

2. 近年の降雨特性

近年、全国的に局地的な豪雨が頻発しており、時間雨量が100mmを超える降雨もめずらしくない状況となっている。全国のアメダスより集計した1,000地点あたりの時間雨量50mm以上の降雨の発生回数は、年ごとにばらつきはあるものの、おおむね10年ごとに分析すると、増加傾向となっており、A市においても、図2-1に示すとおり同様の傾向がみられる。

ここでは、近年の豪雨を踏まえ、A市における降雨の特性を把握し、近年の降雨特性を考慮した計画降雨および照査降雨の設定を行った。

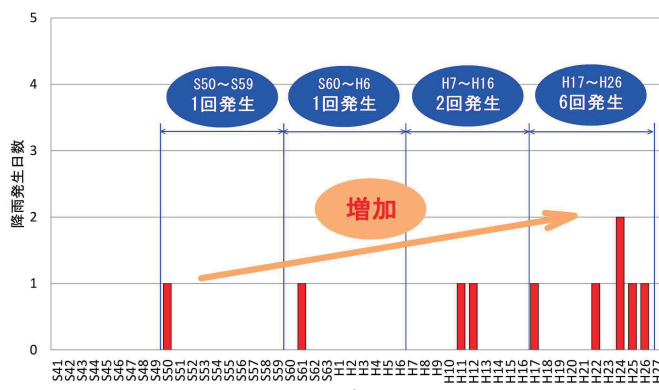


図 2-1. 50mm/h 以上の降雨発生状況

(1) 降雨強度の算定

近年の降雨実績を踏まえた降雨強度を算定し、現行計画降雨である 10 年確率降雨 53 (mm/h) [S36～H3 年：31 年間]との比較を行った。

本事例においては、①S36～H26 年（過去 54 年間）の降雨強度を算出する。また、図 2-1 のグラフより、H12（2000 年）年付近～H26 年の約 15 年間に 50 (mm/h) 以上の降雨が頻発しており、降雨の傾向が異なっていることから、②H7～H26 年（近年 20 年間）においても算定することとした。

本検討においては、現行の降雨強度における算定方法に準拠し、確率降雨算定方法をハーゼン法、降雨強度式式型をクリーブランド型で算出した降雨強度を表 2-1 に比較した。

表 2-1. 降雨強度比較表

降雨データ	10 年確率降雨強度 (mm/h)	現行の確率降雨に置き換えた場合
現行 S36～H3 年 (31 年間)	53	現行 10 年確率降雨
①S36～H26 年 (54 年間)	59	15～20 年確率降雨に相当
②H7～H26 年 (近年 20 年間)	65	30～50 年確率降雨に相当

検討した結果、近年の降雨データを用いた統計によれば、現行の 10 年確率降雨を上回る降雨となり、近年の降雨状況が顕著に表れる結果となった。特に、②近年 20 年間の降雨においては、現行の確率降雨の 30～50 年確率降雨に相当し、近年の降雨状況に対して計画降雨を見直す必要があることが示された結果となった。

(2) 降雨強度の設定

(1) で算出した降雨強度より、近年の降雨状況が最も加味されている②H7～H26 年（近年 20 年間）の 65 (mm/h) を新たな計画降雨として設定した。

また、想定される最大降雨の浸水想定区域図を作成するため、「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成 27 年 7 月）国土交通省 水管理・国土保全局」で示された想定最大規模降雨量である 153 (mm/h) を照査降雨として設定した（図 2-2 参照）。

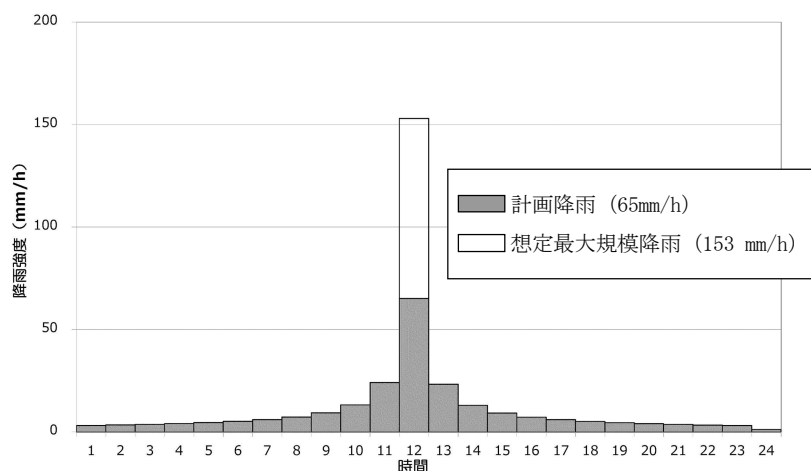


図 2-2. ハイエットグラフ

3. 地表面氾濫解析

地表面氾濫解析は、管網モデルを構築しない簡易的な手法を採用し、溢水箇所および溢水量を算定を行い、その溢水量を地表面解析モデルに与えて行った。

溢水箇所は、既存施設の等流計算より動水位を算出し、動水位がGLより上になる施設とした（図3-1参照）。

溢水量は、溢水箇所における計画降雨と既存施設能力の確率降雨のハイドログラフの差分量とした（図3-2参照）。既存施設能力は、排水系統全体が1～10年確率の降雨量に対し、動水位が地表面を超えない確率年とした。

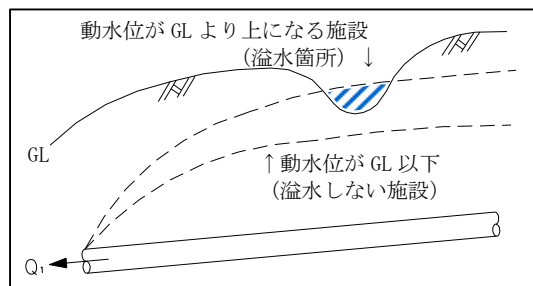


図3-1. 能力評価概要図

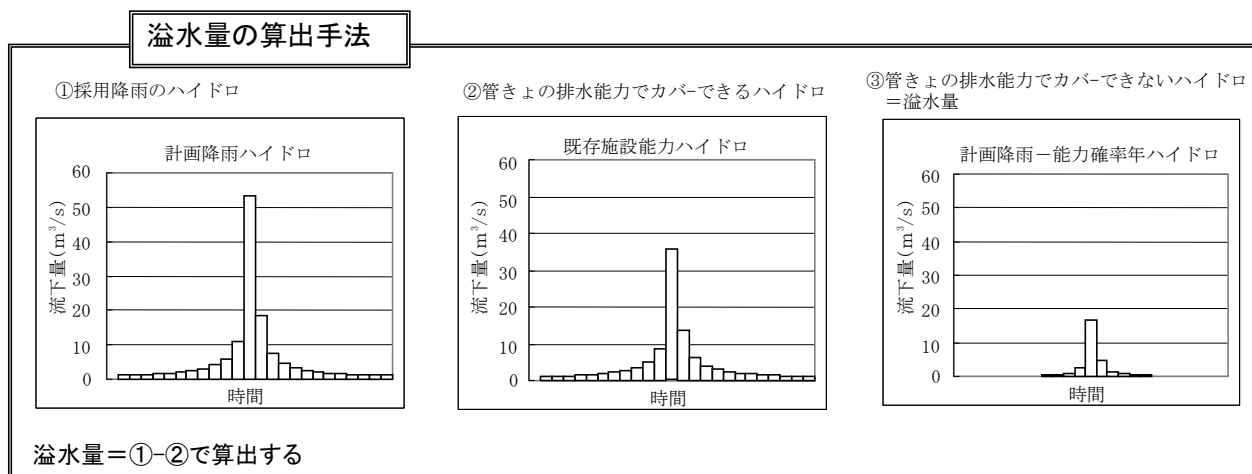


図3-2. 溢水量の算出方法

また、内水浸水想定区域図は、時間的変化を考慮に入れ、時間の経過によって浸水域や浸水深が変化する地表面氾濫解析を用い、計画降雨 65 (mm/h) と照査降雨 153 (mm/h) について作成した（図3-3参照）。

今回、地表面氾濫解析を管網モデルを構築しない簡易な手法を用いて解析を行ったが、65 (mm/h) 降雨における浸水想定区域が浸水実績区域と近似した結果が得られた。

また、照査降雨 153 (mm/h) の場合、計画降雨 65 (mm/h) と比べて 0.5m 以上の浸水が広範囲にわたって発生しており、想定最大規模降雨における浸水危険区域が想定できた。

それらの内水浸水想定区域図を用いて、地区ごとに浸水被害状況の整理を行い、浸水想定被害額を算出した。浸水想定被害額の算出は、「下水道事業における費用効果分析マニュアル（案）平成28年12月（社）日本下水道協会」を用いて算出した。

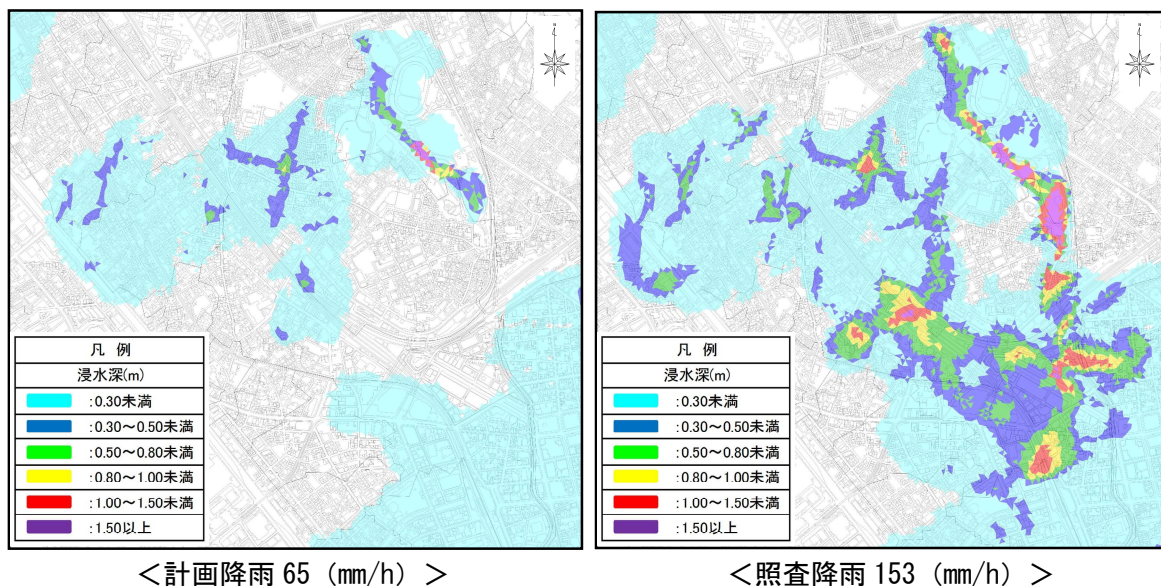


図 3-3. 内水浸水想定区域図（地表面氾濫解析）

4. 重点対策地区の設定

(1) 重点対策地区設定方法

重点対策地区の設定は、「雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）平成 28 年 4 月（国交省下水道部）」（以下、「ガイドライン（案）」）に準拠し、浸水リスクや都市機能の集積状況を踏まえたリスク評価結果より「重点対策地区」の設定を行った。リスク評価は、評価指標を設定し、評価指標に対して AHP 法（階層分析法）により重み付けを行い、地区ごとに評価を行った（図 4-1 参照）。

(2) 評価指標およびリスク値

評価指標は、A 市の地域特性を考慮し設定した。リスク値は、評価指標に対して AHP 法（階層分析法）により重み付けを行い、評価指標の項目ごとにリスク値を算出した（表 4-1 参照）。

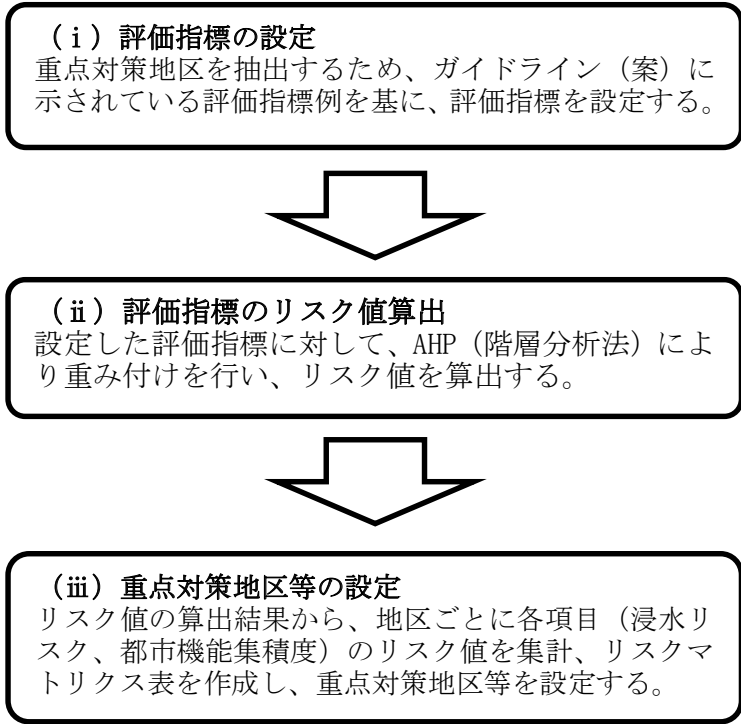


図 4-1. 重点対策地区設定フロー

表 4-1. 評価指標におけるリスク値一覧

リスク 評価 項目	階層 1			階層 2		リスク値		
	ガイドライン(案)の 評価指標例	評価指標	重み値	項目	重み値			
浸水 リスク	・浸水実績箇所数	浸水実績	0.35	床上浸水 (2回以上)	0.54	0.19		
				床上浸水	0.38	0.13		
				床下浸水	0.05	0.02		
				道路冠水	0.03	0.01		
	・浸水危険度 (地形情報によるシミュレーション結果等 に基づく)	浸水想定深	0.24	床上浸水	0.82	0.19		
				床下浸水	0.11	0.03		
		商業地区(用途地域)	0.16	あり	1.00	0.16		
				なし	0.00	0.00		
都市 機能 集積度	・資産分布(資産集積度) ・人口分布	浸水想定被害額	0.10	20(億円)以上	0.76	0.07		
				10~20(億円)	0.16	0.02		
				2.5~10(億円)	0.07	0.01		
				2.5(億円)未満	0.02	0.00		
	・災害時要配慮者数 (または施設数) ・防災関連施設	要配慮者関連施設数	0.07	防 災 関 連 施 設	広域避難場所	10箇所以上	0.64	0.04
					避難所、避難場所			
				緊急医療施設数	5~10箇所	0.27	0.02	
					1~5箇所未満	0.09	0.01	
	・交通拠点施設、 主要幹線地区	交通拠点(緊急輸送路)	0.05	あり	1.00	0.05		
				なし	0.00	0.00		
		交通拠点(駅)	0.03	ターミナル駅	0.90	0.03		
	その他			0.10	0.00			
計			1.00			1.00		

(3) リスク評価

リスク評価は、リスクマトリクス表(図 4-2 参照)を用いて「浸水リスク」と「都市機能集積度」の指標で地区ごとにリスク値の集計を行い、リスク評価を行った。

リスク評価を行った結果、A: 重点対策地区約 10 地区、B: 一般地区(高)約 20 地区選定された(全地区数: 約 300)。

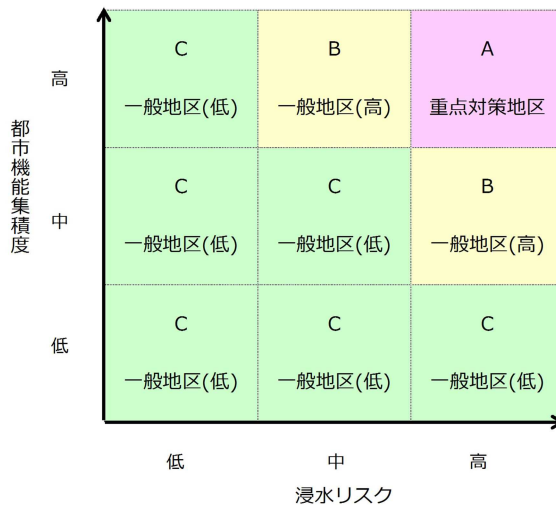


図 4-2. リスクマトリクス表

(4) 整備水準の設定

整備水準は、リスク評価で選定された対策方針区分ごと（「重点対策地区」「一般地区（高）」「一般地区（低）」）に設定した。

表 4-2. 整備水準一覧

対策方針区分	地区数	整備水準		整備目標
重点対策地区	約 10	65 (mm/h)	ドライ化	中期
一般地区（高）	約 20	65 (mm/h)	ドライ化	長期
一般地区（低）	約 270	53 (mm/h)	ドライ化	長期
計	約 300			

※ドライ化：動水位が GL 以下

5. 整備計画の策定

(1) 整備計画方針

整備計画は、リスク評価で選定した対策方針区分ごと（「重点対策地区」「一般地区（高）」「一般地区（低）」）に費用対効果を踏まえた整備優先順位を設定し、雨水再整備計画の策定を行った。

費用対効果は、対策費用（C）と浸水想定区域図から算出した浸水想定被害額より浸水被害の軽減期待額：便益（B）を算出し、費用対効果（B/C）を算出した。

(i) 整備水準の設定

リスク評価で選定した対策方針区分で地区を分類する。



(ii) 費用対効果の算出

対策費用（C）と浸水被害の軽減期待額：便益（B）を算出し、費用対効果（B/C）を算出する。



(iii) 整備優先順位の設定

費用対効果の結果より、対策方針区分ごとに費用対効果の高い順に優先順位を選定する。

図 5-1. 整備計画策定フロー

6. おわりに

近年の降雨特性より新たな計画降雨を設定することにより、近年頻発している豪雨を考慮した雨水再整備計画を策定することができた。

また、地表面氾濫解析を管網モデルを構築しない簡易的な手法で行ったが、浸水実績区域と近似した結果が得られたため、重点的に再整備が必要な地区の精度の高い選定ができた。ただし、既存施設のストック活用については、動水位で判定したことによりある程度考慮された整備計画となっているが、より既存施設を活用した整備計画を立案するためには管網モデルの構築を行う必要がある。

今後は近年、全国的に時間雨量 50mm 以上の降雨が増加しており、従来の計画降雨での対応が困難な状況が増加しているため、計画降雨の見直しや超過降雨への対応が急務であり、またそれに伴う雨水再整備計画の策定が必要である。