

都市流域における効果的な雨水排水計画の提案

中央大学大学院

学生員

○石塚 丈晴

中央大学大学院

学生員

此島 健男子

University of California, Davis

正会員

呉 修一

中央大学理工学部

フェロー会員 山田 正

1. はじめに

近年、都市域における内水氾濫被害が多く報告されており、雨水排水対策が急務である。都市域に降った雨水は地表面や下水管を流下するとともに、管渠、貯留施設およびポンプ排水などの影響を受け非常に複雑な流出経路をたどる。本研究は、管渠布設替え、ポンプ場の新設および地下貯留施設の新設整備とそれらの組み合わせの整備を行った場合の氾濫シミュレーションを行い、どの対策が最も雨水排水対策に効果的であるかを評価することを目的としている。

2. 降雨流出モデルの概要

本研究における降雨流出計算は地表面流出計算、管路流計算および氾濫計算の3段階を統合している。地表面流出計算は著者らが従来から提案しているモデル（例えば、呉ら（2005）、赤羽ら（2007））を用いて解き、降雨が地表面を流れてマンホールに流入するまでのマンホール集水域ごとの流量を算出する。また、土地利用形態ごとに初期損失量及び地表面粗度係数を変えることにより、土地利用形態ごとの流量を算出している。また、雨水がマンホールに流入した後の雨水管を流れる管路流計算には1次元不定流のサン・ヴナン式により解いており、雨水が地表面に溢水した後の流動・拡散を追跡するために2次元不定流の式を用い氾濫計算を行っている。

3. 対象流域概要

対象とした流域は、流域面積 10.27ha、人口 867 人の都市流域である。この流域の土地利用分類の割合は不透透域の屋根は 67%、道路は 29%、浸透域である裸地は 4% である。対象流域は地盤沈下の影響で、管路が逆勾配になる箇所や急縮する箇所が存在し、正常な排水処理をできない現状にある。また、一部地域は地盤高さが海面水位より低いため自由流下で雨水を河川に排出することが出来ないためポンプによって河川に排水している流域にあたる。

4. 各種整備対策の被害額

計算に想定した降雨としては時間降雨強度 60mm/hr の降雨を基準とした。また、将来、地球温暖化に伴い降雨規模が増大したときに設定した雨水排水対策が有効であるかどうかを評価するために設定した降雨外力を 1.1 倍、1.2 倍、1.3 倍、1.4 倍、1.5 倍と増加した場合においても氾濫シミュレーションを行った。これら降雨は対象流域において降雨確率年 8 年、12 年、20 年、35 年、50 年、75 年規模に相当する。この入力降雨および降雨流出・氾濫モデルを用い、各種対策前後の氾濫浸水面積を算出した。

キーワード：都市流出解析、内水氾濫、費用対効果

連絡先：〒112-8551 東京文京区春日 1-13-27 中央大学理工学研究科 Tel：03-3817-1805

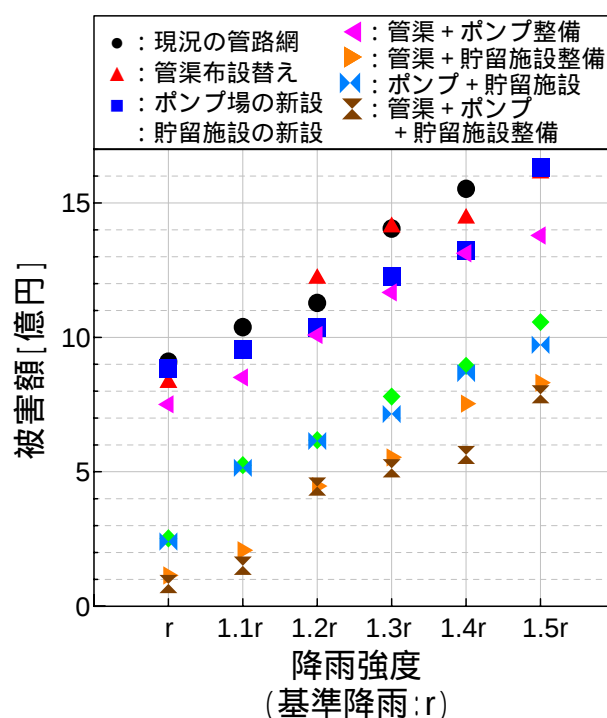


図-1 降雨規模別の被害額

各降雨規模における各種整備対策の被害額の結果を図-1 に示す。どの雨水排水対策においても降雨の規模が増大するに伴い、被害額は増大する。次に、被害額と整備前の被害額から整備後の被害額を差し引いた被害軽減額と降雨の確率年の結果を図-2 に示す。被害額の算出方法は、氾濫計算結果より浸水エリアを推定し、浸水深ごとに重みをつけて、単位面積当たりの資産価値と浸水深ランク被害額率と湛水面積を乗じて算出した。

5. 各種整備対策の費用対効果を算出

どの雨水排水対策が最も有効であるかを評価するため、各対策の費用対効果を算出した。B/C の算出方法は以下の通りである。

$$B = \{ (\Sigma (\text{整備前の被害額} - \text{整備後の被害額}) \times \text{降雨の生起確率}) \times \text{評価対象期間 (年)} \}$$

$$C = \text{整備費用} + \text{維持管理費}$$

つまり B は、 $\Sigma (\text{整備前の被害額} - \text{整備後の被害額}) \times \text{降雨の生起確率}$ の算出により年平均被害軽減期待額を算出している。これに評価対象期間(整備施設の耐用年数)を乗じることで対象期間の被害軽減期待額が算出される。尚、被害額の算出方法および費用対効果の算定は国土交通省河川局出版の「治水経済調査マニュアル」を参考にした。以上により算出された各種整備対策の費用対効果を図-3 に示す。この結果より、最も効率的に排水対策をするためには貯留施設が有効であることがはじめて明らかになった。以上、雨水排水対策を計画する際には、降雨流出・氾濫モデルを構築・適用し詳細な浸水範囲・深さを得るとともに各種対策の費用対効果に基づく評価を行うことで、効果的な整備対策方針が決定できることを示した。

6. まとめ

本論文は、都市域の水害を軽減するための整備対策を効果的に行うことを目的とし、降雨流出・氾濫モデルの構築・適用および各種雨水排水対策の被害軽減期待額と整備費用の関係を算出することにより、各種雨水排水対策の定量評価を行ったものである。

本論文の一連の解析により対象流域において最も効果的な排水対策は貯留施設の建設であることを示した。

参考文献

- 1) 呉修一, 山田正, 吉川秀夫: 表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol.49, pp.169-174, 2005.
- 2) 土屋修一, 土肥学, 海野修司, 山田正: 管路網水理解析による都市洪水流出特性に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol.46, pp.259-264, 2002
- 3) 赤羽裕也, 呉修一, 山田正: 都市流域における現地流量観測と都市化が洪水流出特性に与える影響, 土木学会水工学論文集, Vol.52, pp.267-264, 2008
- 4) 国土交通省河川局: 治水経済調査マニュアル, 2005

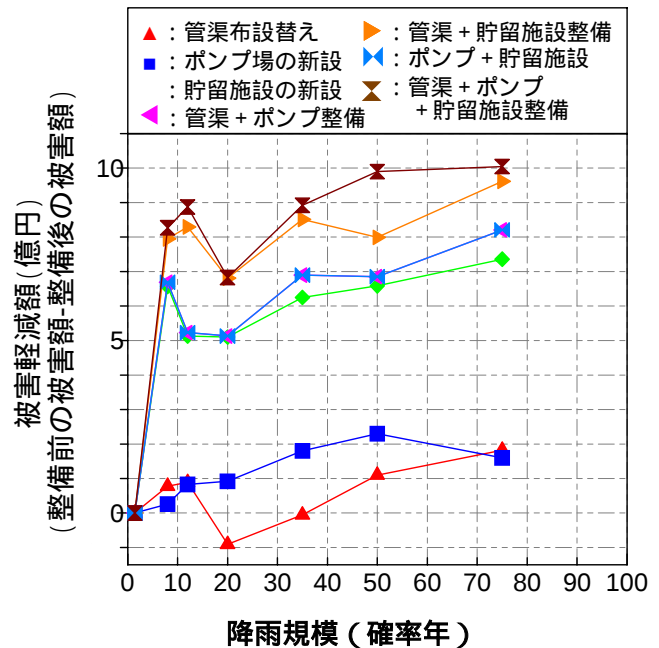


図-2 降雨規模別の被害軽減額

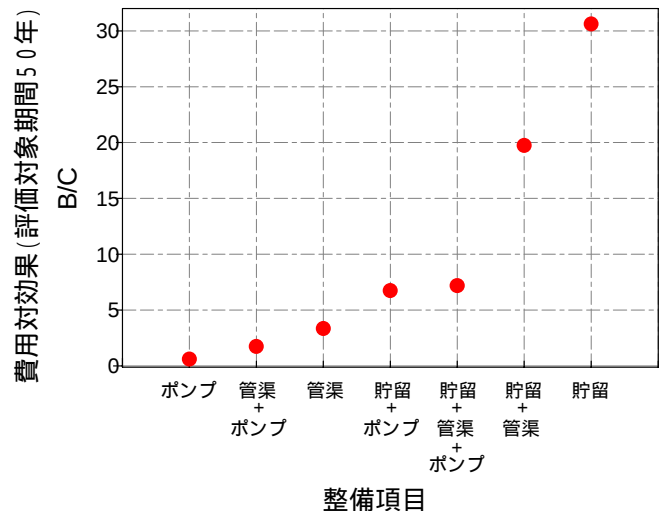


図-3 各種整備対策の費用対効果