

II-479

費用・便益及びリスクからみた浸水防除システムの評価

九州共立大学工学部 正会員 荒尾 慎司
建設省江戸川工事事務所 正会員 竹下 哲也
九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

大都市では、強雨の際、地下浸透能の減少等から内水を排除しきれずに浸水するという内水被害が大きな問題となっている。各都市ではその対策として、雨水管路網や排水先河川の整備、貯留・浸透施設の設置等が行われている。しかし、雨水管路網と排水先河川との関係に見られるように一方の施設を改善しても思うように効果が上がらなかったり、全体のバランスを考慮していないために不経済な投資配分が行われていたりする。また、地域性に関わらず全国一律の計画規模を設定することも、費用を有効に利用するという点から見て不適当である。さらに、従来の費用便益分析では、人命損失、交通の遅滞、公共事業が環境に与える影響等が定量的に評価されていない。

そこで、本研究では下水道による内水排除について、従来の費用便益分析では定量化されていないリスク、便益、費用を加味した総合的な評価方法の検討を行う。また、仮想流域に3種の浸水防除施設を設定して氾濫解析を行い、従来の費用便益分析を適用したときの問題点を指摘する。

2. 定量化方法の検討

(1) リスク

リスクの定義は研究者によって様々であるが、本研究では、リスクを「人間にとって直接的、間接的に望ましくない事象の単位時間当たりの発生確率に、発生した際の一事象当たりの損失を乗じたもの」と定義する。これを式で表すと次のようになる。

$$\text{リスク（被害損失／単位時間）} = \text{頻度（事象／単位時間）} \times \text{被害の大きさ（被害損失／1事象）} \quad (1)$$

リスクを算定する際の被害項目とその算定方法を表-1に示す。

(2) 便益

浸水防除システムにおける便益は、従来、被害軽減額のみを対象としているが、実際には、施設の整備によって得られる住環境の質の改善や安全性の向上といった便益が存在する。

浸水防除施設の整備による便益項目とその算定方法をそれぞれ表-2、表-3に示す。

(3) 費用

費用は現在、主に流域別下水道整備総合計画の費用関数等¹⁾によって算定されている。しかし、この費用には建設材料の生産過程において算定されることのない環境財の消費分（社会的費用）が含まれていない。また、森林の減少に見られる環境破壊は、リスクの増大とともにその対策としての公共事業をも増加させているが、その理由の一つには、現在の費用計算では環境保全によるリスク減に比べ、公共事業によるリスク減の方が安価であるという現状がある。そのため、従来の方法で求めた費用に社会的費用を見込んだ割り増し係数を掛ける等、環境破壊が費用に反映されるような工夫が必要である。

3. 費用便益分析

(1) 氾濫解析モデルの設定

流域面積約48km²の仮想流域を設定し、その中では15haの小排

表-1 被害項目と算定方法

	被害項目	算定方法
直接被害	家屋・家財被害 事業所資産被害 農産物・農漁家 資産被害	「治水経済調査方式」
	公共施設・公益 事業等被害	実績による推定
	人命損失	統計的生命の価値 自動車事故の対人賠償額
	怪我・病気	医療費＋収入減＋慰謝料
	文化財被害	修復費＋文化財価値の減少
間接被害	水質被害	消毒費、魚介類生産高 低下等
	事業所営業停止 損失	「治水経済調査方式」
	清掃費	実績による推定
	交通の遅滞	被害者数×損失時間×時 間評価額
	精神的損害	家屋・家財被害の50%

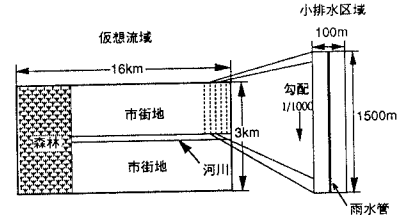
表-2 便益項目と内容

項目	内容
リスクの減少	内水被害額の減少
環境の質の改善	内水被害額の減少による住 環境等の質の改善
経済的效果	対象地域の環境の質の改善 や安全性の向上等が人口や 社会資本に与える効果 (雇用の創出等)
精神的効果	安全性向上による住民の安 心感

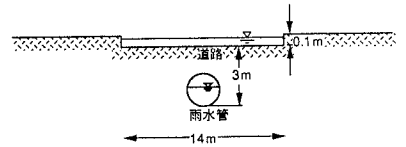
表-3 便益の算定方法

項目	内容
環境の質の改善	整備地域と未整備地域との家屋 や土地の価値の差
経済的效果	整備地域と未整備地域（対象地 域）との一人当たりの所得格差 ×対象地域の就業人口
精神的効果	1) 安心感を得ることに對する 支払意欲額をアンケート調査で 調べる 2) 同様の安心感を得るために 取る他の手段（引っ越し、保険 等）にかかる費用で推定

水区が複数存在するとした（図－1）。また、小排水区内には管長25mの管渠を流下方向に直列に60本連結した。入力降雨は東京都の降雨強度式から作成した単位時間5分の中央集中型波形で、降雨継続時間は3時間とした。氾濫解析モデルは雨水管路内の流れを不等流、表面流を等流としたものを用いた。地表の形状としては、図－2に示すように雨水管の上に4車線（幅14m）の道路を設定し、道路とそれ以外の土地とは10cmの段差があるものとした。マンホールからの溢流水が道路上を流れる限りは家屋への被害はないものとした。また、資産額は東京近辺のメッシュ統計で上位5番目（赤羽）の値を用い²⁾、この資産額をもとに一般資産の被害額と浸水深との関係を図－3のような3次曲線で表わすことにした。

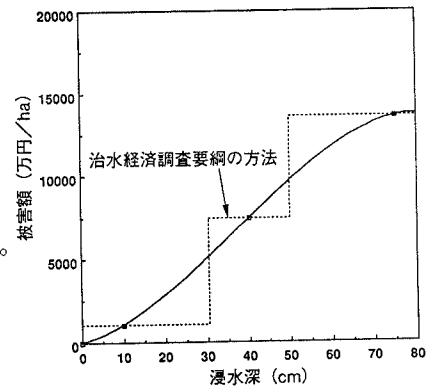


図－1 仮想流域と小排水区



図－2 雨水管と地表

モデル化した雨水管路網の最下流端の境界条件（水位）を管底から2.1m（計画規模30年のときの最下流端の管径）として氾濫計算を実施し、雨水管路網の計画規模3年を現況として3種の浸水被害防除施設（雨水管、雨水貯留管、浸透トレンチ（最終浸透能3種））について費用便益分析を行った。それぞれの施設の計画規模は次のように設定した。雨水管路網の計画規模を5年、10年、20年、30年の4種、雨水管路網の計画規模を3年としたときの浸水箇所を考慮して、雨水貯留管の長さを雨水管路網の総延長1500mよりも若干短い1350mとした。また、雨水貯留管の内径を550mm, 900mm, 1200mm, 1700mm, 1800mmの5段階変化させた。浸透トレンチの浸透能については、従来の研究成果をもとに最終浸透能として $0.76\text{m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m})$ 、 $0.24\text{m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m})$ 、 $0.06\text{m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m})$ の3種を与えた。また、それぞれの浸透能について浸透トレンチの総延長を3000m, 6000m, 9000m, 12000m, 20000mの5段階変化させた。ただし、建設費の耐用年数として雨水管と雨水貯留管は30年、浸透トレンチは10年とした。



図－3 浸水深と被害額

(2) 計算結果と考察

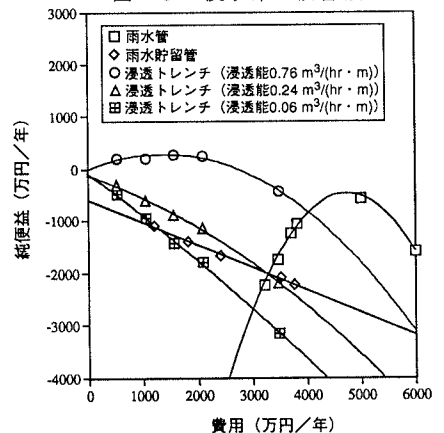
各施設での費用－純便益（純便益：雨水管路網の計画規模3年を現況としたときの被害額をもとに計算した被害軽減額から建設費用を差し引いたもの）の計算結果を図－4に示す。それぞれの施設においては、純便益が最大値を示すところが最適設計条件となる。また、各施設相互で比較すると同じ費用でも純便益の大きい方がより最適な施設となる。しかし、浸透トレンチ（浸透能 $0.76\text{m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m})$ ）以外の施設においては、純便益の値はすべて負の値となり、これは、被害を家屋・家財被害、事業所資産被害に限定していることや、従来の評価では考慮されていない便益があるためで、被害軽減額以外の便益が考慮されれば、純便益の値が正になる可能性がある。

4. おわりに

- (1) 内水被害の場合、浸水深が小さいため従来の被害算定方法では被害額が浸水面積にしか左右されない。
- (2) 下水管渠からの溢水被害の軽減を目的とした浸水防除システムの中では、予算の制約のもと、費用－純便益曲線の極大値が最大となるような施設を選択する必要がある。

<参考文献>

- 1) 流域別下水道整備総合計画調査指針と解説（1993）：日本下水道協会。
- 2) 栗城 稔，木内 豪，田中義人，笹川精一（1995）：費用便益評価に基づく河川と下水道の雨水処理分担の決定，下水道協会誌，Vol. 32，No. 380。



図－4 各施設の費用と純便益