

雨天時汚濁負荷量モデル 比較検討調査

調査報告

'95 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1995 No.27



建設大臣認定機関

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

我が国の下水道普及率は50%を越えるまでになりましたが、地域間の整備格差の是正をはじめ、なお多くの課題に直面しています。

このため、平成8年度を初年度とする第8次下水道整備五箇年計画では、普及の後れている中小市町村を中心とした整備の促進や、総合的な雨水対策、閉鎖性水域での高度処理の推進、処理水・汚泥・下水熱等の利用、ネットワークとしての下水道管渠の活用など各種の施策を積極的に展開することとしています。こうした数多くの課題に的確に対応するためには、各分野での必要な技術の開発と事業への導入が益々重要になっています。

本機構は平成4年9月28日に設立以来下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図るべく新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

平成7年度の研究課題は、継続課題を含めて、公的機関からの新技術活用モデル事業である「焼却灰を原料にした園芸用人工培土の製造の実用化研究」他52課題、民間企業から「光ファイバーケーブル対応型下水道管渠資材の開発」他13課題、固有研究3課題の合計70課題の調査研究及び審査証明3課題を実施しました。

本書は、建設省土木研究所からの受託研究の『雨天時汚濁負荷量モデル比較検討調査』についてその概要を報告するものであります。この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理事長 遠 山 啓

雨天時汚濁負荷量モデル 比較検討調査

はじめに

公共用水域の水質保全是下水道の重要な役割のひとつであるが、都市域においては合流式下水道が主要な排除方式となっており、雨天時に公共用水域へ流出する汚濁負荷の定量的な把握が必要とされている。

また、浸水対策や合流改善用に大口径雨水貯留管が築造されるなど、下水管網構造も複雑化する傾向にあり、これらの貯留量・流出量を正確にシミュレーションし、その効果を定量的に把握する手法の確立が望まれている。

近年のコンピュータ技術の進展にあいまって、海外では新しい流出解析モデルや汚濁負荷量解析モデルが実用化されているが、日本ではそれらのモデルなどが十分に把握されておらず、的確な運用までに至っていない状況である。

本調査は海外の汚濁負荷流出解析モデルについて、評価すべきモデルを選定し、それらの基本式、特性を把握するとともに、日本における実流域での解析を行い、各モデルの有用性、ユーザーインターフェースの違いなどを把握することを目的として実施した。

調査内容

本調査平成6年度～8年度の3ケ年計画で実施するものであり、調査項目は以下の通りである。

- ①海外で使用されているソフトウェアの特徴・適用条件などの把握
- ②評価すべきモデルの選定
- ③モデルの構成等の整理
- ④モデルの試運転
- ⑤実領域でのシミュレーション(1)
- ⑥パラメータに関する調査

⑦実領域でのシミュレーション(2)

⑧日本の流域への適用性の検討

7年度はこのうち主に③④⑤について実施した。

なお、本調査は本機構が建設省土木研究所より受託して実施したものである。

調査結果

[調査対象モデル]

昨年度の調査からHYDROWORKS、MOUSE、XP-SWMMの3つのモデルを調査対象とした。

3つのモデルの流出モデルにおける降雨、地表面流出、水理の内容について整理した結果を表-1に示す。

表-1 流出モデルのまとめ

	HYDROWORKS	MOUSE	XP-SWMM
降雨モデル	直接降雨強度	データベース	データベース
地表面流出モデル	二重線形貯留タンクモデル	時間/面積法 非線形貯留法 1)有効雨量 2)貯留容量に対する連続 3)表面流出モデル	非線形貯留法 合理式
水理モデル	サンヴナン式	1サンヴナン式 2運動波モデル 3拡散波モデル	1サンヴナン式 2キネマティック・ウェーブ式 3非線形貯留法

地表面流出モデルとしてMOUSEでは時間/面積法と非線形貯留法、XP-SWMMでは非線形貯留法、合理式の各々二種類が用意されている。

汚濁負荷流出モデルにおける地表面での汚濁物質の堆積と流出、雨水樹での汚濁物質の堆積と流出、管渠での汚濁物質の挙動について基本式を整理した結果を表-2に示す。

管渠における沈殿物輸送モデルにおいては、MOUSEが4つの異なる沈殿物輸送式を用いて非粘着性沈殿物の輸送計算を行うことがで

表-2 水質モデルのまとめ

		HYDROWORKS	MOUSE	XP-SWMM
地表面	堆積	指数堆積関数	直線的堆積関数 指数的堆積関数	•堆積を考慮しない •土地用途別に設定 •時間と汚濁物質の累積量の関数式
	流出	Desbordes流出モデル	降雨による掃流 雨滴による浸食 地表流による沈殿物の掃流	•降雨中間濃度法 •指数関数法 •定格曲線
雨水樹		単純混合モデル 溶解性のみ考慮	単純混合モデル 溶解性のみ考慮	単純混合モデル
管内	堆積物移送	一次元輸送モデル	Aclers-Whiteの式 他方式	Shieldsの式
	移流分散		移流-分散方程式	
	化学生物反応		BODの変化に対応 細菌(大腸菌等)の減衰	

きる。また、MOUSEは、質量保存則、フィックの拡散法則から導いた移流-拡散式により下水管網内における溶解性物質の輸送計算と水温変化のモデル化を考慮できる。さらに、下水管網内で見られる細菌の生存や酸素条件を包括した化学的、生物学的な相互作用をモデル化している。

[簡単なモデルによる流出モデルの試運転]

雨水流出解析モデルに求められる機能として、①管渠、ポンプ場等が組み込めること②自然流下、圧力、洪水の各状態が扱えること③バイパス、分岐合流等の施設が組み込めること④実降雨データや設計降雨データに基づいたシミュレーションが行えること⑤浸透、不浸透面積、流出係数等の地域条件が組み込めること一の項目を確認するため、単純モデルを用いて流量に関する試運転を行った結果、各モデルともほぼ同等の結果が得られた。

[実排水区でのシミュレーション]

実排水区を対象とするシミュレーションを行うため、排水系統・降雨量・降雨時の水量と水質に関するデータがそろっているK排水区(排水面積約35ha、人口8,840人)を対象

として流量、BOD、SSについてシミュレーションを実施した。(図-1、2)

3モデルとも流量に関しては、概ね良い結果が得られているが、汚濁負荷については、十分に良い結果が得られていない。これは、汚濁負荷の堆積、掃流の基本式の見直しや基本式の係数、指数が不明であることや晴天継続日数の設定によるものと思われる。

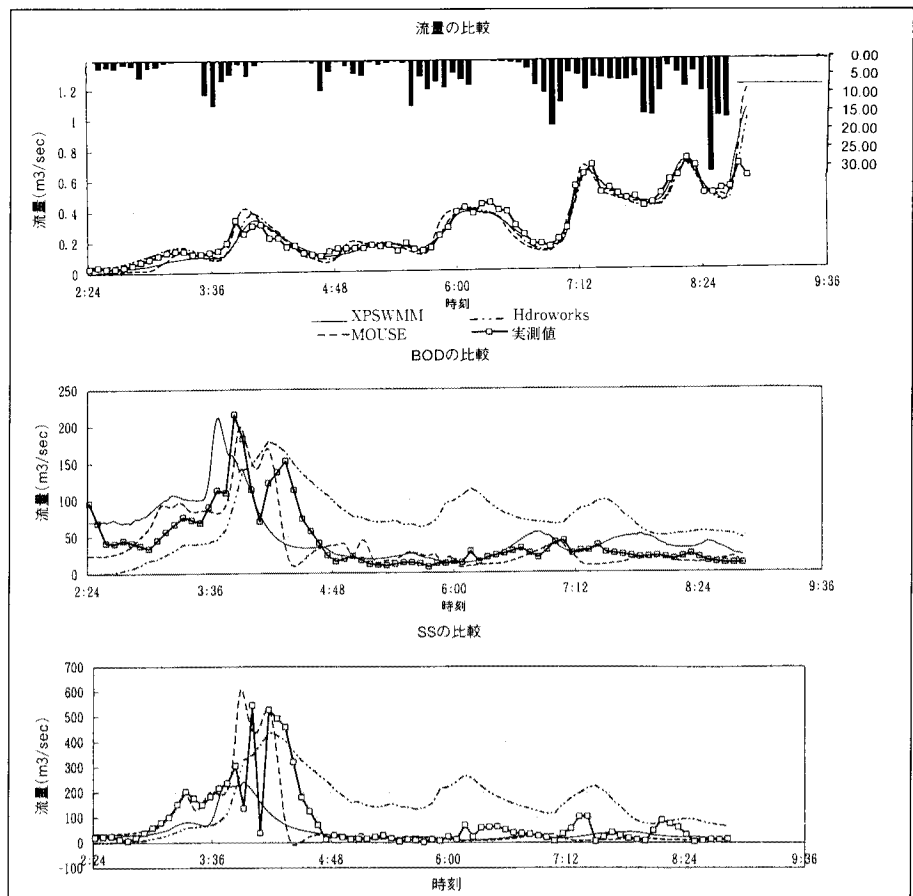


図-1

結果、3モデルともに、流量のシミュレーションについては、日本の下水道に対し、ほぼ適用可能であることが分かった。一方、水質や汚濁負荷量のシミュレーションは、各モデルとも多くのパラメータを必要としているが、日本においてはこれまであまりデータを収集されていないものが多く、十分なシミュレーションができないことが判明した。

今後は、さらに各モデルの内容について調査を進め、日本の下水道に適用させるにはどのようなデータが必要か明らかにし、また、大規模な流域に対して適用する場合の課題について検討する必要がある。

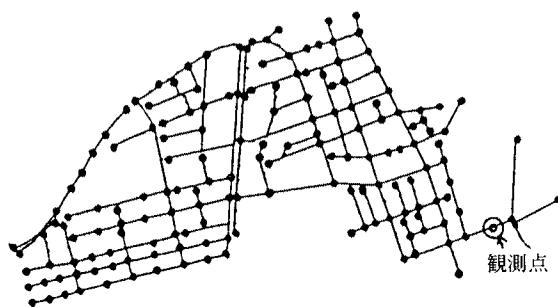


図-2 K排水区域管渠系統平面図

まとめと今後の課題

本年度の調査では、前年度の調査で選定された3モデルについて、モデルの基本式、動作環境、操作方法等について調査した。その

•この調査に関する問い合わせは

研究第二部長

技術部
主任研究員

研究第二部
主任研究員

技術部研究員

研究第二部
研究員

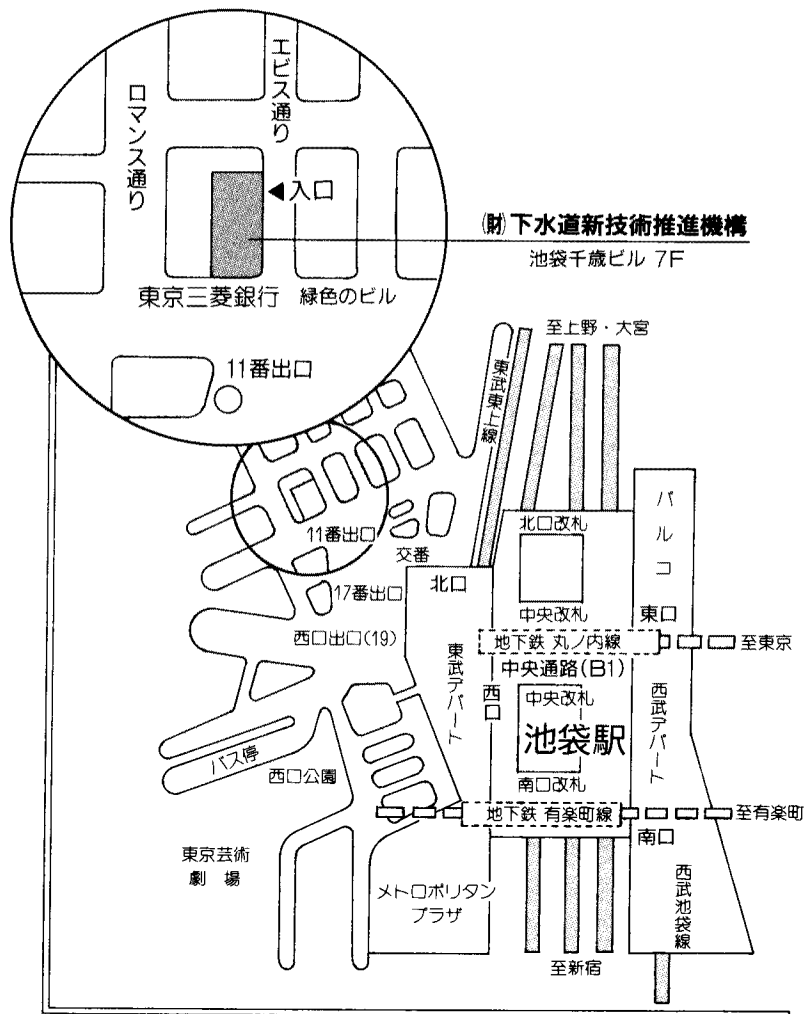
藤田 昌一

百崎 和博

千葉 恭人

古北 克篤

宮田 篤



財団法人 下水道新技術推進機構

〒171 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階
 TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333