

下水道をモデル化した内水氾濫解析の適用性評価に関する研究

（株）荒谷建設コンサルタント

正会員 ○崎本 英二

国土交通省国土技術政策総合研究所

正会員 三輪 準二

国土交通省国土技術政策総合研究所

正会員 舘 健一郎

国土交通省国土技術政策総合研究所

正会員 水草 浩一

1. はじめに

平成12年9月に発生した東海豪雨災害にみられたように、近年、都市型水害の発生が問題視されている。特に都市部では下水道が整備されており、洪水氾濫現象の特徴として、雨水を排水しきれずに発生する「内水氾濫」現象が挙げられる。これに伴い、従来から行われてきた外水氾濫解析に加え、内水氾濫の影響も反映できる解析モデルが必要とされている。

下水道を考慮した氾濫解析を行う場合には、下水道管渠網をどの程度考慮するかが計算に要する時間と費用に大きく関わってくる。このため、本研究では、氾濫解析に下水道を組み込み、内水・外水氾濫解析を可能とする方法として、二次元不定流による氾濫解析手法に下水道を一次元不定流（プライスマンスロット）として組込んだモデル（以下、スロットモデルとする）について、複数の条件下の仮想流域で下水道のモデル化方法（下水道管渠をどの程度まで取り込むか）の違いによる解析結果の相違について検討を行った。

また、簡易的に内水氾濫解析を行う有効降雨から施設排水能力分を差し引く手法（以下、有効降雨差し引きモデルとする）との比較も行った。

2. スロットモデルの概要

本研究で用いたスロットモデルは、降雨から浸透による損失を差し引いて各メッシュに与える。その流量のうち側溝等により下水道管渠へ流入する量を流域排水能力としてメッシュから差し引き下水道管渠へ与える。流域排水能力を越えた流量がメッシュに湛水し、平面二次元不定流計算により地表面流を表現する。また、下水道管渠は、一次元不定流（プライスマンスロット）とし、マンホール部に越流幅を与え越流計算を行いマンホールからの氾濫及び戻りを表現する。（図-1）

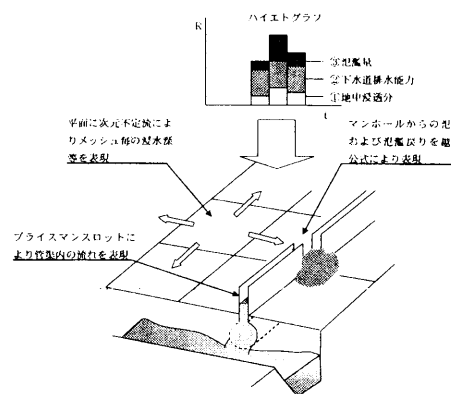


図-1 スロットモデル概念図

3. 解析検討条件

（1）仮想排水区の設定

仮想排水区は図-2に示す下水道管渠網とし、基本的には整備水準を50mm/hrとして管径を設定している。幹線、準幹線、枝線をモデル化したものを標準モデル（モデルA）として枝線及びそれに関するマンホールをモデル化から削除したものをモデルB-1、枝線に関するマンホール数に応じて合流先のマンホールにランピング（越流幅を合計）したものをモデルB-2、幹線のみをモデル化しその他の管渠を削除したものをC-1、削除した管渠に関するマンホール数に応じて合流先のマンホールにランピングしたものをC-2としてモデル化の違いが氾濫（湛水量、湛水深）に与える影響を比較検討する。また、降雨は東海豪雨時の実績降雨を用いた。

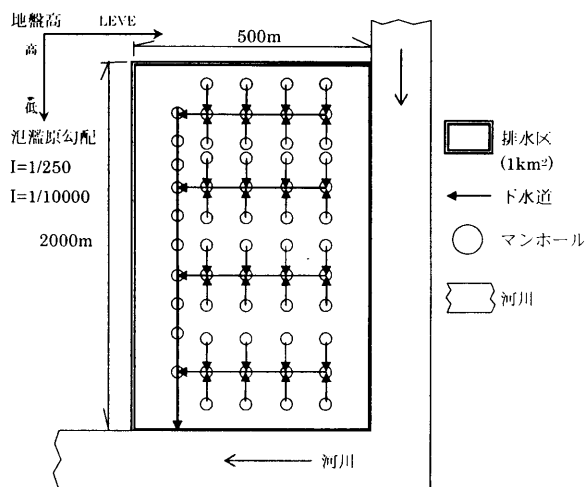


図-2 仮想排水区

キーワード 氾濫解析, 内水氾濫, ランピング, スロットモデル

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土交通省国土技術政策総合研究所水害研究室 TEL 029-864-2211

（2）内水氾濫シナリオの設定

下水道管渠網のモデル化ケースを変えて氾濫に与える影響を見る場合、内水氾濫が発生するシナリオによってもモデル化の影響度が異なると考えられるため、表－1のようなシナリオを想定し、各ケースで比較することとした。

表－1 内水氾濫シナリオ

シナリオ1	流域排水能力(下水道流下能力)不足による氾濫
シナリオ2	自然排水区で河川の水位上昇に伴う氾濫
シナリオ3	河川の水位状況によりポンプ排水を停止した場合の氾濫
シナリオ4	排水区内で部分的に排水能力の劣る管渠での氾濫

4. 設定シナリオでのモデル化検討

（1）シナリオ1

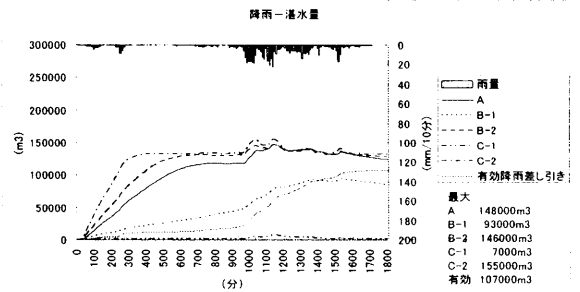
標準としたモデルAと比較しB－1、C－1の下水道管渠及びマンホールを無視した場合には湛水量等が増加しているがマンホールをランピングした場合モデルC－2まで下水道のモデル化を簡略化してもモデルAに近似した結果が得られている。有効降雨差し引きモデルではマンホール部の氾濫戻りが表現されないため湛水量等が若干多くなっている。（表－2）

表－2 モデル別最大湛水量・湛水深（シナリオ1）
I=1/250

	最大湛水量(m ³)	比率	最大湛水深(m)	比率
A	124000	1.000	1.62	1.000
B-1	132000	1.065	1.73	1.068
B-2	126000	1.016	1.64	1.012
C-1	136000	1.097	1.79	1.105
C-2	123000	0.992	1.60	0.988
有効降雨差し引き	137000	1.105	1.81	1.117

（2）シナリオ2

表－3の最大湛水量・湛水深をみた場合、モデルA、B－2、C－2は近似した値を得ているが図－3をみた場合湛水量が増加する過程でモデルによる差が現れていることがわかる。有効降雨差し引きモデルでは降雨のみの湛水であるため最大湛水量等はモデルA、B－2、C－2に比べて少なく、湛水増加量も小さい。



図－3 雨量・湛水量時系列（シナリオ2）I=1/250

（3）シナリオ3

ポンプ排水が停止すると想定した場合、それまでに管渠内は満管状態となるため湛水量等はどのモデルについてもほぼ同様の結果となる。有効降雨差し引きモデルについてもほぼ同様の結果となる。（表－4）

表－3 モデル別最大湛水量・湛水深（シナリオ2）
I=1/250

	最大湛水量(m ³)	比率	最大湛水深(m)	比率
A	148000	1.000	2.08	1.000
B-1	93000	0.628	1.63	0.784
B-2	146000	0.986	2.07	0.995
C-1	7000	0.047	0.32	0.154
C-2	155000	1.047	2.13	1.024
有効降雨差し引き	107000	0.723	1.76	0.846

（4）シナリオ4

準幹線を排水能力が劣る管渠として解析を行った場合、モデルCではランピングを行っても準幹線に相当する部分の湛水量等は表現できなかった。部分的な管渠の影響で氾濫が発生する場合には、それよりも下流へのランピングでは正確な湛水量等の表現が出来ない。

表－4 モデル別最大湛水量・湛水深（シナリオ3）
I=1/10000

	最大湛水量(m ³)	比率	最大湛水深(m)	比率
A	427000	1.000	0.95	1.000
B-1	428000	1.002	0.95	1.000
B-2	428000	1.002	0.95	1.000
C-1	428000	1.002	0.95	1.000
C-2	429000	1.005	0.96	1.011
有効降雨差し引き	429000	1.005	0.96	1.011

5. まとめ

本研究では、下水道管渠をモデル化し内水氾濫解析を行う場合に、どの程度までモデル化すれば適用可能かについて検討を行った。下水道管渠をモデル化する場合にマンホールのランピングが有用であることがS WMMモデルにより検討されており¹⁾、本研究ではスロットモデルに対応したランピングを行い、適用性の検討を行った。氾濫シナリオ及び湛水区域をあらかじめ想定してランピングを行えば再現精度が低下することなく下水道管渠のモデル化を簡略化することが出来る。また、スロットモデルよりも簡易的な有効降雨差し引きモデルではマンホールからの氾濫が反映できないため精度は劣るケースが多いと考えるが、スロットモデルと同様の結果を得られる場合もあるため、解析目的、条件、解析精度、時間、費用に応じたモデル化、解析手法の選定が必要である。

表－5 モデル別最大湛水量・湛水深（シナリオ4）
I=1/250

	最大湛水量(m ³)	比率	最大湛水深(m)	比率
A	28000	1.000	0.55	1.000
B-1	22000	0.786	0.38	0.691
B-2	26000	0.929	0.48	0.873
C-1	400	0.014	0.00	0.000
C-2	400	0.014	0.00	0.000
有効降雨差し引き	63000	2.250	1.14	2.073

今後の課題として、本検討では一率勾配の平面的な地形において検討を行ったが、地盤高に起伏のある地形での検討が必要である。

参考文献

- 1) 渡辺政広他 水工学論文集 第41巻 1997年2月号 pp623-629