

都市域における小規模水理構造物に着目した雨水排水プロセスのモデル化 Modeling of Stormwater Drainage Process Considering Small-Scale Hydraulic Structures in Urban Area

○澤谷 拓海・張 浩・川池 健司・中川 一

○Takumi SAWATANI, Hao ZHANG, Kenji KAWAIKE, Hajime NAKAGAWA

This paper aims to construct modeling of stormwater drainage process considering ditch and reveal that the different capacity of ditch affects inundation area, volume and depth. Generally, ditch is defined as surface drainage facility in Japan and located on both sides of a road. Ditch plays a significant role of leading stormwater to sewer network. However, there has no numerical model considering ditch as spot for exchanging stormwater between ground and sewer network. In the present, I incorporate ditch into interaction model which connects ground with sewer network. Numerical simulation result shows inundation volume and the maximum inundation area decrease as the volume of ditch increases.

1. はじめに

近年、相次ぐ都市水害に対して、外水・内水氾濫による浸水被害を高精度で予測する技術が強く求められている。こうした中、解析精度の向上を図るには、地上部と下水道部の解析を統合する接続モデルの確立が重要である。本研究では、側溝断面の大きさの違いによる浸水深や浸水区域への影響を明らかにするため、排水施設の機能を有する側溝を考慮した新たな接続モデルを用いて解析を行った。また、側溝を考慮していない従来モデルによる解析結果との比較も行った。

2. 数値解析

本解析モデルは、地上氾濫部の平面二次元解析モデル、下水道管渠部の一次元不定流解析モデル、及びそれらを結合する接続モデルにより、構成される。

(1) 平面二次元解析（地上氾濫部）

地上部では浅水流方程式を基礎式として、有限差分法による平面二次元解析を行っている。

(2) 一次元不定流解析（下水道管渠部）

下水道管渠内の流れは開水路流れと満管流れを同一の方程式群で解析し得る Preissmann スロットモデル¹⁾を導入した。

(3) 接続モデル

本研究では、地上部と下水道部を統合する接続モデルに側溝を考慮し、実現象に基づく雨水排水過程を表現した。図 1 に本研究で考慮する雨水排

水過程を示す。地上部の雨水は道路側方の側溝から雨水樹を介して、下水道管渠に流れる排水過程とした。図 2 に側溝ならびに雨水樹の位置を示す。格子リンクの両隣に接続する格子がそれぞれ道路及び道路以外の属性を有する場合、そのリンク位置を側溝の位置、そのリンク両端のノード位置を雨水樹の位置と定義した。

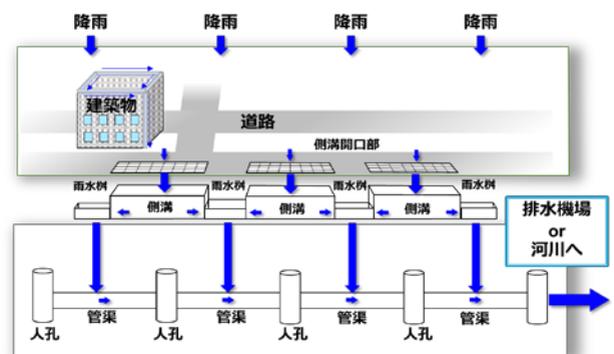


図 1 雨水排水過程の概念図

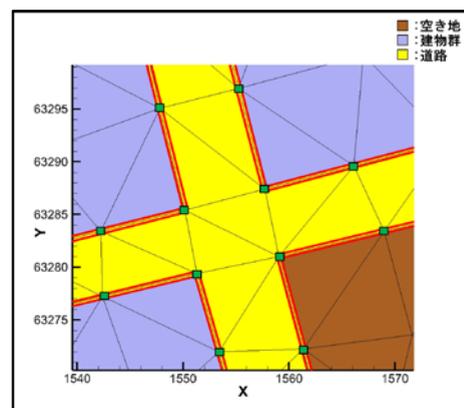


図 2 側溝と雨水樹の位置 (赤線：側溝，緑：雨水樹)

地上部—側溝間及び側溝—雨水樹間の交換流量は式(1), (2)に示す越流公式により算出する. また, 雨水樹—下水道管渠間はLEE¹⁾に従い, 堰の公式及びオリフィスの公式を用いて算出する.

$h_d/h_r \leq 2/3$ (完全越流) のとき

$$Q = C_1 h_r L \sqrt{2gh_r} \quad (1)$$

$h_d/h_r > 2/3$ (潜り越流) のとき

$$Q = C_2 h_d L \sqrt{2g(h_r - h_d)} \quad (2)$$

ここに, Q : 交換流量, h_r : 地上部または雨水樹の水深, h_d : 側溝の水深, L : 側溝長さ, C_1 及び C_2 : 流量係数($C_1 = 0.35, C_2 = 0.91$)である.

3. 対象領域の概要

高知市初月排水分区を対象領域とし, 面積は1.94km²である. 対象領域は国分川水系紅水川と久万川に囲まれた都市域である.

4. 解析結果

2014年8月3日の浸水被害を対象に再現計算を行った. 側溝と雨水樹の諸元の定義を図3に示す. 本研究は側溝ならびに雨水樹の形状を表1に示すように変化させて各ケースの解析を行った.

図4では, 側溝及び雨水樹の容積の増加に伴って, 側溝・雨水樹内に存在する水量が増加し, 地上部の浸水水量が減少することが分かった. これは側溝・雨水樹の容積が増加することにより, 地上部の雨水及び下水道管渠からの逆流流量を貯留する容量が増加したからである. また, 図5の最大浸水面積の削減率に関しては, 全ケースにおいて, 最大浸水深10cm以上, 50cm未満の区域より50cm以上の区域の方が削減率が高いことが分かった. 浸水深10cm程度の区域と比較した場合, 浸水深50cm以上の区域はそもそも発生する可能性が低い. さらに少雨傾向を示す時間帯には側溝の効果により地上部の浸水が大幅に削減される. したがって, 再び浸水深50cm以上の区域が発生する可能性は浸水深10cm程度の区域が発生する可能性よりも低いことが言える.

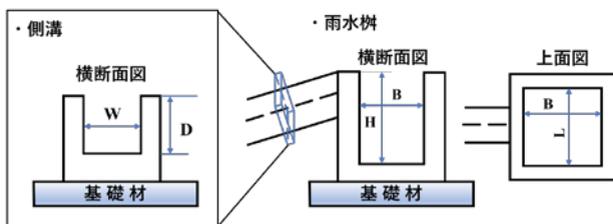


図3 側溝と雨水樹の諸元

表1 側溝の大きさによる比較ケース

ケース番号	側溝			雨水樹			
	W(m)	D(m)	容量(m ³)	B(m)	L(m)	H(m)	容量(m ³)
Case1	0.4	0.4	0.16	0.5	0.5	0.7	0.175
Case2	0.5	0.5	0.25	0.5	0.6	0.8	0.24
Case3	0.6	0.6	0.36	0.5	0.7	0.9	0.315
Case4	0.7	0.7	0.49	0.5	0.8	1	0.4
Case5	0.8	0.8	0.64	0.5	0.9	1.1	0.495
Case6	0.9	0.9	0.81	0.5	1	1.2	0.6
Case7	1	1	1	0.5	1.1	1.3	0.715

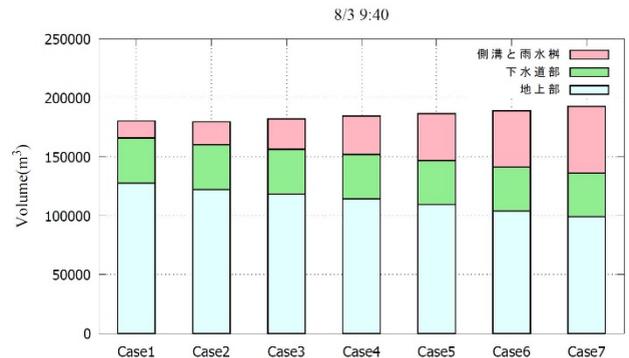


図4 各部に存在する水量 (9:40 時点)

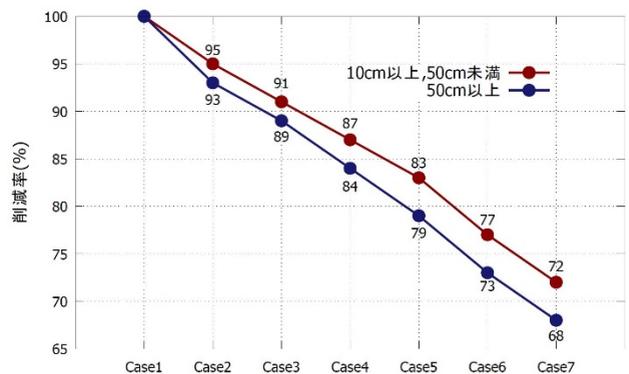


図5 最大浸水面積の削減率 (10cm以上, 50cm未満及び50cm以上)

5. 結論

本研究は, 地上部と下水道部を統合する接続モデルに排水施設の機能を有する側溝を考慮し, 氾濫解析を行った. 側溝の容積変化に伴って, 地上部の最大浸水面積・浸水量の変化が見受けられた.

参考文献

- 1) Chaudhry, M. H.: Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold, 1979.
- 2) Seungsoo LEE : Study on Development of Integrated Urban Inundation Model Incorporating Drainage Systems, 京都大学学位論文, 2013