

下水道を考慮した都市域氾濫解析モデルの実験的検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○山岸 陽介
正会員 野仲 典理
正会員 中村 徹立
(株)荒谷建設コンサルタント 正会員 高橋 陽一

1. はじめに

近年多発する都市型水害の被害対策推進のため、平成16年5月より特定都市河川浸水被害対策法が施行されており、現在各地で同法に基づいた都市浸水想定区域（内水氾濫）や都市洪水想定区域（外水氾濫）の指定が検討されている。その際には、地表面での氾濫現象、下水道等による影響を同時に解析可能なモデルを用いて、都市域特有の現象を考慮した解析を行うことが不可欠である。国総研水害研究室では、下水道の中の流れと地表面の氾濫を一体的に解析可能な都市域氾濫解析モデル(NILIM)の開発を行ってきた。しかし、マンホール部における噴出し・戻り現象や地表面湛水がこれらの現象に与える影響など、マンホール部においては複雑で未解明な水理現象が多く残されている。本検討では、これらの現象を把握するため、地表と下水道管路を連結するマンホール部の模型を作製し、水理実験を行うとともに、マンホール部における氾濫水の噴出し・戻り現象のモデル上での表現方法について考察を行った。

2. 目的

下水道を考慮した氾濫現象は、下水道管路内から地表面へ噴出す現象、地表面で湛水または流下する現象、地表面から下水道へ戻る現象からなり、水理現象を規定するエネルギー線は、下水道管路内エネルギー線と地表面エネルギー線の2つが存在すると考えられる(図1)。この2つのエネルギー線は各々の地点の状況に伴って独立または相互に関与し合うこととなり、非常に複雑な現象となる。本実験では、噴出し・戻り量は、地表面および下水道管路内のエネルギーによって、どのように規定されるかを確認することを目的とした。

3. 水理実験

(1) 実験装置の概要

高さが異なる上下2つの氾濫水路と直径200mmの下水道管を設け、直径200mmの垂直管で接続した(図2)。上下の氾濫水路の間には可動堰を設けて氾濫水路の水位を調整可能な構造とした。上流側の氾濫水路及び下水道管には、水を供給可能な構造とし、下流側の氾濫水路及び下水道管で流量を計測した。また、図に示す位置にピエゾメーターを設置し、圧力水位を計測した。さらに、氾濫水路には水位計を設置し、噴出し部の水位を計測した。

(2) 実験ケース

今回の実験では、上流側垂直管だけで噴出し・戻り現象を確認する基礎実験を行った。そのため、下流側垂直管に延長垂直管を設置し、下流側垂直管からの水の噴出し・戻りが起こらない構造にした。実施した実験ケースは表1に示すように、①噴出し+湛水位なし、②噴出し+湛水位あり(堰5cm、20cm)、③戻り+湛水位あり(堰5cm、20cm)となっている。なお、実験①についてのみ、湛水位の影響を受けないようにするため、上流側垂直管にも延長管を設置した。

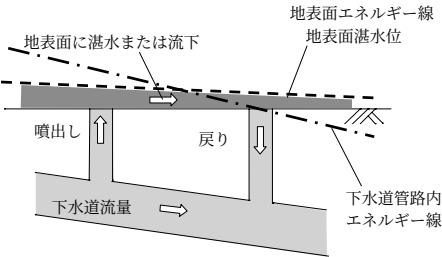


図1 下水道を考慮した氾濫現象

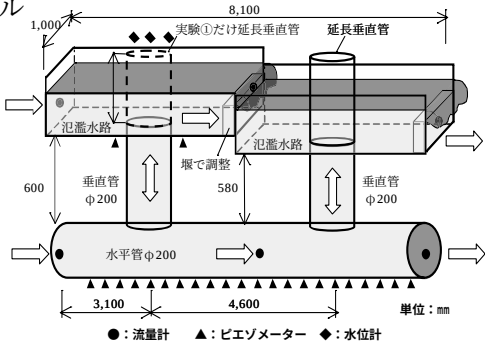


図2 実験施設の概要

表1 実験ケース

実験ケース	内容	概念図
① 噴出し (湛水位なし)	水平管への流入量変化に伴う噴出し量の把握	
② 噴出し (湛水位あり) 湛水深: 5cm, 20cm	地表面湛水位の変化に伴う噴出し量の把握	
③ 戻り (湛水位あり) 湛水深: 5cm, 20cm	地表面湛水位の変化に伴う戻り量の把握	

— — — 地表面エネルギー線 — — — 下水道管路内エネルギー線

キーワード 下水道管渠、流出解析、氾濫解析

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土技術政策総合研究所 水害研究室 TEL 029-864-7619

(3) 実験結果

図3に下水道管のピエゾメーターの実測値を示す。実験①、実験②は垂直管からの噴出しにより垂直管下流側の流量が減少するため、垂直管下流側のピエゾメーターは噴出し前より概ね速度水頭分だけ高い値を示した。

実験③は氾濫水路からの流入により、垂直管下流側の流量が増加するため、流入前よりも速度水頭分だけ低い値を示し、実験①、②とは逆の傾向を示した。

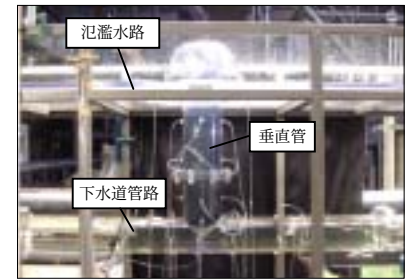


写真1 実験の様子(噴出し現象)

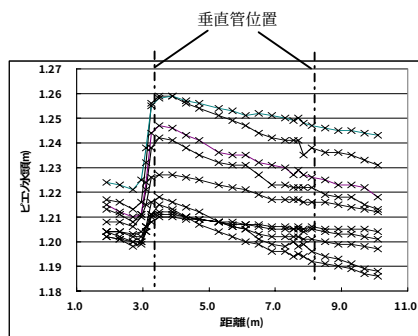


図3.1 実験①(噴出し)

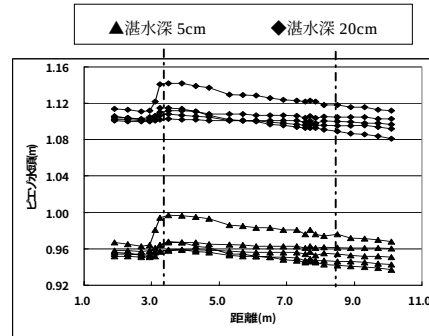


図3.2 実験②(噴出し+湛水有り)

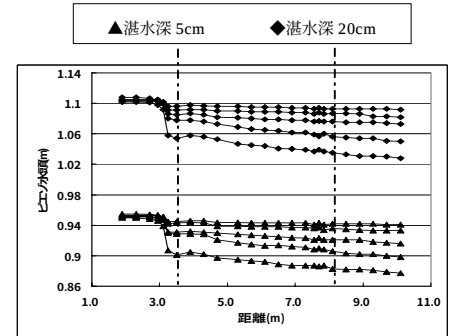


図3.3 実験③(戻り+湛水有り)

4. 考察

図4に各実験ケースにおける噴出し・戻り量と垂直管部におけるエネルギー差(図5)の関係を示す。噴出し・戻り量はエネルギー差 Δh の1/2乗に比例する傾向が見られ、オリフィスの式で噴出し・戻り量を算定できる可能性が示唆された。ここで、エネルギー差 Δh_1 (下水道管路内エネルギーと地表面エネルギーの差)よりT字管の損失を考慮したエネルギー差 Δh_2 の方が噴出し・戻り量との相関が高くなった。また、実験②において、同じエネルギー差でも湛水深が浅い方が噴出し量が多い結果となった。これは、湛水深が浅い方が、出口損失が小さいことの影響であると考えられる。

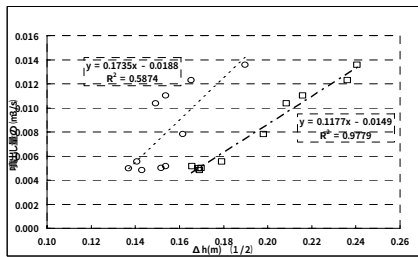


図4.1 実験① Δh と噴出し量

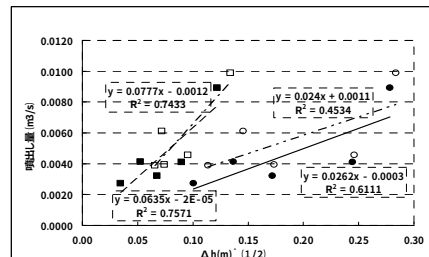


図4.2 実験② Δh と噴出し量

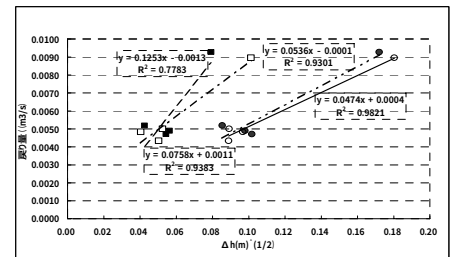


図4.3 実験③ Δh と戻り量

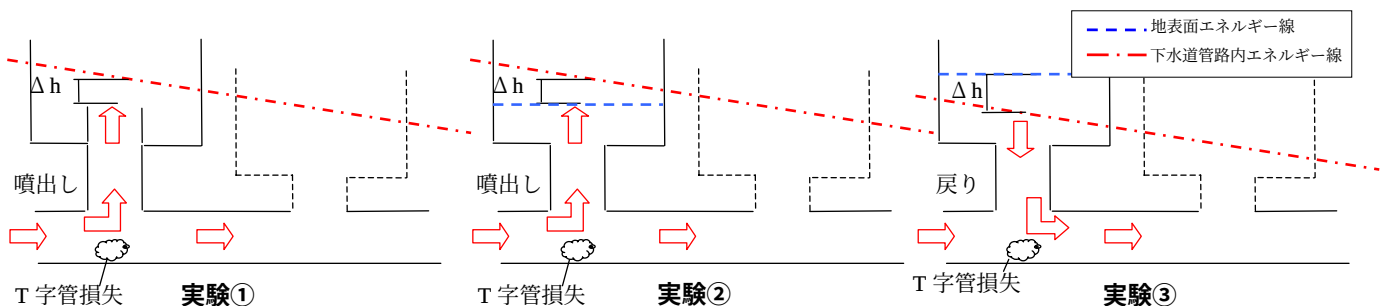


図5 全エネルギー差 Δh の考え方

5. おわりに

今後は、下流側垂直管を含めた2本の垂直管が存在する複合実験や、供給量及び氾濫量を変化させる非定常実験により下水道の噴出し・戻りに関する基礎的水理現象の把握を行い、その実験結果を踏まえて、現状のNILIMモデルの妥当性を検証し、モデルの改良を図る予定である。