

II-53

取付管を有する雨水排水管渠の圧力流れに関する検討

愛媛大学大学院 学生員 竹内 明
愛媛大学工学部 正 員 渡辺 政広
愛媛大学大学院 学生員 山内 武志

都市域の雨水排水システムを構成している各排水管渠には、雨水・汚水排水用の取付管（laterals）が多数接続されている。本報告では、このような雨水排水管渠システムにおいて豪雨時に発生する圧力流れ（満管流れ）に対象をしぼり、これまで解析に組み入れられていない上述の取付管による貯留効果を考慮した取り扱いについて、水理実験を行なって検討した。

1. 取付管とその布設状況

実流域の各排水管渠（上・下流マンホール間）には一般に、図1に示すように、雨水樹あるいは汚水樹からの雨水・汚水排水用の取付管（ $\phi = 150 \sim 200 \text{ mm}$ ）が多数接続されている。調査流域の松山市街地域（ $A = 6.46 \text{ km}^2$ ）の排水管渠システムでは、ほとんど全ての排水管渠に対して $\phi = 150 \text{ mm}$ の取付管が多数布設されており、これらの取り付け間隔 ΔL および取り付け角度 θ （上・下流マンホール間における取付管の間隔および水平面とのなす角度の平均的な値）の平均値は、図2および図3に示すように、それぞれ 10 m 程度および 25° 程度（ $\sin \theta \approx 0.45$ ）となっている。

2. 流れの基礎式

図4および図5に示すような幾つもの取付管が接続する排水管渠を考え、この Δx 区間に運動量および質量の保存則を適用すると、それぞれ次の運動方程式および連続の式が得られる。ここで、水は非圧縮性で、かつ管壁は弾性変形しないとして取り扱っている。また流水の取付管への流入出に伴う水頭損失、ならびに取付管内の水塊の加速度は、いずれも無視しえるものとしている。

$$(1/g)(\partial V/\partial t) + (V/g)(\partial V/\partial x) + \partial y/\partial x - S_0 + (f/D)\{V|V|/(2g)\} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\partial y/\partial t + (c'^2/g)(\partial V/\partial x) = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$; \quad c' = \{g(\Delta L)(\sin \theta)(D/D_1)^2\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 V ：断面平均流速、 y ：管底から測ったピエゾメータ水頭、 S_0 、 D および f ：排水管渠の勾配、直径および摩擦損失係数、 ΔL 、 θ および D_1 ： Δx 区間における取付管の平均的な間隔、角度および直径、 g ：重力加速度、 x ：距離、 t ：時間。

3. 水理模型実験による検討

上述した流れの基礎式と、これらによる数値解析（特性曲線法）結果の適用性を調べるため、図6に示すような排水管渠模型を作成し、流出実験結果を数値解析結果と対比して検討した。

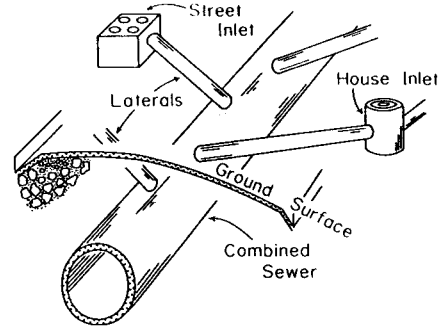


図1 取付管の接続

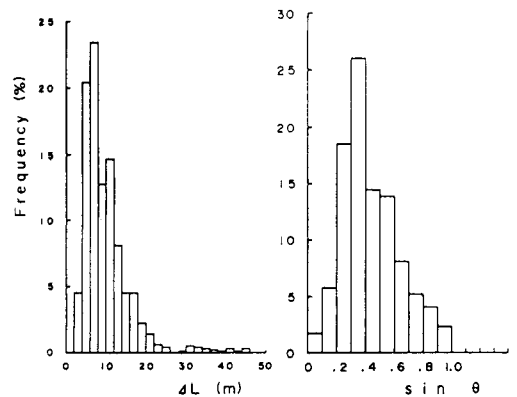


図2 ΔL の分布

図3 $\sin \theta$ の分布

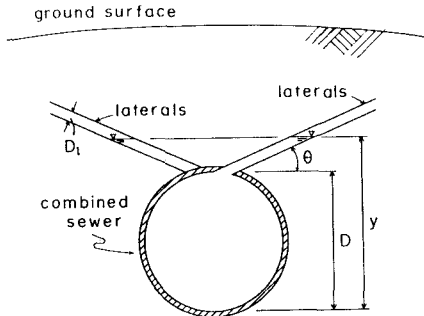


図4 排水管渠と取付管

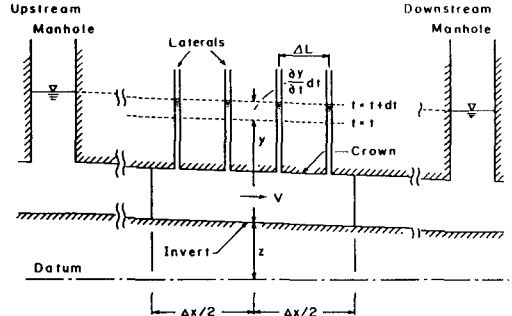


図5 圧力流れ

水理模型の概要： 排水管渠模型は内径 100 mm、全長 10.36 m の透明アクリルパイプ製で、頂部には取付管に相当する内径 10 mm の透明アクリルパイプ（0 ～ 42 本）が鉛直に取り付けられている。排水管渠内の圧力（水位）変動は、管渠底の5地点（Gauge No. 1 ～ 5 地点）に設置された圧力測定装置（圧力ゲージ → 動ひずみ計 → データ・レコーダ）により記録される。なお、本流出実験における圧力流れは、滑面乱流となることを確かめている。

適用性の検討： 相似律を検討の後、種々の上・下流境界条件を設定して流出実験を行ない、これら実験結果と特性曲線法による数値解析結果を対比して検討した。1 例として、全長にわたる取付管本数 21 本（Gauge No. 1 ～ 5 の間での本数は 17 本で、したがって c' の平均値は、(3) 式より、21.4 m/s）、下流水位・一定、上流よりおよそ 10 秒周期の流量変動を与えたときの流出実験結果と数値解析結果を対比して、図7（水位ハイドログラフ）に示す。なお、この流出実験に対する数値解析においては、Gauge No. 1 および No. 5 地点で測定した水位ハイドログラフを、それぞれ上流および下流境界条件として与えている。

これらより、今後さらに詳細な検討を進めてゆく必要があるが、実流域における取付管を有する排水管渠システムの圧力流れ（満管流れ）に対し、前述した (1) ～ (3) 式を用いる流出解析法の有用性が伺える。

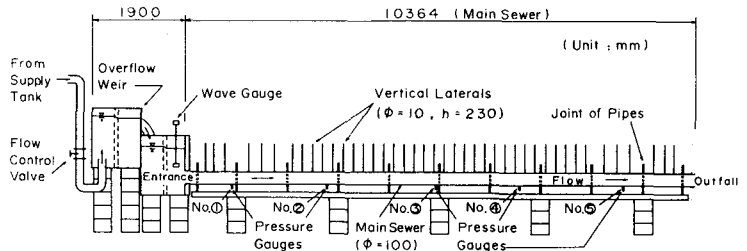


図6 水理模型の概要

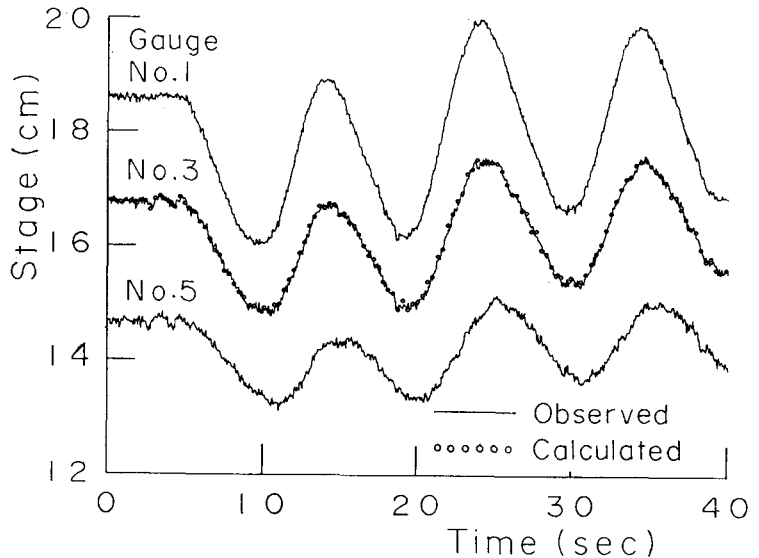


図7 流出実験結果と数値計算結果