

II-257

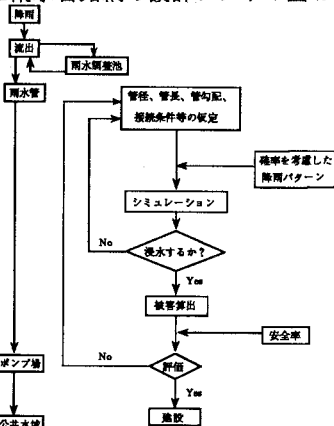
雨水管路網の流入水流下・貯留能に関する研究

九州大学工学部 学生員○山下 孝光
同上 正員 楠田 哲也

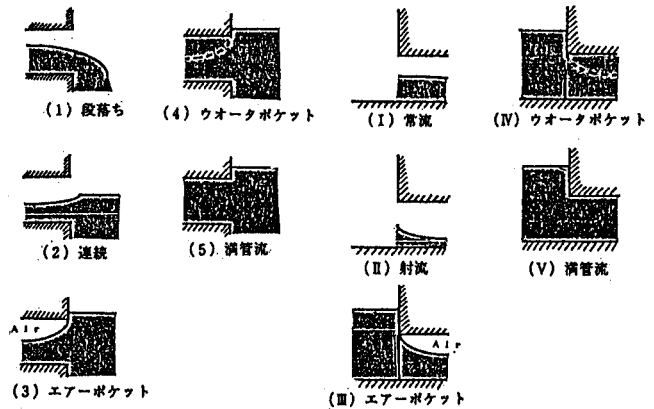
1. はじめに 現行の雨水あるいは下水管路の設計法には様々な問題点が内在している。この問題点には、1) 下水管渠設計における管径の決定法 2) 計画流入水量の算定法 3) 単一管渠の設計時の流況仮定および管路網としての取り扱い方法等が挙げられる。一方、地球温暖化に伴う水文サイクルの変化（気候変動）は雨水量の変化をもたらすため、雨水管路網の流下・貯留能を再検討する必要がある。これらの課題に応えるため、現行設計法を見直すとともに、更には新しい設計法の樹立も望まれている。このためには、まず現行の設計法で設計、建設された実際の雨水管渠の流下能力を適正に評価することが必要であり、その評価手法の1つとして数値計算が考えられる。数値計算においては、特に雨水管渠を管路網として取り扱う場合、境界条件となる接合部（マンホール部）でのエネルギー損失が問題となってくる。そこで本研究では、雨水排除の数値計算上必要となるマンホール部でのエネルギー損失量を把握する実験を行ない、若干の知見を得たので報告する。

2. 雨水管路網の設計法および流況の分類

以下に雨水管路網の設計シナリオ図およびマンホール部における流入・流出口の流況分類を示す。



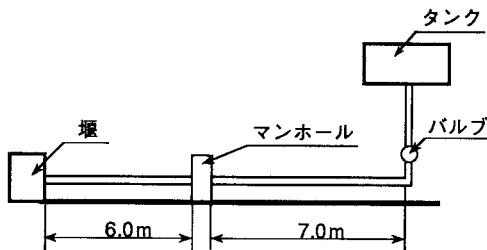
図・1 雨水管路網の設計シナリオ図



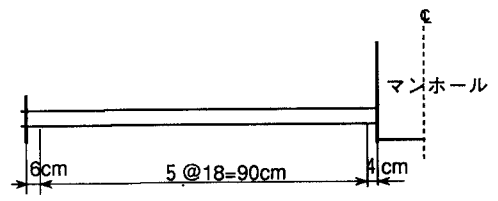
図・2 マンホール部での流入・流出口の流況

3 実験装置・方法

実験には、図-3に示すような上流管内径5.0cm、長さ7.0m、下流管内径5.0cm、長さ6.0m、中央部に内径9.0cmのマンホール部を設置したアクリル製の水路（管およびマンホール部については取り替え可能）を用いた。測定の際には、マンホール部の直上下流管に図-4のような測定点を考え、管底にピエゾメータを設置した。なお、縮尺はフルードの相似則を考慮し、 $n = 1/10$ とした。



図・3 実験装置概略図



図・4 ピエゾメータ位置

4. 実験結果

ピエゾメータにより測定した圧力水頭から各断面の水位、エネルギー断面を求め、これらを用いてマンホール部でのエネルギー断面の段差をマンホール部でのエネルギー損失と定義し、次式で表す。

$$\Delta E = E_1 - E_2$$

ΔE : マンホール部での全損失エネルギー

E_1 : マンホール近傍の上流管での全エネルギー

E_2 : マンホール近傍の下流管での全エネルギー

実験条件は定常流、勾配0、下流端条件は自由放水、上流管径5cm、下流管径5cm、マンホール内径9cm、 $\theta = 180^\circ$ 、段差は0, 5, 10, 15, 20 cmである。また、段差の存在するマンホールにおいては便宜上、段差分を差し引いた全エネルギーを用いてエネルギー損失を計算した。その結果を図-5に示す。

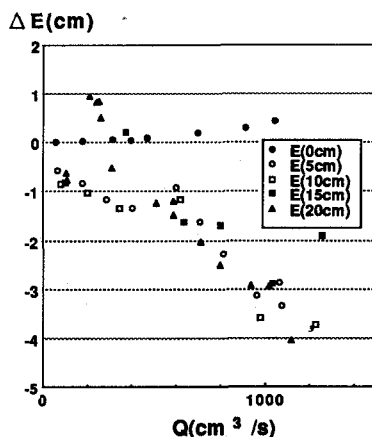


図-5 流量と全損失エネルギーの関係

5. 考察

マンホールは、急拡、段落ち、急縮、屈折をもつ複雑な構造をしており、流況の観察によって、流れが非常に複雑になっていることが確認された。

図-5より流量に対する全損失エネルギーのパターンが、段差の有無によって大きく異なることが明らかになった。また、段差の存在するマンホールにおいて、流量に対する全損失エネルギーのパターンは同じような形になる。

図-6における流況は、A : 開水路流れ(水塊の下流管への直接流入の影響がない) B : 開水路流れ(水塊の下流管への直接流入の影響がある) C : 遷移領域 D : サーチャージ流れである。これらのことから全損失エネルギーはマンホールの形状と大きさに依存していることが明らかになった。実際の管路網計算への適用に際しては、流況条件で計算式・計算方向が異なるため、マンホール部での計算条件の分類を詳細に行う必要がある。

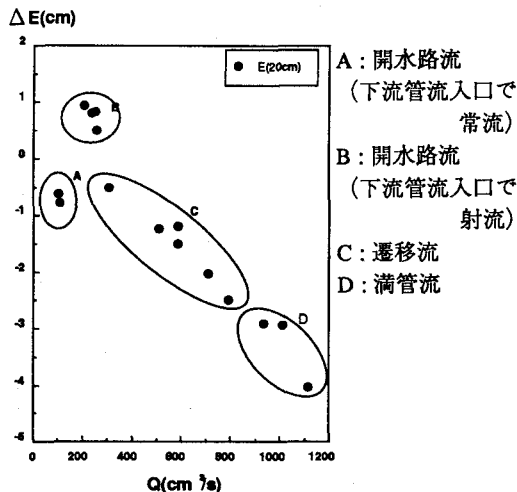


図-6 全損失エネルギーと流況の関係
(段差20cm)

6. 結論

- 1) マンホール部の流れは非常に複雑であり、マンホール部でのエネルギー損失はマンホールの形状と直径に依存している。
- 2) マンホール部のエネルギー損失は、開水路流、遷移流では速度水頭に比例しない。
- 3) 流況が開水路流、遷移流、サーチャージ流と変動するため、マンホール部でのエネルギー損失は定常状態では正確に評価できない。

7. 参考文献

- 1) 松本 良一, "マンホールの損失水頭を考慮した下水管渠設計について" (財) 建設技術研究所 1984
- 2) YEN, B.C., "Hydraulics of Sewers," in Advance in Hydrosiences Vol.14, ed. by b.c. Yen, pp.1-122, Academic Press, Orlando, Florida, 1986a.
- 3) Lindvall, "head losses at surcharged manholes with a main pipe and a 90° lateral" Proc. of the 3th international conference on urban storm drainage, vol. I, 1987