

流入・流出管の段差を考慮した3方向接合円形マンホール部の損失特性

建設技術研究所 正会員 岸上直之、石本俊亮
九州共立大学 正会員 荒尾慎司、伊佐勇紀、當間愛介
九州大学 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

雨水管の新規の設計・改修、合流式下水道の分流化やより精度の高い浸水予測計算を行うためには、従来の設計流量に対応するのみならず、超過外力をも考慮した管水路流れにおけるマンホールでの損失を適正に評価する必要がある。従来の研究では、道路のT字路交差点下に設置されている3方向接合円形マンホールに関して、流入管と流出管の段差がマンホールの損失に及ぼす影響が未だ明らかにされていない。そこで、本研究では、この課題に対して実験的検討を加えたので報告する。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置の概要

実験装置（模型）の概要を図-1に示す。この装置で設定したマンホールと管路は、実規模で多用されている構造寸法（管路内径=25cm、マンホール内径=90cm）の1/5の縮小模型である。流入・流出管の内径を同一にしたのは、川崎市荏苒地区の実態調査から最も多用されていることと外国の研究例でも多用されていることによる。流入・流出管の段差は、集水区域の地形により種々設定されるが、本研究では、段差の影響を大略把握するため、図-1に示すように5種（Type A-Type E）設定した。

2.2 実験方法と実験条件

実験方法は以下の通りである。まず、2ヶ所の流量調節バルブにより、上流管流量 Q_u と横流入管流量 Q_l を所定の流量に設定する（図-1 参照）。次に、下流管内壁頂部から水面までの距離をマンホール水深 h とし、それが所定的水深（ $0 < h/D_u < 8$ ）になるように下流管末端部の越流水槽内の堰高を設定する。マンホール水深 h は、マンホール外壁に取り付けた4ヶ所のメジャーにより測定し、それらの平均値を測定値とする。最後に、上・下流管及び横流入管にそれぞれ3ヶ所ずつ取

り付けたマノメーターによって管内の圧力水頭を測定し、この結果から得られた動水勾配線をマンホールまで外挿することによりマンホールでの圧力水頭差 ΔP を求める。さらに、(1) 式により圧力損失係数 K^* を算定する。

$$K_{p*} = \Delta P / (V_d^2 / 2g) \quad (1)$$

ここに、 K_L^* の添字*は、u のとき主流方向（上流管→下流管）を、l のとき横流入方向（横流入管→下流管）を表す。 V_d は下流管の断面平均流速、 g は重力加速度である。前述したように、本研究では流量を一定にした状態（定常流）で、下流管末端の越流水槽内の堰高を変化させることにより、マンホール内の水深を変化させ、次の計測に移っている。この場合、堰高を上げると一時的に上流側への逆流が生じるが、実験では常に上流側の管路から下流管へ水が所定の流量で流下している状態（定常流）を確認してから計測を行っている。今回設定した流量条件は7種とし、その一覧を表-1に示す。

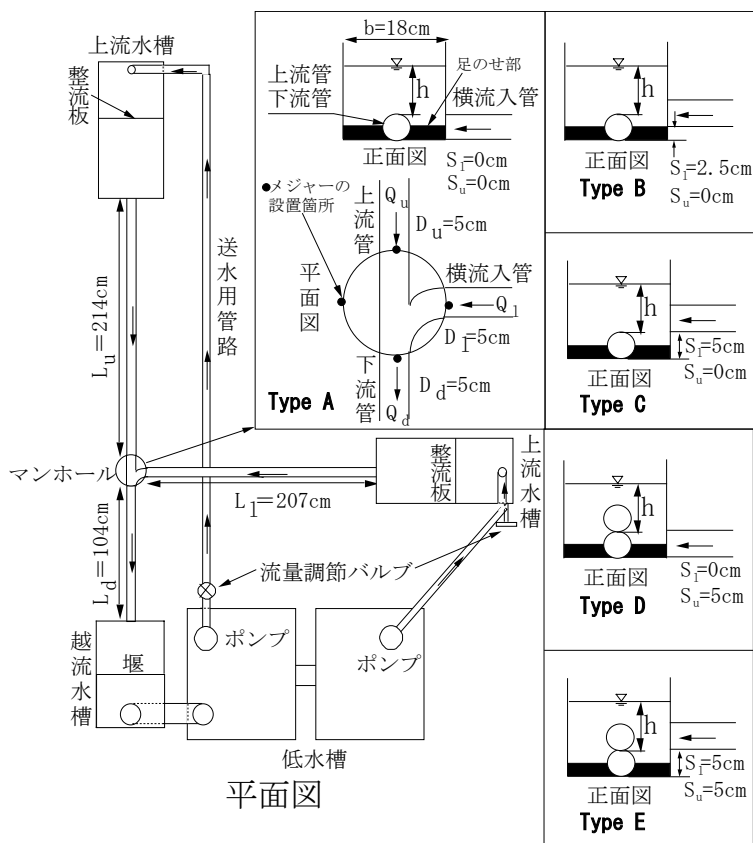


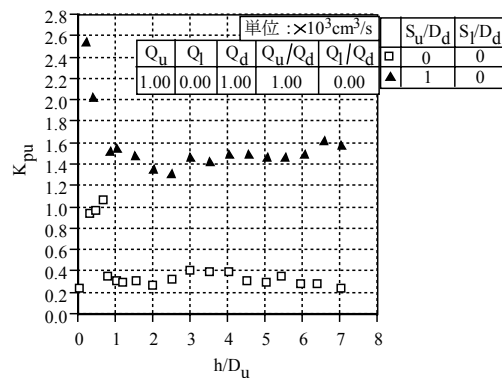
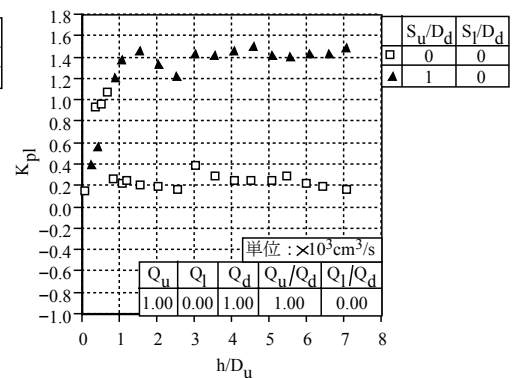
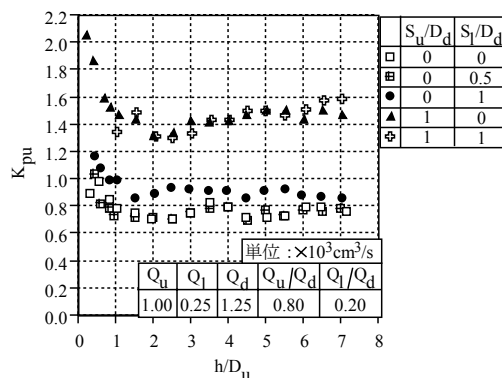
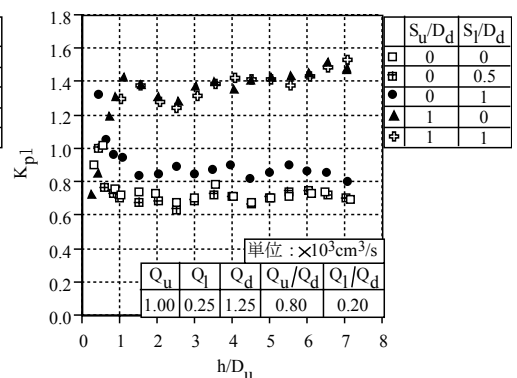
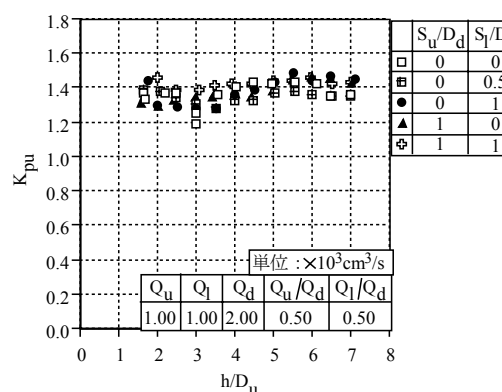
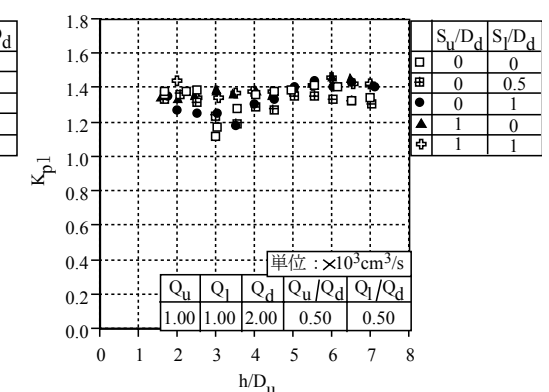
図-1 実験装置の概要

3. 実験結果と考察

実験結果のいくつかの例を図-2 から図-7 に示す。図番号の偶数は主流方向、奇数は横流入方向の結果である。主流方向のみ流下する場合 (図-2 と 3)、2 本の流入管と下流管の間に段差がないと ($S_u/D_d = S_l/D_d = 0$)、マンホール水深比 h/D_u が小さいところで、マンホール径に相当する水平方向の渦の影響で圧力損失係数が増大する。 h/D_u が 1 付近を超えると損失係数はほぼ一定となる。一方、主流方向の上流管と下流管の間にのみ管内径に相当する段差があると ($S_u/D_d = 1$)、上流管からの流入水のほとんどがマンホール下流壁へ直接衝突するため、いずれの水深でも損失係数はかなり大きくなる。上流管と下流管の段差 S_u を 0 cm と一定とし、横流入管と下流管の段差 S_l を 0 cm (Type A)、2.5 cm (Type B) 及び 5 cm (Type C) と変化させると、Type A と Type B では、両者の損失係数にほとんど差はみられない (図-4 と 5)。これは、横流入管からマンホールへ流入する水の流入速度が小さいことと、段差が比較的小さいため、主流に与える影響がほとんど変化しないためと思われる。Type C では横流入管と下流管の段差 S_l を 5 cm にしているため、横流入管からの流入水は、そのほとんどがマンホール底面の半円形のインバート (溝) に沿って流下せず、直接マンホール側壁へ衝突することから、運動エネルギーの損失はやや大きくなるものと推察される。また、上流管と下流管の段差 S_u を 5 cm と一定とし、横流入管と下流管の段差 S_l を

表-1 流量条件

$Q : \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$				
Q_u	Q_l	Q_d	Q_u/Q_d	Q_l/Q_d
1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
1.00	0.25	1.25	0.80	0.20
1.00	0.50	1.50	0.67	0.33
1.00	1.00	2.00	0.50	0.50
0.50	1.00	1.50	0.33	0.67
0.25	1.00	1.25	0.20	0.80
0.00	1.00	1.00	0.00	1.00

図-2 損失係数 K_{pu} ($Q_l/Q_d=0$)図-3 損失係数 K_{pl} ($Q_l/Q_d=0$)図-4 損失係数 K_{pu} ($Q_l/Q_d=0.2$)図-5 損失係数 K_{pl} ($Q_l/Q_d=0.2$)図-6 損失係数 K_{pu} ($Q_l/Q_d=0.5$)図-7 損失係数 K_{pl} ($Q_l/Q_d=0.5$)

損失係数は Type A-Type C よりもかなり大きくなる。しかし、Type D と Type E の間では、損失係数にほとんど差が見られない。このことから、マンホール内の流況は類似していると考えられる。したがって、この流量比では、主流方向に管内径に相当する段差がある場合には、横流入管の段差の影響はないことがわかる。図-6 と 7 に示すように、上流管と横流入管の流量を同一にすると、今回設定した 5 種いずれの段差においても、損失係数には若干の差が見られる程度で、この流量比では、流入・流出管の段差の影響は小さい。この結果から、いずれの段差でもマンホール内の渦構造が類似したのになっていると推察される。他の流量条件については、講演時に説明を加えたい。