

3 方向接合円形マンホールの損失軽減に関する研究

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
九州大学 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

近年、都市型浸水防除を目的とした雨水浸透施設や貯留管等の整備が進められている。また、既に設置されている雨水管きょ断面の拡大等、既存の施設を改善し、施設の機能向上も図られている。このような整備が進む中、建設コストがより安くなるような工夫も重要である。雨水管きょの接合部であるマンホールでは、その構造上、上流管きょからの流入水がマンホール壁面へ衝突したり、スケールの大きな渦が発生することにより、管きょの摩擦損失に匹敵するほど大きな損失を生じることがある。この損失を小さくすれば、マンホール水位を低下させることができるため、降雨強度によっては浸水被害を軽減し得る。本報告では、T字路の交差点下に設置されている流入管2本と流出管1本が接続する3方向接合円形マンホールの底面に簡単な工夫を凝らすことにより、圧力管路流れ下での損失係数の減少効果を実験的に明らかにした。

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の1/5の縮小模型である。模型ではいずれの管も水平に設置しており、上流管長 L_u は2.14m、横流入管長 L_l は2.07m、下流管長 L_d は1.04m、上流管内径 D_u 、横流入管内径 D_l 及び下流管内径 D_d は5cm、マンホール内径 b は18cmである。

2.2 マンホール底面形状の改良

今回用いたマンホールの底面形状は、日本で一般的に用いられているものを簡単にモデル化したもの（以下では従来型と呼ぶ）とマンホール底面の足のせ部を管頂まで高くし、その上に平らなカバーを載せたもの（以下では改良型と呼ぶ）の2種類である（図-1参照）。

2.3 実験方法と実験条件

実験方法は以下の通りである。①2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）。②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、それが所定の水深（ $0 < h/D_u < 8$ ）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。③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。なお、流量を一定にした状態で、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ている。④上・下流管及び横流入管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付け付けたマノメーターによって管内の圧力水頭を測定し、マンホール部の圧

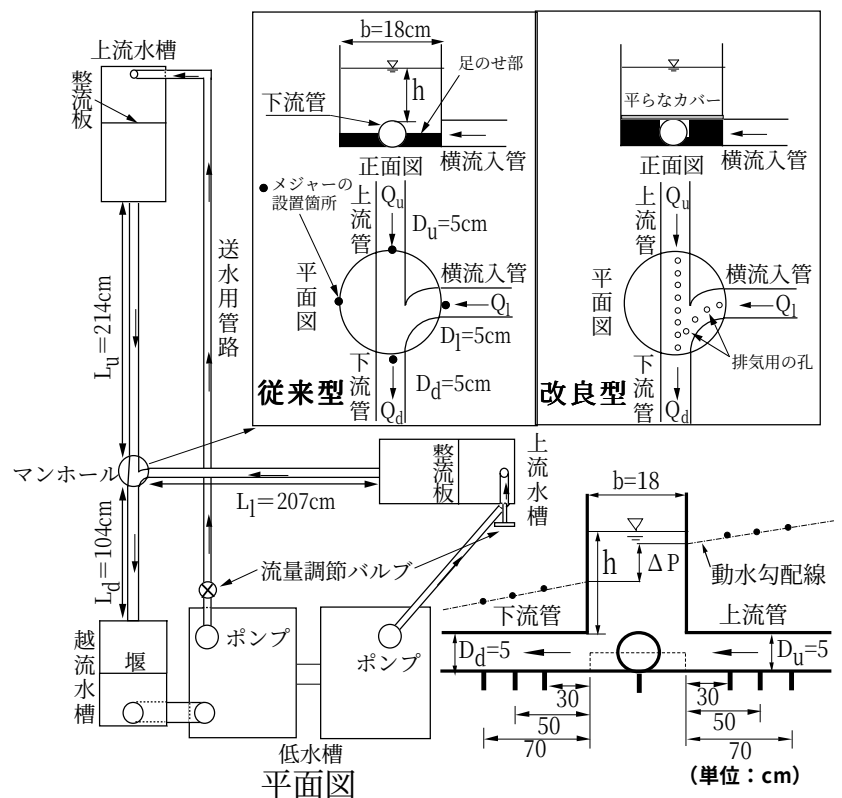


図-1 実験装置の概要

図-2 損失水頭 ΔP の定義

キーワード：雨水排除、下水道、雨水管きょ、マンホール、圧力損失軽減

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8、九州共立大学、TEL 093-693-3223、FAX093-603-8186

力損失水頭 ΔP を求める（図－2 参照）。さらに、(1) 式により圧力損失係数 K_{p*} を算定する。

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

ここに、 K_{p*} 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。実験ケースの一覧を表－1 に示す。本検討では、横流入管流量 Q_l と下流管流量 Q_d との流量比 Q_l / Q_d を7種変化させている。

3. 実験結果と考察

主流方向の圧力損失係数 K_{pu} と横流入方向の圧力損失係数 K_{pl} の算定結果の例をそれぞれ図－3、5、7と図－4、6、8に示す。また、表－1の実験条件に関して、流量比 Q_l / Q_d と圧力損失係数 K_{pu} 、 K_{pl} との関係を図－9に示す。図－9では、各流量比において、損失係数が大きく変化しないところ、つまり h/D_u が2以上のところでの損失係数の平均値をプロットしている。改良型では主流方向、横流入方向いずれにおいても Q_l / Q_d が0から増加するに伴い、損失係数は大きく減少する。従来型では、マンホール底面のインバートの深さが管内径の半分しかないため、横流入管からの流入水の上半分の流れはマンホール側壁に向かって直進し、上流管からの流入水と衝突する。その結果、運動エネルギーの一部が失われる。このような流れの結果として、スケールの大きな渦も発生する。一方、改良型ではマンホール底面の足のせ部を下流管頂付近まで高くし、さらに平らなカバーを設置しているため、主流方向の上流管からの流入水と横流入管からの流入水はインバートに沿ってそのまま下流管へ流出する。集水区域全体に同一の降雨が降ると仮定した場合、主流方向の上流管と横流入管の上流側の排水面積と土地利用が同じであれば、 $Q_l / Q_d = 0.5$ になるため、この条件下では改良型での圧力損失係数は従来型より0.5から0.6程度小さくなる（図－9 参照）。

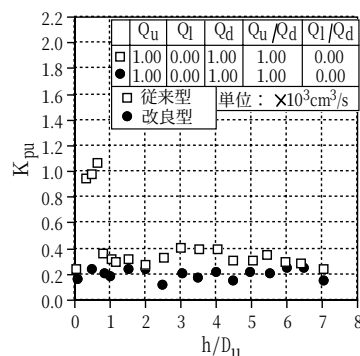
4. さらなる改善

新規に管路を設置する際には、交差点においてマンホールを従来よりやや下流側に設置することにより、横流入管のマンホールへの流入角度を小さくし、本検討のような工夫をすればさらにマンホール損失を小さくできるものと思われる。

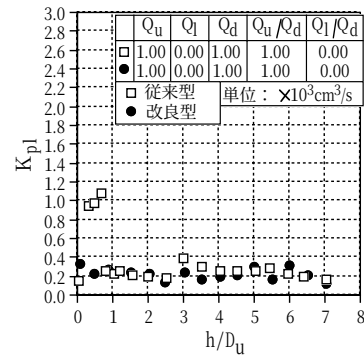
参考文献：坂本、荒尾ら：3方向接合円形マンホールの損失特性、平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.B-194－B-195。

表－1 実験ケース

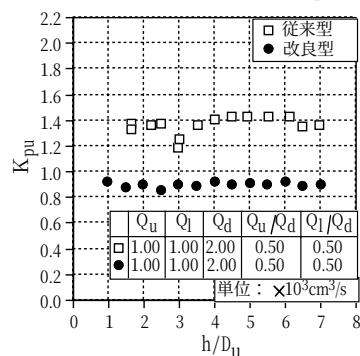
$Q : \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$				
Q_u	Q_l	Q_d	Q_u/Q_d	Q_l/Q_d
1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
1.00	0.25	1.25	0.80	0.20
1.00	0.50	1.50	0.67	0.33
1.00	1.00	2.00	0.50	0.50
0.50	1.00	1.50	0.33	0.67
0.25	1.00	1.25	0.20	0.80
0.00	1.00	1.00	0.00	1.00



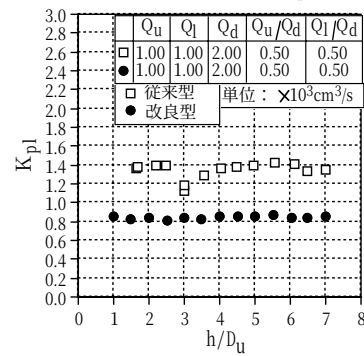
図－3 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.0$)



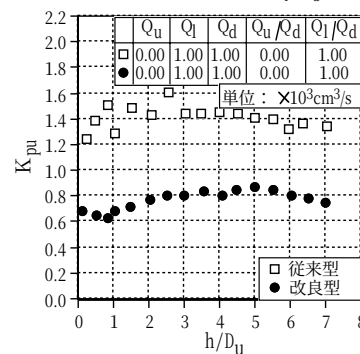
図－4 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.0$)



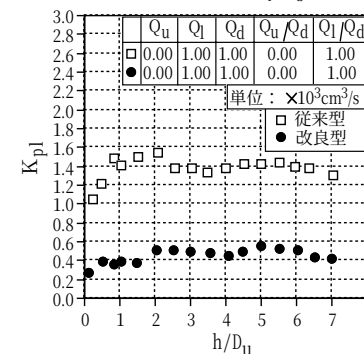
図－5 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.5$)



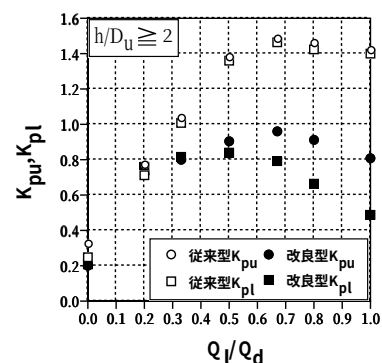
図－6 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.5$)



図－7 損失係数 ($Q_l/Q_d=1.0$)



図－8 損失係数 ($Q_l/Q_d=1.0$)



図－9 Q_l/Q_d と圧力損失係数