

3方向接合円形マンホールの損失軽減に関する実験的研究

九州共立大学 正会員 荒尾慎司、非会員 岩下芳久
 建設技術研究所 正会員 坂本 洋、石本俊亮
 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よ断面の拡大等、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。雨水管きよの接合部であるマンホールでは、その構造上、上流管きよからの流入水がマンホール壁面に衝突したり、スケールの大きな渦が発生することにより、管きよ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、日本で一般的に利用されている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、圧力管水路流れ下での損失係数の減少効果を実験的に明らかにする。

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 及び横流入管内径 D_l はともに5cm、下流管内径 D_d は6cm、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

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。④上・下流管及び横流入管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付けられたマンメーターによって管内の圧力水頭を測定し、これに速度水頭($V^2/2g$)を加えたものからエネルギー線を計算することにより、マンホール部のエネルギー損失水頭 ΔE を求める(図-2参照)。(1)式によりエネルギー損失係数 K_{E*} を算定する。

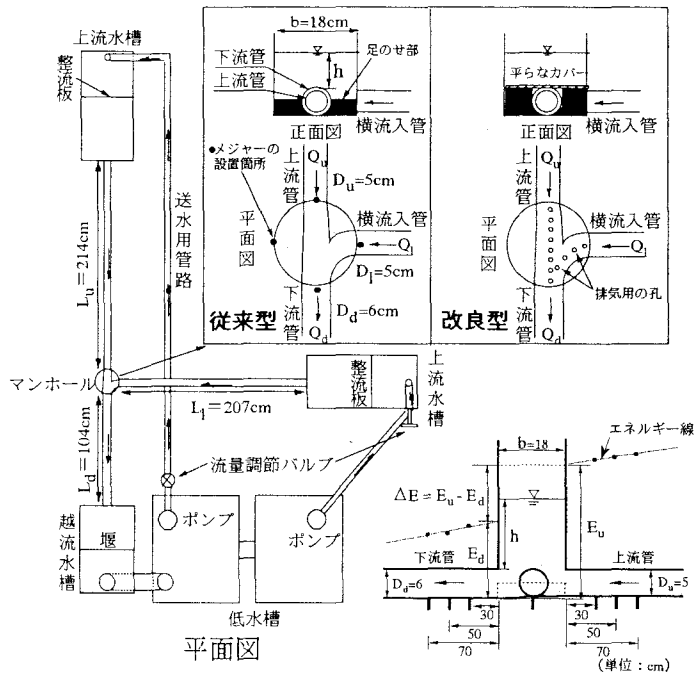


図-1 実験装置の概要

図-2 損失水頭 ΔE の定義

これに速度水頭($V^2/2g$)を加えたものからエネルギー線を計算することにより、マンホール部のエネルギー損失水頭 ΔE を求める(図-2参照)。(1)式によりエネルギー損失係数 K_{E*} を算定する。

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

ここに、 K_{E*} 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。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。

2.4 実験ケース

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

主流方向のエネルギー損失係数 K_{E*} の算定結果を図-3~7に、横流入方向のエネルギー損失係数 $K_{E,l}$ の算定結果を図-8~12に示す。従来型の実験結果については平成14年度に報告済みである¹⁾。横流入管と下流管の流量比 Q_l/Q_d を0から増加させるのに伴い、従来型と改良型の損失係数の差は大きくなっており、横流入量の比率が大きいくほど改良型の効果があることがわかる。これは、従来型では、マンホール底面のインパートの深さが管内径の半分しかないため、横流入管の上半分の流れは、そのまま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。その際、流れの持つ運動エネルギーの一部が失われる。改良型では、インパートに沿った流れとなりマンホール内のスケールの大きな渦や水面変動が発生しないため、従来型よりもスムーズに水が下流管へ流出する。

現在用いられているマンホール底面形状をこれ以上改良することはできないが、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。

参考文献:1) 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 流量 Q の単位: $\times 10^3 \text{cm}^3/\text{s}$

実験番号	従来型					改良型					
	Q_u	Q_l	Q_d	Q_u/Q_d	Q_l/Q_d	実験番号	Q_u	Q_l	Q_d	Q_u/Q_d	Q_l/Q_d
1	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	8	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
2	1.01	0.24	1.25	0.81	0.19	9	1.00	0.26	1.26	0.89	0.21
3	1.00	0.50	1.50	0.67	0.33	10	1.00	0.50	1.50	0.67	0.33
4	1.00	1.01	2.01	0.50	0.50	11	1.00	1.01	2.01	0.50	0.50
5	0.50	1.01	1.51	0.33	0.67	12	0.51	1.00	1.51	0.34	0.66
6	0.25	1.01	1.26	0.20	0.80	13	0.25	1.00	1.25	0.20	0.80
7	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	14	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00

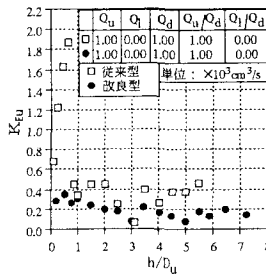


図-3 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.0$)

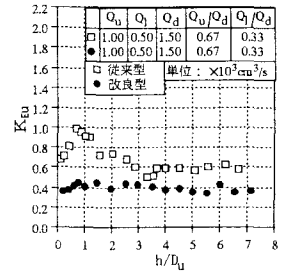


図-4 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.33$)

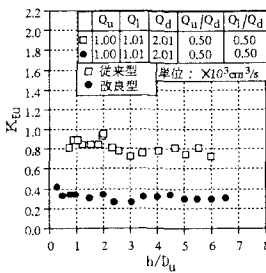


図-5 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.50$)

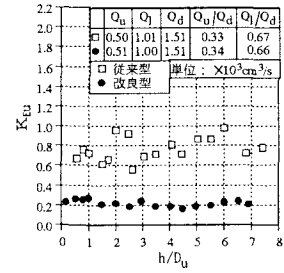


図-6 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.67$)

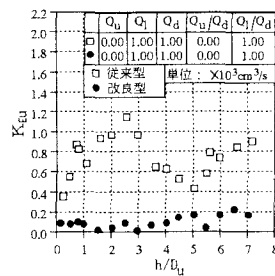


図-7 損失係数 ($Q_l/Q_d=1.0$)

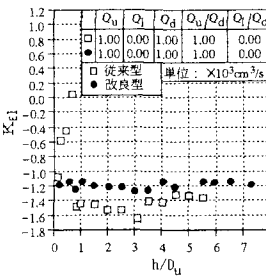


図-8 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.0$)

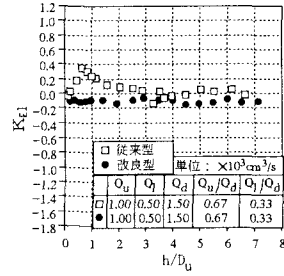


図-9 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.33$)

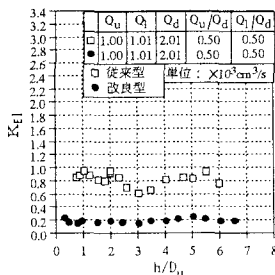


図-10 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.50$)

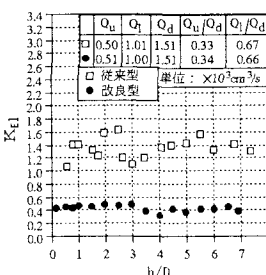


図-11 損失係数 ($Q_l/Q_d=0.67$)

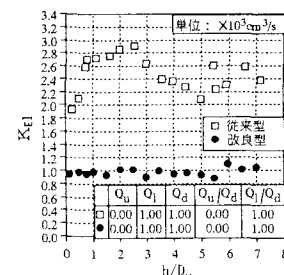


図-12 損失係数 ($Q_l/Q_d=1.0$)