

向い合う 2 本の流入管の両側段差を考慮した 3 方向接合円形落差マンホールのエネルギー損失特性

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○小川 恭佑
東海旅客鉄道 (株) 非会員 山根 匠馬
松江工業高等専門学校 正会員 荒尾 慎司
九州大学名誉教授 名誉会員 楠田 哲也

1. はじめに

近年、日本において多発しているゲリラ豪雨等による洪水時の浸水深、浸水面積や避難経路等の情報を住民に周知させるため、各自治体では洪水ハザードマップの作成・公表が義務付けられている。しかし、内水氾濫を含む洪水ハザードマップ作成時の浸水予測計算においては、重要視すべき雨水管の接合部であるマンホールでの損失が軽視または無視されており、実際の浸水現象を必ずしも的確には予測できていない。2本の流入管の水平面接合角度がいずれも90°の場合(図-1参照)の流入管の落差を考慮した3方向円形落差マンホールのエネルギー損失は未だ十分には明らかにされていない。

そこで本研究では、対向する2本の流入管と流出管との間の水平面接合角度がいずれも90°の場合であり、流入管径 $D_1=D_2=3\text{cm}$ 、流出管径 $D_3=6\text{cm}$ における3方向接合円形落差マンホールを対象に、流入管・流出管の流量、マンホール内の水深及び対向する2本の流入管の段差を種々変化させた実験を行うことで、マンホールでの流入管の両側段差におけるエネルギー損失特性を明らかにする。

2. 実験装置及び実験方法

(1) 実験装置

本研究で用いた実験装置の概要(立体図)を図-2に示す。図-2は対向する2本の流入管の接合角度が $\theta_1=\theta_2=90^\circ$ である。平成24年度の研究¹⁾では管頂接合の場合として $S_1=S_2=3\text{cm}$ を行っている(Type A)。本研究では両側の流入管に段差を設けた場合として表-1に示すように4種の段差を検討対象とした。また、実験装置のサイズは実規模の1/5の大きさとし、マンホール底面には管径の1/2の大きさのインバートを設置している。

(2) 実験方法

実験方法は紙面の都合上、参考文献を参照されたい¹⁾。

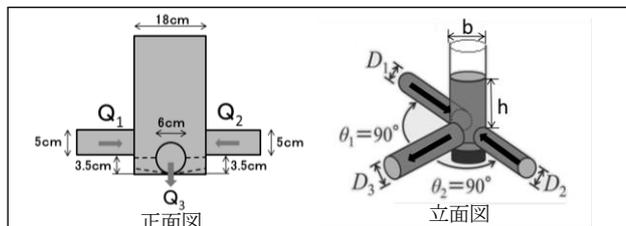


図-1 流入管・流出管とマンホールの接合状態

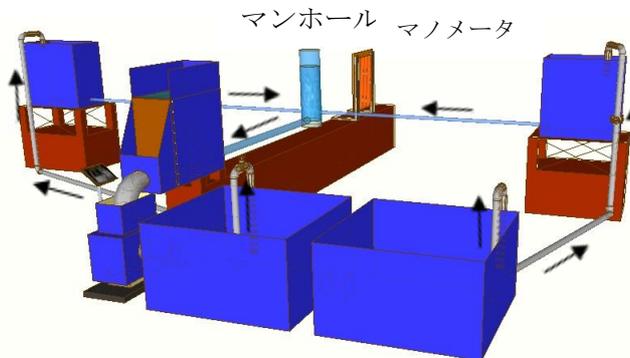


図-2 実験装置の概要(立体図)

3. 実験条件

流入管径を $D_1=D_2=3\text{cm}$ 、流出管径を $D_3=6\text{cm}$ とする。表-1に既往の研究も含めた2本の流入管の各段差(S_1, S_2)、接合角度(θ_1, θ_2)の組み合わせを示す。また、表-2に示すように、流入管1の流量 Q_1 、流入管2の流量 Q_2 を変化させ、流量比 Q_2/Q_3 ($Q_3=Q_1+Q_2$) を9種設定し、各流量比でマンホール内の水深を変化させて実験を行った。

表-1 段差と接合角度

	流入管1 $S_1(\text{cm})$	流入管2 $S_2(\text{cm})$	流入管1 $\theta_1(^{\circ})$	流入管2 $\theta_2(^{\circ})$
Type A	3	3	90	90
Type B	4.5	4.5		
Type C	6	4.5		
Type D	6	6		
Type E	10	10		

表-2 流量比の設定

	$Q_1/[\text{Vs}]$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
$Q_2/[\text{Vs}]$	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q_2/Q_3	0.00	0.20	0.33	0.43	0.50	0.57	0.67	0.80	1.00	

4. 実験結果と考察

流量比 Q_2/Q_3 と 2 本の流入管の両側段差におけるエネルギー損失係数 K_{e1} , K_{e2} との関係について, 図-3 と図-4 に示す.

(1) 流入管 1 に関するエネルギー損失係数 K_{e1}

図-3 に両側段差におけるエネルギー損失係数 K_{e1} の実験結果を示す. 流量比 Q_2/Q_3 が 0~0.50 の間では流入管 1 の流量が流入管 2 の流量よりも大きいと同程度のため, 流入管 1 は流入管 2 からの流入水の影響を受けない. よって損失係数は同程度となる. 流量比 Q_2/Q_3 が 0.67~1 の間では流入管 2 の流量が流入管 1 の流量よりも大きくなるため流入管 1 は流入管 2 からの影響を受ける. Type A においては, 管頂接合であるものの流入管と流出管の間に 3cm の段差が生じているため, インバートの効果は小さくなる. また, Type B にもいえることであるが, 流入管からマンホールへ流入した水は, 下方にはマンホール底面が接近しており, 上向きの流れが卓越し, スケールの大きな渦が発生しやすくなることから, 損失が大きくなったと考えられる. Type D に比べ Type C の損失が小さくなっている. この原因として図-5 に示した流入管同士の被り面積が挙げられる. Type D での被り面積は管の全面積であるが, Type C では流入管 1 と流入管 2 の段差の違いから被り面積は管の半分程度の面積となった. そのため, 流入管 2 からの流入水の流入管 1 への影響は小さくなり損失も小さくなったといえる. Type E においては, Type D と比べ, 流入水がマンホール内から流出するまで 2 倍の時間がかかった. Type E では段差がより大きくなったことによりインバートの効果がより小さくなったためである. これらのことより対向する 2 本の流入管の段差が同じであるとき, 段差の大きさが流出管の管径と等しくなった場合に最もインバートの効果が大きくなると推測される.

(2) 流入管 2 に関するエネルギー損失係数 K_{e2}

両側段差におけるエネルギー損失係数 K_{e2} の実験結果を図-4 に示す. (1)で述べた流入管 1 に関するエネルギー損失係数 K_{e1} の結果とは逆に, 流量比 Q_2/Q_3 が 0.50~1 の間では損失係数の値が同程度となるため段差 S_1 の影響は受けないことが分かる. 流量比 Q_2/Q_3 が 0~0.33 の間では流入管 1 の流量が流入管 2 の流量よりも大きくなるため流入管 2 は流入管 1 からの影響を受け, 損失係数に違いが見られる. 各 Type の損失係数の値とそれぞれの値の大小関係に関しては, (1)のエネルギー損失係数 K_{e1} で述べた現象が起きたためである.

5. まとめ

本研究では, 対向する 2 本の流入管の両側段差を考慮した実験を行うことで, 段差と 2 本の流入管の流量比がマンホールの損失にどのような影響を与えるのかを明らかにした. 今後は, 2 本の流入管と流出管の管径がいずれも異なる場合の検討を行う予定である.

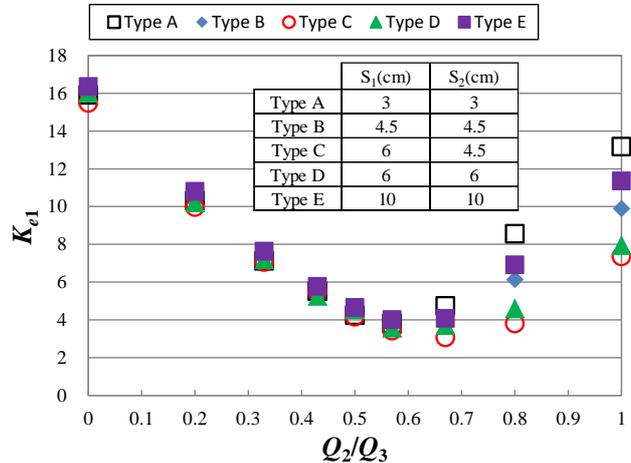


図-3 流入管 1 のエネルギー損失係数 K_{e1}

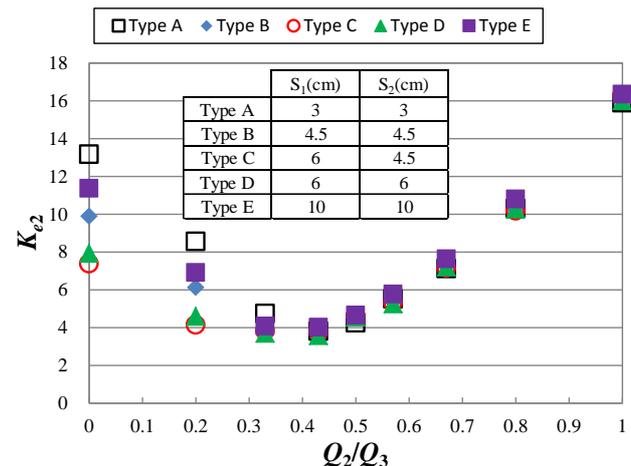


図-4 流入管 2 のエネルギー損失係数 K_{e2}

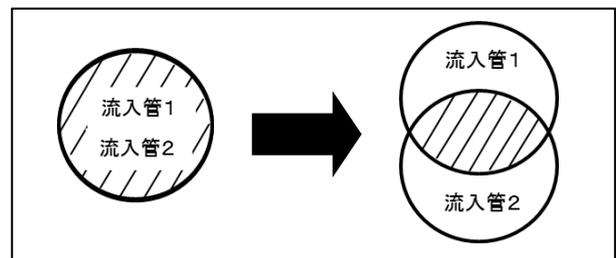


図-5 段差の違いによる 2 本の流入管の重なり

参考文献

1) 荒尾慎司, 平塚俊祐, 楠田哲也: 管水路流れにおける 3 方向接合円形落差マンホールのエネルギー損失の定式化, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.69, No.2, pp.105-122, 2013.