

## II-138 マンホール出口部の形状の違いがエネルギー損失に及ぼす影響

九州共立大学工学部 正会員○荒尾 慎司  
 北九州市役所 正会員 三宅 寿宣  
 九州大学工学部 正会員 楠田 哲也  
 九州大学工学部 学生員 長尾 斉

## 1. はじめに

近年、都市化の進展にともない雨水の地下浸透率が低下し、降水の流出量が増加している。その結果、各地で都市型浸水が起きている。この都市型浸水を防止するためには、雨水管路網の接続部であるマンホール部のエネルギー損失を軽減することがひとつの手法として考えられる。従来、マンホール部のエネルギー損失を軽減する手法についていくつか検討がなされている。例えば、マンホールと上・下流管との接続を管底接合としたときに、管底を管径分だけマンホールの底面より下げる方法<sup>1)</sup>やマンホール出口部の形状を滑らかにする方法<sup>2),3)</sup>等がある。しかし、落差マンホールのようにマンホールの上流管と下流管との段差を考慮したものについて、マンホール部のエネルギー損失の軽減効果を検討した例は見られない。

本研究では、マンホール出口部に異なる2種類の形状(角端型とベルマウス型)を用いることにより、上・下流管の段差をパラメータとして、ベルマウス型の角端型に対するマンホール部でのエネルギー損失の軽減効果を実験的に検討することを目的とする。

## 2. 実験装置および実験方法

## (1) 実験装置の概要

図1に示すように本実験では、マンホール出口部の形状として角端型とベルマウス型の二種を用いた。両ケースとも上・下流管の接合角度は180度(直管流れ)で、上流管径 $D_u=5\text{cm}$ 、マンホール径 $D_m=9\text{cm}$ 、下流管径 $D_d=5\text{cm}$ である。なお、ベルマウスの形状は、一般に1/4長円の形<sup>4)</sup>をとるので、図2のように加工したものをを用いた。

## (2) マンホール部のエネルギー損失の算定法

実験は、図3に示すように、上・下流管にそれぞれ圧力計を3箇所ずつ取り付け管内の圧力水頭を測定し、速度水頭を加えて得られたエネルギー勾配線を上流側、下流側から延長し、それぞれマンホール部の流入端、流出端に達したところでの値の差( $E_1-E_2$ )をマンホール部のエネルギー損失 $\Delta E$ とした。

## (3) エネルギー損失係数の定義

管路内の流れが定常状態でかつ満管流れのときマンホール部でのエネルギー損失を、整理の都合上、下流管の速度水頭を基準として表現することにし、そのときの比例定数である損失係数を $K$ とすると、マンホール部でのエネルギー損失 $\Delta E$ は次式で表される。

$$\Delta E = K \left( v^2 / 2g \right) \cdots \cdots (1)$$

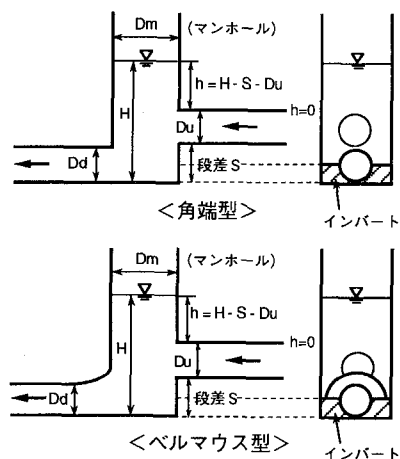


図1 マンホール出口部の形状

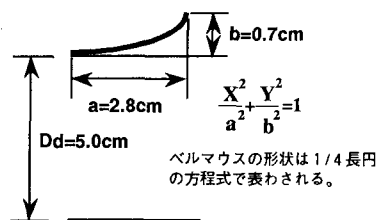


図2 ベルマウスの詳細図

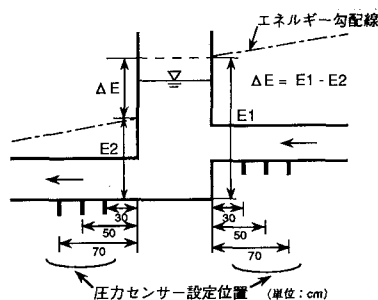


図3 エネルギー損失の算定法

ここに、 $v$ は下流管の断面平均流速、 $g$ は重力加速度である。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 下流管の速度水頭とエネルギー損失との関係

上・下流管の段差比 $S/Dd$  ( $S$ :上・下流管の段差、 $Dd$ :下流管の内径)が1で、上・下流管がともに満管流れ(圧力流れ)のとき、下流管の速度水頭とエネルギー損失の関係を図4に示す。マンホール出口部の形状が角端型、ベルマウス型のいずれの場合にも、下流管の速度水頭とエネルギー損失との関係はほぼ比例関係にある。ただし、下流管の速度水頭が3cm付近では、(1)式で $K$ を一定としたときの関係から外れており、ここでは、マンホール内の渦の発生によりエネルギー損失が増加している。

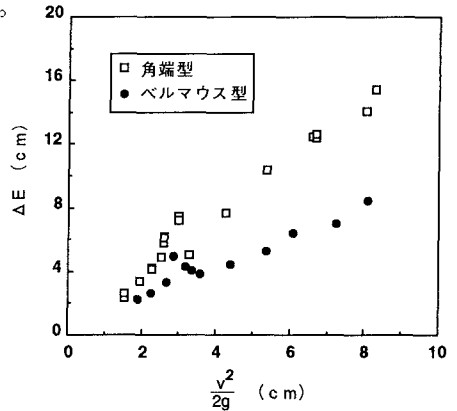


図4 速度水頭とエネルギー損失の関係

#### (2) エネルギー損失の軽減効果

マンホール出口部の形状が角端型とベルマウス型の両ケースにおいて、段差比と損失係数及び損失係数の軽減率の関係を図5に示す。段差比が0から0.5までのところでは、両ケースとも損失係数は段差比の増加に伴い徐々に大きくなっている。これを損失係数の軽減率で見ると、ベルマウス型の方が角端型のものに比べて10～20%程度小さくなっている。段差比が0.5を越えると両ケースのエネルギー損失の増加率に大きな差を生じる。角端型の場合、損失係数の増加率がベルマウス型に比べてかなり大きく、段差比2付近で極大値を示すが、ベルマウス型では、段差比が3付近で極大値を示す。この結果、段差比1付近でマンホール部のエネルギー損失の軽減効果は最大となり、軽減率も40%程度になる。これは、マンホール出口部がベルマウス型の場合、下流管で発生する流れの急拡大によるエネルギー損失を軽減させる効果に加えて、マンホール出口部の面積が角端型のものよりも広がっているため、角端型のものに比べて、上流管からの流入水の持つ運動エネルギーの損失が小さくなるためである。

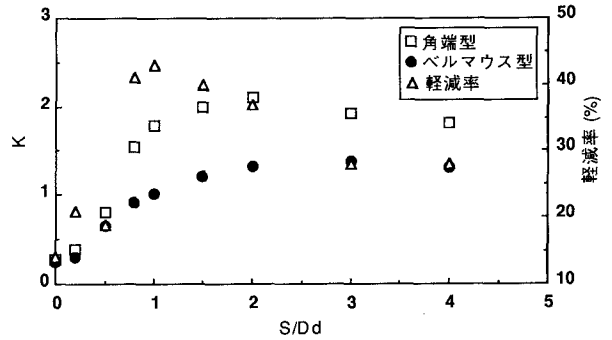


図5 段差比と損失係数および損失係数の軽減率の関係

### 4. おわりに

マンホール出口部の形状を角端型とベルマウス型とで比較した場合、上・下流管の段差が小さいときには、マンホール部でのエネルギー損失の軽減効果は20%以下と小さく、段差が0.8を越えると30～40%程度の軽減効果を期待できることが明らかとなった。最後に、本研究は、平成4、5年度文部省科学研究費・総合研究A(代表者:松尾友矩)の補助を受けた。ここに記して謝意を表します。

#### <参考文献>

- 1) J. Marsalek: Head Losses at Sewer Junction Manholes, J. Hydraulic. Eng. Am. Soc. Civ. Eng. 110(8), pp. 1150～1154, 1984.
- 2) W. M. Sangster et al: Pressure Changes at Open Junctions in Conduit, Trans. Am. Soc. Civ. Eng. 126 Part I, pp. 364～396, 1961.
- 3) B. Mudgal et al: Head Losses in Sewer Manholes, 6th, Int. Conf. on Urban Storm Drainage, pp. 134～139, 1993.
- 4) 水理公式集発電編, 土木学会編