

2 方向接合マンホール部のエネルギー損失特性

—上・下流管の接合角度が135度の場合—

建設技術研究所 正会員○坂本 洋 九州共立大学工学部 正会員 荒尾 慎司
九州共立大学工学部 北郷 道明 同 上 佐藤 悦崇
同 上 花園 正弘 九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

下水道施設の中で雨水管路は浸水防除施設のひとつとして今日まで重要な役割を果たしている。雨水管路はそのほとんどがマンホールで接続されているため、雨水管路網の設計や浸水予測計算等においてはマンホール部のエネルギー損失を把握することが重要な検討課題となっている。マンホール部のエネルギー損失は流量(流速)に加えてマンホール部の構造上の数多くの要因に支配されているため、現在でも十分には解明されていない。著者ら¹⁾²⁾は、これまでに上・下流管の接合角度を180度とした2方向接合円形落差マンホール部のエネルギー損失特性を明かにしてきた。従来の研究では、180度以外の条件で行われているものも数例³⁾見られるが、上・下流管の段差を考慮した例はほとんど見られない。本研究では上・下流管の接合角度を135度とした2方向接合円形落差マンホール部でのエネルギー損失特性について実験的に検討し若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置・方法

実験装置の概要を図-1に示す。実験装置として、管路勾配水平、上流管長(L_u)212cm、下流管長(L_d)105cm、上流管内径(D_u)及び下流管内径(D_d)5cm、マンホール内径(D_m)18cmのものをを用いている。上・下流管の段差(S)は0cm、5cmの2種とした。管路内の流量は下流水槽の底部に取り付けた排水管路からの流出量をバケツにて測定し、それが所定の流量(誤差±2%以内)となるようにバルブにより調節した。マンホール水深(h) (上流管頂の内壁頂部から水面までの距離)を下流水槽内の堰高を調節することにより0cmから30cm程度まで変化させ、実験はすべて圧力流れ下で行った。圧力流れ下でのマンホール部のエネルギー損失水頭 ΔE を次式で定義した。

$$\Delta E = E_1 - E_2 \cdots \cdots (1)$$

ここに、 E_1 と E_2 はマンホール流入端と流出端での全エネルギーである。なお、マンホール流入端・流出端での全エネルギーは、上・下流管でのエネルギー水頭の測定結果をマンホールまで外挿することにより求めた。また、マンホール部のエネルギー損失係数 K を便宜的に次式で算定した。

$$K = \Delta E / (V_d^2 / 2g) \cdots \cdots (2)$$

ここに、 V_d 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・考察

1) エネルギー損失係数 K とマンホール水深比 h/D_u との関係

①段差比 $S/D_u = 0$

段差比 $S/D_u = 0$ でのマンホール部のエネルギー損失係数 K とマンホール水深比 h/D_u との関係を図-2に示す。上・下流管の接合角度が180度では K が急激に増加するときの h/D_u が0.6~1付近にある

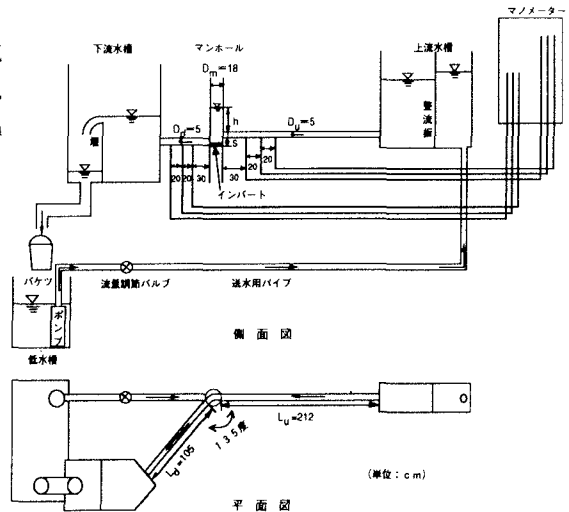


図-1 実験装置

のに対して、135度では1.4～2.5付近にある。いずれの接合角度においてもKが最大となるときの h/D_u は流量の増加とともに大きくなり、Kの最大値は180度では1.3程度、135度では1.7程度となる。また、 h/D_u が3.5を超えて増加すると180度ではKは減少し、135度では流量0.50 l/sを除くと h/D_u に関係なくKはほぼ一定となる。

②段差比 $S/D_u = 1$

段差比 $S/D_u = 1$ でのマンホール部のエネルギー損失係数Kとマンホール水深比 h/D_u との関係を図-3に示す。180度では h/D_u が4以下でKの変化状況が段差比0と類似している。135度では段差比0の場合 h/D_u が2付近でKは極大となるのに対して、段差比1では逆に極小となっている。また、段差比1では流量0.50 l/sを除くと h/D_u が3を超えて増加するにつれて180度ではKはやや増加傾向を示すが、135度では逆にKは減少し180度よりも小さくなる。

2) マンホール内の水表面流況

マンホール内の水表面流況は上・下流管の接合角度、段差比、流量等によってその様子はかなり異なる。180度ではマンホール水位が管頂付近にあるときに水表面付近に流下方向に左右に分離する渦が発生し、Kが最大となるときのマンホール水位付近では単一方向回転渦が発生することが多い(図-4参照)。一方135度ではマンホール水位が低い場合にマンホールを上から見て反時計周りの単一方向回転渦が発生する。いずれの接合角度においても水表面にスケールの大きな渦が発生するときにマンホール部のエネルギー損失が大きくなる傾向にある。

4. おわりに

上・下流管の接合角度を135度とした2方向接合円形マンホールにおいて上・下流管の段差を2種変化させた結果、段差の違いがマンホール部のエネルギー損失に与える影響は180度に比べて小さく、マンホール水深を変化させたときのエネルギー損失係数Kの変化状況は接合角度の違いによってかなり異なることが明らかとなった。

<参考文献>

1)荒尾ら：マンホール部のエネルギー損失特性(圧力流れ)，土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第2部(A)，pp.310-311，1995。2)荒尾ら：2方向接合落差マンホール部のエネルギー損失特性—上・下流管径が異なる場合—，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集，pp.286-287，1996。3)楠田ら：2方向接合マンホール部のエネルギー損失特性—レビューと課題—，下水道協会誌，Vol. 33，No.396，pp.75-86，1996。

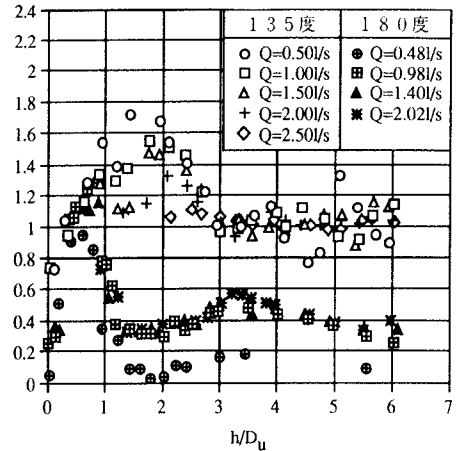


図-2 エネルギー損失係数Kの比較
($S/D_u = 0$)

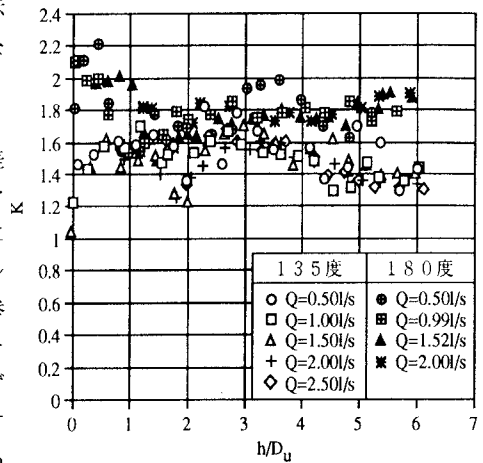


図-3 エネルギー損失係数Kの比較
($S/D_u = 1$)

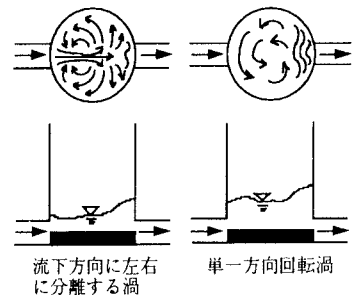


図-4 マンホール内の水表面付近に発生する渦