

90度接合マンホール構造の改善に関する実験的研究（第2報）

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 正会員 瀧田 康雄 九州大学大学院 フェロー 楠田 哲也

1. はじめに

下水道施設の中で浸水防除を目的として設置されている雨水管路はそのほとんどがマンホールで接合されている。このマンホールの主な設置目的は管路の維持管理（清掃、点検、採水、換気等）にある。我が国で設置されているマンホールの底面には、上流管からマンホールへ流入した雨水がマンホール内をスムーズに流下できるように管内径の1/2の深さを有するインバートが設けられている。降雨強度が小さく流入雨水がインバートに沿って流下する場合（開水路流れ）にはインバート壁面の摩擦損失は管路の摩擦損失に比べて無視できるほど小さい。しかし、豪雨時には、雨水管路は管路流れとなり、上流管からの流入水がマンホール下流壁へ衝突したり、マンホール内でロート状の渦や激しい水面変動等が発生することがあるので、マンホールで発生するエネルギー損失は無視できないほど大きくなる。そのため、マンホールの上・下流での水位差が大きくなり、上流側の動水勾配線は押し上げられることになる。特に上・下流管の水平面接合角度を90度としたマンホールでは損失が非常に大きいので、マンホール構造を改善すれば、従来のものよりも浸水被害をかなり軽減できるのではないかと考えられる。昨年度、インバートの位置をマンホール側壁に沿って配置したマンホール形状を提案し、マンホール損失がかなり小さくなることを実験的に確認した¹⁾。しかし、このマンホール形状では既設マンホールをそのまま利用することができない。そこで、本報では現在用いられている90度接合マンホールの底面に簡単な工夫をこらしたものを考案し、エネルギー損失の軽減効果について報告する。

2. マンホール形状

図-1は本検討で用いたマンホールと接合管路の模型で、縮尺は実物（内径90cmの1号マンホール（円形）と内径25cmの接合管路（円形））の1/5である。図-1のType AとType AA（Type Aにおいて上・下流管の段差 S を2.5cmとしたもの）は我が国で一般的に用いられている管内径の1/2の深さのインバートを有するマンホール構造を簡単にモデル化したものである。Type Bは前述したように昨年度提案したものである。Type CとType CCはそれぞれType AとType AAをそのまま利用する目的で今回新規に作成したもので、インバートの深さを深くし、さらに、上流管からの流入水の大部分がインバートに沿ってマンホールから流出するように足のせ部上に平たいカバーを設置したものである。このカバーには、排気とマンホール内での雨水貯留のための直径7mmの孔を設けている。実際の管路内の流れが非定常流れであることを考慮すると、管路内に閉じ込められた空気を排除するにはこの孔の大きさでは十分でないと思われ、今後の検討課題である²⁾。

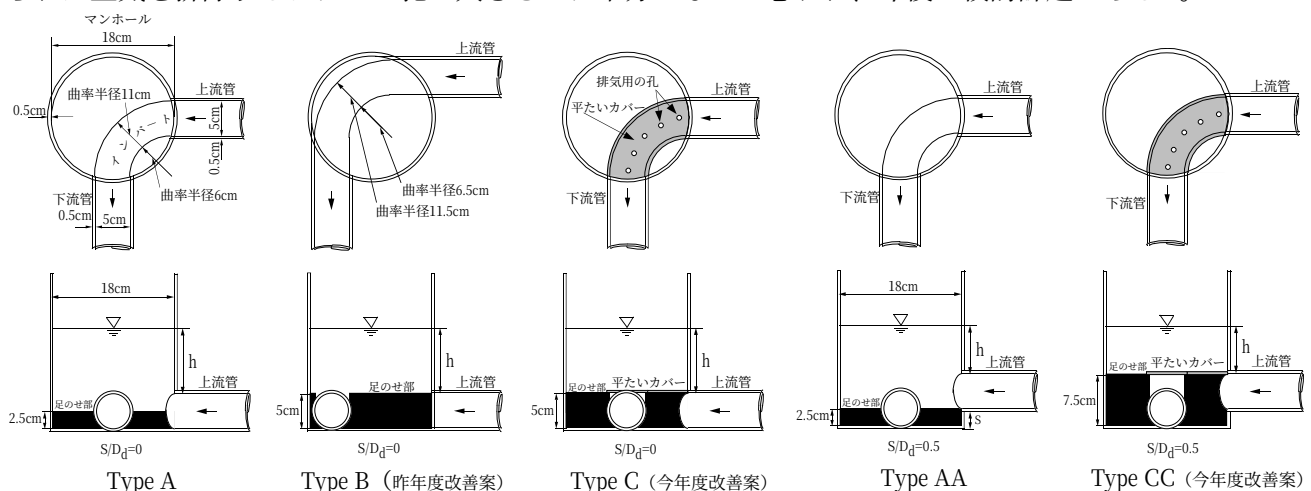


図-1 管路の接合状況とマンホール底面形状

キーワード：雨水排除、下水道、雨水管路、マンホール、エネルギー損失軽減

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

3. マンホールのエネルギー損失係数 K の算定方法

マンホールのエネルギー損失係数 K の算定方法は以下の通りである。マンホールの上・下流管にそれぞれ3箇所ずつ取り付けたマノメータ（上・下流管ともにマンホール壁から 30、50、70cm の位置に設置）によって管内のピエゾ水頭を測定し、その測定値に速度水頭を加えたものからエネルギー線を計算し、それぞれのエネルギー線を上流側及び下流側へ延長したものがマンホール下流壁及び上流壁に交差するところの損失水頭の差をマンホールのエネルギー損失水頭 ΔE と定義している。また、(1) 式によりエネルギー損失係数 K を算定した。

$$K = \Delta E / (V_d^2 / 2g) \quad (1)$$

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。

4. 実験結果と考察

図-2と4に実験結果を示す。なお、図中の段差比 S/D_d は段差 S を D_d （下流管内径 5 cm）で除したものの、横軸の h/D_u （ h ：上流管内壁頂部から水面までの距離、 D_u ：上流管内径 5 cm）はマンホール内の水深比を表している。図-2に示すように Type C（図-1 参照）では、 $Q = 0.5\text{l/s}$ を除く他の流量のときマンホール部のエネルギー損失係数 K はマンホール水深によらずほぼ一定で、その値は 0.4～0.5 程度となり、Type A に比べて損失係数は 0.6～1.3 程度減少する。実際には豪雨時にマンホールから溢水するか否かという地表面付近の水位が非常に重要である。マンホール水深比 h/D_u が 3 から 6 付近でも損失係数は Type A に比べて 0.7～0.9 程度減少しており、Type C での損失係数の減少効果は非常に大きいことがわかる。マンホール水位が比較的高いときを想定して、Type C での損失係数が Type A よりも 0.8 減少すると仮定した場合の管内流速とマンホールでの損失水頭の低下量を図-3に示す。例えば、管路内の平均流速が 3 m/s になったとすると、Type C では Type A よりもマンホールでの損失水頭は約 37cm 減少する。マンホール 5 個でこの改善を実施すると約 185cm も損失水頭が減少することになり、これは管路の埋設深さに相当する。段差比 S/D_d を 0.5 にした Type CC（図-1、図-4 参照）では、 $Q = 0.5\text{l/s}$ を除けば Type AA よりも損失係数は 0.2～0.8 程度減少する。この場合、段差比 S/D_d が 0 のとき（図-2 参照）よりも損失係数の減少効果はかなり小さくなるが、この原因は、Type CC では段差を有するため（図-1 参照）、上流管からの流入水の一部がマンホール出口壁面へ衝突し、そのときの損失が大きくなるからである。これを改善するには、足のせ部に勾配をつける等の工夫も考えられる。

5. おわりに

マンホール Type C や Type CC を採用する際の今後の課題として、インバート上のカバーに設けた排気用の孔の大きさや位置の検討、カバーが水圧や圧縮された空気では飛ばないような工夫等が挙げられる。

<参考文献> 1) 荒尾ら：2 方向接合円形落差マンホール部の構造改善に関する実験的研究，環境工学研究論文集，Vol.36，pp.353-360，1999． 2) 誰でもわかる下水道マンホール安全対策，下水道マンホール安全対策研究会，大成出版社，2000．

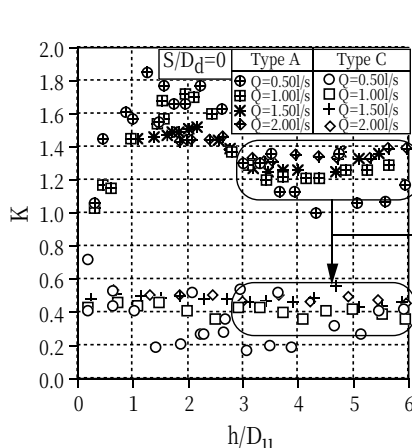


図-2 K と h/D_u の関係 ($S/D_d = 0$)

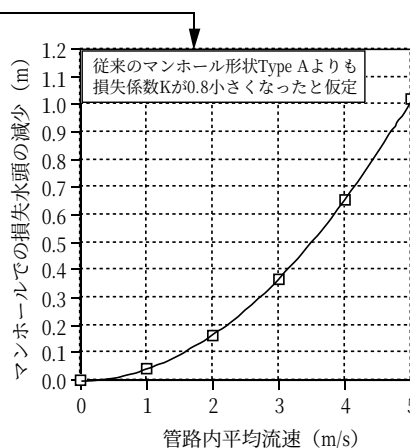


図-3 Type C における損失水頭の減少

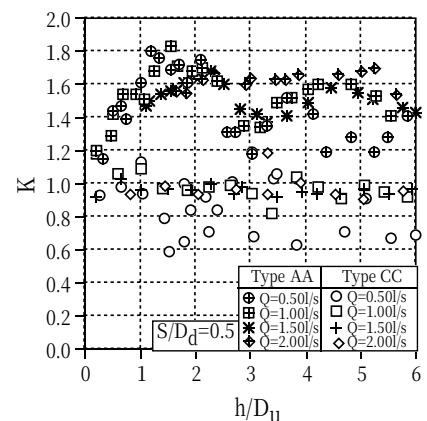


図-4 K と h/D_u の関係 ($S/D_d = 0.5$)