

マンホール構造の改善に関する実験的研究

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 中曾 貴之
 同 上 長谷川 泰史 同 上 田島 将史
 九州大学工学部 フェロー 楠田 哲也

1. はじめに

浸水防除を目的として道路下に敷設されている雨水管路はそのほとんどがマンホールにより接合されており、マンホールへの流入管とマンホールからの流出管の水平面接合角度には種々のものが現われる。日本では、一般的にこの接合角度として180度(直管)～90度(曲管)のものが用いられている。また、地表勾配の急な道路下においては、管路内の流速が設計基準を超えないように流入・流出管の間に段差を設け、管勾配を緩くするような配慮がなされている。段差がない管底接合の場合、流入・流出管の接合角度が小さくなるにつれてマンホール部のエネルギー損失が大きくなることはよく知られている。著者らは、これまでに浸水防除の一手法として流入・流出管の接合角度を180度とした2方向接合円形落差マンホール部においてマンホール部のエネルギー損失を軽減させるための構造改善案を提案してきた¹⁾。排水区域の上流側に設置されている雨水管路においては管長が数十m程度と比較的短いものが多用されているので、流入・流出管の接合角度を90度としたマンホール部のエネルギー損失は管路の摩擦損失に匹敵するほど大きくなる。本研究では、90度接合マンホール部においてマンホール底面のインパートをマンホール側壁に沿って配置した新しいマンホール構造を提案し、マンホール部でのエネルギー損失の軽減効果について検討を加える。

2. 実験装置とマンホール形状

ここでは設計基準で定められている内径90cmの1号マンホール(円形)と内径25cmの接合管路(円形)を検討対象とする。なお、内径120cmの2号マンホールと内径35cmの接合管路においても、マンホール径比(マンホール径/管径)がやや異なるだけなので、後述する実験結果を利用することができる。実験装置の概要は図-1(90度)に示す通りで、実物(1号マンホール)の1/5の模型である。図-2は、管路の接合状況とマンホールの底面形状(平面図(上)、側面図(下))を示している。図-2のType A(従来型90度)は、一般的に現場で用いられてい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(新型90度)はType Aのインパートをマンホール側壁に沿って配置したものである。この改善により、上流管からの流入水は、Type A よりもかなりスムーズにマンホール出口から流出すると考えられる。Type C(新型90度の改良型)はType Bの足のせ部の高さを下流管の管頂付近まで高くし、より以上にマンホール部のエネルギー損失を軽減させる目的で作成したものである。なお、本研究では流入・流出管の段差 S を3種変化させている。

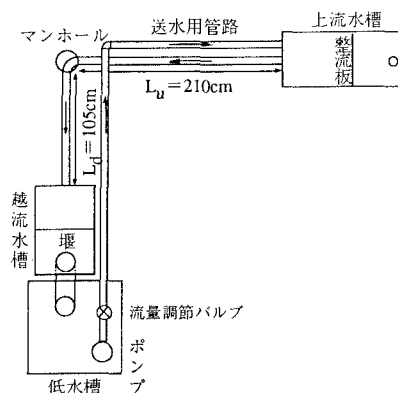


図-1 実験装置の概要(平面図)

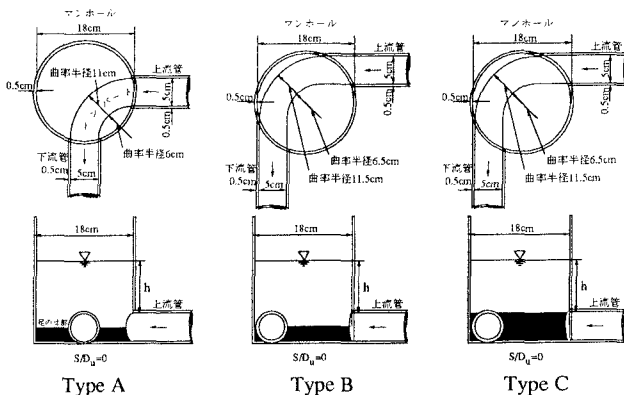


図-2 管路の接合状況とマンホール底面形状

3. マンホール部のエネルギー損失係数

マンホール部のエネルギー損失の算定方法は以下の通りである。上・下流管にそれぞれ3箇所ずつ取り付け付けたマノメーター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。また、(1)式によりエネルギー損失係数 K を算定する。詳細は文献1)を参照されたい。

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

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

(1) Type A (従来型 90度) と Type B (新型 90度) の比較

段差比 S/D_u (D_u : 上流管径) が0と0.5のときのType AとType Bの実験結果の比較をそれぞれ図-3と4に示す。なお、横軸の h/D_u はマンホール水深比 (h : 上流管内壁頂部から水面までの距離) を表している。いずれの段差比でも、Type Bの方がType Aよりもエネルギー損失係数 K は0.1~0.8程度小さくなっており、明らかにインバートの改善効果が認められる。Type Bでは、いずれのマンホール水深でもロート状あるいはそれに近いスケールの大きな反時計回りの渦が発生し、流量が多いほど渦のスケールは大きくなる傾向にある。これは、上流管からの流入水がインバート及びマンホール壁に沿ってマンホール内を流下するためである。また、この渦は単一方向に回転する単純な渦であるため、マンホール出口まで到達する平均的な流下距離はより複雑な流れを呈するType A

よりも短くなっているのではないかと推測される。したがって、この渦は損失係数を大きくするのではなく、逆に上流管からの流入水を下流管へ流出しやすくしているものと思われる。

(2) Type B (新型 90度) と Type C (新型 90度の改良型) の比較

Type BとType Cの実験結果の比較を図-5~8に示す。段差比が0 (図-5参照) では、足のせ部を高くしているType Cの方がエネルギー損失は若干小さくなっている。しかし、段差比0.5 (図-6参照) では、ほとんど両者の差は認められない。図-7と8は、同一流量下で損失係数とマンホール水深比との関係をよりわかりやすく示したものである。Type Cの方が、マンホール水深の影響を受けにくいことがわかる。

<参考文献> 1) 荒尾ら: エネルギー損失の軽減を目的としたマンホール構造の改善に関する実験的研究, 環境工学研究論文集, Vol.34, pp.259-266, 1997.

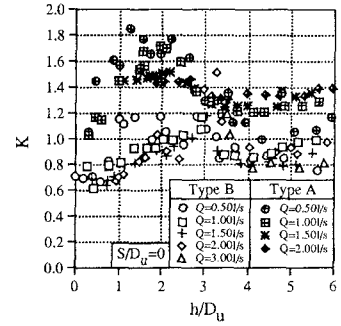


図-3 K と h/D_u の関係
($S/D_u = 0$)

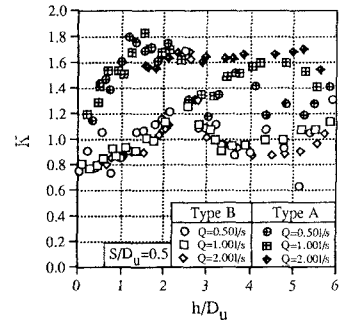


図-4 K と h/D_u の関係
($S/D_u = 0.5$)

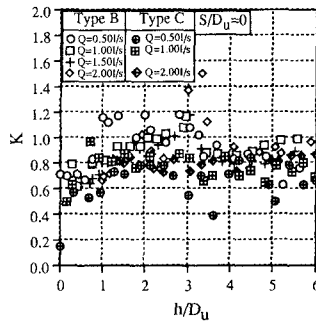


図-5 K と h/D_u の関係
($S/D_u = 0$)

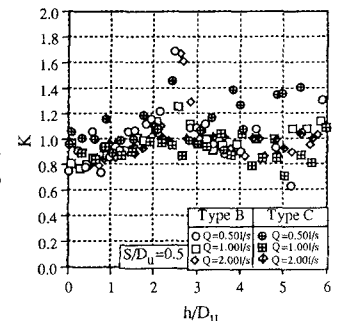


図-6 K と h/D_u の関係
($S/D_u = 0.5$)

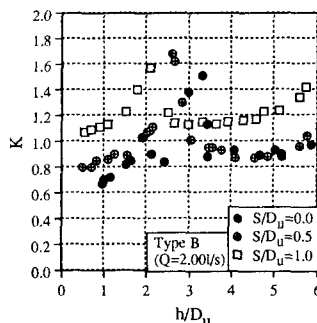


図-7 K と h/D_u の関係
($Q = 2.00$ l/s, Type B)

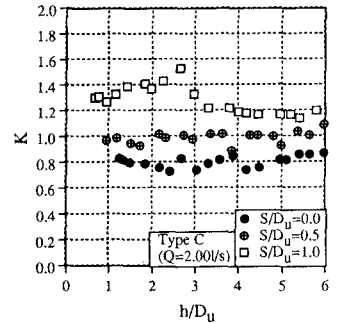


図-8 K と h/D_u の関係
($Q = 2.00$ l/s, Type C)