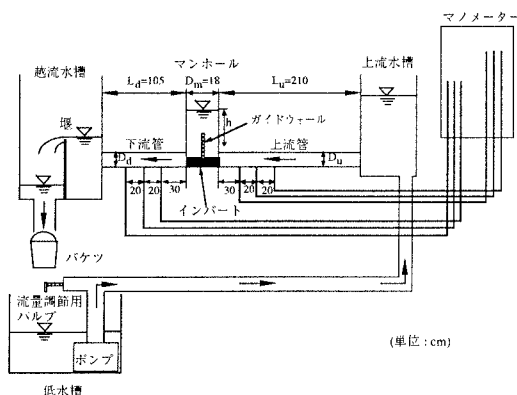


1. はじめに

日本では海岸近くの低平地に多くの都市が発達しており、人口や資産が集中しているため、都市部で浸水が発生すると都市機能はマヒし浸水被害も甚大になる。これは、流域に降った雨水をなるべく速やかに域外へ流出させるようなシステムに原因があることはよく知られている。下水道施設の中の雨水管路は浸水防除施設のひとつとして今日まで整備されてきているが、既に利用されている施設だけでは今後予想される地球環境の変化には十分に対応できない状況にある。このような状況から多額の建設費用を投入し、新たな浸水防除施設を建設する試みが種々なされているが、既設管路をそのまま生かし、資産の少ない上流域で意図的に溢水させ、そこである程度滞水させることにより下流域の浸水深を低下させ対象流域全体の被害額を軽減させるような方法も考えられる。そのためには、雨水管路の接合部であるマンホールのエネルギー損失を増加させることも取り得る手段のひとつである。そこで、本研究では、その手始めとして管路流れ下でマンホールのエネルギー損失を増加させる目的でシンプルでかつ取り付けが容易な構造物をマンホール内に設置し、その構造物の配置状況がマンホール部のエネルギー損失に与える影響を実験的に比較検討する。

2. 実験装置とマンホール形状

本研究で用いた実験装置の概要を図-1に示す。実験装置として、上流管長 $L_u=210\text{cm}$ 、下流管長 $L_d=105\text{cm}$ 、管勾配を水平としたものを用いる。また、上流管内径 D_u 、下流管内径 D_d はともに 5cm 、マンホール内径 D_m は 18cm とする。本実験で用いたマンホールと管路は、一般的に流域の上流側に設置されている内径 90cm の1号マンホールと内径 25cm の接合管路の1/5の縮小模型である。マンホール内にはエネルギー損失を増加させるためにインバートの足のせ部上に高さ 10cm のガイドウォール(図-1、2参照)を設置している。



図一 1 実験装置の概要

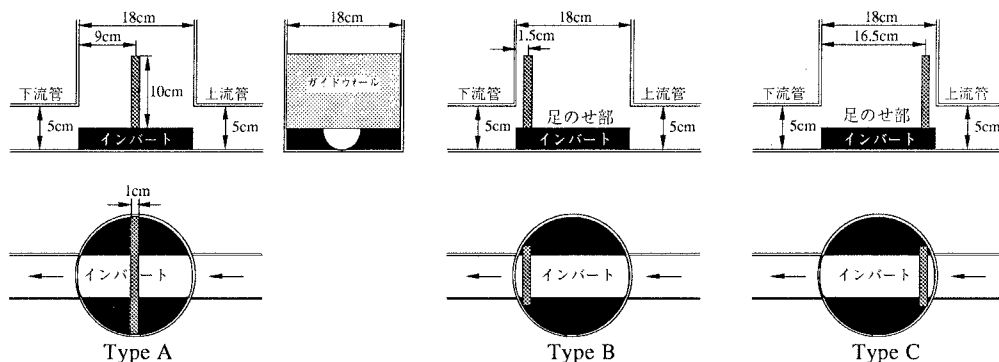


図-2 ガイドウォールの設置箇所

キーワード：雨水排除、下水道、雨水管路、マンホール、エネルギー損失増加

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8、TEL 093-693-3223、FAX093-603-8186

3. マンホール水深とエネルギー損失係数の算定

マンホール水深 h (上流管内壁頂部から水面までの距離) はマンホールの上・下流壁及び中央部側壁に取り付けたメジャーにより測定し、それらの平均値を測定値とした。図-3に示すように上・下流管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付けたいマンノメーターによって管内のピエゾ水頭を測定し、その測定値と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、(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。なお、本実験で図-3 マンホールのエネルギー損失の算定は流量 Q を 0.50 l/s、1.00 l/s、2.00 l/s の3種変化させている。

4. 実験結果と考察

Type A ～ C と従来型 (ガイドウォールなし) の損失係数を比較したものをそれぞれ図-4～6に示す。 $Q=0.50$ l/s のとき、Type A ではマンホール水深比 h/D_u が 0.8 付近でエネルギー損失係数 K は最大4程度となり、これよりも水深が増加すると急激に損失係数は減少し、 h/D_u が 2 付近を超えると損失係数は 1.2～1.4 程度とほぼ一定値になる。他の流量でも同じ傾向を示している。この結果より Type A の損失係数は従来型に比べて 3～10 倍程度増加することがわかる。Type B では $Q=0.50$ l/s で下流管末端部を自由放流とした場合にマンホール水深比 h/D_u が負の値になっているのは、下流管が開水路流れになっているためである。 $Q=1.00$ l/s のとき h/D_u が 1 よりやや小さいところで損失係数は最大 7.7 となった。このとき、Type B の損失係数は従来型の約 6 倍にも増大している。損失係数が最大となる時の水深は Type A や従来型とほぼ同じであり、ガイドウォールの有無に関わらずこのような結果になったのは、非常に興味深いことである。また、Type B でも h/D_u が 1.8 を越えると水深が変化しても損失係数はそれほど大きくは変化しておらず、その値は 2.0～2.5 程度となる。この範囲の水深では Type B は従来型に比べ、損失係数は 4～20 倍程度増大しており、Type A よりも効果的であることがわかる。Type C はガイドウォールの設置箇所が Type B とは異なるので Type B の損失特性とは多少違う結果になると予想していたが、いずれの形状でもほぼ同じ結果となった。また、Type C では上流側にガイドウォールを設置しているため、流量が多くマンホール水位が低い場合、上流管からの流入水がガイドウォールに衝突した後、マンホール上流壁直下で噴水状態になることもあった。したがって、Type C は豪雨に至らない場合でもマンホールから溢水する可能性を有している。以上のことより、本検討の範囲内では Type B が最も適当なマンホール形状と考えられる。

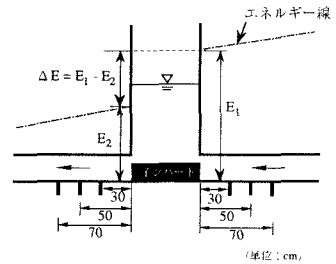


図-3 マンホールのエネルギー損失の算定

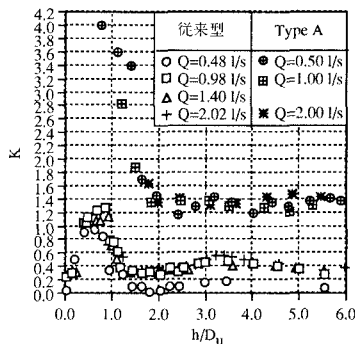


図-4 K と h/D_u の関係
(従来型と Type A)

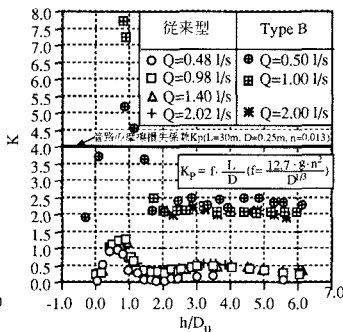


図-5 K と h/D_u の関係
(従来型と Type B)

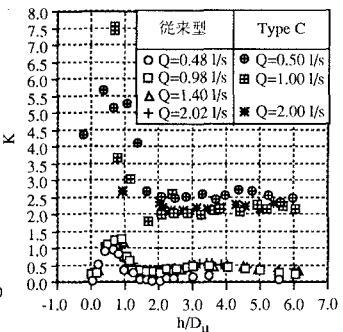


図-6 K と h/D_u の関係
(従来型と Type C)

5. おわりに

マンホール内に適当なガイドウォールを設置すれば、損失係数はかなり大きくなることがわかった。しかし、マンホール水位が低いときにマンホール損失が管路の摩擦損失を大きく越えるようなこともあるため、少降雨時での溢水を防ぐためには、このような流況下で上流管からの流入水をスムーズに流下させる工夫が必要である。