

エネルギー損失の軽減を目的としたマンホール構造の検討

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 荒木 良一

九州共立大学工学部 大利 博昭

九州共立大学工学部 正会員 栗谷 陽一

九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

雨水管路の設計流量を超える降水が発生する場合や管路最下流端吐き口の水位が放流先河川・海等の影響で堰上げられるような場合には、雨水管路の流れは圧力流れとなり、管路間の接合部であるマンホールでは水表面渦の発生や水面変動の影響でマンホールでのエネルギー損失が管路の摩擦損失に比べて無視しえないほど大きくなることがある。このことが結果としてマンホール水位の上昇をもたらし、市街地での浸水発生原因のひとつとなっている。そこで、本研究では、マンホールの出口形状と底面形状を改良することにより、マンホールでのエネルギー損失の軽減効果を実験的に明らかにし、浸水防除の一手法となりうるか検討した。

2. 実験装置

本研究で用いた実験装置の全体図を図-1に示す。上流管と下流管の水平方向の接合角度を180度、管勾配を水平とした。上流管径 D_u 、下流管径 D_d はともに5cm、マンホール径 D_m は9cm、上・下流管の段差 S は0cmと2.5cmの2種類である。本実験で用いた2種類のマンホール部の概要を図-2（マンホール出口形状を角端型としたもの）と図-3（マンホール出口形状をベルマウス型としたもの）に示す。また、図-3はマンホール出口形状の改良に加えて、段差が小さいときに上流管からの流入水が側壁方向へ広がるのを抑制することによりエネルギー損失を軽減させる目的で、インバートの天端を管頂付近まで高くしたものである。

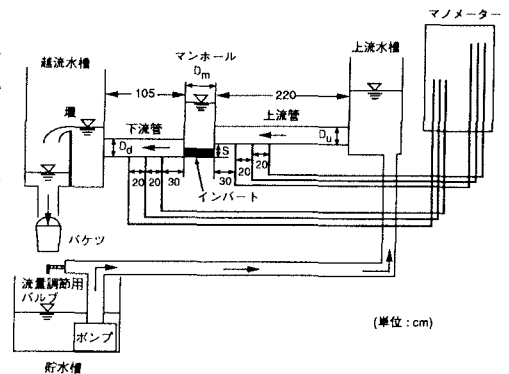


図-1 実験装置の概要

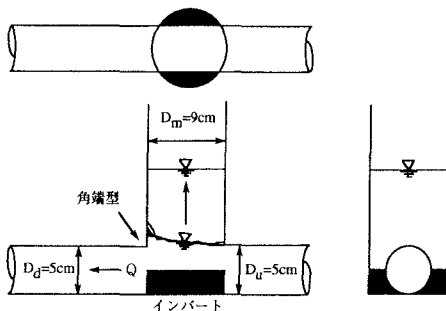


図-2 マンホール出口形状角端型

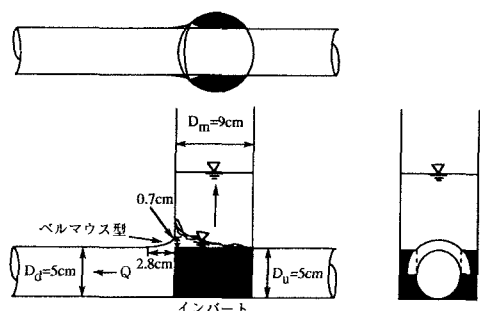


図-3 マンホール出口形状ベルマウス型
(インバート改良型)

3. 実験方法

流量調節バルブにより管路内の流量を一定にし、管路内の流れが圧力流れになるように下流管末端部の越流水槽内で堰高を調節した。管路内の流量計測はバケツへの流入量を測定時間で割ることにより行ない、流量規模に応じて流量測定回数を4回から10回に設定し、それらの平均値を流量測定値として採用した。マンホール内の水面から上流管頂（内径）までの深さをマンホール水深とし、それをマンホールの上・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、それらの平均値をマンホール水深 h とした。また、上・下流管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付けたマンノメーターによって管内の圧力水頭を測定し、その測定値と速度水頭 ($V_d^2/2g$) を加えたものからエネルギー勾配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。

4. 実験結果と考察

上・下流管の段差比 (S/D_u) が0のときの実験結果を図-4に示す。流量が1.0 l/sのとき、マンホール出口形状がいずれの場合でも損失係数の最大値はほぼ同じである。 h/D_u が0.4以下ではベルマウス型の方が損失係数が大きくなることもある。 h/D_u が0.6から2.5付近までは損失係数の軽減率は10%から30%程度である。 h/D_u が3を超えると30%から40%程度の軽減効果がある。また、流量が2.0 l/sでは、いずれの水深においても損失係数の軽減率は20%から40%程度である。

段差比が0.5のときの実験結果を図-5に示す。流量が0.5 l/sのときに損失係数の軽減効果は最も大きくなり、軽減率は60%から90%程度である。中でも特に、 h/D_u が1より小さいときに軽減効果が大きい。他の流量においても50%から60%程度の軽減効果がある。

以上より、出口形状がベルマウス型で、しかもインバートを改良したマンホールでは、段差比0.5のときにエネルギー損失係数はかなり減少することが明らかとなった。

5. おわりに

マンホール出口形状をベルマウス型とし、インバートを改良した結果、上・下流管の段差比が0.5の場合には、いずれの流量においてもマンホールのエネルギー損失係数を最低でも50%程度減少させることが可能で、浸水防除の一手法になりうる事が示された。今後は、マンホール径を18cmとした場合について検討する予定である。

〈参考文献〉

- 1) 荒尾ら：マンホール出口部の形状の違いがエネルギー損失に与える影響，第49回土木学会年次学術講演会，pp.276-277，1994。
- 2) Lindvall, G.: Head Losses at Surcharged Manholes with a Main Pipe and a 90° Lateral. Proc. 3rd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, pp.137-146, 1984.

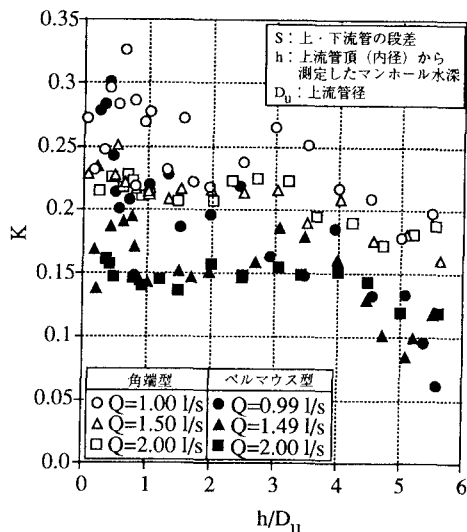


図-4 Kと h/D_u の関係 ($S/D_u=0$)

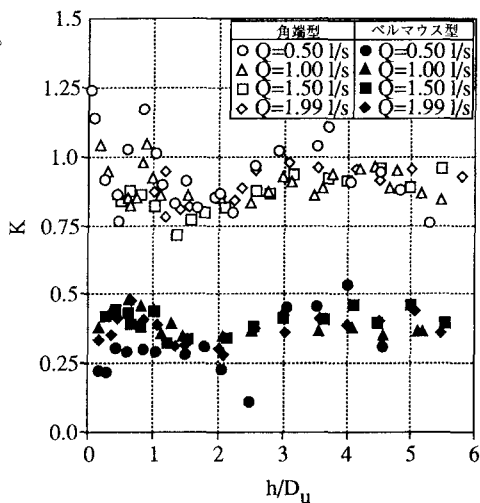


図-5 Kと h/D_u の関係 ($S/D_u=0.5$)