

横引き管の排水機能に対するマンホール形状の影響

Effect of manhole shape on drainage ability for connected pipes

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一
日本大学理工学部土木工学科 学生会員 ○石塚公隆

表1 実験条件

流量 Q (ℓ/s)	相対水深 ($h_u-D/2-S$)/ D	L/D (-)	管路勾配 i (-)	D/B (-)	t/d (-)
7.48-16.5	1.39-3.48	19.4	0	0.258	0
6.38-18.3	1.22-4.18	20.4	0	0.258	0
6.27-16.2	1.08-4.01	19.4	0	0.258	0.205
6.77-16.6	0.879-3.85	19.4	0	0.258	0.513
6.44-18.5	1.03-4.85	19.4	0	0.258	0.692

1. まえがき

近年、市街地内を中心にゲリラ豪雨による内水氾濫が各地で多発している。内水氾濫は下水道の設計流量を超過することで発生するが、氾濫時の雨水桝内の水の挙動は解明されていない。雨水桝内の流れ方を把握し排水機能の向上に繋げることは喫緊の課題である。本研究室で遮蔽版に横引き管を接続した場合の排水実験を行ったことがある。その結果、排水が最も期待できる相対管路長さ L/D および管路勾配 i を明らかにした^{1),2)}。ただし、遮蔽版によりせき止めた状態での排水実験であるため、マンホールによって形成される落下流およびマンホール形状による排水機能へ与える影響は不明である。本研究では、マンホール模型に横引き管を接続した場合の排水実験を行い、マンホール模型を設置したことによる排水機能に与える影響について流量係数 C_d より検討した。また、横引き管の突き出し長さによる排水能力の影響を実験的に検討した。

2. 実験方法

実験では水路幅 0.40m、水路高さ 0.60m、水路長さ 18m を有する長方形断面水平水路に、写真1に示されるように、遮蔽版、マンホール模型、管路を設置し表1に示す実験条件のもと実験を行った。マンホール模型については、厚さ 5mm、内径 0.39m、高さ 0.50m の透明塩ビで作成した半割の模型を組み合わせて実験に用いた。なお、マンホール内の水深を測定するため、内径 10mm のビニールチューブを用いてピエゾ水頭を測定した。また、マンホール内の流速および圧力を測定するため、電磁流速計およびピトー管を用いた。ただし、採取間隔はそれぞれ 120sec である。表に示す B は水路幅である。

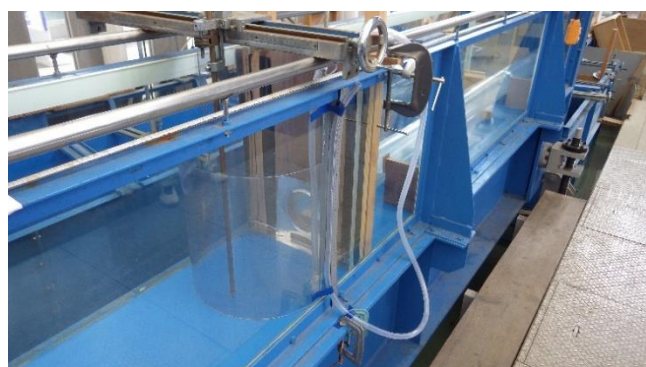


写真1 模型設置の状態

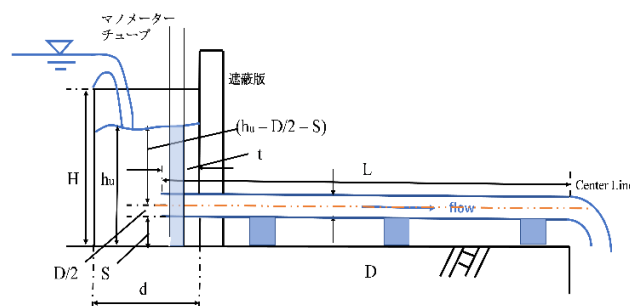


図1 マンホールおよび横引き管の概要図

3. 流況の説明

マンホール内の相対水深 $(h_u-D/2-S)/D$ が小さい場合、写真2に示すように、落下流がマンホール内の水に流れ込むことで気泡混入流れが生じる。相対水深 $(h_u-D/2-S)/D$ が大きくなるにつれ、落差が小さくなるため気泡の量が減少する。また、マンホール内の水深がマンホール上縁より高くなると、越流した流れが水面に沿うようになり気泡が生じにくくなる。

4. 流量係数に対するマンホール形状の影響

図2は与えられた管路勾配 i 、相対管路長さ L/D 、相対突き出し長さ t/d に対して、相対水深 $(h_u-D/2-S)/D$ による流入口での流量係数 C_d の変化を示す。流量係



写真2 $(h_u-D/2-S)/D=1.7, L/D=19.4, i=0, t/d=0$ でのマンホールおよび横引き管内の流況

キーワード マンホール形状、排水能力、流量係数、圧力分布、下水水理

連絡先 東京都千代田区神田駿河台 1-8 TEL.03-3529-0409 E-mail: yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

数は Toriccelli の定理を用いて算定している。茶色のプロットは鉛直面を有する遮蔽版に横引き管を接続した場合を示し、同一の相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ に対して流量係数が最も大きくなる場合を対象にプロットされている³⁾。

相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ が小さい場合、相対突き出し長さ t/d により横引き管への気泡混入流れの流入量が異なり、流量係数 C_d の大きさが変化する。相対突き出し長さ t/d が大きい 0.513, 0.692 の場合、突き出し部へ落下流がぶつかることで、引き込む気泡の量が少なくなり、突き出し長さが小さい 0, 0.205 と比べて、流量係数 C_d が大きくなる。その一方、相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ が大きい場合、図 3 より横引き管での引き込みによる圧力の急激な低下により流量係数 C_d が大きくなると考えられる。突き出し長さによるマンホール内の気泡混入量に変化はないが、流量係数 C_d に差異がある。これは、図 4 に示されるように、相対突き出し長さ t/d が 0 の場合では壁面に沿うような形で横引き管に流入するが、突き出しがある場合では、横引き管流入口に回り込む形で流入することが予想される。そのため、突き出しを設けたことによる形状抵抗により流量係数 C_d が低下したと考えられる。図 2 よりマンホール模型において突き出しを設けていない場合と遮蔽版に横引き管を接続した場合の流量係数 C_d は同程度であることが示されている。したがって、マンホール上縁からの流れ込みが流量係数 C_d に与える影響は小さいと考えられる。

5. まとめ

マンホール模型を設置したことによる横引き管の排水機能について、相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ および相対突出長さ t/d を変化させたことによる流量係数 C_d の変化を実験的に検討した。その結果、相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ が小さい場合、相対突き出し長さ t/d により流量係数 C_d が変化することを明らかにした。

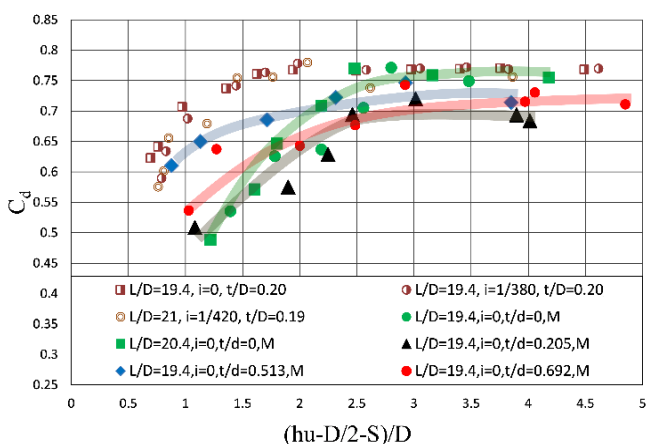


図 2 相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ による流量係数の変化

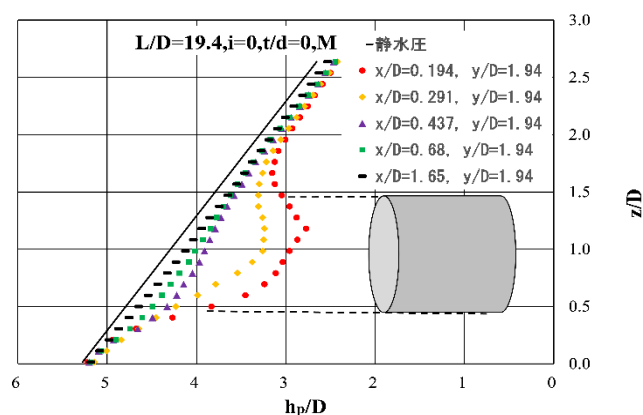


図 3 無次元化した圧力分布 $[(hu-D/2-S)/D=4.35]$

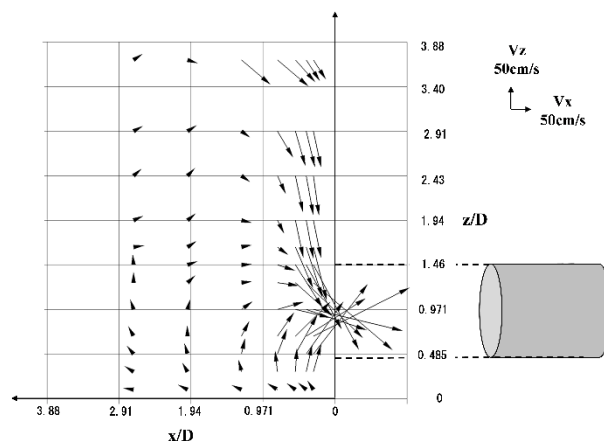


図 4 水路中央でのマンホール内の流速ベクトル $[(hu-D/2-S)/D=4.35, L/D=19.4, i=0, t/d=0]$

また、相対水深 $(hu-D/2-S)/D$ が大きい場合では、気泡混入の影響は小さくなり、横引き管の突き出しがない場合の流量係数が最も大きく、突出長さによる形状抵抗による流量係数 C_d が小さくなることを明らかにした。

参考文献

- 1) 安田陽一，増井啓登，自由放流端を有する横引き管の排水能力に関する実験的検討，平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会，II-131，土木学会，CD-ROM, 2018.
- 2) 安田陽一，自由放流端を有する管路の排出機能に関する実験的検討，土木学会論文集 A2(応用力学)，Vol. 73, No.2 (応用力学論文集 Vol. 20)，pp.I_571-I_578, 2017.
- 3) 安田陽一，石塚公隆，横引き管の排水機能に対するマンホール形状の影響，平成 30 年度理工学術講演会，H3-4, 2018.