

## マンホール上部を閉塞した場合の排水機能に対するマンホール高の影響

## Effect of Manhole Height on Drainage Function under Confined Space at Manhole

安田陽一<sup>1</sup>, ○村野哲太<sup>2</sup>Youichi Yasuda<sup>1</sup>, \*Tetta Murano<sup>2</sup>

Abstract: Recently, drainage function at manhole connected to drain pipe with steep slope was investigated, and the confined space at manhole might be helpful for increasing drainage function at manhole. This report presents the effect of manhole height on the drainage function at manhole under the confined space at manhole. The physical model of manhole with 120 degree connection of drain pipe, in which outlet pipe was set as 1/2 slope, was installed. The experimental results yield that the discharge coefficient as drain function has a maximum 1.2 for large discharges, even if the manhole height is different ( $H = 30$  cm, 45 cm). While, the change of discharge coefficient with inflow Froude number is different under two different heights of manhole.

## 1. はじめに

集中豪雨による内水氾濫に対して、マンホール内の水の挙動やマンホールに接続する横引き管内の流れの特性など、水理学的な検討が不足しているために既存の施設では排水機能が低下している場合がある<sup>[1]</sup>。また、市街地では土地利用の制約により雨水幹線を深くすることに伴い貯留機能を持たせている場合があり、流入管からマンホールを経て急勾配で雨水幹線に接続する場合の排水機能の解明が重要となる。

本研究室では、マンホールから急勾配で接続する場合に、マンホール内の接続構造等の改善で排水機能が改善することを明らかにしている<sup>[2]</sup>。また、マンホール内の圧力に着目し、これまでの模型実験でマンホール上部を開放状態としていたものを閉塞状態とすることで、横引き管の接続角度を 90 度、120 度、150 度とした場合に、排水機能が向上することを示している<sup>[3]</sup>。しかし、流量規模が大きくなった際にマンホール上部に水深が達しているなど、マンホール上部を閉塞している場合の検討として、上部に空間がある場合の検討が不十分である。ここでは、マンホール上部を閉塞状態とし、横引き管の接続角度を 120 度とした場合を対象に、マンホールの高さを変えたことが排水機能に与える影響について、実験的に検討を行った。

## 2. 実験概要

水路幅 0.80 m, 水路高さ 0.60 m, 水路長さ 17 m を有する可変勾配式矩形水路に、Photo 1 に示すように、横引き管およびマンホール模型を設置し実験を行った。マンホールに接続する横引管に管径の半分の落差を設けている。マンホールに接続する横引き管の接続角度  $\theta$  を 120 度としている。なお、マンホール底部では流

出管の上流端下縁まで、固定部材で空洞をなくし、水平に仕上げている。記号定義図を Figure 1 に示す。実験条件を Table 1 に示す。閉塞状態とする場合、マンホール上部に木版を設置することで閉塞状態としている。実験はフルードの相似則に従う。

水深測定については、ポイントゲージを用いて、流入管直上流の水深  $h_u$  を測定した。マンホール内の水深については水面変動が大きいためマンホール中央部の水深  $h_m$  を鋼尺で参考程度に測定している。マンホール内の流況はデジタルカメラで動画および画像で記録した。

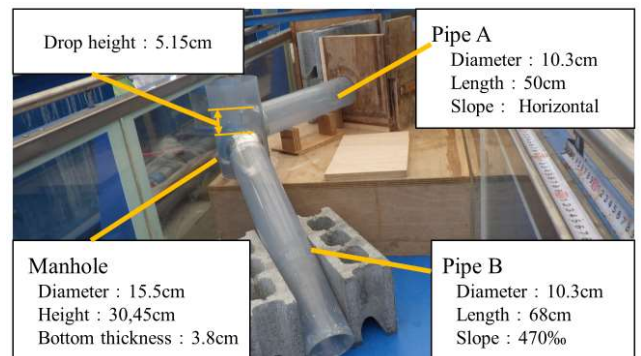


Photo 1. Experimental setup of pipes connected to manhole

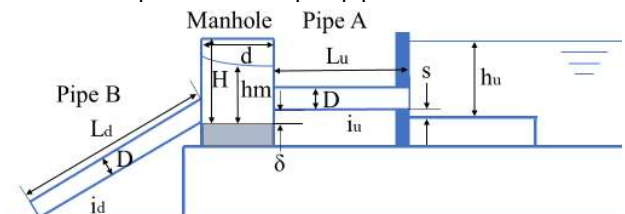


Figure 1. Definition sketch of Notation

Table 1. Experimental conditions

$\theta$ (deg)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$L_u/D$ (-)	$i_u$ (‰)	$L_d/D$ (-)	$i_d$ (‰)	$H/d$ (-)
120	0.0064 ~0.0161	4.85	0	6.6	470	2.65
120	0.0059 ~0.0165	4.85	0	4.17	920	1.68

1 : 日大理工・教員・土木 2 : 日大理工・院 (前)・土木

### 3. 流況説明

いずれのマンホール高さの場合も、マンホールに流入する流れはマンホール壁に衝突して強く回転する流れとなる。また、マンホール流出部で空気層を伴った剥離が生じにくくなり、急勾配であっても満管に近い状態で流れる。このような閉塞した場合にみられる排水に寄与する回転流れはマンホール上部の空間の大きさによらず確認された。

流量規模が大きくなるとマンホール高が小さい場合、マンホール内の水位が上部に達するようになるが、マンホール高が大きい場合、流量が大きくなっても上部に空間がある状態となり、水面変動が見られる。

### 4. 流量係数の変化特性

流入側の横引管上流端での排水能力を検討するために、横引管の直上流と流入部との間で Bernoulli の定理を適用し流量係数  $C_d$  を(1)式で定義した<sup>1)</sup>。

$$C_d = \frac{4Q}{\pi D^2 \sqrt{2g(h_u - \frac{D}{2} - s)}} \quad (1)$$

実験測定データ（流量  $Q$ 、流入側の横引管直上流の水深  $h_u$ ）を(1)式に代入して流量係数  $C_d$  を算定している。与えられた  $Lu/D$ 、 $i_u$ 、 $L_d/D$ 、 $i_d$ 、 $\delta/D$ 、 $H/d$ 、 $\theta$ 、上部の開閉有無に対して流入管流入部でのフルード数  $Fr = V/\sqrt{gR}$  ( $V = 4Q/\pi D^2$ 、 $R = D/4$ ) による流量係数  $C_d$  の変化を Figure 2 に示す。

Figure 2 より、 $Fr = 3.2$  程度より小さい流量では、マンホール高によらず同様の变化傾向を示す。これは、いずれのマンホール高においても、マンホール上部の空間が十分にあるために、排水機能に与える影響が少ないことが考えられる。

$Fr = 3.2$  より大きい場合、いずれのマンホール高においても流量係数  $C_d$  の極大値が存在する。これは、流量が増加した際にある段階で、Figure 3 に示されるように、流入管上流の水深の増加の割合が大きくなっていく。この状態のマンホール内でも、水位の増加の割合が大きくなり、その後小さくなる。つまり、横引き管の径に対するマンホール径の割合が排水機能に影響したためと考えられる。この点については今後の検討を行う必要がある。また、流量係数  $C_d$  の変化傾向について、マンホール高によって異なる。マンホール高が大きい場合、マンホール上部に空間があり、マンホール上部で変動する流れになるのに対してマンホール高が小さい場合、マンホール上部では、マンホール内の回転する流れに伴って回転して流れるためにわずかに流量係数が高くなることが考えられる。ただし、流量係数の差異は小さい。

### 5. まとめ

マンホール上部を閉塞した場合のマンホールに接続する横引管の排水機能について、マンホール高を変えたことが排水機能に与える影響について検討を行った。接続角度が 120 度の場合について、流量規模が小さいとき、マンホール高による排水機能への影響は小さいことを示した。また、流量規模が大きいとき、いずれの場合も流量係数は最大 1.2 程度まで達するが、マンホール高によって、流量係数の変化傾向が異なることを示した。

### 6. 参考文献

- [1] 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
- [2] 安田陽一他2名：マンホールに接続する横引き管の排水機能に関する実験的検討，土木学会論文集，A2(応用力学)，Vol.76，No.2(応用力学論文集 Vol.23)，I\_430，2020
- [3] 安田陽一，村野哲太：マンホール内の圧力に着目した横引き管の排水機能に関する実験的検討，第58回下水道研究発表会，N-2-4-1,2021

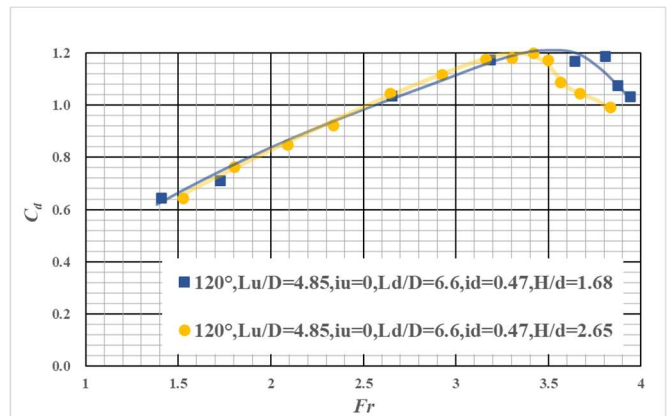


Figure 2. Change of  $C_d$  with  $Fr$  under two different  $H/d$ .

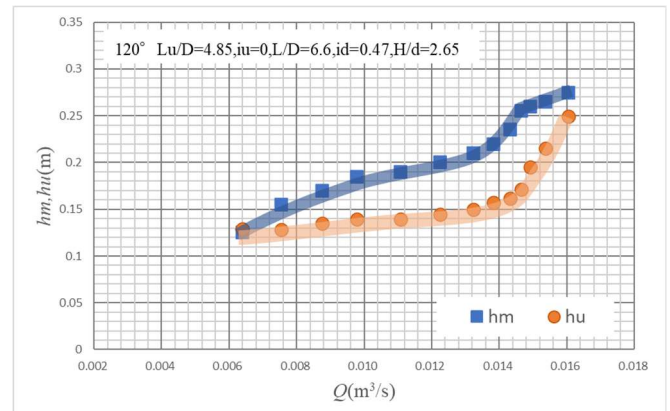


Figure 3. Changes of  $hm$  and  $hu$  with  $Q$  for  $H/d = 2.65$ .