

H-11

マンホールに接続する横引き管の接続角度を 180 度とした排水機能に関する実験  
 Experiments on drainage function of pipe with connection angle of 180 degrees connected to manhole

安田陽一<sup>1</sup>, ○石塚公隆<sup>2</sup>

Youichi Yasuda<sup>1</sup>, \*Kimitaka Ishitsuka<sup>2</sup>

Abstract: This report presents the drainage function of pipe with connection angle of 180 degrees connected to manhole. The relative length of pipe and the slope of pipe were changed, and the effect of the slope of downstream pipe on the drainage function could be clarified from the change of discharge coefficient applied at the inlet of upstream pipe. If the slope of the downstream pipe connected to the manhole is settled as 1/2 slope, the drainage function can be improved compared with that for less than 1/4 slope. Because, if the slope of downstream pipe is settled as  $i = 0$  and 1/4, the effect of the impingement into the manhole wall on the drainage function of downstream pipe is not negligible.

1. はじめに

近年, 市街地内を中心に集中豪雨による内水氾濫が各地で多発している. 内水氾濫は雨水が一挙に下水道施設に流入し, 下水道の設計流量を超過することで発生するが, 氾濫時における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. 本研究室では, 横引き管の排水機能に関して, マンホール上部から越流する場合を対象に, 相対管路長さ  $L/D$ , 管路勾配  $i$ , マンホール内の相対水深  $(h_u - D/2 - S)/D$ , 相対突出し長さ  $t/d$ , 相対マンホール高さ  $H/d$  を変化させ検討を行った<sup>[1],[2],[3]</sup>. また, マンホールに接続する横引き管の接続角度を 120 度および 180 度とした場合を対象に, マンホールに流入, 流出する横引き管の管径の半分の落差を設け, さらにマンホール内に局所流の制御板を設置することで横引き管の排水能力が向上することが示されている<sup>[4]</sup>. 本研究では, マンホールに接続する横引き管の接続角度を 180 度とし, 流入, 流出する横引き管の管径の半分の落差を設けた場合を対象に, 相対管路長さ  $L/D$ , 管路勾配  $i$ , 貯水池内の相対水深  $(h_u - D/2 - S)/D$  を変化させることで, 流入する横引き管における排水機能について, 流況および流量係数から実験的に検討を行った.

2. 実験方法

水路幅 0.4m, 水路高さ 0.6m, 水路長さ 18 m を有する長方形断面水平水路に, **Figure 1** に示すように, 遮蔽版, マンホール模型および, 流入, 流出する横引き管の接続角度を 180 度とし, 流入, 流出する横引き管

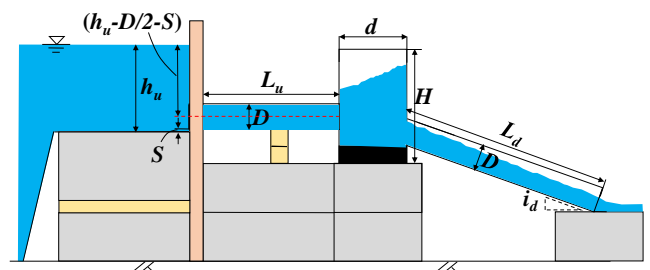


Figure 1. Definition sketch of pipe connected to manhole.  
 ( $L_u/D=4.85, i_u=0, L_d/D=6.6, i_d=0.25$ )

Table 1. Experimental conditions

$Q \times 10^{-3}$ ( $m^3/s$ )	$(h_u - D/2 - S)/D$ (-)	$L_u/D$ (-)	$i_u$ (-)	$L_d/D$ (-)	$i_d$ (-)	$t/d$ (-)	$H/d$ (-)
7.08 - 10.2	0.774 - 1.9	4.85	0	6.6	0	0	1.94
7.2 - 10.6	0.801 - 1.86	4.85		19.4			
5.21 - 10.5	0.721 - 1.93	9.71		19.4			
6.53 - 10.9	0.728 - 1.94	4.85		6.6	0.25		
5.9 - 12.2	0.681 - 1.44	4.85		6.6	0.481		

の管径の半分の落差を設け実験模型を設置した. 実験は **Table 1** に示す実験条件のように,  $L/D, i, (h_u - D/2 - S)/D$  を変化させて行い, 流入する横引き管の排水能力を評価するために, 管路直上流と管路入部との間で *Bernoulli* の定理を適用することで流量係数  $C_d$  を定義した<sup>[1],[4]</sup>. 水深測定については, ポイントゲージを用いて貯水池内の水深  $h_u$  を測定した. また, マンホール内の水深  $h_m$  については局所流により水面勾配が大きくなり, 場合によっては水面変動が大きいため, マンホール中央部の水深を鋼尺で参考程度に測定した. マンホール内の流況は動画および画像で記録し, 流況の考察に利用した. ここで, 流入管および流出管の管路長さ

1. 日大理工・教員・土木 2. 日大理工・院(前)・土木

$L$ , 管路勾配  $i$  にそれぞれ添え字の  $u$  および  $d$  を付けている.

### 3. 流入管における流量係数の比較

与えられた  $L/D$ ,  $i$ ,  $t/d$ ,  $H/d$  に対する, 相対水深  $(h_u - D/2 - S)/D$  による流量係数  $C_d$  の変化を Figures 2, 3 に示す. ここで, 流出管の勾配  $i_d$  が水平の場合と勾配がある場合で Figure 2 と Figure 3 に分けて示す.

流出管の勾配  $i_d$  が水平の場合, Figure 2 に示されるように各  $(h_u - D/2 - S)/D$  において  $C_d$  が同程度の値となっている. これは, いずれの実験条件においても流入管から流出した流れがマンホール壁に衝突し水位が増加することで, 流入管への圧力伝搬が生じ,  $C_d$  が同程度の値となったと考えられる. また, 流出管の  $L_d/D$  が 19.4 と大きい場合, 流出管が満水となりせき上げ効果が生じるが, マンホール内では既に水位が増加しているため, その影響は小さいと考えられる.

流出管に勾配  $i_d$  がある場合, Figure 3 に示されるように勾配  $i_d$  が大きくなるに従い,  $C_d$  の値が大きくなっている. これは, 勾配  $i_d$  が大きくなることで流入管から流出した流れの曲率が大きくなり, マンホール内の水位が増加せず排水が円滑となるためである. 勾配  $i_d$  が 0.25 の場合,  $(h_u - D/2 - S)/D$  が大きくなると流出した流れの運動量が大きくなるため曲率が小さくなり, マンホール壁に衝突し水位が増加する. そのため, 流入管への圧力伝搬が生じ,  $C_d$  の値が勾配  $i_d$  が 0 の場合と同程度の値となる. また, 勾配  $i_d$  が 0.481 の場合, 流入管から流出した流れの曲率が大きくなり, 流れのほとんどがマンホール壁に衝突することなく排水されるため, マンホール内の水位の増加はみられない. そのため,  $C_d$  が勾配  $i_d$  が小さい ( $i_d = 0, 0.25$ ) 場合と比べ, 大きくなったものと考えられる.

### 4. まとめ

マンホールに接続する流入, 流出管の接続角度を 180 度とした場合の排水機能に関して, 流入, 流出管の相対管路長さ  $L_u/D$ ,  $L_d/D$  および勾配  $i_u$ ,  $i_d$  をそれぞれ変化させ実験的に検討を行った.

流出管の勾配  $i_d$  が水平な場合, いずれの  $L_u/D$ ,  $L_d/D$  においても, 流入管から流出した流れがマンホール壁に衝突することでマンホール内の水位が増加し, 圧力伝搬が生じるため流量係数  $C_d$  が同程度の値となった. すなわち, 勾配  $i_d$  が水平な場合, 本実験条件における  $L_u/D$ ,  $L_d/D$  の大きさでは流入管の排水能力に与える影響は小さいものと考えられる.

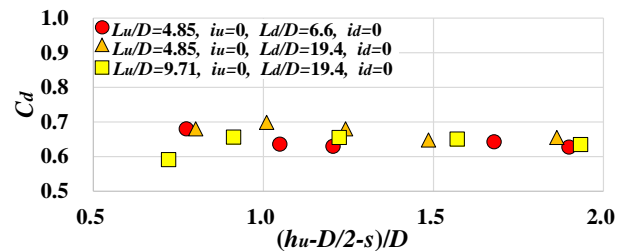


Figure 2. Change of  $C_d$  with  $(h_u - D/2 - S)/D$ ,  $L_d/D$ , and  $L_u/D$  under  $i_d = 0$  and  $i_u = 0$

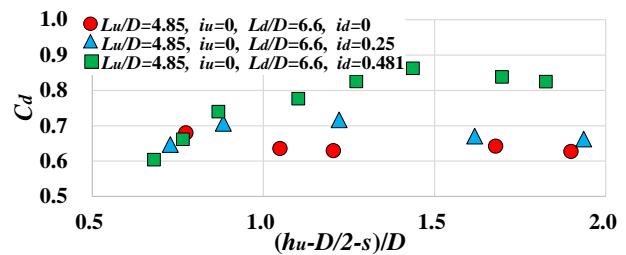


Figure 3. Change of  $C_d$  with  $(h_u - D/2 - S)/D$  and  $i_d$  under  $L_d/D = 6.6$ ,  $L_u/D = 4.85$  and  $i_u = 0$

流出管に勾配  $i_d$  がある場合, 勾配  $i_d$  が大きくなるに従い, 流入管から流出した流れの曲率が大きくなり, 流れのほとんどがマンホール壁に衝突せず排水される. そのため, マンホール内の水位の増加に伴う圧力伝搬が生じなくなり排水能力が向上した. ただし, 勾配  $i_d$  が 0.25 の場合,  $(h_u - D/2 - S)/D$  が大きくなると, 流入管から流出した流れの運動量が増加することでマンホール壁に衝突し水位が増加するため,  $C_d$  の値が勾配  $i_d$  が 0 の場合と同程度の値となった.

### 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), 2017.Vol. 73, No.2 (応用力学論文集 Vol. 20), 2017, pp.I\_571-I\_578.
- 2) 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, 第 56 回下水道研究発表会, N-2-2-5, 2019.
- 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高の影響, 第 57 回下水道研究発表会, N-2-2-4, 2020.
- 4) 安田陽一, 石川眞, 斎野秀幸, 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, 第 23 回応用力学シンポジウム, 2020

問い合わせ先: 日本大学大学院理工学研究科 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14

[tel:03-3259-0409,E-mail:cski19003@g.nihon-u.ac.jp](mailto:tel:03-3259-0409,E-mail:cski19003@g.nihon-u.ac.jp)