

豪雨時に遮集量を制御できる新しい分流施設の模型実験

松江工業高等専門学校 正会員 ○荒尾 慎司
 (株) 和建设事務所 正会員 小田 收平、小田 耕平
 東亜建設工業(株) 非会員 長岡 隆浩
 長岡技術科学大学 非会員 加田 真依

1. はじめに

合流式下水道に設置されている雨水吐室においては、豪雨時に計画汚水量を超えて流入する汚水を越流堰で分流し、越流せずにそのまま終末処理場へ送水する遮集量を制御することが難しい。そのため雨水吐室を含めた合流式下水道システムとして合理的に汚水処理をできる段階には未だ至っていない。この課題を解決するためには、降雨強度によらず遮集量を一定値に制御し、汚水処理を確実に実行できる分流施設の開発が必要である。著者らは、既往研究¹⁾において雨水吐室への流入量が増大しても遮集量をほぼ一定にできる新しい分流装置を開発しており、その有用性を数値計算と模型実験により実証している。しかし、既往研究¹⁾では用いた模型のスケールが想定する実物の1/33のスケールと小さいことと、遮集量と堰からの越流量の測定精度が十分ではなかった。そこで本研究では、従来の模型よりも約2.5倍大きい1/13のスケールの模型を作成し、流量の測定精度を向上させることにより、新しい分流装置の有用性を再確認する。

2. 流水分派理論¹⁾

雨水吐室における流水分派の基礎理論は、越流堰とオリフィスの水理現象に基づいている。越流堰の越流量 Q_1 (m^3/s)は式(1)により算定される。

$$Q_1 = C_1 \cdot L \cdot H^{3/2} \quad (1)$$

ここで、 C_1 は流量係数(実務上の一般値1.8)、 L は越流堰長(m)、 H は越流水深(m)である。オリフィスから流出する流量(遮集量) Q_2 (m^3/s)は式(2)により算定される。

$$Q_2 = C_2 \cdot a \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2} \quad (2)$$

ここで、 C_2 は流量係数(一般値0.6)、 a はオリフィス孔面積(m^2)、 h はオリフィス前後の水頭差(m)である。

3. 実験装置及び実験手順

3.1 実験装置

図-1に実験装置の概要を示す。長さ2.625m、幅0.500mの亚克力樹脂製の水路本体に、分水用の横越流堰と遮集用のオリフィスを組み合わせた従来型(以下では1槽モデルと呼ぶ)として、長さ1.000m、堰高0.150mの横越流堰と、越流堰よりやや下流に堰頂部とオリフィス中心までの鉛直距離を0.0505mとして3種のオリフィス(内径0.0269m, 0.0197m, 0.0150m)を設置した。また、図-1に示すように新しい分流装置(以下では3槽モデルと呼ぶ)では、長さ1.000mの越流堰を3等分して、それぞれの堰長を0.333mとし、1槽モデルで用いたものと同径を有するオリフィスを水路底面からオリフィス中心までの鉛直距離を0.0995mとして各越流堰の少し下流に3か所設置した。

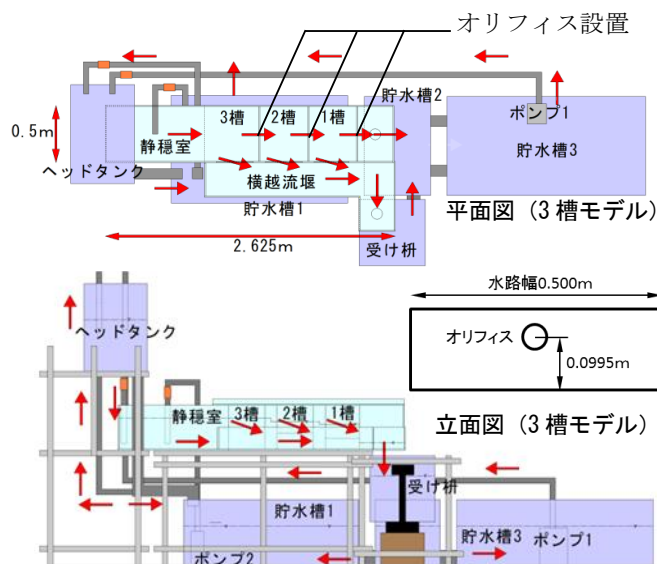


図-1 実験装置の概要

3.2 実験手順

貯水槽に設置したポンプで装置全体に水を循環させながら、所定の流量に設定する。堰での越流量を3回から6回程度、オリフィスからの流出量を5回から9回程度計測し、その平均値を求める。目標とする最

キーワード 合流式下水道, 雨水吐室, 遮集量, 豪雨, 下水管理

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町14-4 松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5225

大流量まで流量を 10 種程度変化させる。3 槽モデルにおいては、下流の 1 槽目の堰高を 1 槽モデルと同じ 0.150m とし、真ん中の 2 槽目と上流の 3 槽目の堰高は、1 槽モデルでの基底流量（越流なし）を流下させた条件で決定した。表-1 に 1 槽モデルと 3 槽モデルに関する実験条件を示す。3 槽モデルでは、Type D のみ各越流堰（堰長 0.333m）に沿って流下方向に上流端、下流端及び両者の中間の 3 点で越流水深を測定した。

4. 実験結果及び考察

式(3)に示すように、実験水路（雨水吐室）に流入する水量（流入下水量） $Q_i(m^3/s)$ は、横越流堰からの越流量 $Q_1(m^3/s)$ とオリフィスからの流出量（遮集下水量） $Q_2(m^3/s)$ から求められる。

$$Q_i = Q_1 + Q_2 \quad (3)$$

図-2 に 1 槽モデル（従来型）と 3 槽モデル（新型）それぞれの流入倍率（下水流量比）と遮集誤差との関係を示す。図-2 の縦軸と横軸の定義はそれぞれ式(4)と式(5)に示す通りである。

$$\text{下水流量比} = \text{流入量}(Q_i) / \text{計画遮集量}(Q_0) \quad (4)$$

$$\text{遮集誤差}(\%) = \left\{ \frac{\text{超過遮集量}(Q_2 - Q_0)}{\text{計画遮集量}(Q_0)} \right\} \times 100 \quad (5)$$

図-2 に示すように、オリフィス内径を 3 種変化させた 1 槽モデル（従来型）では、いずれも下水流量比 Q_i/Q_0 が増加するのに伴い遮集誤差は増大する。下水流量比 30 倍のところで、1 槽モデルでオリフィス径を縮小した効果を見てみると、遮集誤差はオリフィス内径 0.0269m で 29%、オリフィス内径 0.0197m で 20%、オリフィス内径 0.015m で 12% となった。一方、1.00m の長さの越流堰を 3 分割し、各越流堰の直下にオリフィスを設置した 3 槽モデルの Type D では、1 槽モデルの Type A に比べて遮集誤差が 29% から 1% へ激減している。このことから、3 槽モデルが遮集量をほぼ目標通りに制御できる非常に優れた機能を有していることが、本実験でも確認された。図-3 に 3 槽モデルにおける流入水量と堰上流端での越流水深との関係を示す。

流入水量が $0.00934m^3/s$ のとき、上流の 3 槽目の堰での越流水深が 0.060m、2 槽目では 0.0045m、1 槽目では 0.0012m となった。このように下流の堰（1 槽目）では、ほんのわずかしき水深が増加しておらず、本実験の範囲では最下流の水槽の水位をほぼ一定値に固定化できることを改めて確認した。

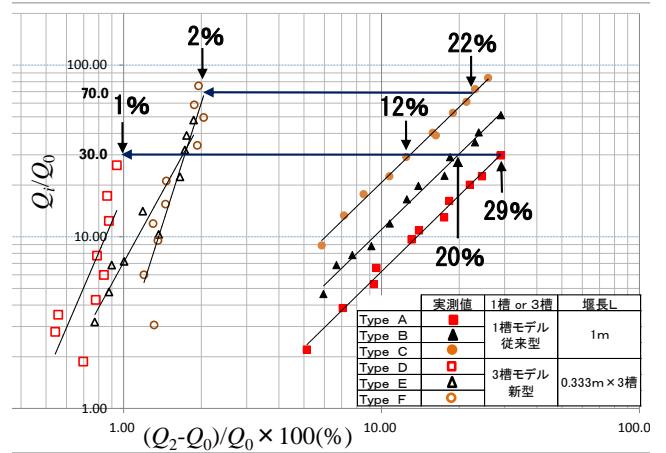


図-2 流入倍率と遮集誤差の関係

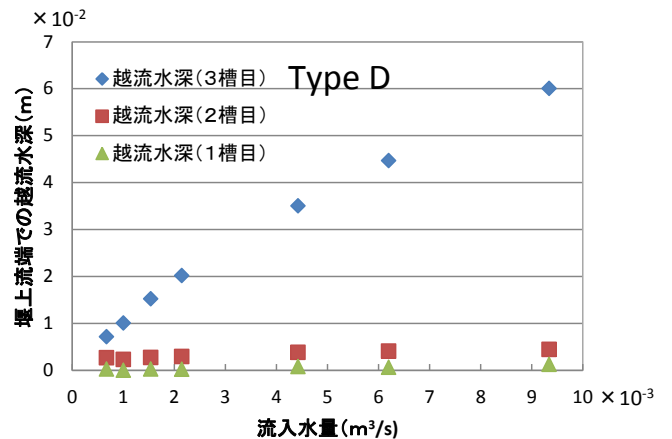


図-3 3 槽モデルでの流入量と越流水深の関係

5. おわりに

本研究では、想定する実物の 1/13 のスケールの模型実験でも新しい分流装置の有用性を再確認した。

参考文献

- 1) 小田收平, 小田耕平, 荒尾慎司: 新しい雨水吐室における流水分派の技術理論と検証, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70, No.2, pp.49-59, 2014.

表-1 実験条件

分流模型のタイプ	1槽 or 3槽	堰長L	オリフィス内径φ	堰高	最下流の堰頂部からオリフィス中心までの距離
Type A	1槽モデル 従来型	1m	0.0269m	0.15m	0.0505m
Type B			0.0197m	0.15m	0.0505m
Type C			0.0150m	0.15m	0.0505m
Type D	3槽モデル 新型	0.333m × 3槽	下流から順に 0.0269m, 0.0268m, 0.0268m	下流から順に 0.15m, 0.196m, 0.252m	0.0505m
Type E			下流から順に 0.0197m, 0.0198m, 0.0198m	下流から順に 0.15m, 0.202m, 0.258m	0.0505m
Type F			下流から順に 0.0150m, 0.0150m, 0.0150m	下流から順に 0.15m, 0.207m, 0.265m	0.0505m