

合流改善における横浜市型スクリーン設計基準の作成

横浜市環境創造局管路整備課

内藤 初夏

○伊藤 俊輔

1. はじめに

横浜市には古い時代に合流式下水道で整備された「合流区域」が 10,862ha あり、その範囲は市域の約 1/4 に相当している。合流式下水道には、大雨により下水処理場で処理しきれない量の下水が下水管に流入した際に、雨水により希釈された一定量以上の下水を堰から越流させ、河川や海に直接放流する「雨水吐」と呼ばれる分水施設がある。雨水吐より放流される未処理下水には、落ち葉や生ごみといった夾雑物が含まれており、放流先の公共用水域での環境影響が問題となっている。

2. 横浜市における現状と課題

平成 15 年の下水道法施行令の改正により、横浜市では平成 35 年までに合流改善のための緊急改善対策が義務付けられた。本市では、雨水滞水池の建設、沈砂池やポンプ井のドライ化、下水管の能力向上と雨水吐の堰高の改良による河川等への放流量の抑制と併せ、夾雑物対策として雨水吐きへのスクリーンの設置等を進めている。現在、本市には対策が必要な雨水吐が 143 か所ある。



写真一 現況の横浜市型スクリーン

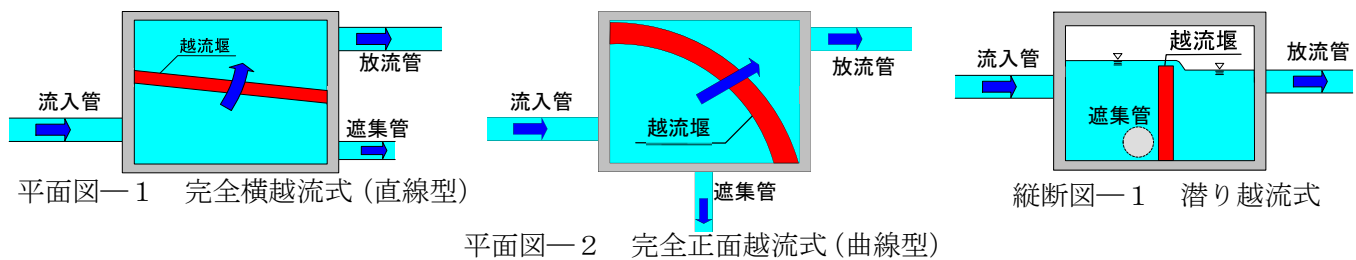
雨水吐からの夾雑物の除去対策のため、目幅 5mm のスクリーンと整流板を組み合わせた工法を「横浜市型スクリーン」として開発し、概ね 10 日に 1 回の頻度で清掃・点検を行っているが、本市で設置しているスクリーンは夾雑物により目詰まりが生じやすく、維持管理に大きな支障をきたしている。そこで、雨水吐きを堰構造により完全横越流堰、完全越流堰、潜り越流堰の 3 種類に分類し、それぞれの形状に合わせ、模型実験等を行いその効果を検証した。その結果、雨水吐きの形状に合わせ適切なスクリーンと整流版の設計方法を「横浜市型スクリーンの設置基準（案）」として取りまとめた。

3. 性能目標

横浜市型スクリーンの性能評価は、既に類似施設の評価を日本下水道新技術機構で SPIRIT21「合流式下水道の改善に関する技術開発」において実施していることから、SPIRIT21 に概ね準拠して、性能目標を設定した。SPIRIT21 では夾雑物捕捉値（SRV）は 30%以上を目標としているが、横浜市型スクリーンでは夾雑物の補足値の向上に重点を置きより高い SRV を目標値とした。一方、捕捉値を高めるとスクリーンへの夾雑物の付着、集積が進み維持管理頻度が高くなりやすいが、維持管理頻度の低下を目指した開発も合わせて行った。10mm/h 以下の降雨の発生頻度は、全体の降雨の 95%と頻度が多く、流量規模としては、計画遮集量の 5Qs を上回る規模であることから、10mm/h を対象降雨規模とした。また、損失水頭は、10cm 未満を目標値とした。

4. 雨水吐形状の抽出・分類

雨水吐のタイプは、多種多様にあるが、ここで対象とする雨水吐は、固定式の越流堰を有するタイプとした。堰形状において、夾雑物対策に影響を及ぼす因子として流入水の流下方向と堰の角度の関係が挙げられる。これに関連して、越流堰のレイアウトとして、「横越流式」、「正面越流式」があり、越流堰の平面形状として「直線型」、「曲線型」など各種形式に細分できる。さらに、水理的な分類として、下流水位が越流状況に影響しない「完全越流タイプ」、下流水位が越流状況に影響する「潜り越流タイプ」がある。横浜市の改良対象施設の中での位置づけとしては、平面形状は、長方形が最多のタイプであるが、直線形状の堰は約半数、完全越流の越流形式は、潜り越流よりも少数のタイプである。また、流入・遮集方向が一致している箇所は約半数である。より多くのタイプを網羅するため、水理模型実験を実施するモデルを、次の3タイプとした。



5. 水理模型実験

(1) 実験条件

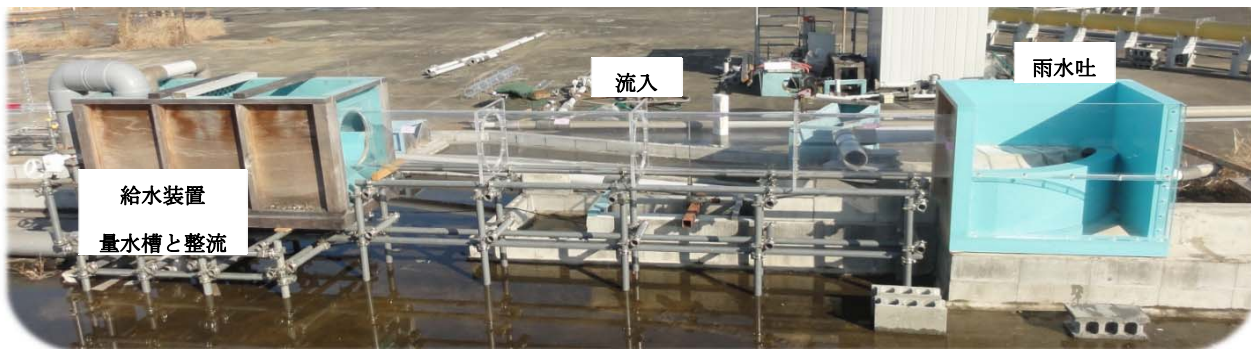
再現範囲を雨水吐室の流入部～越流堰～遮集管とした。流入管は、安定した流れで雨水吐室に流入させるため、管径の約 10 倍の長さを再現した。模型縮尺は、越流現象の再現性と実験施設の給水能力を踏まえ、模型縮尺 1/2.5 とした。なお、スクリーンの目幅は、夾雑物の捕捉機能を再現するため、模型縮尺 1/1 で再現した。

分水機能把握実験では、夾雑物は投入せず流水のみで「分水機能 (夾雑物なし)」「スクリーン損失水頭」の 2 つの水理特性を計測した。流量条件は、計画流量と 10mm/hr 時流量の 2 条件で実験を行った。

夾雑物投入実験では、10mm/hr 時流量において、模擬夾雑物を投入し、「夾雑物除去率」、「目詰まり状況」、「目詰まり時の分水機能、上流水位せき上げ」を計測、記録した。次に、目詰まりした状態で計画流量を流下させ、「目詰まり時の分水機能、上流水位せき上げ量」を計測した。これらについて、スクリーンの向き、形状、目幅や、整流板の高さ、配置を変更し、3 タイプの雨水吐きに対して実験を行った。ここでは完全越流堰タイプの実験結果を示す。

表一 1 模擬夾雑物の種類と混入比率

	種類	混入率	使用材料	混入率設定条件
1	紙類	10%	トイレーパー	乾燥
2	厨芥類	40%	キャベツ (千切り)	生
3	草木類	50%	落ち葉	乾燥
	合計	100%		



写真一 2 水理模型実験による横浜市型スクリーンの改良検討

(2) 実験結果

原案形状を含む 5 形状を実施し、性能面と施工性から総合的に判断して、ケース 3 (表一 2) を最適案と

した。ケース3は原案形状と比べ、下流整流板を撤去し、整流板高を切り下げている。整流板の下流側1/3を撤去することで、SRVを維持したまま、越流堰側への流れを開放し、水面低下を生じさせ、遮集管へ向かう流速を高める効果が見られた。この結果、計画降雨時の流下阻害や、水圧を減少させることができる。また、越流水深、越流量、遮集量について、机上計算値と実験値ほぼ一致し、スクリーンは、目幅20mmまで高いSRVを維持し、縦の丸棒タイプが有利となった。

表一 完全越流堰の実験結果

平面形状	ケース1 (施設無し)	ケース2 (基本形状)	ケース3 (改良案①)	ケース4 (改良案②)	ケース5 (改良案③: 最終提案形状)
断面形状					
除去率	13.3%	79.3%	87.2%	82.6%	91.9%
SRV	—	76.1% = (79.3 13.3) / (100 13.3)	85.2% = (87.2 13.3) / (100 13.3)	80.7% = (82.6 13.3) / (100 13.3)	90.7% = (90.6 13.3) / (100 13.3)
損失水頭	—	6.7cm	4.6cm	7.1cm	9.5cm
処理限界能力	 ※評価なし	 水位が整流板以下となっており問題ない	 水位が整流板以下となっており問題ない	 水位が整流板以下となっており問題ない	 水位が整流板以下となっており問題ない
性能評価	スクリーンと整流板がない状態では、殆どの夾雑物が越流し除去率を満足しない。	除去率・SRVが目標値に達していない。	除去率・SRVが目標値に若干不足するが、その他の機能は満足する。	性能を満足するが、付属する構造物が多く施工性が低い。	除去率・SRV・損失水頭・処理限界能力の全ての項目を満足し問題ない
施工性評価	—	製作する構造物が少なく、施工性が高い	製作する構造物が少なく、施工性が高い	性能を満足するが、付属する構造物が多く施工性が低い。	性能を満足するが、付属する構造物が多く施工性が低い。
総合評価	—	性能面で課題があるため棄却	性能面も概ね満足しており、施工性も高い	施工性に課題があるため棄却 追加オプションとして考える	施工性に課題がある 追加オプションとして考える

6. 横浜市型スクリーンの設置基準

水理模型実験の結果をもとに、基本3タイプの雨水吐き形状に合わせ適切なスクリーンと整流版の設計方法を「横浜市型スクリーンの設置基準 (案)」として作成した。ここでは、上記同様に完全越流堰タイプの設計基準を示す。

スクリーンバー形状は、円形断面バーの縦棧 (縦バー)、バー太さφ8mm、目幅20mm、設置角度45°を基本とし、越流堰に沿わせて、スクリーンの下端を越流堰の上に設置する。材質は、下水道施設で実績のあるSUS等の耐久性のある材質を選定する。

整流板は、夾雑物がスクリーンの方へ向かうのを遮り、極力、汚水管の方へ流下させることを目的とした付帯設備であり、整流板の上端の高さとしては、スクリーンと同等の高さまで必要となる。高くするほど計画降雨時の流下阻害となり上流管きよ (流入管) に影響を与えかねないことや、水圧を大きく受け、設置強度が必要になることから、必要最小限の高さとしてスクリーン上端高に一致させ、下端高は、越流堰高と一致させる。設置範囲としては、越流堰の上流区間2/3程度とする。材質は、加工性と耐久性を考慮し、下水道施設で実績のある樹脂材料を選定する。耐久性、加工性、施工性、価格などで優れるポリカーボネートなどが推奨される。なお、上流水位や水圧の照査、作用水圧に耐えるアンカーボルトの設計が必要となる。

7. おわりに

今後、改善が必要な各雨水吐について、現地の形状に合わせ詳細設計を行い、設置工事を進めていく。設置過程で新たな課題に遭遇した場合はそれらを反映させていく必要がある。これらをふまえ本市では、雨水吐の改良工事を精力的に行い、公共用水域の水質改善を進めていく予定である。

【問い合わせ先】横浜市環境創造局管路整備課 伊藤 俊輔
〒231-0017 横浜市中区港町1-1 TEL:045-671-3980 E-mail:ks-kanroseibi@city.yokohama.jp