

## <研究発表>

### 合流式下水道汚濁負荷濃度計測技術の開発

豊岡 和宏<sup>1)</sup>、野口 寛<sup>1)</sup>、渡邊 正人<sup>2)</sup>

(株)明電舎(〒141-6029 東京都品川区大崎 2-1-1 E-mail:toyooka-k@mb.meidensha.co.jp)<sup>1)</sup>

東京都下水道サービス(株)(〒100-8699 東京都千代田区大手町 2-6-2 E-mail:ma-watanabe@tgs-sw.co.jp)<sup>2)</sup>

#### 概要

合流式下水道では、降雨量が能力を上回ると雨水で希釈された汚水の一部やごみが雨水吐き口から河川などに越流し、公共用水域の水質汚濁や景観の悪化などの一因となっている。これらの対策として、雨天時に汚濁負荷が流出する可能性のある重点対応箇所の特定と高度な雨水流出監視制御システムの構築が望まれている。このようなシステムを実現するためには、流出する汚濁負荷量の自動測定技術や排水管路内の汚濁負荷量流出解析技術が必要である。

本研究では、合流式下水道のポンプ所や管渠の雨水吐き口等から流出する合流式下水道越流水(CSO:combined sewer overflow)の有機汚濁濃度を自動的・連続的に測定するセンサ(以下、「CSO 濁度計」と表記)の開発に取り組んだので、その内容について報告する。

キーワード:CSO (combined sewer overflow), 雨水, 汚濁負荷, 合流式下水道, 濁度計

#### 1. はじめに

合流式下水道では、汚水と雨水を同じ管渠で収集する。配管が一系統で済み配管施工コストが安価なため、水洗化や浸水対策で早くから下水道を整備してきた自治体では合流式下水道を採用しているところが多く、全下水道処理区域面積の約二割を占める。しかし、管径が大きく管こう配が小さいため管内に汚濁物が堆積・付着し易く、降雨量が遮集管渠や終末処理場の能力を上回ると、雨水で希釈された汚水の一部や配管底部や壁面に付着した未処理汚濁物質がファースト・フラッシュで洗い流される。それらが雨水吐き口から河川などに越流すると、オイルボールが発生したり汚濁物濃度が上昇したりするなど、景観の悪化や公共用水域の水質汚濁などの一因となり、社会問題となっている。

これに対して、法制面での対策として平成16年4月1日に下水道法施行令の一部が改正された。合流式下水道の放流水BOD濃度(処理区年平均値)は、平成26年3月31日(国土交通省令で定める処理区域面積が大きい一部の公共下水道については平成36年3月31日)までは70[mg/L]、それ以降は40[mg/L]と定められた。これを受け、対象となる下水道では未処理汚濁物質越流状況の実態を把握する必要がある。しかしながら、未処理汚濁負荷の越流現象は降雨強度が強いときに短時間に発生するため、人手による採水・水質分析によるモニタリングには限界があり、実態把握は容易でない。

われわれは、雨天時の合流式下水道越流水汚濁負荷監視・制御システムの構築を最終目標としている。本システムが実現すれば、合流式下水道の雨水吐き口における汚濁物量を計測することで未処理汚濁負荷の越流実態を把握することができ、また管渠ネットワークの流出解析を行うことで汚濁負荷量や降雨後の時間経過を考慮した流出状況を予測することができる。

本研究では、基本課題を雨天時越流水の汚濁負荷量の測定とした。合流式下水道のポンプ所や管渠の雨水吐き口等から流出する合流式下水道越流水(CSO: Combined Sewer Overflow)の有機汚濁濃度を自動的・連続的に測定するCSO濁度計の開発に取り組んだ。その内容について報告する。

#### 2. 測定方式の事前検討

CSO濁度計における汚濁濃度の測定方式を決定するために、次のような検討を行った。下水の有機汚濁濃度(COD、BOD)を自動計測するセンサとしては、紫外線吸光度を検出原理としたUV透過方式のセンサと浮遊固形物散乱光量を検出原理とした光散乱方式のセンサが考えられる。ここで、センサに求められるのは有機汚濁濃度との相関や測定器の安定性が重要であると判断した。Fig. 1に、UV透過方式と光散乱方式の特徴を比較して示した。両者を比較すると、UV透過方式より光散乱方式が保守性に優れ、測定系が簡素なため堅牢性に優れていると判定できる。次に、COD手分析値との相関を調べ

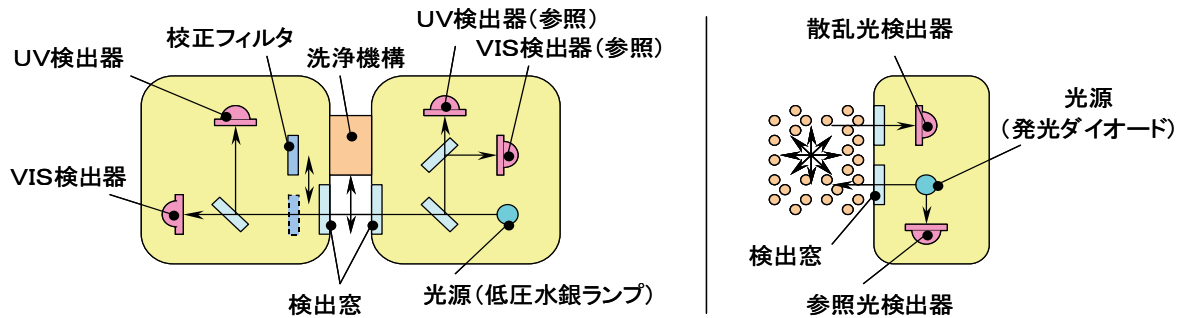
るため、光散乱方式について試験水を試料に汚濁濃度試験を行った。Fig. 2 に、光散乱方式による計測値とCOD 手分析値の相関を示した。計測値とCOD の相関係数は 0.97 と高い相関が得られた。以上の検討により、CSO 濁度計の測定方式として光散乱方式を採用した。

### 3. 開発仕様

CSO 濁度計に求められる性能は①生下水、特に雨天時の下水の有機汚濁濃度を精度良く測定できること、②長期間安定して測定できること、③堅牢で耐環境性に優れていること、④省電力タイプの計測器であること、⑤測定結果を遠隔地に伝送できること、⑥保守作業が容易な

こと、である。これらを満足するものとして、CSO 濁度計の開発仕様を次のように定めた。

- 適用場所:ポンプ所、下水管渠雨水吐き口など
- 測定範囲:COD<sub>Mn</sub>換算で、0~150[mgCOD/L]以上
- 測定精度:COD<sub>Mn</sub>
- 計測値と分析値の相関係数 R<sup>2</sup>:0.8 以上
- 保守周期:1ヶ月以上(自動洗浄機構を有する)
- 構造:下水の流下障害にならないこと
- 電源:バッテリーで供給できることが望ましい
- 伝送:無線伝送、光伝送が望ましい
- 作業場所:下水マンホール(短時間で保守が可能)



	UV 透過方式 (従来型)	評価	光散乱方式 (今回開発型)	評価
測定原理	溶解性有機物による吸光度を測定	◎	浮遊固形物による散乱強度を測定	◎
保守性	水銀ランプの交換: 1回/年 定期オーバーホール: 1回/年	○	光源寿命: 半永久 定期オーバーホール: 不要	◎
堅牢性	光学部品が多く、やや弱い	○	光学系が簡素で強い	◎
消費電力	光源電源の消費電力やや大	○	光源は発光ダイオードで小	◎

Fig. 1: Characteristics comparison between UV transferring method and infrared ray scattering method

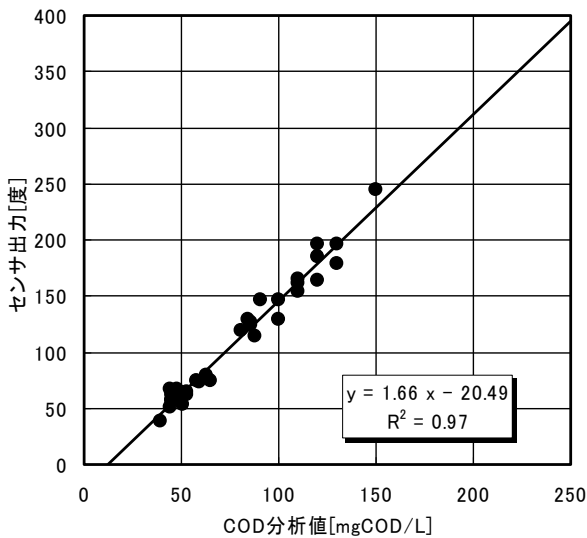


Fig. 2: Relationship between COD and output value from sensor (scattering infrared ray measurement)



Photo 1: CSO turbidity sensor

#### 4. 試作器概要

前記の開発仕様に従い、CSO 濁度計を試作した。試作器の外観を Photo 1 に示す。合流式下水道のポンプ所や雨水吐き口では、晴天時の水位が低いかまたは全く汚水がないこともあるので、検出部が空气中に露出して汚れが付着しやすく、また一旦付着するとはがれ

#### 5. 試験装置概要

試作した CSO 濁度計の性能を確認し、有機汚濁物濃度への換算精度の評価確認を行うために、Fig. 3 の概略フローに示す試験装置を製作した。貯水タンク内の試験水を採水ポンプでくみ上げ、試験水槽(Photo 2)に投入する。試験水槽は雨天時の 3Q 越流を模擬した越流堰を有し、採水ポンプのインバータ制御により1Q→3Q(最大4Q)流量調整できる構造とした。試験水槽内ではフロート式の CSO 濁度計が汚水の水位に連動して上下し、雨天時など水位が一定以上のときはセンサ部が検出器本体から汚水中に突き出し、自動測定する仕組みとした。濁度計の計測データは携帯電話網を通じて遠隔監視を行うことができる構造とし、連続無人試験を可能にした(これら CSO 濁度計に係わる装置及びシステムに関しては特許出願中)。

にくくなる。そこで試作器では検出部を可動式とし、水位が一定以上では検出部が突き出し、一定以下では洗浄薬液を満たした本体に格納できる構造とした。さらに検出部は浮き子を備えたフロート式とし、雨天時の水位上昇とともに検出部も上昇し、越流堰の越流部近くで濁度計測が可能な構造にした。

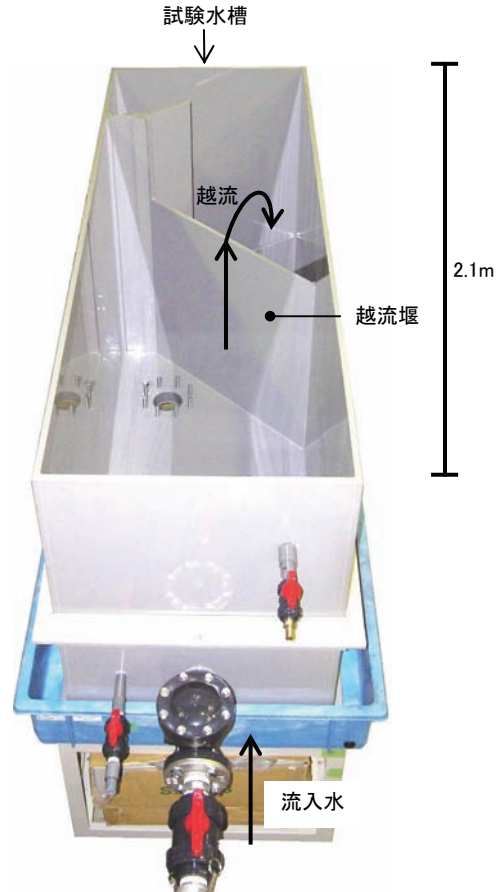


Photo 2: Test plant tank equipped with overflow weir

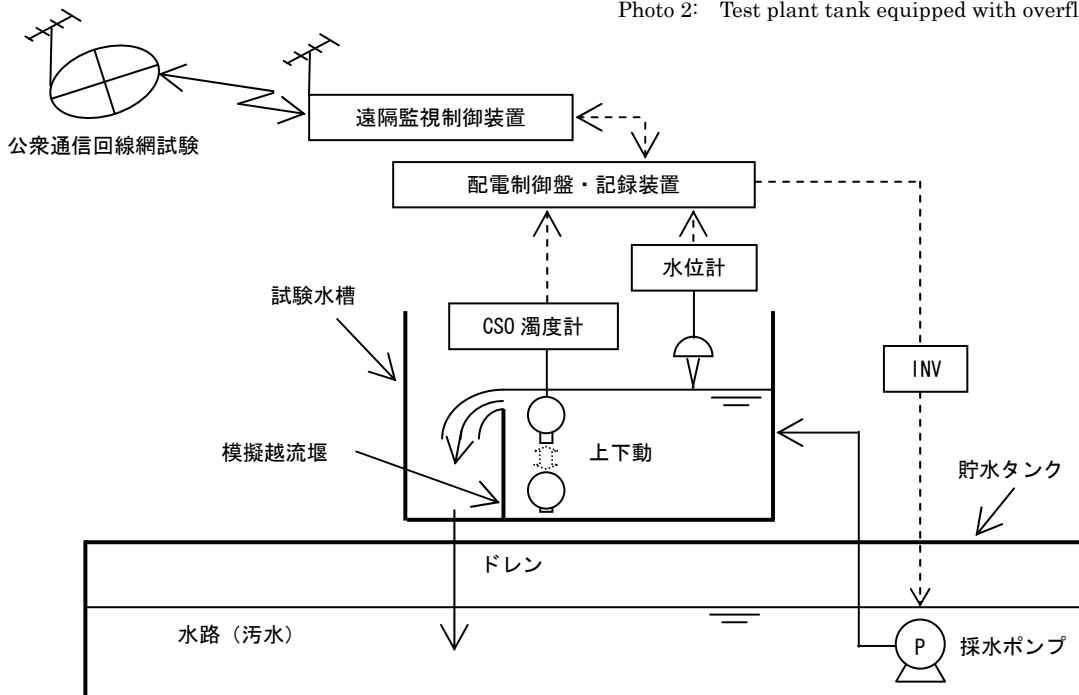


Fig. 3: Schematic diagram of CSO turbidity sensor test plant

## 6. まとめ

雨天時に合流式下水道のポンプ所や幹線の雨水吐き口等から流出する越流水濁度を測定するCSO濁度計を試作し、評価用の試験装置を製作した。また、連続無人

試験が可能な制御方法が構築できた。次年度以降は、合流下水道の汚濁負荷量流出解析及び雨水流出監視制御手法の開発、夾雑物除去装置の開発を融合した排出負荷を低減する新たな合流改善制御システムを開発する予定である。