

# 深紫外 LED 式 UV 計による下水処理場流入水の COD モニタリング事例の紹介

JFE アドバンテック株式会社      ○濱崎 幹生   村田 竜平   村上 浩司   林 達也

## 1. はじめに

光源に深紫外 LED を採用した UV 計を開発して、これまで下水処理場、各種工場から公共水域への放流水の COD 計測およびダムや河川水の水質計測にご使用していただいている。一方、合流式下水道の雨天時越流水の BOD 測定や簡易処理水の水質監視、反応槽への流入負荷量の把握といった流入側での計測ニーズもある。しかしながら、放流側と比べてし渣や汚濁物の影響により安定した計測が困難な状況である。そこで、この度開発した UV 計を降雨時の簡易処理水の COD 連続監視用に試供設置して評価した結果、検出部への生物付着を対策すれば、約 2 ヶ月間メンテナンスフリーで汚濁物の付着などの影響なく連続測定できる可能性を確認できたので、ここに報告する。

## 2. 深紫外 LED 式 UV 計の特長

従来の水銀ランプ式は光源の定期的な交換が必要であったが、発光寿命が 20 年と長い深紫外 LED 式は交換が不要となる。光学センサー部(測定ガラス、校正ガラス)の汚れは吸光度測定に影響する。本器はワイパー機構により自動洗浄する機能がある。さらに、ワイパー機構に取り付けられた校正ガラスによりワイパーでは取り切れない付着物などによる吸光度の変化を定期的に補正する自動ゼロガラス補正機能があり、これらの機能により、長期間連続かつ安定して吸光度測定することが可能である。(図 1)

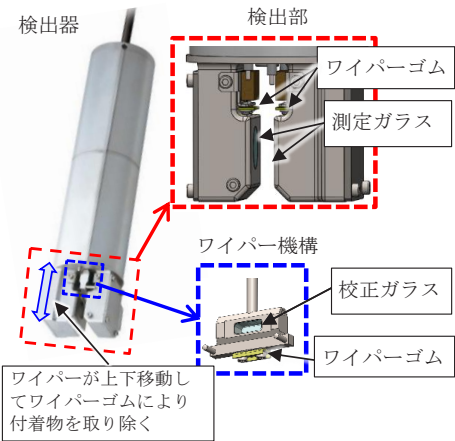


図 1 UV 計検出器構造

## 3. 評価内容

降雨時の簡易放流水の COD 連続測定の可否を検証するため、下水処理場に送水するポンプ場内の沈砂池・スクリーンからポンプ槽への水路に UV 計を設置した。放流側に比べて流入側では、し渣の絡みつきや汚濁物付着などが懸念されるため、保護カバーを装着した。(図 2) この他にも流入側での使用に際し、COD 連続測定を行うための懸念事項と検証方法を表 3 に示す。

表 1 懸念事項と検証方法

| 懸念事項                 | 検証方法                                         |
|----------------------|----------------------------------------------|
| UV 吸光度と COD 手分析値の相関  | 定期的に採水した試料水を測定し、COD 手分析値との相関の有無を確認する。        |
| 連続測定の安定性             | 連続測定データを採取して大きな出力変動がないことを確認する。               |
| し渣や汚濁物による光学センサー部への影響 | 検出部に保護カバーを装着したうえで、測定に影響するし渣の絡みつきや汚濁物付着がないこと。 |

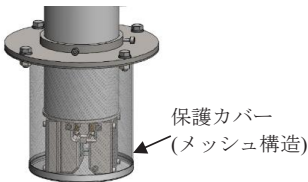
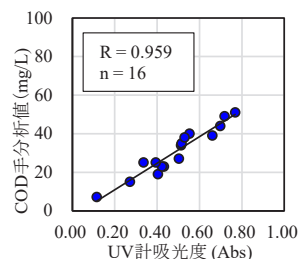


図 2 保護カバー装着模式図

## 4. 試験結果および考察

### 4.1 下水処理場への流入側での UV 吸光度と COD 手分析値の相関確認

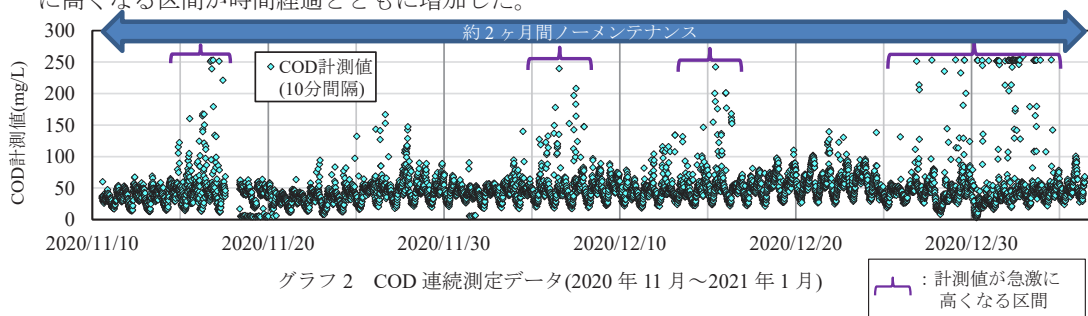
定期的に採水した試料水を測定し、COD 手分析値と UV 吸光度をグラフ 1 に示す。この結果から、UV 吸光度と COD 手分析値の相関係数は  $R=0.959$  となった。放流側と比べて COD 値の高い流入側でも良好な相関が得られることを確認した。なお、算出した検量線で換算した COD 値と COD 手分析値との残差は最大で  $6.0\text{mg/L}$  であった。



グラフ 1 UV 吸光度と COD 手分析値

### 4.2 連続測定での安定性確認

約 2 ヶ月間の COD 連続測定結果をグラフ 2 に示す。設置から数日は安定していたが、計測値が急激に高くなる区間が時間経過とともに増加した。



グラフ 2 COD 連続測定データ(2020 年 11 月～2021 年 1 月)

保護カバー内の状態は清掃後 30 日目、56 日目と時間経過とともに側面や底面への汚濁物の堆積が増加していることを確認した。(図 3) これが保護カバー内を浮遊することで、測定ガラス間の透過光が遮られて計測値が急激に高くなったと考えられる。この状態でもワイパーにより、測定ガラス、校正ガラスには付着物や傷がない状態を維持していることを確認できた。(図 4)

| 日付        | 11 月 10 日<br>(清掃後 0 日目) | 12 月 10 日<br>(清掃後 30 日目) | 1 月 5 日<br>(清掃後 56 日目) |
|-----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 保護<br>カバー |                         | <br>側面に汚濁物が堆積            | <br>側面や底面に汚濁物が堆積       |

図 3 保護カバー内の状態変化



図 4 測定ガラスの状態

### 4.3 COD 計測値と手分析値との比較

COD 計測値と手分析値の比較結果を表 2 に示す。2020 年 11 月 20 日に保護カバーを取り付けた状態で COD 計測値と手分析値の誤差は最大  $9.9\text{mg/L}$  であり、誤差が大きいことを確認した。この結果は保護カバー内に堆積した汚濁物が浮遊したことで、計測値に影響を及ぼしたと考えられる。このため、2021 年 1 月 5 日は保護カバーを取り外した状態で比較を行った。結果、COD 計測値と手分析値の誤差は最大  $3.0\text{mg/L}$  であり、約 2 ヶ月メンテナンスフリーで、し渣の絡みつきや汚濁物付着による計測値の影響は小さいことを確認した。

表 2 COD 計測値と手分析値の比較

| 採取日                 | 時刻        | COD 計測値<br>(mg/L) | COD 手分析値<br>(mg/L) | 誤差<br>(mg/L) |
|---------------------|-----------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2020 年<br>11 月 20 日 | 11 時 40 分 | 35.9              | 26.0               | 9.9          |
|                     | 12 時 48 分 | 28.0              | 24.0               | 4.0          |
|                     | 13 時 32 分 | 26.4              | 21.0               | 5.4          |
| 2021 年<br>1 月 5 日   | 12 時 32 分 | 47.5              | 50.0               | 2.5          |
|                     | 13 時 26 分 | 40.2              | 39.0               | 1.2          |
|                     | 14 時 35 分 | 41.0              | 38.0               | 3.0          |

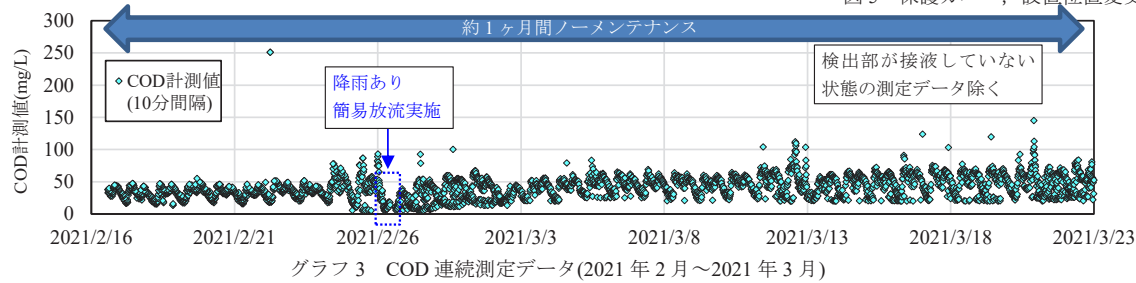
この結果は保護カバー内に堆積した汚濁物が浮遊したことで、計測値に影響を及ぼしたと考えられる。このため、2021 年 1 月 5 日は保護カバーを取り外した状態で比較を行った。結果、COD 計測値と手分析値の誤差は最大  $3.0\text{mg/L}$  であり、約 2 ヶ月メンテナンスフリーで、し渣の絡みつきや汚濁物付着による計測値の影響は小さいことを確認した。

4.4 安定計測の実現

保護カバー内の汚濁物堆積を軽減するために、底面に開口部を設け、水路の底からの汚濁物の撒き上がりを防止するために設置位置を底置きから 200mm 高くした状態で測定を再開した。(図 5) 約 1 ヶ月の COD 連続測定結果をグラフ 3 に示す。対策前と比べて計測値が急激に高くなる頻度が大幅に改善し、安定計測が実現可能であることを確認できた。



図 5 保護カバー，設置位置変更



計測再開後、35 日目に保護カバー内を確認。汚濁物の堆積は軽減し、測定ガラスにも付着物や傷はなかった。しかし、図 6 に示すように校正ガラスには生物付着のような白っぽい汚れがあり、自動ゼロガラス補正が機能していなかった。その影響で、簡易放流時の COD 計測値と手分析値を比較すると誤差が大きかった。自動補正が有効に動作したと想定して COD 計測値を補正して比較すると、誤差は最大約 2.3mg/L となった。(表 4) 校正ガラスへの生物付着等を防止すれば、自動ゼロガラス補正が正常動作し、精度よく良好な計測ができると推定される。

表 4 COD 計測値(補正後)と手分析値の比較

| 採取日             | 時刻        | COD 計測値(mg/L) |      | COD 手分析値(mg/L) | 補正後との誤差(mg/L) |
|-----------------|-----------|---------------|------|----------------|---------------|
|                 |           | 補正前           | 補正後  |                |               |
| 2021 年 2 月 26 日 | 11 時 25 分 | 14.5          | 20.7 | 23.0           | 2.3           |
|                 | 12 時 20 分 | 8.8           | 15.0 | 14.0           | 1.0           |
|                 | 13 時 01 分 | 10.1          | 16.3 | 14.0           | 2.3           |
|                 | 13 時 34 分 | 5.2           | 11.4 | 10.0           | 1.4           |
|                 | 14 時 11 分 | 8.2           | 14.3 | 14.0           | 0.3           |



図 6 校正ガラスの状態

5. まとめ

実証試験結果まとめを表 5 に示す。今後の課題として、生物付着等による汚れを防止・軽減する改善対策を行い、自動ゼロガラス補正機能が有効に機能するようにしたうえで、降雨時の簡易放流水の COD 連続測定データを蓄積していく予定である。

表 5 実証試験結果まとめ

| 懸念事項                 | 検証方法                                         | 結果                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| UV 吸光度と COD 手分析値の相関  | 定期的に採水した試料水を測定し、COD 手分析値と相関の有無を確認する          | 相関係数は R=0.959 であり、放流側と同様、COD 値の高い流入側の水質でも良好な関係があった。         |
| 連続測定の安定性             | 連続測定データを採取して大きな出力変動がないことを確認する。               | 保護カバー、設置位置の最適化で安定した測定は可能。                                   |
| し渣や汚濁物による光学センサー部への影響 | 検出部に保護カバーを装着したうえで、測定に影響するし渣の絡みつきや汚濁物付着がないこと。 | 約 2 ヶ月間ノーメンテナンスで、検出部へのし渣の絡みつきや光学センサー部への汚濁物付着による測定への影響はなかった。 |