

「凝集剤添加設備によるりん除去効果等に関する調査研究」  
調査研究報告書（平成26年度）

公益財団法人山梨県下水道公社  
桂川清流センター

1 目的

「第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画の施策の一つである「相模川水系上流域対策の推進」の具体的対策として、山梨県は神奈川県との共同事業として桂川清流センターのりん除去を目的とした凝集剤添加設備を設置し、平成26年度供用開始している。当該設備は、PAC（ポリ塩化アルミニウム）及びアルカリ剤（25%苛性ソーダ溶液）の注入設備を主として構成されており、化学的な凝集機能を加えて放流水の T-P(全りん)濃度を0.6mg/L以下とすることを旨として計画されていることから、平成26年度は効果的・効率的な運用方法を模索することとなる。よって、目標水質遵守や電力・薬品コストの適正化をはかるような運転方法を確立するための調査研究を行うこととする。



写真-1 凝集剤添加設備  
(手前 PAC, 奥アルカリ剤)

2 桂川清流センターについて

桂川清流センター、全体計画処理水量53,445m<sup>3</sup>/日、認可計画処理水量23,049m<sup>3</sup>/日、現有処理能力15,000m<sup>3</sup>/日の標準活性汚泥法による流域関連公共下水道終末処理場である。平成25年度では供用開始区域内の面積は757.60ha、人口は27,917人となっており、流入下水量は処理区域の拡大、水洗化の進捗に伴い増加傾向を示し、年度平均で5,991m<sup>3</sup>/日である。主ポンプが無く汚水が強制流入する設備構造を持つが、水処理能力に対し流入下水量が少ないことから、3時間帯(6:00~13:00, 15:00~20:00, 22:00~3:00)に区分し曝気装置等の間欠運転を行っている。一般的な凝集剤添加型活性汚泥法と異なる状況があることから、当該設備に対し調査年度以前の実施設計段階より、次に示す設備構造とするよう検討を行ってきた。

- 1) アルカリ剤添加設備を併設し、PACによるアルカリ度低下を相殺し、必要濃度を確保
- 2) 反応タンクの間欠運転に対応するため、PAC 添加箇所として反応タンク第4槽（最終槽）上流部を追加

3 運転条件及びりん濃度測定結果

稼働開始当初の運転条件は、実施設計時の運転条件として PAC 溶液 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>10%相当)を66mg/L (対初沈流出水 PO<sub>4</sub>-P(りん酸態りん)モル比2.0)、アルカリ剤(25%苛性ソーダ溶液)は22mg/L(PAC 添加率に対するアルカリ度消費量の回復相当量)とした。その後の各薬品添加率は、公定法による水質試験結果及び簡易測定器による測定結果を参考に添加率の変更を適時行った。参考に同一試料を対象とした外部機関への業務委託による測定結果と簡易測定器による測定結果の関係を図-1に示す。平成26年度の簡易測定器による PO<sub>4</sub>-P 測定結果と PAC 薬注率の状況を図-2に示す。

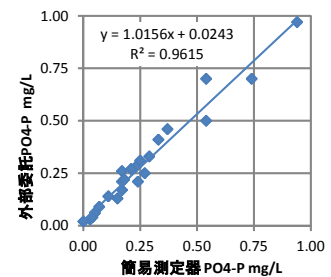


図-1 相関図 (n=24)

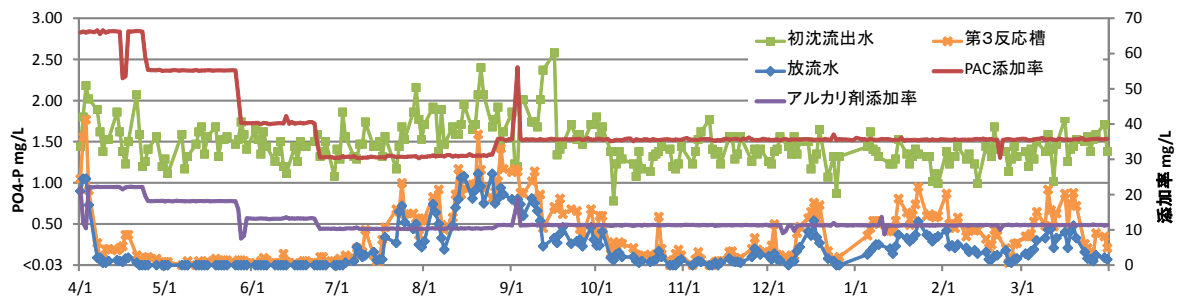


図-2 PO<sub>4</sub>-P と薬品添加率 (H26年度)

簡易測定器の調査地点は、初沈流出水、反応タンク第3槽上澄水 (PAC 添加直前地点として) 及び放流水としている。

放流水 PO<sub>4</sub>-P は、調査前年度 (H25年度) の精密試験結果にて0.59~2.43(平均1.35)mg/Lであったところ、当該設備稼働後徐々に低下を始め1週間程度経過後に定量下限値未満 (<0.03mg/L) に達した。反応タンク第3槽上澄水の PO<sub>4</sub>-P についても PAC の過剰添加に起因するとみられる低下が確認されたことから、添加率の段階的な設定変更を経て、PAC 添加率35mg/L として濃度が安定した9月下旬以降、ほぼ目標値を満足する結果を得たが、緩やかなピーク形成が複数回確認される状況にあった。

#### 4 水処理への影響について

凝集剤添加設備稼働後の水処理施設に関連した主な影響について次に示す。

##### 1) 初沈流出水に関する項目

- ・PO4-P が低下傾向を示した。(H25年度平均1.72mg/L、H26年度平均1.57mg/L)

##### 2) 活性汚泥に関する項目

- ・検鏡による生物数・種類数、pH、SVI、MLSS に関し、調査前年度と比較して当該設備稼働に由来する変動は確認されなかった。
- ・MLVSS/MLSS は大幅に低下傾向を示した。(H25年度平均85.6%、H26年度平均78.6%)

##### 3) 放流水に関する項目

- ・T-P、PO4-P とともに大幅な低減傾向を示した。  
(H25年度平均 T-P1.45mg/L、PO4-P1.35mg/L、H26年度平均 T-P0.38mg/L、PO4-P0.28mg/L)
- ・COD が高添加率時期を中心に低下傾向を示した。(H25年度平均7.3mg/L、H26.4~5平均6.0mg/L)
- ・その他試験項目(水温、pH、SS、BOD、大腸菌群数等)において当該設備稼働に由来する変動は確認されなかった。

#### 5 汚泥処理への影響について

##### 1) 汚泥濃縮設備(余剰汚泥系統)

PAC 添加率55~66mg/L 運転の影響がある期間にて、No.2濃縮機(ベルト濃縮機)にて、余剰汚泥の性状変化に起因するとみられる濃縮性悪化が確認されたが、添加率低減により改善された。

悪化前後の机上による凝集試験(ヌッチェテスト)結果を図-3に示す。

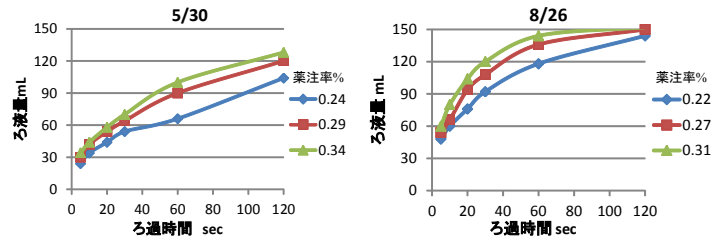


図-3 凝集試験結果の比較(左:5/30悪化時、右:8/26回復後)

##### 2) 汚泥脱水設備

PAC 添加率55~66mg/L 運転の影響がある期間にて、No.2脱水機(二重円筒加圧脱水機)にて、余剰汚泥の性状変化及び発生量増加に伴う回収率の悪化が確認されたが、添加率低減により改善された。

#### 6 PAC 添加効果の検証

凝集剤添加設備稼働前後年度の結果比較により PAC 添加効果について考察する。

##### 1) 水質及び汚泥試験結果

水質精密試験結果及び汚泥含有試験結果について表-1に示す。

水質精密試験結果では、前述のとおり PAC 添加効果として主に放流水にてりんの低減が示された。

汚泥含有試験においては、各年度4回測定平均値として全般的に増加傾向を示し、特に脱水汚泥のりん含有量が約5割程度増加を示した。

この点からも PAC 添加により H25年度には放流水より排出されていたりん負荷が、H26年度では汚泥処理系統に移動することを示したことになる。

##### 2) りん収支図による年度比較

11月に実施した各りん測定結果及び実績処理量より算定した、H25年度及び H26年度のりん収支図を図-4に示す。(図中 O-P は、PO4-P と同義)

放流水の負荷量の減量、汚泥処理系統への増量が年度比較として示された。

一方、汚泥処理返流水系統のりん移動量をみると、PAC 添加により低濃度に抑えられている箇所が多いが、発生汚泥量が増量していることから、負荷量として低減効果は本計算上示されなかった。

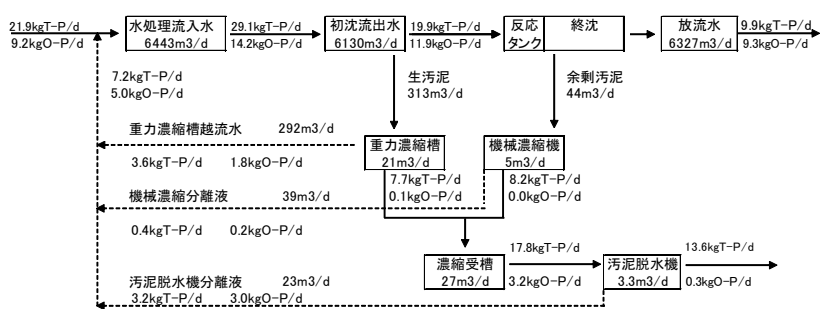
表-1 試験結果

	mg/L					
	T-P			PO4-P		
	流入水	初沈流出水	放流水	流入水	初沈流出水	放流水
H25年度	4.10	2.72	1.45	1.75	1.72	1.35
H26年度	4.38	2.75	0.38	1.58	1.57	0.28

	mg/kgDS			
	重力濃縮汚泥	機械濃縮汚泥	脱水機供給汚泥	脱水汚泥
H25年度	9,820	34,400	15,200	11,500
H26年度	10,300	37,200	18,000	16,800

りん負荷量収支図



りん負荷量収支図

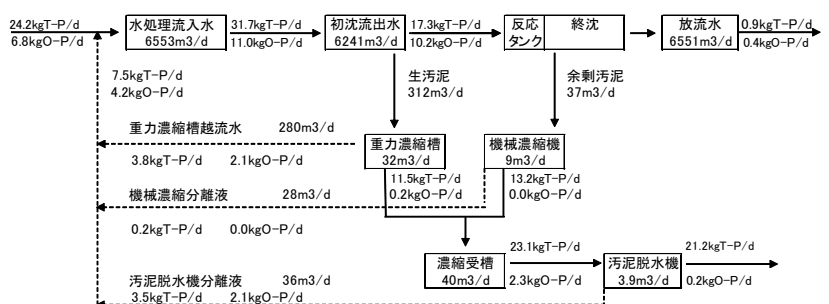


図-4 りん収支図(上: H25度、下: H26度)

## 7 まとめ

調査結果について次のとおりまとめる。

- ・ PAC 添加率35mg/L(アルカリ剤11mg/L)にて、放流水 T-P 目標値0.6mg/L を満足する結果を得た。
- ・ 放流水試験結果により、りん濃度以外の顕著な変化は確認されなかった。
- ・ 活性汚泥の生物相に顕著な変化は確認されなかった。
- ・ PAC 添加率55~66mg/L による運転の影響がある期間において、余剰汚泥の性状変化に起因すると見られる濃縮性悪化並びに汚泥脱水機の回収率悪化が確認された。
- ・ PAC 添加効果は、脱水汚泥中のりん含有量増加によっても確認された。
- ・ 凝集剤添加設備の安定稼働後、水処理及び汚泥処理施設は稼働前の運転方法を維持した。
- ・ 適正な薬品添加率の設定を行ったこと、当センターの運転状況を反映した設備構造の活用により、薬品及び電力コストの適正化を行った。

## 8 今後の課題

本調査結果並びに凝集剤添加設備の運転結果等より、次の点を今後の課題として挙げる。

### ① PAC 添加効果算定方法の検討

PAC 添加直前のりん濃度と放流水りん濃度の差に対する添加量の比率により、事業成果イメージを示すこととされているが、PAC 添加効果が返送汚泥と初沈流出水との混合時にも発生していることが想定されるため、直接的な添加効果を求める場合は方法の再検討を要するものとする。

### ② 放流水りん濃度のピーク形成要因の特定

PAC 添加率35mg/L として放流水りん濃度が低い値にて安定した以降、添加率一定にもかかわらず当該濃度の上昇及び下降する状況が確認された。

このことから、PAC 添加率に依存しない濃度のピーク形成要因があることが推察され、目標達成のために対処することが望ましいことから、その要因の特定が必要となるものとする。

### ③ 水処理施設での間欠運転時の添加見直し

反応タンクの曝気休止時においても添加を現在行っている。

放流水りん濃度には影響は見られないが、制御方法の見直しの必要が生じるものの、間欠運転時の注入量を見直すことで、添加率及び効果に改善が図れる可能性がある。