

# 修正 Bardenpho 法による汚泥分離液処理について

下水道水質課 ○ 新田 邦博  
吉田 光  
本橋 孝行

## 1、はじめに

横浜市では汚泥集約処理を採用しており、各水再生センターで発生した汚泥を南北 2 か所の汚泥資源化センターで処理している。この汚泥の処理工程で発生する分離液には高濃度の窒素、りんが含まれており、返流水として隣接する水再生センターへ送水後専用の返流水処理施設で一度処理し、負荷が下がった処理水と一般下水を混合して処理を行ってきた。しかし分離液は極めて高濃度であるため、処理しきれなかった窒素、りんによって水再生センター側に過度の負荷がかかってしまっていた。この問題を解決するため、南部下水道センターでは分離液を処理する専用の新施設を建設し、平成 22 年 7 月より運転を開始している。

今回、この汚泥分離液処理施設で採用されている修正 Bardenpho 法で、ステップ投入を運用した結果について報告する。

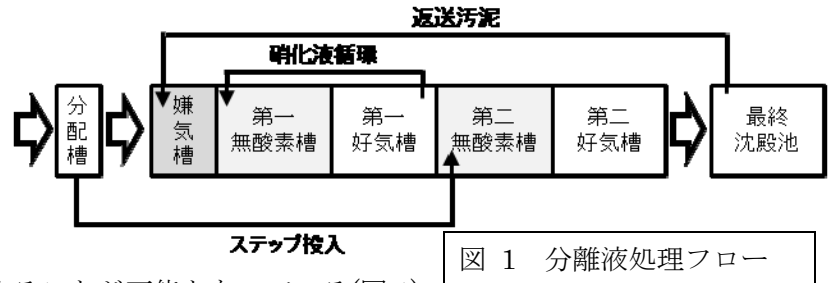
## 2、施設概要

分離液には、汚泥の濃縮過程で生じる遠心濃縮分離液(以下、濃縮分離液)と、嫌気性消化した汚泥を脱水する際、生じる消化汚泥脱水分離液(以下、脱水分離液)の 2 種類がある。

表 1 計画水量、計画水質

	水量 (m <sup>3</sup> /日)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	BOD (mg/L)
濃縮分離液	8700	80	1200
脱水分離液	4800	568	90
反応槽流入水	13500	253	805

(表 1)で示されるように、濃縮分離液は有機物源(BOD 源)が高く、脱水分離液にはアンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)が多く含まれている。修正 Bardenpho 法では、従来の A<sub>2</sub>O 法の後段に無酸素槽が設置され、分配槽に設置されたステップ投入ポンプによって第二無酸素槽へ有機物源を投入することが可能となっている(図 1)。



こうして添加された BOD 源によって、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)の脱窒反応を更に促進させる事ができる。

## 3、これまでの経過

本施設が稼働した当初、(図 2 右)の経路での処理を試みたが、分配槽内の均一化が上手くいかず負荷が偏り、処理が悪化してしまった。そこで、二つの分離液を分けた処理を中止し、濃縮分離液と脱水分離液が混合された状態(図 2 左)で処理を行った。

この運転では、脱水分離液に含まれる高濃度の NH<sub>4</sub>-N もステップ投入により第二無酸素槽へ投入されてしまう。NO<sub>3</sub>-N の除去を目的としているステップ投入には、BOD 源の多い濃縮分離液のみが望ましい。そこで、均一化を促すための角落としを平成 23 年 4 月 11 日より(図 3)のように設置した。結果、

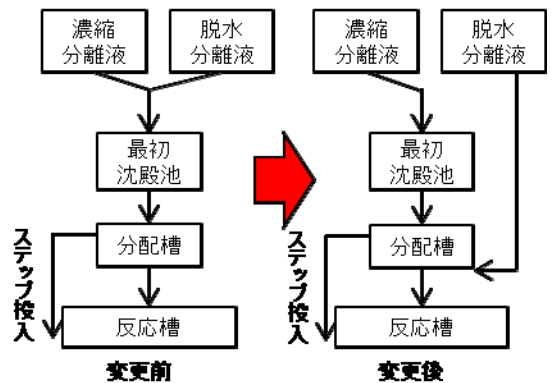


図 2 流入経路変更前後

各系列負荷が均一化していることを確認し、またステップ投入水への脱水分離液の混入も問題ないことを確認した。

#### 4. ステップ投入比較試験結果

表2にステップ投入比較運転時(平成23年5/21~7/13)の運転内容を示す。ステップ添加率は流量に対して1系5%、2系2.5%、3系投入なし

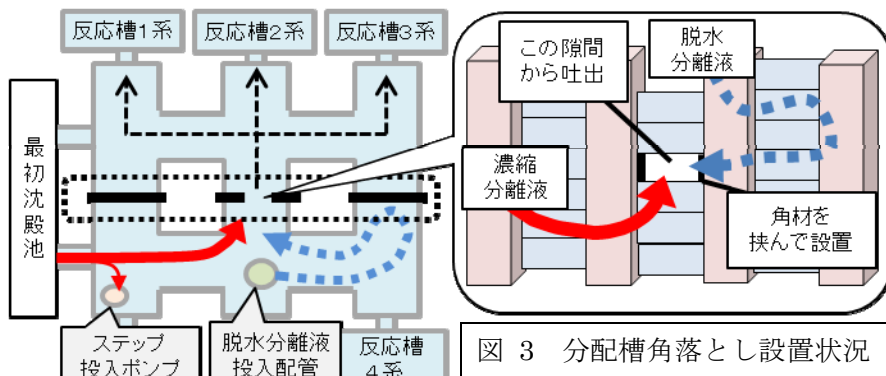


表2 ステップ比較運転状況

	流入水量(m <sup>3</sup> /日)	ステップ量(m <sup>3</sup> /日)	返送汚泥率(%)	循環率(%)	空気量(m <sup>3</sup> /日)	MLSS濃度(mg/L)
1系	3340	150	50%	350%	91500	3580
2系	3420	84	50%	350%	88200	3490
3系	3500	0	50%	350%	89100	3540

の条件で運転した。この窒素処理の結果を(図4)に示す。処理水中の溶解性窒素量は、

ステップ投入率5%で9.3 mg/L、投入率2.5%で13 mg/L、投入率なしで15 mg/Lであった。ステップ投入の効果として、投入率5%で溶解性窒素が37%処理向上した。また2.5%の投入率では、10%の処理向上であった。第一好気槽では各系列の溶解性窒素量に偏りが無い事を確認していることから、これは純粋なステップ投入の効果によるものと考えられる。

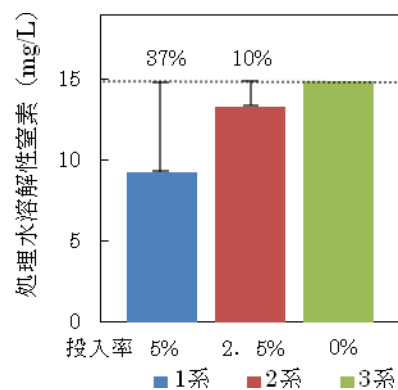


図4 窒素処理比較

また、ステップ投入水にはBOD源だけでなくりんも含まれており、投入比率を増やすと未処理のりんが処理水中に残留してしまう。ステップ投入で加えている濃縮分離液にはりん酸態りん(PO<sub>4</sub>-P)が20 mg/L含まれているため、5%の投入比率で1 mg/Lが上乗せされてしまう事になる。りん処理はステップ投入の結果、PO<sub>4</sub>-Pが1系1.5 mg/L、2系0.96 mg/L、3系0.55 mg/Lという処理結果であり、ほぼ想定通りの結果であった。

#### 5. 処理向上に向けての対策・課題

4月から8月末までの処理水の経時変化を図5に示す。4/14~5/20まで各系列とも投入率5%で運転し、5/21~7/14まで投入率比較運転を実施した。7/15~8/5まで汚泥堆積によりステップを停止し、8/5~は各系列投入率5%で運転している。各系列の窒素処理状況は同じような挙動をとっており、ステップ投入の効果よりも、その流入水質の方が処理に大きく影響を与えていると考えている。窒素処理に影響を与える因子として、

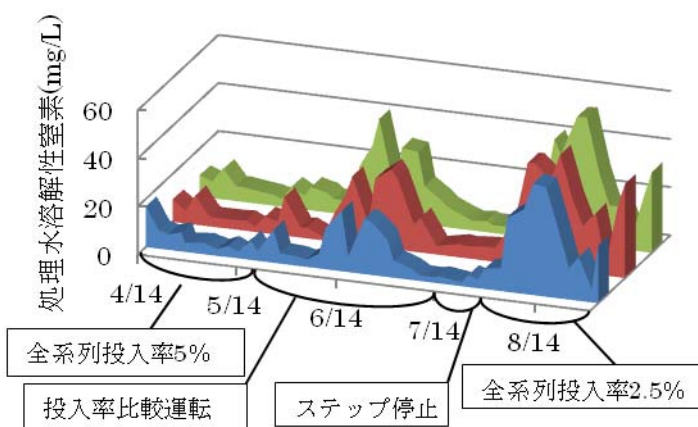


図5 窒素処理状況の経時変化

脱窒に用いられるBOD源が挙げられる。反応タンク流入水のBOD源とNH<sub>4</sub>-N、処理水の全窒素の相関を(図6)に示す。反応タンクに流入するNH<sub>4</sub>-Nの値をコントロールする事は難しいと思われるが、濃度の調整がきく濃縮分離液でBOD濃度を変化させれば、処理水として良好な結果を得ることが出来るのではないかと考えている。また、りんの処理に関しても流入水のBOD濃度と相関があると考えられ、流入水のBOD負

荷が高いほどりんの除去率が高くなっている(図 7)。

今回の運転では、濃縮分離液のみを最初沈殿池より流入させているため、最初沈殿池での汚泥引抜量や、池使用数の調整により流入水の負荷を変化させることができる。しかし、BOD 濃度を上げる際には、反応タンクへの流入 SS も同時に増加してしまう(図 8)。分離液処理施設での余剰汚泥脱水機の処理量は現状であまり余裕が無いため、反応タンクへの SS 分の増加には注意が必要である。安定した処理を行うためには、余剰汚泥脱水機の処理量の向上が必要であると考えている。

またステップ投入を行った結果、第二無酸素槽で脱窒が促進され、窒素の泡を抱えた汚泥が上層に堆積してしまう現象が確認された。これは、第二無酸素槽に設置されている攪拌機の攪拌能力の限界によるものと考えられる。この攪拌機は底部流速の確保を目的として設置されており、浮上してしまった汚泥を破砕する事は難しい。第二無酸素槽には消泡水配管が設置されているため、消泡水での対処を試みたが、大きな効果はでていない状況である。通常反応タンクの活性汚泥濃度(MLSS)は 3000 mg/L 前後であるが、図 9 に示すように、汚泥が槽全体に堆積してしまうことも確認され、図 5 に示しているが、7/14~8/5 までステップ投入を中断せざるを得なかった。安定した運転を行うためには、上層に堆積する汚泥の解消方法についても検討する必要がある。この汚泥によって攪拌機への過負荷による破損、嫌気状態で放出されたりんの処理水への影響、活性汚泥の腐敗による汚泥性状の変化など、様々な問題が起こる可能性がある。

## 6、まとめと考察

昨年度から運転を開始している分離液処理施設において、分配槽に設置した角落としを調整することによって濃縮分離液のみをステップ投入することが可能となった。これにより、BOD 源を多く含む濃縮分離液を第二無酸素槽にステップ投入する事が可能となり、窒素処理の向上がなされることが確認された。この分離液処理施設の目標水質は、全窒素で 30 mg/L、全りんで 10 mg/L であるが、ステップ投入を開始してからの期間(4 月~8 月末まで)

の運転結果は、処理水の全窒素で平均 12 mg/L、全りんで 2.3 mg/L と、目標水質を大きく上回る素晴らしい結果であった。しかし、攪拌機の攪拌能力の不足により、第二無酸素槽に汚泥が堆積し運転に支障が出る事も確認された。また処理向上のために BOD 源を多く流入させるという運転案に関しても、余剰汚泥脱水機の処理量に上限があるため流入水の負荷を高める際の制約となっている。安定的な処理の継続のために、またより良い処理水質の達成のために、これらの改善を要望していきたい。

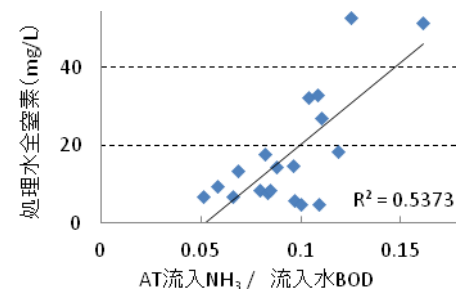


図 6 流入水質と窒素処理

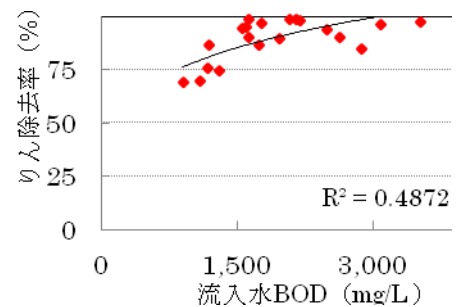


図 7 流入水質とりん除去率

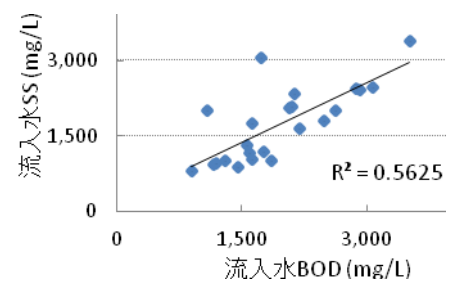


図 8 流入水の BOD と SS

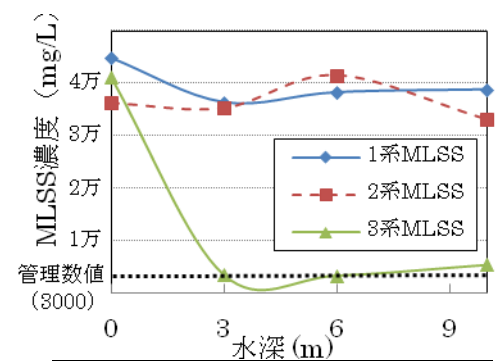


図 9 第二無酸素槽 MLSS 状況