

(株)西原環境衛生研究所 ○田中 育 品田 司 田畑 信一

1. はじめに

水需要の変化及び富栄養化対策に対応するために、各処理施設が直面している問題は、多様化し、深刻化している。

- ・水量及び水質負荷の増大
- ・施設更新時の一時的な水量高負荷運転
- ・窒素・リンなど水質規制強化への対応

これらの問題点は、施設の拡張及び増設を行うことにより解決する可能性はあるが、実際には、敷地の確保等の問題点が生じてくる。

担体投入活性汚泥法は、最終沈殿池の負荷を高めることなく、エアレーションタンク内MLSSを高濃度に保持することができる。よって、エアレーションタンクや最終沈殿池の拡張を行うことなく、処理水量の大幅な増加が可能であり、日本国内の実施設においても、既に、採用され稼働している。

また、過去に筆者が行った実験では、水温が10～25℃の範囲において、HRT（滞留時間）が6～8hr、MLSSが1,500～2,000mg/lという標準活性汚泥法の運転方法に準じて、担体投入活性汚泥法を適用した硝化液循環法を運転した場合、安定して目標水質（T-N=10mg/l以下）をクリアした¹⁾。このことから、嫌気・無酸素・好気法の無酸素槽及び好気槽に担体投入活性汚泥法を適用することにより、滞留時間が大幅に短縮され、既存の処理施設への嫌気・無酸素・好気法の適用が可能となる。

本実験では、担体投入活性汚泥法を適用した嫌気・無酸素・好気法において、HRTが8時間、MLSSが1,500～2,000mg/lという標準活性汚泥法に準じた運転を行った場合の、窒素及びリンの除去性能の検討を主な目的とし、また、HRTのさらなる短縮の可能性を確認した。

2. 担体投入活性汚泥法の概要

担体投入活性汚泥法（以下、担体投入法という）は、活性汚泥を保持する担体として、耐摩耗性に優れたスポンジキューブ（15mm×12mm×12mm）を10%ないし30%（容積比）エアレーションタンクに投入し運転するプロセスである（写真. 1, 図. 1, 図. 2 参照）。

担体投入法を適用した場合のエアレーションタンク内全MLSSの計算例を以下に示す。

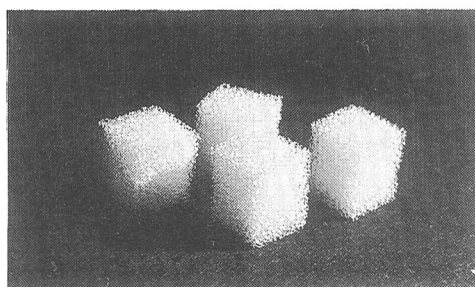


写真 1 スポンジキューブ

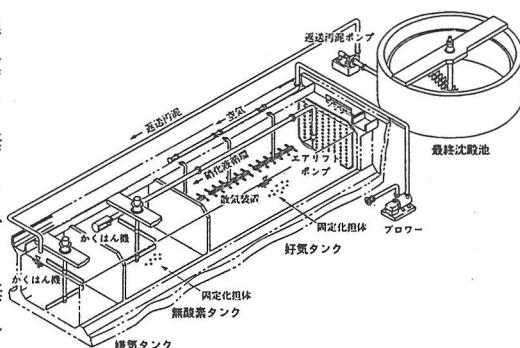


図. 1 担体投入活性汚泥法を適用した嫌気・無酸素・好気法の概念図

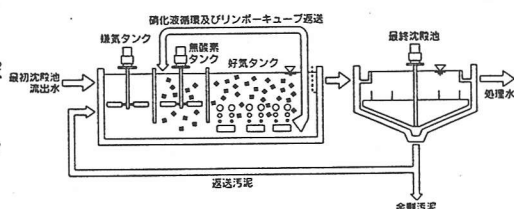


図. 2 フローシート

例

MLSS (浮遊性汚泥) : 2,000mg/l
 担体保持汚泥量 : 10 g/l・スポンジ
 担体投入率 : 30%
 全MLSS = $2,000 \times (1 - 0.3) + 10,000 \times 0.3$
 = 4,400mg/l

この例のように、エアレーションタンク内全MLSSは約2倍になるが、スポンジキューブは、エアレーションタンク内のみで滞留するので、最終沈殿池の負荷を高めることにはならない。また、担体投入法で運転した場合、浮遊性汚泥の性状も変化し、汚泥の沈降性が改善される。よって、エアレーションタンクや最終沈殿池の拡張を行うことなく、(閉塞の心配がない)開口径 8mmのパンチングプレート及びエアリフトポンプを設置するだけで、処理水量の大幅な増加及び窒素・リンの除去が可能となる。

また、スポンジキューブに保持されている汚泥は常にエアレーションタンク内に滞留しているため、SRTが長くなり、硝化菌のような増殖速度の遅い微生物を多量に保持することが可能となる。このことは、低水温期の硝化反応の低下を補い、冬季での窒素除去の安定化を図ることができる。そのうえ、スポンジキューブ内は無酸素の状態を作りやすく、脱窒反応が生じやすいと考えられるため、この点についても、処理の効率化につながる。

以上の点については、過去に報告しており、スポンジキューブに保持されている汚泥の硝化速度・脱窒速度は、浮遊性汚泥の約1.5倍の値を示していた(図. 3 参照)¹⁾。

3. 窒素・リンの同時除去に関するプラント実験

3.1 実験装置及び実験方法

実験では、担体投入法を適用した嫌気・無酸素・好気法の運転を行った。実験装置は、嫌気槽 1.5m³、無酸素槽 1.5m³、好気槽 3.0m³、沈殿池 2.0m³のものを使用し、Y市浄化センターの初沈流出水を原水とした。また、浮遊性汚泥のMLSS=1,500~2,000mg/l、HRT=8hrにおいて、処理水質 T-N=10mg/l、T-P=1.0mg/l以下を目標とした。

3.2 実験結果及び考察

(1) 運転条件

担体投入法を適用した嫌気・無酸素・好気法の運転条件を表. 1 に示す。BOD/SS負荷については、HRT=6hrにおいても、0.2kg/kg・日以下であり、MLSSの高濃度化による負荷の低減化が図られている。また、窒素負荷についても同様な結果が得られており、HRT=6hrにおける好気槽のT-N容積負荷が0.27kg/m³・日に対し、T-N/SS負荷は、0.08kg/kg・日となっている。

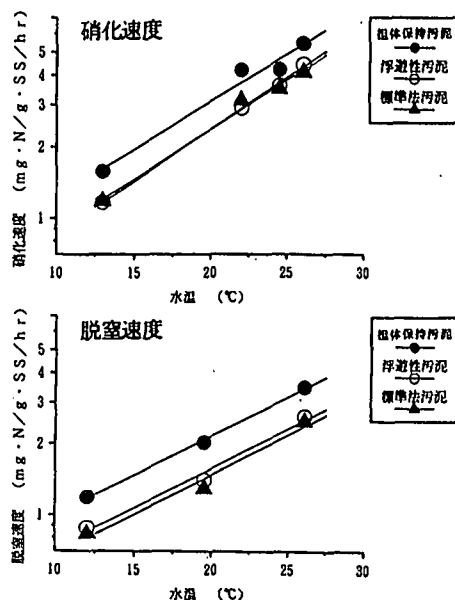


図. 3 硝化速度及び脱窒速度

表. 1 運転条件

HRT (hr)	8.0	7.0	6.0
流入水量 (m ³ /日)	18.0	20.6	24.0
送気流量 (m ³ /H)	5.4	6.2	7.2
送気汚泥率 (%)	30	30	30
脱硝水量比 (Q)	2.0	2.0	2.0
全容積に対する BOD/SS負荷 (kg/m ³ ・日)	0.27 ~ 0.58	0.38 ~ 0.51	0.44 ~ 0.75
全MLSSに対する BOD/SS負荷 (kg/kg・日)	0.07 ~ 0.17	0.10 ~ 0.16	0.11 ~ 0.22
好気槽の T-N/V負荷 (kg/m ³ ・日)	0.18	0.22	0.27
好気槽の T-N/SS負荷 (kg/kg・日)	0.13 ~ 0.25	0.19 ~ 0.28	0.21 ~ 0.31
好気槽の T-N/SS負荷 (kg/kg・日)	0.05	0.07	0.08
好気槽の T-N/SS負荷 (kg/kg・日)	0.04 ~ 0.06	0.06 ~ 0.10	0.06 ~ 0.08

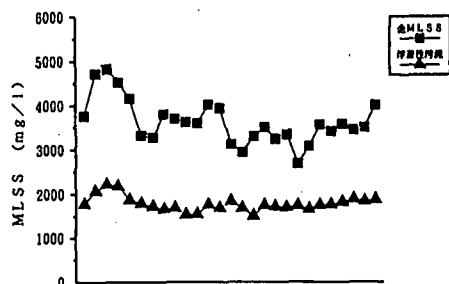


図. 4 浮遊性汚泥及び全MLSSの推移

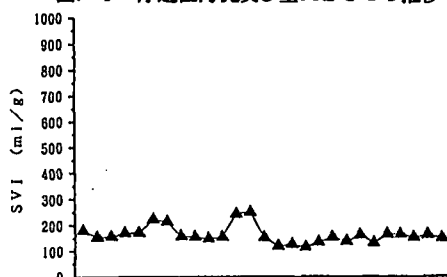


図. 5 浮遊性汚泥のSVIの推移

(2) MLSSの高濃度化及び浮遊性汚泥の沈降性

図. 4は、浮遊性汚泥と全MLSSの推移である。浮遊性汚泥のMLSSは、1,500~2,000mg/lであるのに対し、全MLSSは、3,000~4,000mg/lと約2倍の値を示しており、スポンジキューブ投入により、MLSSの高濃度化が図られている。

また、図. 5は、浮遊性汚泥のSVIの推移である。担体投入法における浮遊性汚泥の沈降性は(嫌気槽が設置されていることもあるが)非常に良好であり、SVIは、平均で163ml/gであった。

(3) 処理性能

HRT=6~8hrにおける処理結果を図. 6に示す。平均値でみると、原水のBOD=121mg/l, COD=66mg/l, SS=61mg/l, T-N=32mg/l, T-P=5.0mg/lに対し、HRT=8hrにおける処理水の水質は、BOD=5mg/l, COD=13mg/l, SS=8mg/l, T-N=8.0mg/l, T-P=0.6mg/lであった。リン除去については、処理の安定性が非常に重要となるため、オンラインの自動分析モニターにより処理水のリン濃度(PO_4-P)を連続測定した結果、日間の変動が平均値 ± 0.15 mg/l(PO_4-P)程度であり、良好な安定性が示されていた。

以上のように、HRT=8hrにおいて、処理水の水質 T-N=10mg/l以下、T-P=1.0mg/l以下を安定してクリアしていたため、徐々に HRTを短縮する運転を行った。その結果、HRT=7hrにおける処理水の水質は、BOD=6mg/l, COD=10mg/l, SS=7mg/l, T-N=7.5mg/l, T-P=0.8mg/l, HRT=6hrにおける処理水の水質は、BOD=5mg/l, COD=9mg/l, SS=4mg/l, T-N=6.3mg/l, T-P=0.4mg/lと、HRT=8hrにおける処理水と同等以上の水質が得られており、また、T-N=10mg/l以下、T-P=1.0mg/l以下を安定してクリアしていた。

このように HRTの大幅な短縮が可能となったのは、担体投入法の適用により、MLSSの高濃度化が図られ、さらには、スポンジキューブに保持されている汚泥が浮遊性汚泥よりも高い硝化・脱窒能力を有していることが原因であると考えられる。

4. まとめ

処理水量の大幅な増加等を目的として、日本国内の実施設においても、既に、採用され稼働している担体投入活性汚泥法を、嫌気・無酸素・好気法に適用することにより、T-N=10mg/l以下、T-P=1.0mg/l以下を安定してクリアするためのHRTが大幅に短縮された(6hrまで短縮)。(各々文獻) 1) 田中、品田、田畑:スポンジキューブ投入高濃度活性汚泥法による窒素除去、

第30回環境工学研究フォーラム

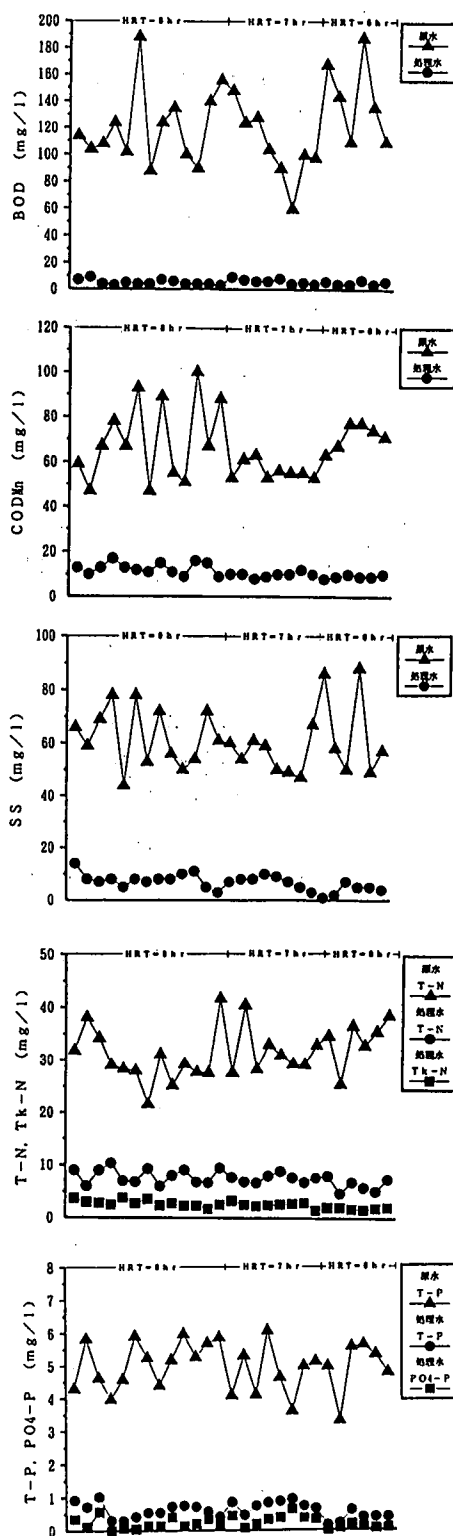


図. 6 HRT=6~8hrにおける処理結果