

硝化担体を用いた高度処理法の現状

下水道河川研究室 ○小松 弘明
竹田 隆彦

1 はじめに

横浜市の総合事業計画である「ゆめはま 2010 プラン」では、水環境の保全推進を目的とし、平成 22 年度には高度処理普及率 50%を目標と掲げ、将来的な水質管理目標値を窒素・りんについて 10, 0.5mg/l としている。

一方、高度処理導入を推進した場合、将来的に建設用地が不足する処理場が存在するため、用地の確保や処理場間のネットワーク化、あるいは技術革新によって可能になる効率的な処理法の適用等の対応が必要である。硝化担体（写真-1 参照）を用いた高度処理法（図-1 参照）は、好気槽に担体を投入して硝化効率を上昇させることにより、既存の標準活性汚泥法の反応槽と同程度の大きさで、窒素・りんを除去する高度処理施設の設置が可能であると言われている。しかし、いまだ大規模な施設での導入実績も少なく、各メーカーが取り扱う担体及びそれに付随するシステムはそれぞれ特徴を有している。

本調査は、各担体投入型硝化システムの特徴及び最新技術の動向をメーカー調査し、併せて担体投入型硝化システムを導入している下水処理場の導入経緯・方法、維持管理状況を調査したので報告する。

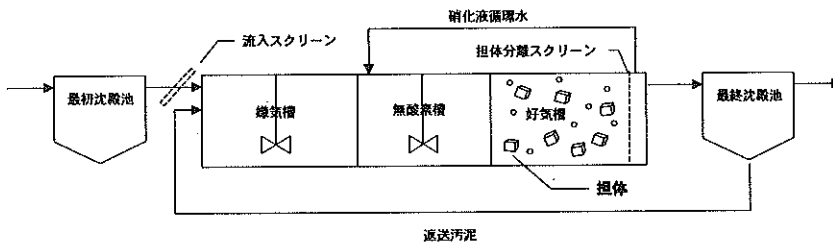


図-1 担体を用いた高度処理法の一例

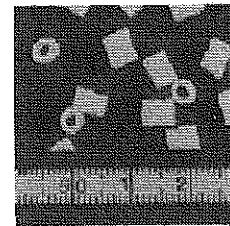


写真-1 硝化担体の一例（結合固定化法）

2 メーカー調査及び結果

平成 13 年度において実施稼働実績を有するメーカーと、最近の下水道研究発表会の講演集に見られる発表実績（開発段階のものを除く）を中心に 11 社を選定し、統一した質問によるヒアリング調査を行った。主な調査事項及び結果を表-1 に、硝化速度の分布をグラフ-1 示す。

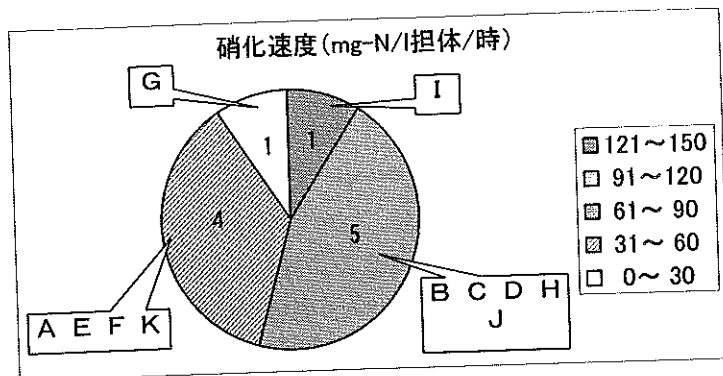
表-1 メーカー調査結果一覧

製造メーカー	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
微生物固定化法	結合法	結合法	結合法	結合法	結合法	結合法	結合法	結合法	結合法	包括法	結合法
材質	ポリウレタン	ポリエチレン グリコール	ポリウレタン	ポリウレタン	ポリプロピレン	高密度 ポリエチレン	ポリウレタン	ポリビニル アルコール	ポリプロピレン	ポリエチレン グリコール	ポリエステル
形状											
比重	1.03	1.02	1.007	1.02	1.05	0.95	1	1.04	1.01	1.015	1.05
真容積投入率(%)	4.8	6.8~13.6	15	6~12	20	3~11	20~30	2~20	10	20	6~18
摩耗率(%/年)	1以下	0.04以下	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	1以下	2以下
攪拌方式	全面曝気方式	○	○	○		○		○	○	○	○
	旋回流方式			○	○		○		○	○	
循環水ポンプ形式	インペラポンプ	○	○	○	○	○		○	○	○	
	エアリフトポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
硝化速度(mg-N/担体/時)	34	92	100	119.5	43.5~58	41.5	19.2	100~120	121	114	53.4
高度処理施設建設実績	※1	1	#1	1	※1	※1	※1	※6	4	10	※1

※印は、実施規模の実験施設数 #印は、パイロット規模の実験施設数

(平成13年10月末現在)

生物固定化法：包括固定は1社のみで、他のメーカーは結合固定である。包括固定は硝化菌を高分子材料で成形したもので、馴致が容易で硝化阻害要因に対する影響が少ないと言われている。一方、結合固定は硝化菌が付着しやすい環境（材質）に成形した担体を用いて、馴致によって担体に硝化菌を付着させるもので、担体の運搬、保存性に優れているものが多い。しかし、一旦供用開始すれば、生物固定化法による硝化速度等の差は、ほとんどないものと思える。



グラフ-1 硝化速度の分布

材質・形状・比重：材質は硝化菌の付着性、比重、強度を考慮して選定し、形状は担体内に硝化菌を高濃度に保持することを目的に、表面積を向上させる工夫をしている。

一方、表面積を向上させるために寸法を小さくすると、分離スクリーン目開きも小さくなり、目詰まりを起こしやすくなる。そこで、担体は3.0~15.0mm、分離スクリーン目開きは1.5~8.0mmの範囲となっている。

また、硝化効率の向上のためには、担体が反応槽内に均一に存在することが好ましい。担体の比重が1より大きいものは沈降する傾向にあり、1より小さいものは浮上する傾向にある。このため、反応槽の形状、散気・攪拌方式及び曝気風量に影響し、各メーカーは比重を1に近づける開発を続けている。

まとめ：各メーカーは、担体のみでの納入も可能と回答しているが、担体、分離スクリーン及び反応槽は相関する部分があるため、トータルシステムとしての納入を推奨している。

本調査では、既存施設の改造を行う場合、反応槽の形状によって、適用できるシステムが限定されることがわかった。

また、メーカーによっては、硝化担体を循環水と一緒に脱窒槽に戻し、脱窒担体としても利用したり、脱窒専用担体を開発し、さらなる処理の効率化を図ろうとする動向もあるため、用地不足の極限状態時には検討すべきであろう。

3 硝化担体導入処理場調査及び結果

下水処理場年鑑等から担体を使用している下水処理場を抽出し、その中から、①10,000m³以上の処理水量を有する施設、②硝化脱窒処理を目的としている施設、③同一担体で導入された時期により新旧比較できる施設であることを考慮し、6施設を選定して実地調査を行った。主な調査事項及び結果を表-2に示す。

表-2 担体導入処理場の調査結果一覧

施設名称	I市 M終末処理場	H県 I浄化センター	M市 M終末処理場	K市 A水処理センター	O市 O浄化センター	H県 M浄化センター
	J	J	J	B	I	G
供給メーカー	J	J	J	B	I	G
稼動時期	平成13年11月	平成10年10月	平成6年度	平成12年度	平成13年10月	平成13年(実規模実験)
担体投入処理量	21,000m ³ /日	22,000m ³ /日	11,000m ³ /日	17,200m ³ /日	11,800m ³ /日	22,750m ³ /日
新設 or 改造	新設	新設	改造	改造	改造	改造
流入水窒素濃度	31	80	42	30	32	33
処理水窒素濃度(目標)	10	60	10	10	10	7
処理水窒素濃度(実績)	7.5	30	8.9	6.1	5	
処理システム	嫌気-無酸素-好気法(A2O法)	循環式硝化脱窒法(活性汚泥循環変法)	循環式硝化脱窒法(活性汚泥循環変法)	嫌気-無酸素-好気法(A2O法)	循環式硝化脱窒法(活性汚泥循環変法)	嫌気-無酸素-好気法(A2O法)
導入目的	東京湾富栄養化防止 返流水処理 用地不足	皮革産業排水対策 高濃度BOD除去 高濃度窒素除去	処理水質向上 流入水量増大	東京湾富栄養化防止 処理水質向上	琵琶湖富栄養化防止 用地不足	流入水量増大 工事費節減
導入経緯	設計当時J社のみだった。	設計当時J社のみだった。	設計当時J社のみだった。日本下水道事業団が選定。	どの担体でも稼動できるよう、構造や技術は研究開発した。	既設の深層に適用できるのはI社だけだった。	比較のため、知見の少ないG社を選定した。
スクリーンの維持管理	清掃不要	清掃不要	清掃不要	清掃/2ヶ月	清掃不要	清掃不要

水質：全ての処理場において、水質基準、目標水質を満足していた。H県I浄化センターは酸素活性汚泥法の処理水の脱窒を目的に、後段で担体を用いた硝化脱窒を行っていた。この場合、脱窒に必要な有機分が不足するため、反応タンクでのBOD/T-N負荷の向上を目的に、最初沈殿池越流水を投入していた。

導入経緯及び方法：設計検討時において数社の技術しか確立していないか、共同研究等でメーカーと共に技術を確認し、結果を得て稼働するといったケースが多かった。また、入札は全て競争入札で行われていた。

担体の摩耗・補充：M市M終末処理場のJ社担体で、供用開始後7年が経過し、若干の摩耗が見られるものもあったが、補充の実績もなく、今後も予定はないとのことで、概ね20年は硝化機能を確保できるものと思われる。

メンテナンス：繊維物・しき等が、担体分離スクリーン（写真-3参照）に付着して発生する目詰まりを防止する目的で、反応タンクへの流入部にスクリーン（写真-2参照）が設置されていた。ただし、H県M浄化センターは、G社の担体を用いているため、担体分離装置が直径8mm孔のパンチングプレート（他社は目開き1~5mmスクリーン）であり、目詰まりの可能性が低く、設置していない。

点検項目は水質計器類について、基本的に通常の高度処理法と差異はなく、設備面で流入スクリーン、担体分離スクリーン及び洗浄用ブロー空気量の点検項目が加わる。

また、スクリーンの前後に水位センサーを設置し、大多数の処理場において、目詰まりが発生して水位差が生じた場合は、流入を停止するなどの対策を促していた。

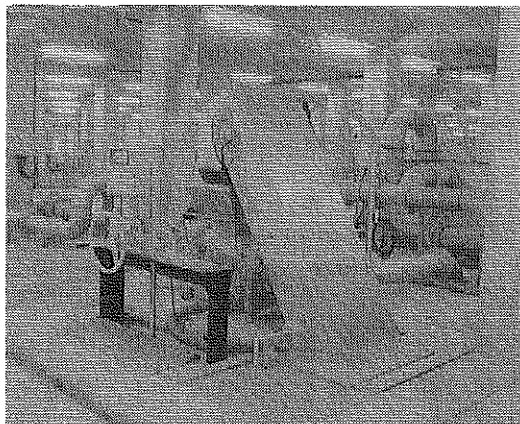


写真-2 流入自動スクリーン

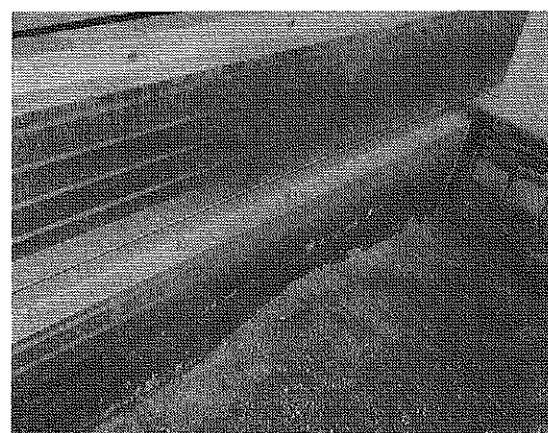


写真-3 担体分離スクリーン

まとめ：メーカー調査において、担体の流出及び分離スクリーンの目詰まりはないとの回答を得て実地調査を行ったが、確認のため定期的に清掃を行っていた処理場は存在したものの、特に問題は発生していなかった。

新設の処理場もあったが、既存施設を改造して処理水量を下げることなく、窒素除去を行っている処理場が多数を占めた。よって、担体を用いた高度処理法は、処理能力の向上が期待でき、建設用地の縮小化に有効であると考えられる。

4 おわりに

本調査において、担体を用いた高度処理法は実施で大きな問題もなく稼働しており、目標水質を達成していることがわかった。また、メーカーにおいても担体システムの改良・開発は活発に行われているため、ますます導入されていくと思われる。

今後は、各メーカーや他の自治体の動向を引き続き調査し、同時に既存の施設を改造した場合のシミュレーション等を行い、細部にわたって検討していきたい。