

汚泥返流水処理法の検討

下水道河川研究室 ○竹田 隆彦

小松 弘明

はじめに

平成11年度4月より神奈川県公害防止条例が改正施行され、下水処理場における窒素・リンの排水基準は、40、5mg/lとなった(汚泥返流ありの処理場、当面の値)。また、横浜市は東京湾流域別下水道整備総合計画の策定を視野に東京湾特定水域高度処理計画を考慮して、窒素・リンの排水目標値を10、0.5mg/lとし、現在下水処理場における高度処理導入を推進している。

一方、高度処理の普及に伴い、その処理工程から発生する余剰汚泥は多量のリンが含有され、汚泥濃縮・送泥・消化過程等において嫌気的な雰囲気となりリンが溶出してしまう。

本市では下水処理場から発生した生汚泥と余剰汚泥を調整し、送泥-遠心濃縮-1段中温消化-脱水-焼却工程にて集約処理を行っているが、汚泥処理工程で発生する汚泥返流水(主に機械濃縮分離液、消化汚泥脱水分離液の混合液)には、高度処理が普及した場合、多量の窒素・リンが含まれるため返流水の適切な処理を行うことが必要である。

本報告は、将来の高度処理が普及した場合の各問題点を調査・検討を行い全体としての汚泥処理フローを提案するものである。

各工程でのリン対策と濃度

下水処理場での汚泥調整：多量のリンが含まれた余剰汚泥は嫌気的雰囲気下でリンを溶出する。このため、汚泥調整タンクでのリンの再溶出による越流水のリン濃度上昇が懸念される。図-1は調整タンクの雰囲気を再現したものである。リンの溶出が行われても、汚泥の部分で行われるので上部の越流水には、ほとんど影響がないことが解る。生汚泥と高度処理余剰汚泥を調整槽で混合した場合においても、適切な界面を保つよう調整を行えば、越流水へのリンの影響はほとんど起こらないことが解った。このため、送泥工程は従来通りの混合送泥方法で行っても下水処理には重大な影響がないと考えられる。

送泥工程：送泥工程中汚泥は嫌気的雰囲気下にあるためリンの溶出は進み、汚泥処理センター遠心濃縮分離液のリン濃度は高度処理が進むにつれ上昇するものと考えられる。しかし、送泥管内のpHは7以下であるためMAP(りん酸マグネシウムアンモニウムの結晶)が生成することはないと考えられる。送泥管について特別なMAP対策を行う必要はないだろう。

遠心濃縮・遠心脱水工程：送泥中にリン濃度が上昇しているため、遠心濃縮分離液のリン濃度は約100~150mg/l、また、消化工程を経た遠心脱水分離液は約200~250mg/lになると思われ、その時の汚泥返流水は処理比より約120~180mg/lになると予想される。特に遠心脱水機分離液はpHが8となるため、MAPが生成しやすい雰囲気となる。これは、配管等にMAPが付着し閉塞する恐れがあるため、何らかの対策を施す必要がある。

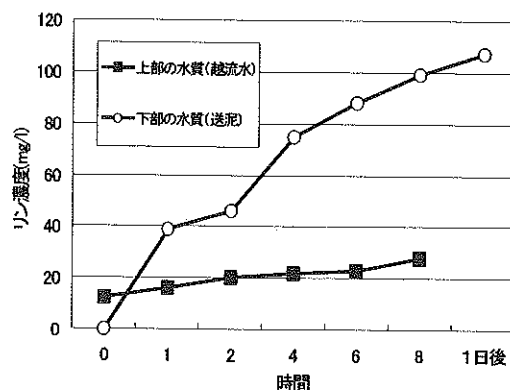


図-1 静置した汚泥のリン溶出状況

表-1 返流水処理施設の処理目標値

目標レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
想定ケース	ケースA	ケースB①	ケースC	ケースB②
T-N(mg/L)	10	20	30	40
T-P(mg/L)	0.5	2	5	7

ケースA：公共用水域へ直接放流

ケースB：返流水処理後、隣接下水処理水と混合し放流

① (混合効果を見込まない場合)

② (混合効果を見込む場合)

ケースC：下水処理場流入水と同程度

返流水処理施設の目標水質の設定

現在考えられる返流水処理施設の目標水質を前頁表-1 にしめす。返流水処理水を高度処理を行っている下水処理場の流入水と混合して処理する場合、返流水処理水に含まれる硝酸の影響を充分考慮して設計を行うことが必要である。また、レベル4の場合（表ではより厳しい北2を基準として算出）隣接処理場の流入水量により変動するが、いずれのケースにておいても目標水質を設定は、どちらも東京湾に放流するため両汚泥処理センター同じ目標水質を設定することが好ましい。

返流水に対するMAP法の適用性

MAP法は返流水のような高SS排水（通常の返流水SS400mg/l以上）に対する実績がなかったため、その適用性をプラント実験によって調査した。その結果、MAP法は高SS下であっても、T-P、PO4-Pの除去率は平均でそれぞれ71,86%を得ることができた。

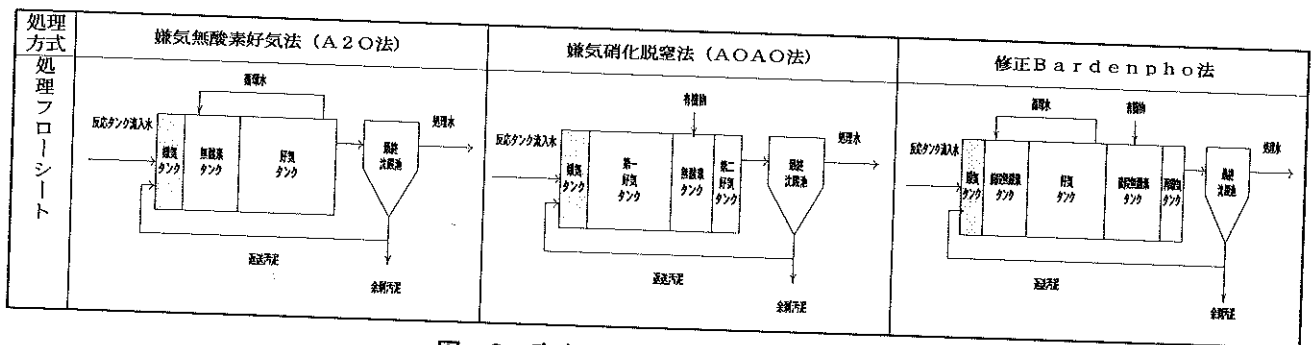


図-2 窒素・りん同時除去生物処理法のフロー

返流水に対する生物処理法の適用性

修正Bardenpho法の処理結果： 窒素・りん同時除去法である、

A2O法、AOA法、修正Bardenpho法のフローを図-2、平成13年度実施した修正Bardenpho法のプラント実験の運転条件・処理結果を表-2にしめす。MAP法と組み合わせて処理(RUN10,11)を行うことによってレベル4の処理目標値をほぼ達成した。

各処理法の適応性： 過去3年間にプラント実験を行った結果を基にA2O法・AOA法・修正Bardenpho法の返流水に対する適応性の調査を行った結果を表-3にしめす。

各処理法とも処理条件等を調整することによってレベル3程度の水質を得ることもできる可能性があるが、レベル1をりん除去装置と生物処理による返流水処理施設で得ることは困難であると思われる。修

表-2 修正Bardenpho法の運転条件・処理結果

原水：MAP処理水		RUN10	RUN11
水温(°C)		24.3	26.3
循環率(%)		250	320
返送率(%)		50	54
メタノール添加率(ppm)		120	130
T-N	原水(mg/l)	290	260
	処理水(mg/l)	38	47
	除去率(%)	87	82
NH4-N	原水(mg/l)	290	170
	処理水(mg/l)	1.1	2.0
	除去率(%)	99	99
T-P	原水(mg/l)	37	26
	処理水(mg/l)	8.6	7.2
	除去率(%)	77	72
PO4-P	原水(mg/l)	24	19
	処理水(mg/l)	7.8	6.4
	除去率(%)	68	66

表-3 返流水処理の適用性

処理法	窒素	目標水質レベル			
		レベル1 N = 10, P = 0.5	レベル2 N = 20, P = 2	レベル3 N = 30, P = 5	レベル4 N = 40, P = 7
A2O法	窒素	×	×	◎	◎
	りん	×	△	○	◎
AOA法	窒素	×	+MAP+凝沈	+MAP	+MAP
	りん	×	完全硝化 高メタノール添加	高メタノール添加	メタノール添加
修正Bardenpho法	窒素	×	+MAP+凝沈	+MAP	+MAP
	りん	×	完全硝化 高メタノール添加	メタノール添加	メタノール添加

◎：プラント実験で達成実証 ○：条件付きで達成の可能性高い △：条件付きで達成の可能性あり ×達成困難

正 Bardenpho 法は脱窒槽を 2 段有するため低い循環率で、脱窒槽を 1 段しか持たない AAO 法や同程度の循環率で運転した場合の A2O 法と比べより窒素の除去率が期待できるため高濃度窒素を含む返流水処理に適しているといわれる。今年度のプラント実験では、総合循環率を約 400% (A2O 法実験時、総合循環率約 900%) としたため、レベル 3 の窒素 30mg/l は達成できなかったが、運転上での調整を行うことによってレベル 3 の達成は充分可能であると思われる。

返流水処理施設フロー

本研究より考えられる返流水処理施設のフロー (案) を図-3 にしめす。

- * 下水処理場では生汚泥と高度処理余剰汚泥の混合調整後送泥する。
- * 返流水処理については MAP 法と Bardenpho 法の組み合わせにより、りん・窒素を除去する。MAP 法にて回収された MAP は肥料としての価値が期待できる。
- * 返流水処理施設には発生する余剰汚泥はりんが再溶出するため、直接脱水にて処理を行う。
- * 返流水処理施設処理水の排水先については、例えば、場内の再利用水に使う (水質目標レベ 4) 等の方法も考えられ、今後の研究課題である。

また、高濃度のアンモニア含む消化汚泥の脱水分離液を単独で処理し硝化担体法により硝化-脱窒を行った後、遠心濃縮分離液と混合し処理を行う等いくつかの処理法の選択はあるが、いずれにしても建設費用・用地の確保、維持管理費等の費用対効果や循環型社会に適応する処理法を考慮しつつ慎重に決定するべきであろう。

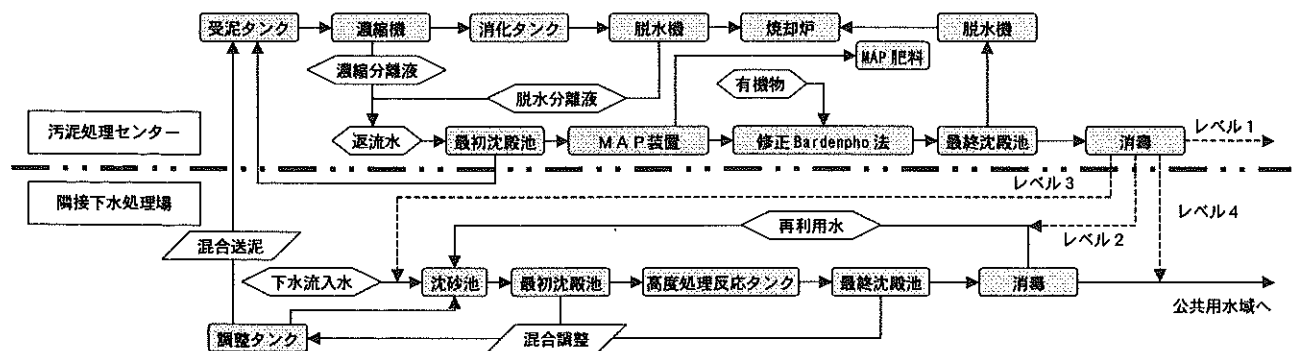


図-3 返流水処理総合フロー (案)

おわりに

MAP 法と生物処理の組み合わせにより、レベル 4 (窒素 40mg/l・りん 7mg/l) の処理水質はほぼ達成できることがわかった。処理法の中では修正 Bardenpho 法が高い窒素除去率を期待できるため来年度は MAP 法との組み合わせにより、運転条件等の調整により、更なる処理水質の向上 (レベル 3: 窒素 30mg/l・りん 5mg/l) を目指していきたい。また、MAP 装置の縮小化・効率的処理についての研究も併せて行っていく予定である。