

汚泥処理返流水への MAP 法の適用 (その2)

横浜市 ○小松 弘明
竹田 隆彦

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により、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りんが含有され、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りんが溶出してしまう。

本市では下水処理場から発生した汚泥を、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。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・りん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。

MAP(りん酸マグネシウムアンモニウム)法は、排水中のりんを除去するための一つの手法であるが、消化汚泥脱水分離液への適用の実績があるのみで、機械濃縮分離液、脱水分離液を混合したSS濃度が高い汚泥返流水についての事例はまだ数少ない。

本文は北部汚泥処理センターから発生した汚泥処理返流水を対象試料とし、実験プラントにて昨年度に引き続きMAP造粒分離装置(以下MAP装置)の適用性をMAP回収装置(以下液体サイクロン)と組み合わせ、調査・検討を行ったので報告するものである。

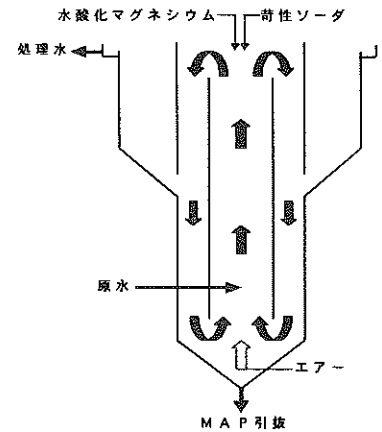
調査目的

一般的にT-P100mg/l, SS200mg/l以下である消化汚泥脱水分離液をMAP法で処理した場合、T-Pの除去率は約70~80%であるが高濃度SS(約500mg/l)を含む返流水の除去性能などについて以下の観点から調査した。

1. 返流水中のりん濃度変動に伴うりん除去効率を調査し、効率的な運転条件を把握する。
2. りん除去が、SSの変動によってどのような影響を受けるかを調査し、汚泥返流水に対するMAP法の適用性を確認する。
3. MAP装置後に液体サイクロンを設置し回収率の安定性を図る。
4. りん濃度の変化に伴う薬品費(PAC, MgCl₂, Mg(OH)₂)の比較を行った。

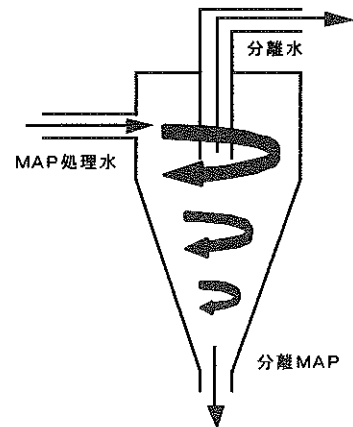
MAP装置・液体サイクロンの概要、運転条件および運転状況

MAP装置および液体サイクロンの概要、運転条件、仕様を図-1,2に示す。Mg源は常時1M以上添加するものとした所、MAPは順調に生成された。各RUNの運転条件および処理結果を表-1に示す。



反応・沈殿塔形状	2重円筒式
Mg源	Mg(OH) ₂ , T-PIに対して1M添加
処理量	3m ³ /日
滞留時間	25分
攪拌方式	ブロー(25l/分)
反応塔設定pH	8.5
アルカリ剤	NaOH(5%)

図-1 MAP装置



処理水量	10m ³ /日
材質	SUS
* MAP装置処理水をバッチ運転にて処理	

図-2 液体サイクロン

調査内容および結果

1. 原水りん濃度の変動とりん除去率の関係

高度処理の普及により、返流水に含まれるりん濃度も上昇する。りん濃度の変化による除去率の変化を把握することは、設備の適切な設計を行い、装置の効率的な運転を行う上で重要なことである。りん濃度の変動によって、PO₄-Pの除去率がどのような変化を及ぼすか調査した。

原水りん濃度の変化とT-P、PO₄-Pのりん除去率の関係を図-3,4に示す。T-P除去率は原水のりん濃度の上昇に伴い上昇する傾向が見られた。これはSSに起因するりんの割合が低濃度であるほど大きく占めるためと思われる。PO₄-Pの除去率は濃度の変化に関わらず概ね80%以上を確保した。

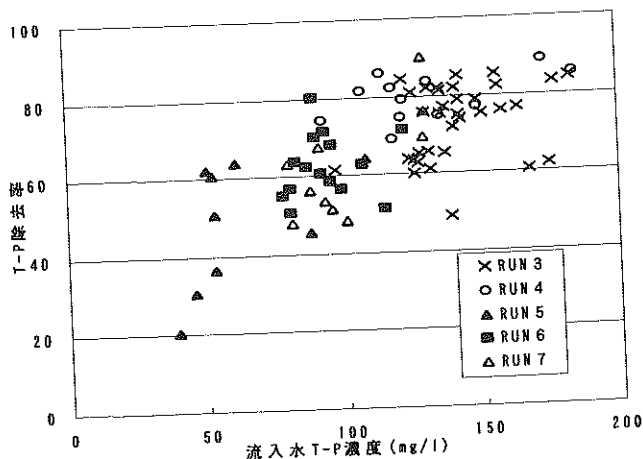


図-3 T-P濃度と除去率の関係

2. 原水SSの変動とりん除去率の関係

返流水は汚泥の性状や遠心濃縮機、脱水機の運転状況によってSSの変動が大きく通常400~600mg/l程度あり、処理が悪化すると1000mg/l以上という場合もあるため、原水SS濃度の変動によって、T-P、PO₄-Pの除去にどのような影響を及ぼすか調査した。原水SSとりん除去率の関係を図-5,6に示す。

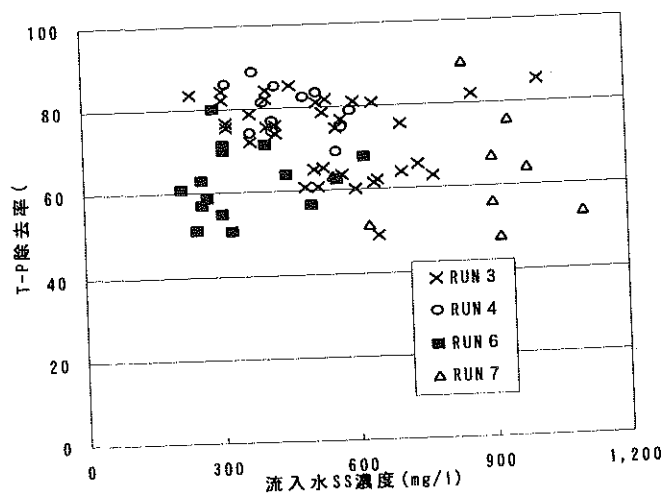


図-5 T-P濃度と除去率の関係

表-1 MAP装置運転条件および処理結果

	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	
流入水量(㎥/日)	2.8	1.4	3.0	2.9	2.9	
HRT(分)	26	52	24	25	25	
Mg添加量比	1.5 (0.9-3.3)	2.3 (0.5-9.2)	4.0 (0.8-8.0)	2.5 (1.1-6.2)	2.1 (0.9-4.1)	
pH調整	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	
原水水質	SS(mg/L)	530	460	380	360	880
	T-P(mg/L)	140	130	55	94	100
	PO ₄ -P(mg/L)	120	110	35	76	76
	NH ₄ -N(mg/L)	290	240	300	320	300
処理水質	SS(mg/L)	520	420	430	510	870
	T-P(mg/L)	37	26	29	35	37
	PO ₄ -P(mg/L)	21	8.6	7.7	10	6.6
	NH ₄ -N(mg/L)	220	160	250	270	250
除率	T-P(%)	74	80	47	63	64
	PO ₄ -P(%)	83	92	78	86	91
	NH ₄ -N(%)	24	33	17	15	17

RUN3:高濃度運転 RUN4:高濃度間欠運転 RUN5:低濃度運転

RUN6:中濃度運転 RUN7:中濃度高SS運転

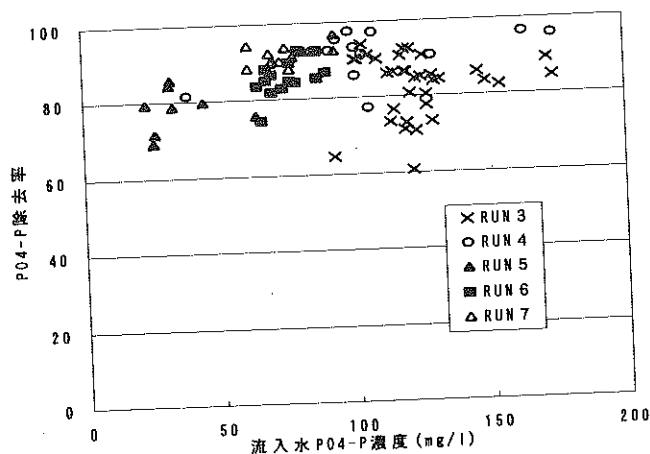


図-4 T-P濃度と除去率の関係

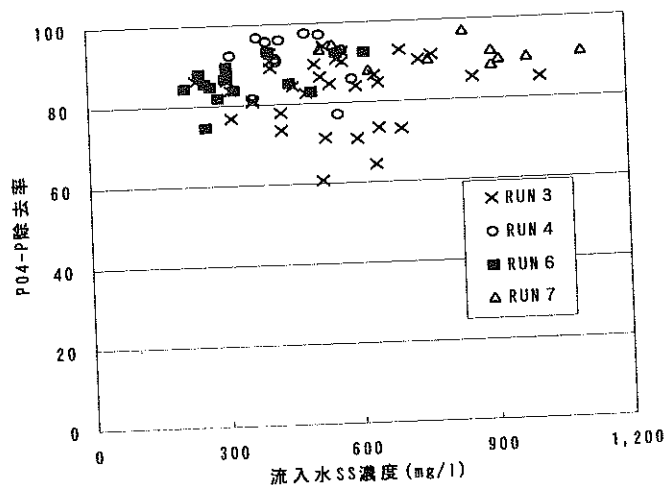


図-6 T-P濃度と除去率の関係

りん濃度が低いために除去率が低下したRUN6を除くと、T-P除去率は平均で71%、PO₄-P除去率は86%となり、SSの変動による顕著な影響は認められなかった。

3. 液体サイクロンにおけるりんの除去率

MAP装置処理水を原水とし、液体サイクロンにてりん除去率の調査を行ったところ、既にMAP装置で高い除去率を得られたため液体サイクロンでのりん除去はほとんど行われなかった。これは、生成MAPの粒度分布(図-7)からも推測でき、MAP装置処理水から流出するMAP粒子径が小さい(50 μ m以下)ため、液体サイクロンでのMAPの回収率が向上しなかったと思われる。

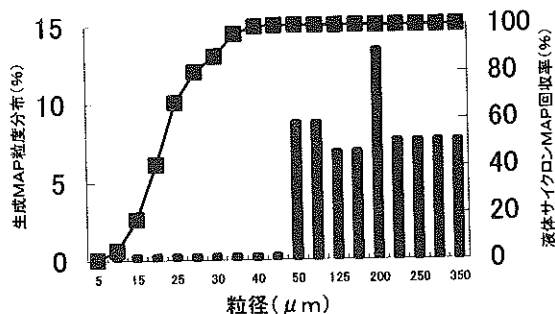
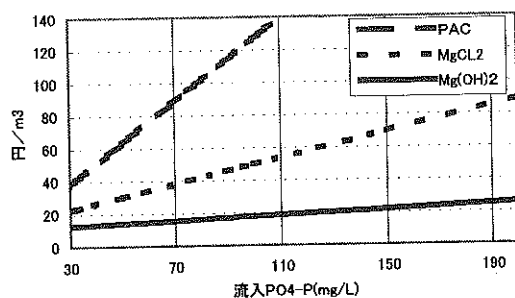


図-7 生成MAPの粒度分布と液体サイクロン回収率の理論値

4. 薬品の差異によるコスト比較

MAP処理は化学処理であり薬剤としてMg源の補充剤(Mg(OH)₂, MgCl₂)と、MAP反応を高めるためにアルカリ剤NaOHが必要である。Mg(OH)₂, MgCl₂そして凝集剤(PAC)を使用した場合の薬品費の比較を行った。結果を図-8に示す。Mg(OH)₂, MgCl₂, PACの処理単価は、りん濃度100mg/lにおいて、返流水の処理単価はそれぞれ約20, 50, 130円/m³となり、最も安価である薬剤はMg(OH)₂であった。また、Mg(OH)₂はそれ自身がアルカリ性であるため、りん濃度の上昇と共にMgCl₂より薬品費は安価になることが解った。



Mg(OH)₂(35 \times 20円/kg), MgCl₂(粉末60円/kg)の添加mol比は1.0
PAC(40円/kg)添加率(A1/P)は2.0 NaOH(25 \times 10円/kg)とした

図-8 りん濃度による薬品費

考察

昨年度のプラント実験においては、T-P, PO₄-Pの除去率の平均はそれぞれ20%, 60%程度であったが、今年度は71%, 86%と高い値を得ることができた。これは、運転の安定化による測定点数の増加や安定したMg源の添加が行えたのが主な理由であると考えられる。MAP装置は高濃度SSを含む返流水であっても比較的安定したりんの除去が行え、低濃度であってもりんの除去は行えることがわかった。MAP装置から流出するMAP粒子は50 μ m以下のものが多い(検鏡によっても微細なMAPの流出が確認された)と思われるため、液体サイクロンでは回収できなかった。

おわりに

今後はMAP装置の縮小化について、分離部を切り離した形で検討するとともに、生物処理との組み合わせにより、より効率的なりん・窒素除去法の調査・検討を行っていきたい。