

汚泥処理返流水への高度処理法の適用

下水道河川研究室 ○竹田 隆彦
時尾 嘉弘

1. 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、汚泥処理返流水のリン濃度の上昇が予想される。

現在、返流水はA2O法や循環脱窒法により処理され隣接する下水処理場へ返流されているが、その処理場が現在の返流水処理施設からの返流水処理水を受け入れた場合、窒素・リンの将来の排水目標値10、0.5mg/lを達成することは非常に困難であると予想される。

この排水目標値を達成するため返流水処理施設での返流水処理水の目標水質および排水先の検討を行うと共に、返流水に対する生物処理法の適用性についての調査を行い、将来の返流水水質に対応する返流水処理施設のフローについて検討を行ったので報告する。

2. 返流水処理施設処理水の放流先および目標処理水質の設定

(1) 放流先の設定

返流水処理水の目標水質は返流水処理水放流先の違いにより大きく異なるため、最も効率的であり、現在の処理技術で処理可能と思われる、かつ処理の安定が期待できる放流先について検討を行った。主な放流先は①直接公共用水域に放流する、②隣接下水処理場の下水処理水と混合し公共用水域に放流する、③現在行っているように隣接下水処理場の流入水と混合し処理する、といった方法が考えられるが、①の場合、隣接下水処理場に影響を与えない等、理想的ではあるが高濃度である返流水を下水処理水レベルまで処理を施すことの技術的な問題とそれに伴う処理コストの問題が発生する。③の場合、返流水は硝酸性窒素を含むため下水処理場高度処理系列嫌気槽でのリンの放出が期待できなくなること、そして流入下水が返流水処理水で希釈されるため有機物濃度が低下し高度処理に支障をきたすことも懸念される。そこで、隣接下水処理場に支障をきたさず、更に処理・建設コストなども抑えられる②の場合について返流水処理施設の目標水質等を検討した。ケース②の場合についての想定される処理フローを図-1に示す。

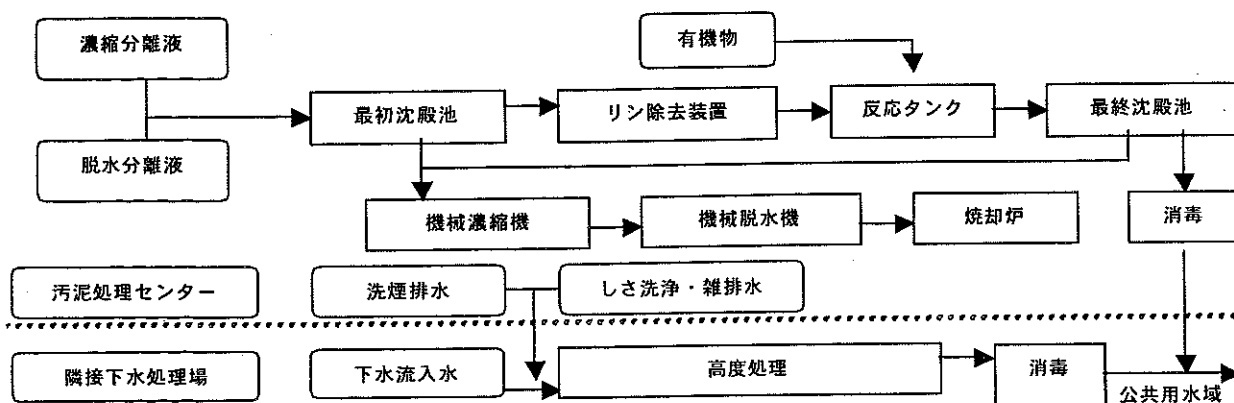


図-1：返流水処理施設フロー（案）

(2) 目標水質の設定

②の場合、返流水処理施設処理水目標水質は隣接する下水処理場の処理水量によって変化する。汚泥処理センターに隣接する下水処理場は金沢下水処理場、北部第二下水処理場であるが、返流水処理施設処理目標値の設定はより厳しい値とし、下水処理場での処理水量が少なく、返流水のアンモニア濃度が高い北部第二下水処理場と北部汚泥処理センターの処理実績値を用いて設定を行った。その結果、将来の水質基準値 COD20mg/l, T-N20mg/l, T-P2mg/l (返流水を受け入れる処理場の場合) を達成するためには隣接下水処理場の処理水質が COD12mg/l, T-N10mg/l, T-P0.5mg/l で放流した場合、返流水処理施設での処理目標値は COD30mg/l, T-N40mg/l, T-P7mg/l となった。返流水処理目標値と設定根拠を表-1に示す。

表-1 返流水処理施設の処理目標値

	下水処理水質	返流水処理水質		混合放流水	放流水
		必要水質	処理目標値	目標値	規制値
処理水量*	73,400	9,200	9,200	82,600	-
BOD (mg/l)	5	50	20	10	20
SS (mg/l)	6	50	20	20	50
COD (mg/l)	13	39	30	15	20
T-N (mg/l)	10	55	40	15	20
T-P (mg/l)	0.5	9	7	1.5	2

備考：下線は平成11年度水質試験年報の年度平均値 囲み線は高度処理導入時の予想処理水質 混合放流水の目標値=規制値×0.75と設定し、返流水処理水質(必要水質)は混合放流水目標値と下水処理水質によって求めた。更に返流水処理水質(処理目標値)⇒返流水処理水質(必要水質)×0.75程度として余裕を持たせた。BOD, SSについては他の項目とのバランスを考慮し設定した。*単位m3/d

3. 生物処理装置の運転条件および処理結果

生物反応による返流水処理施設は既に金沢下水処理場で循環脱窒法、北部第二下水処理場で平成12年度よりA2O法が稼働しているが、同一の返流水原水そして実験プラントを用いて循環脱窒法、A2O法、そして返流水での実績がないAOAO法の処理能力を調査した。COD, T-N, T-Pの処理結果を図-2, 各RUNの運転条件を表-2に示す。CODは処理が安定した後はほぼ処理目標値を達成することができたが、T-Pについては達成することができなかった。T-Nは無酸素槽に有機物を添加することによって目標値を達成することができた。ただし、窒素除去について循環脱窒法、A2O法は高い循環率(800%)が必要であり現実的ではないといえる結果であった。(「平成11年度水質管理課課内研究発表会要項集」参照)各処理法の特徴を表-3に示す。

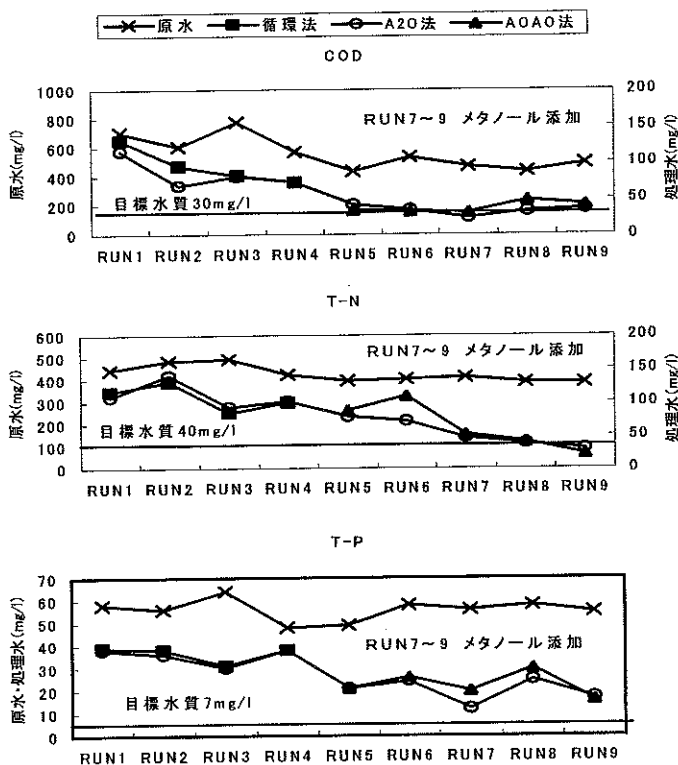


図-2 RUN別処理結果

表-2 RUN別運転条件

	RUN1 (16.5℃)			RUN2 (15.2℃)			RUN3 (15.3℃)			RUN4 (17.9℃)		
	HRT	返送率	循環率	HRT	返送率	循環率	HRT	返送率	循環率	HRT	返送率	循環率
循環	70	100	800	60	50	800	140	100	500	60	100	500
A2O	70	100	800	60	50	800	140	100	500	60	100	500

	RUN5 (26.4℃)				RUN6 (22.5℃)				RUN7 (20.8℃)				RUN8 (19.9℃)				RUN9 (19.1℃)			
	HRT	返送	循環	薬品	HRT	返送	循環	薬品	HRT	返送	循環	薬品	HRT	返送	循環	薬品	HRT	返送	循環	薬品
A2O	60	50	800	-	60	50	800	-	60	50	800	400	60	50	800	40	60	50	800	200
AOAO	60	50	-	-	60	50	-	-	60	50	-	60	60	50	-	40	60	50	-	200

*単位 HRT(滞留時間Hr) 返送(返送率%) 循環(循環率%) 薬品(メタノールの添加率mg/l)

4. 考察

返流水処理施設にて処理目標値を達成するに当たっての問題点、留意点を考察した。

BOD：特に問題なく除去され目標値 (20mg/l) は達成可能だが、確実な硝化促進のための A-SRT を確保するためには流入水の SS を約 400mg/l 以下に保つ必要があり、最初沈殿池で確実な SS 除去を行う必要がある。(「平成 11 年度水質管理課課内研究発表会要項集」参照)

SS：反応タンク SVI が非常に高い (常時 200~300) ため最終沈殿池の設計には考慮が必要。SVI の挙動を図-3 に示す。

COD：RUN1~4 までは原水濃度が高く水温も 20℃ 未満であったため目標値 (30mg/l) は達成できなかったが、それ以降は水温の確保と共に目標水質をほぼ達成する事ができた。

T-N：有機物を添加することにより目標値 (40mg/l) 達成可能、ただし循環させる処理法の場合、800% 程度の高い循環率が必要である。実施設では有機物 (生汚泥) の添加方法を検討する必要がある。

T-P：嫌気槽の滞留時間は回分試験の結果によると約 3 時間必要であり下水処理を行う場合より長い時間を必要とする事がわかった。リンの放出状況を図-4 に示す。また、図-2 から生物処理では目標値 (7mg/l) 達成不可能であった。A2O 法、AOAO 法共にリンの除去量は約 30mg/l 程度であったため、目標値達成のためには生物処理前に MAP 法等によりリン濃度を 30~40mg/l 程度としておく必要がある。

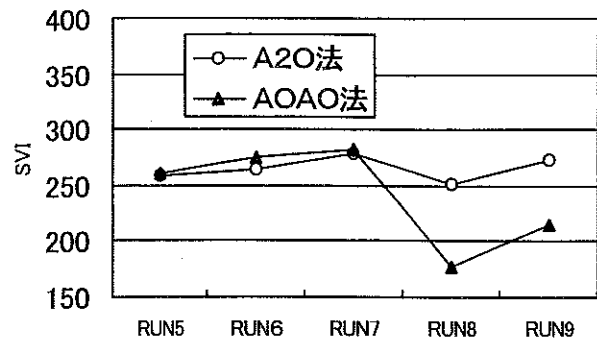


図-3 SVI の挙動

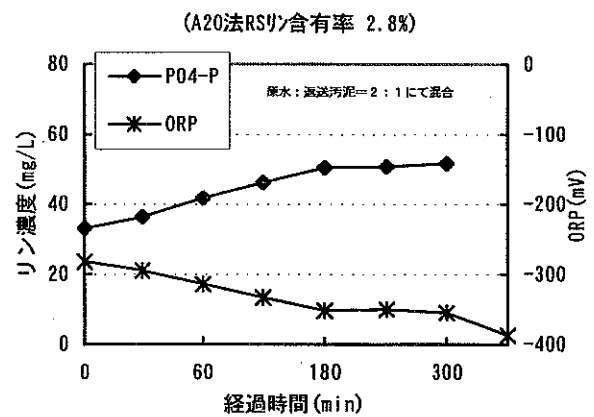


図-4 回分試験によるリンの放出状況

表-3 返流水を対象とした場合の生物処理法の比較

	窒素除去	リン除去	総合評価
循環脱窒法	△ 高濃度の窒素を除去するためには高い循環率が必要。	× 嫌気槽がないため高濃度のリンを含む排水には不向き。	×
A2O法	△ 高濃度の窒素を除去するためには高い循環率が必要。有機物の投入によって除去率が上昇した。	○ リンの除去は可能だが 30mg/l 程度の除去能力のため、高濃度リン排水の場合他の除去施設が必要。	△
AOAO法	○ 活性汚泥の循環なしでも除去率は比較的高い。有機物の投入によって除去率が上昇した。	○ リンの除去は可能だが 30mg/l 程度の除去能力のため、高濃度リン排水の場合他の除去施設が必要。	○

5. おわりに

返流水処理施設は、将来高濃度となることが予想されるリンの除去も考慮し、生物処理法だけでなく MAP 法等の組み合わせによりはじめて目標水質を達成できるものであろう。今後、リン除去に関して MAP 法の処理実験を行うと共に生物処理については AOAO 法より有機物の添加量が少量で行える修正 Bardenpho 法についての処理能力の調査を行い引き続き窒素・リンを効率的に除去できる総合的な処理フローの検討を行っていきたい。