

し尿処理施設から排出する汚水の窒素除去方式 適用のための基本設計

古井戸良雄 矢部 禎昭* 生田 慎二*
森岩 馨**

Basic Design for Application of Denitrogen Methods from Night Soil Treatment Wastes.

Yoshio Koido, Sadaaki Yabe
Shinji Ikuta and Kaoru Moriiwa

1. はじめに

都市への人口集中化が進むにつれて、都内の各河川は年々汚濁の度を深めている。この中において、し尿処理施設からの放流水中に存在する窒素（アンモニア性窒素50～100ppm）で河川を汚濁し、水道用水としての処理を困難にしたり、又農業用水の窒素過多現象を起している。このことから、し尿処理施設からの放流水中の窒素をいかに効率良く、経済的に除去するかという問題について、基礎的実験を、昭和41年度より続けてきた。この結果を基礎として、処理方式を、実験施設に適用し、計画の具体化を、目的とするものである。なおこの処理方法は、初期基本計画というべきものであり、実際の建設計画については、更に詳細な設計資料をうるための基礎実験を行なうと共に、経済的な検討を必要とする。なお本基本設計については、(株)日本水道コンサルタントに委託しおこなったものである。

2. 基礎的実験結果の要約

41年度、42年度にわたり、実施した実験の結果、実用化可能と考えられる。窒素除去方式としては、曝気法、酸化池法及び石灰投入法が考えられた。

1) 曝気法

曝気方式では、処理水温、pH、空気量等が、処理効

率におよぼす影響が大きくなる。しかし、空気量360倍、滞留日数2日間曝気しても期待出来る除去率は、アンモニア性窒素、アルブミノイド性窒素合わせて15%程度であり、その効率が低いうえ多量の空気量を必要とし、一般的には、効率に問題はあるが、pHの高い水については、有効である。

2) 酸化池法

立地条件、ならびに気象条件が良ければ、酸化池方式は管理も簡単であり、有効な方法である。実験の結果では、アルブミノイド性窒素、アンモニア性窒素の除去率は、脱離液を8倍に水道水で希釈後83日間滞留させた場合に、60～70%除去された。しかし、この方法には、窒素負荷0.5kg/1,000m²/日という広大な面積を必要とするため敷地に面積の余裕がない所では建設は不可能である。

3) 石灰投入攪拌法

溶液中に存在しているアンモニア性窒素は、pHの上昇により遊離の状態になり易く、曝気その他による除去が容易になる。これは脱離液についても同様なことが実証されている。すなわち、水温30°C、石灰混合時間22時間（機械攪拌210rpm）石灰注入量1.7kg/m³で実験を行なったところ、Total 窒素除去率は90%が得られた。この方式は、比較的簡単で、かなりの除去率が得られ、し

* 東京都公害研究所水質部

** (株)日本水道コンサルタント

かも pH 上昇のために用いる石灰が安価で入手し易い点が利点である。しかし処理液の pH がかなり高くなるため、二次処理施設に入れるまでに、pH 調整をしなければならぬのでこの点が今後の問題である。

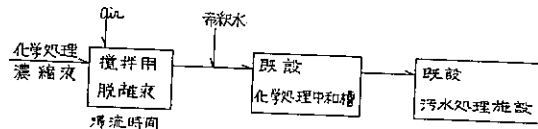
以上のことから、窒素除去方法としては、消化方式処理においては、その脱離液について石灰攪拌法、化学処理については、流出液の pH が高くなっているため石灰注入の必要がなく、単純曝気法、敷地に余裕のあるところには、酸化池法の適用を考えた。

3. 窒素除去方式及び設備概要

前項の処理に必要な設備のフローシートは次の通りである。

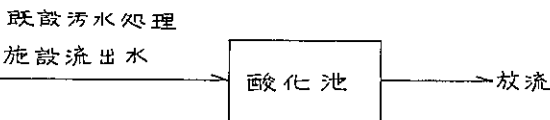
1) 曝気方式

化学処理方式で、し尿処理を行なっている処理場に適用する。化学処理の濃縮分離液の pH は 9~10 程度ですでに脱窒素に必要な pH 値まで高められているので、装置としては、遊離アンモニア性窒素を大気中に追い出すための、曝気槽のみで、充分目的を達しえる。又脱窒素後の pH は、すでに化学処理設備の、プロセスとして、中和設備が設けられているので、曝気後の流出液を中和槽に入れば、既設処理施設で浄化出来る。



2) 酸化池法

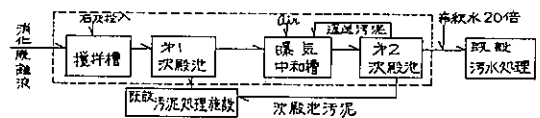
本装置は、各処理場中敷地に十分な余裕のあるところに適用させる。既設の汚水処理施設の流出水を水深 0.5 m 程度の水路に導入し、藻類等の好気性生物の働きにより、アンモニア性窒素を酸化し、一部は植物体に同化させ窒素除去を行なう。



3) 石灰添加方式

本方式は、消化方式による処理場に適用する。この方法は、消化脱離液の流出液に石灰約 15g/l を投入し、

攪拌し pH を 11 程度にする。この方法により窒素は約 60% 程度除去される。この反応時間は、石灰投入後 pH が 11 程度になるまで、約 8 時間を必要とし、攪拌は 24 時間で定常状態になる様である。このため設計では、攪拌槽の滞流時間を 32 時間分とし、次に第 1 沈殿池によって、攪拌槽発生汚泥を除去する。沈殿水は、pH が高いため、このままの形で既設の汚水生物処理装置に送ることは、不可能であり、中和槽により pH 調整を行なう事を考えている。pH 調整は、最低曝気時間 2 時間空気量 $30 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ が必要である。中和槽の流出水は、活性汚泥または、中和工程において生成するスラリーを除去するため、第 2 沈殿池を行なう。沈殿池の滞流時間は、1 時間とし、沈殿汚泥は、汚泥処理施設に送るか、中和槽に返送する。流出水は 20 倍に希釈し、既設の生物処理施設に送る。



4. 除去率と窒素処理後水質

前記のフローシートに対する除去率および水質は次の表のように計画する。

表 1 除去率と処理水質

			除去率		脱離液		処理水質		
	全	窒素	60(%)	4,000	1,600	アンモニア性窒素	70	3,500	1,230
石灰攪拌法	全	窒素	60	4,000	1,600	アンモニア性窒素	70	3,500	1,230
	全	窒素	60	4,000	1,600	アンモニア性窒素	70	3,500	1,230
単純曝気法	全	窒素	50	150	75	アンモニア性窒素	60	130	52
	全	窒素	50	150	75	アンモニア性窒素	60	130	52

ただし、脱窒素水は、希釈したのち既設の汚水処理施設に入り、ここでも条件により窒素除去を期待し得る。酸化池法については、後記のようにこの方法を採用するのは、柳泉園処理場のみである。このため柳泉園の実測値より、本除去率を推定したものであり、し尿処理方式や希釈倍率によっては必ずしも一般的には通用される値ではない。

表 2 計画対象し尿処理場

名 称	場 所	し尿処理方式		処理量 (<i>kg/d</i>)	放流先
		一次処理方式	二次処理方式		
富士見処理場	昭島市	嫌気性消化法	活性汚泥法	265	多摩川
湖南処理場	村山町	〃	〃	608	空堀川
ふじみの処理場	調布市	〃	散水汚床法 活性汚泥法	288	野川
清化園処理場	国立市	化学処理法	活性汚泥法	330	多摩川
八王子処理場	八王子市	嫌気性消化法 化学処理法 嫌気性消化法	散水汚床法 〃 活性汚泥法	468	浅川
日野処理場	日野市	嫌気性消化法	活性汚泥法	141	多摩川
町田処理場	町田市	嫌気性消化法 化学処理法	活性汚泥法 〃	154	境川
秋水園処理場	東村山市	嫌気性消化法	散水汚床法	144	柳瀬川
柳泉園処理場	田無市	好気性酸化処理法	活性汚泥法	200	黒目川
青梅処理場	青梅市	嫌気性消化法	散水汚床法	54	黒沢川

5. 基本計画対象し尿処理場

窒素除去施設計画の対象し尿処理場は、都下、し尿処理場中蒸発方式を除いた、表一 2 に示すし尿処理場である。

このうち、嫌気性消化槽方式をとっている所が6カ所、化学処理方式1カ所、酸化処理1カ所、嫌気性と化学処理方式を併用しているところが2カ所である。これらの処理水は、多摩川、隅田川、荒川、境川及びそれらの支川に流入する。なおし尿処理場の放流水混入後の河川水は、各地で灌漑用水として用いる他に、多摩川は、砧田園調布、荒川は秋ヶ瀬において水道用水の取水が行なわれている。

6. 各し尿処理場の窒素除去基本計画

1) 富士見処理場

処理方式は、石灰投入攪拌法とする。

本処理場は、消化槽を3系統、活性汚泥処理を2系統行なっている。窒素除去は1系統とし、処理水はポンプ揚水し、既設処理施設に送る。散布汚床を撤去した後を利用する。

2) 湖南処理場

処理方式は、石灰投入攪拌法とする。

本処理場は、消化槽、活性汚泥処理を2系統行なっている。窒素除去は、1系統とする。窒素除去施設の発生

汚泥は、既設処理施設で処理する。窒素除去施設は、放流ポンプ井戸横の空地を利用する。

3) ふじみ処理場

処理方式は、石灰投入攪拌法とする。本処理場の消化脱離液を、高速散布汚床横に設置する窒素除去装置で、脱窒した後、既設の希釈調整槽にポンプ揚水する。

4) 清化園

処理方式は、単純曝気方式とする。本処理場は、第1次処理として化学処理を行ない、活性汚泥法により好気性浄化処理を行なった後、さらに酸化池で、酸化処理を行ない減菌放流している。窒素除去施設は2系統に各々設置する。処理

液は、既設中和設備に自然流下させる。

5) 八王子処理場

本処理場には、消化槽方式が2系統、化学処理が1系統ある。消化槽方式については、石灰投入攪拌法を、化学処理には、単純曝気法を行なう。消化槽の脱離液は、隣接する北野下水処理場に送られ活性汚泥処理される。化学処理水は、散布汚床により処理放流され、又単純曝気のみで、窒素を除去し、既設の中和設備に送られ処理する。石灰投入攪拌の発生汚泥は、既設の汚泥処理室にて脱水処理する。これらの施設は、事務所の南側に設置する。

6) 町田処理場

本処理場は、嫌気性消化方式と、化学処理方式をそれぞれ独立して有している。このため石灰投入攪拌法と単純曝気法を、各1系統ずつ設置する。

7) 日野処理場

本処理場は、嫌気性消化処理のため、石灰投入攪拌法とする。消化槽を3系統、活性汚泥処理を2系統有しているが、窒素除去装置は1系統とする。この処理水の一部はポンプ、もう一部は自然流下で既設設備に送られる。

8) 秋水園

2系統の消化脱離液をまとめて、1系統の窒素除去施設を作る。処理水は、自然流下で既設希釈調整槽に送る。

9) 柳泉園

本処理場は、好気性酸化法で処理を行なっている。広大な用地を有しているため、建設費、維持費の少なからず、酸化池法を用いる。

10) 青梅処理場

嫌気性消化処理のため、石灰投入攪拌法を採用する。施設はボイラー室横に設置し、既設希釈調整槽にポンプ揚水する。

7. 建設費および運転費

基本計画にもとづいて、各処理場の窒素除去施設の建設費および維持管理費を概算算出すると表-3、表-4となる。なお、維持管理には、人件費は現運転要員で充分と考え除外し、又中和用薬品費、事務費等も含まれていない。

8. 結論

本研究は、過去2年間にわたる基礎研究にもとづき、技術的にも、経済的にも可能性の高い処理方式を確立し、都下処理場に適用し、具体的な処理フローシートを作り、配置計画を作り、建設費と維持管理を概算した。しかし、これには窒素処理方式の適用において画一的な点があり、具体的に窒素処理施設を計画するについては、地域条件や経済効果の検討を行ない、要求除去率その他の条件を明らかにし、それに、最っとも適合するフローシートの確立を計る必要がある。

窒素除去方式の決定にあたり、その基本方式は、pHを高め、アンモニア性窒素を遊離せしめ、気体として大気中に放出する事である。このため、本除去方式活用については、pHを高めアンモニアを大気中に放出した場合の公害問題を生ずることが考えられるのでこの除去の問題、既設の処理費用に対して大幅な処理費用増加の問題、汚泥量増加の問題、市町村における下水道計画等との問題があり、これらについて、十分な検討を行なう必要がある。

表 3 窒素除去施設の建設費

名 称	処理量 kl/d	窒素除去 処理方式	建設費 (円)	処理量 m^3 当り建設 費 千円/ kl/d	除去窒素 kg当り建 設費 千円/kg/ d
富士見処理場	265	石灰投入攪拌法	32,000,000	121	51
湖南処理場	608	〃	55,000,000	91	38
ふじみの処理場	288	〃	32,000,000	111	47
清化園処理場	330	単純曝気法	11,000,000	34	14
八王子処理場	468	石灰投入攪拌法 単純曝気法	39,000,000	84	35
日野処理場	141	石灰投入攪拌法	21,000,000	149	62
町田処理場	154	石灰投入攪拌法 単純曝気法	20,000,000	130	54
秋水園処理場	144	石灰投入攪拌法	21,000,000	146	61
柳泉園処理場	200	酸化池法	700,000	3.5	47
青梅処理場	54	石灰投入攪拌法	16,000,000	297	120
計	2,652		247,700,000	94	42

表 4 窒素除去施設の維持管理費

名 称	処理量 kl/d	窒素除去 処理方法	1日当り 維持管理 費 (円/ m^3)	処理量 1 m^3 当り維 持管理費 (円/ m^3)	除去窒素 kg当り維 持管理費 (円/kg)
富士見処理場	265	石灰投入攪拌法	41,803	158	66
湖南処理場	608	〃	90,440	149	62
ふじみの処理場	288	〃	44,390	154	65
清化園処理場	330	単純曝気法	3,360	11	5
八王子処理場	468	石灰投入攪拌法 単純曝気法	52,699	113	48
日野処理場	141	石灰投入攪拌法	22,262	158	66
町田処理場	154	石灰投入攪拌法 単純曝気法	14,258	93	39
秋水園処理場	144	石灰投入攪拌法	22,574	157	66
柳泉園	200	酸化池法	—	—	—
青梅処理場	54	石灰投入攪拌法	10,730	199	84
計	2,652		302,516		
平均	—	—	—	114	51