

# 無酸素エア－攪拌を用いた浮遊汚泥による脱窒装置の開発

前橋工科大学大学院 学生員 阿部真也  
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

表-1 攪拌条件

	攪拌時間	攪拌方法
攪拌なし	0分	なし
間歇攪拌	実験開始時から9分40秒毎に20秒攪拌	エア－攪拌
		エアリフトポンプ攪拌
常時攪拌	実験開始時から常に攪拌	エア－攪拌
		エアリフトポンプ攪拌

## 1. はじめに

現在、我が国の水質汚濁は総体的に改善され、特に有害物質汚濁は著しく改善されたといわれている。しかし、一部の湖沼や内湾において有機汚濁が問題視されている。著者らは、有機汚濁の原因の一つである窒素成分の除去手法として、汚泥や硫黄造硫物による脱窒装置の開発<sup>1)</sup>を行っている。

本論では、無酸素エア－攪拌装置の有効性を示し、攪拌方法、固液分離方法について検討するものである。

## 2. 無酸素エア－攪拌とは

汚泥を用いて脱窒を行う際、様々な問題点が挙げられる。脱窒反応の進行に伴い気泡が発生し、発生した気泡は汚泥中に留まり汚泥と汚水の接触面積を減少させる。また、脱窒反応が進むと反応槽内の液体に硝酸態窒素成分の偏りが生じるといったことがある。そこで、汚泥中の気泡の除去と汚水の混合を行い、拡散卓越の状態から移流卓越の状態にするために攪拌を用いることが処理効率をあげる手段として考えられる。

一般的にはプロペラなどによる攪拌が用いられている。しかし、この攪拌は水平方向の攪拌であるため、水より比重の重い汚泥は反応槽底部にその一部が沈殿する。また、脱窒反応の進行と共に発生した気泡は汚泥と共に水表面に浮上するが水平方向の攪拌ではこの汚泥を再び汚水と混ぜ合わせることは出来ない。また、無理矢理この汚泥を再び汚水と混合させようと水表面で攪拌を行った場合溶存酸素の添加につながり著しく処理を妨げることになる。汚泥の比重や脱窒反応の特性を考えると反応槽内を効率的に攪拌するには水平方向ではなく、鉛直方向の攪拌が必要であると考えられる。

そこで、著者らは無酸素エア－による攪拌装置というものを提案する。無酸素エア－攪拌装置とは反応槽底部から無酸素エア－を発生させることで反応槽全体を鉛直方向に攪拌し、移流卓越の状態を作り装置内の汚水、汚泥を均一に混合させ、汚泥中の気泡の除去、水表面に浮上した汚泥と汚水の混合を行うものである。

● 間歇エアリフトポンプ攪拌    ▲ 間歇エア－攪拌  
○ 常時エアリフトポンプ攪拌    △ 常時エア－攪拌  
■ 攪拌なし

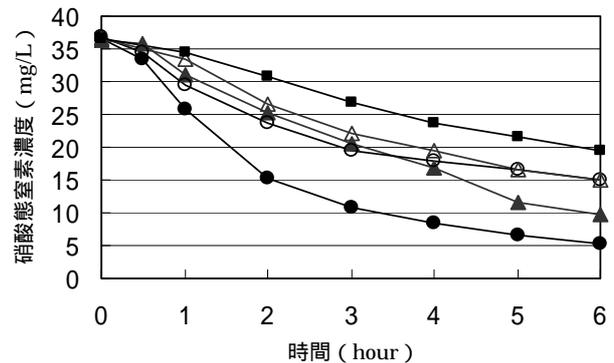


図-1 硝酸態窒素濃度の推移

## 3. 無酸素エア－攪拌装置を用いた脱窒実験

### 3.1 実験目的

本実験は無酸素エア－攪拌装置の有効性を検討するもので、攪拌を用いた手法の脱窒と攪拌を用いない手法の脱窒を比較するものである。また、攪拌状態の観察を行うと常時攪拌より間欠攪拌、無酸素エア－攪拌よりエアリフトポンプ攪拌のほうが有効な手段ではないかと考えられる。そのため、常時攪拌と間歇攪拌、無酸素エア－攪拌とエアリフトポンプ攪拌の比較も行う。

### 3.2 実験条件

反応槽は、有効容積3L、汚泥量はSV30で30%程度とする。攪拌条件は表-1に示されるとおりである。また、水素供与体としてメタノールをMaCarty式<sup>2)</sup>より算定し用いる。水質の指標として硝酸態窒素濃度の測定を行う。

### 3.3 実験結果と考察

図-1は硝酸態窒素濃度の変化を示したグラフである。攪拌ありとなしでは攪拌ありが、常時攪拌と間欠攪拌とでは間欠攪拌が、エア－攪拌とエアリフトポンプ攪拌とではエアリフトポンプ攪拌がそれぞれ高い除去量を示し、間欠エアリフトポンプ攪拌が

最も有効であるという結果が得られた。

エアリフトポンプ攪拌は沈殿した汚泥を反応槽上部へ送り効率よく混合させた。さらに、上昇流、下降流が一定の場所を通るため反応槽内に一定の流れを作り汚泥と汚水の混合、汚泥中の気泡の排除を短時間の攪拌でも効率よく攪拌が行えたと考えられる。また、連続運転より間欠運転が除去率が高かったのは脱室反応に要する時間が関係しているのではないかと考えられる。

#### 4. 固液分離の検討

浮遊汚泥による脱室装置において汚泥と処理水を分離する固液分離は大変重要である。著者らは固液分離に関しては二通りの考え方を持っている。一方は目詰まりすることを前提にろ過を行うこと、もう一方は極力目詰まりさせない方法でろ過を行うことである。これらを前提にろ過手法を考案した。

##### 4. 1 フェルト状炭素繊維の検討

脱室装置（図-2）は、反応槽の底部でフェルト状炭素繊維を用いてろ過を行うものである。ろ過方向鉛直下向きとする。また、本装置は連続処理を行う装置である。

本装置を用い実験を行った結果、ろ材が目詰まりを起こし、必要な排出量を得ることは出来なかった。本ろ過手法の目詰まりの特徴としてはフェルト状炭素繊維と汚水の接触している部分に沈殿した汚泥が少しずつ蓄積しケーキ状に固まり、ろ過速度の低下を招いていた。この原因は、ろ過方向と重力方向が一致していたため、攪拌装置の停止時に沈殿した汚泥が付着したためだと考えられる。そのため改良の方法としてはろ過方向を水平方向とすることで炭素繊維の表面へ汚泥が付着するのをある程度減少できると考えられる。

##### 4. 2 フェルト状炭素繊維の検討

4. 1の結果から固液分離方向を水平方向とした場合の検討を行う。実験装置は脱室装置（図-3）を用い、ろ材にはフェルト状炭素繊維を用いる。また、本装置は連続処理を行う装置である

本装置を用いて実験を行った結果、ろ材が目詰まりをすることはほとんど無かった。本ろ過手法は、反応槽内の攪拌停止時にフェルト状炭素繊維表面に多少の汚泥が付着するが攪拌開始と同時に気泡がフェルト状炭素繊維にあたり汚泥を剥離させ目詰まりを防ぐ。そのため、本手法では攪拌を行う時に気泡がフェルト状炭素繊維に直接あたる無酸素エア攪拌

[参考文献]

- 1) 木村大輔、梅津剛：第30回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、硫黄造粒物による脱室手法の検討
- 2) 吉村二三隆：これでわかる水処理技術、工業調査会、pp.133-140,2002

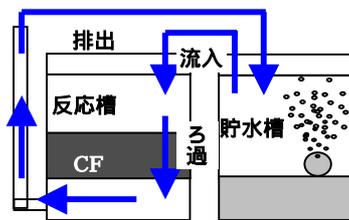


図-2 脱室装置

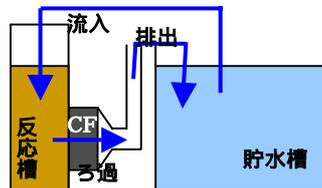


図-3 脱室装置

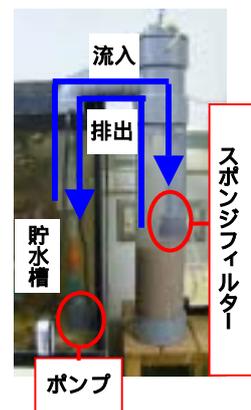


図-4 脱室装置

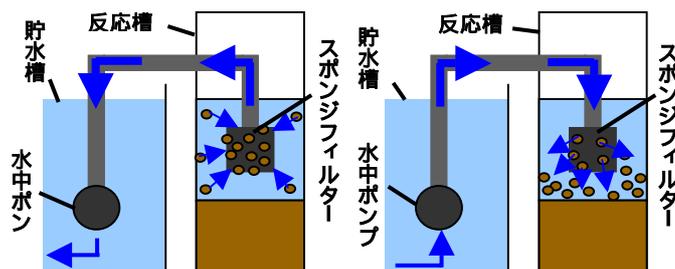


図-5 排出（目詰まり）流入（逆洗）のメカニズムが無酸素エアリフトポンプ攪拌よりも適しているといえる。

##### 4. 3 スポンジフィルターを用いたろ過の検討

脱室装置（図-4）は間欠攪拌を行う際に汚泥を沈殿させた状態で上水をスポンジフィルターを通し排出し、排出完了後に全く同じ経路から逆向きに逆サイフォンを利用した流入を行い流入の際にスポンジフィルターの逆洗を行い目詰まりを解消するものである。図-5にこのメカニズムを示す。また、本装置はバッチ処理を行う装置である。

本装置を用い実験を行った結果、ろ材の目詰まりは少なかったが、メンテナンス無しで長期間運転することは出来なかった。また、一度に多くの水を換えるため水換え後は多くの溶存酸素が流入し、処理の妨げになるということがわかった。そのため、排水、流入に関する運転サイクルの検討が必要であると考えられる。

#### 6. おわりに

無酸素エア攪拌装置は脱室装置における攪拌装置として有効な手法であるといえる。攪拌方法は、エアリフトポンプ攪拌の間欠運転が最も有効であった。しかし、脱室性能だけではなく固液分離についても考慮すると、フェルト状炭素繊維を用いた固液分離では、無酸素エア攪拌が目詰まりの防止に役立つため、無酸素エア攪拌が有効である。