

2 段 汙 過 法 による 生 下 水 の 汙 過 特 性 関 して

前澤工業株式会社 矢尾 真
鈴木 辰彦
○ 石川 進

1. はじめに

下水処理において、前段で懸濁成分を効率よく除去する事ができれば、生物処理の負荷を軽減する事ができ、また回収した懸濁成分より効率よくエネルギーを回収する事も可能となる。懸濁成分の除去を高める手法としては、汙過処理等があるが下水の負荷変動が大きい事等より、安定性の面で不安がある。

本研究においては、汙過処理の安定性を確保するため、移動床砂汙過機と通常の砂汙過機を直列に配置した2段汙過法を用いた。下水の負荷変動に対応するため、汙床の閉塞が起これにくい移動床式汙過機を一段目に、また処理の仕上げとして固定床汙過機を二段目に配置している。この2段汙過法パイロットプラントを霞ヶ浦湖北流域下水処理場バイオヤードに設置して運転を行なっている。

本論文においては、2段汙過法パイロットプラントの運転状況を示すとともに、生下水の汙過特性に関して主に下水中懸濁成分の粒径より考察する。

2. 下水の汙過特性に関して

下水の汙過特性を懸濁成分の粒径より明らかにするため、汙床厚さを変化させた場合の下水の汙過実験を行なっている。本論文においては、懸濁成分の粒径分布の測定を図1のフローに従って行なっている。74 μ m以上の成分に関してはフルイを用い、74 μ m以下の成分に関してはコールターカウンターを使用している。汙床厚さを変化させた汙過実験は、上記粒径分布測定に十分な各汙床厚さ毎での処理水を得るために行なった。

実験装置は図2のとおりである。汙床高さは、5, 20, 50cm と変化させて実験を行なっている。汙材に用いた砂は、有効径 0.6, 0.8mm, 均等係数は共に 1.4である。また汙過速度は、100m/day, 200m/day, 300m/dayの3とおりである。図3に、原水、処理水の粒径分布の一例を示す。図3より明らかとなり、汙過による除去が行なわれるのは数 μ m以上の領域であり、特に数10 μ m以上のSS成分はほとんど除去されている。

次に、汙床厚さを変化させた汙過実験より求めた

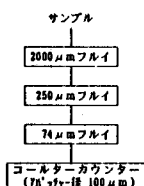


図1 粒径分布測定

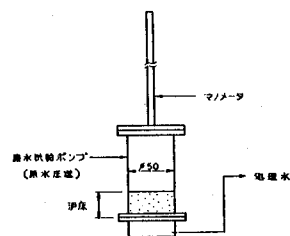


図2 通流カラム実験装置

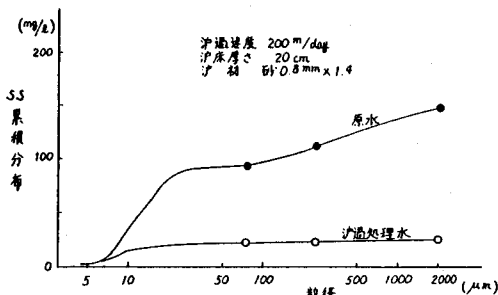


図3 砂汙過による生下水の粒径分布変化

各粒径分布毎の滲過特性を図4に示す。図4には10～74μmおよび10μm以下の懸濁成分の除去特性を示した。なお、74μm以上の懸濁成分は5cm滲床高さにおいてほとんど除去されている事より図示していない。図4より明らかとなり、10～74μmの懸濁成分は滲床流入部10cmにおいて約85%除去され、それ以降は滲過阻止率約1.5(1/m)にて除去される。また10μm以下の懸濁成分は滲床流入部10cmにおいて約40%除去され、それ以降は滲過阻止率約1.0(1/m)にて除去される。

なお、滲材径および滲速による処理性の違いは、今回の実験では明確に見出せていない。

3. 2段滲過パイロットプラントの運転状況

本パイロットプラントのフローを示すと図5のとおりである。2段滲過に加え、滲床洗浄排水を浮上濃縮するフローが設置されている。施設規模は表1のとおりであり、処理能力は150～200m³/dayである。

本パイロットプラントは昭和63年7月より運転開始し、現在運転中である。プラントの運転条件は表2のとおりである。7月以降のSSに関する処理性の経過を示すと図6のとおりである。また、本パイロットプラントの原水および上向流滲過水、下向流滲過水の懸濁成分粒径分布の代表的なものを示すと図7のとおりである。図7より明らかとなり、本プラントの原水懸濁成分中10μm以下のSS成分は20～30%程度と低い。これにより全体の除去率が高い。また、懸濁成分の処理性に関する経時変化の一例を示すと図9のとおりである。図9より明らかとなり、滲過処理水はSS約20mg/lであり安定した処理が継続している。

次に、滲床洗浄排水の浮上処理運転の経過を示すと図8のとおりである。この実験期間においては、凝集剤を添加しない系での運転を行なっている。凝集剤を添加しない浮上濃縮においても、TS約50g/kgのフロスが得られる。

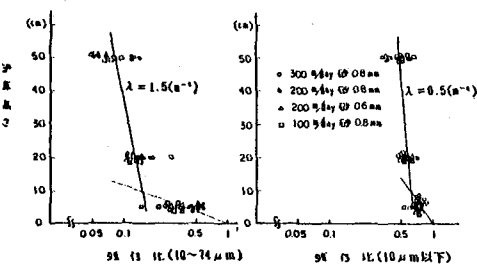


図4 滲床のラム実験 除去特性

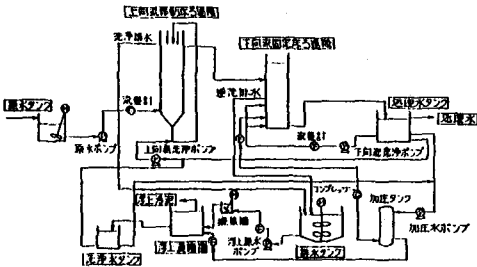


図5 2段滲過パイロットプラント フロー

表1 2段滲過パイロットプラント施設概要		
機器名称	仕	様
上向流移動床滲過機	φ1000mm × 滲床厚 1500mm	
	滲材 砂 0.6mm × 均等係数 1.4	
下向流固定床滲過機	φ1000mm × 1000mm × 滲床厚 700mm	
	滲材 砂 0.6mm × 均等係数 1.4	
浮上濃縮槽	1500mm × 600mm × 深 1100mm	
	容量 1m³	

表2 2段滲過パイロットプラント運転条件 (昭和63年7月～10月)

RUN No.	1	2
実施時期	7/28～9/30	10/1～11/15
処理量 (m³/day)	70	140
上向流滲過速度 (m/day)	100	200
下向流滲過速度 (m/day)	70	175
上向流滲過移動速度 (cm/min)	0.5	1.0
浮上濃縮凝集剤	無添加	無添加
浮上濃縮留時間 (min)	15～20	15～20
浮上槽エアー量 (g-air/m³下水)	20～30	20～30

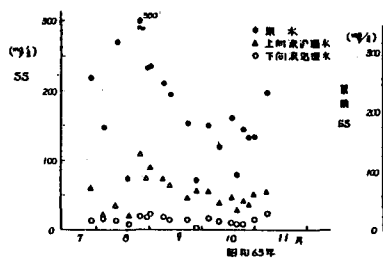


図6 SS処理性経時変化

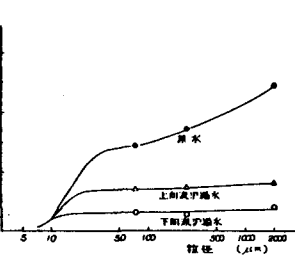


図7 原水および濾過水SS粒径分布

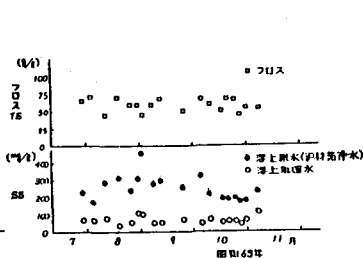


図8 加圧浮上濃縮水SS処理性

4. パイロットプラント濾過処理のシミュレーション

濾床厚さを変化させた生下水の濾過実験結果に基づき、パイロットプラントの懸濁成分の処理性に関する経時変化のシミュレーションを行なった。シミュレーションフローは、図10のとおりである。懸濁成分を $10\mu\text{m}$ 以下、 $10\sim 74\mu\text{m}$ 、 $74\mu\text{m}$ 以上の3成分系として、各成分ごとに異なる濾過阻止率をあたえた。各濾過阻止率は図10に示したとおりである。なお、移動床濾過機においては固定床と異なり、流入部における除去は濾床内部と同様と考えた。同様に下向流濾過機においても流入濃度が薄い事より、濾床表部における除去はないと考えている。シミュレーション結果は、図9に破線にて示した。概略ではあるが、シミュレーション値と実験値は一致していると思われる。

以上のとおり、原水懸濁成分の粒径分布を考慮する事により、濾過処理性の予想は向上するものと思われる。

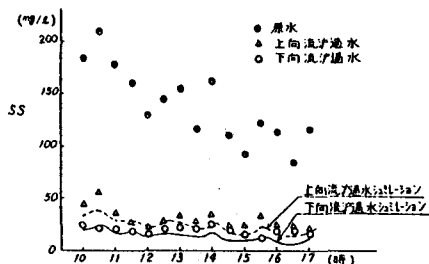


図9 2段濾過パイロットプラントSS経時変化
63年10月20日実施

SS成分除去の式(岩崎の式)

$$\frac{\partial C}{\partial L} = -\lambda C \quad (1)$$

物質収支

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} = V_a \frac{\partial C}{\partial L} \quad (2)$$

$C(L, t)$: SS濃度 (mg/L)
 $\delta(L, t)$: 抑留量 (mg/L)
 L : 濾床厚さ (m)
 V_a : 空塔速度 (m/sec)
 λ : 濾過阻止率 (1/m)
 $\lambda_1 = 0.5, \lambda_2 = 1.5, \lambda_3 = 2.0$
 t : 時間 (sec)

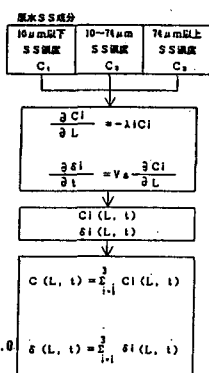


図10 シミュレーションフロー

5. まとめ

2段濾過法による下水の固液分離性に関して、約3ヶ月間のパイロットプラント運転経過を含めて報告した。

なお、本パイロットプラントの原水は溶解性BODが少ない事により、濾過処理水BODは約 30mg/L となり、生物処理への負荷軽減の比率は大きいという結果が出てきている。他の下水においても原水BODの約30~40%は、このプラントにより軽減できるものと思われる。

また、浮上濃縮汚泥のVTS/TSSは約80%であり、エネルギー回収の面より有利な汚泥と思われる。

なお本研究は、バイオフィーカスWTの一環として、建設省土木研究所と実施している共同研究の一部であり、実験プラントは霞ヶ浦湖北流域下水処理場バイオヤードにおいて現在稼働中である。