

生下水の滲過特性に関して

前澤工業(株) 中央研究所 矢尾真、鈴木辰彦、○石川進

1. はじめに

下水の1次処理における固液分離性を向上させる方法として、生下水の砂滲過に関する研究を行なっている。1次処理における固液分離性を向上させる目的としては、2次処理の負荷軽減および易生物分解性有機物を多く含む汚泥よりのエネルギー回収などが考えられる。生下水の砂滲過においては、懸濁成分の粒径が幅広く分布していることより最適な滲材径の選定も難しい。また、一般的に滲床表面での抑留が大きく圧力損失の立上りが速いことにより、逆洗操作が頻繁となり安定した処理方法とはなり難い。懸濁成分の粒径を考慮した生下水の砂滲過に関するシミュレーションモデルに関しては、前回報告した。今回このモデルに、粒径が比較的大きな懸濁成分による影響、および滲材径による影響を加えるための基礎実験を行なった。この実験結果より、粒径が74μm以上の懸濁成分が滲床表面の閉塞の主原因となる成分であると推察した。よって、生下水の滲過を安定して行なうためには、粒径が74μm以上の懸濁成分を前処理にて除去することが必要と考えた。本研究においては、粒径74μm以上の懸濁成分を比較的短時間で除去する操作として、無薬注加圧浮上処理を用いた。この無薬注加圧浮上処理と砂滲過を組合せた固液分離装置のパイロットプラントは現在、霞ヶ浦湖北流域下水処理場バイオヤードにおいて運転を行なっている。なお本研究においては主に、懸濁成分の粒径より生下水の滲過特性を考察した。懸濁成分の粒径分布測定法としては、フルイ法とコールターカウンター法の組合せにより行なった。74μm以上はフルイ法、74μm以下はコールターカウンター法を用いている。

2. 生下水の滲過特性に関して — 粒径74μm以上の懸濁成分による影響 —

図1の滲過基礎実験機を用いて、生下水の滲過実験を行なった。前回実験結果より、滲過阻止率を表1のとおり仮定した¹⁾。生下水の滲過においては、滲床表面における懸濁成分の除去量は比較的大きい。また滲床表面の滲過へおよびす影響として、原水中の粒径が大きい懸濁成分の濃度と滲材径が考えられる。

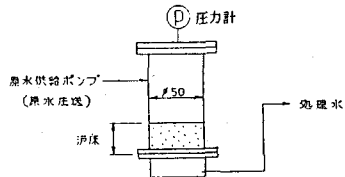


図1 滲過基礎実験機

表1 滲過阻止率λ (m⁻¹) (C=C₀ exp(-λ·L))

	10μm以下のSS	10~74μmのSS	74μm以上のSS
滲床表面10cm	5	20	40
滲床内部	0.5	1.5	2

生下水を滲材有効径 0.8, 1.2, 2.0mmの滲床で滲過した場合と、生下水の加圧浮上処理水(凝集剤無添加、浮上槽滞留時間約15分)を、厚さ20cmの砂層で滲過した場合の実験結果を示すと図2のとおりである。原水性状および滲床条件は、表2に示す。いずれの滲過も滲速 200m/dayである。生下水中の74μm以上のSS濃度は、165mg/lと高い。生下水の滲過の場合 0.8, 1.2mmの滲材においては、圧力損失の立上りは急激であり、有効な滲過は期待しえない。また 2.0mmの場合少しは立上りが緩やかとなるが、有効な滲過が期待しえるほどの効果はない。浮上処理水中の74μm以上の懸濁成分は少ない。浮上処理水の

表2 滲過基礎実験 原水性状				
RUN	種類	SSTotal	SS>74μm	処理水平均SS
16	生下水	272	165	54
17	"	"	"	58
18	"	"	"	65
23	浮上処理水	74	3	40

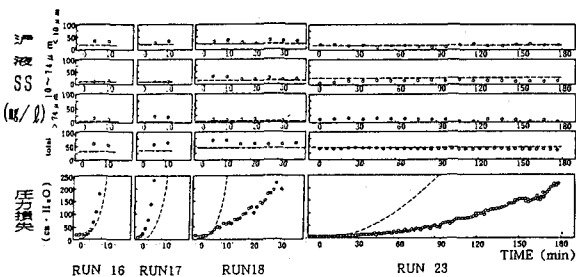


図2 滲過基礎実験 — 滲材径および粒径の大きい懸濁成分による影響 —

濾過は生下水の濾過に比較し、圧力損失の立上りは緩やかであり、濾過継続時間は長くなる。以上の実験結果に基づき生下水の濾過においては、粒径が $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分が濾床表面閉塞の主な原因となる成分と考えた。以上より、生下水の濾過操作を有効に行なうためには、原水中の $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分を前処理にて除去することが必要であると思われる。

3. $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分の除去（無薬注加圧浮上処理）

生下水中 $74\mu\text{m}$ 以上の粒径の懸濁成分を除去する手法として、加圧浮上処理を用いた。沈殿処理などと比較すると、短時間の処理が可能であるなどの長所がある。今回、特に $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分の除去が主であることより、凝集剤を添加しない系での浮上処理を試みた。浮上処理パッチテスト結果より、空気量と処理性の関係を示したのが図3である。図3より明らかとなおり、凝集剤を添加しない系においても $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分は、空気量 $15\sim 20\text{g-air}/\text{m}^3$ 下水以上にてほとんど除去されている。以上の実験結果より、無薬注加圧浮上処理を前処理として用いた生下水濾過分離装置のパイロットプラント実験を行なった。

4. パイロットプラント実験結果（加圧浮上処理+濾過）

無薬注加圧浮上処理と砂濾過を組合せたパイロットプラントを設置し、実験を行なった。フローは図4に示すとおりである。また、施設概要は表3に示す。濾過機は有効径 0.6mm の砂層 30cm と、有効径 2.0mm のアンスラサイト層 30cm の2層濾過である。また、加圧水は $4\text{kg}/\text{cm}^2$ にて空気を溶解させ、原水に対し約20%注入している。パイロットプラント運転中、8月～10月までの処理性に関して示すと図5のとおりである。また、この期間、濾速 $100\text{m}/\text{day}$ 、加圧浮上槽滞留時間20分にて運転している。図5より明らかとなおり、処理水SSは約 $30\text{mg}/\ell$ である。BODは流入原水中のSS性BODが高いことより、除去率は高く、約 $40\text{mg}/\ell$ の処理水が得られる。また、10月4日から10日の濾床の圧力損失を示すと図6のとおりである。圧力損失が約 2m に達した時、逆洗操作が行なわれるよう設計されている。

1日に約1回の逆洗洗浄にて濾過は安定して運転されている。次に、SS処理性の経時変化を示すと図7のとおりである。なお、図中破線にて示すのは「5. シミュレーション」にて得られた結果である。図7より明らかとなおり、安定した処理が継続している。

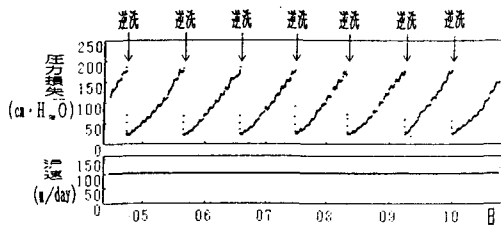


図6 加圧浮上処理→砂濾過パイロットプラント砂濾過機圧力損失と濾速
1989. 10月 5日～10日

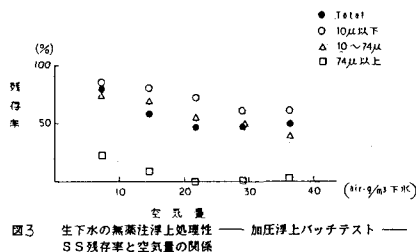


図3 生下水の無薬注加圧浮上処理性 — 加圧浮上パッチテスト —
SS残存率と空気量の関係

表3 加圧浮上→砂濾過パイロットプラント施設概要

機器名称	仕様
加圧浮上槽	1500mm×600×深1800mm 容量 1.6m³
砂濾過機	φ1000mm×1000mm×濾床厚600mm 濾材：アンスラサイト 有効径 2.0mm、濾床厚 300mm 砂 “ 0.6mm、 “ 300mm

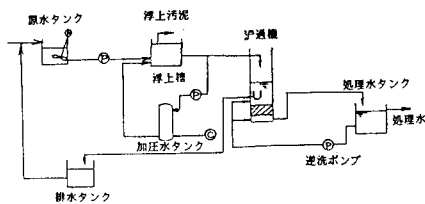


図4 加圧浮上処理+砂濾過パイロットプラントフロー

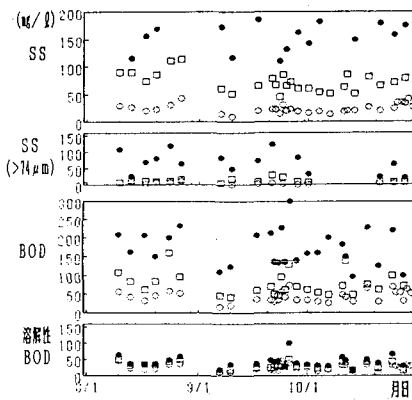


図5 加圧浮上処理→砂濾過パイロットプラント運転経過
(● 生下水 □ 加圧浮上処理水 ○ 濾過処理水)

5. シミュレーション

懸濁成分を粒径により区分することによる、汙過シミュレーションモデルに関しては前回報告した¹⁾。このモデルに汙材径の影響、および比較的粒径の大きい懸濁成分濃度の影響を加えた。シミュレーションの仮定は、下記のとおりである。

- (1) 原水中の懸濁成分はその粒径により、 $74\mu\text{m}$ 以上、 $74\sim 10\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 以下の3成分に区分する。
- (2) SS除去は汙床深さ方向の一次反応である。(岩崎の式) また、汙過阻止率は表1の値をとる。なお、汙床表部 10cm とそれ以降とで汙過阻止率を変えた。
- (3) 原水中、粒径が $74\mu\text{m}$ 以上のSS濃度が 30mg/l 以下の時、表層における各成分の除去率は、 $74\mu\text{m}$ 以上のSS濃度が減少するにつれ対数曲線的に減少する。
- (4) 汙材径が大きくなるにつれ、各成分の除去率は対数曲線的に減少する。
- (5) 汙床の圧力損失は、汙床表部における圧力損失と、汙床内部における圧力損失に分けて考える。汙床内部の圧力損失に関しては、Carman-Kozenyの式を用いた。汙床表部の圧力損失は、汙床表部 5cm のSS抑留量の指数関数と仮定した。

以上のモデルによる、シミュレーションフローを示すと図8のとおりである。また、シミュレーション結果は図2、7に示す。SSの除去に関しては、計算値と実験値は概略一致する。圧力損失に関しては、特に $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分の少ない原水に対しては不十分である。

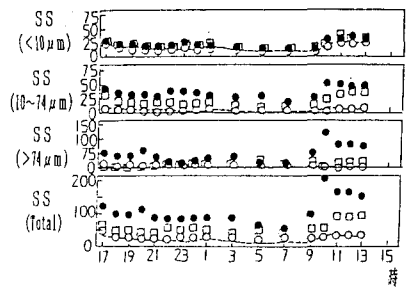


図7 加圧浮上処理→砂浮過パイロットプラントSS経時変化
1989. 9月25日~28日
(● 生水 ○ 加圧浮上処理水 □ 浮過処理水)

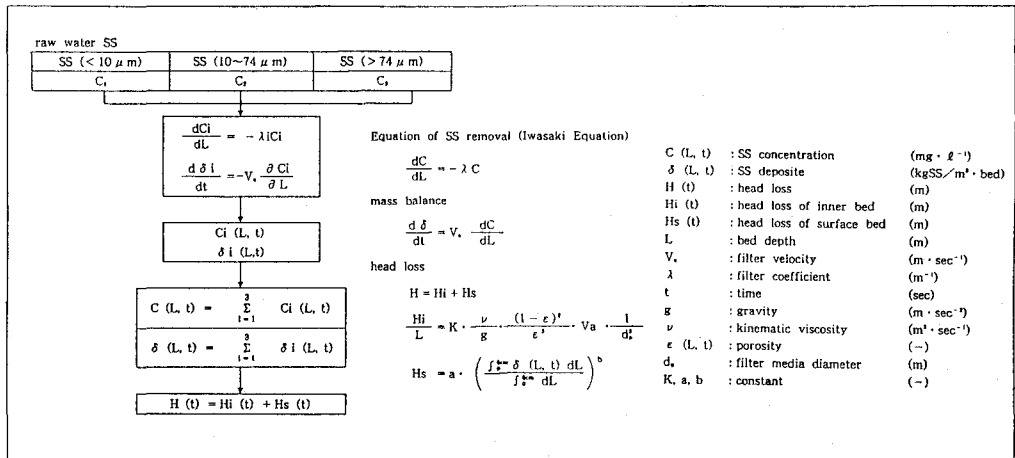


図8 シミュレーションフロー

6. まとめ

生下水の汙過特性に関して、主に懸濁成分の粒径より考察した。基礎実験結果より、 $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分が汙床表部の閉塞を起す主な成分であると考えた。パイロットプラント実験において、この $74\mu\text{m}$ 以上の懸濁成分を無薬注加圧浮上処理にて前処理することにより、汙過操作が安定して行なえることを確認した。なお本研究は、バイオフィオックスWTの一環であり、建設省土木研究所との共同研究である。

- 参考文献] 1) 第25回衛生工学討論会講演集(自由投稿発表部門) P105~107, 1989
2) 第25回下水道研究発表会講演集 P176~181, 1988