

N-11 下水三次処理における生物膜ろ過システムの開発

住友重機械工業（株） 小関正信 中尾彰夫
○真鍋教市 幕田啓二

1. はじめに

近年、下水処理は公共用水域の水質保全、閉鎖性水域の富栄養化防止に寄与するとともに、第二の水源として再利用を目的とした下水の高度処理が求められている。このようなニーズに対応するために、従来の急速砂ろ過設備の機能をグレードアップさせた三次処理設備として、生物膜ろ過技術を位置付けることができる。生物膜ろ過システムは、二次処理水をさらに浄化するために、砂ろ過によるSS除去機能に加えて、ろ層内で生育する好気性微生物による生物浄化機能を兼ね備えた重力型下向流式ろ過設備である。

筆者らは、急速砂ろ過代替用として生物膜ろ過システムの開発を実施してきた。そこで、本報では、多孔質粒状セラミックろ材を主体とした生物膜ろ過システムについて、SS除去性及びろ抗上昇特性等のろ過特性を調査したので、その実験結果を報告する。さらに、Y市に納入した18000 m^3 /日の生物膜ろ過設備の水質処理特性について概説する。

2. 実験装置及び実験条件

実験装置のフローシートは、図1の通りである。

原水はH市下水終末処理場の返送汚泥を二次処理水程度のSS濃度に希釈して使用した。生物膜ろ過運転は、ろ層内に好気状態に維持するために集水ノズルを通してろ床下部から通気しながら、原水を重力ろ過することによって行われた。その実験条件は表1の通りである。

表1 実験条件

原水供給水量	水道水+返送汚泥の混合水
SS添加率	200 m^3 /日
ろ過面積	5~30 mg/ℓ
ろ過速度	0.92 m^2
通気量	220 m^3 /日
集水方式	0.036 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$
ろ材構成	集水ノズル方式
ろ材有効径	粒状セラミック
均等係数	$\phi 4.3 \text{ mm}$
層高	1.4
	2.0 m

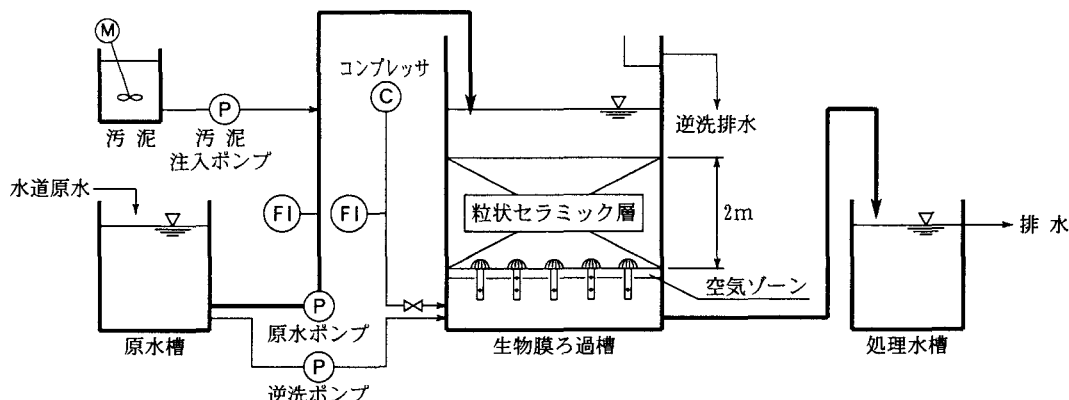


図1 生物膜ろ過実験装置フローシート

3. 結果及び考察

3. 1 SS除去性

多孔質粒状セラミックろ材を生物膜ろ過システムに適用するために、特にSS除去性に関して調査を行った。図2に示すように、新品ろ材（生物が付着していないろ材）を使用した粒状セラミック単層による生物膜ろ過では、流入SS濃度が30mg/ℓ程度の場合その除去率は約30%、流入SS濃度が10mg/ℓ以下の場合さらに悪く約10~20%のSS除去率になった。しかし、生物膜ろ過運転を継続し、約1ヶ月使用した粒状セラミックによる生物膜ろ過では、図3からわかるように70~80%のSS除去性能が出現してくることが確認できた。これは、粒状セラミックろ材に生物が付着してSS捕捉性が向上したものと考えられる。

3. 2 ろ抗上昇特性

図4は生物膜ろ過運転時のろ抗上昇特性である。ろ抗はろ過継続時間がほぼ80時間になると、急激に上昇する傾向が観測された。このときの生物ろ層のSS捕捉量はろ抗400mmで約4000g/m²であり、生物が付着していないろ材に比べて約3倍増と体積ろ過効果はかなり大きくなっている。このことからろ材への生物付着によるSS捕捉性の向上が確認できた。

生物ろ層内でSS捕捉量がある程度大きくなると、通気気泡が生物ろ層内にホールドされやすい状態になるため、ろ層内の通水抵抗（ろ抗）が急に増大してしまうことが予想された。これは通気しない場合のろ抗上昇特性と比べて、通気した場合にのみ出現する特有の現象であることがわかった。

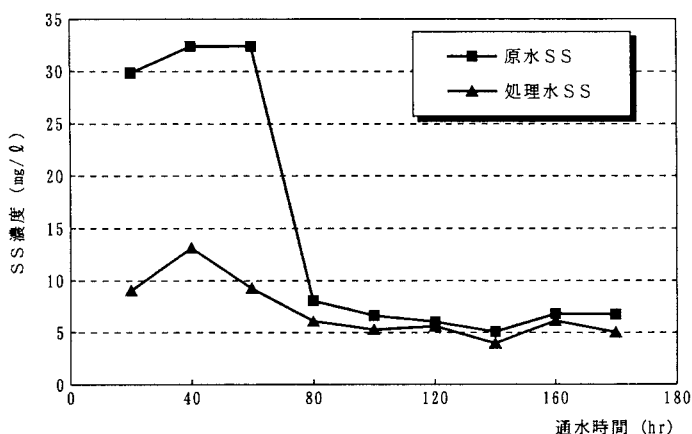


図2 SS除去性能（新品ろ材）

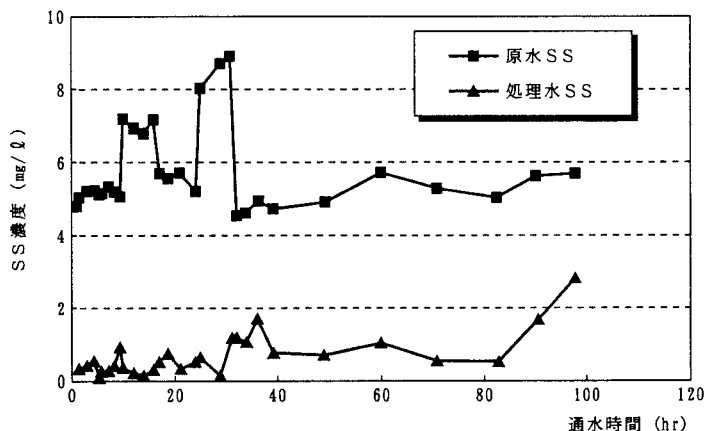


図3 SS除去性能（1ヶ月使用ろ材）

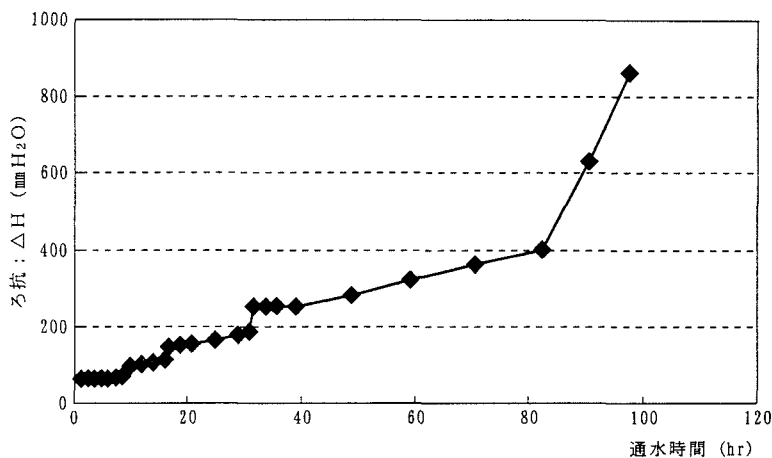


図4 通水時間，SS捕捉量とろ抗の関係

4. 実機の運転状況

Y市に納入した18000 m^3 /日（6000 m^3 /日 $\times$ 3池）の生物膜ろ過設備は、多孔質粒状セラミックろ材を使用したものである。ろ過面積27 m^2 /池，ろ過速度220 m /日，通気量60 m^3 /h/池の生物膜ろ過条件で運転した結果、表2に示すような処理性能が得られている。

SS濃度及びBOD濃度について、ほぼ80%程度の除去率が得られることが確認され、当初の目標値（50～60%）を大幅に超える性能を達成できた。しかし、COD濃度の除去率は、30%程度と低いものの、ある程度の低減が期待できることも確認できた。

表2 生物膜ろ過処理性能

	流入原水	処理水	除去率
SS	2.5 mg/ℓ	0.6 mg/ℓ	76 %
BOD	9.0 mg/ℓ	1.8 mg/ℓ	80 %
COD	13.3 mg/ℓ	9.6 mg/ℓ	28 %
NH ₄ -N	1.5 mg/ℓ	0.5 mg/ℓ	60 %

5. おわりに

下水の高度処理用として、粒状セラミックろ材を用いた生物膜ろ過システムのろ過特性及び有効性が実験レベルで確認でき、さらに、実機レベルにおいても満足できる性能で運転されていることがわかった。今後、冬期データについて、その有効性を調査する予定である。

6. 参考文献

- 1) 小関ら，「下水二次処理水の生物ろ過と生物活性炭」第34回下水道研究発表会講演集