

(Ⅱ-78) UASB法による高濃度硫酸塩含有有機性廃水処理に関する研究

長岡技術科学大学大学院
長岡技術科学大学建設系

(学) ○久野智明
(正) 原田秀樹 桃井清至

1. はじめに

既報では¹⁾、UASB法を用いて高濃度の硫酸塩含有廃水を処理した結果、長期間の培養にも関わらず、COD容積負荷 $1.5 \text{ kgCOD/m}^3/\text{day}$ で除去率 70% を達成するにとどまった。この原因として、約 300mgS/L の全硫化物濃度 (約 150mgS/L の遊離硫化水素 ($\text{H}_2\text{S}_{\text{aq}}$) 濃度に相当) が蓄積していたことが挙げられ、これらの硫化物がメタン菌のみならず硫酸塩還元菌自身にも阻害すると推察された。そこで本研究では、UASBリアクターに硫化物を取り除く装置を設け、硫化物濃度を抑えることで得られる、高濃度硫酸塩含有有機性廃水の処理特性について検討した。

2. 実験方法

室温を 35°C に設定した恒温室内に、Fig. 1 に示される循環式 UASB リアクターを設置した。リアクターと脱硫装置はアクリル製円筒カラムで、それぞれの有効容積は 13.54L と 0.25L とした。基質の組成を Table. 1 に示す。流入水の COD 濃度、 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ 濃度は、それぞれ 2000mgCOD/L 、 $1000\text{mgSO}_4\text{-S/L}$ ($\text{COD}/\text{SO}_4^{2-}\text{-S} = 0.67$) とした。種汚泥に、ショ糖を主成分とする硫酸塩含有廃水で約 8 ヶ月間培養した分散状汚泥を約 80gVSS/用いて、連続実験を開始した。運転期間中、pH の調整は NaHCO_3 の濃度を変えることで行い、リアクター内の pH を 7.3~7.6 に保った。COD 容積負荷は、流入量を多くすることで段階的に上昇させた。また、流入に対して 2 倍量の循環水を脱硫処理後にリアクターへ返送した。

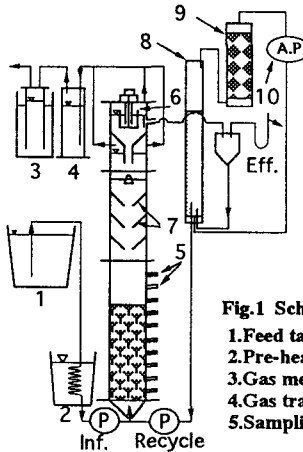


Table.1 Substrate composition (mg/L).

Sucrose	900 (as COD)
Acetate	450 (as COD)
Propionate	450 (as COD)
Pepton	200 (as COD)
Na_2SO_4	1500
K_2SO_4	1500
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1600
KH_2PO_4	200
NaHCO_3	2000 ~ 1000
Trace elem.	

Fig.1 Schematic Diagram of the UASB reactor.

- 1.Feed tank
- 2.Pre-heating tank
- 3.Gas measurement
- 4.Gas trap
- 5.Sampling port
- 6.Scum breaker
- 7.Gas-solid separator
- 8.H₂S stripping column
- 9.H₂S adsorbing column
- 10.Air pump

3. 実験結果及び考察

1) 連続実験における廃水処理特性

連続実験は約 270 日間行った。Fig. 2-a に COD 容積負荷、COD 除去率、Fig. 2-b に硫酸塩容積負荷、硫酸塩還元率、Fig. 2-c に脱硫装置への硫化物容積負荷、除去効率の経日変化を示す。Fig. 2-a, b より、負荷を 3 段階に分けて上昇させた結果、第 3 段階の容積負荷 $3.0\text{kgCOD/m}^3/\text{day}$ 、 $1.5\text{kgSO}_4\text{-S/m}^3/\text{day}$ で、COD 除去率 80%、硫酸塩還元率 80% を達成した。COD と硫酸イオンは安定して除去されたが、処理水には COD 濃度が酢酸を主な成分として約 400mg/L ほど蓄積し、さらに硫酸イオン濃度も約 $200\text{mgSO}_4\text{-S/L}$ ほど残存した。また、Fig. 3 に示されるように、リアクター内には全硫化物濃度が約 350mgS/L ほど生成され、遊離硫化水素 ($\text{H}_2\text{S}_{\text{aq}}$) 濃度として約 60mgS/L になった。このため、メタン発酵によるガスの生成は 50mL/day に抑えられ、硫酸塩還元菌自身も阻害されて、酢酸の完全分解が行われなかったと考えられる。Fig. 4 に各容積負荷での COD と硫黄化合物の収支を示す。メタンと硫化水素ガスの生成量は微量なので考慮しなかった。収支より、消費された COD と、硫酸イオンの還元に必要な COD が等しかったことから、リアクター内での COD の分解はすべて硫酸塩還元菌によって行われたと考えられる。

2) 脱硫装置の設置効果と除去性能

COD 除去率を上げるため、流入量に対する循環水量の比を大きくし、リアクター内の硫化物濃度をさらに低く抑える対策が有効と考えられる。循環式 UASB リアクターを完全混合槽と仮定した場合、例えば、循環比 2 で硫酸塩還元率 80% と脱硫装置の除去効率 70% が得られれば、リアクター内の硫

化物濃度は、340mgS/Lになる。もしこの時、脱硫装置がなければ、その濃度は800mgS/Lである。しかしながら、上昇線流速が速まる効果による汚泥の流出が懸念されたため、本実験系での循環比は2に固定した。運転期間中、実際に、閉塞状態にある汚泥床が、多孔板まで上昇し停滞するのが何度か確認された。Fig. 2-cより、脱硫装置への硫化物負荷が高くなるにつれ、除去効率が低下していった。また、脱硫カラムでのパーシ時間（HRT）とpHに対する硫化物除去効率を、Fig. 5にまとめた。滞留時間が短くなったり、pHが上昇することで除去効率は低下した。

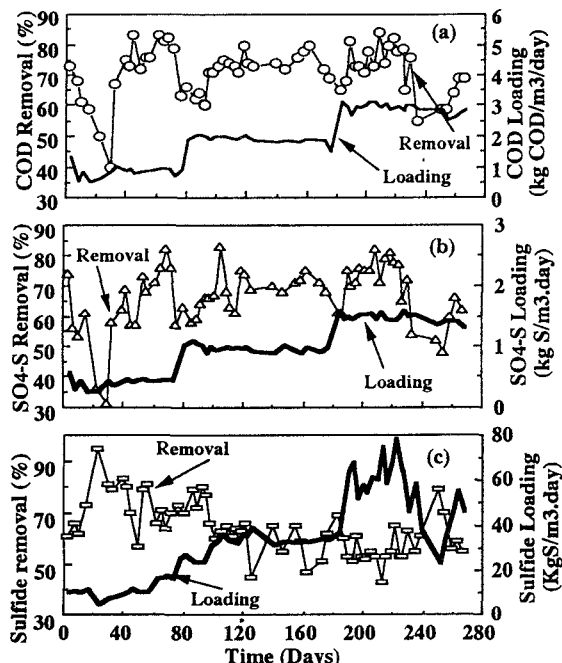


Fig.2-a,b,c Loading rates and removal efficiencies of COD,SO4-S and Sulfide.

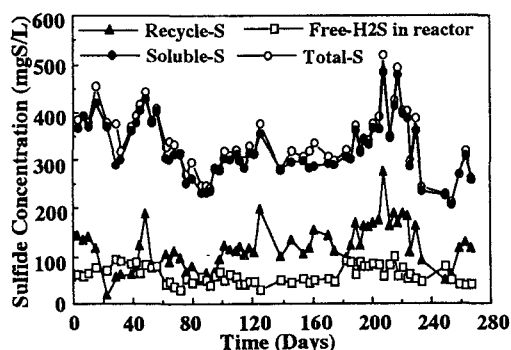


Fig.3 Time courses of sulfide in the effluent and recycling stream.

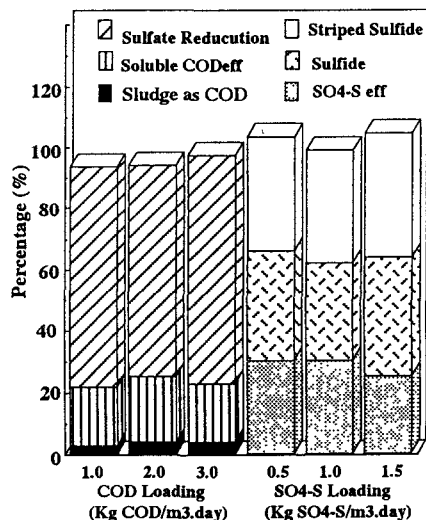


Fig.4 Balances at each loading phase. (COD and S imposed on the reactor is assumed to be 100%.)

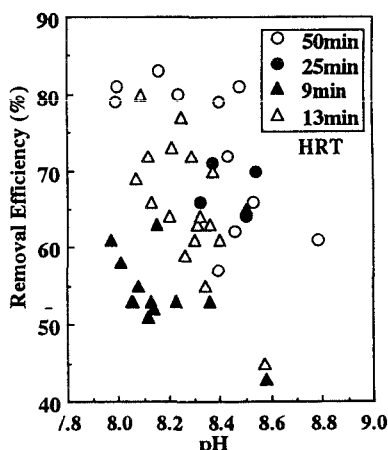


Fig.5 Performance of sulfide stripping apparatus.

4. 結論

高濃度硫酸塩を含有する有機性廃水を脱硫装置を取り付けたUASBリアクターで処理した結果、硫酸塩還元反応が促進され、CODの容積負荷と除去率が著しく向上した。また、脱硫装置で硫化物を除去した時、適切なpHと充分な滞留時間を与えれば、70%以上の除去率が得られた。

5. 参考文献

- 1) 本間ら、(1993)第48回土木学会年次学術講演会講演概要集 p 1350～1351