

II - 594

高温UASBリアクターによるアルコール蒸留廃水処理 (その1) 廃水処理特性と保持汚泥の挙動

森永エンジニアリング ○正 鈴木宏誌

長岡技術科学大学

正 原田秀樹、学 珠坪一晃、正 桃井清至

1. はじめに

近年、UASB法は欧米諸国のみならず我が国においても、その高い処理性能ゆえ広く普及を重ねている。しかし、その多くは中温度域(30~40℃)の廃水処理に対するものであり、高温嫌気性処理に適用された例はない。それは、高温温度域におけるグラニュール形成に関する知見が著しく乏しく、反応器運転管理手法が確立されていないためである。そこで、本研究では高温UASB法の実用化を前提とし、供給廃水としてアルコール蒸留廃水を、種汚泥として中温グラニュール汚泥を用い、高温UASBリアクターのスタートアップ期間における廃水処理特性と保持汚泥の物理的性状(SVI、粒径)の変化について調査を行った。

2. 実験装置及び方法

実験には、Fig.1に示した高さ190cm、内径10cm、全容積12.8ℓ(反応部11.9ℓ+GSS部0.9ℓ)のUASB反応器を用いた。容積負荷とHRTの算定は全容積(12.8ℓ)を基準として行った。反応器内の温度は、55℃に制御した。実験にはアルコール蒸留廃水原液を水道水で希釈し、SS成分を沈降分離した上澄み液をCOD_{c r} 3000mg/ℓ(COD:N:P = 100:2.78:2.26)に調整したものを用いた。有機物容積負荷の上昇は、基本的にHRTの短縮によって行ったが、実験期間の後半では、基質濃度を2倍、3倍と増加させることによって行った。リアクターへの植種には、ジュース廃水処理UASBリアクター(運転温度:35℃、流入基質濃度:2000mgCOD/ℓ、容積負荷:5.0kgCOD・m⁻³・d⁻¹、COD除去率:95%以上)より採取した中温グラニュール汚泥を用いた。

汚泥の物理的性状は、リアクターポートNO.3から採取した汚泥について調査した。SVIの算定は、VSS濃度を基準として行った。汚泥の平均粒径は、画像解析により300個以上のグラニュールの粒径を測定することにより求めた。

3. 実験結果及び考察

Fig.2に反応器のCOD除去率、容積負荷及びHRTの経日変化を示した。容積負荷は約1kgCOD・m⁻³・d⁻¹から30kgCOD・m⁻³・d⁻¹まで段階的に上昇させた。その間のHRTは、64時間から4.8時間にまで短縮され、基質濃度と負荷の関係が最終的には7.2時間となった。COD除去率は、運転の継続に伴って徐々に増加し、約1カ月で85%に

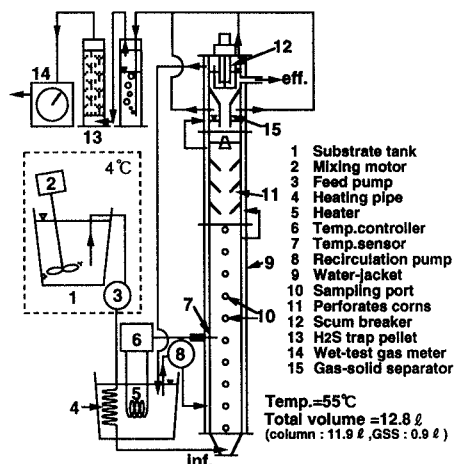


Fig.1 Schematic of thermophilic UASB reactor.

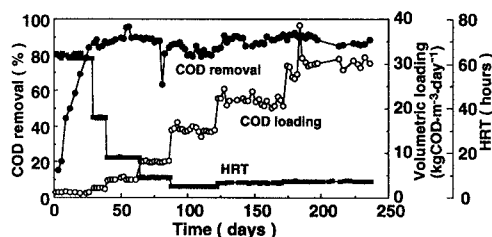


Fig.2 Changes in COD removal, volumetric loading and HRT.

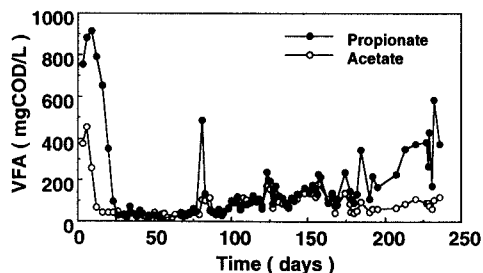


Fig.3 Changes in effluent VFA concentration

達した。その後は容積負荷の上昇によっても除去率は極端に低下することなく、常時80～90%と良好な処理性能を示した。

Fig.3に処理水中のVFA濃度の経日変化を示した。容積負荷 $20\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ までは、処理水中の酢酸、プロピオン酸濃度は約 $100\text{mgCOD}/\ell$ 前後と低く抑えられていたが、高負荷運転時にはプロピオン酸の蓄積が確認され、プロピオン酸の分解過程がより律速になりやすい傾向を示した。

Fig.4に上昇線流速及び流出VSS濃度の経日変化を示した。上昇線流速は生成バイオガスによるものが大部分を占めており、負荷の上昇に伴い増加した。流出VSS濃度は、上昇線流速の上昇に伴い増加する傾向にあった。また、図中に示した直線は、 $\text{COD}9000\text{ mg}/\ell$ に対し除去率85%、増殖収率7%と仮定した場合の許容流出VSS濃度であり、最終的にこの濃度以下に流出VSSが保たれたことから容積負荷 $30\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ においてリアクター内への汚泥の蓄積が可能であった。

Fig.5にSVI(VSS基準値)及びグラニュールの平均粒径の経日変化を示す。グラニュールの平均粒径は、リアクター運転開始後、徐々に減少するが、運転開始後100日目付近を境に増加に転じている。SVIは運転開始後80日目頃までは徐々に上昇($86\text{ mL}/\text{g VSS}$)する傾向にあったが、その後汚泥の沈降性は徐々に向上し、最終的にSVIは $21\text{ mL}/\text{g VSS}$ にまで向上した。このように、実験期間の初期にはグラニュールが一部崩壊（粒径の減少）することにより汚泥の沈降性が悪化し、その後、高温嫌気性菌の集積によりグラニュールが再構築され、汚泥の沈降性が向上したことが明らかになった。

Fig.6に反応器高さ方向の汚泥濃度プロファイルの経日変化を示した。反応器高さ方向の汚泥濃度は、運転開始後汚泥の沈降性が悪化したことから、一時的に $20000\text{ mg VSS}/\ell$ 程度に減少するが、汚泥の沈降性が改善されるとともに徐々に増加し（ $60000\text{ mg VSS}/\ell$ ：運転開始後224日目）、良好なスラッジベットが形成された。

4. まとめ

(1) 高温UASB法によるアルコール蒸留廃水の連続処理実験を行ったところ、実験期間を通じて80～90%の良好なCOD除去率を示し、最終的に容積負荷 $30\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ を許容した。アルコール蒸留廃水処理への高温UASB法の適用が可能であった。(2) 高負荷運転時には、プロピオン酸の分解がより律速になりやすい傾向を示した。(3) 植種グラニュール汚泥（中温グラニュール汚泥）は、実験期間の初期には一部が崩壊（粒径の減少）し沈降性が悪化するが、その後、高温嫌気性菌が集積することにより、沈降性に優れた高温グラニュール汚泥が形成された。

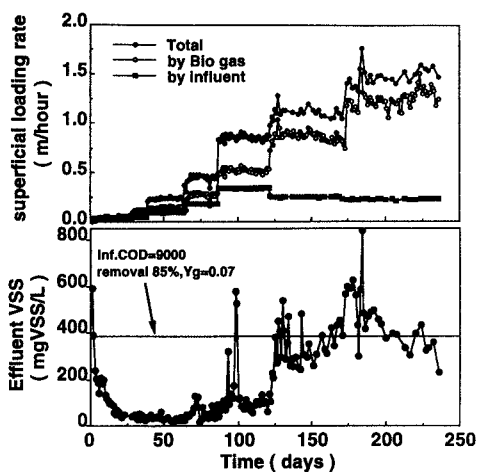


Fig. 4 Changes in superficial loading rate and effluent VSS concentration.

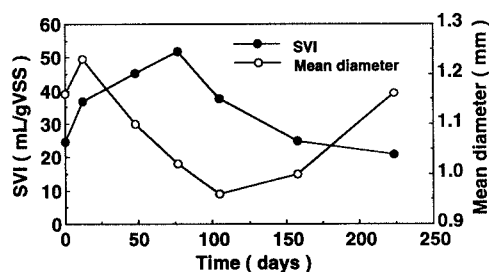


Fig.5 Changes in SVI and Mean diameter of the retained sludge (port NO.3)

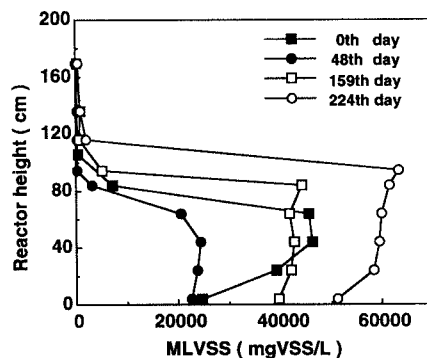


Fig.6 Profiles of MLVSS concentration over the height of reactor