

II-513

低濃度糖系基質によるUASB反応器スタートアップ実験

長岡技術科学大学 学 ○津恵直美
長岡技術科学大学 正 原田秀樹
長岡技術科学大学 正 桃井清至
東ソー株式会社 正 久野昌彦

1. はじめに

従来、メタン発酵処理は比較的高濃度(5000mg・COD/l以上)の廃水処理に適用されており、低濃度廃水への適用は困難とされていた。そこで、低濃度糖系基質によるUASB反応器のスタートアップ実験を行ない、その適用の可能性を検討した。

2. 実験方法

図-1に本実験に使用したUASB反応器を示す。高さ300cm、内径20cm、反応器容積94lであり、反応器上部にはガスと汚泥の分離を行なうG.S.S.を有し、反応器内温度は36℃に設定した。種汚泥は都市下水処理場の中温消化汚泥(汚泥濃度7385mg・VSS/l、VSS/SS比68.2%)を70l投入した。基質はシュクロースを用い、流入濃度は1500mg・COD/lになるように調整した。基質の流入開始は、容積負荷0.5kg・COD/m³・dayで行ない、その後徐々に増加させていった。

3. 実験結果及び考察

3-1 処理特性

図-2にガス生成量の推移を示す。89日まで、容積負荷を0.5 kg・COD/m³・day~6 kg・COD/m³・dayでステップワイズで増加させたが、67日以降、負荷に処理性能が追従できず、ガス生成量、除去率とも悪化したので102日から130日までの間、フィードストップして回復を待った。その後、流入を再開し200日で実験を終了した。ガス生成量の増減は67日~101日を除いては、ほぼ容積負荷に対応している。CH₄分圧は、実験期間を通して60~80%であった。図-3にCOD除去率の推移を示す。67日~101日を除いては、容積負荷を増加させた直後は除去率が一時的に低下するが、数日のうちに負荷の増加に汚泥が対応し、良好なCOD除去率が得られた。図-4に流出液中のVFA濃度の推移を示す。ガス生成、COD除去が良好な状態の時には、流出液中のVFAは微量であった。また、負荷を増加させた直後は流出液中のVFAが一時的に高くなるという結果が得られた。実験期間を通して、流出液中のVFAの大半は酢酸とプロピオン酸であり、酢酸からのメタン生成とプロピオン酸からの酢酸生成がシステムの律速になっていることがわかる。

図-2にガス生成量の推移を示す。89日まで、容積負荷を0.5 kg・COD/m³・day~6 kg・COD/m³・dayでステップワイズで増加させたが、67日以降、負荷に処理性能が追従できず、ガス生成量、除去率とも悪化したので102日から130日までの間、フィードストップして回復を待った。その後、流入を再開し200日で実験を終了した。ガス生成量の増減は67日~101日を除いては、ほぼ容積負荷に対応している。CH₄分圧は、実験期間を通して60~80%であった。図-3にCOD除去率の推移を示す。67日~101日を除いては、容積負荷を増加させた直後は除去率が一時的に低下するが、数日のうちに負荷の増加に汚泥が対応し、良好なCOD除去率が得られた。図-4に流出液中のVFA濃度の推移を示す。ガス生成、COD除去が良好な状態の時には、流出液中のVFAは微量であった。また、負荷を増加させた直後は流出液中のVFAが一時的に高くなるという結果が得られた。実験期間を通して、流出液中のVFAの大半は酢酸とプロピオン酸であり、酢酸からのメタン生成とプロピオン酸からの酢酸生成がシステムの律速になっていることがわかる。

図-2にガス生成量の推移を示す。89日まで、容積負荷を0.5 kg・COD/m³・day~6 kg・COD/m³・dayでステップワイズで増加させたが、67日以降、負荷に処理性能が追従できず、ガス生成量、除去率とも悪化したので102日から130日までの間、フィードストップして回復を待った。その後、流入を再開し200日で実験を終了した。ガス生成量の増減は67日~101日を除いては、ほぼ容積負荷に対応している。CH₄分圧は、実験期間を通して60~80%であった。図-3にCOD除去率の推移を示す。67日~101日を除いては、容積負荷を増加させた直後は除去率が一時的に低下するが、数日のうちに負荷の増加に汚泥が対応し、良好なCOD除去率が得られた。図-4に流出液中のVFA濃度の推移を示す。ガス生成、COD除去が良好な状態の時には、流出液中のVFAは微量であった。また、負荷を増加させた直後は流出液中のVFAが一時的に高くなるという結果が得られた。実験期間を通して、流出液中のVFAの大半は酢酸とプロピオン酸であり、酢酸からのメタン生成とプロピオン酸からの酢酸生成がシステムの律速になっていることがわかる。

3-2 汚泥性状

図-5に汚泥量の推移を示す。反応器内汚泥量は、実験開始時には517g・VSSであったが、沈降性の悪い汚泥が急激にウォッシュアウトしたため、41日には189g・VSSにまで減少した。50日付近でペレット状を呈した汚泥が観察さ

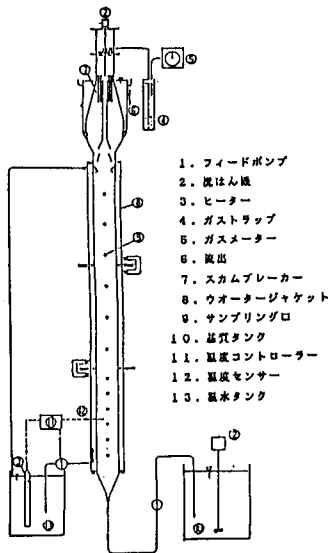


図1 UASB反応器システム

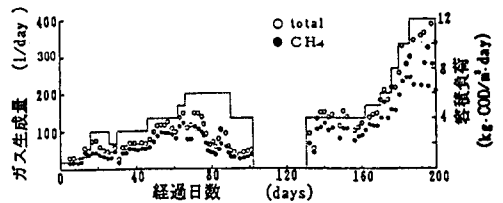


図2 ガス生成量の推移

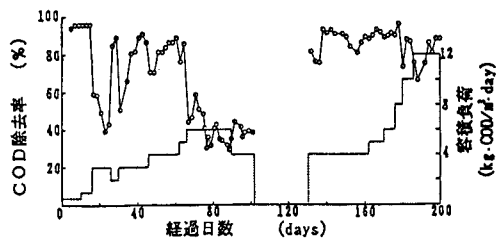


図3 COD除去率の推移

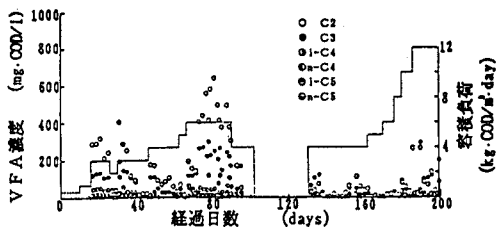


図4 流出液中のVFA濃度の推移

れ、グラニュール化が始まったとみられる。その後、反応器内汚泥量は徐々に増加して行き、200 日には1072g・VSS となった。図-6にCOD除去比活性の推移を示す。5 日から61日までは負荷の増加に伴って比活性が増大し、5日で0.10g・COD/g・VSS・day だったものが61日には1.40g・COD/g・VSS・day にまで増加した。その後は、反応器内に蓄積したVFAによる低pHの阻害を受け、比活性は減少し99日で0.36g・COD/g・VSS・day となった。流入を再開させた後は徐々に比活性は増加して行き 200日には0.97g・COD/g・VSS・day にまで増加した。また、VSS基準の比活性、N基準の比活性ともに同様の変化を示した。図-7にVSS、VSS/SS、SVIの反応器軸方向プロフィールを示す。VSS濃度は、5 日には反応器底部より15cmで6000mg・VSS/l程度、270cmで2000mg・VSS/l程度と上方に行くに従ってなだらかに減少していたものが、経過日数に従って底部にVSS濃度の高い汚泥が蓄積してスラッジベッドを形成して行き、200 日にはVSS濃度30000mg・VSS/l以上の汚泥が底部より75cm以上にまで蓄積された。VSS/SSは、軸方向に渡っての変化はほとんどみられなかったが、5日に70%程度だったものが200 日には90%程度にまで増加した。また、反応器底部汚泥のSVIも5日には204ml/g だったものが経過日数に従って減少して行き、200日には20ml/g付近にまで減少しグラニュール化が進んで行く様子がうかがえる。図-8に反応器底部汚泥（VSS）のC含量、N含量、C/N比の推移を示す。C含量は、実験開始時には58.2%であったが、51日には50%程度にまで低下した。これは、種汚泥中の固形性基質の分解が行なわれたためと思われる。N含量は実験開始時に9.1%であり、実験期間を通して大きな変化はみられなかった。C/N比は、実験開始時には6.40であったが初期のC含量の減少につれて減少し、61日には5.26となり、その後174日まで5.10~5.20で安定していたが、184日以降減少して200日には4.70となった。

4. おわりに

消化下水汚泥を種汚泥とし、シュクロースを基質としたUASB反応器のスタートアップ実験を行なった結果、1500mg・COD/lの低濃度廃水でも健全なグラニュール形成によって容積負荷12kg・COD/m³・dayにおいて80%以上の除去性能が得られた。また、初期に大量の汚泥ウォッシュアウトが観察され、その後は沈降性の良好な菌体の蓄積によってグラニューレーションが進み、スタートアップ後200日で汚泥濃度30000mg・VSS/l以上のスラッジベッドが形成された。

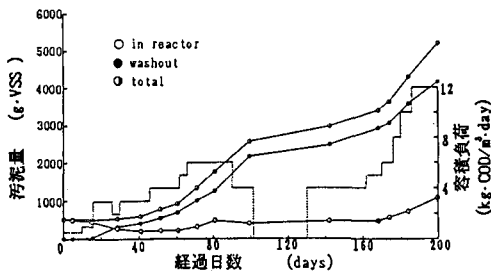


図5 汚泥量の推移

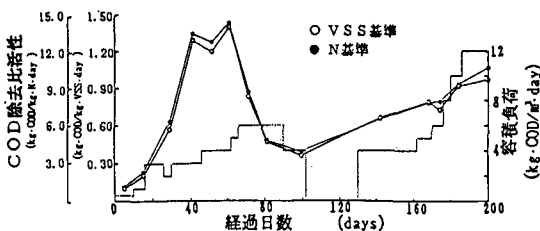


図6 COD除去比活性の推移

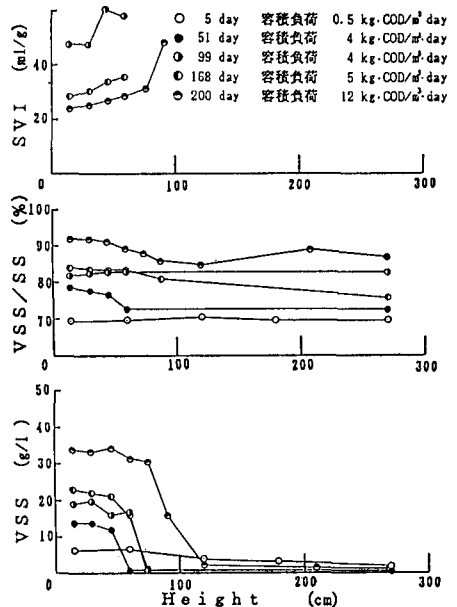


図7 VSS濃度、VSS/SS比、SVIの反応器軸方向プロフィール

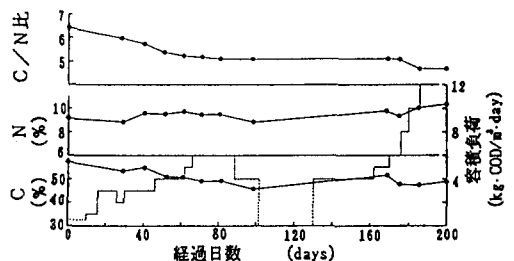


図8 反応器底部汚泥のC含有量、N含有量、C/N比の推移