

UASB-DHS システムによるフェノール単一廃水の 連続処理に関する一考察

鹿児島高専 ○学 平賀祐朝 宮木宏一朗, 正 山田真義, 正 山内正仁
長岡技術科学大学 正 高橋優信, 正 山口隆司
三機工業 (株) 正 田中秀治, 正 長野晃弘

1. はじめに

フェノール含有廃水は、石炭変換過程、石油精製工場、プラスチック工場などから、主成分となるフェノールが 10~7,500 mg/L の濃度の範囲で発生する工業廃水である。このフェノールは、生物に有害であり、生物学的にも難分解性であることから、化学物質排出移動量届出制度 (PRTR) の対象となっており容易に排出することができない。現在のフェノール含有廃水の処理に関しては、高濃度で処理する場合 (1,000 mg/L 程度) は、活性炭吸着法や溶媒抽出法によりフェノール回収を行い、低濃度で処理する場合 (5 ~500 mg/L) は、希釈後、活性汚泥法により生物処理を行っている。しかし、フェノール含有廃水処理に活性汚泥法を用いるには、莫大な希釈と電気が必要であり¹⁾。又、高度な技術管理が必要になる²⁾。そのため、固定排出源におけるフェノールの無害化処理を行うための技術開発が不可欠な課題となっている。

そこで本研究室では、省エネルギー型の UASB-DHS システムのラボ基により、フェノール廃水の連続処理実験を行っている。過去の知見からグラニュー汚泥の馴致を行えば、2,000 mgCOD/L 以上でも処理が可能である³⁾ことが分かっている。そこでフェノール廃水の COD 濃度を 2,500 mgCOD/L に設定して連続処理実験を行ったところ、良好な結果を得る事ができた。

そこで、本研究では、UASB リアクターの処理性能をさらに向上させるため、フェノール廃水の COD 濃度 3,000 mgCOD/L で設定し、連続処理実験を行い、UASB-DHS システムの処理性能を調査し、評価した。

2. 実験方法

UASB-DHS システムの処理フローを図-1 に示す。それぞれのリアクターの液容積は、UASB リアクターが 11 L、DHS リアクターが 44 L (内スポンジ容積が 20.8 L) である。実験温度は、UASB のでは 35 °C の中温条件、DHS の運転温度を無加温 (常温) 条件で行った。

UASB-DHS システムの実験条件は、流量 28.8 L/day, HRT 26.5 時間、設定 COD 容積負荷は 2.3 kgCOD/m³/day

とした、また、UASB リアクターの HRT は 9.2 時間、設定 COD 容積負荷は 6.5 kgCOD/m³/day, DHS リアクターの理論的 HRT は 17.3 時間で運転を行った。3,000 mgCOD/L での運転では、流量 28.8 L/day, HRT 26.5 時間、設定 COD 容積負荷は 2.8 kgCOD/m³/day とし UASB リアクターの HRT は 9.2 時間、設定 COD 容積負荷は 7.9 kgCOD/m³/day とした

分析は、リアクターの温度測定、pH 測定、COD、フェノール濃度について分析を行った。

原水は、フェノール廃水濃度 1,087 mgPhenol/L (2,500 mgCOD/L) 及び 1,304 mgPhenol/L (3,000 mgCOD/L) の人工廃水を用いた。その廃水組成を表-1 に示す。

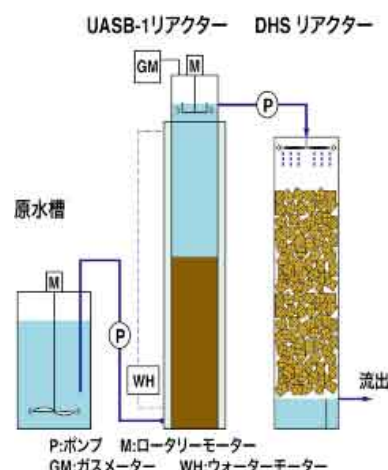


図-1 UASB-DHS システムの処理フロー

表-1 フェノール廃水組成

薬品名	化学式	mg/L	
フェノール	C ₆ H ₅ OH	1087	1304
重炭酸ナトリウム	NaHCO ₃	1000	1200
無機塩			
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	120	144
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	210	252
塩化カルシウム・2水和物	CaCl ₂ ・2H ₂ O	150	180
塩化カリウム	KCl	300	360
リン酸二水素カリウム	KH ₂ PO ₄	150	180
塩化アンモニウム	NH ₄ Cl	110	132
ミネラル			
硫酸鉄・7水和物	FeSO ₄ ・7H ₂ O	7	8.4
塩化コバルト・6水和物	CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.17	0.2
硫酸亜鉛・7水和物	ZnSO ₄ ・7H ₂ O	0.15	0.18
ほう酸	H ₃ BO ₃	0.06	0.07
塩化マンガン・4水和物	MnCl ₂ ・4H ₂ O	0.42	0.5
塩化ニッケル・6水和物	NiCl ₂ ・6H ₂ O	0.04	0.05
塩化銅・2水和物	CuCl ₂ ・2H ₂ O	0.027	0.032
モリブデン酸ナトリウム・2水和物	Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	0.025	0.03

3. 実験結果及び考察

図-1の実験装置において、1,120日間連続実験を行っているが、図-2は、原水のCOD濃度を2,500mgCOD/Lとした時を0日目とし作成した。

十分な馴致を行わなければ、メタン活性が急激に低下し、嫌気性処理プロセスを破綻させてしまう恐れがあるため、フェノール廃水のCOD濃度を一定(2,500mgCOD/L)に保ち運転を行った。初め、配管詰まりや実験機器のトラブルによる原水の供給の滞り。外気温の低下に伴い、実験室内の温度が低下してしまい中温(35℃)条件を維持できず、COD除去率及びフェノール除去率が急激に低下した。そのためCOD除去率が40%程度で30日ほど停滞したが、その後上昇し78%に達した。その後、再びCOD除去率が低下しているが、短期間の間にトラブルなどにより、UASBの処理が不安定になっていたと考えられる。その後処理性能が回復し、全COD除去率は平均して、約81%、フェノール除去率は、約88%と安定した。

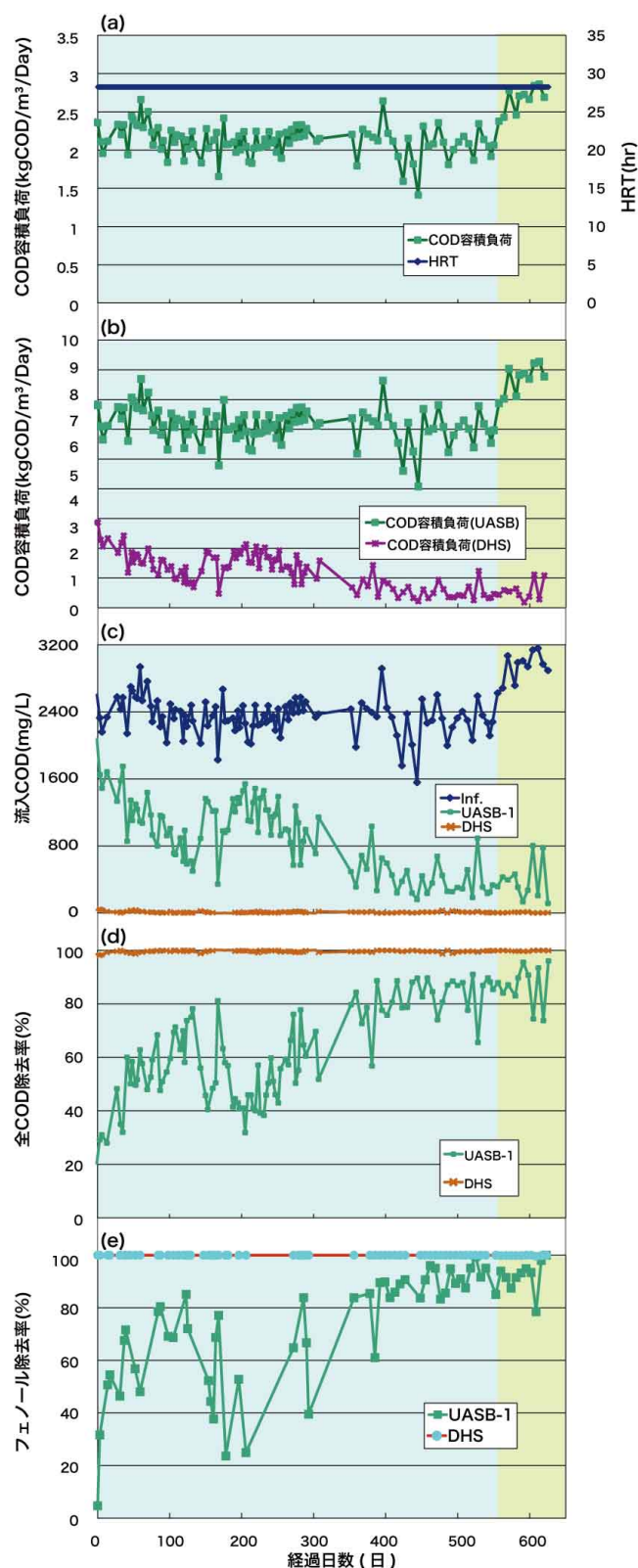
処理が安定したため、555日目にフェノール濃度を3,000mgCOD/Lとした廃水の供給を開始した。供給開始直後は、処理が低下したが、570日あたりから安定した処理が行えるようになった。しかしこの後フェノール及びCOD除去率が低下した。これは前にも述べたが、季節の変化による外気温の変化が影響しておこったものだと考えられる。

運転期間は100日程度だが、前の運転状況と比較すると、大幅な処理の低下は見られず、全COD除去率は平均して、約86%、フェノール除去率は92%となった。DHSにおいてはどちらの期間においても、フェノール及びCOD除去率ともに、95%以上の成果を得る事が出来た。これらの結果から3,000mgCOD/Lの高負荷運転において、UASBの処理が低下しても2,500mgCOD/Lの時と同様にDHSの処理性能でカバー出来ることが可能であった。

4. 結果

今回の実験結果より、UASBリアクターのグラニューロ汚泥の馴化を行えば、フェノール処理性能が上昇し、UASB-DHSシステムを高負荷での運転することが可能である。

今後の展望として、継続して高負荷にて運転を行い、リアクター内の菌相解析を行う予定である。



(a) システム全体のCOD容積負荷 (d) 全COD除去率
(b) 各システムのCOD容積負荷 (e) フェノール除去率
(c) 流入COD量

図-2 連続処理実験結果

参考文献

- 1) 高橋優信, 山口隆司, 上村繁樹, 大橋晶良, 原田秀樹 (2004) 発展途上国に適用可能なエネ ルギー最小消費型の下水処理プロセスの開発 ～スポンジ担体散水ろ床 (DHS-G3) リアク ターの処理特性～, 環境工学研究論文集, Vol.41, pp.175-186.
- 2) 橋本真, 藤田正憲 (1986) 活性汚泥によるフェノール排水処理の効率化に関する研究 (1), 下水道協会誌, Vol.23, (11), pp.39-46.
- 3) Gali S. Veeresh, Pradeep Kumar, Indu Mehrotra. (2005) Treatment of phenol and cresols in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) process: a review. Water Research, Vol.39, pp.154-170.