

## 中温 UASB-無加温 DHS プロセスによるフェノール廃水の連続処理性能

鹿児島高専 学 ○平賀 祐朝, 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、活性汚泥法を用いて処理を行うと、莫大な希釈と曝気が必要であり<sup>1)</sup>。又、高度な技術管理が必要になる<sup>2)</sup>。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<sup>3)</sup>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、良好な結果を得ることができた。

そこで、本研究では、UASB-DHSシステムを用いた高濃度フェノール含有廃水に対して、UASB-DHSシステムを用いた連続処理実験を行い、システムの安定性と処理能力の向上について調査した。また、嫌気性処理であるUASBリアクター内のメタン生成活性能力を調査した。

### 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11L、DHSリアクターが44L(内スポンジ容積が20.8L)である。実験温度は、UASBでは35℃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/m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>/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。

メタン生成活性試験は中温条件(35℃)にて行い、容積122 mlのセラムバイアルを使用し、UASBリアクターから汚泥(グラニュー汚泥)を採取して試験を行った。35℃に設定した恒温振とう器にて、振とうを行い、ガラス製シリンジで生成量を計り、ガスクロ用シリンジで0.5mlのガスを採取し、TCDにて分析した後、バイアル内のガスを抜いて1気圧に戻しバイアル内の気相部に蓄積するメタンの量を経時的に測定した。

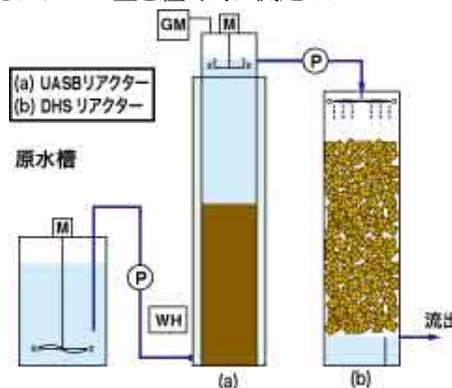


図-1 UASB-DHSシステムの処理フロー  
 表-1 フェノール廃水組成

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

キーワード : UASB-DHSシステム, 中温 UASB, 無加温 DHS

〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1 鹿児島高専専攻科 土木工学専攻 Tel.0995-42-9123

### 3. 実験結果及び考察

図-1の実験装置において、1,200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。また、分析機器を置く実験棟の改修工事により、分析を行う事が出来ずデータを収集出来ない期間(オレンジ部)があった。

十分な馴致を行わなければ、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。負荷上昇後に、配管詰まりや実験機器のトラブルがあった。また、外気温の低下に伴い、UASBリアクター内の温度を中温(35℃)条件で維持できず、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、徐々に処理能力が回復し、UASBリアクターのCOD除去率は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。途中(赤部)分析機器の故障によりデータ収集を行うことが出来なかった。

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。630日あたりで実験機器のトラブルにより処理が低下したが、その後は次第に回復し、UASBにおいての全COD除去率は平均して81%、フェノール除去率は84%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できた。

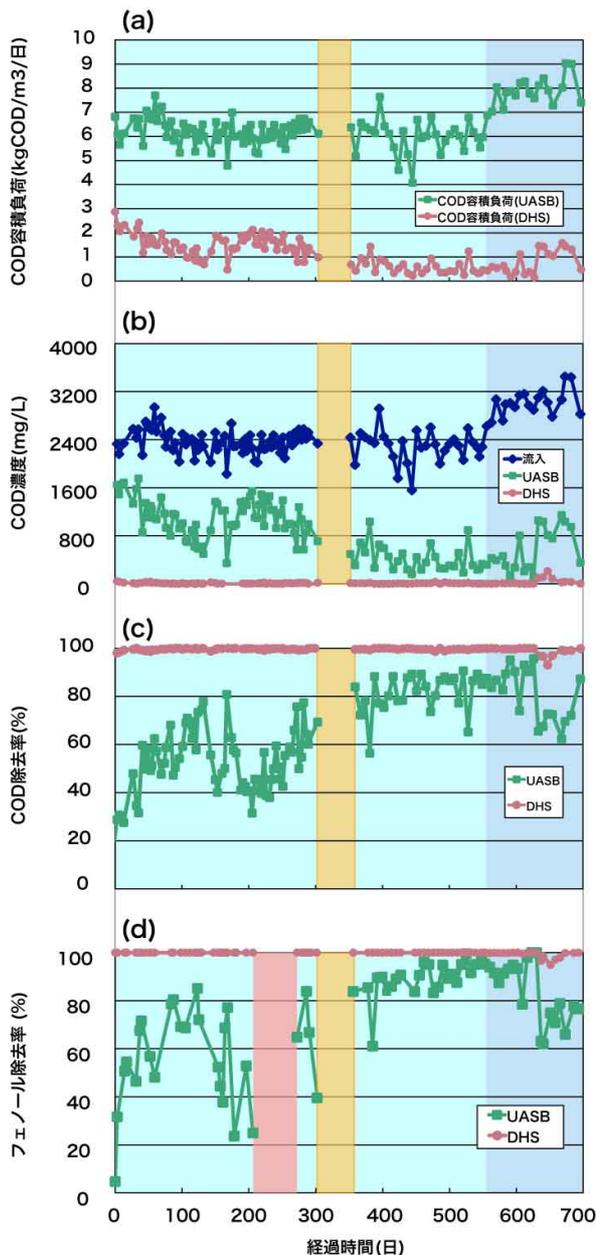
メタン活性試験は、供給廃水のフェノール濃度が2000mgCOD/L時に行った。バイアル内のフェノール濃度を1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, に設定し実験を行った。その結果、1000mgCOD/Lでの活性値が0.028gCOD/gVSS/dと一番大きい値が得られた。

これは、グラニューール汚泥の馴致が十分にこなされていなかった為に、一番フェノール濃度の低い1000mgCOD/Lで一番活性値が大きくなったと考えられる。

### 4. おわりに

今回の実験結果より、UASBの処理が不安定な状態にあってもDHSの処理性能でカバーでき、気温が低い時においても高い処理性能を維持することができた。このことよりCOD濃度3,000mgCOD/Lのフェノール廃水においても、UASBリアクターのグラニューール汚泥の馴化を行えば、UASB-DHSシステムを用いて処理することが可能であった。

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、活性試験を行う予定である。



(a) 各システムのCOD容積負荷  
(b) COD濃度 (c) COD除去率  
(d) フェノール除去率

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) 橋本奨, 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), pp39-46.
- 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.