

水熱反応と接触酸化法を併用した汚泥削減システムの開発

大阪工業大学 大学院 学生会員○琴野 利昭 細木 佑索

大阪工業大学 工学部 正 会 員 石川 宗孝 笠原 伸介

1.はじめに...既往の研究⁽¹⁾では、水熱処理した汚泥(水熱処理液)を曝気槽に返送する汚泥削減型排水処理システムを開発した。しかしこの方式では、水熱処理液の処理性が曝気槽内の生物処理条件に大きく左右されるため、高負荷で操作している場合には、返送された水熱処理液が十分に処理されないまま流出する可能性がある。本研究では、図 - 1 に示すような水熱処理液を曝気槽に返送しないシステム(本システム)を提案し、水熱反応に伴う汚泥の可溶化及び改質特性について検討するとともに、それらが生物処理に及ぼす影響について検討した。

2.実験方法

2 - 1.水熱反応による汚泥処理実験...実験装置として、オートクレイブ(耐圧硝子工業株)：TEM-V1000N 型)を用いた。1Lの反応容器に汚泥濃度 10000mg/Lの汚泥を 0.5L 封入し、攪拌回転速度 300rpm、処理時間 60min、処理温度 150～200 の条件で水熱処理した。水熱処理前後の色度・E260・TOC・BOD および COD を測定した。

2 - 2.接触酸化法による生物処理実験...生物処理実験は、図 - 2に示すような有効容量 0.5L(Run7のみ 3L)の装置を用いて行った。表 - 1 に、運転条件を示す。基質として、Run1～6 では孔径 1.2μm のガラス繊維ろ紙により吸引ろ過したろ液を、Run7 では未ろ過の水熱処理液を、それぞれ用いた。Run1～3 では滞留時間の影響を、Run2 と 4 では水熱処理温度の影響を、Run1 と 5 では担体の材質の影響をそれぞれ検討した。また、Run6 では流入濃度が高い場合の処理性を、Run7 では懸濁成分が含まれる場合の処理性をそれぞれ評価するため、各条件における槽内のSSならびに流入・流出水中のSS、TOC、色度およびE260を測定した。

3.実験結果および考察

3 - 1.水熱反応による汚泥処理特性...図 - 3 に、水熱処理温度に伴う炭素の形態変化を示す。処理温度が高いほど可溶化が促進され、200 では汚泥中に含まれる TOC の約 75%が可溶化する様子が確認された。図 - 4 に、水

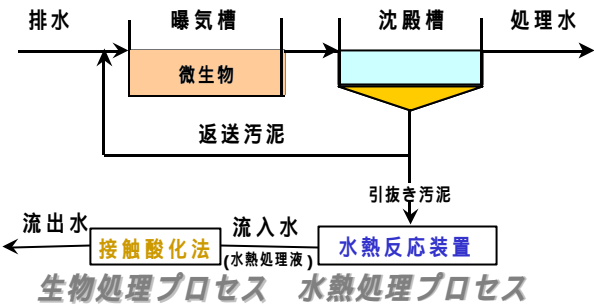


図 - 1 本システムのフロー

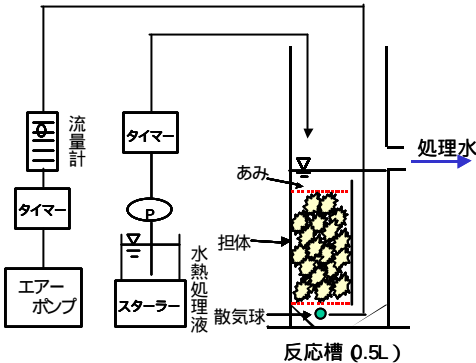
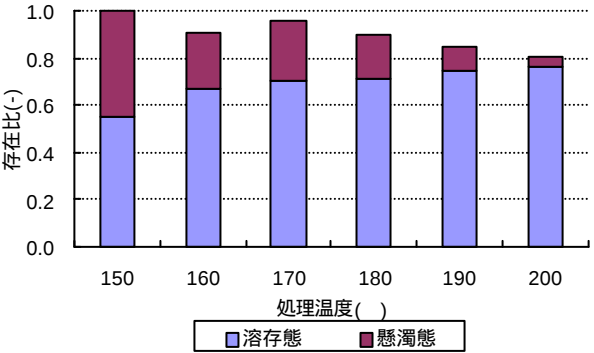


図 - 2 生物処理実験装置

表 - 1 生物処理実験の運転条件

	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	Run6	Run7
滞留時間 (h)	12	24	48	24	12	144	48
流入TOC濃度 (mg/L)	300	300	300	300	300	2975	600
TOC容積負荷 (kg/m ³ ・day)	0.6	0.3	0.15	0.3	0.6	0.47	0.3
担体の材質	ポリプロピレン				メラミンフォーム		ポリウレタン
水熱処理温度 (℃)	180		150		180		150
水熱処理時間 (min)	60						60



水熱処理前の汚泥の TOC を 1 とする。
図 - 3 水熱処理温度に伴う炭素の形態変化

熱処理温度と色度および DOC/E260 の関係を示す。処理温度が高いほど色度は増加し、さらに DOC/E260 の割合は減少したことから、水熱反応に伴って溶出する成分は難分解性物質が主体であり、反応温度が高いほどその割合は増加することが示唆された。しかし、橋本・Symons・左合らにより提案された BOD・COD に基づく生分解性判定試験⁽²⁾を行ったところ、水熱処理液は処理温度に関係なくほぼ類似の生分解性を有し（データは掲載せず。）、いずれの処理温度においても、微生物を馴致することにより、生物学的に分解可能であることが示唆された。

3-2. 溶解性物質の生物処理特性... 図-5 に、TOC 容積負荷と DOC 除去率の関係を示す。DOC 除去率は、水熱処理温度、担体の材質、流入濃度のいずれが異なってもさほど大きく変化しなかったが、TOC 容積負荷には強く依存する傾向が見られ、TOC 容積負荷が 0.4 以下では約 80% と高い除去率が得られた。

表-2 に、各 Run における流入・流出の平均水質を示す。いずれの Run においても DOC については 60~80% 除去されたが、E260 については 40~60% 程度しか除去されず、色度に至ってはほとんど除去されなかった。E260・色度の除去率に比べて DOC の除去率が高かったことから、水熱処理液は生物膜による吸着除去に加え、生物学的にも分解除去されたと考えられる。

3-3. 懸濁性物質の生物処理特性と汚泥削減効果... 図-6 に、Run7 の定常状態における汚泥収支から求めた各プロセスに伴う汚泥量の変化を示す。水熱処理液中の SS は、生物処理により約 50% 減少し、水熱処理後に残存する成分は懸濁態であっても生物学的に分解されている様子が確認された。また、処理後に残存する総汚泥量の推移に注目すると、当初 1.8g 存在していた汚泥が水熱反応により 0.8g、さらに生物処理により 0.4g 減少し、本システムは全体として 69.8% の汚泥削減を達成できることがわかった。

4. おわりに... 水熱処理液の生物処理特性は、水熱処理条件の違いにはほとんど影響されず、TOC 容積負荷に強く依存することがわかった。また、本実験において水熱処理後に残存する物質の一部は懸濁態であっても生物学的に分解され、本システム全体では、余剰汚泥の約 70% を削減できることが明らかになった。

参考文献... (1) 奥田友章 他「水熱反応を利用した余剰汚泥削減型活性汚泥法に関する研究」、環境工学研究論文集、Vol.39、pp.43-54 (2002)

(2) 玉木勉「下水道における難分解性有機物の挙動と対策に関する基礎的研究」pp.15-18 (1991)

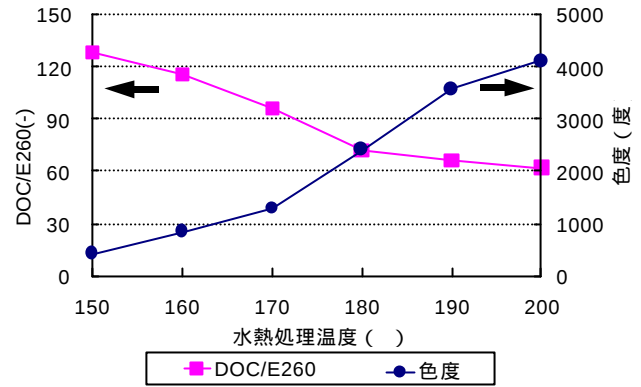


図-4 水熱処理温度と色度およびDOC/E260の関係

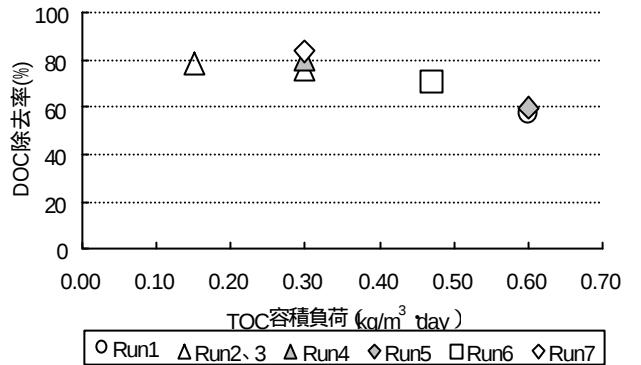


図-5 TOC 容積負荷と DOC 除去率の関係

表-2 各 Run における流入・流出の平均水質

	流入水				流出水			
	DOC	E260	DOC/E260	色度	DOC	E260	DOC/E260	色度
単位	(mg/L)	(μ /cm)	(-)	(度)	(mg/L)	(μ /cm)	(-)	(度)
Run1	309	4.9	63.6	235	130	3.2	40.9	229
Run2					73	1.8	40.6	212
Run3					65	1.8	35.4	201
Run4					60	0.6	103.0	57
Run5					124	3.2	39.1	227
Run6	2847	38.3	74.3	2429	836	19.0	44.0	2955
Run7	367	3.7	99.9	61	58	0.7	88.0	72

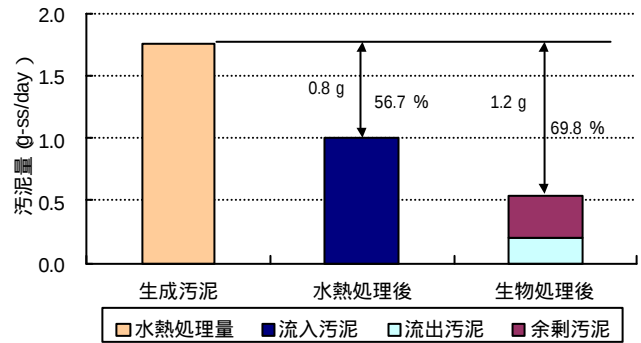


図-6 各プロセスにおける汚泥量