研究論文

パン工場排水の余剰汚泥減量化システムの実証研究 —接触酸化と好気性消化の組み合わせシステム—

大隅省二郎*・中山勝利*・熊見彰仁*・貫上佳則**

要 旨

油脂を含有するパン工場排水を接触酸化法により処理した後、処理水中のSSおよび未処理の油脂を加圧浮上法により分離し、これを好気性消化（汚泥減容）処理し、最終的に加圧浮上処理水と好気性消化処理水とを混合させて下水放流することで、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流基準以下の水質で排水を放流することが可能かどうかの検討を行った。

230日間の接触酸化連続実験および60日間の汚泥減容連続実験を実施し、接触酸化処理によりBOD除去率97%、BOD-SS転換率0.13 g-SS/g-除去BOD、汚泥減容処理によるSS分解率58.9%を確認した。また、汚泥中に易分解性物質、難分解性物質、非分解性物質が存在し、各成分が各反応速度定数で1次反応的に分解すると仮定したモデルにより、回分式汚泥減容実験結果を表現できることを示した。さらに、実験結果に基づきシステム全体の物質収支を検討し、対象としたパン工場排水を本システムで処理することにより、t-BOD1,200 mg/L、SS450 mg/Lの排水をt-BOD80 mg/L、SS99 mg/Lの処理水として放流することができ、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流できる可能性を示した。

キーワード：余剰汚泥減量化、接触酸化、好気性消化、油脂含有排水

1. はじめに

パン工場、乳製品工場、惣菜工場等では、油脂を含む排水が排出されることが多い。これらの排水の処理方法としては、活性汚泥法等の好気性生物処理法が選択されることが多いが、油脂を含むと生物処理に障害をきたす可能性があるため、前処理で加圧浮上分離法により油脂および懸濁物質(SS)を除去した後、生物処理されることが多い¹⁾。このプロセスでは、多量の余剰汚泥が発生するため、汚泥の処分費や脱水機のメンテナンスなどにコストがかかり、さらに汚泥からの臭気により周辺からの苦情がくるといった課題がある。

生物学的排水処理において発生する余剰汚泥を削減する技術として、生物学的、生化学的制御により汚泥

発生量そのものを削減する方法²⁾と、物理化学的方法により汚泥を可溶化、低分子化し、再基質化する方法³⁾の大きく分けて2種が開発されている⁴⁾。しかし、油脂を多く含む排水をそのまま生物処理すると分解速度の遅い油脂が処理槽内に蓄積し、バルキング等のトラブルが発生する¹⁾ため、油脂を含む排水に対して効果的に余剰汚泥を減量化できる技術はまだ広く普及していない。

そこで、図1に示す方法により油脂を含む排水を余剰汚泥の引き抜きなしに処理するプロセスの検討を行った。すなわち、最初に接触酸化法により油脂含有排水中のBODおよび油脂の大部分を生物分解した後、加圧浮上分離により流出したSSおよび未処理の油脂を処理水から分離する。さらに加圧浮上スカムを汚泥

2013年8月28日受付、2014年1月23日受理

* 大阪ガス(株)エネルギー技術部環境技術チーム Shojiro OSUMI, Katsutoshi NAKAYAMA, Akihito KUMAMI

** 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 Yoshinori KANJO

図1 検討処理フロー

減容槽にて好気性消化（汚泥減容）処理し、最終的に加圧浮上処理水と好気性消化処理水とを混合させて下水放流することで、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流基準以下の水質で排水を放流するプロセスである。本技術は、固定床型の生物処理技術が微小動物の働き等により余剰汚泥発生量が少ない⁵⁾という特徴と、好気性消化による余剰汚泥の減量化^{6, 7)}の両方の効果を活かして、余剰汚泥削減効果の増大を目指す技術である。

2. 方 法

2.1 接触酸化連続実験

パン製造工場から発生する排水（以下「パン工場排水」）を試料として用い、図2に示す装置で接触酸化連続実験を行った。すなわち、有効容積1 m³の第1反応槽と有効容積0.76 m³の第2反応槽に写真1左に示すポリプロピレン製担体（U-PAC, エイブル, 埼玉, 長辺130 mm×短辺110 mm, 64 g/個）を777個/m³の密度で充填した。そこへ、pH6.8となるように水酸化ナトリウムで中和したパン工場排水を流量3.0 m³/日で供給した（滞留時間14時間）。処理槽の水が完全混合され、未処理の排水が流出することを防ぐため、反応槽を2段とした。実験開始43日目以降、栄養剤（エルビック NP-51, 日の出産業, 横浜, 総窒素（以下「T-N」）: 37%, 総リン（以下「T-P」）: 7.5%含有）を54 mg/L添加した。実験開始33日目以降は、槽周囲にヒーターを設置し、32℃±3℃となるように温度を制御したが、それまでの期間の液温は12～19℃の間であった。槽内はブロワでばっ気し、溶存酸素濃度（以下、「DO」）1.0～5.0 mg/Lの範囲で維持した。

実験開始からしばらくは馴致期間と位置づけ、COD_{Cr}のみを分析しながら安定的な処理が行われるかどうかを確認した。80日目の時点で安定的な接触酸化処理が行われるようになったと判断し、以降BOD, SS, ノルマルヘキサン抽出物質（以下「n-Hex」）

図2 接触酸化連続実験装置

写真1 使用担体

左：接触酸化連続実験，右：汚泥減容連続実験

の分析を開始した。

2.2 回分式汚泥減容実験

接触酸化連続実験開始後55日目の処理水（SS濃度404 mg/L）を採取し、カチオン高分子凝集剤（K-530, エイブル, 埼玉）を120 μg/L添加し、200rpmで2分間急速攪拌してフロックを形成させた。本処理水には粘性のある物質が含まれていたため、想定よりも多くの凝集剤を要した。フロックを自然沈降させた後、上澄みを除去したものを回分式汚泥減容実験の試料とした。試料のSS濃度を測定した結果、41,200 mg/Lであった。

前記の通り調製した汚泥試料を用い、図3に示すような実験装置で回分式汚泥減容実験を行った。すなわち、汚泥試料を容量10 Lの容器に入れ、DOが0.3 mg/L以上となるようにブロワでばっ気し、恒温槽との間で温水を熱媒として循環させることで温度を30℃±

図3 回分式汚泥減容実験装置

1℃で制御した。所定時間経過ごとに汚泥を採取し、SS濃度を測定した。

2.3 汚泥減容連続実験

接触酸化連続実験の処理水にカチオン高分子凝集剤を40 $\mu\text{g/L}$ 添加し、200 rpmで2分間急速攪拌してフロックを形成させた。フロックを加圧浮上実験装置で固液分離し、分離した固形分を試料とした。図4に示す有効容積92 L(担体を除く実容量86 L)の汚泥減容槽に汚泥滞留時間を延ばすことを目的として写真1右に示すポリプロピレン製担体(BIO-PAC, エイブル, 埼玉, 直径110 mm, 47 g/個)を60個充填し、前記の通り調製した汚泥試料を滞留時間25日となるように供給した。汚泥減容槽は温水ジャケットにより35℃ $\pm$ 2℃となるよう制御し、風量10 L/minでばっ気した。

汚泥減容槽への汚泥投入は、接触酸化連続実験開始118日目から開始し、166日目までは馴致のために引き抜くことなく汚泥の投入のみを行ったが、水分が蒸発するため液面の上昇はなかった。166日目から間欠的な連続処理を開始し、3回/週の頻度で34 L/日の投入量となるように処理液の引き抜き、および汚泥の投入を行った。処理液引き抜きの際は、蒸発した量と同量の水道を添加し、ばっ気によりよく混合されるのを待った後引き抜きを行った。引き抜きは、槽上部よりポンプで行った。処理液を引き抜いた後、同量の汚泥を投入した。

投入汚泥、および汚泥減容処理液のSS濃度を測定した。

図4 汚泥減容連続実験装置

2.4 分析方法

COD_{Cr}は迅速COD測定器(Quick COD HC-607, セントラル科学)により分析した。BOD、T-N、T-P、SS、n-Hex、灰分(強熱残留物)は、JIS K0102に従い分析した。また、COD_{Cr}およびBODは、全量分析と0.45 μm ろ紙でろ過後の溶解性成分分析の両方を行った。以下、全COD_{Cr}を「t-COD」、溶解性COD_{Cr}を「s-COD」、全BODを「t-BOD」、溶解性BODを「s-BOD」と記載する。また、本論文ではCOD_{Mn}について触れることはなく、以下、本論文中に記載されている「COD」はすべてCOD_{Cr}を示す。

3. 実験結果

3.1 接触酸化連続実験

図5に実験に供試したパン工場排水のt-COD、SS濃度の経時変化を示す。また、t-BODは実験開始80日目以降、n-Hexについては実験開始130日目以降のデータを図6に示す。上記期間中の濃度は表1に示すとおりであった。pHは表1に示す通り酸性に偏っていたため、水酸化ナトリウムによりpH6.8となるように中和して用いた。また、栄養剤添加後のT-Nは14 mg/L、T-Pは1.3 mg/Lであった。

図7に、t-COD容積負荷、t-BOD容積負荷およびCOD除去率、BOD除去率の経時変化を示す。容積負荷とは、反応槽容積1 m³当たり1日に流入する

図5 排水 COD, SS 濃度の変化

図6 排水 BOD, n-Hex 濃度の変化 (80日目以降)

表1 排水中各濃度の平均値, 最大値, 最小値

	pH	t-COD (mg/L)	s-COD (mg/L)	t-BOD (mg/L)	s-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	n-Hex (mg/L)
平均値	5.7	2,187	836	1,108	560	425	306
最大値	6.8	4,550	1,040	1,900	640	862	560
最小値	4.6	1,370	610	760	470	204	66

(COD, SS は全期間, BOD, n-Hex は80日目以降)

図7 接触酸化連続実験結果①

t-COD または t-BOD の量で、kg - COD または BOD/m³/d という単位で表される⁸⁾。ここで、本システムでは接触酸化処理水をさらに加圧浮上分離するため、処理水中の溶解性有機物濃度が重要であると考え、COD および BOD 除去率としては

$$\text{除去率} = 1 - (\text{処理水中の溶解性濃度}) / (\text{排水中の合計濃度}) \quad (1)$$

と定義した。実験開始から加温を開始した33日目までは、液温が低かったために COD 除去率が60%前後と低い値であった。加温したことで除去率が向上したが、処理水中に粘性物質が確認された。これは、養分不足により生成したものであると判断し、43日目から栄養剤を添加したところ、COD 除去率も向上し、処理水中の粘性物質も減少した。

BOD 除去率は、80日以降大きな変動はなく、93.6%～99.2%の範囲で平均96.7%であった。

80日目の時点で安定的な接触酸化処理が行われてい

ると判断し、以降 BOD, SS, n-Hex 分析を開始したため、以下では、80日目以降の実験結果について述べる。

図8に、80日目以降の接触酸化処理水性状の経時変化を示す。期間中の t-BOD は21～250 mg/L の範囲で平均129 mg/L、s-BOD は8～60 mg/L の範囲で平均34 mg/L、SS は40～412 mg/L の範囲で平均208 mg/L、n-Hex は0～37 mg/L の範囲で平均17 mg/L であった。SS は、195日目以降、それまでの期間と比較して顕著に低くなり、この期間の SS が40～144 mg/L の範囲で平均110 mg/L であったのに対し、それ以前の期間では89～412 mg/L の範囲で平均259 mg/L であった。

3.2 回分式汚泥減容実験

図9に回分式汚泥減容実験結果を示す。汚泥減容実験開始時42,000 mg/L であった SS が32日後に9,400 mg/L まで減少した。減少速度は、実験開始から5日目あたりまでが速く、その後遅くなった。

3.3 汚泥減容連続実験

図10に連続処理を開始した166日目以降の汚泥減容

図8 接触酸化連続実験結果②

図9 回分式汚泥減容実験結果と試算結果の比較

図10 汚泥減容連続実験における SS 濃度の経時変化

図11 接触酸化連続実験における BOD-SS 転換率の経時変化

連続実験における投入汚泥および処理汚泥中 SS 濃度の経時変化を示す。投入汚泥の SS 濃度は 17,800 mg/L ～ 45,000 mg/L の範囲で平均 32,000 mg/L であり、処理汚泥の SS 濃度は 8,500 mg/L ～ 13,700 mg/L の範囲で平均 11,200 mg/L であった。

期間中の総投入汚泥 SS 量は 6,595 g、総引き抜き汚泥 SS 量は 2,357 g であった。また、汚泥減容連続実験開始時（166 日目）の槽内 SS 濃度が 8,900 mg/L であったのに対し、実験終了時には 13,100 mg/L に増加していたことから、実験期間中に槽内の SS 量が $(13,100 - 8,900) \times 86 / 1,000 = 361$ g 増加したことになる。以上より、期間中に除去した SS 量は $6,595 - (2,357 + 361) = 3,877$ g であり、除去率は 58.9% であった。なお、担体に付着している SS 量が変化していればその分が誤差となるが、担体への付着状況の目視観察の結果、48 日

間の馴致後の大きな変化はなかったので、担体に付着している SS 量は変化していないと仮定した。

4. 考 察

4.1 接触酸化処理における SS 転換率

図 8 の結果に基づき、BOD-SS 転換率を計算し、図 11 に示した。なお、BOD-SS 転換率は

$$\text{BOD-SS 転換率} = \frac{(\text{接触酸化処理水 SS 濃度}) / ((\text{原水 } t\text{-BOD 濃度}) - (\text{接触酸化処理水 } s\text{-BOD 濃度}))}{(2)}$$

により算出した。図 11 を見ると、BOD-SS 転換率は実験の経過とともに低下しているように見える。

図 7 の COD 除去率を見ると、50 日目以降除去率 80% 以上を維持できるようになり、140 日目以降はほぼ 90% 以上となっている。また、145 日目以降は SS 濃度

がほぼ200 mg/L 以下で安定するようになった(図8)。さらに、BOD-SS 転換率を145日目以前と以降に分けて平均したところ、

- ・145日目以前：0.32 g-SS/g- 除去 BOD
- ・145日目以降：0.13 g-SS/g- 除去 BOD

となった。

これらの結果から、50日目で担体上に BOD 処理のために必要な微生物相が形成され、その後145日にかけて担体上で食物連鎖が形成され、多少難分解な物質の分解率が向上するとともに BOD-SS 転換率が低下したものと考えることができる。すなわち、実際の排水処理設備では、定常運転に達した後は0.13 g-SS/g- 除去 BOD に近い BOD-SS 転換率で運転できる可能性が高い。

4.2 汚泥減容に関する回分式実験と連続実験結果の関係

図9に示した回分式汚泥減容実験の結果に基づき、連続的に汚泥減容処理を行った場合の挙動を推定した。

汚泥の自己分解は通常汚泥濃度に関する1次反応として表示される⁹⁾ことから、本実験結果についても1次反応として表現可能であると仮定した。図9の縦軸を対数軸に変換したものを図12に示す。図12を見ると、SS濃度は7日目以降はほぼ直線的に減少しているが、それ以前は違った角度で減少している。これは、汚泥中に易分解物質と難分解物質が共存しており、7日目までに易分解物質がほぼすべて分解し、7日目以降は難分解物質の分解挙動を示しているものと仮定した。また、汚泥減容連続実験期間中の灰分率は図13の通りで、平均すると9.6%であり、9.6%の非分解物質(無機物)も存在することが確認された。

そこで、以下のような仮定を置いて解析を行った。

- ・汚泥中には、易分解性物質、難分解性物質、非分解性物質(無機物)が存在する。各存在比率を R_1 , R_2 , R_3 とし、 $R_3=0.096$ である。
- ・それぞれは、異なった反応速度定数で1次反応的に分解する。各反応速度定数を k_1 , k_2 , k_3 (日^{-1}) とし、無機物は分解しないので $k_3=0$ である。

・図12において縦軸を $\ln(\text{SS})$ とした時の7日目以降の直線 $\ln(\text{SS}) = at + b$ (t : 時間(日)) の傾き a は -0.025 である。これは、ほぼ難分解物質の分解速度であるので、 $k_2=0.025$ とする。

残りの k_1 , R_1 , R_2 については、図9の実験結果と合うように表2の通り決定した。決定した各反応速度定数、各存在比率を用い、各成分は1次反応式に従って分解すると仮定して SS 濃度の変化を計算したところ図9の試算と表記した曲線となった。

次に、滞留時間25日で処理した場合について、1日に1/25ずつ汚泥を引き抜き、新規汚泥を追加する間欠連続処理を想定した。この場合、0日目に流入した汚泥のうち滞留時間 n 日後に流出する汚泥の割合は

$$(24/25)^{n-1} \times 1/25$$

となり、流出する汚泥全体の分解率は式(3)により求められる。

図12 回分式汚泥減容実験結果(縦軸対数軸)

図13 汚泥減容連続実験期間中の汚泥中灰分率の変化

表2 想定した各成分の反応速度定数と存在比率

k_1 (日 ⁻¹)	k_2 (日 ⁻¹)	k_3 (日 ⁻¹)
0.27	0.025	0
R_1	R_2	R_3
0.58	0.32	0.096

$$\sum_{1}^{\infty} (24/25)^{n-1} \times 1/25 \times Kn \quad (3)$$

Kn : n 日までの SS 分解率

Kn は, 表2の値を用い,

$$Kn = 1 - (R_1 \times \exp(-k_1 n) + R_2 \times \exp(-k_2 n) + R_3 \times \exp(-k_3 n)) \quad (4)$$

により求められる.

式(3)により系全体の分解率を計算すると63.9%となった.

一方, 汚泥減容連続実験における期間中の分解率は58.9%であり, 回分式実験から求めた分解率と連続実験における分解率がほぼ近い値となった.

4.3 システムの物質収支

本実験で得られた結果に基づき, 図1に示す処理システムでパン工場排水を処理した際の物質収支について検討した. 排水量は600 m³/d の場合について検討した.

本排水の関わる下水放流基準には BOD, SS, n-Hex の基準値が設定されているが, n-Hex については3.1で示したとおり接触酸化処理水の濃度が平均17 mg/L と下水放流基準の30 mg/L を下回っているため, ここでは BOD および SS に絞って考察する.

単純化のため, 以下の前提を置いた.

・ t-BOD は接触酸化槽で生物に摂取され, 一定の除去率 (以下「BOD 除去率」) で除去され, 未除去物は処理水中に s-BOD として残存する.

・ SS は, 接触酸化槽で一部が分解されて減少する一方, 除去された s-BOD が SS に転換されて増加するが, これらを合計して一定の除去率 (以下「SS 除去率」) で減少する.

・ 処理水中の SS は一定の比率 (以下「BOD/SS 比」) で t-BOD として計量される.

・ 加圧浮上処理において, SS の95%が除去される^{9,10)}.

・ 加圧浮上スカムの SS 濃度は30,000 mg/L になる.

・ 汚泥減容槽で SS の59%が分解される.

・ 汚泥減容槽で分解されなかった SS は BOD/SS 比で t-BOD として計量される.

排水中の t-BOD および SS 濃度は, 表1の平均値より少し大きめの値とし, それぞれ1,200 mg/L, 450 mg/L とした. また, 実験結果に基づき, 上記パラメータを以下とした.

・ 接触酸化槽における BOD 除去率: 97%

▶ $1 - (\text{接触酸化処理水 s-BOD}) / (\text{原水 t-BOD})$

・ 接触酸化槽における SS 除去率: 50%

▶ 接触酸化連続実験における処理水平均 SS 濃度 208 mg/L / 排水平均 SS 濃度425 mg/L より

・ BOD/SS 比: 0.45

▶ 接触酸化連続実験における処理水 t-BOD / SS の実測値の平均値

以上の前提およびパラメータ値を用い, 各プロセスにおける t-BOD, SS を試算すると, 図14に示す通りとなった. ここで, ②接触酸化処理水の SS 濃度は SS 除去率50%より225 mg/L と算出し, t-BOD 濃度は, 接触酸化槽における BOD 除去率97%より算出した

図14 試算結果

s-BOD36 mg/L と BOD/SS 比0.45より算出した SS 由来の BOD101 mg/L の合計値として算出した。④加圧浮上スカムの量は、SS の95%がスカムへ移行し、スカムの SS 濃度を30,000 mg/L と仮定したことより4.28 m³/d と算出した。⑤加圧浮上処理水の SS 濃度は、95%除去された SS が上記スカムを除く596 m³に含まれるとして11 mg/L と算出し、t-BOD 濃度は②接触酸化処理水と同じ s-BOD36 mg/L と BOD/SS 比0.45より算出した SS 由来の BOD5mg/L の合計値として41 mg/L と算出した。⑥汚泥減量処理水の SS 濃度は、汚泥減容槽での SS 分解率59%より12,300 mg/L と算出した。⑦放流水の SS 濃度は、③加圧浮上処理水と⑤汚泥減量処理水の SS の合算値として $(11 \times 596 + 12,300 \times 4.28) / 600 = 99$ mg/L と算出し、t-BOD は、③加圧浮上処理水と同じ s-BOD36 mg/L と BOD/SS 比0.45より算出した前記 SS 由来の BOD44 mg/L の合計値として80 mg/L と算出した。

本試算によると、下水放流水中の t-BOD は80 mg/L、SS は99 mg/L まで低減される。下水放流基準値は、一律基準では t-BOD、SS 共に600 mg/L である。また、自治体によっては一定の濃度を超える場合には水質料金を課すケースがあるが、例えば大阪市では t-BOD、SS 200 mg/L 以下であれば水質料金は不要である。よって、対象としたパン工場排水を本システムで処理することにより、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流できる可能性が示された。

5. ま と め

パン工場排水を接触酸化法で処理した後、加圧浮上分離により接触酸化処理水中の SS および未処理の油脂を分離し、さらに加圧浮上スカムを汚泥減容槽にて好気性消化処理し、最終的に加圧浮上処理水と好気性消化処理水とを混合させることで、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流基準以下の水質で排水を放流することが可能かどうかの検討を行った。

(1)230日間の接触酸化連続実験および60日間の汚泥減容連続実験により、接触酸化処理の BOD 除去率 97%、BOD-SS 転換率0.13 g-SS/g- 除去 BOD、汚

泥減容処理の SS 分解率58.9%を得た。

- (2)回分式汚泥減容実験の結果を、汚泥中に易分解性物質、難分解性物質、非分解性物質（無機物）が存在し、各成分が各反応速度定数で1次反応的に分解すると仮定したモデルにより表現した。また、前記モデルを利用して試算した結果、滞留時間25日で汚泥減容連続処理した場合の分解率は63.9%となり、汚泥減容連続実験の実測値と近い値となった。
- (3)実験結果に基づくシステム全体の物質収支より、対象としたパン工場排水を本システムで処理することにより、t-BOD1,200 mg/L、SS450 mg/L の排水を t-BOD80 mg/L、SS99 mg/L の処理水として放流することができ、余剰汚泥を引き抜くことなく下水放流できる可能性を示した。ただし、今回の汚泥減容試験実施期間は2ヵ月間であり、余剰汚泥引き抜き不要であることを実証するには、さらなる長期間のデータ取得が必要である。

謝辞：本論文作成に当たり、実験にご協力いただいた株式会社エイブル様に感謝いたします。

文 献

- 1) 小林信彦, 神田隆, 岡野均; 回転児雷也による油脂排水処理, 産業と環境, **41**, (2), 73-76, 2012.
- 2) 平石明; 生物学的手法による廃水処理汚泥減量化技術, 環境浄化技術, **3**, (5), 8-13, 2004.
- 3) 石川宗孝; 活性汚泥減量化技術の近況と今後, ジャパンフードサイエンス, **46**, (6), 57-64, 2007.
- 4) 平石明; 余剰汚泥減量化技術の最新動向, 環境浄化技術, **9**, (1), 1-6, 2010.
- 5) 須藤隆一; 廃水の生物処理における微小動物の役割, 季刊環境研究, 30号, 51-60, 1980.
- 6) 田村章, 高橋尚美; 余剰汚泥の発生を抑制した減量化の検討 (第1報), 香川県産業技術センター研究報告, 第10号, 74-76, 2010.
- 7) Yuansong Wei, Renze T. Van Houten, Arjan R. Borger, Dick H. Eikelboom, Yaobo Fan; Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment, Water Research, **37**, (18), 4453-4467, 2003.
- 8) 産業環境管理協会; 新・公害防止の技術と法規2010水質編, II-65, 2010.
- 9) 合田健; 水質工学, 応用編, 87, 1976.
- 10) 日本下水道協会; 下水道施設計画・設計指針と解説, 後編, 372, 2001.
- 11) 外秀之; DIP 排水処理装置 (ボセイドン PPM セル) の操業経験, 紙パ技協誌, **51**, (1), 146-149, 1997.

Reducing Excess Sludge from Bread Plant Wastewater Treatment: Combined Process of Contact Oxidation and Aerobic Digestion

Shojiro OSUMI *, Katsutoshi NAKAYAMA *, Akihito KUMAMI *, Yoshinori KANJO **

* Environment R&D Team, Energy Engineering Department, Osaka Gas Co., Ltd.

** Department of Urban Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka City University

ABSTRACT

Seeking to reduce the amount of excess sludge at a bread plant, we designed the following process: first, wastewater, including oil, is treated by contact oxidation; then it is separated into supernatant and floating scum by pressurized floatation. After aerobic digestion of the scum, the supernatant and the treated scum are mixed and discharged as sewage. If the mixed fluid suits for the standard for discharge into sewage, excess sludge disposal is not necessary. We tested whether the above system was workable or not.

We conducted experiments on continuous contact oxidation for 230 days and continuous aerobic digestion of scum for 60 days, which resulted in a BOD removal ratio of 97% and a BOD to SS conversion ratio of 0.13 g-SS/g-removed BOD by contact oxidation, and a SS degradation ratio of 58.9% by aerobic digestion of the scum. We also showed that it is possible to express the results of the batch-wise aerobic digestion experiment with a model based on the first-order reaction supposing the existence of easily degradable, persistent, and undegradable compounds in the sludge.

Finally, we calculated the material balance of the entire system and showed that the wastewater from the bread plant where we tested, including 1,200 mg/L of BOD and 450 mg/L of SS, could be treated by the process we designed with no excess sludge disposal required. This treated water includes 80 mg/L of BOD and 99 mg/L of SS and could be discharged into sewers.

Key Words : excess sludge reduction, contact oxidation, aerobic digestion, grease containing wastewater