

1 はじめに

下水処理場より発生する汚泥は、多量の水分を含んでおり汚泥の脱水は非常に困難である。汚泥の脱水前処理として熱処理が有効なことが認められ、すでに数多くの研究が報告されている。しかし、これ等の研究は主として嫌気性状態での熱処理であり、好気性状態での熱処理の例は少い。これまで好気性熱処理における反応温度、時間、圧力の影響について報告した。ここでは酸素の影響について報告する。

2 実験装置および方法

実験は内容積 2.7 l, 最大許容圧力 150 kg/cm² の攪拌機付バッチ式オートクレーブを用い、最終反応圧力が 15 kg/cm² になるように、初期圧 7.5 kg/cm² で空気を圧入し、酸素添加率を変えるためオートクレーブ内の供試汚泥量を調節した。ここで、供試汚泥を完全に酸化するのに必要な酸素量に対し、オートクレーブ内へ圧入した酸素量の割合を酸素添加率とする。

汚泥を完全に酸化するのに必要な空気量は(1)式で示される。

$$A = \frac{\text{COD}_{\text{cr}} \times V}{0.232} \quad \text{--- (1)}$$

A: 必要空気量 (g)

V: 供試汚泥量 (g)

B: 酸素添加率 (%)

T: 絶対温度 (度)

P_i: 初期圧 (kg/cm²)

オートクレーブ内容積 2.7 l 供試汚泥量を V とすると、酸素添加率は(2)式で示される。使用

$$B = \frac{(P_i + 1)(2.7 - V) \times \frac{T}{T + 20}}{\frac{\text{COD}_{\text{cr}} \times V}{0.232} \times \frac{22.4}{29}} \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

した生汚泥の性状は、pH 6.3, COD_{cr} 54,000 ppm, 含水率 95.6%, 比抵抗 $1.5 \times 10^{-10} \text{ sec}^2/\text{g}$ であった。

3 実験結果および考察

図-1 に反応温度 145°C, 反応時間 30 分での酸素添加率と酸素消費率の関係を、図-2 に酸素消費率と熱処理汚泥の比抵抗の関係を図示した。ただし、酸素消費率は汚泥を完全に酸化するのに必要な酸素量に対し、消費した酸素量の割合を示す。酸素添加率が 3% 以上になるとほぼ平衡に達し、汚泥の酸化に利用される酸素量は 2.5~3.0% の範囲と推定される。汚泥の酸化反応は反応温度に支配されるので、反応温度 145°C に限定した場合、酸素添加率がある程度以上になれば、酸素消費率はほぼ一定の範囲に入ると考えられ、図-1 では、酸素添加率 1.25% から 4.7% と増加させても、利用された酸素量は 92% から 91.3% へ減少している。酸素消費率 0% 嫌気性状態では、 $5.7 \times 10^8 \text{ sec}^2/\text{g}$ まで比抵抗は減少するが、汚泥の一部が酸化されると約 $1.5 \times 10^8 \text{ sec}^2/\text{g}$ で減少する。比抵抗は酸素消費率が約 1.2% 以上になると、平衡に達し、酸素消費率の影響は少くなる。酸素消費率 1.2% を与

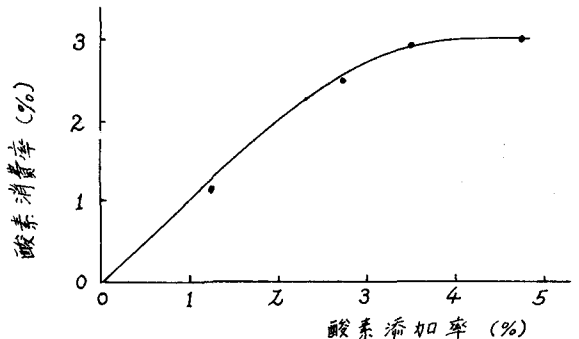


図-1. 酸素添加率と酸素消費率の関係

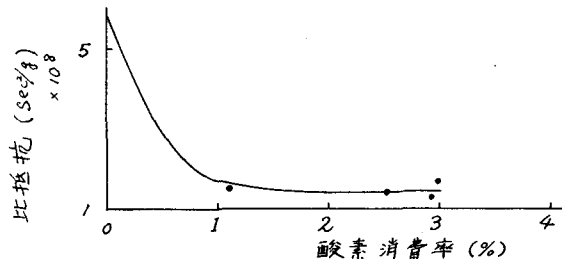


図-2. 酸素消費率と比抵抗の関係

えるには、1.25%の酸素を添加すればよいが、酸素添加率1.25%では、酸素添加率の増加に伴い酸素消費率も増加する不安定な状態であるので、安全性を考えると酸素添加率3%位が望ましいと思われる。

図-3に酸素添加率0, 5, 10%における反応温度と比抵抗の関係を示す。反応温度が高くなると、比抵抗は減少する。しかし、反応温度145~160℃の低温域では、酸素の添加の有無によって、汚泥の比抵抗に著しい差が生じる。酸素添加した場合、酸素添加率のちがひによる影響は少く、酸素添加率5~10%の範囲では、比抵抗は $2 \times 10^8 \text{ sec/g}$ 以下となるが、酸素添加率0%（嫌気性状態）では、反応温度145℃で $1.6 \times 10^8 \text{ sec/g}$ と高い。反応温度185℃以上で比抵抗が $2 \times 10^8 \text{ sec/g}$ 以下になると思われる。

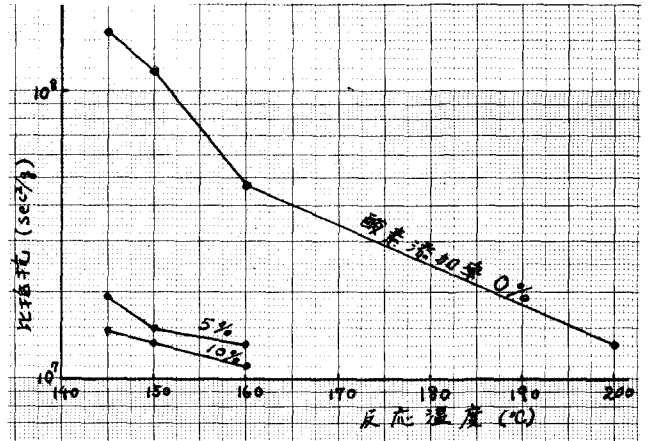


図-3. 反応温度の影響

図-4に反応温度145~160℃の範囲における酸素消費率と比抵抗の関係を示す。酸素消費率0%では、比抵抗は $4.67 \sim 16.0 \times 10^7 \text{ sec/g}$ の範囲にあるが、酸素消費率が增大するにつれ、比抵抗は減少し、酸素消費率が約3%以上になると、比抵抗の変動中は小さくなる。汚泥中の有機物の約3%が酸化されると脱水性が改善されると推定される。図-5に熱処理前後での蒸発残留物に対する浮遊物質の割合と比抵抗の関係を示す。ここで、反応温度145~160℃、酸素添加率0~10%の範囲である。

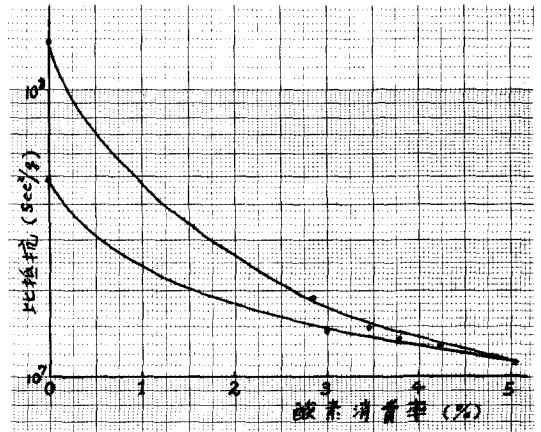


図-4. 酸素消費率と比抵抗の関係

酸素添加率0%では、 $(SS/TS)/(SS/TS_0)$ が0.87以上であった。灰化が進行すると、比抵抗は急速に減少し、 $(SS/TS)/(SS/TS_0)$ が0.85以下になると、汚泥の脱水性は非常に改善されると思われる。汚泥を熱処理すると、熱凝集、熱融解、可溶化現象が現われるが、化学反応的には熱によって汚泥中の有機物が加水分解され、結合水が放出され、また細胞膜も破壊されて細胞水が外へ放出される。その結果、浮遊物質の灰化が進行する。従って、熱処理における汚泥の脱水性と浮遊物質の灰化は、密接な関係にあると思われる。嫌気性状態では、反応温度150℃までは汚泥の灰化は進まなかったが、150℃以上になると灰化が進み、反応温度180~200℃で約20%灰化した。

4 まとめ

好気性熱処理では、反応温度145~160℃の範囲で脱水性が改善されるが、この場合、汚泥の灰化が約15~20%まで進行すると推定される。

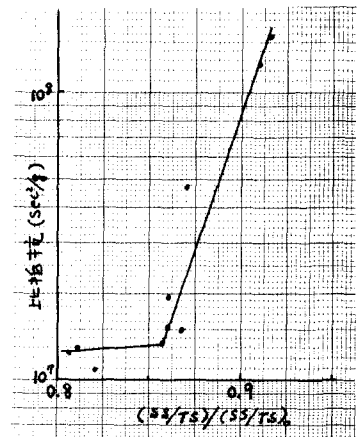


図-5. 浮遊物質の灰化と比抵抗の関係