

電解汚泥を用いた脱臭性能の検討

大木 宜章 (土木工学科)

1. 研究目的

都市化が進むにつれて下水道は急速に普及している。この下水道普及率の上昇に伴い、発生する汚泥量は年々増大し、このほとんどは埋め立て処分されている。近年、一部では焼却、さらに熔融により減量を図り、埋め立て地の延命を図っているものの、この最終処分はますます深刻さと重要性を増し、リサイクルを主とした汚泥の有効利用が求められている。一方、下水処理場やポンプ場から発生する臭気も問題となっている。これらの施設における脱臭設備は必須の問題といえ、一般には活性炭を主とした脱臭方法が広く用いられている。本研究は下水処理場から発生した廃棄物は発生現場に戻し、再生資源として利用する考えをもとに、電解処理法により下水処理から発生する余剰汚泥で改質を図った。この電解処理した汚泥（以後、電解汚泥と記す）を用いて下水処理過程から発生する悪臭の除去を目的とした利用の検討を行った。

これまで下水処理過程から発生する代表的臭気 ($(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{CH}_3\text{SH} \cdot \text{NH}_3$) はバッチ実験さらに連続実験から電解汚泥の脱臭性能は確認された。しかしこの性能も連続 400 時間にとどまった。この原因は試料の乾燥によるものと推測した。

本年度はこの連続脱臭性能の持続性を維持するため、原因の解明と改良を行った。

2. 実験装置及び分析方法

試料は N 市下水処理場から採取した余剰汚泥を電解処理し、過去の報告から安定した脱臭効率を有する含水率 80% 付近に圧縮脱水させ用いた。使用臭気は $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 、 CH_3SH と NH_3 臭気を標準ガスとして用いた。

実験（装置は Fig.1 に示す）方法は電解汚泥の入ったカラムに標準ガスを臭気接触時間 60 秒で連続通過させ、通過後の残存臭気濃度を測定した。臭気分析は JISK0804 による検知管分析で通常は行ったが、 NH_3 についてはインドフェノール吸光度法（JISK0099）で他臭気は GC 法（環境庁告示 47 号）により補正を行い定量化した。また、菌体数測定はカラム内の汚泥 1g 採取し、それを純粋 100ml で希釈し、遠心分離した上澄みを試料とした。測定には、ATP 測定法を用いた。

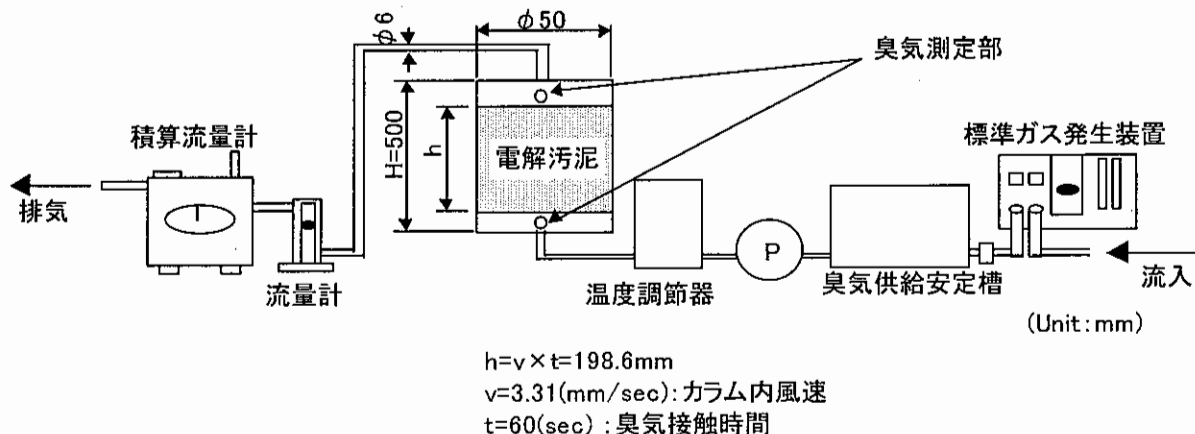


Fig.1 連続脱臭実験装置図

3. 結果及び検討

電解汚泥の脱臭性能はこれまでの実験から大きく2つの作用によるものといえる。

イ) 物理・化学的吸着

ロ) 生物学的な臭気分解作用

イ) についてはこれまでのバッチ実験から立証されるが、ロ) はホルマリン処理により菌体活動を抑制した電解汚泥の脱臭性能の検討 (実験結果 Fig.2) から確認された。これにより、菌体の環境を保つことが必要とされる。この条件にはエネルギー・酸素・温度・pH・水分が挙げられる。特に水分については試料の乾燥が見られることよりこの説明を行った。

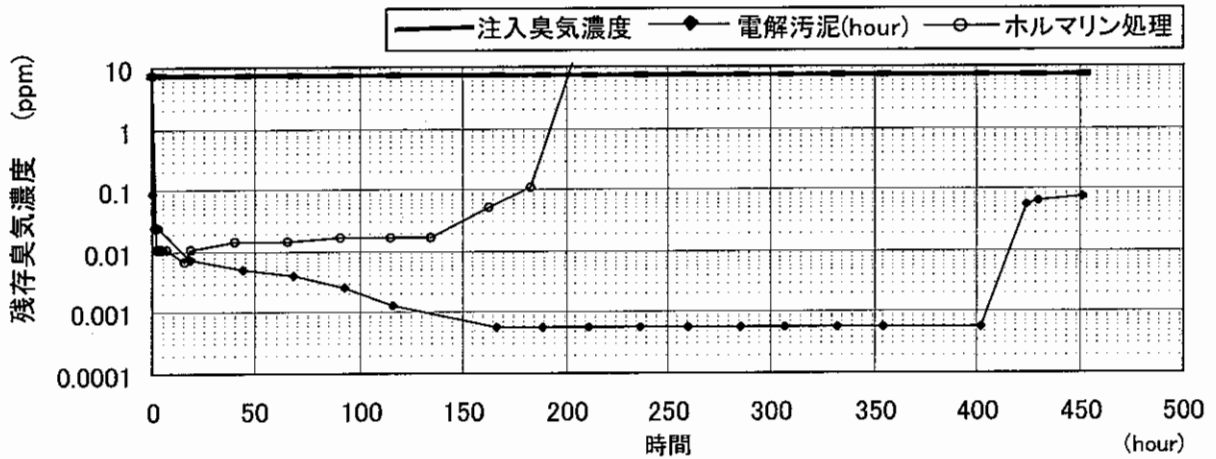


Fig. 2 ホルマリン処理した電解汚泥の脱臭性能 (電解汚泥との比較)

3. 1 汚泥の乾燥度及び菌対数結果

汚泥乾燥度合結果

カラム中汚泥の乾燥度合を Fig.3 に示す。なお、測点はカラム中のケーキの最上部 (測点1) と乾湿境目 (測点2)、最下部 (測点3) とした。臭気はカラム下部より注入しているため、この下部のケーキ含水率の低下は著しく、70 時間後には 20%以下となった。またこの頃からカラムケーキは乾燥した部分がくびれ形状を呈した。経時変化と共にこのくびれ状の部分がカラム上部に順次拡大した。

なお、菌体の至適環境は汚泥含水率が 60~80%の範囲であり、図から 350 時間を境として菌体生息には不適な環境であるといえ、このため脱臭性能も限界となったといえる。

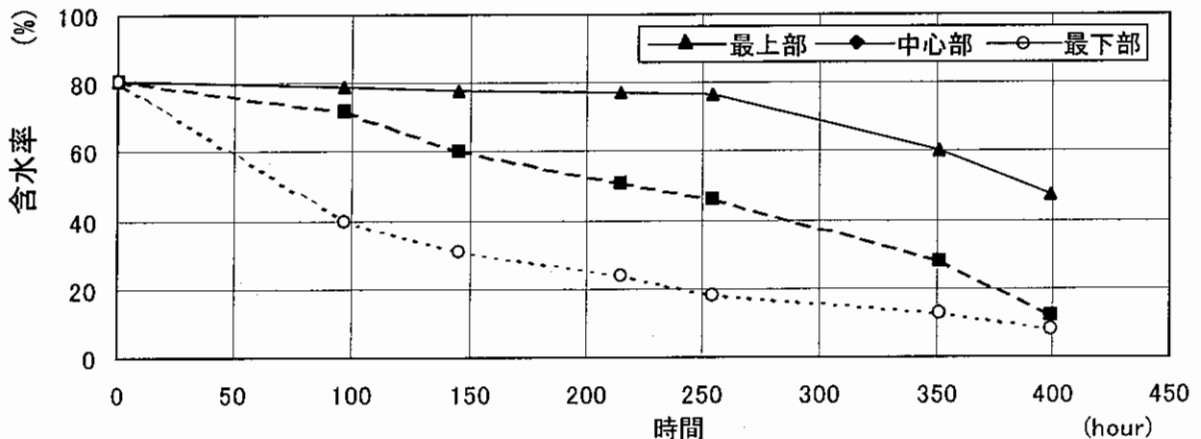


Fig. 3 含水率経時変化

なお、この時の菌体の変化を Fig.4 に示す。

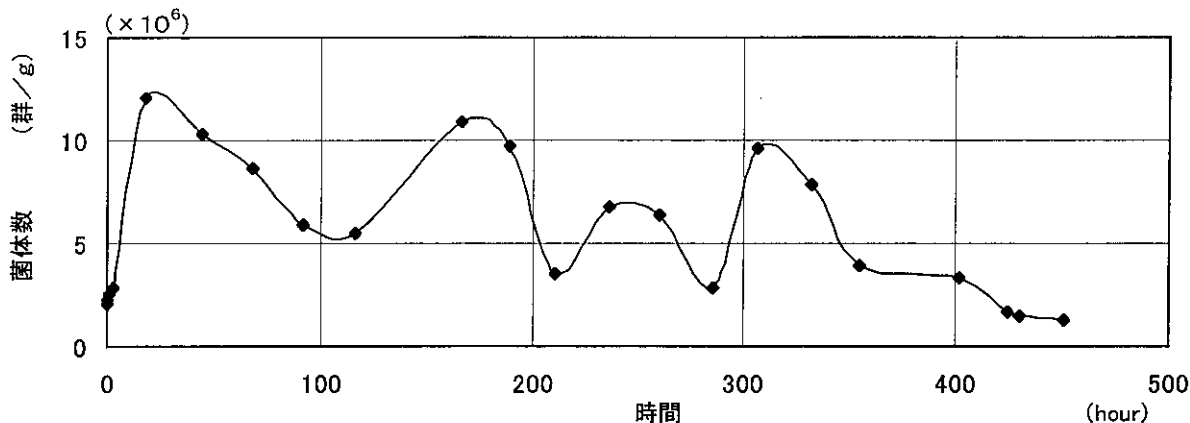


Fig. 4 菌体数経時変化

一般に固相法による脱臭方法では散水により乾燥を防止している。しかし、散水量が多いほど乾燥の防止や pH 等には有利であるが、固相法における菌体と臭気成分との接触を考慮すると、多量な水分が接触を妨げるため脱臭効率は減少する。従って、この散水量及び方法は重要な因子となる。

本研究では散水を含め検討したが、大量発生する下水汚泥はこの処理プロセスにおいて、試料が含水率 30%以下となれば最終処理・処分（焼却さらには溶融等）も容易であることから、試料を入れ替えることとした。

3. 2 連続脱臭試験結果

これまでの結果から電解汚泥の下部含水率が約 30%となる 168 時間を目安として、この部分の試料 1/3 の入れ替えを行った。なお一部とした理由は、試料入れ替えによる菌体の馴致期間を短縮することにより、連続的な脱臭性能を得るためである。

(CH_3)₃N における結果を Fig.5 に示す。なお図中には比較のため、先の 400 時間の結果も同時に示した。

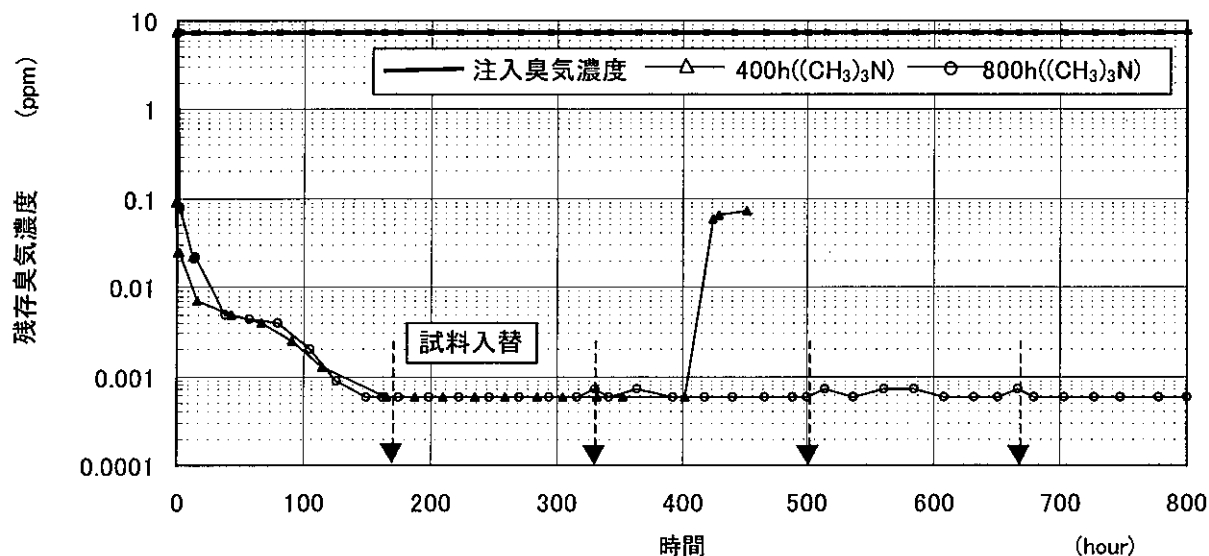


Fig. 5 (CH_3)₃N 脱臭結果

この結果から次のことがいえる。

- ・ 定常状態となった残存臭気濃度は試料入れ替えによる影響は少ない。
- ・ 試料入れ替えによる一時的な残存臭気濃度の上昇は小さく、短時間に定常状態まで復帰する。
- ・ 連続的な脱臭性能が得られた。

以上のことから、定期的の一部試料を入れ替えることにより長期間脱臭性能を維持できるといえる。pHと菌体数の変化を Fig.6、Fig.7 に示す。

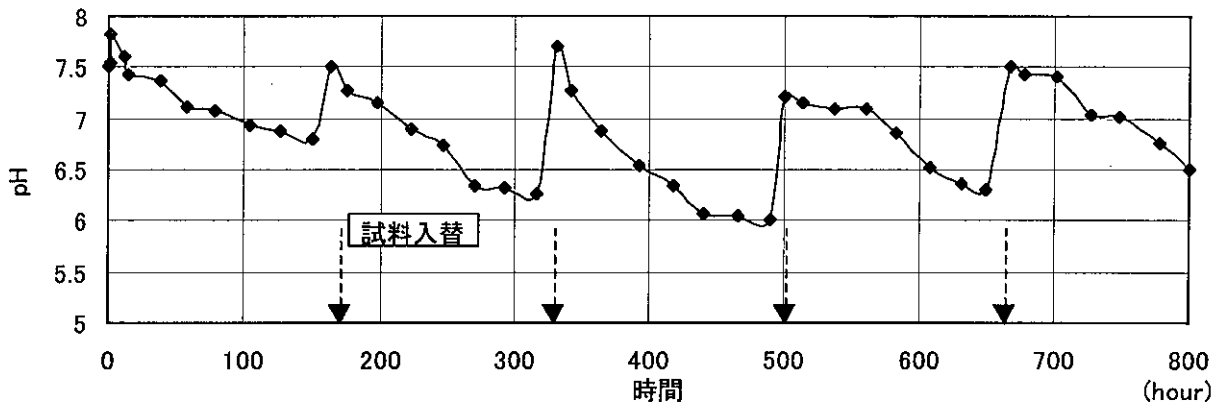


Fig. 6 pH経時変化

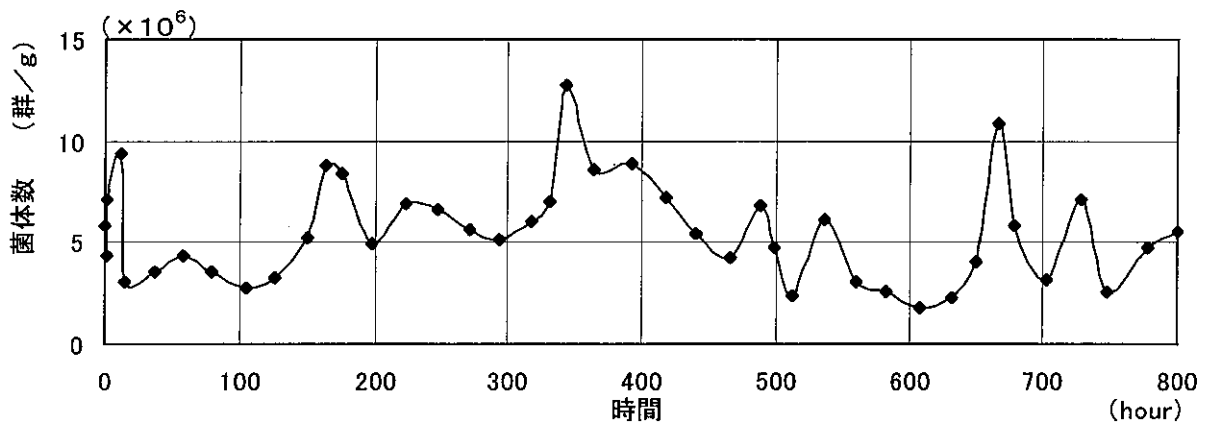


Fig. 7 菌体数経時変化

なお脱臭性能を有する菌体のほとんどの最適 pH は 7 前後であり、この最適値から 1 以上変動すると活性は低下し、効率的な脱臭は行われな。しかし、かなりの変動でも菌体は死滅することはないがこの状態が長引くと、活性の回復には長時間を要するといわれる。

結果から

- ・ pH は 7.5 から 6.0 の範囲となり、ほぼ最適値から 1 以内の変動に止まっている。
- ・ pH の変動が少ないことから菌体の活性に与える影響は少ないといえる。
- ・ 菌体数はマクロ的に見れば変化は少ないが、ミクロ的に見れば周期的に増減している。
- ・ 菌体数が周期的に変化し続けていることから、菌体の活性の低下は認められない。

以上の結果からも前記した脱臭性能を長時間に渡り維持できるといえる。

4. まとめ

今回の実験より、この脱臭性能は物理・化学的と生物学的分解作用によるものといえる。この生物学的な臭気分解には試料の含水率を保持し、菌体環境の至適化を図ることが必要とされる。これにより電解汚泥は長時間脱臭性能を保持することができた。