

日本大学生産工学部 正員 奈良松範
日本大学生産工学部 正員 金井昌邦

目的

現在、日本における下水道の普及率は総人口に対して約3分の1程度でしかなく、諸外国のデータと比較した場合、著しく立ち遅れていることが指摘される。このような状況であるにも拘らず、すでに下水汚泥の処分について多くの問題が生じており処分方法に窮しているのが現状である。今後、下水道整備により英国のように100%に近い普及率となった時点においては、この状況はさらに厳しくなるであろうことは明らかである。したがって汚泥処分に関する研究は、省資源・環境保全という社会的に重要な問題に関連して、その有効利用について真剣に考えるべき時期に来ているのである。現段階では下水汚泥の処分のほとんどが投棄にたっており、有効利用の方法は肥料として若干用いられているにすぎない。これも農業の効率化・工業化により需要量が減少すれば、下水汚泥をすべて肥料として利用することは不可能となる。このような観点から本研究では、下水汚泥を安全かつ経済的に固化することにより、建設材料として有効利用するための可能性をシリーズで検討してきた。そして今回は、汚泥固化物の保温性に関する若干の知見が得られたので報告をする。

方法

汚泥を処分する場合には、処理をして衛生的かつ安全にしなければならぬ。そしてその処理方法は経済的であることが要求される。本研究では、これらの安全性とコストメリットという条件を満足できる処理法として、弗素電解を用いた電気分解処理法(以下弗素電解と略す。)を採用した。本処理法が上述の条件を十分に満足することは別報⁽¹⁾を参照していただきたい。さらに弗素電解は、汚泥中有機分子を高次構造化するために汚泥へ力学的強度を賦与することが大きな特長である。この効果による汚泥固化物の強度の獲得は、新島産の軽石と同等の圧縮強度であることが確認され報告されている。⁽²⁾本実験では試料汚泥として、下

市下水処理場(活性汚泥法)から排出された余剰および最初沉殿池汚泥を1:3の割合で混合したものを用いた。弗素電解の処理条件は以下の通りである。

- (1) 電気分解槽; 30リットルのアクリル製タンク。
- (2) 電流濃度(極板間隔依存); $0.4A \times 25V/l$
- (3) 極板間隔; 10 cm. (4) 電気分解時間; 60分間
- (5) 添加薬剤; 弗化カルシウム、塩化第二鉄、炭酸カルシウムを各々汚泥の蒸発残留物重量の5%, 10%, 10%を添加。

弗素電解された汚泥の乾燥は、日陰において自然乾燥し、汚泥固化物とした。さらにこの汚泥固化物を粉碎あるいはスライスして粉状およびチップ状の試料を作成した。保温性能の測定装置は第1図に示した。測定温度範囲は、80℃から30℃として水銀温度計を用いて温度降下を測定した。

結果

汚泥固化物の保温性能を比較対照する保温材料として、酢酸セルロース・えぞ松のチップ片・純毛の毛糸・グラスウールを用いた。ここで保温性能評価の尺度は、第2図の実験結果に示されるような時系列温度変動曲線の下側の部分の面積を積分して求めた。すなわちこの曲線で時間の増加にも拘らず高温度を保持できる試料ほど曲線の勾配が緩慢であるから、その形成する面積が大きくなり、良好な保温材であると結論できる。したがってこの曲線の積分値を当該試料の保温力として採用した。本実験ではさらに測定条件の変動誤差を除去するために、保温材を使用しない状態の温度曲線の面積を基準値として、この値に対する各保温材の面積の割合を算出し相対的比較を行なった。その結果は第1表に示した。試料はすべて24時間同条件下で空気中に馴致したものであり、日常使用される状態として把握した。実験結果から、純毛の毛糸の保温力が最大であり、チップ状の汚泥固化物は市販されている保温材であるところのグラスウールと同等、粉状の汚泥固化物はえぞ松のチップ片(含水率10%)と同等の

保溫力を持つことがわかった。また汚泥固化物の保溫性能に対する含水率の影響 大きいことは明らかであるが、汚泥固化物の含水率と保溫力の関係をプロットした結果を粉状試料については第3図に、チップ状試料については第4図に示した。図から両者の間には大きな相関が確認される。この関係については含水率をX軸、保溫力をY軸にとれば、最小二乗法を用いて次の回帰直線を得ることができた。

粉状汚泥固化物； $y = 1.89x + 169.1$

チップ状汚泥固化物； $y = 1.57x + 162.4$

図中に示されている直線がそれである。さらに含水率と保溫力の間の偏差率相関係数は、ともに0.99であり高い相関があることが確認できた。したがって汚泥固化物の保溫力は含水率の増加により、含水率の15～20倍の割合で減少していくことが判明した。ただし度数の信頼性から低・高位の含水率においては非線形となり得る可能性がある。

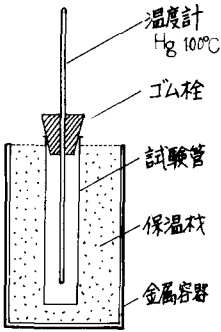
考 察

一般に空気の熱伝導率は低いため保溫材の保溫性能は、それ自身の熱伝導率と空気の熱伝導率の和として把握されている。本実験でも粉状の汚泥固化物の密度が0.21(g/cm^3)であることから、内包された気相が保溫性に及ぼしている影響は大きいことがわかる。しかし市販されている多くの保溫材は空気との相乗効果としての保溫性能が評価されているわけであり、葉材単体の保溫性はずっと劣っている。したがって汚泥固化物の保溫力も同様の理由から空気との総合効果としての保溫性能を評価したわけである。このように汚泥固化物の保溫力はその形状に起因する空隙率の差に依存している。ここで汚泥固化物の密度はチップ状で0.17、粉状で0.30、ブロック状で0.49(g/cm^3)であり、第3、4図からわかるようにチップ状のものが最大の保溫力を示しているが、ブロック状の試料については実験中である。ブロック状汚泥固化物は空隙率が減少するために保溫力の低下は明らかであり、汚泥固化物の保溫力は空隙率の増加関数となることがわかる。以上の結果から汚泥固化物の保溫力は含水率と空隙率の2変数関数として表示できるが詳細は今後の研究課題である。最後に、通常の状態の汚泥では保溫性は期待できず、本報告で得た保溫性能は弗素電解により含水率が十分

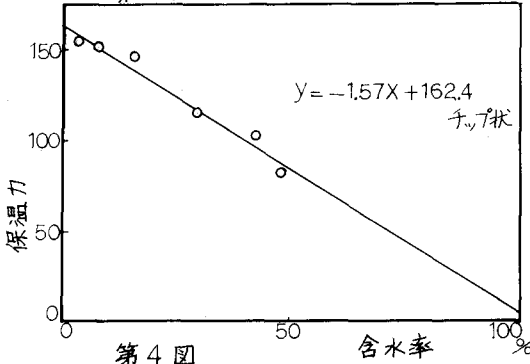
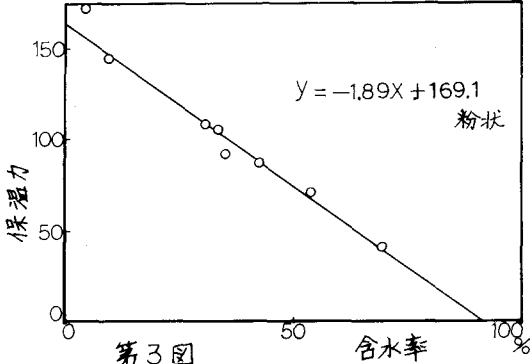
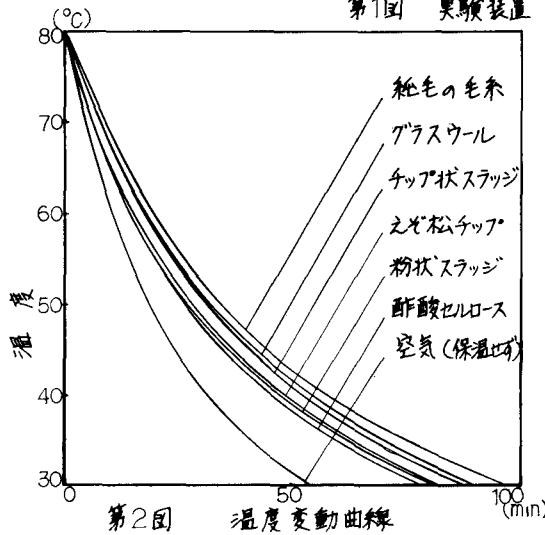
に低下させられた結果であることを改めて指摘したい。

第1表 保溫力

保溫材料	保溫力
保溫材なし	100.0
酢酸セルロース	143.9
粉状スラッジ	145.4
えぞ松チップ	146.3
チップ状スラッジ	153.8
グラスウール	156.7
純毛の毛糸	173.2



第1図 実験装置



(1) 奈良・金井 水処理技術報文(未発表)1980
(2) 奈良・金井 日大生産工学部学術講演 1979.12