

電解法を用いた都市ごみ焼却灰浸出水の有機物分解効果に関する基礎的実験

九州大学工学部 学○小林陽介 九州大学大学院 F 落合英俊
九州大学大学院 正 大嶺聖 九州大学大学院 学 岩永信太郎

1.はじめに

近年、廃棄物の最終処分量は減少傾向にあるものの、最終処分場の残余年数は少なく、新規施設数も減少しており厳しい状況にある。管理型最終処分場では、難分解性有機物の長期にわたる溶出が処分場の廃止を遅らせる原因の一つと考えられる。本研究では、焼却灰の早期安定化、難分解性有機物の早期溶出を目的として電解法の適用を考える。今回は焼却灰浸出水を対象とし、電解法の浸出水に対する有機物分解効果の基礎実験を行いより効率的な方法を明らかにすることを目的とした。

2.電解法の原理

電解法は、水の電気分解による酸素の発生を抑制して、陽極表面で汚濁物質を分解する方法(直接分解法)と、触媒メディエーターの酸化・還元により強い酸化力を持つイオン(オキシダント)を生成し、液本体中で汚濁物質を分解する方法(間接分解法)がある⁽¹⁾。図-1に示すように、水中の塩素イオンは陽極で酸化され、遊離塩素が生成される。生成された遊離塩素は、水中で不均化分解して次亜塩素酸(HClO)が生成され、次亜塩素酸の酸化力を利用して窒素の除去、難分解性有機物の分解ができる。遊離塩素で酸化力の大きい次亜塩素酸は、弱酸性域で最も存在比率が大きいため、弱酸性であることが望ましい。また、酸素の発生を抑制して塩素の酸化を進めるため、酸素過電圧が高く耐久性の高い電極材料が用いられることが多い。

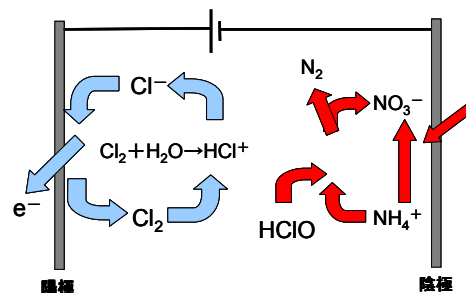


図-1 電解法の原理

3.電解法による焼却灰浸出水の有機物分解効果

3.1 実験内容 実験に使用した焼却灰浸出水は、F市より採取した都市ごみ焼却灰を用いて、カラム試験により焼却灰と蒸留水の質量比 1:1 で浸出させた浸出水を用いた。この浸出水について、以下の条件で実験を行った。

a)電極間隔の違いによる有機物分解効果：実験(1)

実験装置を図-2に示す。幅 10cm、長さ 10cm の電極を使用し、陽極に DSE(寸法安定電極)、陰極に炭素板を用いた。浸出水 750g に対して 1.0A 定電流を 6h 通電した。電極間隔を 3、2、1cm の 3 つのケースで電解し、その効果の比較を行った。また、次亜塩素酸の効果を発揮するために、3 ケースとも塩酸(0.1mol/l)を注入し、pH を弱酸性に保った。

b)pH 調整物質の違いによる有機物分解効果：実験(2)

実験装置、電極板、浸出水量、電流、電解時間は a)と同じ条件とし、pH の調整をしないもの、塩酸(HCl)で調整したもの、二酸化炭素(CO₂)で調整したものの 3 つのケースで分解効果の比較を行った。HCl は 0.1mol/l、CO₂は 0.5kg/cm²で注入した。

a)、b)ともにマグネチックスターラで常時攪拌しながら電解を行った。分析項目として、処分場廃止の遅滞要因の一つとされ、難分解性有機物の指標である COD(化学的酸素要求量)、塩素の量を表す全塩素(T-Cl)、電解中の化学的雰囲気把握のために pH、ORP(酸化還元電位)の測定を行った。

3.2 実験結果 図-3に実験(1)における COD 経時変化を示す。多少のばらつきは見られるが、減少傾向は同様であり、6h 通電後の COD 濃度にも大きな差は見られなかった。しかし、図-4から分かるように、電極間隔が小さくなれば、当然電圧も小さい値となり、エネルギーの点からみると、電極間隔が小さい方が効率

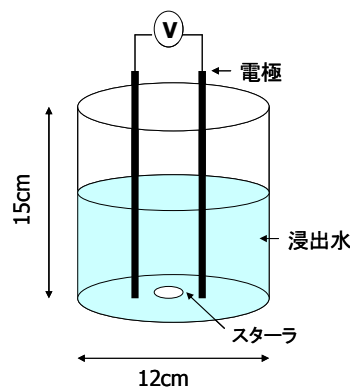


図-2 電解装置

がよい結果と考えられる。また、図には載せていないが、全塩素濃度は大きな差が見られなかったため、間隔の違いによる次亜塩素酸発生量も大きな差はなく、次亜塩素酸による分解量は同程度であると思われる。今回の実験では少量の浸出水に対する結果であり、さらに大量の浸出水の電解に適用する場合には電極板や電流を大きくする必要があると考える。

図-5には実験(2)における COD 経時変化を示す。初期の COD 濃度にばらつきが見られたため、COD 低下率(C/C_0)を用いてグラフに表した。このとき C_0 は電解前の初期の COD 濃度とする。3h 通電後の値を比べ

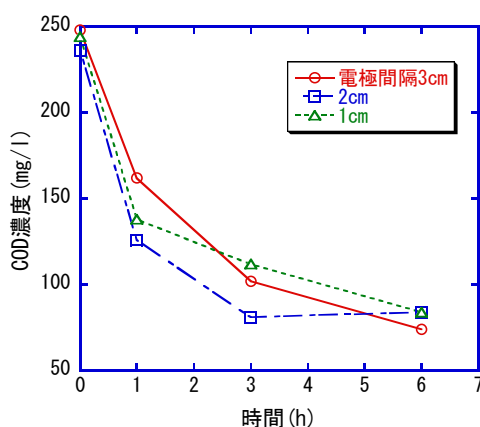


図-3 COD 経時変化

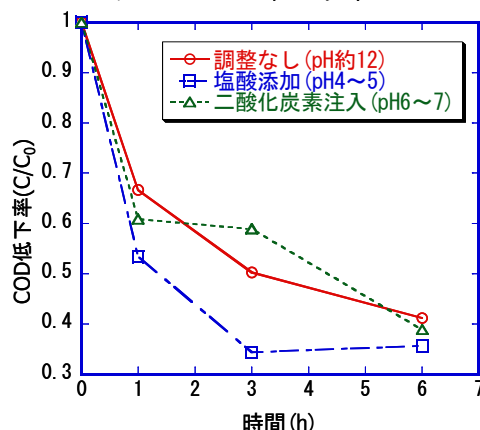


図-5 COD 低下率経時変化

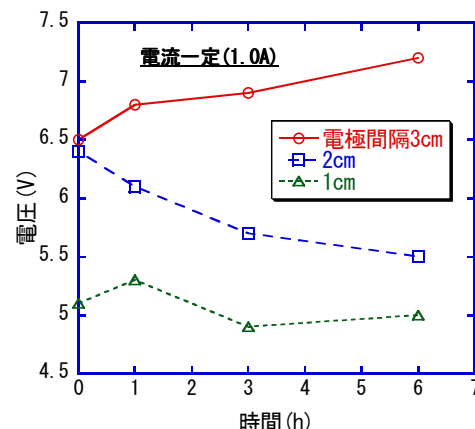


図-4 電圧経時変化

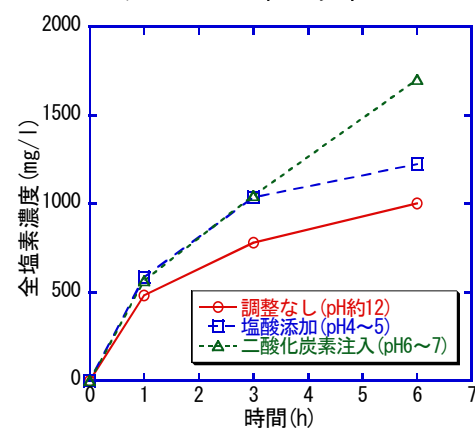


図-6 全塩素(T-Cl)経時変化

ると、塩酸(0.1mol/l)をいれた場合が最大の減少率を示している。これは pH を弱酸性にすることで次亜塩素酸が有効に働いたためとも考えられるが、同様に pH を弱酸性に調整した CO_2 を入れた場合は減少率が小さい。これは、焼却灰浸出水中に多量に含まれる Ca と CO_2 が反応することによって生成する CaCO_3 が分解を阻害した可能性も考えられる。一方、図-5 のグラフを見ると、減少傾向に違いが見られるが 6h 通電後の C/C_0 の値に大きな差は見られない。また、図-6 に実験(2)における全塩素濃度の経時変化を示すが、これを見ると pH の調整を行うことにより全塩素濃度は高い値となった。以上のことから、次亜塩素酸による有機物質の間接分解効果に比べて陽極表面での有機物質の直接分解の効果が高いと考えられる。そのため、焼却灰の浸出水に電解法を適用する場合、高いアルカリ条件のままで十分効果が得られることが示された。

4.まとめ

実験(1)に関して、電解時に電極間隔が小さくなるにつれて有機物質分解効果が上がるのではないかと考えたが、今回の浸出水量では間隔の違いによる有機物質分解効果に大きな差は見られなかった。全塩素量にも差は見られなかったため、一定量の浸出水に対する直接分解に電極間隔は影響しないと考える。しかし、電極間隔が小さくなると当然電圧は低下するため、間隔が小さい程少ないエネルギーで分解ができると考える。

実験(2)に関して、電解過程での COD 濃度に差はあるものの 6h 通電後にはほとんど差は見られない。全塩素量は pH の調整を行うと大きな値を示したが、COD 濃度に差が見られないため、次亜塩素酸による有機物質の間接分解効果は低く、陽極表面における直接分解効果が高いことを示す。

[参考文献]

(1)黒田正和ら.「環境浄化技術」2006.8 Vol.5 No.8 pp.1-5