

焼却灰溶出液中のアルカリ成分の検討

宮崎大学 正会員 土手 裕

宮崎大学 正会員 関戸知雄

宮崎大学 松村真吾

1. はじめに

埋立層での有害物質の消長を予測するためには、埋立層の pH を予測することが重要であるが、pH の長期的な予測を可能にするには至っていない。pH を決定する因子は、酸とアルカリの供給速度であり、これらを明らかにする必要がある。埋立地の汚水中の pH の変動として、酸性側に移動することが要因としては、これまでの研究で、有機物の嫌気性分解による有機酸の生成¹⁾が考えられている。このように、酸供給に関しては比較的研究が進んでいるが、アルカリ供給に関するもののうち、アルカリの供給速度に関する研究はほとんど行われていない。またアルカリ供給速度を明らかにするためにはアルカリを構成する物質の検討が欠かせない。本研究では、焼却灰からの溶出液中のアルカリ成分を明らかにすることを目的として、洗浄回数の異なる焼却灰を用いて溶出試験を行った。また溶出試験では異なる L/S で実験を行った。洗浄回数の異なる焼却灰を用いることで、アルカリ含有量および焼却灰の埋め立てられてからの時間の影響を評価した。今回は去年検討したアルカリ度を構成する物質²⁾にアルミ錯体を加えて更に検討した。

2. 実験概要

1) 用いた焼却灰と前処理

実験に用いた焼却灰は、平成 19 年 9 月 27 日に、焼却施設から採取した。この焼却施設の炉形式はストーカ式焼却炉で、ごみ処理施設は 40t/8h(20t/8h*2 基)である。この焼却灰を、105℃で 2~3 日乾燥後、篩によって試料を得た。この一部を取って酸洗浄した。酸洗浄 1 回では、pH4 硝酸溶液 12L と試料 600g を 20L ポリビンに入れ 1 日静置後、固形物のみ取り出し、105℃で 1 日乾燥後、篩にかけ試料を得た。酸洗浄を 3 回行う場合、ポリビンに固形物を残して、硝酸溶液を捨て、新しい硝酸溶液をポリビンに加えた。これを計 3 回繰り返した後、固形物を取り出し、105℃で 1 日乾燥させ、篩にかけ試料を得た。

2) 実験方法

本研究では、L/S=5、10、20 を検討した。所定量の試料をプラスチック製のネットに入れ、内容積 200ml の容器に吊るし所定量の pH4 硝酸溶液を加えてスターラー単子を入れて攪拌を行った。このとき、試料全体が液中に浸っているようにした。サンプリングを 1、2、7、14 日目で行った。所定の時間にビーカーに溶液を全量移し、その一部をとり、pH、EC を測定した。残りの溶液を 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過し、ろ液を分析した。IC の分析は、TOC アナライザー (SHIMADZU TOC-5000) を使用して分析を行った。塩化物イオン、硫酸イオンは、イオンクロマトフイー(カラム: DIONEX IonPac^R AS4A 4mm P/N37041) で分析を行った。金属イオンの分析は、高周波プラズマ発光分光分析装置 (SHIMADZU ICPS-8100) により分析した。アルカリ度は、799 GPT titrino Metrohm を使用して、ろ液が pH4 に下がるまで滴定液 (0.01M の HNO₃) を加え、その量からアルカリ度を算出した。

3. 結果と考察

1) アルミ錯体の検討

本研究では、アルカリ度を構成する成分の一つとしてアルミ錯体を検討した。アルミ錯体の存在割合を平衡定数を用いて計算した。計算結果を図 1 に示す。用いた平衡定数³⁾は $\log \beta_1=8.99$, $\log \beta_2=18.7$, $\log \beta_3=27.0$, $\log \beta_4=33.0$ である。 β とアルミ錯体の関係式を以下に示す。

$$\beta_1 = [\text{Al}(\text{OH})]/([\text{Al}][\text{OH}]) \cdots (1), \quad \beta_2 = [\text{Al}(\text{OH})_2]/([\text{Al}][\text{OH}]^2) \cdots (2),$$

【キーワード】 焼却灰、酸洗浄、アルカリ成分

【連絡先】 〒889 - 2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学工学部 土木環境工学科 Tel: 0985-58-7340

$$\beta_3 = [Al(OH)_3] / ([Al] [OH]^{-3}) \cdots (3), \quad \beta_4 = [Al(OH)_4] / ([Al] [OH]^{-4}) \cdots (4)$$

今回の溶出試験では pH11.5~12.3 をとった。図1を見てみると、この pH 領域ではアルミは溶出液中で $[Al(OH)_4]^-$ として存在することが分かった。

2) アルカリ度を構成する成分

アルカリ度を構成する物質を OH^- , $[Al(OH)_4]^-$, CO_3^{2-} であると想定して、実験に用いた条件において、14日目のデータを用いて、各物質の当量濃度のアルカリ度に対する割合を図2に示した。またアルカリ度と比較するため各物質の実験で得られた濃度(mg/L)を当量濃度に変換しているが、 CO_3^{2-} は IC を CO_3^{2-} 、 HCO_3^- の存在割合を平衡定数を用いて計算して、当量濃度とした。 $[Al(OH)_4]^-$ 1mol が pH4 になるまでに消費する水素イオン量である 3.83 をアルミの分析濃度に乘じ、当量濃度とした。アルカリ成分の合計量のアルカリ度に対する割合は 0.85~1.72 の範囲であった。液固比が小さくなると、アルカリ成分のアルカリ度に対する割合も減る傾向が見られた。また液固比 10 と 20 に関しては、酸洗浄回数が減るとアルカリ成分のアルカリ度に対する割合も減る傾向が見られた。アルカリ度を構成するアルカリ成分の内訳としては $[Al(OH)_4]^-$ が 50~130% で OH^- が約 50%、 CO_3^{2-} は 10% 以下であった。このことから主要なアルカリ成分は $[Al(OH)_4]^-$ と OH^- であることが分かった。アルカリ成分のアルカリ度に対する割合が 1 を超しているのは、アルカリ度が測定中に平衡に達しなかったためであると考えられる。このため今後アルカリ度が平衡に達するように測定する必要がある。

3) 滴定曲線の実測値と計算値

前述したアルミ錯体の平衡定数を用いてアルミ錯体を考慮しない場合(アルミと IC のみ存在)とアルミ錯体と IC が存在する場合の滴定量を計算し、実際の滴定曲線と比較してみる。比較した場合の典型的な例を図3に示す。比較してみると実際の滴定曲線とのずれが生じた。だがアルミのみで考えた場合とアルミ錯体を考慮した場合では、後者のほうが実測値に近い値となり、バッファーをとる pH 領域も近くなっていることから、アルミ錯体が滴定曲線に強い影響を与えていることが分かった。しかし、計算から導いた滴定量はアルミ錯体と IC のみ存在する場合を想定した理想状態であり、今後他のイオンの存在や用いた平衡定数の補正も検討しなければならない。

4. まとめ

本研究では、焼却灰からの溶出液中のアルカリ成分を明らかにすることを目的として、洗浄回数の異なる焼却灰を用いて溶出試験を行い、以下の結果が得られた。

① 今回の溶出試験では pH11.5~12.3 をとった。この pH 領域ではアルミは溶出液中で $[Al(OH)_4]^-$ として存在することが考えられる。② アルカリ度を構成する物質として、 OH^- , $[Al(OH)_4]^-$, CO_3^{2-} があり、そのうち OH^- , $[Al(OH)_4]^-$ が主要な成分であることが分かった。

参考文献

- 1) 小口正弘他:埋立地内の pH と廃棄物からの有害金属類の溶出試験の pH、第 11 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 1265-1267、(2000)
- 2) 松村真吾、土手裕、関戸知雄:焼却灰からのアルカリ溶出速度に関する研究、第 19 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 717-719、(2008)
- 3) R. M. Smith and A. E. Martell, CRITICAL STABILITY CONSTANTS, Volume 4: Inorganic Complex PLENUM PRESS 1976, NEW YORK

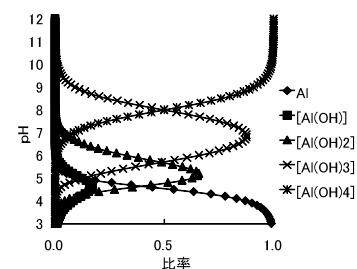


図1 アルミ錯体の比率

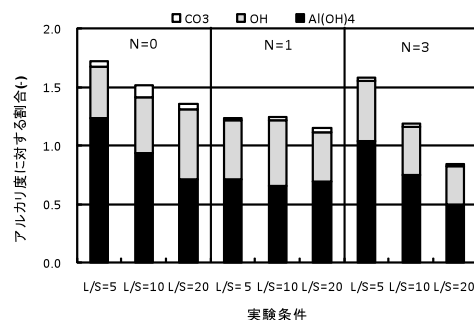


図2 アルカリ成分のアルカリ度に対する割合

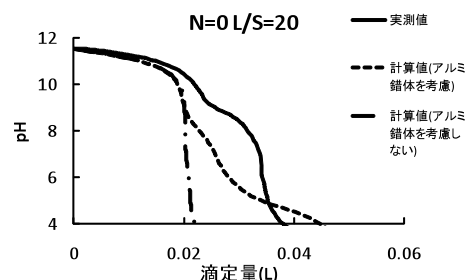


図3 滴定曲線の実測値と計算値の比較