

焼却残渣中重金属の溶出特性に及ぼす初期含水量と乾燥温度の影響

九州大学大学院工学府 学生会員 ○中野 彰子
九州大学大学院工学研究院 正会員 島岡 隆行
同上 正会員 崎田 省吾

1. はじめに

近年、最終処分場の容量不足が深刻化していることから、ごみの減量化とともに、埋立廃棄物の約71% (平成12年度) を占める焼却残渣の減量と再資源化が必要である。筆者らは焼却施設から排出される排熱、排ガスを有効利用した焼却残渣中の重金属の安定化技術の開発を目的として、焼却残渣に湿潤・乾燥操作を繰り返すことによって、含有する鉛が不溶化し、土壌環境基準値を満たすことを報告した¹⁾。今回は、温度、水分量の各条件が重金属の不溶化に与える影響を評価することを目的として、焼却残渣を異なる初期含水率、温度で乾燥させる実験を行い、個々の因子をより詳細に検討した。

2. 試料および実験方法

2-1. 試料

本研究では、K市の乾式排ガス処理を行っている清掃工場から採取した電気集塵機灰(飛灰)を用いた。試料の含有量、溶出試験(環境省告示第46号法に準拠)結果を表1に示す。

2-2. 実験方法

初期含水率と乾燥温度が焼却残渣中の重金属の不溶化に与える影響を調べるために、次のような実験を行った。純水を用いて含水率を0%、10%、30%、50%に調整した試料を磁皿に取り、乾燥器で24時間乾燥させた。乾燥温度は、50°C、100°C、150°C、200°Cに設定した。乾燥後の試料は、溶出試験に供し、溶出液のpH、EC、ORPを測定するとともに、溶液中の元素濃度をICP発光分析装置を用いて測定した。

本実験では、乾燥器内の雰囲気が大気であるため、0.03%程度含まれる炭酸ガスの影響を受けると可能性があると考えられることから、空気中の炭酸ガスが鉛の不溶化現象に与える影響を調べるために、乾燥器に100%の窒素ガスを注入し、乾燥させる実験を行った。乾燥器内の雰囲気は、最初の4分間は20L/minで窒素ガスを流し、その後、4L/minの流量で24時間通気した。乾燥温度は100°Cとし、初期含水率を0%、10%、30%、50%の4種類に設定した。実験後の試料は、同様の測定・分析を行った。

3. 実験結果および考察

3-1. 温度別含水率の変化と鉛の溶出濃度の低下

図1に各温度、初期含水率で乾燥させた後の鉛の溶出濃度を示す。初期含水率が0%のとき、鉛の溶出濃度はわずかに低下した。鉛の不溶化には水分の存在が必要であるが¹⁾、乾燥器内に水分を含有した別の試料と同時に乾燥させたことから、他の試料から蒸発した水分で乾燥器内が飽和していたためと考えられる。

鉛の溶出濃度が最も低かったのは、初期含水率が30%、乾燥温度50°Cのときで、1.0mg/Lであった。このときpHは12.6から12.3まで低下しており、本実験での最小値を示した。乾燥温度が100°C、150°Cでは、初期含水率が高いほうが鉛が不溶化しやすい傾向を示した。またその低下の程度は乾燥温度が100°Cのほうが大きかった。

図2に各乾燥温度における含水率の経時変化を、図3に乾燥時間と鉛の溶出濃度の関係を示す。図より、100°C、150°C、200°Cでは、乾燥時間、すなわち水分との接触時間が長いほど、鉛の不溶化が進行していることがわかる。しかし、50°Cで乾燥させた場合、水分との接触量が少ない初期含水率30%のほうが、50%の場合より鉛の溶出濃度は低かった。本研究では、乾燥温度50°Cで初期含水率50%の

表1 試料の性状

	含有量 mg/kg	溶出濃度 mg/L	含有量 mg/kg	溶出濃度 mg/L
Ca	98,000	2010	Zn	7,500
Al	33,000	1.82	Mn	1,800
Fe	23,000	0.27	Pb	1,250
K	17,100	1120	Cu	500
Na	14,650	900	Cr	200
Mg	13,000	0.15	Cd	100

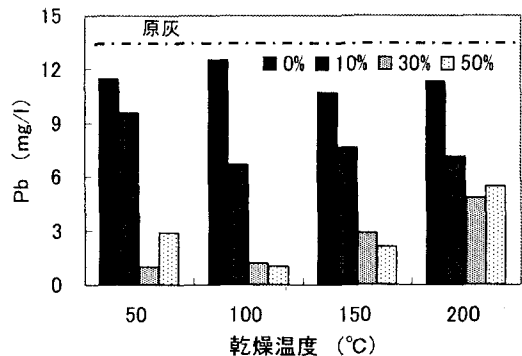


図1 異なる初期含水率、乾燥温度における鉛の溶出濃度

とき、24時間後の含水率は30.1%、初期含水率30%では24時間後の含水率は11.0%となっていた。他の条件も含めて、初期含水率が30%と10%の鉛の溶出濃度を比較すると30%の時のほうが不溶化しており、30%と50%を比較すると不溶化の程度にそれほど差が認められなかったことから、鉛の溶出濃度の低下が最も進行するのは含水率が30%から10%の間であることが示唆された。

図4にECの測定結果を示す。初期含水率が0%、10%のときは、どの乾燥温度でもECの値はほとんど変化しなかった。一方、含水率が30%、50%のときは、乾燥温度が50℃、100℃でECが低下し、200℃では増加する傾向が見られた。

3-2. 鉛の不溶化への炭酸ガスの影響

湿潤した焼却残渣に大気中の炭酸ガスや人工的に付与された炭酸ガスの影響で、焼却残渣中の重金属が不溶化する現象(焼却灰の炭酸化現象)^{たとは21, 31}が多くの研究者によって報告されている。大気雰囲気と窒素雰囲気下において、100℃で乾燥させた場合の初期含水率と鉛の溶出濃度の関係を図5に示す。両雰囲気乾燥させた場合とも、初期含水率が高くなるにつれて、鉛が不溶化する傾向が見られた。窒素の場合も、大気よりは小さかったが、溶出濃度が低下した。このことから、鉛の不溶化には炭酸ガスの影響に加え、乾燥に伴う影響、例えば、一度溶解した物質の再濃縮による沈殿の生成といった影響があることが示唆された。

4. まとめ

乾燥に伴う焼却残渣中の重金属の不溶化現象に初期含水量と温度が与える影響を評価するために、初期含水率を変化させ、異なる温度で乾燥させた際の鉛溶出特性を検討した。以下に結論を示す。

(1) 乾燥に伴う焼却残渣中の鉛の不溶化は初期含水率が高く、乾燥温度が低温であるほうが進行した。特に、含水率が30%~10%の時に不溶化が進むことが示唆された。

(2) 乾燥に伴う焼却残渣中の鉛の不溶化は、大気中に含まれる炭酸ガスの影響を受けているが、窒素雰囲気でも不溶化したことから、一度溶解した物質の再濃縮による沈殿の生成などの影響があることが示唆された。

[参考文献]

- 1) 中野彰子, 本幡照文, 崎田省吾, 島岡隆行: 人工的土壌生成因子の作用に伴う焼却残渣の鉛不溶化現象, 第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 841-843, 2002
- 2) Jeannet A. Meima, Renata D. van der Weijden, T. Taylor Eighmy, Rob N.J. Comans: Carbonation process in municipal solid waste incinerator bottom ash and their effect on the leaching of copper and molybdenum, Applied Geochemistry, Vol.17, pp.1503-1513, 2003
- 3) Takayuki Shimaoka et al.: Mechanisms for the aging-induced reduction of lead solubility in scrubber residues from municipal solid waste combustion, Waste Management & Research, pp.90-98, 2002

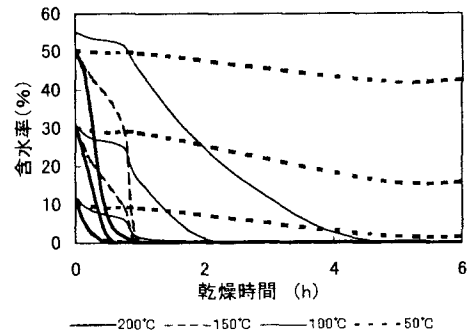


図2 含水率の経時変化

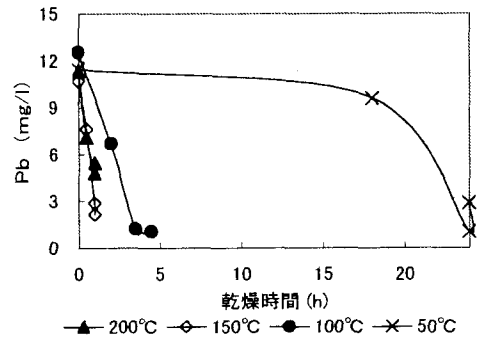


図3 乾燥時間と鉛濃度の関係

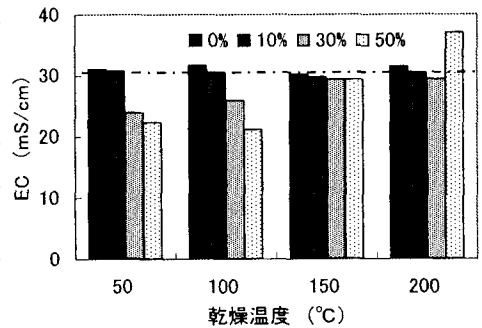


図4 電気伝導度の変化

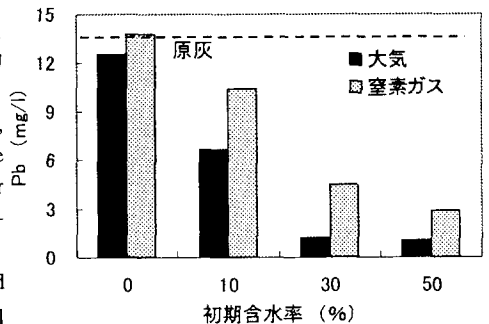


図5 鉛の溶出濃度の変化 (乾燥温度100℃)