

焼却残渣の風化に及ぼす水分・温度変化の影響

九州大学工学部 学生員 ○中野 彰子
 九州大学大学院工学研究院 正員 崎田 省吾
 九州大学大学院工学研究院 正員 島岡 隆行

1. はじめに

近年、焼却灰の有効利用のための研究が多く行われている。また、焼却飛灰に関しては有害物質の中間処理技術に関する研究が多く行われている。島岡らは、飛灰の水混練により鉛の不溶化が進むというエージングの現象を報告している¹⁾。また、Eusdenらは焼却灰を溶融する際、その温度によって、異なる鉱物が生成することを報告している²⁾。日本の土壤の多くが火山灰に由来することに注目すると、人工の火山灰ともいえる焼却残渣に土壤生成因子を作用させれば、火山灰同様に風化、土壤化が進行するのではないかと考えられる。さらにそれらを操作・制御することによって、効率よく焼却残渣の安定化を促進させることが期待される。

本研究では、湿潤焼却残渣のエージング中に熱を加えて乾燥させるという作用を付与することによってエージングを促進することが出来ないか、また温度変化(乾燥速度)によって異なる結晶構造が生成されるのではないかとこの観点から、湿潤・乾燥工程を繰り返すことによる鉛の溶出特性の変化を検討した。

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(EP灰)を試料として用いた。金属の含有量、環境庁告示第46号法に準拠した溶出試験の結果を表-1に示す。

表-1 EP灰の性状

成分	含有量(mg/kg)	溶出濃度(mg/l)
Ca	240,000	2,500
Na	35,700	—
K	32,500	—
Pb	3,650	19.0
Cr	980	0.07
Cd	280	<0.01

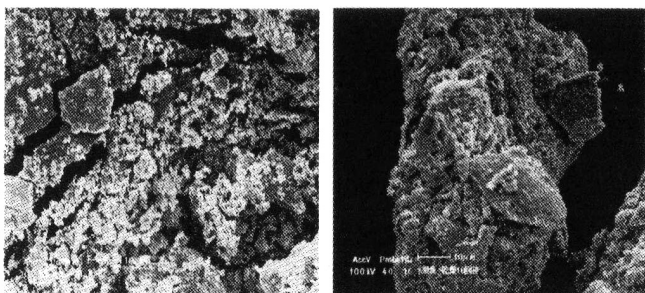
2-2. 湿潤・乾燥実験

EP灰の、エージング中に熱を加えて、乾燥させることによる鉛の溶出特性の変化を調べた。試料に含水率が30%になるように純水を加えよく混練した後、バットに厚さ2cm程度に敷き詰めて乾燥器の中で乾燥させた。乾燥器の温度は60℃または110℃に設定した。乾燥した試料は再び含水率30%に戻した後、50g採取し環境庁告示第46号法溶出試験を行った。残りの試料は再び乾燥器に戻し乾燥させた。この操作を10回繰り返した。60℃では12時間、110℃では6時間で絶乾状態となったため、それぞれ12時間、6時間乾燥させた。また、含水率30%の湿潤飛灰をデシケータ(室温17℃)に10日間置いて乾燥させた試料も溶出試験を行った。ろ液についてpH、EC、酸化還元電位(ORP)を測定し、カルシウム、鉛の濃度を分析した。また、走査型電子顕微鏡(SEM)によって、湿潤・乾燥工程前後のEP灰表面の状態を観察した。

3. 実験結果および考察

EP灰原灰と110℃で湿潤・乾燥を10回繰り返した後のEP灰表面のSEM画像(×1000)を図-1に示す。図より、原灰は細かい粒子が多いのに比較して、10回乾燥後は細かい粒子が固まって造粒しているように見える。何らかの化学変化が起こり、造粒している可能性があると思われる。

湿潤・乾燥実験における、各温度で乾燥させたときの鉛の溶出濃度と乾燥回数との関係を図-2に、各温度で乾燥させたときの不溶化率を図-3に示す。不溶化率とは、初期の溶出濃度に対して不溶化した濃度(減少した濃度)の割合を百分率で表したものである。図-2より、湿



原灰 湿潤・乾燥工程10回後(110℃)

図-1 EP灰のSEM画像(×1000)

潤・乾燥を繰り返すことによって鉛の不溶化が進んでいることが分かる。鉛の溶出濃度は60℃では2回目で土壤汚染に係る環境基準0.01mg/l以下となり、110℃では5回目で土壤環境基準以下となった。また、湿潤・乾燥工程を1回行った後の鉛の不溶化率は60℃で83.4%と最も高く、17℃では70.0%と最も低かった。2回目の乾燥後の不溶化率は60℃で99.9%まで不溶化した。乾燥回数という点からみると、60℃で乾燥させた方が不溶化が進んだと言える。

本実験では温度を変えることによって乾燥時間が変化しているので、乾燥時間に注目して鉛の溶出量を比較した。その結果を図-4に示す。室温でデシケータ内で乾燥させたものは、乾燥器で乾燥させたものに比べて不溶化の速度は非常に遅いことが分かる。また、110℃で乾燥させた方が、60℃で乾燥させるよりも不溶化の速度が大きい。乾燥器中の換気と、デシケータ中の換気の状態を考慮に入れて検討していく必要があるが、不溶化の速度について考えるならば、高温で乾燥させることにより、不溶化を促進することが出来ることが示唆された。

湿潤・乾燥工程を繰り返したときのpHを図-5に示す。pHは乾燥を繰り返す間に、pH12.6から60℃ではpH9.1まで、110℃ではpH11.0まで低下した。鉛の溶出量はpHに依存し、pHが速く低下している60℃で乾燥させた方が鉛の不溶化が進んでいることから、今回得られた鉛の不溶化現象の要因の一つとして、pHの低下も考えられる。アペイラビリティ試験、pH依存性試験を行う等、酸性溶媒やアルカリ性溶媒での不溶化の程度を調べる必要がある。

4. まとめ

乾式排ガス処理方式の電気集塵機灰の湿潤・乾燥工程を繰り返す実験より、以下のような結果が得られた。

- 1) 湿潤・乾燥を繰り返すことにより、著しい鉛の不溶化現象が確認された。
- 2) 1回の湿潤・乾燥工程での不溶化は、60℃の場合が110℃の場合よりも顕著であった。
- 3) 不溶化速度は、高温で乾燥速度を大きくするにつれて大きくなる傾向が見られた。

今回の実験は、湿潤・乾燥工程を繰り返すことによる不溶化の現象を捉えるための基礎実験であった。今後は、乾燥温度、含水率の変化による不溶化現象におよぼす影響を調べる予定である。また、乾燥することと、単に水と混練してエージングする場合との不溶化の化学・鉱物学的メカニズムの差異を調べるとともに、加熱、冷却の方法の違いで発生する、化合形態や結晶構造の変化を調べるために、X線分光分析やX線回折分析等の機器分析を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 島岡隆行ら: 焼却飛灰の水混練に伴う鉛の不溶化現象について、第18回全国都市清掃研究発表会講演論文集、pp.44-46, 1997
- 2) J. Dykstra Eusden et al.: Petrogenesis of municipal solid waste combustion bottom ash, Applied Geochemistry, 14, pp.1073-1091, 1999

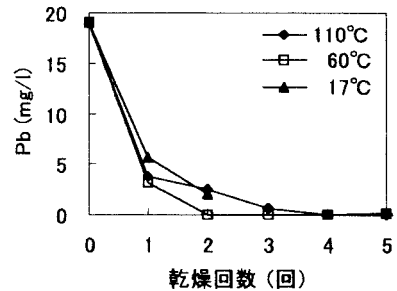


図-2 Pb溶出濃度と乾燥回数の関係

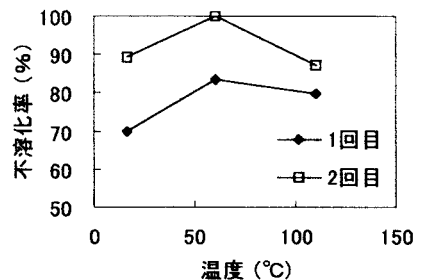


図-3 不溶化率と乾燥温度の関係

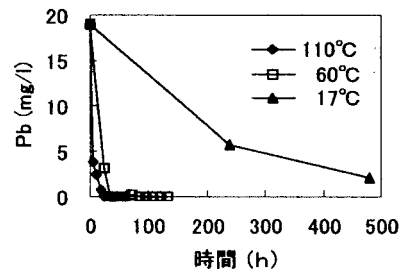


図-4 Pb溶出濃度と乾燥時間の関係

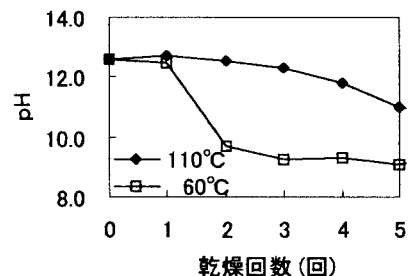


図-5 pHと乾燥回数の関係