

飛灰の炭酸化とエージングによる重金属類の溶出特性について

神鋼パンテック(株) 正 員 ○小林 俊幸 牛越 健一
福岡大学工学部 正 員 添田 政司 島岡 隆行
フェロー 花嶋 正孝

1. はじめに

ごみの焼却に伴って発生する飛灰は、高濃度の重金属類などを含有しているため、セメント固化法や薬剤処理法などによって無害安定化処理を行った後、最終処分することが法律で義務づけられている。しかし、特に鉛(Pb)含有量の多い飛灰に対しては、セメント固化法では埋立基準を満足しないこともあり、また薬剤添加率上昇によって処理コストの増大する問題が生じる場合もある。飛灰は、炭酸(CO_2)ガスとの接触や、水と混練後に大気中に放置(エージング)するだけでPbの溶出濃度が低下することが知られている¹⁾。本研究では、飛灰の前処理として、水と混練する方法と、 CO_2 ガスと接触させる方法の2つの方法を組合わせ(複合処理)、Pbの不溶化効果を高めてセメント固化を行う飛灰の簡易で経済的な処理方法について検討を行った。また、セメント固化の混練水に浸出水膜濃縮水を利用した際の固化物の溶出特性についても検討を行った。

2. 実験方法

飛灰と CO_2 を接触させる際の乾燥、湿潤状態によるPb溶出濃度の差をみるために、2つの手順により飛灰の前処理を行った。図1に実験条件とその流れを、表1に飛灰の溶出液と濃縮水の性状を示す。飛灰はストーカ炉、乾式の排ガス処理を行っている2カ所の清掃工場のEP灰である。セメント固化の配合は、飛灰:セメント比を7:3とし、水添加率は混練時の飛灰の流動性が均一となるように目視で判断して、飛灰量に対して飛灰Aは75%、飛灰Bは複合1、2をそれぞれ60%、40%とした。混練水はイオン交換水と濃縮水(一般廃棄物埋立地浸出水のRO膜20倍濃縮水)の2種類とした。飛灰と固化物の溶出試験方法は環吉13号法に準拠し、溶出液の分析はClはモール法、 Ca^{2+} 、Pbは原子吸光光度法により行った。

3. 実験結果及び考察

始めに、水混練と炭酸化単独による前処理のPb溶出濃度の差をみた。図2、3にそれぞれ水混練、炭酸化による飛灰溶出液のPb濃度とpHの経時変化を示す。pHは、炭酸化処理の飛灰Bが24時間経過後に0.5低下したことを除いて、その他の飛灰についてはほとんど変化しなかった。Pb濃度は、水混練の前処理では1日経過後に原灰に対して飛灰Aでは24%、飛灰Bでは34%低下した後は、緩やかな減少傾向を示した。28日経過後には、原灰に対して飛灰Aでは55%、飛灰Bでは40%低下した。一方、炭酸化処理では非常に短時間でPb溶出濃度が低下することがわかった。24時間経過後には原灰に対して飛灰Aでは60%、飛灰Bでは90%低下した。これより、炭酸化処理は水混練の前処理よりもPbの不溶化効果が高いことがわかり、Pb溶出濃度の低下はpHの低下による溶解度の減少だけによるものではなく、飛灰と CO_2 、水との反応によるものと思われた。また、飛灰中のCa成分などのアルカリ度が濃度低下速度に関与することが推察された²⁾。

表2に複合1、複合2の複合処理灰の溶出試験結果を示す。ここで、複合1と2では飛灰:水比が異なっているが、これは炭酸化後に飛灰が固結した感じになっていたため、複合2において水の添加率を減らしたためであるが、セメント固化前の飛灰の含水率は、27

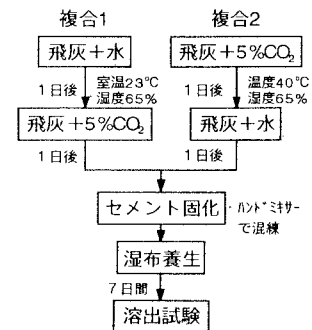


図1 実験条件と流れ

表1 試料の性状

	飛灰A	飛灰B	濃縮水
pH (-)	12.7	12.5	6.2
EC (S/m)	3.83	5.53	12.3
Ca^{2+} (mg/L)	5,520	7,900	8,660
Cl (mg/L)	13,100	20,700	52,600
Pb (mg/L)	25.1	66.7	0.06

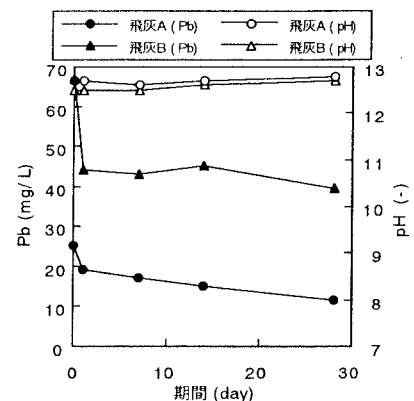


図2 水混練の前処理灰の溶出特性の変化

～28%と全てほぼ等しかった。pHは複合1、複合2の差はほとんどなかった。Pb濃度は、飛灰AとBのいずれも複合1の水混練をした後に炭酸化する方法は、複合2よりも濃度低下が大きいことがわかった。特に、飛灰Aではその差が大きかった。このことにより、飛灰は湿潤状態にある方が、CO₂ガスを接触しやすく、Pbの不溶化効果が高くなると考えられた。また、飛灰Aでは、Ca²⁺濃度はPb濃度と同じく複合1の方が複合2よりも低く、その差も大きかった。一方、Cl⁻濃度は逆に複合2の方が低かった。

表3に固化物の溶出試験結果を示す。飛灰A、Bいずれにおいても複合1の処理を行った固化物は、複合2の固化物よりもPb溶出濃度が低いことがわかった。特に、飛灰Aにおいては複合1の固化物だけがPbの埋立基準値0.3mg/L以下を満足した。Pb以外の項目についても、Ca²⁺、Cl⁻は複合1の方が複合2よりも低い傾向にあった。これより、複合処理や固化工程において、飛灰中のCa成分がCO₂ガスや水と反応する際に生成された難溶性のCa化合物の中に一部Pbが取り込まれ、Pb濃度が低下するとともにCa²⁺、Cl⁻濃度が低下したと推察された。混練水に濃縮水を用いた固化物からの塩類や重金属類の溶出特性の差については、前報²⁾までの結果とほぼ同じく、Cl⁻濃度は混練水の添加率が上昇するのに伴い、混練水をイオン交換水とした固化物に比べて5～30%上昇した。Pbについてはその差はほとんどないことがわかった。

図4に飛灰A、Bの原灰、複合処理灰、固化物（混練水はイオン交換水）の飛灰単位重量当たりのPb溶出量を示す。この値は、複合処理灰については複合処理後の飛灰の含水率より、固化物は配合比よりそれぞれ算出した。これより、飛灰Aの固化物からのPb溶出量は複合1では5.45mg/kgであり、複合2の9.15mg/kgと比較すると40%も低く、明らかに複合1の方が複合2よりもPb不溶化効果が高いことがわかった。原灰のPb溶出量は異なるが、複合処理、セメント固化することによる溶出量低下の割合は飛灰A、Bともにほぼ等しく、複合処理することによって、Pb溶出量は原灰に対して約85%低下し、セメント固化により約97%低下することがわかった。

4. まとめ

本研究より、飛灰を炭酸化、エージングすることでPb不溶化効果は著しく増大し、飛灰を炭酸化させる際は、飛灰を湿潤状態にして行う方がPb不溶化効果は高くなることがわかった。また、浸出水膜濃縮水を飛灰セメント固化混練水に利用する場合においても、Cl⁻濃度は混練水がイオン交換水の場合と比較して上昇することはあるが、Pb濃度についてはほぼ等しく、従来通り安全にセメント固化処理を行うことがわかった。今後は、重金属類含有量の多い飛灰に対しても安全に飛灰の無害安定化処理が行えるように、Pb不溶化効果を高めるCO₂ガスの接触方法などの検討を行う予定である。

(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（その2）、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.692-694、1997
- 2) 小林俊幸ら：浸出水膜濃縮水の飛灰セメント固化混練水への有効利用（その2）、第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.831-833、1998

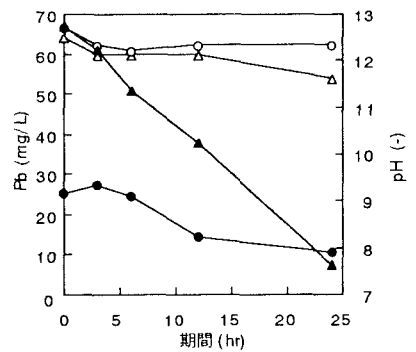


図3 炭酸化処理灰の溶出特性の変化

表2 複合処理灰の溶出試験結果

	飛灰A		飛灰B	
	複合1	複合2	複合1	複合2
飛灰：水	1：0.4	1：0.3	1：0.4	1：0.2
pH (-)	12.3	12.3	11.9	11.8
EC (S/m)	2.78	2.90	4.07	4.25
Ca ²⁺ (mg/L)	2,880	3,160	4,630	4,460
Cl ⁻ (mg/L)	8,330	8,150	13,800	15,100
Pb (mg/L)	2.65	6.53	6.88	7.78

表3 固化物の溶出試験結果

	飛灰A		飛灰B	
	複合1	複合2	複合1	複合2
混練水 イオン交換水				
pH (-)	12.7	12.7	12.6	12.6
EC (S/m)	2.15	2.09	3.37	3.50
Ca ²⁺ (mg/L)	2,300	2,370	3,750	3,700
Cl ⁻ (mg/L)	4,610	4,790	9,750	10,300
Pb (mg/L)	0.25	0.42	1.21	1.93
混練水 濃縮水				
pH (-)	12.7	12.7	12.6	12.6
EC (S/m)	2.38	2.38	3.50	3.35
Ca ²⁺ (mg/L)	2,450	2,510	3,810	3,790
Cl ⁻ (mg/L)	5,670	6,200	10,300	10,800
Pb (mg/L)	0.30	0.44	1.21	2.05

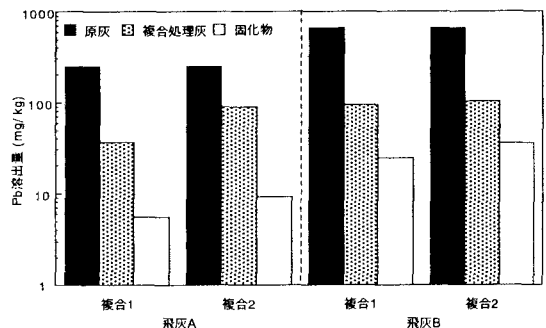


図4 飛灰単位重量当たりのPb溶出量