

集じん灰セメント固化物の浸漬試験

Dipping Test of Cement Solidified fly Ash

若山正夫 金子安夫 柳下令子 大石正晴*

Masao Wakayama, Yasuo Kaneko,
Reiko Yanashita, Masaharu Ooishi

1 はじめに

都市ごみ焼却場集じん灰には、Pb, Cd等の有害成分が高濃度に含まれていることから、平成3年10月5日に改正された廃棄物の処理及び清掃に関する法律により、特別管理一般廃棄物とされ、平成7年度からは定められた方法による処理を行わなければ埋立処分はできなくなった。特別管理一般廃棄物として定められた処理方法は、①溶融、②セメント固化、③薬剤処理、④酸等による処理の4つがあるが、このうち②のセメント固化による方法が経済性及び技術的な面から最も多く用いられようとしている。今回、セメント固化法について、重金属の溶出可能性を評価するため、浸漬試験を行ったので報告する。

2 方法

2・1 試料

市町村等のごみ焼却場集じん灰固化物2検体とその

表1 分析試料

	試料 A	試料 B
形状	不定形で長径10cm程度 非常に堅い	縦横4cm×3.5cmのペレット ややもろい
焼却炉の型式	全連続式ストーカ炉	全連続式ストーカ炉
集じん方式	バグフィルタ(BF)	電気集じん機(EP)
HCl対策	消石灰噴霧	集じん発生石灰噴霧
処理対象	焼却灰:集じん灰= 4:3(重量比)	集じん灰
セメント割合	強化セメント3%添加	ポルトランドセメント15%添加

破砕物を実験に用いた。表1に試料の特徴等を示す。試料は採取後約10ヶ月経過している。破砕物は5mm目ふるい下0.5mm目以上のものを試料とした。

2・2 浸漬試験

現行の溶出試験法では、セメント固化物も破砕して評価することになっている。しかしながら有姿と破砕物では、溶出に差があることが予想される。処分は固化物として行われるのであり、できるだけ有姿で評価するのが望ましいと考え、浸漬試験という方法を用いて有姿と破砕物を比較した。

2・2・1 浸漬試験方法

試料について、有姿試料は50~70g、破砕試料は50gを使用し、1リットルのポリエチレン容器に入れ10倍量(重量)の液に浸漬した。浸漬液は塩酸酸性でpH1(pH計の表示でpH1±0.1)、pH4(pH4±0.1)、及び純水とした。試料は1週間、1月、3月、6月、1年間の期間別に5つを作成し、室温で放置した。そして、一定期間ごとに試料をG/B/Bでろ過した後、ろ液を分析した。

2・2・2 測定項目

pH及び重金属成分として、Cd, Pb, T-Hg, Cu, Zu, T-Cr, Fe, Mn, 塩類としてNa, K, Ca, Mg, Alを分析した。

2・2・3 分析方法

分析方法のうち、溶出試験、浸漬試験については表

*現：大気保全課

表2 分析 方 法

項 目	方 法
Cd	J I S K 0 1 0 2 5 5 . 2 M I B K 抽 出 後 原 子 吸 光 分 析
Pb	' 5 4 . 2 '
Cu	' 5 2 . 2 '
Zn	' 5 3 . 2 '
T-Cr	' 6 5 . 1 . 4 I C P 発 光 分 析
T-Hg	' 6 6 . 1 . 2 '
Fe	' 5 7 . 3 '
Mn	' 5 6 . 4 '
Na	I C P 発 光 分 析
K	I C P 発 光 分 析
Ca	J I S K 0 1 0 2 5 0 . 3 I C P 発 光 分 析
Mg	' 5 1 . 3 '
Al	' 5 8 . 3 '

2による。含有量試験は、T-Hgについては底質調査方法¹⁾、Pb, Cd, Cu, Zu, T-Crについては、試料を王水分解後、ろ過し、不溶解分については、炭酸リチウム、ほう酸を用いたアルカリ溶融による処理²⁾を行い、これらの溶液をI C P発光分析装置で分析した。

2・3 繰り返し浸漬試験

長期間の浸漬では、pHの上昇が溶出に大きく影響するため、浸漬液のpHを一定に保つ試みとして、浸漬液を一週間ごとに入れ替え、これを繰り返して溶出の状況を調べた。

2・3・1 試験方法

浸漬1年経過後の試料について、10倍量の浸漬液に1週間浸漬した後、GF/Bでろ過しろ液を分析した。浸漬液は2・2と同様に純水、pH4液、pH1液の3種類を作成した。ろ過後の試料は新たに10倍量の浸漬液を加え同様に繰り返して分析を行った。

2・3・2 分析方法

2・2・3の浸漬試験方法と同じ方法により、行った。

3 結果及び考察

3・1 溶出試験結果

試料A, Bとその処理前の集じん灰について、環境庁告示第13号による溶出試験を行った結果は、表3のとおりである。表中、試料A, BをそれぞれA固化物、B固化物と表記している。

集じん灰の溶出試験結果では、試料AのPbが基準値の0.3mg/lを大きく超過している。試料Bでは、集じん灰の溶出値は小さいが、固化物は基準値を超えている。これは、セメント固化によりpH値が高くなり、溶出しやすくなったためと考えられる。

表3 環境庁告示第13号による溶出試験結果

単位: mg/l (pHを除く)

試料	A集じん灰	B集じん灰	A固化物	B固化物
pH	12.4	10.6	12.1	11.6
Pb	28.2	0.02	0.75	0.43
Cd	<0.002	0.053	<0.002	<0.002
Cu	0.09	<0.01	0.04	<0.02
Zn	4.4	0.03	0.12	0.38
T-Cr	<0.05	0.49	<0.05	0.06
T-Hg	0.0014	<0.0005	<0.0005	<0.0005

3・2 含有量

含有量試験結果を表4に示す。

表4 含有量試験結果

試料	A 固化物 (mg/kg)	B 固化物 (mg/kg)
Pb	1100	3800
Cd	36	180
Cu	1900	1600
Zn	4200	13000
T-Cr	410	450
T-Hg	2.5	2.1

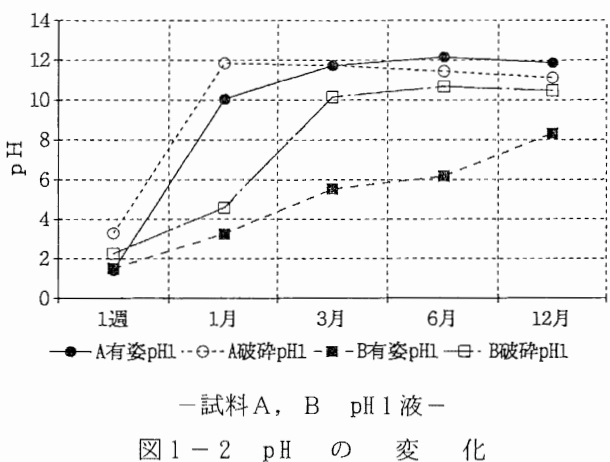
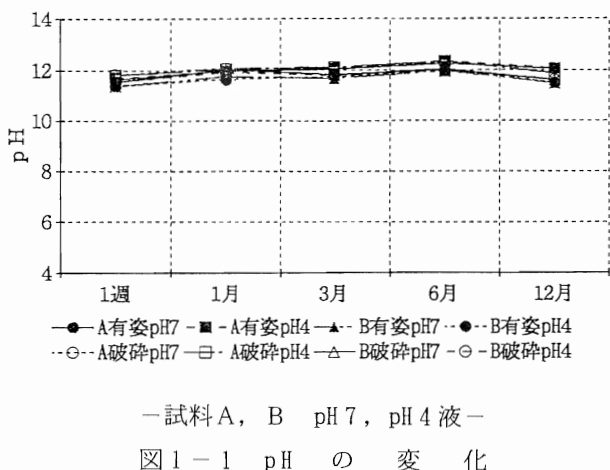
3・3 浸漬試験

浸漬試験結果は、付表1-1~2-2のとおりとなった。浸漬液については、簡便のため純水をpH7液、pH4に調製した液をpH4液、pH1に調製した液をpH1液と表記する。表中でpH7有姿とは、純水を浸漬液とした有姿の試料を意味する。破碎とは固化物を破碎した試料のことである。

3・3・1 pHについて

浸漬液のpHについては、pH7とpH4液は有姿、破碎試料とも1週間後にpH12近くに上がり、その後はほぼ同程度の値で一定となった。pH変化を図1に示す。

pH 7 と pH 4 液の液性については、同一と見なせるので、以後、試料の比較の際は一緒に扱うことにする。pH 1 液については、試料 B の上がり方がゆるやかであるが、最終的に全てアルカリとなった。

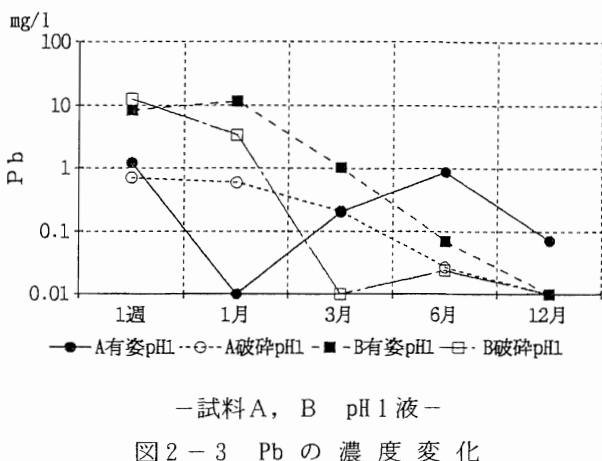
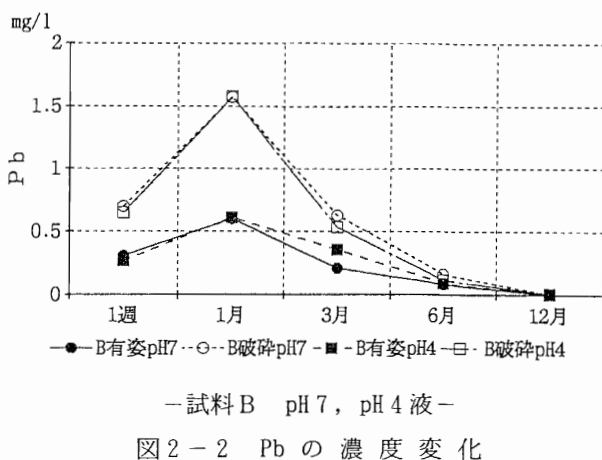
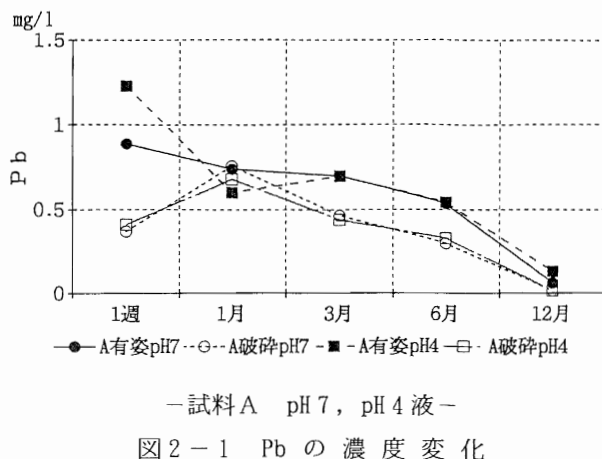


3.3.2 Pbについて

図 2 は Pb の濃度変化である。図 2-1 の試料 A は、有姿については、1 週間後に溶出濃度が最大になり、破碎物についても、1 月後に最大となって、いずれも溶出基準値を超えてしまっている。図 2-2 の試料 B についても、1 月後にピークがあり、溶出基準を超えた。試料 A, B とも、溶出のピークを示した後、次第に濃度が減少する傾向が見られたが、これは溶出した後、器壁への吸着や、凝集して再沈殿を起こしているものと考えられる。

固化物と破碎物という形状の違いによる差は、図から認められるものの、図 2-1 の試料 A ではやや有姿の値が高く、図 2-2 の試料 B では破碎物の値が高くなっており、必ずしも破碎物の方が溶出しやすいとはいえない結果になった。

図 2-3 は、pH 1 液の結果である。縦軸は対数目盛となっている。1 週間後から 1 月後まで、試料 B は、試料 A に比べかなり溶出濃度が高くなっている。試料 A については、1 月後に溶出値が低くなっており、試料 B については、3 月以降以降、溶出濃度が減少しているが、これは pH 7 液、pH 4 液の試料と違い、pH が中性から弱アルカリ性の領域に移行していくことに対応しているものと思われる。

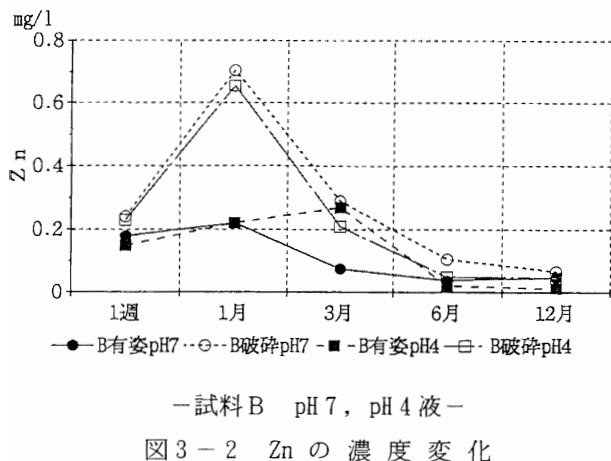
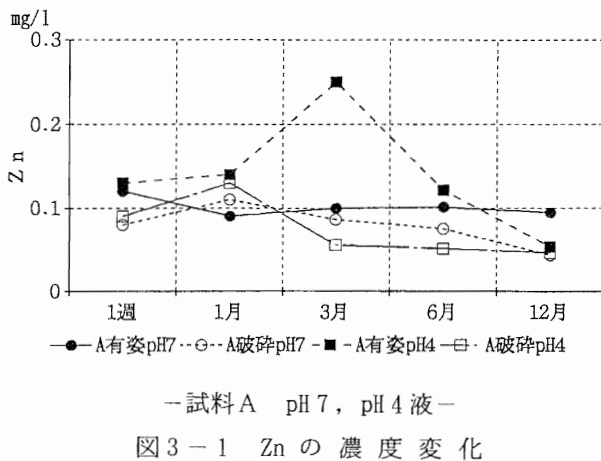


3.3.3 Cdについて

試料A, BのpH 7, pH 4液は不検出であった。試料AのpH 1液は不検出, 試料BはPbと同様に初期に高濃度であり, 次第に減少する傾向が見られた。

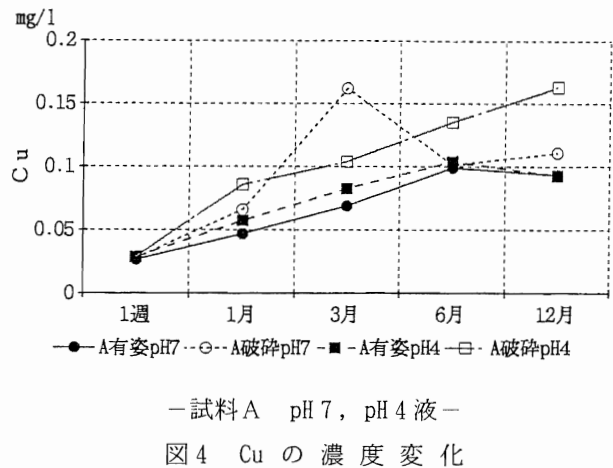
3.3.4 Znについて

図3-1の試料Aでは, 有姿のpH 4液の溶出値にばらつきが見られる。3月後では, pH 7液の値とかなり異なっている。3月後以外では, 有姿と破碎物の差は, あまり出ていない。図3-2の試料Bでは, 破碎物の値の方が高くなり, 1月後をピークに次第に減少している。



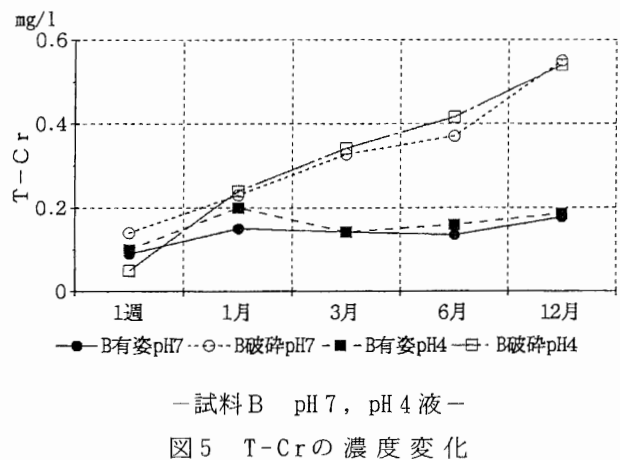
3.3.5 Cuについて

試料Aについての濃度変化を図4に示す。破碎物の濃度がやや高い傾向があるがそれほど差はない。そして時間経過とともに次第に濃度が上昇している。試料BはpH 7, pH 4液で不検出であった。



3.3.6 T-Cr

図5に試料Bの濃度変化を示す。破碎物の濃度が高く, 時間経過とともに次第に濃度が上昇している。試料AはpH 7, pH 4液で不検出であった。



3.3.7 塩類について

試料Aでは, 全般的にCaの濃度が高く, 試料BではNa, Kの濃度が高かった。また, 試料BのpH 7, pH 4液で, 次第にAlが溶出してきた。

3.4 繰り返し浸漬試験

浸漬液を1週間ごとに入れ替え, これを繰り返して溶出の状況を調べた。浸漬1年後の試料を用いて, pH 7, pH 4, pH 1液で溶出させた。図6にpHの変化を示す。

試料A, Bにおいて, pH 7液とpH 4液のpHは5回繰り返してもpH10以下には下がらなかった。pH 1液は, 繰り返し1回目の浸漬でpH 2以下となりその後ほぼ一定となった。重金属濃度については, pH 7液とpH 4液において, 繰り返し1回目の浸漬でわずかに検出され

る試料があったものの、2回目以降はほとんど不検出であった。2回目以降検出された試料Aの有姿について、重金属の濃度変化を図7-1に示す。Pbがわずかに検出されているが、破碎のpH4液では繰り返し1回目から不検出であった。

pH1液における重金属の濃度変化について、試料A、Bとも、5回繰り返しても濃度はほとんど減少しなかった。試料Aの破碎物についての濃度変化を図7-2に示す。

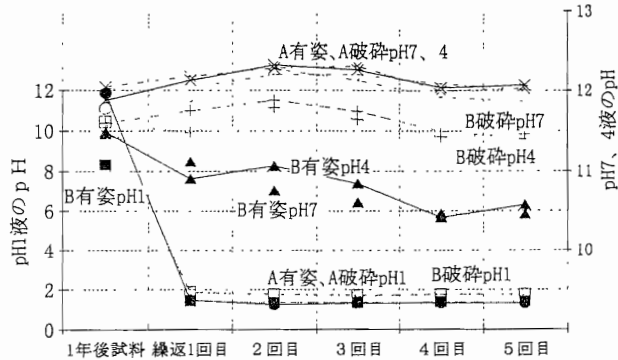


図6 繰り返し浸漬試験におけるpH変化

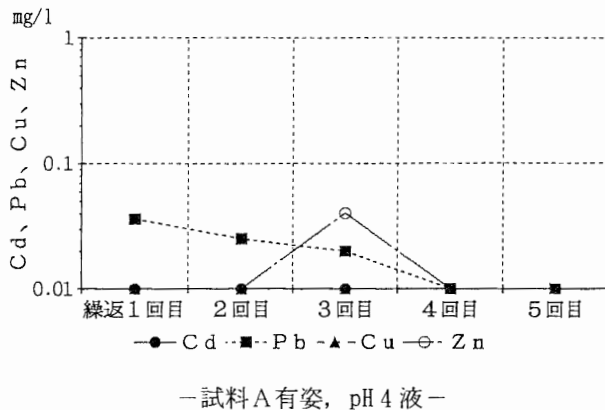


図7-1 繰り返し浸漬試験における重金属の濃度変化

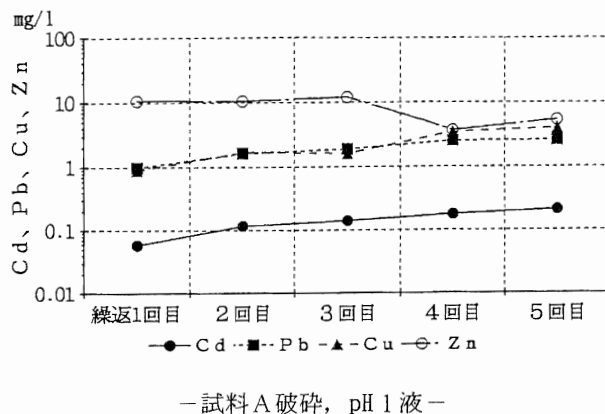


図7-2 繰り返し浸漬試験における重金属の濃度変化

4 まとめ

- (1) セメント固化物のアルカリ性は高く、告示法による溶出試験の結果、試料Bでは、セメント固化物の方がpH、Pbともに処理前の集じん灰を上回った。浸漬試験において、pH7、pH4液試料では有姿物、破碎物とも1週間後にはpHがほぼ12前後になり、その後ほとんど一定となった。
- (2) Pb、Znで溶出濃度が時間経過に伴い次第に低下する傾向が見られた。これは、比較的短期に高濃度に溶出する物質と考えられ、溶出後吸着、凝集等で再沈澱を起こしているものと思われる。有姿物の方が重金属の溶出濃度が高くなるものも見られたが、これは、破碎物の試料の方が微粒子を多く含み、吸着、凝集等で再沈澱を起こしやすいことが考えられる。一方Cu、T-CrはこのpHでは初期の溶出濃度はあまり高くなく、次第に増加する傾向があった。
- (3) 有姿においても高アルカリでは、基準値以上の濃度でPbが溶出した。有姿と破碎物では、破碎物の方が必ずしも溶出濃度が高いという結果にならず、また、その差についてもそれほど大きなものではなかったと思われた。したがって形状によりそれほど大きな差は見られないことと、有姿においても、基準値以上の濃度でPbが溶出したことから、固化による物理的な封じ込め効果はあまりないのではないかと考えられる。
- (4) 溶出液のpHをできるだけ一定に保つよう繰り返し浸漬試験を行った。pH7、pH4液は試料のアルカリ性が高く、5回の溶出においても、溶出液のpHは高いアルカリ性であった。また、pH1液による溶出では、pHは2以下で安定したが、重金属の溶出濃度は低下しなかった。

文 献

- 1) 環境庁水質保全局水質管理課編：底質調査方法とその解説，日本環境測定分析協会，1993。
- 2) 小野雄策ら：環境汚染調査における金属抽出法に関する研究（第1報），埼玉県公害センター年報，〔12〕，161～173，1985。

