

都市ごみ焼却残渣の安定化

— コンクリート固型化物等における重金属の溶出性 —

丹野 幹雄 清水 典徳

要 旨

都市ごみ焼却処理施設の焼却残渣のコンクリート固型化物等について、1年間の純水による浸漬実験を行い、それらに含まれる重金属類の溶出性を検討した。

その結果、コンクリート固型化物の浸漬液のpHは、浸漬開始初期からいずれもアルカリ性を示し、時間の経過に伴って上昇する傾向があった。

また、CdやCu等の酸性で溶出し易い重金属の溶出防止効果が認められたが、強いアルカリ性で溶出し易い金属、特にCr⁶⁺の溶出が一部にみられた。これらのことから、重金属の溶出に関しては、固型化前の試料ばかりでなく、コンクリート固型化物についても、浸漬液のpHの影響が極めて大きいことが明らかとなった。

1 はじめに

都市ごみ焼却残渣中には、種々の重金属が含まれており、それらの埋立処分には、重金属の溶出による周辺環境の汚染が起こらないように考慮することが重要である。

これらの焼却残渣の埋立処分に関し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では、特に重金属の溶出についての規制はないが、最近ではコンクリート固型化した後に埋め立てする施設が増加しつつある。焼却残渣は、セメントのほか、アスファルト、プラスチックなどによって固型化させるか、あるいは高温で焼結、熔融固化する方法がある。県内の施設では、おおむねセメントを用いて固型化しており、その施設の割合は全体の数%である。また、これらの大部分の施設では、集じん灰のみを固型化している。一般的に固型化処理は安定性や衛生面での向上に役立つなど、埋め立てする前の処理としては有効な方法とみられているが、重金属の溶出など環境汚染の面ではまだ疑問視されている。

このような状況にあることから、筆者らは、現在県内でコンクリート固型化処理を実施している施設の固

型化物等について、それらに含有されている重金属類の溶出状況をみるために、1年間、浸漬実験を行った。その結果、若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2・1 対象施設の概要と固型化の状況

実験の対象とした施設は、コンクリート固型化している3施設(A, B, C)である。これらの施設の概要および固型化の状況などは、それぞれ表1および2

表1 施設の概要

施設概要	A	B	C
規模 (t/日)	300	80	130
処理方式	全連続燃焼式	半連続燃焼式	全連続燃焼式
排ガスの処理	ストーク炉 ボイラ 電気集じん装置 乾式粉塵浄装置 (生石灰) 誘引送風機	流動床炉 ガス冷却室 電気集じん装置 誘引送風機 煙突	ストーク炉 水噴射装置 反応塔(半乾式) 集じん装置 脱硝反応塔 誘引送風機 煙突

表2 試料および固型化の状況

施設	A	B	C
試料	電気集じん灰	電気集じん灰	焼却灰+反応集じん灰
固型化装置	混練造塊機	皿形造粒機	フリット成形機
セメント割合	セメント約27%	セメント12%	セメント15%
形状	無定型 (図1写真参照)	大小のビー玉型 (図1写真参照)	豆炭型 (図1写真参照)

に示した。なお、これらの施設のほか、集じん灰を加湿処理している施設(D)も参考として実験した。このD施設は全連続燃焼式で、180t/日の焼却規模がある。排ガスは洗煙シャワーを通った後マルチサイクロンと電気集じん器で集じんされている。これら集じんされた灰はともに単に水を加えただけの処理であるがセメントの成分が多いためか無定型の固まりとなっている。次に、これらの試料の形状は図1の写真に示した。

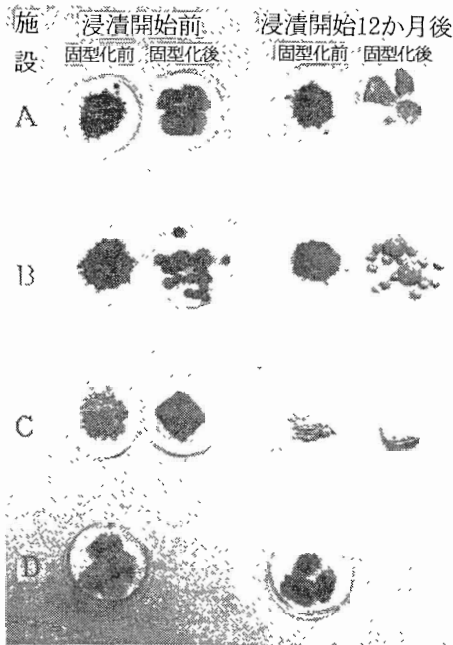


図1 試料の形状

試料A~Dのうち、コンクリート固型化したA~Cの3試料はともに硬いが、D施設の試料は軟らかく、指で摘んでやや力を加えると容易に崩れる。

また、固型化した3試料の浸漬実験開始までの養生

期間は、それぞれ4か月、1か月、4か月である。なお、D試料は1年4か月前に採取した後、ビニール袋に保管してあったものである。

2・2 浸漬実験方法

コンクリート固型化前の試料は、均質になるように混合し、また、固型化した試料については粉碎せず有姿のまま、1試料につき60~90gをそれぞれ9個広口ポリビン(1リットル)に計り取り、これに採取量の10倍量の溶媒(蒸留水)を加えて軽く振り、実験室内に静置した。浸漬開始から1時間、6時間、1日、7日、14日、1か月、3か月、6か月、12か月間経過した後、各試料をそれぞれ1μmのGFPでろ過して検液とした。

2・3 分析方法

ろ過後の浸漬液は工場排水試験方法(JIS K 0102)により、固型化前後の固体試料は底質調査方法¹⁾に準じてCd、Pb等8種類の重金属を分析した。

3 結果および考察

3・1 浸漬実験後の固型化物の形状について

各固型化物の浸漬開始3か月後の形状を観察したところA施設の固型化物は既に形が崩れて元の姿を留めていなかった。また、B施設の固型化物は完全な形でそのままに保たれていたが、その表面に白い結晶が付着していた。この結晶を回収してX線回折装置並びに蛍光X線分析装置で分析した結果、カルシウムが主成分であることは確認できたが、どのような化合物かは特定できなかった。次に、C施設の固型化物はB施設の場合と同様、何の変化も認められなかった。

また、D施設の加湿処理してできた固形物は、やや崩壊しかけていたが、形はA施設の場合よりはるかに明確であった。なお、この固形物の表面にB施設のものと同様の透明な結晶がみられたため、この結晶をBの場合と同様にX線回折装置等で調べたところ、硫酸カルシウム(CaSO₄・2H₂O)であることがわかった。

次に、浸漬開始1年後の形状を図1の写真に示す。A~Cの3施設の固型化物のうち、A施設の固型化物のみ崩壊したが、他の2施設のものにはほとんど変化がみられなかった。

なお、浸漬1年後のA施設の固型化物の写真では変化がないように見えるが、これは、ろ過後の残渣物が乾燥し、固まったものである。

表3 A施設の試料の分析結果

元 素	摘 要	1 1h	2 6h	3 1日	4 7日	5 14日	6 1ヶ月	7 3ヶ月	8 6ヶ月	9 12ヶ月	含有量 mg/kg	溶出量* mg/l
浸漬液 pH	固化前	6.6	6.5	6.7	6.8	6.6	9.6	10.3	10.3	10.3		7.1
	後	10.0	10.1	10.7	11.4	11.6	11.7	11.9	11.9	12.2		
Cd	固化前 溶出率 %	6.1 24.4	8.7 34.8	9.9 39.6	8.7 34.8	5.2 20.8	0.3 1.2	0 0	0 0	0 0	250	0.013 0.05
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	150	
Pb	固化前 溶出率 %	7.9 1.00	14 1.77	13 1.64	3.7 0.47	4.1 0.52	0 0	0 0	0 0	0 0	7,900	1.3 0.20
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2.9 0.45	0.22 0.03	0.62 0.10	6,400	
Zn	固化前 溶出率 %	34 1.62	44 2.10	46 2.19	25 1.19	23 1.10	0.06 0.00	0.42 0.02	0.46 0.02	0.74 0.04	21,000	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.22 0.01	1.7 0.11	0.67 0.04	1.9 0.12	16,000	
Cu	固化前 溶出率 %	0.48 0.28	0.79 0.46	0.31 0.18	0.13 0.08	0.04 0.02	0 0	0 0	0 0	0 0	1,700	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,300	
Fe	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	18,000	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15,000	
Mn	固化前 溶出率 %	0.09 0.06	0.12 0.08	0.12 0.08	0.10 0.07	0.07 0.05	0 0	0 0	0 0	0 0	1,500	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,600	
Ni	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	65	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	65	
Cr	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	500	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.24 0.69	0.41 1.17	0.35 1.00	0.47 1.34	350	

注) 測定値の単位: mg/l、測定値の○は定量限界値(表7)以下を示す。

*: 環境庁告示13号による溶出試験

表4 B施設の試料の分析結果

元 素	摘 要	1 1h	2 6h	3 1日	4 7日	5 14日	6 1ヶ月	7 3ヶ月	8 6ヶ月	9 12ヶ月	含有量 mg/kg	溶出量* mg/l
浸漬液 pH	固化前	12.1	11.6	11.6	10.9	10.9	11.0	10.8	10.9	10.9		11.0
	” 後	10.0	10.4	10.5	10.9	11.0	11.2	11.1	11.1	11.6		
Cd	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	6.1	0
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.5	0
Pb	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,500	0
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	610	0
Zn	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.73 0.13	0.28 0.05	2.8 0.50	5,600	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.041 0.01	0.49 0.12	3.7 0.88	4,200	
Cu	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,700	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,700	
Fe	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	41,000	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.21 0.01	40,000	
Mn	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,600	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,600	
Ni	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	130	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	88	
Cr	固化前 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	480	
	固化後 溶出率 %	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	320	

注) 測定値の単位、測定値のOおよび*印はA施設のものと同じ。

表5 C施設の試料の分析結果

元 素	摘 要	1 1h	2 6h	3 1日	4 7日	5 14日	6 1ヶ月	7 3ヶ月	8 6ヶ月	9 12ヶ月	含有量 mg/kg	溶出量* mg/l
浸漬液 pH	固化前	—	12.0	—	10.8	—	10.6	10.3	10.2	10.7		12.2
	後	—	11.4	—	11.8	—	11.9	11.9	11.9	12.3		
Cd	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	0.5	0
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	0.5	0
Pb	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	2,000	0.24
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	1,800	0.12
Zn	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0.60 0.43	0.23 0.16	1.1 0.78	1,400	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0.10 0.09	0.39 0.35	0.92 0.84	1,100	
Cu	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	310	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	410	
Fe	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	9,900	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	21,000	
Mn	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	400	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	460	
Ni	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	26	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	51	
Cr	固化前 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	150	
	後 溶出率 %	—	0	—	0	—	0	0	0	0	190	

注) 測定値の単位、測定値のOおよび*印はA施設のものと同じ。

表6 D施設の試料の分析結果

元 素		1 1h	2 6h	3 1日	4 7日	5 14日	6 1ヶ月	7 3ヶ月	8 6ヶ月	9 12ヶ月	含有量 mg/kg	溶出量* mg/l
浸漬液	pH	6.5	6.4	6.4	6.7	6.5	6.5	6.1	6.1	6.1		6.6
Cd	mg/l	6.5	9.0	13	16	20	22	22	19	18	300	20
	溶出率 %	21.7	30.0	43.3	53.3	66.7	73.3	73.3	63.3	60.0		66.7
Pb	mg/l	8.3	17	20	12	5.6	3.1	1.9	0.22	0.31	7,300	4.6
	溶出率 %	1.1	2.3	2.7	1.6	0.77	0.42	0.26	0.03	0.04		0.63
Zn	mg/l	270	46	62	68	66	580	330	230	240	21,000	
	溶出率 %	12.9	2.19	2.95	3.24	3.14	27.6	15.7	11.0	11.4		
Cu	mg/l	0.13	0.18	0.22	0.18	0.26	0.39	0.39	0.41	0.30	2,200	
	溶出率 %	0.06	0.08	0.10	0.08	0.12	0.18	0.18	0.19	0.14		
Fe	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,700	
	溶出率 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mn	mg/l	0	0	0	0	0	0.08	0.81	1.3	1.6	170	
	溶出率 %	0	0	0	0	0	0.47	4.76	7.65	9.41		
Ni	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
	溶出率 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cr	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350	
	溶出率 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

注) 測定値の単位、測定値のOおよび*印はA施設のものと同じ。

3・2 浸漬液のpHについて

各試料の固型化前と固型化後の浸漬液のpH値を表3～6に示した。

固型化前の浸漬液の初期のpH値は6.5～12.1の範囲にあり、試料間に差がある。また、これらのpHは、時間の経過とともに上昇あるいは下降するなどの変化が認められる。A施設の試料では、浸漬当初のpH値は6のオーダーであったが、1か月経過した後は10に上昇した。BおよびC試料の場合、1週間後にはpH値が約12から11に下がって一定になった。

固型化物の場合のpH値は、3試料とも浸漬当初から10あるいは11以上あり、すべてアルカリ性を示した。これは、固型化前の試料を浸漬したときpHが低い値であるA試料の場合でも、固型化するとアルカリ性を示すことから、添加したセメントからCa等のアルカリ成分が容易に溶け出してくるためとみられる。なおこのことは、小林ら²⁾の下水汚泥のコンクリート固化物の浸漬実験においても、同様の結果が得られている。また、これら固型化物の浸漬液のpHは、いずれも日数の経過とともに徐々に上昇する傾向があった。

一方、D試料の浸漬液のpHは、3か月後から若干減少するものの、pH値が6のオーダーでほとんど変化を示さなかった。

3・3 浸漬液中の重金属濃度と経時変化

浸漬液中の8種類の重金属の分析結果をpHと同様表3～6に示した。

3・3・1 A施設

A施設の固型化前の試料から溶出した金属はCd, Pb, Zn, CuおよびMnの5種類である。これらの金属はZnを除きほぼ1か月間溶出したが、その後は全く検出されなかった。Znは1か月後も引き続き溶出したが、その値は極めて小さくなった。

一方、固型化物から溶け出した金属はPb, ZnおよびCrの3種類で、これらはすべて1～3か月後から溶出し始めており、浸漬初期では溶出防止効果が認められた。なお、Fe, Niは固型化前後のどの試料からも溶出しなかった。

固型化前の試料のうち、溶出濃度が最も高かった金属はZnで、14日目までは23～46mg/lの値を示した。次にPbとCdがこれより1桁低く、Cu, Mnは更に低い値であった。

溶出率が高かった金属はCdで、浸漬開始1時間後では約24%に、また、1日後では約40%の最大値に達し

た。濃度で最も高かったZnの溶出率は1～2%で低く、MnとCuはこれより1桁低い値であった。Cdの場合、浸漬初期のpHの低い時期に極めて溶出し易いことを顕著に示している。固型化前の試料で溶出したどの金属も、14日目までは目立った濃度の変化はみられないが、約1か月後からは大幅に低くなるかあるいは全く検出されなくなった。

固型化物で溶出濃度の全体的に高かった金属はCrで、このCrは1年後の値が最も高くなっている。溶出率でもCrが最も高かった。また、Pb, Zn, Crのどの金属も1か月から3か月に掛けて若干溶出率が増加しているほかは著しい変化はみられなかった。

3・3・2 BおよびC施設

A施設と同様に、表4のB施設について浸漬液中の溶出状況を見ると、Znが3か月後から低い値で溶け出し始めたのが目立ったほかは、Feが痕跡程度検出されたのみであった。なお、Znの溶出濃度は、固型化前の試料ばかりでなく固型化物も同様に日数の経過に伴って、著しく高くなっている。

次に、表5のC施設についても、B施設の場合と同様に、Znが3か月後から徐々に溶け出し始め、1年後の濃度が最も高くなっている。その他の金属は、すべて表7に示した定量限界値以下であった。

表7 定量限界値

元 素	mg/l
Cd*	0.005
Pb*	0.05
Zn*	0.01
Cu*	0.01
Fe	0.1
Mn	0.05
Ni	0.05
Cr**	0.1

(注) * 溶媒(MIBK)抽出
** 高温ハーナー使用

3・3・3 D施設

表6のD施設の試料では、A施設の固型化前の試料の場合と全く同種の金属(Cdなど5種類)が溶出した。これら5種類の金属は、A試料ではZnを除き1か月後から溶出しなくなったのに対して、D試料ではMnの浸漬初期を除いて1年間の実験期間中すべて溶出した。

これらの金属のうち、Znの濃度は最大値が580mg/l、最小値でも46mg/lと全般的に高かった。そのほか、Cd以下Pb、Cu、Mnの順に濃度は高いが、これはA施設の固型化前の浸漬開始後14日頃までの場合と一致している。ただ、Mnが3か月後からCuより高い値で溶け出しているといった違いがみられる。

また、溶出率では、CdとZnが目立って高い。特にCdは浸漬開始7日後からは約50%を越え、更に1～3か月後では約73%に達している。

次に、経時変化の顕著な金属はPbとMnである。Pbでは、時間の経過に伴い濃度の低下が著しい。これは吸着や共沈作用などによると考えられる。一方、Mnでは、浸漬開始3か月後からは溶出濃度が大幅に増加しているため、浸漬1年後も更に溶出が続くと同時に、溶出率も上昇することが予想される。

3・4 固型化前後の試料の重金属含有量について

各試料の重金属含有量の分析値を表3～6に示した。固型化前後の含有量を単純に比較してみると、A施設では、固型化前の試料が固型化後のものより濃度が高いか又は同じである重金属は、Mnを除いて7種類あり、B試料では8種類すべて、またC試料では逆に3種類と少なかった。これらの固型化前後の濃度差の大きいものはA施設のCd、B施設のCdおよびPb、さらにD施設のFeおよびNiなどである。これらの結果からは、コンクリート固型化することにより重金属類の含有率がどう変わるかは明確ではないが、セメントの添加によるためかやや固型化後の方が低くなる傾向がうかがえる。

3・5 重金属の溶出とpHの関係について

各施設の固型化前後の試料から溶出した金属について、その溶出状況とpHの関係について考察を試みた。

A施設の固型化前の試料では、浸漬開始後約半月間経過するまでは浸漬液のpH値が6.5～6.8であるが、一方、3か月経過した後はすべて10.3となり大きな開きがみられる。前にも触れたように、pH値6.5～6.8ではCdなど5種類の金属がそれぞれ特に大きな濃度変化もなく多量に溶出しているが、pH値10.3になってからは全く溶出しなくなっている。これは、pH値の約10付近が極めて溶出しにくい領域である^{3, 4)}ことを顕著に示している。

また、固型化物では、浸漬当初からpH値が10以上

あって溶出しにくい状況にある。しかし、浸漬3か月後にpH値が強いアルカリ性になって始めてPb、ZnおよびCrが溶出してくる。このような溶出状況は、固型化前の試料ばかりでなく固型化物についても浸漬液のpHの影響が極めて大きいことを示している。なお、この場合のCrはほとんどがCr⁶⁺であった。溶出液が強アルカリ性でCr⁶⁺が溶出するという報告⁴⁻⁶⁾は数多くみられる。

コンクリート固型化において、溶出防止が困難な重金属の一つとしては、Cr⁶⁺があげられている⁷⁾。有馬⁸⁾は、セメント系材料による固型化は、アルカリ領域で進行するため、3価クロムも6価に酸化される傾向にあると推定している。当実験の場合もこれに該当していると考えられる。しかし、C施設の固型化物の浸漬液の場合は、高いpHにもかかわらずCr (Cr⁶⁺)は検出されていない。この理由は明らかではないが、ただ、C施設の固型化物はA施設のものよりもセメント割合が少ないことや、浸漬開始1年後でも崩壊していないなどの違いがあることから、固型化対象試料の性状の違いのほか、固型化の方法の相違などが少なからず関係があると考えられる。

なお、このセメント割合に関しては、スラッジに対するセメントの混合量の多い固化体ほどセメントからのCaの溶出により、溶出液のpHが高い値を示す傾向がある。⁹⁾しかし、このことは固型化物の対象が異なっても同様であることから、重金属の溶出の面からもセメント混合比の検討が大切であると思われる。それと同時に、セメント中にもCrが含まれていることから、セメントからのCr⁶⁺の溶出についても考慮する必要があると思われる。

次に、BおよびC施設の場合は、固型化前の試料でも浸漬液のpHがすべて10以上のアルカリ性である。このためか、Znが少量溶出したほかは他の金属は全く検出されていない。

一方、D施設の場合は、浸漬実験期間中のpH値の平均が6.3±0.21と弱い酸性である。したがって、このpH領域でも溶出し易いCdなど5種類の重金属が溶け出しているものと思われる。CrはA試料と同程度含有しているが、全く溶出せず、浸漬液のpHの影響が顕著である。なお、この試料は、粉体の飛散防止効果はあるものの、加湿処理して固まったことによる重金属の溶出防止効果はほとんどないものと推定される。

最後に、環境庁告示13号による溶出試験方法¹⁰⁾で行ったCdとPbの結果も表3～6に付記した。この方

法によって得られた各溶出液のpH値と当浸漬実験による浸漬液のpH値がおおむね同じ値になる経過時期をみると、AあるいはD試料については、CdとPbがともに浸漬開始後14日～1か月になっている。一方、BおよびC試料では、浸漬開始後数時間で告示13号による溶出液のpH値に達するとみられる。

また、これらpH値を対比させたときの両方法による溶出液の重金属濃度のオーダーも類似していた。

なお、固型化前の試料について実施したCdおよびPbの告示13号による溶出試験値は、A～C試料ではCdおよびPbがともに埋立処分に係る判定基準値（Cd：0.3mg/l、Pb：3mg/l）を満たしていたが、D試料では両金属とも基準値を超えていた。また、当浸漬実験の場合も同様に、A（固型化前）、D両試料のCdおよびPbの溶出濃度は、浸漬開始直後からほぼ1か月間基準値を超えて溶出していた。

ま と め

都市ごみ焼却残渣のコンクリート固型化物等の浸漬実験を行い、重金属類の溶出性を検討した。その結果次のような知見を得た。

- 1 1年間の浸漬実験終了後は、3試料の固型化物のうち1試料は崩壊したが、他の2試料の形状にはほとんど変化は認められなかった。ただし、崩壊しなかった1試料の表面にCaが主成分の白い結晶がかなり付着しているのが認められた。
- 2 固型化前の試料における浸漬初期の液のpHは弱酸性～強アルカリ性であり、試料間に差がみられた。また、これらのpHは、時間の経過とともに上昇あるいは下降するなどの変化が認められた。
一方、固型化物の場合のpHは、いずれも浸漬当初からアルカリ性を示し、浸漬日数の経過に伴い徐々に上昇した。また、これらの浸漬液のpHは、約1か月間で強いアルカリ性になることがわかった。
- 3 固型化前の試料から、浸漬実験期間中CdやPb、Znなどが溶出したが、固型化物からは浸漬初期ではこれらの金属は全く溶出せず、固型化による溶出防止効果がうかがえた。しかし浸漬液が強いアルカリ性になってからはPd、ZnおよびCr⁶⁺が若干溶け出す検体がみられた。
- 4 固型化前後の重金属類の含有率の変化では、固型化することにより濃度が減少する傾向がみられた。
- 5 重金属類の溶出濃度とpHの関係では、固型化前

の試料ばかりでなくコンクリート固型化物についても浸漬液のpHの影響が極めて大きいということがわかった。

文 献

- 1) 環境庁水質保全局編・底質調査方法とその解説、日本環境測定分析協会（1975）
- 2) 小林進ら：金属を含む産業廃棄物の安定無害化（第3報）、埼玉県公害センター年報、〔13〕、116～124、1986。
- 3) 丹野幹雄ら：埼玉県内の都市ごみ焼却炉ダストの性状等に関する調査研究（第4報）酸・アルカリによる重金属の溶出について、埼玉県公害センター研究報告、〔14〕、124～129、1987。
- 4) 実近祐治ら：廃棄物中有害金属の溶出に及ぼすpHの影響、山口県衛生研究所業務報告、〔8〕、6～10、1986。
- 5) 貴田晶子ら：広島県における産業廃棄物の特性（第2報）、溶出特性、広島県環境センター研究報告、〔7〕、91、1985。
- 6) 大山征也ら：金属表面処理業汚泥のコンクリート固型化における処理剤の検討(1)、公害と対策、13、668～674、1977。
- 7) 猪狩叔将ら：中小企業における公害防止対策研究、有害汚泥の処理、産業公害、17、433～446、1981。
- 8) 有馬雄輔：固型化処理技術の現状、月刊廃棄物2、24～29、1976。
- 9) 小林治二：重金属スラッジの成型固化、公害、15、248～259、1980。
- 10) 「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（環境庁告示13号 昭和48年2月）