

一般都市ゴミ焼却灰のリサイクル化への基礎研究（その 1）

名城大学 理工学部 学 生 吉澤 英喜
同 上 正会員 飯坂 武男
同 上 正会員 杉山 秋博
同 上 学生員 小林 信之

1 はじめに

国民生活が豊かになり、便利になればなるほど増え続けているのがゴミで全国的に増加傾向になっている。また既存の焼却施設・最終処分場の処理・処分能力は限界に達しており、限られた国土の中では処理場の確保も難しい状況である。平成5年度の一般廃棄物の総排出量は、約5,030万トンで全ゴミ量の約20%が焼却灰であり、そのほとんどが埋立により最終処分されているのが現状である。

地球環境問題が深刻化している現在、有限希少な資源を有効に利用しない限り、快適な生活水準と経済活動を長期的に維持することが困難になりつつあり、省資源と資源の再利用を折り込んだ経済社会への転換が必要となっている。

本研究では、このような問題を抱えている一般都市ゴミ焼却灰に着目し、コンクリート用骨材として再利用する為に、焼却灰の化学的、物理的性質（成分、重金属等）を測定し、焼却灰のリサイクル化を検討した。

2 実験概要

2-1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（比重=3.16）である。セメント水和促進剤は、A社が開発した新製品で、重金属の溶出減少を目的としセメントの水和反応を促進させる成分を添加した水溶性の液体である。

焼却灰は、焼却炉の炉底から排出される焼却残留物（ボトムアッシュ）を使用した。また焼却灰の比重試験、吸水率試験（JIS A 1110）を行った結果、比重は1.92、吸水率は24.9%であった。

2-2 セメント固化の鉛溶出試験方法

ゴミ焼却灰を使用する際に、問題となるのが焼却灰中の重金属等による環境汚染の汚染である。そこで溶出試験は名古屋市工業研究所と共同で、環境庁告示第13号（改正22,65号及び2,3号を含む）に基づき重金属類の中から鉛の溶出に関する試験を実施した。分析機器は原子吸光光度計で測定し、測定結果は計算により求めた。セメント水和促進剤を用いて処理した鉛の溶出試験配合を表-1に示す。

3 実験結果及び考察

3-1 焼却灰の化学分析結果

本実験で使用した焼却灰の化学組成分析結果は表-2の通りである。焼却灰の組成は採取都市によって若干異なるが、SiO₂、Al₂O₃、CaOを主成分とし、数%程度のFe₂O₃、MgO、Cl等を含んでいる。また大気汚染対策として焼却場で焼却灰にあらかじめ消石灰吹込みによる、脱塩化水素を実施しているためCaOを多く含有している。

3-2 焼却灰のふるい分け試験結果（JIS A 1102）

骨材のふるい分け試験の目的に合う1組のふるいを用い、試験を行った結果を粒度曲線図-1に示す。今回使用した焼却灰は焼却炉の炉底にたまった灰（ボトムアッシュ）で、飛灰（フライアッシュ）

表-1 鉛溶出試験配合表

試料番号	単 位 量 (kg/m ³)			促進剤添加量	
	焼却灰	セメント	水		(%)
No. 0	1334	229	400	0.0	0.0
No. 1 ～ No. 11	1432	246	338	20.5	8.3
No. 12	1445	248	258	103.0	41.5

表-2 化学分析結果

焼却灰	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	Cl (%)	比重	吸水率 (%)
	39.47	14.62	21.72	5.88	2.04	0.55	1.92	24.9

より粒度が大きく、粒度曲線においても、細骨材の標準値以内に入っている程度である。粒径0.3～2.5mmが大部分を占めている焼却灰は、細骨材として利用することができるのではないと思われる。また粗粒率は、3.08%であった。

3-3 セメント固化の鉛溶出試験結果

焼却灰を使用するにあたって、特に問題となる重金属について実験を行った。そこで指定有害物質の1つである鉛について溶出試験を実施した。試料となる焼却灰は、バラツキ等を考慮して別々の日に採取し、焼却灰中の鉛溶出試験を行った。その結果、17～23mg/ℓであったため、焼却灰の危険性があるのでこれらを考慮し、セメント固化を行った。セメント固化の鉛溶出試験結果を図-2に示す。この溶出試験結果よりセメント固化のみの試料番号No. 0の値が0.04mg/ℓとなり、固化による溶出減少の効果が現れている。そして同一配合であるNo. 1～No. 11では、溶出量が0.02～0.05mg/ℓ程度の範囲内で試料によるバラツキが多少あるが、若干の鉛溶出が認められた。その為、水質汚染の危険性が存在している。従って、鉛の溶出量を大幅に抑えるためにセメント促進剤の添加率を増加した結果、試料番号No. 12の溶出量は0.01mg/ℓ未満となり、鉛の溶出を抑えることができた。

この結果から促進剤の添加量によりモルタルの凝結が速まり、鉛の水質汚染の危険性は減少すると思われる。この理由としては、焼却灰のセメントによる固化には焼却灰中の重金属が、セメント中の珪酸カルシウムなどの組成鉱物が水と結合し、水和物結晶を生じて硬化する過程において、有害物質の吸着や固溶化を伴い、セメントの強いアルカリ性によって有害物質の難溶性化合物を生成して固体中に沈着、固定する。更に重金属の溶出減少を目的として開発された促進剤を添加しセメント固化させることにより、重金属の溶出を抑えることができると考えられる。また促進剤の添加量は経済性、溶出等から添加率10%が適当と思われる。そして、カドミウムやアンチモン等の指定重金属についても同様に試験を行い、水質汚染などへの許容限度を大幅にクリアできる結果が得られた。その結果を表-3に示す。

4 結論

都市ゴミ焼却灰のリサイクルとして種々の文献¹⁾を調べ焼却灰のセメント固化に関わる実験を試みた結果、焼却灰中の有害物質である重金属は、化学的成分や焼却灰の物性値のバラツキ等を考慮して、適応な配合と促進剤の添加によってセメント固化により抑えることができる。以上のことから骨材の枯渇防止、資源のリサイクル化から、焼却灰の成分を十分に把握することにより、骨材としての再利用が可能である。

<参考文献>

1) 平山直道、他：焼却灰・ばいじんの高度処理技術、(株)NTS

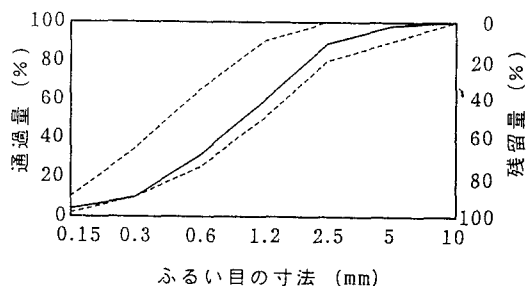


図-1 粒度曲線

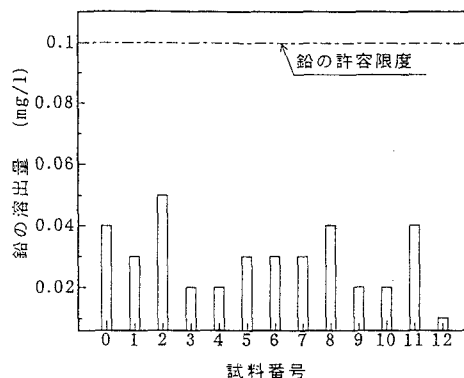


図-2 セメント固化の鉛溶出試験結果

表-3 セメント固化の分析結果

単位: mg/ℓ		
	計量の対象	結果
1	アルキル水銀化合物	<0.0005
2	水銀またはその化合物	<0.0005
3	カドミウム又はその化合物	<0.005
4	鉛又はその化合物	<0.01
5	有機燐化合物	<0.1
6	六価クロム化合物	<0.04
7	ヒ素又はその化合物	<0.005
8	シアン	<0.01
9	PCB	<0.0005
10	銅又はその化合物	0.05
11	亜鉛又はその化合物	0.02
12	弗化物	0.4
13	トリクロロエチレン	<0.005
14	テトラクロロエチレン	<0.002