

焼却灰の粒径別元素含有量および溶出特性について

九州大学工学部 学生会員 ○津留 真哉 Anel Roberts
 九州大学大学院 正会員 崎田 省吾 島岡 隆行
 栗田工業株式会社 内田 敏仁

1. はじめに

21世紀に入り、持続的発展可能な社会の実現が人類の大きなテーマになっており、循環型社会の構築が求められている。特に、焼却残渣の有効利用については、最終処分量の削減による既存の最終処分場の延命化など多くの利点があるため、早急に取り組まなければならない課題である。焼却残渣の有効利用の具体例として、セメント原料化が挙げられるが、高濃度の含有塩素(Cl)が有効利用の妨げになっている。日本工業規格によれば、セメント中の塩素含有量は0.02%以下と規定されているが¹⁾、一般に焼却灰には1%程度、飛灰にはその10倍程度の高濃度の塩素が含有されている。現在、塩素を除去するために、多量の水を用いて焼却残渣を洗浄している例があるが、洗浄水の処理など問題点もあることから、より効果的な方法が求められている。

本研究では、焼却残渣のセメント原料化の際の塩素の除去方法の開発を目的として、分級した焼却灰の塩素を中心とした各元素の含有量および溶出特性について検討した。

2. 実験方法

5mm以下の焼却灰を0.074mm, 0.125mm, 0.25mm, 0.5mm, 1mm, 2mmふるいを用いて分級した後、粒径毎に含有量試験および環境庁告示第13号法溶出試験を行い、各元素(Cl, Na, K, Ca, Fe, Pb)の単位質量当りの含有量および溶出量を求めた。

3. 結果および考察

実験に使用した焼却灰試料の各粒径の質量の割合を図-1に、各粒径毎のCl含有量、およびCl溶出量を図-2に示す。図-2より、粒径の小さな焼却灰ほど高濃度のClが含有していた。粒径2-5mmのCl含有量は約5g/kg(0.5%)であるのに対して、粒径0.074mm以下では約30g/kg(3%)と6倍も高い濃度のClを含有していた。

溶出量も含有量と同様の傾向を示し、粒径の小さな焼却灰ほど溶出量は多かった。図-3に、各粒径におけるClの溶出率(=溶出量/含有量)×100)を示す。溶出率は、含有量および溶出量と異なり、粒径の大小による差異は認められず、全ての粒径において70~90%程度であった。つまり、焼却灰に含有するClに対して、溶解性のClは、粒径によらずほぼ一定の割合であることが示唆された。

図-4は、焼却灰の各粒径の質量割合(図-1参照)とCl含有量(図-2参照)から、各粒径の試料全体に対する質量とCl含有量の構成割合を示したものである。粒径0.25mm以下の焼却灰は、全質量の約35%を占めているが、Clは全含有量の約55%を含有していた。つまり、高濃度にClを含有する小さい粒径の焼却灰を分級によって、物理的に除去することにより、セメント原料としての焼却灰中のCl含有量を減少させることができることが示唆された。しかし、セメントの主成分であるCaおよびAlも、Clと同様に粒径が小さいほど高濃度に含有されている²⁾ことから、分級によりClを除去する際には検討が必要である。

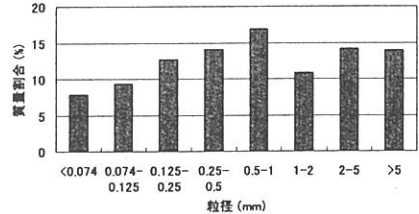


図-1 各粒径の質量割合

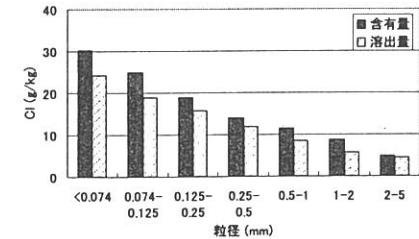


図-2 各粒径のCl含有量および溶出量

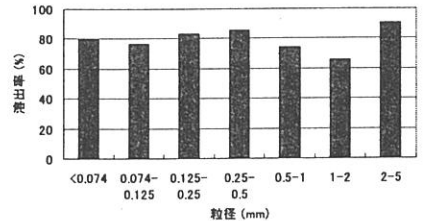


図-3 各粒径のCl溶出率

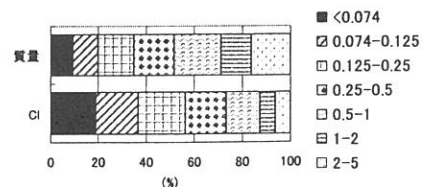


図-4 各粒径の質量とCl含有量の構成割合

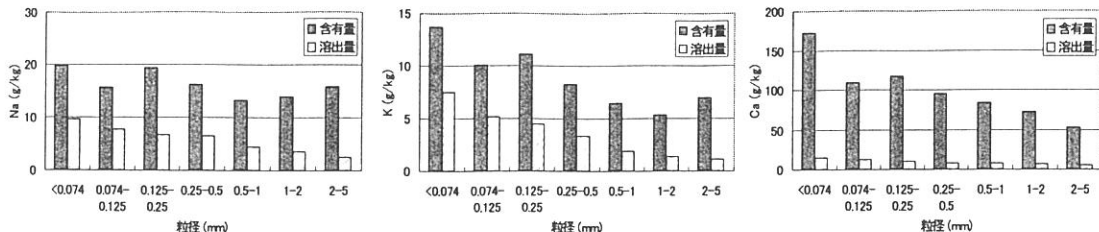


図-5 各粒径のNa,K,Caの含有量および溶出量

次に、Cl以外の元素の含有量および溶出量について述べる。図-5は、各粒径のNa,K,Caの含有量および溶出量である。Naの含有量ははっきりした傾向は認められないものの、粒径の小さな焼却灰ほど含有量は大きい。一方、Kは粒径0.074mm以下の含有量が粒径2-5mmの含有量のおよそ2倍、Caはおよそ3倍というように、粒径によって大きな差が見られた。溶出量もNa,K,Caともに粒径の小さな焼却灰ほど大きいという結果になったが、図-6から分かるように、溶出率はNaとKでは粒径の小さな焼却灰ほど溶出率が高くなることが示された。このことから、粒径によって化合形態が異なることが考えられる。また、CaはNaおよびKに比べて含有量に対する溶出率が極端に小さいことが分かる。以上より、Caは難溶解性の化合物として多く含有されていることが示唆される。

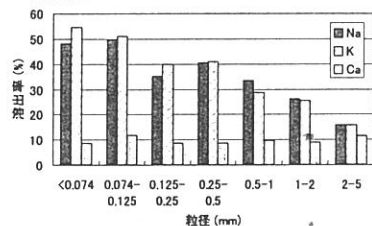


図-6 各粒径のNa,K,Ca 溶出率

図-7は、Feの各粒径の含有量である。Feは粒径の大きな焼却灰ほど含有量および溶出量は大きい。一般に、廃棄物は焼却炉内での燃焼によって細粒化するが、Feは融点(1,535℃)が高いために焼却炉内でも固体のまま存在し、細粒化することなく焼却炉から排出されると考えられ、結果的に粒径の大きな焼却灰にFeが多く含有されているのではないかと推測される。Feの溶出量は検出限界以下であるため、粒径と溶出量の関係をつかむことはできなかった。

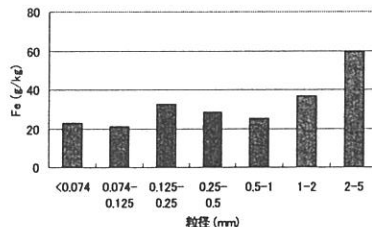


図-7 各粒径のFe含有量

図-8はPbの各粒径ごとの含有量を示している。Pbは0.125-1mmの焼却灰に高濃度に含有していた。含有量が小さいこともあり、焼却灰中の特定の粒子による影響を受けている可能性が考えられる。

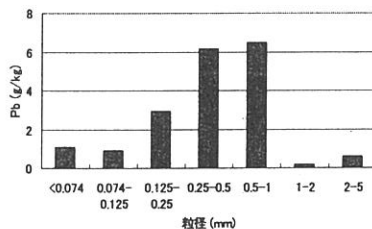


図-8 各粒径のPb含有量

4. まとめ

焼却灰の各粒径の単位質量当りの含有量および溶出量を検討した結果、以下のことが示唆された。

- 1) 含有量については、粒径が小さいほど含有量が多い元素(Cl,Na,K,Ca)、粒径の大きいほど含有量が多い元素(Fe)、含有量が必ずしも粒径によらない元素(Pb)の3つに大別できる。
- 2) 溶出特性については、粒径によらず溶出率が一定である元素(Cl)、粒径が小さいほど溶出率が高い元素(Na,K,Ca)の2つに大別できる。

今後の課題として、再現性の問題がある。焼却灰の性状は、搬入されるごみの組成、燃焼方式によって大きく異なることから、一般的な性状を明らかにするためには、より多くの試料を用いて検討する必要がある。また、各元素の化合形態についても解明していく必要がある。

【参考文献】

- 1) JIS R 5210 ポルトランドセメント
- 2) 貴田晶子, 野馬幸生: 焼却灰の物理組成と粒径別金属元素濃度, 第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.431-433, 1997