

メカノケミカル法による塩化鉛の不溶化メカニズム解明 及び長期安定性に関する基礎研究

所属： 山口大学 創成科学研究科 循環環境工学分野

助成対象者：新苗 正和

概要

都市ゴミ焼却灰を適正処分するための最終処分場が不足しており、今後も新たな処分場の確保が困難である。特に、都市ゴミ焼却灰中に存在する易溶解性の塩化鉛の溶出が都市ゴミ焼却灰の適正処分及び有効利用を促進する上で大きな課題である。そこで、粉碎過程で発生する機械的エネルギーによって粉体のエネルギー状態を活性化させ、化学的に固相反応を促進するメカノケミカル反応を適用して [1-3]、都市ゴミ焼却灰中の塩化鉛を長期安定的に不溶化し、その適正処分及び有効利用性を拡大することを目的として検討を行った。

abstract

There is a shortage of final disposal sites for proper disposal of municipal waste incineration ash, and it will be difficult to secure new disposal sites in the future. In particular, elution of easily soluble lead chloride present in municipal waste incineration ash is a major issue in promoting proper disposal and effective utilization of municipal waste incineration ash. Therefore, application of a mechanochemical reaction that activates the energy state of the powder by the mechanical energy generated in the crushing process chemically promotes the solid phase reaction and

lead chloride in the municipal waste incineration ash is stable for a long period of time. The study was conducted for the purpose of insolubilizing lead chloride and expanding its proper disposal and effective utilization.

研究内容

1. 背景

最終処分場の確保が困難なわが国では、都市ゴミ焼却灰の再資源化が必要不可欠である。これらは、セメント原料などとして有効利用することが可能である一方で、高濃度のフッ素や鉛などの重金属類が含まれることから、それらが雨水や地下水などによって溶出してしまう危険性がある。特に、都市ゴミ焼却灰中に存在する易溶解性の塩化鉛の溶出が都市ゴミ焼却灰の適正処分及び有効利用を促進する上で大きな課題である。そのため、都市ゴミ焼却灰を適正処分及びセメント原料等として有効利用するために、塩化鉛を安定的に不溶化することが求められている。

2. 目的及び方法

本研究は、焼却灰等の固体が、粉碎等の機械的エネルギーの作用を受けると、作用表面や内部に転移や格子欠陥あるいは結晶構造変化が起こり、結果として機械的活性が発現する。機械的活性を誘起することで出現する固相間の付加・置換反応、固相合成、同形異質物質への変化及び粉碎により新たに生じる活性表面への重金属類の強い収着及び粒子相互の凝集による重金属類の内包化等のメカノケミカル反応を利用することで、焼却灰やフライアッシュ等に含まれる重金属類の不溶化を実現することを目的としている。

3. 実験方法

メカノケミカル反応は、遊星ミルを使用して乾式で誘起させる。遊星ミルは、回転方向が反対の公転と自転の2種類の回転運動を同時に与えることで強力な粉碎能力を発現し、メカノケミカル反応が促進される。メカノケミカル反応を誘起するのに最も効率的な粉碎機である。粉碎した試料を溶出試験に供し、溶出後に遠心分離、ろ過を行い、ろ過後液中の鉛濃度を原子吸光分光光度計で測定した。また、粉碎前後の試料を粉末X線回折装置(XRD)及びX線光電子分光装置(XPS)による分析を行った。

4. 実験結果

図1に、酸化カルシウム(CaO)、水酸化カルシウム(Ca(OH)_2)及び炭酸カルシウム(CaCO_3)を不溶化材とした場合の塩化鉛(PbCl_2)からの鉛の溶出量と粉砕時間の関係を示す。図1から分かるように、酸化カルシウム(CaO)を不溶化材とした場合は、粉砕時間の増加とともに鉛の溶出濃度は減少してはいるが、溶出濃度としては十分に低下していない。それに対して、水酸化カルシウム及び炭酸カルシウムを不溶化材とした場合は、未粉砕の場合と比較して顕著に鉛の溶出を抑えられることが分かった。また、30分程度の粉砕で、溶出量を大きく低減でき、短時間の粉砕で不溶化効果が得られるものと考えられる。最も不溶化効果を示したのは、水酸化カルシウムであることが分かった。

図2に、水酸化カルシウムを不溶化材とした場合の未粉砕試料と2時間粉砕した試料のXRD測定結果を示す。粉砕後の試料には PbCl_2 よりも水に難溶な一酸化鉛(PbO)、二酸化鉛(PbO_2)、水酸化鉛(Pb(OH)_2)及び四酸化三鉛(Pb_3O_4)のピークが表れていることから、メカノケミカル効果によって鉛が易溶解性の塩化鉛から難溶性な物質に変化し、不溶化できた可能性もあるが、塩化鉛のピークが小さくはなっているものの、まだピークが観察されることから、それだけが要因ではないと考えられる。また、XPS測定を行った結果、一酸化鉛が塩化鉛粒子の表面に生成し、塩化鉛粒子表面を覆った状態で存在する可能性が示唆された。

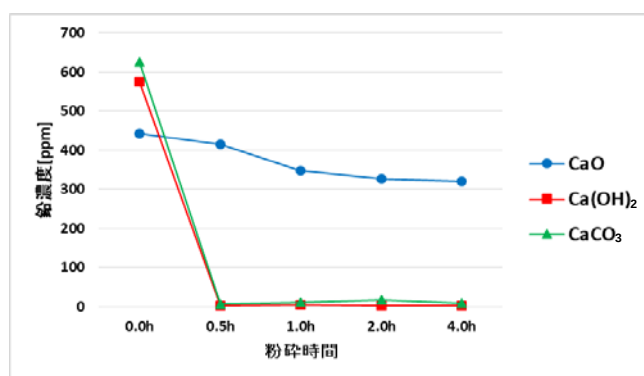


図1 鉛溶出濃度と粉砕時間の関係

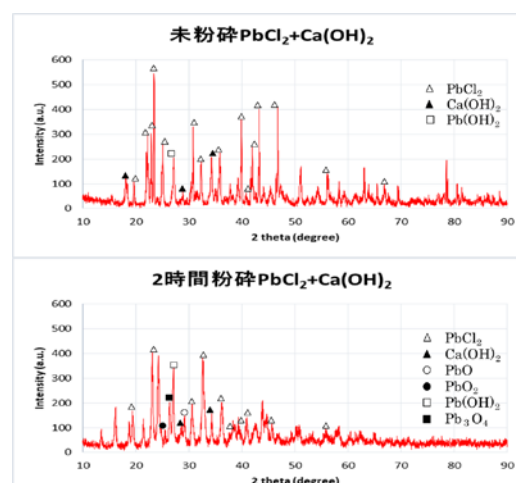


図2 水酸化カルシウムを使用した場合のXRDパターン

次に、酸化カルシウム、炭酸カルシウム及び水酸化カルシウムを使用し、塩化鉛及び二酸化ケイ素 (SiO_2) と種々の配合割合で調整した試料を遊星ミルにより粉砕し、メカノケミカル反応によりポゾラン反応を促進できる前駆体であるケイ酸カルシウム (CaSiO_3) を生成させ、さらに粉砕物に水分を添加してポゾラン反応を一挙に進行させることで、塩化鉛の不溶化効果のさらなる向上が期待できる。メカノケミカル反応によるポゾラン反応促進による不溶化効果を水硬試験及び水硬体の溶出試験を未粉砕試料との比較から明確にすることを目的として検討を行った。その結果、炭酸カルシウム及び水酸化カルシウムでは、ポゾラン反応を利用しなくても高い不溶化効果を示していたため鉛の溶出性に顕著な差異は確認できなかったが、酸化カルシウムを使用した場合には、鉛の溶出性を顕著に低下できることが分かった。これは、メカノケミカル反応の効果に加えてポゾラン反応の進行により、不溶化効果がさらに付与されたためと考えられる。

引用文献

1. CaO を用いた飛灰のメカノケミカル処理およびセメント化による重金属類溶出抑制効果：野村祐吾、岡田太郎、中井智司、細見正明、化学工学論文集、Vol.32(2)、pp.196-199(2009)
2. 無機材料のメカノケミストリーと素材プロセッシング：斎藤文良、Journal of MMIJ、Vol.111、pp.515-522(1995)
3. メカノケミストリー：斎藤文良、粉砕技術とエコ・リサイクル、(社) 日本粉体工業技術協会編、(有) エヌジーティー、pp.52-56(2010)

本助成に関わる成果物

該当なし