

焼成処理した固化材料の重金属に対する溶出特性

九州大学大学院 学○田中 洋平 フォロ- 落合 英俊
九州大学大学院 正 安福 規之 正 大嶺 聖

1.はじめに

近年、廃棄物問題は深刻化を増しておりその解決は急務である。今回着目した廃棄物は都市ゴミ焼却灰および浚渫粘土である。都市ゴミ焼却灰は重金属の含有また溶出といった問題が懸念されるが、有害物質の溶出を抑えることにより地盤材料としての利用が期待できる。浚渫粘土は高含水比のため取り扱いが困難であるが、粘土鉱物による重金属の吸着といった利点を有している。また同時に、良質の天然材料の枯渇といった問題も抱えているため、その代替材の開発も急務である。現段階における廃棄物の有効利用技術として研究がなされているものは、セメント固化処理や薬物添加、熔融処理や焼成である。そこで本研究では、着目廃棄物の両者を混合することによる欠点の補完を行い、粒状固化を目的として焼成処理を施した試料の溶出特性の把握を行う。また、過去の研究におけるセメント固化処理した場合の溶出特性との比較を行い、化学的な立場から、粘土混合の有無および焼成処理の有効性を検討する。

2.実験概要

本報告で用いた試料は溶出特性把握の容易なモデル汚染土、浚渫粘土を想定した有明粘土である。モデル汚染土の作製は、鉛 Pb・カドミウム Cd の2種類の重金属を豊浦砂に添加し、それを一昼夜放置して行った。(汚染土 100g に 1L の水を加えると最大溶出濃度 10ppm になるように汚染)。その後、原試料に有明粘土 (w_L :105.2%, I_p :57.8, w :172%) を混合し、焼成処理を行った。実施した実験は、溶出特性の把握のためのバッチ試験で、ICP 質量分析法を用いて測定した。実験は、環境庁告示第 46 号(粉状破碎状態での溶出試験)に準拠している。表-1 に実験条件を示す。今回用いた重金属の溶出挙動は pH 依存性が見られる。その結果を図-1 に示す。Pb は強酸、強アルカリでの溶出が見られ、Cd は強酸側で多量に溶出するが、アルカリ側では逆に溶出しなくなる特性を持つ。

表-1 実験条件

粘土混合率(%)	0 10 30
焼成温度(°C)	110 250 500 750 1000
焼成時間(h)	1
測定重金属	Pb Cd

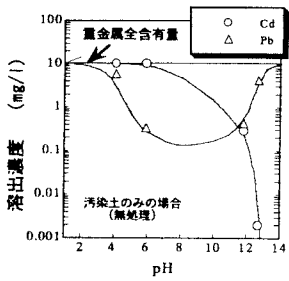


図-1 重金属別の溶出濃度と pH の関係

3.実験結果および考察

3.1 セメント固化処理した汚染土の溶出特性

まず比較のため同条件のものをセメント固化処理した¹⁾。図-2 および図-3 は試料にセメント添加した時の Pb, Cd の溶出挙動である。まず Pb はセメント添加により溶出濃度は急激に減少しているがセメント添加率の上昇に伴い溶出濃度が上昇傾向にある。また粘土を混合することで溶出を低減させることが出来る。Cd に関してはセメント添加による溶出抑制効果は明らかである。しかしセメント自身から 6 価クロムの溶出と言った問題が懸念されるため環境に配慮した場合にセメント添加は控えることが望ましい。

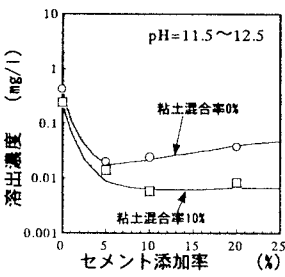


図-2 Pb の溶出濃度とセメント添加率の関係

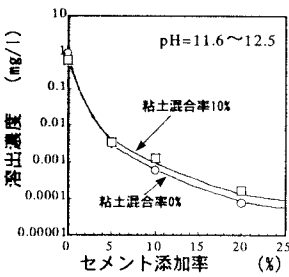


図-3 Cd の溶出濃度とセメント添加率の関係

3.2 焼成処理した汚染土の溶出特性

焼成処理した試料の溶出試験結果について述べる。図-4および図-5はそれぞれPbおよびCdの溶出試験の結果を示したものである。まずPbについては、汚染土のみに焼成処理を施したのを見ると、焼成温度を増加させても、高い溶出量のままだが、粘土を混合後に焼成処理を施すと、まず110℃において約1/2程度溶出抑制がなされており、その後、焼成温度を増加させると、急激に溶出量が減少している。また同条件の試料をセメント固化したものと比較すると、セメント添加率を増加させても効果が薄いのにに対し、焼成処理は約700℃ほどの処理でその抑制効果を上回っている。図-5のCdの結果で示されるように、汚染土のみを焼成処理した場合、温度上昇による溶出濃度の低下が見られ、焼成温度500℃で1オーダー程度の抑制効果が見られる。また、粘土を混合した試料に焼成処理を施すと、汚染土のみの結果と比較した場合110℃では1オーダー程度低い溶出量であるのに対し1000℃では2オーダー低い溶出量となっている。また同条件の試料をセメント固化処理したものと比較すると、溶出量は若干多いが、焼成の効果は十分あると言える。図-6および図-7はそれぞれの溶出濃度を110℃における溶出濃度で正規化した図である。Pbについては、3種類全て右下がりの図となり焼成処理することによる効果は現れている。さらに粘土混合後、焼成処理を施した試料の溶出量は大幅に減少しており、これは粘土混合後、焼成処理することの有効性を示している。Cdについても同様、全条件で減少傾向を示しているが、それぞれの減少の比率からすると粘土混合の有無の影響は小さい。図-8および図-9は焼成温度の違いによる、溶出濃度と粘土混合率の関係である。図-8よりPbは汚染土のみの焼成処理はほとんど効果が見られないのに対し粘土混合後の試料に対する焼成処理は有効であることが分かる。図-9より、Cdに対しても同様の効果が見られることがわかる。両重金属に対する粘土混合率の影響については、混合率の上昇に伴う抑制効果はほとんど変わらないため、粘土混合は10%程度の少量でも効果を発揮することが分かる。

4.まとめ

粘土混合後、焼成処理を施すことにより、金属溶出抑制効果は大きく改善される。Pbに関しては焼成温度500℃以上でセメント固化処理よりも優れた効果が期待できる。Cdに関しても粘土混合後、焼成処理は有効であることが明らかになった。このように、都市ゴミ焼却灰に粘土を混合し焼成処理することの有効性が示された。

参考文献：1)田中ら:固化処理した汚染土の溶出特性に及ぼすセメント添加率および粘土混合率の影響。Ⅲ-B326。土木学会。第56回学術講演会。2001

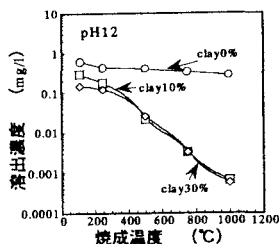


図-4 Pbの溶出濃度と焼成温度の関係

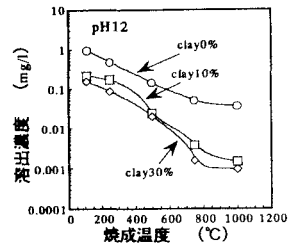


図-5 Cdの溶出濃度と焼成温度の関係

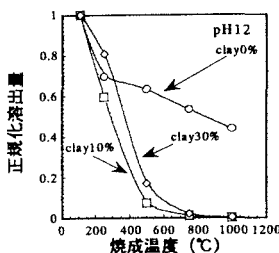


図-6 Pbの正規化図

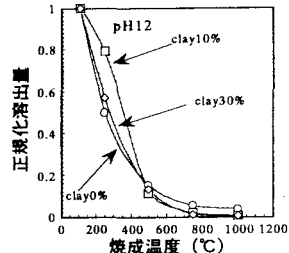


図-7 Cdの正規化図

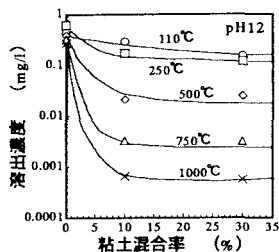


図-8 Pbの溶出濃度と粘土混合率の関係

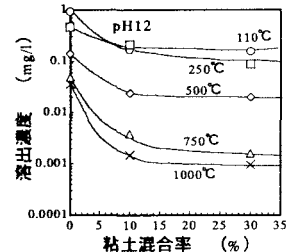


図-9 Cdの溶出濃度と粘土混合率の関係