

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と粘土混合率の影響

九州大学大学院 学 ○田中 洋平 フェロー 落合 英俊
同上 正 安福 規之 正 大嶺 聖

1.はじめに

都市ゴミ焼却灰は現在そのほとんどが最終処分場へ埋め立て処分されており、処分場の残余年数を減少させている。新たな処分場の確保も困難な状態に置かれており、都市ゴミ焼却灰の地盤工学的有効利用が強く求められている¹⁾。しかしながら、都市ゴミ焼却灰に含まれる重金属の溶出等の問題によりその利用率は未だ低く何らかの解決策が求められている。本研究では、一つの方法として都市ゴミ焼却灰に建設発生汚泥や浚渫粘土などの粘性土を混合し、セメント固化処理することにより、透水性の低い高強度な試料を作製し都市ゴミ焼却灰からの有害物溶出濃度の軽減を図ることを考える。そのため溶出特性の把握が容易なモデル汚染土を用い、セメント処理の有無や粘土含有率の影響を検討することにより、地盤材料としての有効性を示す。

2.実験概要

モデル汚染土の作製は、溶出量の違いを考慮して鉛 Pb・カドミウム Cd の 2 種類の重金属を豊浦砂に添加した場合と、クロム Cr (全クロム) を単独で豊浦砂に添加した場合について、それぞれ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)。これらの原試料に、粘性土として有明粘土 (w_L :105.2%, I_p :57.8, ω_g :172%) を混合し、高炉セメントを添加し養生した。実施した実験は、固結力を見るための一軸圧縮試験、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²⁾。実験は、環境庁告示第 46 号 (粉状破砕状態での溶出試験) に準拠している。

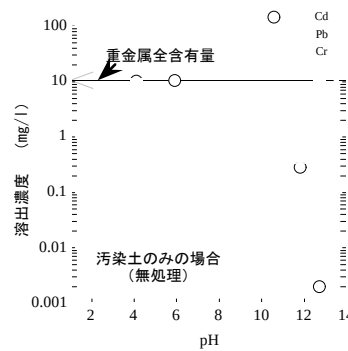


図-1 溶出濃度と pH の関係

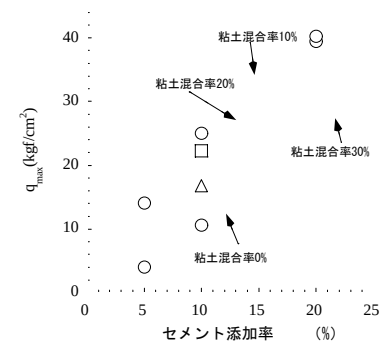


図-2 q_{max} とセメント添加率の関係

3.結果および考察

1) 汚染土の溶出特性

一般に重金属の溶出特性は pH に依存する。Pb, Cd および Cr については図-1 に示すような溶出挙動を示す³⁾。Pb は、両性金属と呼ばれており酸性側、アルカリ側での溶出が多い。Cd は、酸性側で溶出するものの、アルカリ側では殆ど溶出しない性質を持つ。Cr は、いずれの pH においても様に高い溶出濃度を示す。これらのことを踏まえて以下に固化処理した汚染土の一軸圧縮強度および溶出特性に及ぼす粘土含有率、セメント添加率の影響について考察を行う。

2) 一軸圧縮試験結果

図-2 は q_{max} とセメント添加率の関係を示している。この図より、粘土を 10% 混合することにより一次圧縮強度は増加し粘土混合率を増加させるに伴い減少している。またセメント添加率の増加に伴い強度が増していることも分かる。一方、粘土含有率 0% 時のセメント添加率 5, 10% 時における強度が他と比較して低い理由としては含水比の影響ではないかと考えられる。

3) 固化処理した汚染土の溶出特性

今回用いた汚染土の溶出特性を以下に示す。まず図-3 は pH と粘土含有率の関係をセメントの有無による影響を示している。セメントを 10% 添加する事により、pH が上昇していることがわかる。しかし粘土を混合した、混合率を増加させるとともに pH が減少している。これは粘土によるアルカリ緩衝能力⁴⁾によるものと考えられる。図-4 に pH とセメント添加率との関係を粘土混合の有無による影響を示している。図-3 同様、粘土を混合することにより pH の低下が見られるが、セメント添加率を増加させることにより pH が上昇している。次に、まず Pb について考察する。図-5 は溶出濃度と粘土含有率の関係を示している。まず、

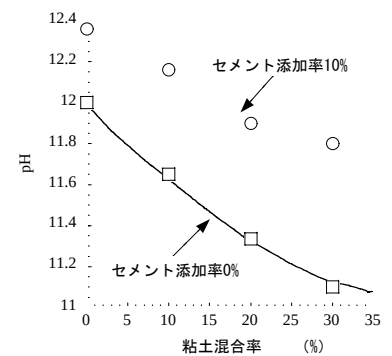


図-3 pH と粘土混合率の関係

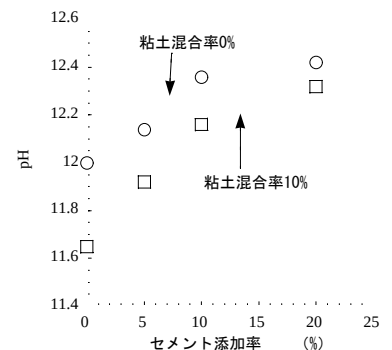


図-4 pH とセメント添加率の関係

キーワード：溶出特性、セメント添加率、粘土混合率、バッチ試験、重金属

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. 092-642-3286 Fax. 092-642-3285

粘土を混合することにより、約 1/50 に溶出が抑制されており、粘土含有率を増加させるに従い溶出濃度も減少傾向にある。また、それらの試料をセメント固化処理することにより溶出抑制が大幅に改善されている。図-6 は溶出濃度とセメント添加率の関係を示している。粘土のみ混合と比較しても分かるようにセメント添加のみで溶出抑制は顕著であるが、添加率を増加させると逆に溶出濃度は増加している。これは、セメント添加率増加に伴い pH の上昇が影響していると考えられる。またこの試料に粘土を混合すると、溶出濃度の上昇傾向は見られない。次に、Cd について考察する。図-7 は溶出濃度と粘土含有率の関係である。Pb 同様、粘土のみ混合により約 1/10 程度に溶出を抑制しており、その後粘土含有率を増加させるに伴い、溶出濃度は徐々に減少している。さらにその試料をセメント固化処理することにより、大幅に溶出を抑制できていることが分かる。図-8 は溶出濃度とセメント添加率の関係である。セメント添加により溶出が抑制されており、また添加率の増加に伴い溶出濃度が減少している。これは Cd が高アルカリ状態で溶出しにくい性質を持つためと考えられる。またこの試料に粘土を 10%混合しても、殆ど効果は見られない。最後に Cr について考察する。図-9 は溶出濃度と粘土含有率の関係である。こちらは、粘土を混合することにより若干の溶出抑制が確認でき、また粘土含有率の影響も若干確認できる。その試料をセメント固化処理することにより著しく溶出抑制が行われていることが分かる。図-10 は溶出濃度とセメント添加率の関係を示している。この図より、セメント添加率の上昇に伴い急激に溶出が抑制されていることが分かる。またこの試料に粘土を 10%混合することにより若干溶出が抑制されていることが分かる。

以上より、Pb、Cd、Cr のすべての溶出濃度は粘土混合率に依存することが分かる。次に、セメント固化処理による重金属の不溶化効果であるが、Pb はセメント添加による不溶化効果は確認できるものの、セメント添加率の増加に伴い溶出濃度が上昇している。しかしながら粘土を混合することにより溶出量の増加は抑えることができる。Cd に関してはセメント添加による不溶化効果と pH 上昇の両方が考えられるため、粘土混合の影響は明確に表れていない。Cr に関しては、セメント添加率の増加に伴う不溶化効果の影響が顕著に確認できる。

4.まとめ

粘土の混合およびセメント添加は Pb、Cd、Cr の溶出抑制に効果があることが分かった。Pb はセメントを添加するだけでなく、粘土量を増やすことによって溶出を抑制することができる。Cr は、粘土含有率およびセメント添加率の両方に依存する。Cd については、粘土の混合率を増加させることにより溶出量を軽減でき、また高アルカリ状態で溶出を抑えることが可能である。従って、都市ゴミ焼却灰のような重金属を含む材料を地盤材料としてより安全に用いるためには、セメント固化処理と併せて粘土を混合することが有効な方法であると考えられる。

参考文献

1)地盤工学・実務シリーズ7、廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用、社団法人地盤工学会、pp.330、1998。2)社団法人日本環境測定分析協会：産業廃棄物分析マニュアル、1996。3)北林ら、廃プラスチックと土との熔融固化法による軽量地盤材料の開発、土木学会西部支部、pp526-527、2000。4)藤井ら、都市ゴミ焼却灰と粘土の混合材料の力学および溶出特性、地盤工学会、2001。

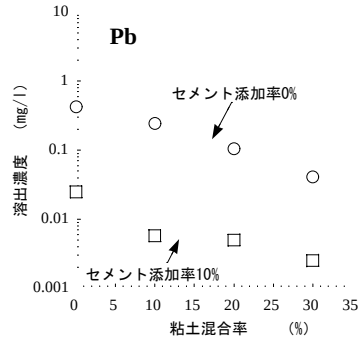


図-5 溶出濃度と粘土混合率の関係

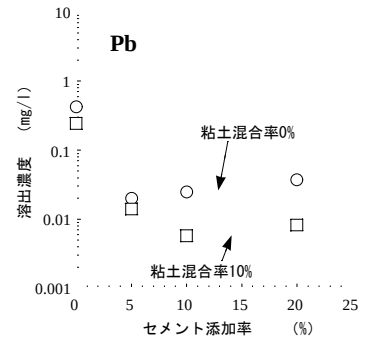


図-6 溶出濃度とセメント添加率の関係

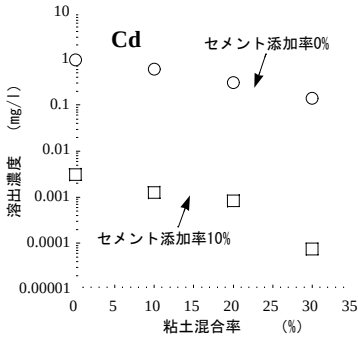


図-7 溶出濃度と粘土混合率の関係

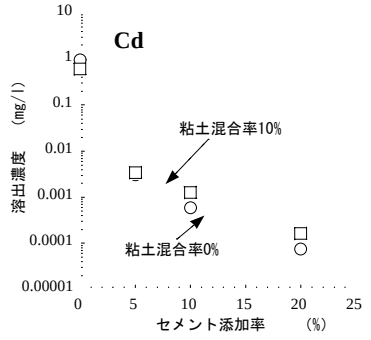


図-8 溶出濃度とセメント添加率の関係

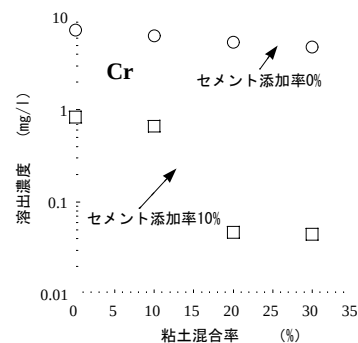


図-9 溶出濃度と粘土混合率の関係

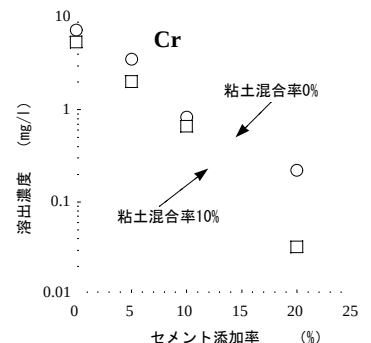


図-10 溶出濃度とセメント添加率の関係