

「不燃残渣の資源化・コンクリート利用に向けた組成調査、安全性評価」

21T7-028：後藤流星

指導教員：宮脇健太郎

1. 背景

日本は 1960 年頃の「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の社会から脱却し、循環型社会の形成を推進するため、2000 年に循環型社会形成推進基本法が制定され、循環型社会へ移行しつつある。

社会の変化により、我が国の最終処分場の残余容量は 9666 万 m³、残余年数は 23.4 年(2021 年)である。しかし、新たな最終処分場の建設、設置は、地域住民からの反対や土地の確保の観点から困難である。そのため埋立処理をする廃棄物を少しでも削減、再資源化する必要がある。埋立物中でも不燃破碎残渣は性質上、再資源化が困難である。

2. 目的

不燃破碎残渣とは粗大ごみや不燃物として回収された廃棄物から、金属等の資源を回収後、細かく破碎されたものである。不燃破碎残渣のほとんどは最終処分場に運ばれ埋め立てられている。そのため、不燃破碎残渣に着目し、コンクリート利用を目的とした特性調査、安全性評価、に関した試験を行った。

3. 試料及び実験項目、方法

3.1 実験試料

令和 5 年度 9 月 6 日、令和 6 年度 10 月 18 日に八王子市戸吹クリーンセンターより採取した不燃破碎残渣を風乾後、使用した。

3.2 実験項目

実験として、組成分析、溶出試験(pH の影響)、含有量試験を実施した。

3.3 実験方法

1. 組成分析

試料約 1kg を目開き 16mm、9.5mm、4.75mm、2mm、1mm、0.5mm のステンレス製篩を用いて、篩振とう機で振幅 40、30 分間篩分けを 3 度行っ

た。その後各粒径ごとに秤量し質量を求めた。

2. 溶出試験

粒径 0.5mm 以下、0.5～1.0mm、1.0～2.0mm、2.0～4.75mm のものを今回は使用した。500mL のポリ容器に試料 20g と純水 200mL(環境庁告示 46 号法準拠)またはコンクリート内を想定した pH12 の Ca(OH)₂水溶液 200mL を入れ、それを各粒径ごと 3 個ずつ用意した。平行振とう機で毎分約 150 回、振とう幅 4～5 cm で 6 時間平行振とうした。0.45μm メンブレンフィルターで吸引ろ過した後、pH、EC、ORP を測定した。その後金属前処理を行い、原子吸光光度計を用いて、Ca、K、Na、Mg 及び Pb、Cd(ファーンズ分析)の各濃度を測定した。

3. 含有量試験

試料は溶出試験と同様の粒径のものを使用した。試料を 1g 量り取り、100mL ビーカーへ量り取った試料を入れた。それを各試料 3 個ずつ作成した。硝酸(1.38)5mL と塩酸 10mL を入れてビーカーに時計皿を乗せ、蓋をし、ホットプレートを使い、150℃で赤褐色のガスが発生しなくなり溶液が薄い黄色になるまで加熱した。液量が減少次第、様子を見ながら硝酸(1.38)を 5mL ずつ加えた。有機物が分解し終わった後、塩酸を揮散させるために時計皿を取り、純水 30mL 加え、100℃でさらに 3 時間加熱した。放冷後、50mL メスフラスコにいれ、メスアップした。その後 0.45μm メンブレンフィルターで吸引ろ過をし、ポリ容器に移し冷蔵保存し分析を行った。原子吸光光度計を使用し、Ca、K、Na、Mg、Pb、Cd を測定した。

4. 結果と考察

次の図 1 に、組成分析にて試料を粒径ごとに分けた粒径分布を示す。

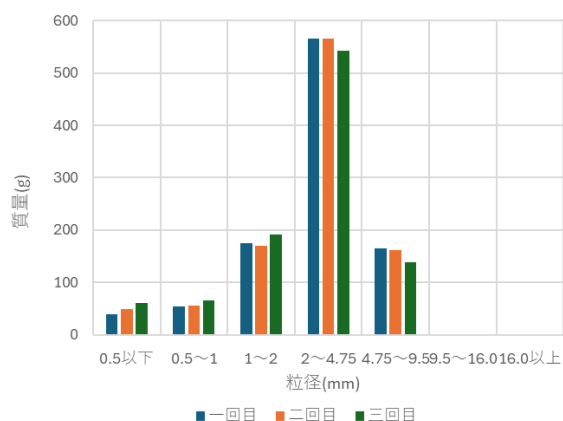


図1 令和6年度試料粒径分布

この結果から令和6年度試料には2.0~4.75mmのものが最も多く含まれている。9.5mm以上のものは検出されなかった。令和5年度試料でも同様な結果が得られている。コンクリートの細骨材に利用できるものは5.0mm以下のものであるため、4.75mm以下のものを利用できた場合約80%の不燃破碎残渣を削減できると考えられる。

次の図2に溶出試験で測定したpHを示す。

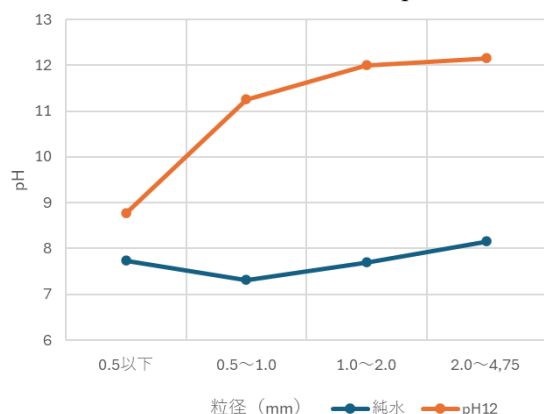


図2 純水とpHで粒径別に測定したpH

純水ではそれぞれの粒径で大きな変化は見られなかったが、pH12の溶液中で粒径が小さいほどpHが下がる傾向が確認された。特に粒径0.5mm以下の不燃破碎残渣にはpH12の溶液と反応しpHを大きく下げてしまう。コンクリートはpH12よりも低いと、強度が弱くなる。そのため、pHが最も低い0.5mm以下のものはコンクリートの製造時に使用できない可能性が考えられる。

次の図3.4に溶出試験で測定したCa、K、Na、Mg、Pb、Cdのうち、pH12のCa(OH)₂水溶液で

行った溶出試験のPbとCdの結果の比較として環境土壌基準を示す。

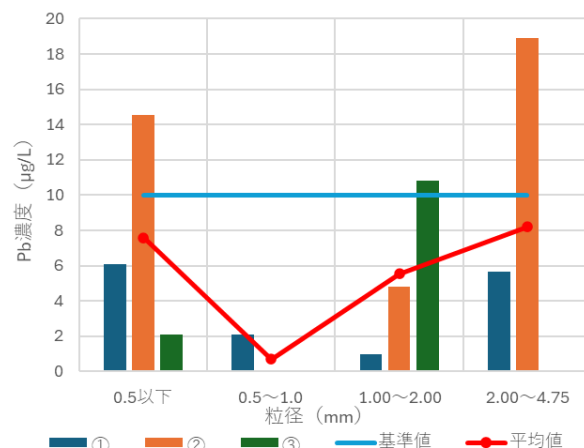


図3 粒径別Pb濃度 (pH12, Ca(OH)₂溶液)

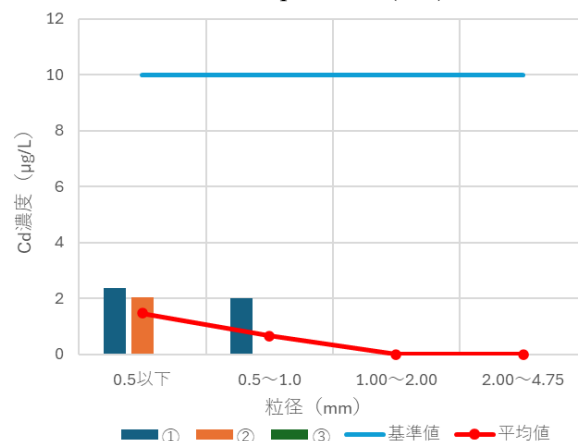


図4 粒径別Cd濃度 (pH12, Ca(OH)₂溶液)

コンクリート内を想定したpH12のCa(OH)₂水溶液ではCd濃度は基準値10μg/L以内であるが、Pb濃度は基準値10μg/Lを0.5mm以下、1.0~2.0mm、2.0~4.75mmで上回ってしまっているものがある。しかし試料質量が少ないため、ばらつきが大きい。平均値を取ると、基準値を下回っているため、使用できる可能性が考えられる。また、濃度が高いケースの原因も今後究明する必要がある。

5. 参考文献

1) 環境庁告示第四十六号 (ページ数6)

<https://www.nies.go.jp/kisplus/images/bunseki/pdfs/soil/kankyokijun/genzai-6.pdf>

2) 土壌環境基準 別表 (環境省)

<https://www.env.go.jp/kijun/dt1.html>