

廃棄物・再生材の溶出試験における溶出条件の影響

【リサイクルチーム】

門木秀幸・増川正敏

Influence of leaching condition on leaching test waste and recycled material

Hideyuki MONGI, Masatoshi MASUKAWA

Abstract

To clarify the difference between conditions of leaching test procedure for heavy metals release from molten slag and foam glass as recycled materials, and fly ash generated from melting process as waste, the leaching conditions were examined. The variables in the leaching procedure were volume ratio of container to solvent, direction of shaking and filtration volume of leachate; the other conditions were the same as Japanese official method. As results, the leaching amounts of heavy metals increased with increase in the volume ratio of container to solvent in recycled materials. The leaching amounts obtained by longitudinally shaking were lower than those obtained by laterally shaking. The amounts of heavy metals in the leachate were constant with increase in its filtration volume per one filter, except for Pb which decreased with increase in the filtration volume. From these results, it is suggested that clarification and standardization of leaching test procedure are needed to improve the accuracy of the results.

1. はじめに

廃棄物の埋立てに伴う危険性を判定する方法として溶出試験が用いられている。溶出試験の方法は、環境庁告示 13 号法（以下、環告 13 号法）として定められており、この試験の結果、基準を超過するものは特別管理産業廃棄物とされる。また、廃棄物を原料とする再生製品の利用が進んでいるが、溶融スラグに関しては、JIS（JIS K 0058）により、スラグの安全性品質の判定方法として溶出試験と含有量試験が規定 1-2) されている。ここで、粗砕試料についての溶出試験については、土壤環境基準の方法である環境省告示第 46 号（以下、「環告 46 号法」という。）が準用されている。また、スラグ以外の再生製品についても、各地方自治体のリサイクル製品認定制度において、安全性品質の判定方法として溶融スラグ JIS と同等の溶出試験が多く用いられている。このように、溶出試験は、廃棄物の有害性の判定（最終処分方法の決定）あるいはスラグ等の再生製品の安全性の判定等に用いられる重要な試験法である。

一方、溶出試験については、以前からその試験法としての課題が提起 3-4) されてきた。すなわち、サン

プリング、振とう方法、固液分離方法等の試験条件に分析者の裁量が入る余地が多くあり、試験結果に対して少なからぬ影響を及ぼすことが指摘されている。この結果、バラツキが大きくなり問題とされている。

そこで本研究では、溶出試験（環告 13 号法、環告 46 号法）について、試験結果に及ぼす溶出操作上の因子について検討した。再生製品としては、溶融スラグ、発泡ガラスの 2 種類を、廃棄物としては、溶融飛灰を対象とした。そして、振とうの方法、固液分離の方法等による溶出条件を変えた場合、溶出試験の結果がどのように影響されるのかについて検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

再生製品としては、溶融スラグと発泡ガラスを、廃棄物としては、溶融飛灰を用いた。溶融スラグ及び溶融飛灰は、一般廃棄物焼却灰等の溶融施設から採取した。発泡ガラスは、緑色ガラス瓶を 500 μm 以下に粉碎し、SiC0.5% 加え、高温で溶融・発泡して試作した。再生製品については、2mm 以下に粉碎したものを試料とした。廃棄物は、有姿のままのものを試料とした。

2.2 溶出試験方法

2.2.1 溶出試験

溶出試験の容器は、PPCO 製で内容量 480mL 円筒形のものを使用した。試料と超純水を液固比 (L/S) が 10 となるように入れ、振とう機に固定し、振とう回数 200 回/分、振とう幅 4-5cm で、6 時間振とうした。振とう後の遠心分離は 3000rpm で 20 分間行った。廃棄物については、1mmGFP (GS-25) により吸引ろ過を行い、再生製品については、0.45mm メンブランフィルターにより、吸引ろ過を行い固液分離した。

2.2.2 溶媒/容器容量比の影響の検討

次式で求められる容器容量に対する溶媒量の比 (溶媒容器比) を 43%、50%、70%、90% として溶出試験を行った。

$$\text{溶媒容器比 (\%)} = \text{溶媒量} / \text{容器容量} \times 100$$

2.2.3 振とう方向の検討

容器を縦方向に置き、横方向に振とうした場合と、縦方向に置き縦方向に振とうした場合の 2 条件で溶出試験を行った。

2.2.4 ろ過量の影響の検討

ろ過量の影響についての検討は、溶出試験を行った後、遠心分離を行わないでそのままろ過を行った。この時、ろ紙 1 枚あたりの溶出液のろ過量を、50mL、100mL、200mL の 3 条件について検討した。

2.2.5 重金属の分析方法

再生製品 (溶融スラグ、発泡ガラス) のろ液中の Pb、As は ICP 質量分析装置を用いて分析した。溶融飛灰のろ液中に含まれる Pb は ICP 発光分光分析装置で測定した。

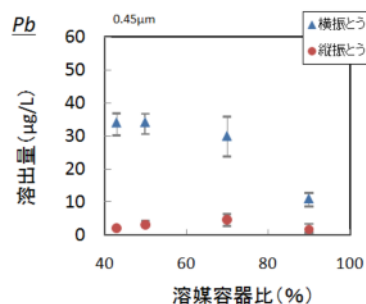
3. 結果

3.1 溶媒容器比及び振とう方向の影響

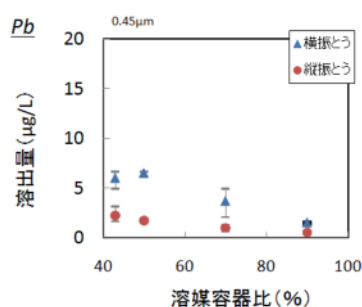
図 1 に、溶融スラグ及び発泡ガラスの溶出試験における溶媒容器比及び振とう方向の影響を示す。横振とうを行った場合、溶融スラグの Pb 溶出量は、溶媒容器比が 50% では 34mg/L であったが、溶媒容器比を 90% まで上げると約 1/3 まで溶出量が低い値となった。発泡ガラスについても同様の傾向が見られ、溶媒容器比が 50% に対する 90% の溶出量は、Pb で約 1/4、As で約 1/2 まで低い値となった。また、浸とう方向を縦

方向とした場合、横方向と比較すると、いずれの溶媒容器比でも低い値となった。特に溶融スラグについては、縦振とうでは、溶媒容器比に関係なく 5mg/L 以下の低い値となった。溶融スラグについて溶媒容器比 50% について溶出量を比較すると、縦振とうと横振とうでは、10 倍以上の差があった。

(1) 溶融スラグ_Pb



(2) 発泡ガラス_Pb



(3) 発泡ガラス_As

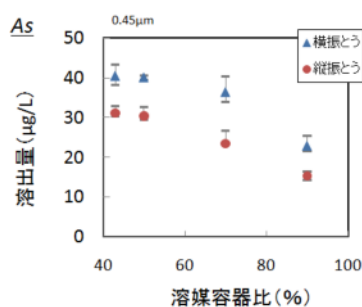


図 1 再生製品の溶出試験における溶媒容器比及び振とう方向の影響 (遠心分離あり)

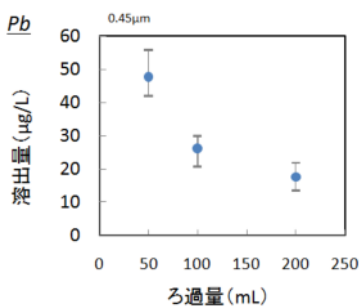
一方、溶融飛灰については、溶媒容器比及び振とう方向による溶出量への影響はほとんどなく、いずれの

条件でも溶融飛灰からの鉛の溶出量は約 200mg/L と高濃度であった。これは、浸とう方法の違いによる振とう強度の差があっても、溶出量が高濃度であるため、水に対する飽和濃度に十分に達するためと考えられた。

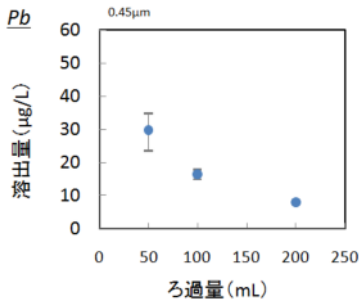
3.2 ろ過量の影響

図 2 に溶融スラグ及び発泡ガラスの溶出試験において、1 枚のろ紙あたりのろ過量の影響について示す。この時、遠心分離は行わなかった。

(1) 溶融スラグ_Pb



(2) 発泡ガラス_Pb



(3) 発泡ガラス_As

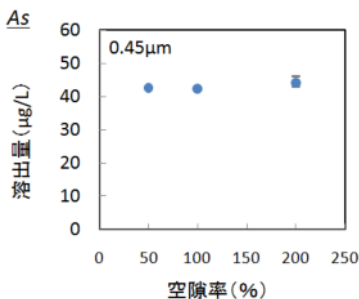


図 2 再生製品の溶出試験におけるろ過量の影響(遠心分離なし)

溶融スラグの Pb については、ろ過量が少ないほど溶出量は高くなり、ろ過量 50mL の時の溶出量に対してろ過量 200mL は、約 1/3 の低い値となった。また、発泡ガラスの Pb についても、同様にろ過量 50mL に対してろ過量 200mL では約 1/3 の低い値となった。発泡ガラスの As については、ろ過量の影響は見られなかった。Pb については、ろ過量が増加することによりろ紙の目詰りが進み、微細な粒子状となっている Pb が通過しにくくなり、数値が低くなったものと考えられる。一方、As については、ほとんどがイオン等として溶液に溶解しているためろ過量が溶出量に影響されなかったと考えられた。

一方、溶融飛灰については、Pb の溶出量に対するろ過量の影響はほとんどなく、いずれの条件でも Pb の溶出量は約 200mg/L と高濃度であった。これは、溶出量が高濃度であるため、十分に溶液中の Pb が溶解しているため、あるいは、ろ紙の孔径が 1mm と大きく、ろ過量が 200mL 程度まででは、目詰りによる影響が出なかったため等の理由が考えられた。

4. 考察

再生製品として、溶融スラグ及び発泡ガラス、廃棄物として溶融飛灰について、溶媒容器比、振とう方向、ろ過量の溶出試験条件を変えたときの溶出試験への影響について検討を行った。

この結果、再生製品について、容器溶媒比の増加に伴い溶出量は減少した。また、振とう方向は、横方向と比べ縦方向では溶出量が低くなった。ろ過量については、1 枚のろ紙あたりのろ過量が増加するとともに Pb の溶出量が減少した。このように溶出試験の操作方法の違いにより、試験結果に大きな違いが生じることが確認された。

溶出試験は、従来の廃棄物の有害性判定の目的だけでなく、近年は再生製品の安全性の判定等多様な目的で用いられる重要な試験方法である。今後は、溶出試験の操作方法の明確化・標準化を進めるとともに、精度管理を推進し、試験結果の精度向上を図ることが重要と考えられる。

5. 参考文献

- 1) JIS K 0058-1, スラグ類の化学物質試験方法-第 1 部:溶出量試験方法 (2006)

- 2) JIS K 0058-1, スラグ類の化学物質試験方法-第 2 部:含有量試験方法 (2006)
- 3) 貴田晶子: 溶出試験の現状と課題 環境と測定技術, 第 23 巻, 第 5 号, pp.46-55 (1996)
- 4) 貴田晶子: 溶出試験の現状と課題 環境と測定技術, 第 23 巻, 第 7 号, pp.56-68 (1996)