

## 重金属を多量に含有するばいじんからの溶出量抑制に関する検討

九州産業大学 学生会員 江川 和成 九州産業大学 正会員 林 泰弘  
 ワールド・リンク 非会員 藤 龍一 ワールド・リンク フェロー 山岡 礼三  
 九州産業大学 正会員 松尾 雄治

### 1. はじめに

高濃度の有害重金属を含有するばいじんは特別管理産業廃棄物として遮断型処分場へ持ち込まれている。こういったばいじんも焼却灰と同様に地盤材料として有効利用する場合には、飛散せず一定の強度を有し、有害な重金属等を溶出しないように改質する必要がある。市川ら<sup>2)</sup>は、ばいじんを高炉セメント等で粒状固化処理し不溶化剤を添加することで地盤材料として有効利用できる見込みを示したが、安藤ら<sup>3)</sup>が高濃度の六価クロムと鉛を含有するばいじんを用いたところ土壌溶出量基準を満足することができなかった。水洗い処理を予め行うことで改善する見込みがみられたが、相当な時間と手間を要し、現場での処理方法としては現実的ではない。

有害重金属の封じ込めにはブロック体にしたほうが水と接触する表面積が小さいため溶出量抑制効果があると言われている<sup>4)</sup>。そこで本研究においては粒状固化処理に加え、流動化処理、ブロック固化処理の適用も検討した。さらに新たな不溶化剤を用いることで重金属溶出量抑制を図った。

### 2. ばいじんの特性

使用したばいじんは一般廃棄物をごみ熱分解・燃焼熔融施設で発生したものであり、材料特性を表-1に示す。土粒子の密度が一般的な土の範囲より高い。強熱減量は特別大きくはないものの試験に32時間も要し、非常に厄介な有機物を含有していると予想した。図-1に粒径加積曲線を示す。

「未処理」とは通常の試験法によるもので、「水洗い処理」とは事前に水洗い処理を行うことで水溶性成分を取り除いたものである。両者で粒度分布に違いがみられたものの、いずれにせよ粒径が小さいため乾燥時に飛散性が懸念される。環境省告示第46号溶出試験で検液を作製し、鉛は水質簡易測定法で、六価クロムはジフェニルカルボヒドラシド法で溶出量を測定したところ、土壌溶出量基準に対して鉛は3倍(0.03mg/L)、六価クロムは130倍(6.48mg/L)であった。

### 3. 流動化処理の結果

重金属溶出量の抑制と埋め戻し材としての有効利用を検討するために流動化処理を施した。表-2に目標仕様を示す。本研究では、ばいじん、高炉セメントB種(B.B)、無機系泥土改良材(DS $\alpha$ )、ベントナイトを用いたところフロー値、ブリージング率を満足する配合を見出せたが、一軸圧縮強さは最大20kN/m<sup>2</sup>しか得られなかった。その理由としてばいじんに含有する水溶性成分が固化に悪影響を及ぼしたためと考えた。

表-1 ばいじんの特性

	YM灰
採取年	2015
自然含水比 (%)	1.34
土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	3.134
強熱減量 (%)	8.84
pH	9.84
電気伝導率 (mS/m)	4600
最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.55
最適含水比 (%)	22.5

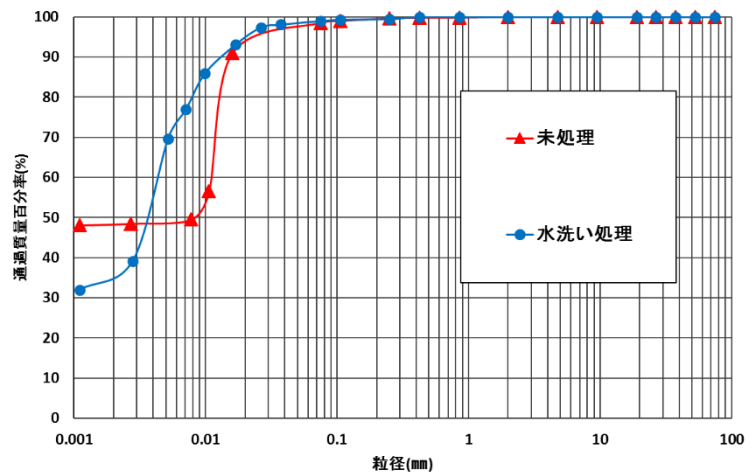


図-1 粒径加積曲線<sup>3)</sup>

表-2 流動化処理土仕様

フロー値	200mm×200mm以上
ブリージング率	3%以下
一軸圧縮強さ	300kN/m <sup>2</sup> 以上

4. ブロック固化処理および粒状固化処理の結果

含水比を 25% に調整<sup>3)</sup>したばいじんに、高炉セメント B 種 (B.B) 10%、無機系泥土改良材 (DS $\alpha$ ) 0.5% を添加、混合して改良土を作製した。また、不溶化剤として多硫化カルシウム剤 (CaSx) とポリシリカ鉄剤 (PSI) を配合比 CaSx : PSI=1 : 0.5~3 で含水比調整時に添加した。ポリシリカ鉄剤は安藤ら<sup>3)</sup>が使用したポリ硫酸第二鉄剤 (PI) より重金属の不溶化効果が高いとされる。その後、締固め時期の違いによりブロック固化処理の方法を CASE①、粒状固化処理の方法を CASE②として図-2 に示す。環境省告示第 46 号溶出試験による溶出量を図-3 で比較してみると不溶化剤無添加時は CASE①のほうが CASE②より大きな抑制効果が見られたが、不溶化剤を添加すると差が見られなかった。現場での施工性も考慮するとブロック固化処理をする必要性がないと判断した。

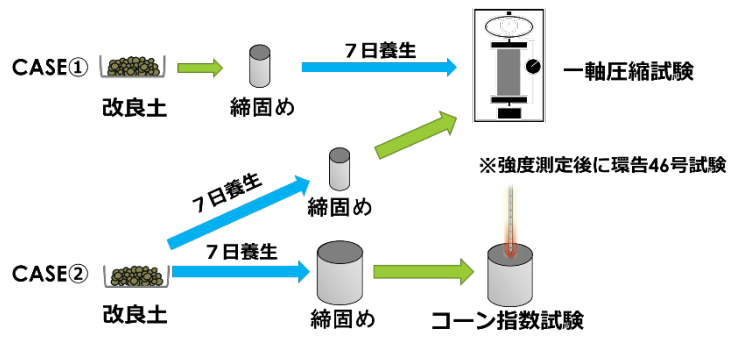


図-2 ①ブロック固化処理と②粒状固化処理の試験方法

粒状固化処理で不溶化剤を添加した際の鉛の溶出量を図-4 に、六価クロムの溶出量を図-5 に示す。黒線は土壤溶出量基準、赤線は管理型処分場の受入基準となる第二溶出量基準である。鉛に関してはポリシリカ鉄剤を 9% 以上添加することで土壤溶出量基準まで抑制することに成功したが、六価クロムに関しては多硫化カルシウム剤の増加による溶出量の増加も見られた。pH と溶出量の相関関係は見られず、現時点では不溶化剤の適切な配合比を導き出すことはできていない。

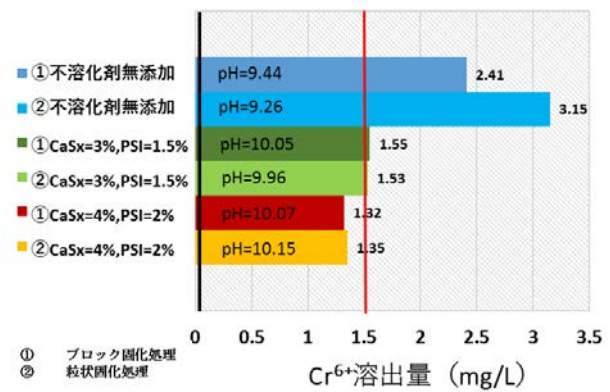


図-3 処理方法による六価クロム溶出量の違い

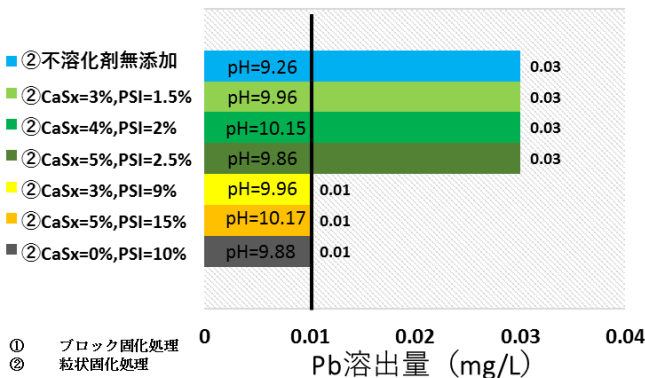


図-4 鉛の溶出量

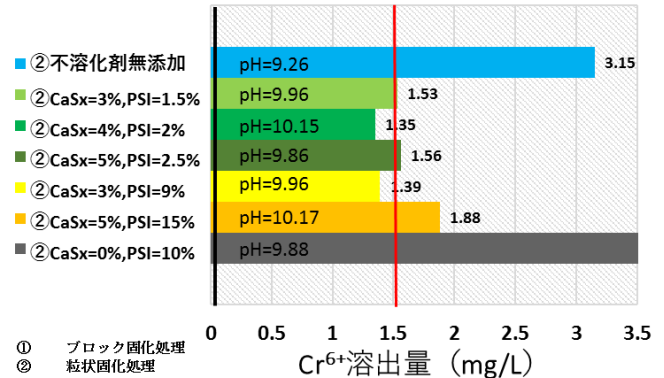


図-5 六価クロムの溶出量

5. まとめ

六価クロムの溶出量を土壤溶出量基準以下にまで抑制することは非常に困難であるが、第二溶出量基準以下に抑制することはできそうである。今後、六価クロムの溶出量に対しては抑制効果があるといわれている硫酸バンドと PSI を併用した実験を行い、研究発表会当日に報告する。

参考文献：1) 阪本廣行ら：災害廃棄物や津波堆積物の復旧復興資材への再生利用に向けた取組み，地盤工学会誌 Vol.62 2013.2. 2) 市川千乃ら：焼却残渣の粒状固化処理による地盤材料としての有効活用に向けた検討，平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.385-386、2015.3. 3) 安藤貴広ら：ばいじんを再利用するための固化不溶化処理に関する研究，平成 27 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.345-346、2016.3. 4) 乾徹ら：非飛散性アスベスト含有建材無害化処理物の含水比に応じたセメント改良技術の適用性，第 12 回地盤改良シンポジウム論文集，2016.10