

循環利用を考慮した廃棄物焼却残渣を用いた流動化処理土の溶出特性

福岡大学大学院 学生員 ○石田博揮

福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 山田正太郎 藤川拓朗

1. はじめに 我が国の社会的背景より、火力発電所や焼却処分場から発生する廃棄物焼却残渣（石炭灰や一般廃棄物焼却灰など）の有効利用や新たな再利用技術の促進が求められている。この様な背景の中、廃棄物焼却残渣を用いた流動化処理土の研究事例が多機関で行われている¹⁾。しかし、将来的に廃棄物焼却残渣を用いた流動化処理工法が確立され、埋設管等の埋戻し材として施工された場合、水道管、ガス導管等といったライフラインの維持修繕に伴い、再び掘削される可能性が十分に考えられる。その場合、掘削土は廃棄物を利用している

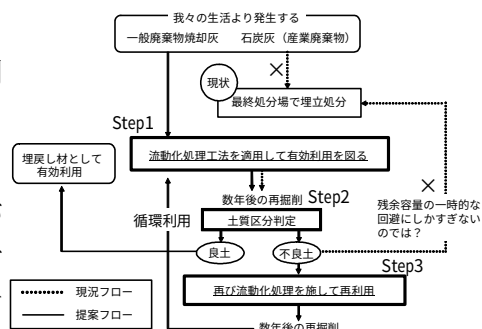


図-1 循環型有効利用法の提案フロー

ことから産業廃棄物として処分される可能性が高い。この掘削土を循環利用しなければ、単なる処分場延命化のための一時的な回避にしか過ぎない。これまでの研究²⁾により材料の強度面においては循環利用が可能であるという結果を得ている。しかし、焼却残渣(石炭灰及び焼却灰)の混入した材料の循環利用を行う際には、環境影響評価も併せて検討する必要がある。そこで本研究では図-1に示す焼却残渣を用いた流動化処理土の循環型有効利用法を提案し、①循環利用を考慮した焼却残渣を用いた流動化処理土の力学特性²⁾、②溶出特性の検討を行った。今回は、②溶出特性の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要 2-1 処理土作製法 実験には、主材に A 市の発電所より排出された石炭灰、副材に A 市焼却処理施設より排出された一般廃棄物焼却灰を用いて流動化処理土を作成し、処理土の地盤環境影響評価を以下に示す溶出試験法を用い Pb, T-Cr, Cd の 3 種類の重金属に着目し溶出試験を行った。流動化処理土の供試体作成は高炉セメント B 種、水、主材に石炭灰、副材に焼却灰を攪拌混合させ、流動化処理土の設計基準³⁾に準拠して作成した。作成した供試体は室温 20℃一定の恒温室内のもと 7, 28 日間養生させた。

2-2 溶出試験法 本研究ではバッチ試験及びタンクリーチング試験を行った。ここでいうバッチ試験とは環境庁告示第 46 号法試験のことを指し、土壤汚染に係る環境基準について調べる方法である。試料土を 2mm ふるいに通過させ、その試料を純水に添加する。これを L/S=10 にて 6 時間振とうし、その後静置する。静置後、遠心分離し上澄み液を採取し、減圧濾過、濃縮後重金属類の溶出量を測定する。タンクリーチング試験は成型体の廃棄物からの溶出挙動を把握する(特に Cr(VI))ための試験であり、試料を供試体のまま(φ=5cm、h=10cm)純水に固液比 L/S=10 で充填し、供試体のすべてが水中に没するように水浸させる。容器を密封後、20℃の恒温室内に静置する。水浸 28 日後に溶媒水を採取し、ICP プラズマ発光分析装置を用いて重金属の濃度を測定する。

2-3 実験条件 ①流動化処理土の溶出特性 実験ではセメント、水、主材には石炭灰、副材に 2mm 以下に調整した焼却灰を用いた。表-1 に示すとおりセメント量を 50, 75, 100kg/m³、副材の混入率を 0, 25, 50, 75, 100%とした。

ここでの副材混入率とは、主材+副材に対する副材の割合を表したものである。

②再流動化処理土の溶出特性 流動化処理を施し、掘削された処理土を再び流動化処理を施すことを考え(以後再流動化処理土と呼ぶ)、地盤環境の面から検討する。表-2 に示す循環利用の検討では、力学特性の検討²⁾にて埋戻し基準を満たしたセメント

表-1 実験条件

セメント量 (kg/m ³)	主材	副材	焼却灰混入率 (%)	養生日数 (日)
50	石炭灰	焼却灰	0	7
75			25	
75			50	
100			75	
			100	28

表-2 実験条件(循環利用)

セメント量(kg/m ³)	焼却灰混入率(%)	セメント量(kg/m ³)
50	50	200
		300

表-3 焼却残渣単体の溶出量と土壤環境基準値

分析した重金属	溶出量(ppm)		土壤環境基準値(ppm)	pH	
	石炭灰	焼却灰		石炭灰	焼却灰
Pb	0.03	0.49	0.01	13.03	12.06
Cr(VI)	-	-	0.05		
Cd	-	-	0.01		

キーワード 石炭灰, 焼却灰, 流動化処理土, 溶出試験, 循環利用

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部 道路・土質研究室 TEL092-871-6631

ト量 50 kg/m^3 、焼却灰混入率 50%の供試体を破碎してセメント量 $200, 300 \text{ kg/m}^3$ で再び流動化処理を施し、供試体を作製した。セメント量を $200, 300 \text{ kg/m}^3$ とした理由は、既往の研究⁴⁾より一般的な流動化処理土に用いられるセメント量では固結効果が得られないため、通常より多量に設定している。

3. 実験結果及び考察 表-3 に石炭灰及び焼却灰それぞれ単体での重金属の溶出量を示す。Pb においてはどちらも土壌環境基準値を上回っており、有効利用のためには重金属を抑制する処理が必要であることが伺える。表-4 に処理土の pH を示す。表より焼却灰、石炭灰ともに緩衝能を有するため、試験後の pH は高アルカリ性を示すことが分かる。

3-1 流動化処理土の溶出特性 図-2 にタンクリーチング試験結果、図-3 にバッチ試験結果を示す。Cd については全ての条件について定量下限値以下であった。図より、T-Cr については全ての条件において土壌環境基準値以下であったのに対し、Pb については流動化処理を施すことにより溶出は抑制されたものの、焼却灰混入率が増加するに従い溶出量も増加する結果となった。特に、タンクリーチング試験では焼却灰混入率 75%、バッチ試験では焼却灰混入率 50%に達するあたりから、土壌環境基準値を超える結果となった。以上の結果より、過度の焼却灰残渣混入は地盤環境に悪影響を及ぼすが、適切な混入量においては流動化処理土を施すことにより溶出量を抑制することができることが示された。

3-2 再流動化処理土の溶出特性 図-4 に再流動化処理を施した際の処理土のタンクリーチング試験結果を示す。図よりセメント量 $200, 300 \text{ kg/m}^3$ いずれの条件においても Pb、Cr 共に土壌環境基準値を下回る結果となった。以上のことから溶出特性の面では流動化処理土の循環利用が可能であることが明らかになった。

4. まとめ ①適切な混入量において、流動化処理を施すことにより溶出量を土壌環境基準値以下に抑制することができる。②タンクリーチング試験結果より、流動化処理土の循環利用においても土壌環境基準を満足することから、処理土の作成が可能であると考えられる。

表-4 溶液の pH

C(kg/m ³)	副材混入率(%)	混入率の内訳	バッチ試験結果		
			pH	pH (塊状)	pH (破碎)
50	0	石炭灰:焼却灰=100:0	12.65	12.77	12.51
	25	石炭灰:焼却灰=75:25	12.31	11.83	11.47
	50	石炭灰:焼却灰=50:50	12.36	11.84	11.56
	75	石炭灰:焼却灰=25:75	12.38	11.92	11.75
	100	石炭灰:焼却灰=0:100	12.43	11.90	11.79
75	0	石炭灰:焼却灰=100:0	12.75	12.67	12.51
	25	石炭灰:焼却灰=75:25	12.65	11.92	11.81
	50	石炭灰:焼却灰=50:50	12.64	11.90	11.88
	75	石炭灰:焼却灰=25:75	12.69	11.92	11.90
	100	石炭灰:焼却灰=0:100	12.75	11.99	12.02
100	0	石炭灰:焼却灰=100:0	12.78	12.96	12.81
	25	石炭灰:焼却灰=75:25	12.03	11.92	11.89
	50	石炭灰:焼却灰=50:50	12.02	11.85	11.92
	75	石炭灰:焼却灰=25:75	12.11	11.95	11.96
	100	石炭灰:焼却灰=0:100	12.14	12.07	11.98

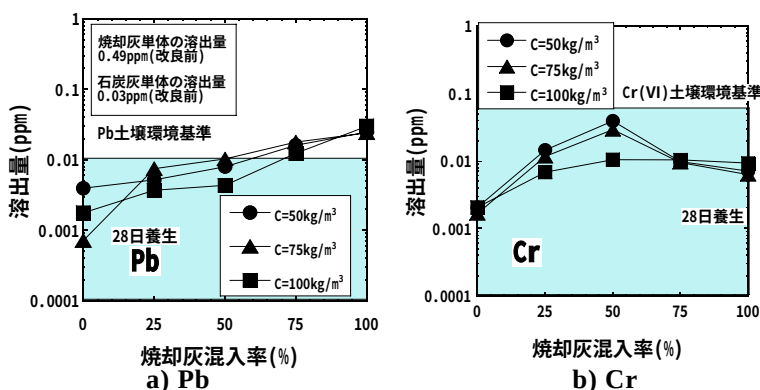


図-2 タンクリーチング試験結果

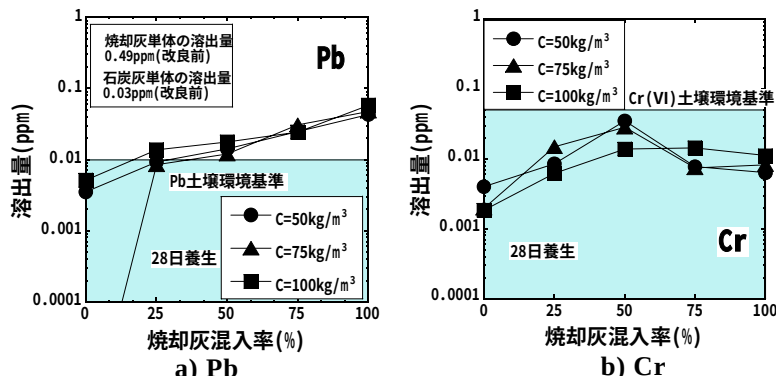


図-3 バッチ試験結果

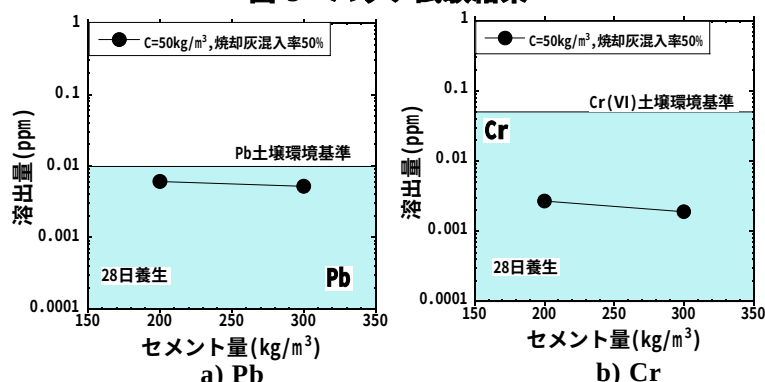


図-4 タンクリーチング試験結果(循環利用)

【参考文献】 1) たとえば、林泰弘：一般廃棄物溶融スラグを用いた流動化処理土，第 41 回地盤工学研究発表会，pp577-578，2006． 2) 藤川ら：廃棄物焼却残渣を用いた流動化処理土の循環利用，第 42 回地盤工学研究発表会掲載予定 3) 久野悟郎：「土の流動化処理工法」技報堂出版，pp.204-205，1997． 4) 佐藤，藤川：循環利用を考えた建設発生土の新しい有効利用法に関する研究，第 6 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp275-280，2005．