

石炭灰を用いた盛土材の性状 —盛土材利用時の重金属等の溶出試験結果—

(株)大林組

正会員○井出 一貴, 正会員 青木 雄二

正会員 田島 孝敏

相馬環境サービス(株) 正会員 熊谷 祐一

1. 概要

石炭灰は電気事業と一般産業から排出され, 平成 21 年度は 1,095 万トン発生した¹⁾. 東日本大震災以降, 石炭火力発電の重要性が増していることから, 今後, 石炭灰の発生量は増加していくものと想定される. 石炭灰の多くはセメント原料等として利用されており, その他に地盤改良材や道路路盤材などに利用されている. また, 新たな技術開発²⁾も行われているが, 資源の有効利用促進, 処分場の逼迫などの観点から, より一層の有効利用が必要である. 著者らは, 石炭灰有効利用先の一つとして盛土材料を考え, その適用性を検討している.

石炭灰は, 微量な重金属類を含むことがあるため, 有効利用を進める際にその溶出量を抑える対策などが必要となってくる. 本報では, 室内試験による石炭灰改良盛土材の重金属溶出特性について報告する.

2. 使用材料

石炭灰は, 石炭火力発電所から発生した 2 種類の灰 (A 灰, B 灰) を用いた. 基本性状を表-1 に示す. 土壌溶出量基準値を超過した重金属類は, 砒素, セレン, ふっ素, ほう素であった. 改良材には, 高炉セメント B 種とカルシウム系の助剤を用いた.

表-1 供試石炭灰の性状・構成物質

灰種			A灰	B灰
pH			10.8	10.3
溶出量 (環告18号法)	As	mg/L	0.012	0.071
	Se	mg/L	0.15	0.058
	F	mg/L	2.5	0.91
	B	mg/L	8.1	3.4
	Cr6+	mg/L	0.03	<0.01
含有量 (底質調査方法)	As	mg/kg	33	40
	Se	mg/kg	5.2	2.1
	F	mg/kg	62	130
	B	mg/kg	320	120
	Cr	mg/kg	61	29
蛍光X線 分析法	SiO ₂	%	64.1	69.4
	Al ₂ O ₃	%	25.3	21.1
	Fe ₂ O ₃	%	4.40	4.07
	CaO	%	1.82	1.10
	K ₂ O	%	1.32	1.26
	TiO ₂	%	0.90	1.12
	MgO	%	0.76	0.60
	Na ₂ O	%	0.49	0.24
	P ₂ O ₅	%	0.34	0.31
	SO ₃	%	0.34	0.42

3. 供試改良盛土材試料の作製方法

石炭灰に高炉セメントと助剤を設定量添加し, 水を灰の最適含水比となる量加えて, よく攪拌した. 配合量設定は配合① (高炉セメント 75kg, 助剤 15kg/灰 1000kg), 配合② (高炉セメント 100kg, 助剤 20kg/灰 1000kg), 配合③ (高炉セメント 75kg/灰 1000kg), 配合④ (高炉セメント 100kg/灰 1000kg) の 4 種類とした. 攪拌後の試料をモールド (φ 5cm×高さ 10cm) に突固めて, 一定期間, 気中で封かん養生を行った.

表-2 改良盛土材(28 日養生)の測定結果

灰種			A灰				B灰			
配合	No	-	配合①	配合②	配合③	配合④	配合①	配合②	配合③	配合④
	高炉セメント	kg/t-ash	75	100	75	100	75	100	75	100
	助剤	kg/t-ash	15	20	0	0	15	20	0	0
一軸圧縮強さ		kN/m ²	1256	1446	1088	1396	1276	1184	1063	1218
湿潤密度		g/cm ³	1.416	1.412	1.442	1.427	1.415	1.410	1.335	1.433
溶出量 (環告18号法)	pH	-	12.3	12.3	11.2	11.4	12.0	12.1	10.8	11.3
	As	mg/L	0.001	0.001	0.010	0.011	0.002	0.002	0.031	0.011
	Se	mg/L	0.005	0.006	0.014	0.008	0.003	0.002	0.009	<0.001
	F	mg/L	0.34	0.21	0.69	0.85	0.42	0.18	0.63	0.52
	B	mg/L	<0.1	<0.1	2.1	1.4	<0.1	<0.1	1.0	0.4
	Cr ⁶⁺	mg/L	0.016	0.017	<0.005	<0.005	0.016	0.018	0.018	<0.005

キーワード 石炭灰, 盛土材, 重金属類, 土壌溶出量基準

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術本部技術研究所環境技術研究部 TEL:042-495-0943

4. 改良盛土材の重金属類溶出量試験

作製した改良盛土材の28日養生時の性状を表-2に示す。モールドで養生していた成形体の一軸圧縮強さを測定した。その後、その試料を粉砕して2mm篩を通過したものを用いて環告18号法による各重金属の溶出量を測定した。A灰、B灰ともに高炉セメントのみを使用した配合③、配合④では、砒素、セレン、フッ素、ホウ素の溶出量が溶出量基準値を超えるケースが見られた。高炉セメントに助剤を併用したケースでは、いずれの配合でも、溶出量基準値を満足した。

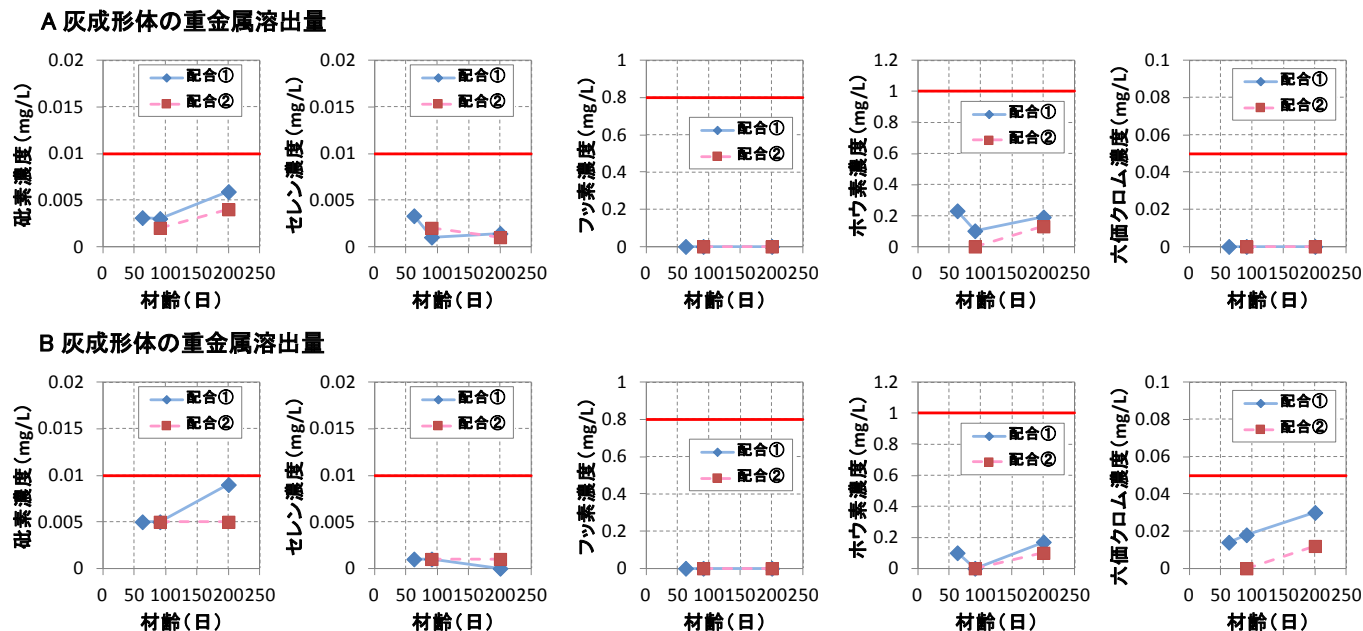


図-1 重金属類の溶出量試験の測定結果

5. 重金属類の長期溶出量試験

28日養生で重金属類の溶出量が基準値を満足したケースについて、作製した改良盛土材の重金属類の長期溶出量試験を行った。利用形態等を考慮してJIS K-0058-1の5「利用有姿による攪拌試験」に基づいて試験した。成形体と10倍量の水を容器に入れ、攪拌翼で6時間攪拌する。その後、溶液を採取して重金属類の濃度を測定した。成形体の材齢は63日、91日、200日（配合②は63日は未実施）とした。測定結果を図-1に示す。いずれの灰でも配合①、配合②ともに溶出量基準値を満足していた。配合①では、配合②に比べて砒素、ホウ素、六価クロム（B灰のみ）の溶出量が増加していた。図-2、図-3に測定した溶液のpHを示す。配合①は配合②に比べて、pHが低くなっている。pHを維持する配合で重金属類の溶出抑制の可能性がある。

6. まとめ

- ①高炉セメントと助剤を併用することにより高炉セメントのみを使用した配合より重金属類の溶出抑制の効果が高かった
- ②溶液のpHを維持した配合において、長期での重金属類の溶出抑制の可能性を見出した。

参考文献

- 1) (財)石炭エネルギーセンター：石炭灰全国実態調査報告書(平成21年度実績)
- 2) 熊谷ら(2009), 石炭灰の安全安心な再生資源化を目指した酸洗浄処理技術の開発ー洗浄時間が除去特性に及ぼす影響ー, 廃棄物資源循環学会研究発表会, 20th, ROMBUNNO.B3-5

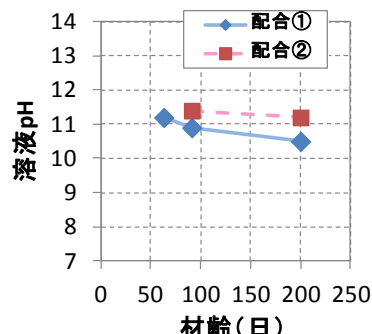


図-2 測定溶液のpH(A灰)

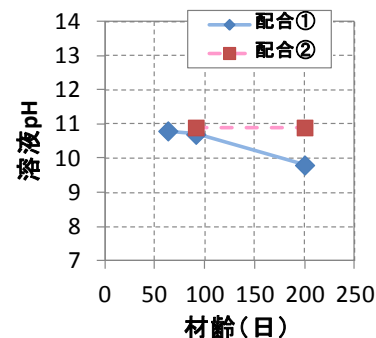


図-3 測定溶液のpH(B灰)