

埋立層内における重金属吸着に関する研究

鹿兒島高専 正会員 三原めぐみ 平田登基男
 福岡大学 正会員 松藤康司 立藤綾子 花嶋正孝
 (株)九州電力 吉永政弘
 (財)九州環境管理協会 芦川信雄

1. はじめに

火力発電所から発生する石炭灰の大半は埋立処分されており、埋立用地確保難の中、その処分に苦慮している。一方、廃棄物埋立地には不燃物主体のごみが搬入されるようになり、浸出水への重金属流出の可能性が指摘されるようになった。しかし埋立層内で形成されるスケール中に重金属類が濃縮されることも明らかになっている。そこで本研究は、酸化カルシウムを主成分とする石炭灰を覆土助材として適用することにより、覆土層のスケール形成能を高め、重金属類の固定化を促進することを目的にその有用性について検討した。その結果、若干の知見が得られたので報告する。なお、飛散、目詰まり等を考慮し、石炭灰は造粒したものをを用いた。

2. 試料および実験方法

試料に供した石炭灰造粒物および発生土(山土)の一覧表を表1に示す。

2.1 覆土助材への石炭灰造粒物の適用可能性調査

石炭灰造粒物の重金属類(Mn,Pb,Cd,Cr)の吸着能を把握するために、バッチ振盪実験を行い、覆土助材として有用な石炭灰造粒物の選定を行った。なお、比較対照として現在埋立地で用いられている発生土についても行った。各試料5gに各重金属塩化物水溶液50mlを加え、6時間振盪後、得られた溶液を0.5 μ mのガラス繊維ろ紙でろ過し、ろ液についてpHと原子吸光度計により各重金属濃度を測定し、飽和吸着量を求めた。

表1 石炭灰造粒物および発生土一覧表

試料名	石炭灰造粒物			発生土			
	転動型 ペレット 無添加物	転動型 3%ペレット 添加物	圧縮型 3%ペレット 添加物	東部 ウーラス/リッ	西部第3	西部第4	
粒径(cm)	0.9	0.7	2.4 × 1.6	< 1.2	< 1.2	< 1.2	< 1.2
密度(g/cm ³)	1.2	0.9	1.9	2.3	2.3	2.3	1.9
強熱減量(%)	8.7	9.7	7.7	6.3	6.6	4.4	8.1
特徴	球状	球状	タブレット状	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土

表2 小型模型槽の充填条件および散水条件

項目	槽名	1槽					5槽
		1層	2層	3層	4層	5層	
充填条件	上下砂層	充填重量(kg)	16.25	16.25	16.25	16.25	16.25
		充填密度(g/cm ³)	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	中間覆土層	種類	転動型 ペレット 無添加物	転動型 3%ペレット 添加物	転動型 3%ペレット 無添加物	転動型 3%ペレット 添加物	発生土
		充填重量(kg)	3.30	3.00	4.65(3.30+1.35)	3.90(3.00+0.90)	3.00
散水条件		充填密度(g/cm ³)	1.06	0.98	1.30	1.30	1.60
	金属種	Mn	Pb	Cd	Cr	備考	
	浸出水中の濃度(mg/L)	0.68	0.15	N.D.	N.D.		
	添加濃度(mg/L) (黒加散水回数)	35 (1~9回) 500 (10~15回) 4000 (16回以降)	35 (1~9回) 95 (10回以降)	35 (1~9回) 75 (10回以降)	35 (1~9回) 75 (10回以降)	散水量 2.1L/週 散水回数 2回/週	

2.2 小型模型槽による石炭灰造粒物の重金属固定化効果の確認

2.1の実験で得られた重金属固定化能が実埋立地において十分に機能するかを確認するために、埋立地覆土層近傍を模擬した小型模型槽実験を行った。試験条件と装置図を表2、図1に示す。なお、覆土層のみの効果を見るためにごみ層には砂を充填した。各重金属(Mn,Pb,Cd,Cr)塩化物水溶液を添加した実埋立地浸出水を2.1L/週散水し、定期的に各槽の溶出液を採水した。散水液および溶出液についてpH、塩素イオン、IC(無機炭素)および各重金属濃度等を測定し、固定化量を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 覆土助材への石炭灰造粒物の適用可能性調査

バッチ振盪実験により求めた重金属飽和吸着量を表3に示す。各重金属別に比較するとPbについてはほぼ同程度であったが、Mn,Cd,Crでは石炭灰造粒物が

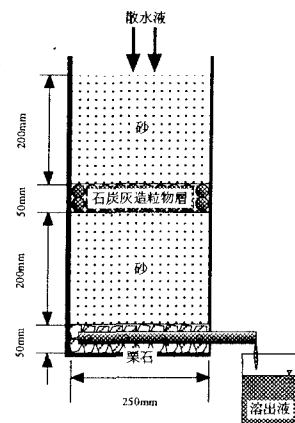


図1 小型模型槽図

表3 バッチ振盪実験による重金属飽和吸着量

試料名 金属種	石炭灰造粒物			発生土			
	転動型 ペントナイト 無添加物	転動型 3%ペントナイト 添加物	圧縮型 3%ペントナイト 添加物	東部	東部 ウーグラスグリーン	西部第3	西部第4
Mn	>11.0	>11.0	9.0	2.4	2.9	2.6	2.8
Pb	8.0	7.5	8.5	6.4	10.0	6.5	11.0
Cd	>17.0	>17.0	12.0	4.2	4.0	3.7	5.0
Cr	8.5	8.0	7.8	1.2	1.8	1.3	3.3

単位 (mg/g)

表4 小型模型槽実験の槽別における重金属固定化量

金属種	槽名	散水および溶出 累加水量 (L)	散布量 (mg)	溶出量 (mg)	固定化量 (mg)	固定化率 (%)	推定飽和 吸着量 (mg)	推定飽和吸着量 に対する 固定化率 (%)
Mn	1槽	16.2	5119	1059	4060	79.3	147000	2.76
	2槽	17.0	7939	12.5	7927	99.8	144000	5.50
	3槽	16.4	6038	0.46	6037	100	150000	4.02
	4槽	16.7	6790	0.11	6790	100	146000	4.65
	5槽	16.7	6922	35.1	6887	99.5	123000	5.60
Pb	1槽	16.2	11.7	0.61	11.1	94.8	163000	0.01
	2槽	17.0	16.4	0.65	15.7	96.1	159000	0.01
	3槽	16.4	13.2	0.64	12.6	95.2	172000	0.01
	4槽	16.7	14.5	0.56	13.9	96.1	165000	0.01
	5槽	16.7	14.7	0.33	14.4	97.8	169000	0.01
Cd	1槽	16.2	344	39.0	305	88.7	495000	0.06
	2槽	17.0	377	0.22	376	99.9	490000	0.08
	3槽	16.4	355	0.17	354	100	500000	0.07
	4槽	16.7	363	0.21	363	99.9	493000	0.07
	5槽	16.7	365	1.52	363	99.6	459000	0.08
Cr	1槽	16.2	25.1	0.17	25.0	99.3	168000	0.01
	2槽	17.0	29.7	0.84	28.9	97.2	164000	0.02
	3槽	16.4	26.6	0.45	26.2	98.3	170000	0.02
	4槽	16.7	27.8	0.22	27.6	99.2	165000	0.02
	5槽	16.7	28.1	0.25	27.8	99.1	146000	0.02

* 固定化量は、各槽の溶出水量あたりの散布量と溶出量の差として求めた。

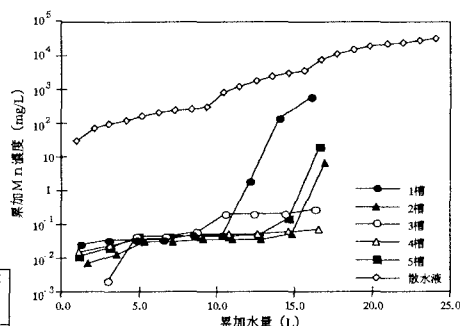


図2 累加Mn溶出濃度

発生土より4倍程度高く、石炭灰造粒物が発生土より高い吸着能を有していることが確認された。石炭灰造粒物について材料の違いで比較すると、ペントナイト無添加物がペントナイト添加物より粒径が大きいのにもかかわらず、吸着量が若干高かった。また、ペントナイト添加物について造粒法の違い

で比較すると、Mn、Cd、Crについては転動型が圧縮型より1.4～1.9倍程度高く、Pbについては逆に圧縮型が若干高かった。以上の結果より最も高い吸着能を有しているのは、転動型ペントナイト無添加物でその飽和吸着量は、Mn 11.0 mg/g以上、Pb 8.0 mg/g、Cd 17.0 mg/g以上、Cr 8.5 mg/gであった。

3.2 小型模型槽による石炭灰造粒物の重金属固定化効果の確認

3.1の結果より、重金属類の高い吸着能を有した転動型ペントナイト無添加物と転動型ペントナイト添加物の石炭灰造粒物を覆土助材として用いた小型模型槽実験を行った。また、その対照として実埋立地における覆土材である発生土を用いた。実験を開始するにあたりごみ層に充填した砂についても各重金属のバッチ振盪実験を行った。その結果、砂は発生土より高い吸着能を示した。これより砂層においても重金属吸着の可能性が見込まれる。スケール形成能を高める目的から散水液には高濃度のICを含む浸出水を用いた。そのため各重金属塩化物水溶液を添加することにより沈殿を生成し、Pb、Cd、Crについては著しい濃度低下が見られた。そこでMnについてのみ高濃度にし、Pb、Cd、Crについては可能な範囲で固定化能調査を行うこととした。散水開始後約16日目に溶出液が流出し始めたが、吸着されにくい物質である塩素イオン濃度の変化から散布水の溶出期間は、約4週間と推定される。散水液および溶出液の累加Mn濃度を図2に、各重金属の飽和吸着量を表4に示す。推定固定化量は、充填物のバッチ振盪実験の結果から充填重量をもとに求めたものである。図2、表4より現段階では、Mn固定化量は石炭灰造粒物に発生土を混合した3槽と4槽が最も高く、次いで転動型ペントナイト添加物のみの2槽、発生土のみの5槽、転動型ペントナイト無添加物のみの1槽の順であった。この要因としては、散水により水道ができ接触面積が減少した可能性が挙げられる。しかし、3槽、4槽の結果より、石炭灰造粒物単独より土を混合することで、水道の生成も防止でき、石炭灰造粒物の持つ固定化能を発揮させることができるものと考えられる。

4. おわりに

今回の実験で得られた知見は、以下のとおりである。

- (1) 石炭灰造粒物は発生土(山土)より高い重金属吸着能を有していた。
- (2) 覆土層に石炭灰造粒物と発生土の混合物を用いることにより、高い重金属固定化能が得られた。

謝辞 本研究を行うにあたり御指導頂いた福岡大学水理衛生工学実験室の皆様と実験に協力して下さった卒業生の有吉泰永君と池田貴洋君に感謝の意を表します。