

埋立地内における石炭灰の覆土助材等への利用に関する研究

福岡大学土木工学科 (学) 松本千仁(正) 立藤綾子(正) 松藤康司(正) 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

近年、地球温暖化が社会問題となっており、廃棄物埋立地から発生する温室効果ガスの削減が急務になっている。一方、火力発電所から発生する石炭灰は1991年の「再生資源の利用の促進に関する法律」(通称:リサイクル法)で指定副産物に定められ再生資源として有効利用する必要性に迫られている。しかし、1993年度では約40%が埋立処分されており、埋立用地の確保難の中、その処分に苦慮している。石炭灰は金属酸化物を主成分とし酸化カルシウムを多量に含有することから、これらを埋立地内で有効利用することによって、埋立地から発生する温室効果ガスの一つである二酸化炭素を固定化することが可能であると考えられる。

そこで本研究は、石炭灰を覆土助材として適用することにより、発生ガス中の二酸化炭素及び浸出水中の炭酸の固定化を促進することを目的として検討を行っている。本報では二酸化炭素及び炭酸の固定化能調査(カラム実験)、石炭灰造粒物の埋立地での固定化効果の確認実験(実埋立地を模擬した小型模型槽実験)の結果について報告する。

2. カラム実験による二酸化炭素及び炭酸の固定化能調査

2.1 実験材料及び実験方法

(1) 実験材料: 本実験で用いた実験材料を表-1に示す。実験材料は石炭灰に水を加えて造粒・調製した石炭灰無添加造粒物3種類と、石炭灰に水、ペントナイトを加えて造粒・調製した石炭灰ペントナイト添加物4種類(ペントナイト添加率3、5、10%)、更にこれらの対照として実埋立地で使用されている覆土材の計8種類である。

(2) 二酸化炭素固定化能実験: ガスの供給は図-1に示すように、 CO_2/N_2 混合ガス(CO_2 :10v/v%)をテドラパック(1000mL)に充填し、イオン交換水200mLを入れたガス洗浄瓶にて湿潤状態にしてカラムに0.5L/minで通気する方式とした。カラム通過後の余剰の CO_2 の吸収は0.5w/v%NaOH溶液200mLの2本で行った。この操作を吸着が飽和になるまで繰り返し行った。

(3) 炭酸固定化能実験: 図-2に装置図を示す。流動溶媒は NaHCO_3 と Na_2CO_3 でIC濃度200mg/Lに調整したものをを用い、0.3L/min(埋立地の推定透水係数を参考)の上向流で通水した。

表-1 実験材料

項目	造粒法	添加剤	粒径(mm)	含水率(%)	備考
試料①	無添加	-	10.6	8.88	-
試料②			15.6	9.18	
試料③			12.0	9.02	
試料④	転動造粒	ペントナイト(3)	8.70	9.02	括弧内の値は添加率(%)
試料⑤		ペントナイト(5)	11.5	9.10	
試料⑥		ペントナイト(5)	14.1	8.96	
試料⑦		ペントナイト(10)	2.70	8.99	
試料⑧	発生土	-	-	<4.70	埋立地で使用されている覆土材

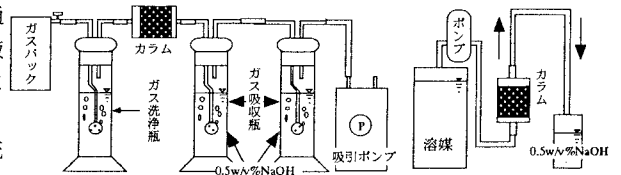


図1 二酸化炭素固定化能実験装置図

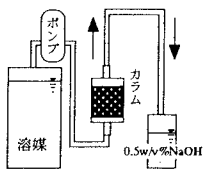


図2 炭酸固定化能実験装置図

2.2 実験結果及び考察

(1) 二酸化炭素固定化能実験: 図-3に一例として石炭灰無添加の累加二酸化炭素固定化曲線を発生土の結果と共に示す。いずれの試料においても通気3回目で固定化量は小さくなり曲線が緩慢になった。各試料を比較すると、ペントナイト10%石炭灰造粒物の非湿潤状態を除いて石炭灰造粒物が発生土(2.0mg/g)より2~6倍の多い二酸化炭素固定化量(4.9~8.0mg/g)を示した。次に石炭灰造粒物別で比較すると、ペントナイト添加造粒物が無添加造粒物に比べて二酸化炭素固定化量は少なく、ペントナイトの含有量が増加するに従って両者の差は大きくなった(表-2)。また、いずれの試料においても湿潤状態が非湿潤状態に比べて二酸化炭素固定化量が多かった(表-2)。

(2) 炭酸固定化能実験: 図-4に累加炭酸固定化曲線を示す。上述の二酸化炭素固定化量の結果と同様に石炭灰造粒物が発生土より2~4倍の固定化量を示した。

また石炭灰造粒物別で比較すると、無添加石炭灰造粒物がペントナイト添加石炭灰造粒物の約2倍多い固定化

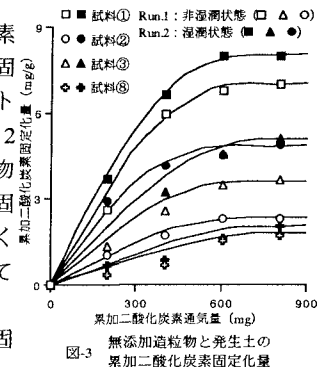


図-3 累加二酸化炭素固定化曲線

量を示した。また、ペントナイト添加石炭灰造粒物では、二酸化炭素固定化量の結果と同様にペントナイト添加率が高い方が固定化量は少なかった。

カラム実験から、二酸化炭素固定化能及び炭酸固定化能は、無添加石炭灰造粒物>ペントナイト添加石炭灰造粒物>発生土の順であることが明らかになった。

3. 小型模型槽実験

3.1 充填物及び実験方法

表-3に各充填物の重量及び実験条件を示す。カラム実験結果から二酸化炭素及び炭酸固定化能の高い無添加造粒物とペントナイト3%添加造粒物を中間覆土に用いた。尚、中間覆土層のみの固定化効果を調べるため廃棄物の代わりに砂を充填した。模型槽は幅25cm、奥行き25cm、高さ60cmの塩ビ製の装置を使用し、装置底部に集水管を設置した。1～5槽は浸出水中の炭酸固定化能を調査するために上層からIC濃度100mg/Lの実浸出水を2.1L/weekで散布した。6～10槽は集水管より上向流で混合ガス(CO₂:20v/v%)を0.3L/minで40時間通気した。

3.2 実験結果及び考察

(1) 炭酸固定化能調査：1～5槽の累加炭酸固定化量を図-5に示す。いずれの槽とも累加固定化量は槽当たり2.1～2.4gであった。これは、カラム実験結果から推定した飽和炭酸吸着量(20～30g/槽)の1/10であった。固定化量曲線の勾配は直線的に増加していることから、更に実験を継続することにより各槽の炭酸固定化量は多くなるものと予想される。

(2) 二酸化炭素固定化能調査：6～10槽の累加二酸化炭素固定化量を図-6に示す。各槽を比較すると、石炭灰造粒物及びそれと発生土の混合物充填槽(6～9槽)が発生土充填槽(10槽)の約2倍の固定化量を示した。また石炭灰造粒物充填槽と比較すると、無添加造粒物充填槽がペントナイト添加造粒物充填槽に比べて固定化能が高く、更に石炭灰造粒物と発生土を混合した方が固定化量が多くなる傾向を示した。この結果は、カラム実験結果とほぼ同じ傾向であり、実埋立地に石炭灰造粒物を覆土助材として利用した場合、その二酸化炭素及び炭酸固定化能は十分に機能するものと予想される。二酸化炭素固定化量について小型模型槽実験とカラム実験を比較すると、小型模型槽実験での1槽当りの飽和二酸化炭素吸着量(45～78g/槽)はカラム実験結果から推定した飽和二酸化炭素吸着量(21g/槽)の4倍と多く、この原因として小型模型槽実験で用いた通気ガスの二酸化炭素濃度(CO₂:20v/v%)がカラム実験の2倍であったことが考えられる。

4. まとめ

今回の実験で得られた結果は以下の通りである。

- ①石炭灰造粒物は発生土(覆土材)より高い二酸化炭素固定化能および炭酸固定化能を有する。
- ②無添加石炭灰造粒物はペントナイト添加石炭灰造粒物より高い二酸化炭素固定化能および炭酸固定化能を有する。
- ③実埋立地に石炭灰造粒物を覆土助材として利用した場合、その二酸化炭素固定化能はカラム実験で得られた固定化能と同等に発揮される。

表-2 二酸化炭素固定化量および炭酸固定化量

項目	添加剤	添加率 (%)	粒径 (mm)	二酸化炭素固定化能調査		
				実験名	含水率 (%)	炭酸固定化量 (mg/g)
試料①			10.6	Run.1	8.88	7.0
				Run.2	25.1	8.0
試料②			15.6	Run.1	9.18	2.3
				Run.2	23.8	4.9
試料③			12.0	Run.1	9.02	3.7
				Run.2	24.1	5.1
試料④	ペントナイト	3	8.70	Run.1	9.02	2.2
				Run.2	25.0	3.6
試料⑤	ペントナイト	3	11.5	Run.1	9.10	2.9
				Run.2	24.5	3.4
試料⑥	ペントナイト	5	14.1	Run.1	8.96	2.1
				Run.2	23.2	2.9
試料⑦	ペントナイト	10	7.70	Run.1	8.99	1.6
				Run.2	23.0	2.6
試料⑧	発生土		<4.70	Run.1	10.2	1.7
				Run.2	28.3	2.0

表-3 各充填物の重量及び実験条件

項目	炭酸固定化調査槽					二酸化炭素固定化調査槽				
	1槽	2槽	3槽	4槽	5槽	6槽	7槽	8槽	9槽	10槽
充填物	上層					砂 (kg)				
						16.3				
	中間覆土層					無添加石炭灰造粒物 (kg)	3.3	3.3	3.3	3.3
						ペントナイト添加石炭灰造粒物 (kg)	3.0	3.0	3.0	3.0
流動相	下層					発生土 (kg)	1.4	0.9	1.4	0.9
						砂 (kg)	16.3			
	液相					媒体	浸出水			
						濃度	散水毎にIC濃度測定			
流動相	液相					流速	2.1L/week			
						媒体				
						濃度				
						流速				

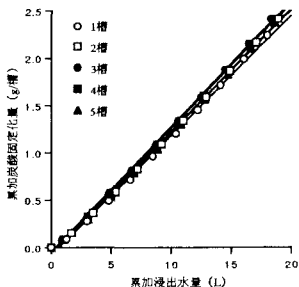


図-5 累加炭酸固定化量

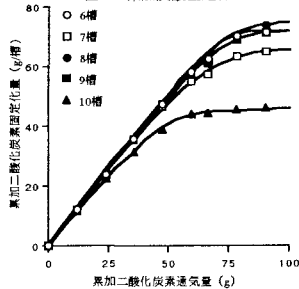


図-6 累加二酸化炭素固定化量