

自然降雨に暴露した焼却灰層からの浸出水と処分場の安定化促進

NPO 最終処分場技術システム研究協会

(正) ○今井 淳 山田裕己 (フジタ) (正) 田島直毅 (前田建設)

(正) 加藤善金 (エプソナズ) (正) 大野文良 (清水建設) (正) 堀井安雄 (クボタ)

【概要】近年、日本の埋立て最終処分量の約 6 割を占める焼却灰について、埋め立て処分後の廃棄物処分場安定化の観点から直径 500mm、高さ 6m の大型コラムを用いた自然降雨暴露による浸出試験を行った。焼却灰は無機物が主体の廃棄物であり、生物分解を期待した有機物の廃棄物処分とは違う安定化形態を示し、洗い出しによる安定化傾向が支配的であることが示された。また、降雨浸透による廃棄物層からの溶解性物質の浸出では水みち等の影響が大きく、浸出水が排水基準を満たす水質になった後も廃棄物層内の溶解性物質量は 90% 以上残留していることが示された。廃棄物からの浸出水の浄化と埋立てられた廃棄物自体の無害化とは違うことが実証的に示されたと同時に、処分場の廃止と埋め立て廃棄物の管理を区別して管理することが必要と考えられる。

1. はじめに

廃棄物最終処分場は、管理費用の低減等の観点から埋立て終了後、「早期に維持管理不要な状態（廃止）にすること」、即ち『安定化促進』が求められている。

一方、最終埋立て処分量に対する焼却灰の比率が増加し、こうした廃棄物の洗い出しや生物分解による安定化促進の可能性が証明されつつあるが、実際の処分場における促進効果の確認例は少なく、実規模レベルの工法検討が必要となっている。しかし、最終処分場は、廃棄物の種類、地下水、降雨浸透等の水理条件、気象条件、覆土の種類などそれぞれの条件が違い、各処分場に共通した実証実験を行うことは非常に難しい。また、廃棄物層内では、水分の垂直分布、酸素の供給状況、浸透水量等によって、廃棄物の変質状況に違いが生じるものと考えられるが、室内コラム試験規模では、大気の影響や不飽和層と飽和層の関係などの条件設定が難しく、実際の埋立地内での廃棄物の変化を示すことが難しいものと考えられる。

こうした観点から、大型コラムを用い、5m 以上の廃棄物層厚さを模擬した同一条件下の対象廃棄物に対し、数種の安定化促進工法を適用し、効果の検証を試みることにした。

また、実際の処分場では降雨浸透水が断続的に浸透することによって、廃棄物層内に気相と液相が交互に現れ、廃棄物の分解促進することが考えられる。このため、自然降雨をコラム内に浸透させ、浸透量を多くした促進条件下で、不連続な浸透状態による廃棄物の変質過程を調査・検討することとした。

2. 試験方法

試験装置を図 1 に、試験層条件を表 1 に示す。

試験装置は $\Phi 500\text{mm}$ の鋼管を縦置きにし、底部を鉄板で閉塞集水管を取り付け、上部を降雨に開放したものである。底部集水管からの浸出水は 20l ポリタンクに集め、満水になる度に交換し保管した。

試験装置は 4 基作製し、

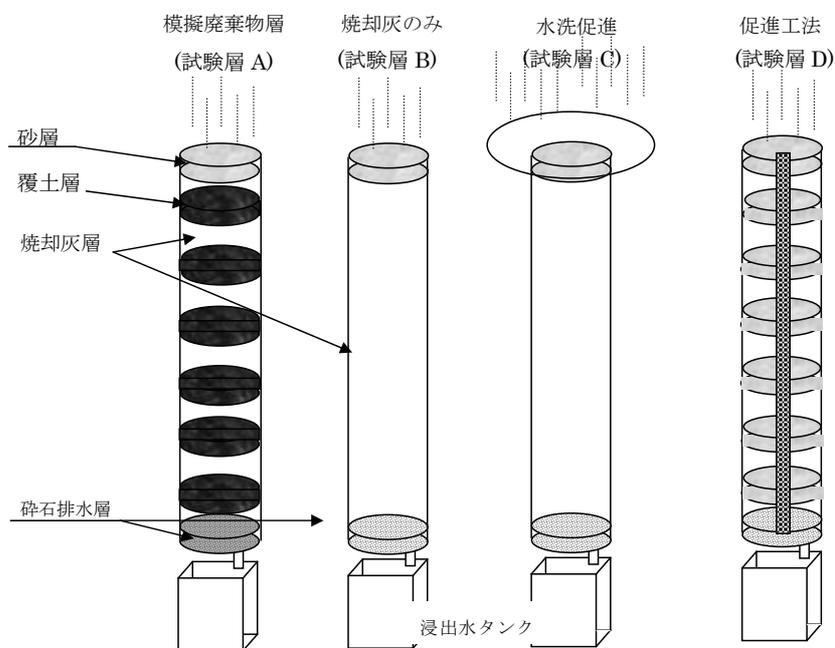


図-1 大型コラム試験概念図

連絡先：〒108-0074 東京都港区高輪 3 丁目 23 番 14 号 シャトー高輪 401

今井 淳 e-mail: imajuni@me.point.ne.jp TEL 03-3280-5970 FAX 03-3280-5973

キーワード：安定化、最終処分場、浸出水、降雨、浸透

処分場の埋立て形態を模した焼却灰層 90cm と関東ローム層 25cm の互層 (A 層)、関東ロームの中間覆土層を設けない焼却灰のみの層 (B 層) を標準層とし、上部の降雨集水面積を 3 倍とした洗い出し促進層 (C 層)、A 層の関東ローム層を碎石層に置き換え中心に通期管を設けた通気促進層 (D 層) の 4 層を試験装置内に作成した。鋼管底部には礫層 20cm 厚の集水層、上部には均等に降雨を分配するように 20cm 厚の覆土層を設けた。

3. 試験結果

2004 年 3 月から試験を開始し、同年 11 月末までに取得したデータを以下に示す。

同期間の降雨量は 1,951mm で試験装置上部 0.196m² に 383 l(100%) の降雨があり、A 層から 270 l(70.5%)、B 層から 321 l(83.8%)、C 層から 621 l (162.1%) の浸出水が生じた。C 層の浸出量は A 層、B 層の約 2 倍の浸出量だった。

浸出水は 2 ヶ月に一度程度の割合で表 1 に示す項目について分析を行った。残りは 20 l タンクに入れ常温で保存した。図 2 はそのうちの BOD 分析結果を A,B,C 層について浸出水量を横軸として示し、その下に各タンクからの採取試料を透明ビンに入れ、浸出量に対応させ示す。

覆土層を含まない B 層、C 層の浸出水 BOD は 100 l ~ 200 l の部分を濃度ピークとして減少傾向を示している。浸出水の色の濃淡は浸出量にほぼ対応している。

一方、A 層は覆土のフィルター作用や吸着作用を受け、浸出水の BOD は当初から上昇していない。濃度の減少傾向は緩やかであるが、C 層の BOD 値の方が、計測末日では小さくなっている。

図 3 には C 層の浸出水の TOC、BOD、COD、SS、全チッ素の計測値を経過日数を横軸として示す。BOD と TOC のピークはほぼ一致しており、全チッ素を除き、ピークは同様の傾向を示している。この傾向は塩類などの溶解性物質でも同様の値を示す傾向にあった。

図 4 に分析結果と浸出水量のデータから算出した BOD の累積値を、図 5 には塩化物の累積

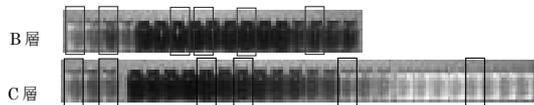
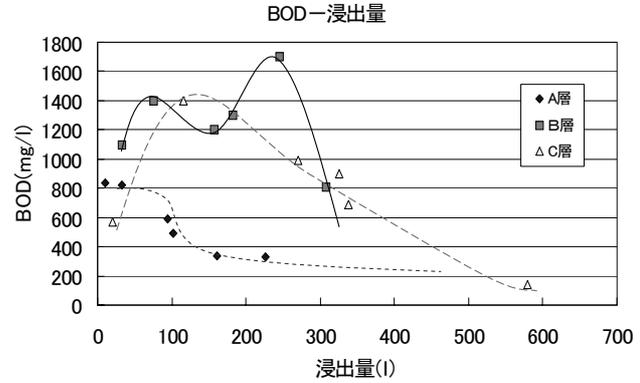


図-2 浸出水量に対する BOD の変化

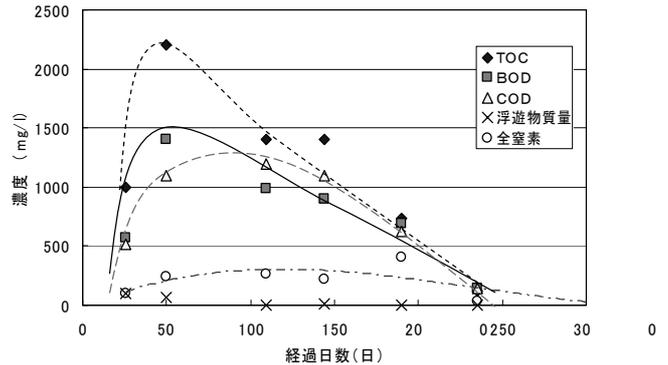


図-3 C 層の TOC、BOD、COD、SS、T-N

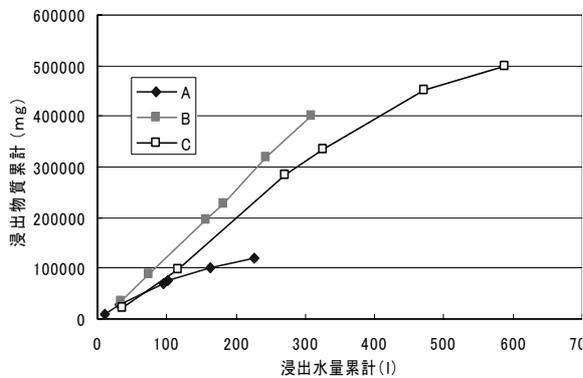


図-4 浸出水量に対する BOD の累積値

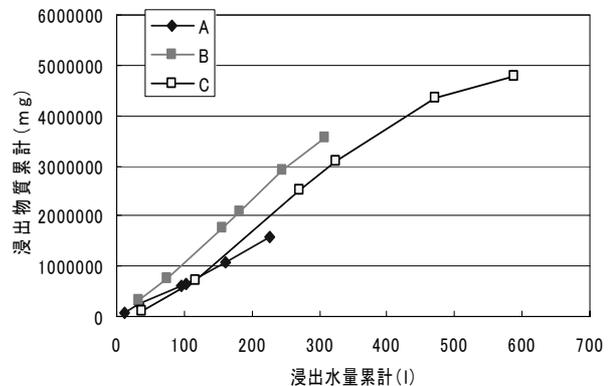


図-5 浸出水量に対する塩化物の累積値

値を示す。

これらの値の傾向は COD など他の分析値でもほぼ同様であり、浸出水量に対応した累積浸出量を示した。

表 1 には試験開始後 300 日程度までの分析値をまとめて示す。

政令廃止基準である浸出水の排水基準と比較すると、各層の SS の値は基準値 10ppm 以内になっている。C 層では pH は基準値よりも高いが、それ以外の値は満足する値を得ている。

4. 考察

一層当りの焼却灰充填量は 1.16t~1.38t であった。分析結果から算出した各層内の含有物質量を比較すると、最も浸出量の多いものは Cl であり、C 層では 17.3kg 中 4.8kg、27.8%の浸出が算定され、A 層では 10.6%、B 層では 20.6%となった。しかし、Na、K 以外は 10%を上回る浸出量は算定されず、最も多い C 層でも累積浸出量は 10Kg 以下と 0.7%程度以下の物質移動量となっている。

これは焼却灰埋立ての場合、沈下などの物理的変化が生じ難いことを示している。

また、塩類などの溶出性物質を多く含有するにも関わらず、浸出量が少ないことは、降雨浸透などにより、全ての浸出性物質が溶脱せず、殆どが層内に固定されるか、水みちに接触する部分だけで浸出減少が起こっていることを示唆している。

焼却灰は無機物含有割合が多いためか、TOC などの有機物指標値も浸出量に比例するような減少傾向を示している。

試料提供をされた自治体の責任者をはじめ、関係者のご協力に感謝する。

【参考文献】

1) 最終処分場の安定化・廃止促進に関する研究 (平成 15・16 年度最終処分場技術システム研究協会 (LS 研) 報告書 管理研究 G 編)

表-1 焼却灰浸出試験 各層の浸出水分析結果

試料名		04. 4. 6	04. 4. 8~	04. 6. 7~	04. 7. 26	04. 9. 8~	04. 10. 26	04. 12. 20	排水基準
項目	単位	採取試料	4. 30	04. 6. 28	~	04. 0917	~	~	
経過日数		26	50	109	158	190	235	321	
カドミウム	mg/L	0.0039	0.0026	0.018	0.0095	0.0037	0.0019	0.0011	0.1
鉛	mg/L	0.006	0.010	0.48	0.023	0.13	0.020	0.033	0.1
六価クロム	mg/L	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.10	0.007	0.005未満	0.5
ひ素	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.032	0.013	0.007	0.003	0.006	0.1
総水銀	mg/L	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.005
ほう素	mg/L	0.21	0.16	1.2	1.2	0.79	0.45	0.40	10
ふっ素	mg/L	0.1未満	0.1	0.7	0.7	0.4	0.2	0.4	5
pH	pH	9.1(18°C)	10.6(21°C)	12.5(16°C)	12.3(15°C)	12.2(23°C)	12.3(17°C)	11.2(23°C)	5.8-8.6
BOD	mg/L	840	820	590	490	340	330	76	60
BOD (溶解性)	mg/L	970	860	490	490	340	320	71	
COD	mg/L	670	640	460	400	380	270	170	90
COD (溶解性)	mg/L	660	660	370	400	370	260	170	
浮遊物質	mg/L	150	320	12	24	1	1	1	10
全窒素	mg/L	110	270	140	94	420	92	85	120
塩化物イオン	mg/L	8000	6900	5000	6600	6900	8700	6200	
硫酸イオン	mg/L	1300	920	200	310	210	1600	91	
カルシウム	mg/L	1900	840	2.6	2.4	5.8	7.2	7.0	
ナトリウム	mg/L	4500	3800	4800	3900	4800	3300	3600	
アルミニウム	mg/L	9	2700	1600	540	530	180	190	
カリウム	mg/L	44	1700	750	670	580	460	320	
TOC	mg/L	1200	1000	510	520	430	320	150	
電気伝導率	mS/m	2300	1900	2100	1900	2300	1900	1700	
酸化還元電位	mV	+10	-60	-71	-50	-57	-72	-66	
色度	度	300	880	230	170	150	87	64	

試料名		40406	04. 4. 12	04. 6. 14	04. 7. 26	40. 9. 13	04. 10. 25	04. 12. 10	排水基準
項目	単位	採取試料	~4. 26	~04. 7. 1	~04. 8. 5	~	~	~	
経過日数		26	46	112	147	197	235	292	
カドミウム	mg/L	0.0048	0.0020	0.023	0.026	0.0003	0.0045	0.0015	0.1
鉛	mg/L	0.18	0.65	0.68	0.82	0.014	0.57	0.45	0.1
六価クロム	mg/L	0.005未満	0.006	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.007	0.079	0.5
ひ素	mg/L	0.001	0.003	0.017	0.014	0.008	0.002	0.005	0.1
総水銀	mg/L	0.0005未満	0.005						
ほう素	mg/L	0.23	0.44	1.6	2.0	1.3	1.3	1.0	10
ふっ素	mg/L	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	5
pH	pH	12.3(19°C)	12.3(21°C)	12.8(16°C)	12.7(15°C)	12.7(22°C)	12.9(18°C)	12.5(22°C)	5.8-8.6
BOD	mg/L	1100	1400	1200	1300	1700	810	440	60
BOD (溶解性)	mg/L	1100	1500	1400	1400	1600	840	420	
COD	mg/L	930	1000	1500	1400	1600	700	560	90
COD (溶解性)	mg/L	930	1000	1300	1500	1500	690	550	
浮遊物質	mg/L	110	3	5	3	2	3	1未満	10
全窒素	mg/L	250	280	290	280	600	220	120	120
塩化物イオン	mg/L	9600	12000	12000	14000	13000	7000	5700	
硫酸イオン	mg/L	370	410	370	610	550	3700	140	
カルシウム	mg/L	39	21	7.0	8.9	9.6	10	6.6	
ナトリウム	mg/L	8300	7500	8900	9100	8100	4500	4300	
アルミニウム	mg/L	1400	2100	3900	3200	2500	1400	1600	
カリウム	mg/L	1000	950	2200	2600	2100	1400	1100	
TOC	mg/L	1600	2100	1800	2000	2300	1000	670	
電気伝導率	mS/m	1800	3200	4400	4200	4400	2900	2300	
酸化還元電位	mV	-22	-120	-50	-45	-50	-64	-69	
色度	度	540	260	780	910	900	390	220	

試料名		040406	04. 4. 19	04. 6. 21	04. 7. 26	040910~	041026	05. 01. 05	排水基準
項目	単位	採取試料	~4. 30	~	~04. 8. 2	04. 9. 17	~041101	~	
経過日数		26	50	109	144	190	235	316	
カドミウム	mg/L	0.0029	0.0023	0.029	0.022	0.0010	0.0002	0.0002未満	0.1
鉛	mg/L	0.14	1.0	0.55	0.61	0.26	0.031	0.010	0.1
六価クロム	mg/L	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.007	0.5
ひ素	mg/L	0.001	0.007	0.010	0.014	0.002	0.001	0.001未満	0.1
総水銀	mg/L	0.0005未満	0.005						
ほう素	mg/L	0.29	0.98	2.4	2.6	1.7	0.44	0.44	10
ふっ素	mg/L	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6	0.2	0.3	5
pH	pH	12.0(18°C)	12.5(21°C)	13.0(16°C)	13.0(15°C)	12.8(22°C)	12.6(18°C)	12.1(21°C)	5.8-8.6
BOD	mg/L	570	1400	990	900	690	140	73	60
BOD (溶解性)	mg/L	450	1600	1200	910	650	150	54	
COD	mg/L	520	1100	1200	1100	620	140	47	90
COD (溶解性)	mg/L	540	1200	1500	1000	590	130	46	
浮遊物質	mg/L	98	68	4	6	1未満	1未満	1未満	10
全窒素	mg/L	100	240	260	220	410	30	19	120
塩化物イオン	mg/L	3300	12000	11000	11000	6200	1200	770	
硫酸イオン	mg/L	130	430	200	330	170	1500	20未満	
カルシウム	mg/L	20	24	11	9.6	11	8.3	3.2	
ナトリウム	mg/L	3300	8100	7800	7700	4600	940	680	
アルミニウム	mg/L	470	2700	3000	3000	1600	330	190	
カリウム	mg/L	360	1700	2200	1800	1400	410	270	
TOC	mg/L	1000	2200	1400	1400	730	120	72	
電気伝導率	mS/m	1300	3700	4400	3800	2700	790	450	
酸化還元電位	mV	-9	-150	-69	-59	-58	-41	-38	
色度	度	310	470	810	720	310	23	7	