

管理型海面処分場の浸出水 pH に影響を与える廃棄物品目

東洋建設(株) 正会員 ○山崎 智弘
 東洋建設(株) 正会員 HEM Ramrav
 東洋建設(株) 正会員 角田 紘子
 東洋建設(株) 伊藤 輝

1. はじめに

埋立完了後の管理型海面処分場が閉鎖するまでに長期間を要している一因は、埋め立てられた廃棄物から溶出するアルカリ分により浸出水の pH が上昇するためである。特に様々な品目を受け入れている海面処分場では、一部の品目からの影響が処分場全体の pH を引き上げている可能性がある。本稿では処分場の管理項目として pH に着目し、海水に対する品目ごとの pH 変動特性を室内実験により確認した。まず採取した全試料を対象に海水のアルカリ化に大きな影響を及ぼす試料を選定し、さらに長期間の溶出特性を確認した。

2. 方法

実験には、「燃え殻 (以下、燃)」「無機性汚泥 (無)」「鉍さい (鉍)」「ダスト (ダ)」「一般廃棄物 (一)」の 5 品目を対象とし、各 3 箇所 of 排出事業所から実処分場に搬入された計 15 試料を使用した (表-1 および図-1 参照)。「鉍-1」はスラグである。「ダ-1」は湿灰状態で団粒化した石炭灰であり、シルト・粘土相当の粒径の割合は 2%弱であった。廃棄物粒子の金属含有率は蛍光 X 線分析 (バルク FP 法) により測定した。

実験は 500mL ビーカーに人工海水 (アクアマリン, 八洲薬品株) を 500mL 注ぎ, ふるい分級により粒径 0.85~2mm とした廃棄物試料 100g-wet を 160s 間で満遍なく投入し, ビーカー上面をラップにて遮蔽した。投入後 15, 45 分, 3 時間経過時のビーカー内の海水の pH を測定した。長期実験ではさらに 1, 4 週間経過時にも測定した。「燃-1」の粒子は気中では固結していたが水中では容易に細粒化した。

表-1 廃棄物の物性

試料	燃-1	燃-2	燃-3	無-1	無-2	無-3	鉍-1	鉍-2	鉍-3	ダ-1	ダ-2	ダ-3	一-1	一-2	一-3	
土粒子密度 ※ (g/cm ³)	3.929	2.510	2.865	2.471	3.045	2.680	2.906	2.689	3.543	2.347	3.335	3.550	2.657	2.839	2.611	
水分 (%)	1.71	41.41	72.71	44.10	48.17	52.81	74.53	10.90	53.52	53.24	52.45	42.26	44.73	95.63	74.88	
砂分 (%) d=2mm以上	7.71	53.46	26.48	17.34	46.86	43.67	23.56	87.63	45.97	44.92	45.28	54.47	51.27	4.03	21.29	
シルト・粘土分 (%) d=0.075~2mm	90.58	5.12	0.81	38.56	2.79	3.52	1.92	1.47	0.51	1.84	2.27	3.27	4.00	0.34	3.84	
含水比 (%)	23.88	48.61	24.02	16.22	71.70	173.09	22.48	7.53	8.36	23.99	28.48	26.82	22.13	17.29	32.37	
廃棄物粒子の金属含有率 (%)	Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MgO	-	-	-	-	-	-	4.92	-	12.70	-	-	7.30	0.56	-	
	Al ₂ O ₃	1.80	5.38	9.87	9.79	3.35	0.78	14.68	15.96	23.75	19.98	2.03	1.46	15.82	3.25	13.03
	SiO ₂	2.22	10.17	21.05	28.52	3.93	18.28	10.69	66.00	19.95	52.62	10.14	3.55	22.67	7.84	24.61
	P ₂ O ₅	6.81	7.20	4.46	-	6.67	3.70	-	-	0.96	-	2.51	-	2.47	0.40	1.96
	SO ₃	34.79	35.17	7.07	6.33	21.51	3.89	2.53	0.12	0.17	1.62	32.52	11.35	2.43	7.15	4.29
	Cl	19.37	-	5.00	-	0.78	-	2.33	-	-	-	15.00	2.33	2.07	21.81	4.30
	K ₂ O	8.87	3.21	1.06	0.78	-	0.67	-	1.04	0.16	1.66	6.34	1.45	2.11	7.01	2.62
	CaO	15.12	29.15	29.11	46.03	30.58	26.21	58.10	3.66	20.43	13.15	20.21	15.48	40.12	45.84	34.80
	TiO ₂	0.90	2.50	3.45	1.29	0.43	0.16	0.42	0.46	1.12	1.73	1.04	0.04	1.76	1.59	1.87
	Cr ₂ O ₃	-	-	0.31	-	2.16	2.10	1.17	0.23	0.13	0.01	0.08	1.68	0.16	-	0.06
	MnO	0.06	0.05	0.15	0.15	0.23	0.28	1.90	0.30	1.86	0.17	0.06	4.62	0.23	0.14	0.12
	Fe ₂ O ₃	3.13	5.24	15.98	6.80	17.52	19.14	5.48	11.05	18.11	8.68	3.25	38.99	8.27	2.41	10.81
	CuO	0.11	0.68	0.63	-	0.55	-	-	0.36	-	0.02	0.45	0.26	0.36	0.04	0.70
	ZnO	1.32	1.15	1.39	0.11	9.89	23.61	0.04	0.59	0.11	0.03	3.54	10.26	0.63	1.83	0.75
Br	3.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.65	-	-	0.24	0.01	
SrO	-	0.03	0.08	0.18	-	-	-	0.07	0.03	0.06	0.18	-	-	0.07	-	
PbO	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.55	0.08	0.23	

※土粒子密度(JIS A 1202)において、「燃-1」は伊乾燥時に水分とともに油分等の含有成分も蒸発した可能性があるため参考値とする。「一」は検出下限値未満を示す。

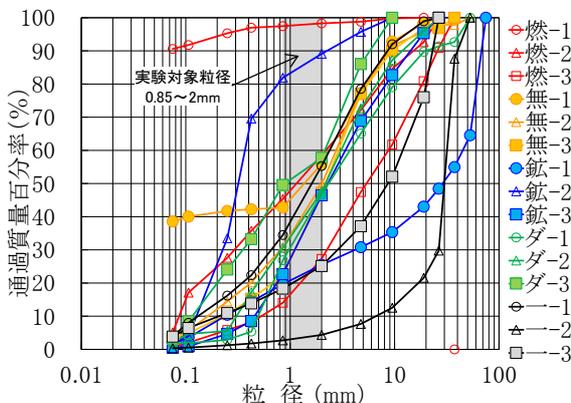


図-1 廃棄物の粒度(ふるい分析)

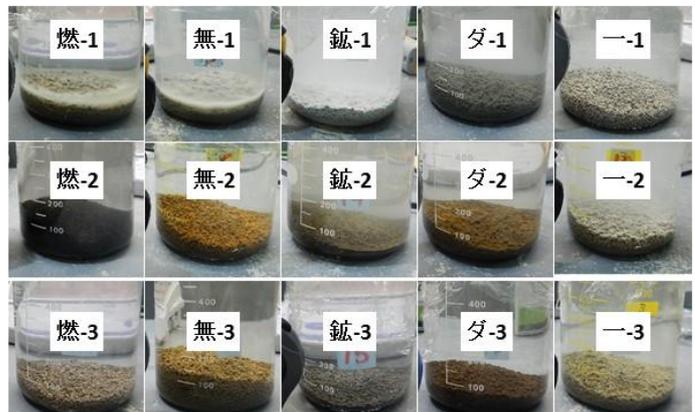


写真-1 3時間経過時の試料

キーワード 管理型海面処分場, 浸出水, pH, 廃棄物品目, 室内実験

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株)鳴尾研究所 TEL 0798-43-5903

3. 結果と考察

全 15 試料を対象とした実験結果を図-2 に示す。人工海水の pH 初期値は 8.2~8.3 である。投入から 3 時間経過時に管理型海面処分場から排水基準である pH9.0 よりアルカリ性となった試料は「無-1」「無-3」「鉍-1」であった。「無-1」「鉍-1」は Ca が多く含まれ、pH の中和反応時に生じる $MgCO_3^{1)}$ と思われる白色沈殿物が顕著であった(写真-1 参照)。同様に「一-1」「一-2」「一-3」も Ca 割合が大きく、粒子表面が白色物に覆われていた。一方、「燃-2」「無-2」「鉍-2」は初期海水 pH より酸性側に変化した。「燃-2」「無-2」は S の割合が多く、硫化物による酸化の影響と考えられる。「燃-1」や「ダ-2」も S の割合は大きいがその他の要素(未確認)によりアルカリ化した。「鉍-2」は Si, Al, Fe が主成分であり、ほぼ砂であったと考えられる。「ダ-1」は「鉍-2」と同様の成分であったが Ca がより多くアルカリ化の影響度が強かったものと考えられる。

3 時間経過時の実験結果を含水比より単位乾燥重量あたりに換算し、各廃棄物粒子を球体と仮定し、粒度に応じた総表面積に比例してアルカリ分が溶出するものとし、全試料を同量埋め立てた場合の「無-1」における海水のアルカリ化影響度を 1.0 とした場合の各試料の影響度を図-3 に示す。「無-1」に次いで「無-3」「鉍-1」を合わせると全体の約 93% を占めた。

「無-1」「無-3」「鉍-1」に加え「鉍-3」「ダ-3」「一-3」の 6 試料を対象に 4 週間継続した実験結果を図-4 に示す。粒子のバラツキに由来して 3 時間経過時の pH は図-2 と比較して多少異なった。「無-1」「鉍-1」「一-3」は時間経過とともに pH が上昇し 11.0 を超えた。このような廃棄物は粒子に吸着しているアルカリ成分が豊富であり、埋立地盤内の間隙水に継続して溶出するため、間隙水や浸出水を浄化しても再び汚染する要因となることを示唆している。「無-3」はアルカリ分の継続した溶出の速度がビーカー内上部に残った大気からの CO_2 の溶解速度より遅くいったん pH が低下したが、時間経過とともにアルカリ分の溶出量が大きくなったと考えられる。

「鉍-3」「ダ-3」においても pH が 9~10 の範囲でいったん平衡となったものの、pH が 10 を超えた後には上昇する傾向にあった。pH の中和効果は海水中に HCO_3^- が存在²⁾する pH10 以下で顕著となると考えられる。

4. まとめ

長期間にわたりアルカリ分を溶出する可能性がある廃棄物は埋め立てる前に安定化処理しておくことが望ましい。しかし全ての廃棄物を対象に事前処理を実施するためには広い敷地と多額の費用が必要となる。そこで受入量を考慮し、特定の品目や排出事業所の廃棄物のみを対象に事前の対策をすることで、処分場内の pH の上昇を抑制するとともに、将来の閉鎖に向けた安定化処理期間を短縮することが期待できる。

謝辞: 試料提供では公益財団法人 愛知臨海環境整備センター様の御協力を得ました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 肴倉宏史, 仲川直子, 前田直也, 角田康輔, 水谷聡, 遠藤和人, 宮脇健太郎: 水酸化物イオンに対する海水による pH 緩衝メカニズムの考察, 廃棄物資源循環学会研究発表会, No. 25, pp. 399-400, 2014.
- 2) 財団法人日本気象協会: 海洋観測指針(気象庁編), pp. 170-172, 1990.

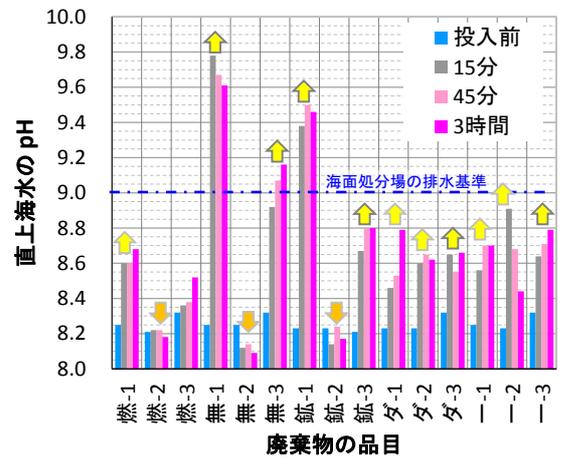


図-2 実験結果(15試料, 3時間)

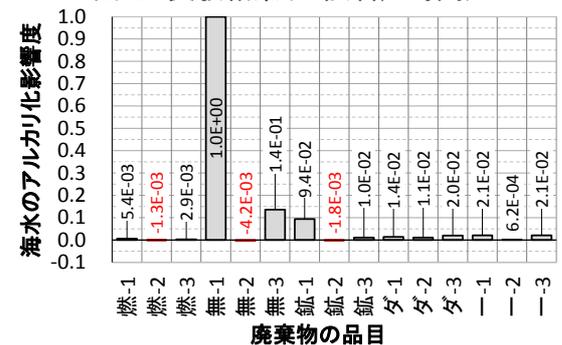


図-3 廃棄物の海水のアルカリ化影響度

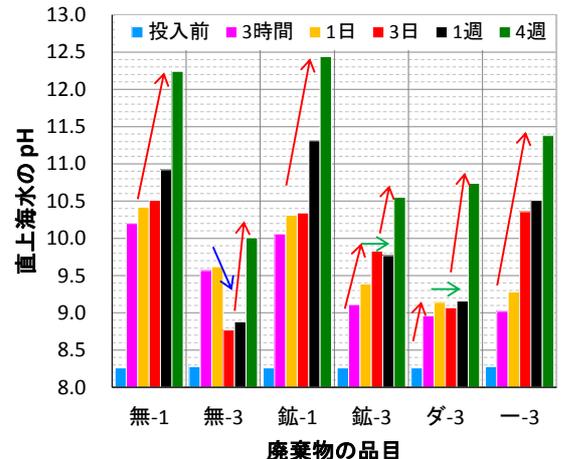


図-4 実験結果(6試料, 4週間)