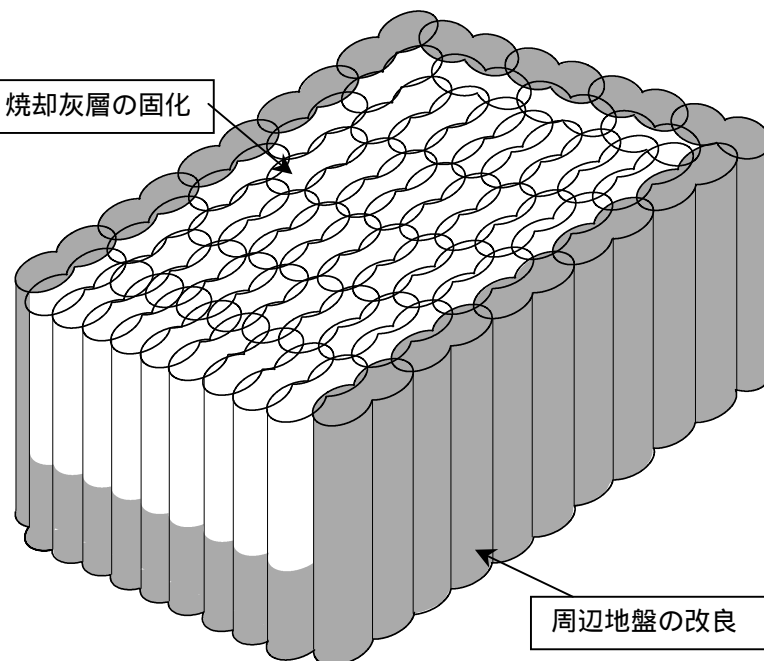


深層混合処理工法による焼却灰中ダイオキシンの不溶化処理に関する検討

竹中土木 (正) 白井克巳 (正) 藤井義文
(正) 小嶋平三 (正) 秀島康史
竹中工務店 (正) 岩本 宏

1. はじめに

不適正な最終処分場に関する環境庁の調査では、一部の処分場において処分場下流側の地下水から 0.13～170pg-TEQ/l のダイオキシン類が検出されている¹⁾。この調査ではダイオキシン類による周辺公共用水域への影響は認められていないが、早急な対策が望まれているところである。本報告では、不適正な最終処分場の対策方法としての図 - 1 に示す深層混合処理工法を用いた焼却灰の原位置固化処理法に関して、セメント固化した焼却灰のダイオキシンの溶出特性より検討した結果を述べる。



2. 試験方法

試験に用いた焼却灰には、現行の構造基準²⁾に適合しないとされたA市の一般廃棄物最終処分場の表層より採取された焼却灰を用いた。実施した試験は、焼却灰中のダイオキシン含有量試験、セメントにより固化した焼却灰（以下「焼却灰セメント固化体」と略称）の一軸圧縮試験及びダイオキシンの溶出試験である。焼却灰中のダイオキシン含有量試験は、「廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル（平成9年2月26日 衛環第38号 厚生省水道環境部整備課長通知）」に基づき実施した。焼却灰の固化に用いたセメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。セメント添加量 α （焼却灰1m³当たりのセメント添加量）はセメント無添加、100kg/m³、200kg/m³の3種類とした。セメントは水セメント比80%のスラリーとして焼却灰に混合した。焼却灰セメント固化体の作製及び養生方法は、地盤工学会基準「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法（JGS T 821）」に準拠した。焼却灰セメント固化体の一軸圧縮試験は材令7日及び材令28日で、またダイオキシンの溶出試験は材令28日で行った。ダイオキシンの溶出試験方法は、溶出基準が設定されていないためその方法も規定されていないが、「土壌の汚染に係わる環境基準 付表（平成3年 環告46号）」に示されている検液の作製手順に準拠した。図 - 2 に検液の作製手順を示す。検液中のダイオキシンの測定は、

図 - 1 焼却灰の原位置固化処理による対策概要

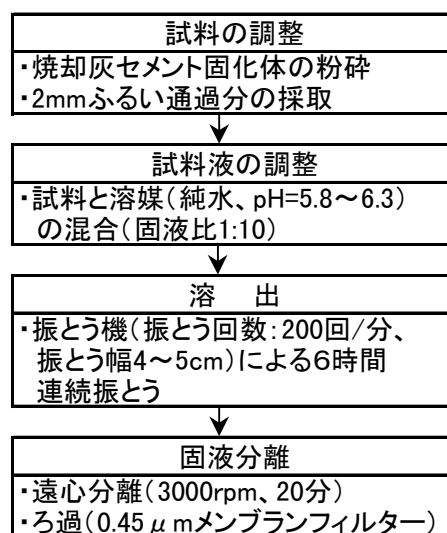


図 - 2 検液の作製手順

（JGS T 821）」に準拠した。焼却灰セメント固化体の一軸圧縮試験は材令7日及び材令28日で、またダイオキシンの溶出試験は材令28日で行った。ダイオキシンの溶出試験方法は、溶出基準が設定されていないためその方法も規定されていないが、「土壌の汚染に係わる環境基準 付表（平成3年 環告46号）」に示されている検液の作製手順に準拠した。図 - 2 に検液の作製手順を示す。検液中のダイオキシンの測定は、

「ダイオキシン類に係わる水質調査マニュアル（平成 10 年 7 月 環境庁水質保全局規制課）」に基づいた。なお、ダイオキシン含有量試験及びダイオキシンの溶出試験では、コプラナー PCB

（以下「Co-PCB」と略称）を除くポリ塩化ジベンゾ - パラ - ジオキシン（以下「PCDD」と略称）及びポリ塩化ジベンゾフラン（以下「PCDF」と略称）を測定した。ダイオキシンの毒性の評価は、I-TEF（1988）を用いて得られる毒性等量（TEQ）とした。

3．試験結果及び考察

表 - 1 に、焼却灰及び焼却灰セメント固化体からのダイオキシンの溶出量（検液中のダイオキシン濃度）を示す。なお、同表には焼却灰中のダイオキシン含有量及び焼却灰セメント固化体の一軸圧縮強さも併せて示した。表 - 2 に、ダイオキシン異性体個々の焼却灰中の実測含有量及び焼却灰・焼却灰セメント固化体からの実

測溶出量を示す。これらの表より以下のことがいえる。a)焼却灰中のダイオキシンは極めて微量であるが水に溶出する。その値は 1.4pg-TEQ/l と水質基準値（1.0pg-TEQ/l）を超過している。ただし、Co-PCB を測定していないこと及び試験結果は図 - 2 に示した検液作製方法によるものであることから、実際の地下水中のダイオキシン濃度と対応しているものではない。b)ダイオキシンの溶出率（焼却灰と焼却灰セメント固化体からのダイオキシンの溶出量の比率）は、セメント固化処理を行うことにより約 3 ～ 4 % に低減する。焼却灰をセメント固化処理することにより、焼却灰中のダイオキシンの溶出を抑制することが可能である。c)焼却灰セメント固化体のダイオキシン溶出量は、 $\alpha = 100\text{kg/m}^3$ で 0.053pg-TEQ/l、 $\alpha = 200\text{kg/m}^3$ で 0.035pg-TEQ/l となっている。セメント添加量 α の違いがダイオキシンの溶出量に及ぼす影響は小さいといえる。d)PCDD の四塩化物（ T_4CDDs ）及び五塩化物（ P_5CDDs ）は、セメント添加量 α が 100kg/m^3 から 200kg/m^3 と増加するとともに溶出量が低下する。一方、PCDD の六塩化物（ H_6CDDs ）七塩化物（ H_7CDDs ）及び八塩化物（ O_8CDD ）の溶出量は、セメント添加量 α による差が小さい。セメント固化処理によるダイオキシンの溶出抑制効果は、異性体の種類によって異なるといえる。

4．おわりに： 本報では、深層混合処理工法により不適正な最終処分場を適正化技術の成立の可能性を検討するために、セメントで固化された焼却灰からのダイオキシンの溶出について検討した。その結果、未処理の焼却灰に比較してセメント固化された焼却灰では、ダイオキシンの溶出が抑制されることを確認した。これにより、不適正な最終処分場の対策方法として焼却灰層の現位置固化処理法が成立する可能性が得られた。今後は、本試験で測定対象としなかった Co-PCB を含めた検討を進めていきたい。なお、本研究を進めるに当たり花嶋正孝福岡大学工学部教授のご指導を賜りました。ここに、深謝の意を表します。

参考文献 1)環境庁海洋環境・廃棄物対策室；最終処分場環境保全対策調査報告書，平成 11 年 7 月 2)一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分に係る技術上の基準を定める命令，総・厚令第 1 号

表 - 1 焼却灰及び焼却灰セメント固化体からのダイオキシン溶出試験結果

試験名	試料名	セメント添加量 (kg/m^3)	単位	PCDDs	PCDFs	PCDDs + PCDFs	一軸圧縮強さ (材令28日) qu (MPa)
溶出試験	焼却灰	0	pg-TEQ/l	0.47 (100)	0.97 (100)	1.4 (100)	—
	焼却灰セメント固化体	100	pg-TEQ/l	0.031 (6.6)	0.021 (2.2)	0.053 (3.8)	0.88
		200	pg-TEQ/l	0.018 (3.8)	0.017 (1.8)	0.035 (2.5)	5.29
含有量試験	焼却灰	—	pg-TEQ/g	610	540	1200	—

注) () 内数値：溶出率（焼却灰の溶出量を基準とした比率），単位は%

表 - 2 異性体別のダイオキシン濃度

	異性体名称	実測含有量 (pg/g)	実測溶出量 (pg/l)		
			焼却灰	焼却灰セメント固化体	
		焼却灰		α 100 kg/m^3	α 200 kg/m^3
PCDD	T_4CDDs	3100	1.6	0.72	ND
	P_5CDDs	6500	1.2	0.72	ND
	H_6CDDs	13000	12	1.7	1.3
	H_7CDDs	13000	31	5.4	3.5
	O_8CDD	8600	47	3.0	1.8
	Total PCDDs	44000	92	12	6.6
PCDF	T_4CDFs	3000	ND	ND	ND
	P_5CDFs	5400	2.4	ND	ND
	H_6CDFs	7700	8.3	ND	ND
	H_7CDFs	6100	21	2.1	1.7
	O_8CDF	1600	8.5	ND	ND
	Total PCDFs	24000	40	2.1	1.7

注) ND：定量下限値以下