

平成17年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査
及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査結果

代表機関名		技術の名称	
株式会社間組・スミコンセルテック株式会社		水洗分解処理技術（ウォッシュメルト）	
技術の概要			
調査 / 対策	対策技術の方式	実証試験の対象物質	実証試験の場所
対策	洗浄分離 + 加熱分解	ポリ塩化ビフェニール（PCB）	現場外
<p>（技術の原理）</p> <p>水洗分解処理技術（ウォッシュメルト）は、土壤洗浄技術（EF [浮遊] 洗浄技術）と熔融分解技術（ジオメルト技術）を組み合わせた処理システムである。EF 洗浄技術は汚染土壤に水と空気を加え、エジェクタから放出し PCB を土壤から分離・濃縮し、PCB 汚染土壤量を大幅に低減させる。減容・濃縮された PCB 汚染土壤をジオメルト技術で熔融分解処理することによって PCB 汚染土壤を浄化、無害化する技術である。</p> <p>* : サンプルポイント</p> <p>処理フローの概略図</p>			
技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方			
<p>水洗分解処理技術は、周辺環境への排ガスの放出がなく環境負荷の小さい洗浄処理により、PCB を熔融分解（ジオメルト）処理する量を減らすことによって、浄化処理コストを大幅に削減すると共に、環境負荷の低減を図る。</p>			
調査結果の概要			
<p>（1）処理量 : 921kg</p> <p>（2）試験条件</p> <p>試験の目的</p> <p>試験の目的は、EF 洗浄によって PCB 汚染土壤から清浄土が確実に回収でき、その環境負荷が小さいことを実証する。濃縮された汚染土壤はジオメルト処理によって高い分解率で無害化できることを実証する。</p> <p>試験条件</p> <p>試験条件の設定は、次のとおりである。</p>			

・ EF 洗浄

RUN	処理量(kg)	処理速度(kg/分)	処理時間(分)	エア量(L/min)	PCB濃度(mg/kg)
1-1	100	20	5	60	610
1-2	100	20	5	20	610
1-3	100	20	5	0	610
2-1	100	20	5	20	610
2-2	55	20	3	20	87
2-3	100	20	5	20	190
2-4	52	20	3	20	110
3-1	100	20	5	20	150
3-2	81	20	4	20	75
3-3	77	20	4	20	51
3-4	75	20	4	20	35

RUN1 はエア量を決定する為の試験、RUN2 は PCB 濃度の濃い土壌と薄い土壌に対し 2 回洗浄をした試験、RUN3 は 3-1 の洗浄後土壌を連続洗浄（合計 4 回）した試験。

・ 溶融分解（ジオメルト）

EF 洗浄で発生する PCB 濃縮汚染土、水処理で発生するフィルター、活性炭等の汚染物を一括して 1 t/バッチ設備に充填し、50kWh の溶融電力で無害化处理する。

(3) 有効性についての考察

EF 洗浄

・ 試験 1（2 回洗浄：RUN2-1～2-4）

RUN2-1～2-2 では、PCB 濃度 0.26mg/L、ダイオキシン類濃度 10,000pg-TEQ/g の土壌が、2 回洗浄後にはそれぞれ 0.00025mg/L、400pg-TEQ/g となり、いずれも PCB 土壌環境基準(<0.0005mg/L)及びダイオキシン類土壌環境基準(1,000pg-TEQ/g)以下となった。

RUN2-3～2-4 では PCB 濃度 0.14mg/L、ダイオキシン類 4,900pg-TEQ/g の土壌が、2 回洗浄後にはそれぞれ 0.00036mg/L、1,200pg-TEQ/g となり、PCB は土壌環境基準以下であったが、ダイオキシン類は土壌環境基準以下とならなかった。

・ 試験 2（4 回洗浄：RUN3-1～3-4）

PCB 濃度 0.0020mg/L、ダイオキシン類濃度 3,600pg-TEQ/g の土壌が、4 回洗浄後にはそれぞれ 0.0005mg/L 以下、190pg-TEQ/g となり、いずれも PCB 土壌環境基準、ダイオキシン類土壌環境基準以下となった。

ジオメルト溶融分解

ジオメルト溶融分解では、PCB 濃度 280mg/kg、0.038mg/L、ダイオキシン類濃度 5,500pg-TEQ/g の汚染土が、PCB 濃度 0.00004mg/kg、0.0000022mg/L、ダイオキシン類濃度 0pg-TEQ/g[3.8pg-TEQ/g]となった。このときの分解率は PCB が 99.996%、ダイオキシン類が 99.926% [99.798%]であった。

(注) PCB、DXNs の含有量、分解率、除去率等については、検出値が定量下限値未満の場合には 2 通りの数値を記載している。検出値を 0 として計算した値を先に掲載し、検出値を定量下限値として計算した値を []内に記載している。(以下同じ。)

排ガス

- ・試験 1 でジオメルト溶融設備出口ガス中の PCB 濃度は 29ng/m³N、活性炭処理後の大気放出ガス中の PCB 濃度は 380ng/m³N と増加したが、昭和 47 年 12 月 22 日環大企第 141 号で示されている PCB の暫定排出許容限界 (0.15mg/m³) 以下であった。

ジオメルト溶融設備出口ガス中のダイオキシン類濃度は 0.092[0.093]pg-TEQ/m³N、活性炭処理後の大気放出ガス中ダイオキシン類濃度は 0.0043[0.015]ng-TEQ/m³N であり、ダイオキシン類対策特別措置法における廃棄物焼却炉 (4t/h 以上) の排出基準 (0.1ng-TEQ/m³N) 以下であった。

処理水

- ・油水分離後の油水中 PCB 濃度 0.09 ~ 0.61mg/L、油水分離後の水分中 PCB 濃度 0.082 ~ 0.56mg/L の排水が、フィルターろ過・活性炭処理後の処理水中 PCB 濃度では 0.000071 ~ 0.00046mg/L となり、PCB の排水基準 (0.003mg/L) 以下となった。

油水分離後の油水中ダイオキシン類濃度 2,100 ~ 13,000pg-TEQ/L、油水分離後の水分中ダイオキシン類濃度 1,900 ~ 11,000pg-TEQ/L の排水が、フィルターろ過・活性炭処理後の処理水中ダイオキシン類濃度では 2.4 ~ 5.6pg-TEQ/L となり、ダイオキシン類対策特別措置法における水質排出基準 (10pg-TEQ/L) 以下となった。

- ・溶融設備から発生するオフガスの洗浄排水中 PCB 濃度は 0.000076mg/L、フィルターろ過・活性炭処理後の処理水中 PCB 濃度は 0.0000077mg/L であり、PCB の排水基準 (0.003mg/L) 以下であった。

溶融設備から発生するオフガスの洗浄排水中ダイオキシン類濃度は 2.7[3.1]pg-TEQ/L、フィルターろ過・活性炭処理後の処理水中ダイオキシン類濃度は 0.042[1.1]pg-TEQ/L であり、ダイオキシン類対策特別措置法における水質排出基準 (10pg-TEQ/L) 以下であった。

(4) 経済性等についての考察

実用性

本技術は、2mm 未満の土壌には EF 洗浄が可能である。2mm 以上の礫、根茎等で、篩い分け洗浄後でも環境基準以下にならないものは直接ジオメルト処理する。

- ・安定性

延べ 26.5 時間 (最長連続運転 : 26 時間) 運転し、実証試験中の異常停止やその他のトラブルは発生しなかった。

- ・安全性

作業環境測定の結果、作業中のダイオキシン類濃度は、EF 洗浄工程で A 測定 (注) の第 1 評価値が 2.67pg-TEQ/m³、第 2 評価値が 1.11pg-TEQ/m³ であり、「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱 (平成 13 年 4 月 25 日付基発第 401 号の 2)」の第 2 管理区域であったため管理レベル 2 の保護具を着用した。

(注) 単位作業場所における気中有害物質の平均的な状態を把握するための測定

経済性

- ・効率性

実証試験全体のエネルギー効率は、100,937MJ/t、作業量は0.3506t/h・人であった。

- ・経済性

実証試験では、処理能力20kg/分のEF洗浄設備と1t/バッチのジオメルト設備を使い合計921kgの土壌を処理し、その平均処理費用は約5,491万円/tであった。また、実証試験結果をもとに、実規模での処理（処理土壌10,000t）を想定し、その処理費用を試算した結果は約12.2万円/tである（別紙参照）。

（5）周辺環境への負荷

環境大気

- ・周辺大気

試験施設周辺大気中のPCB濃度は、実証試験前0.00013～0.00016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、実証試験中0.000070～0.00010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、昭和47年12月22日環大企第141号で示されているPCBの暫定環境濃度（0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）以下であった。

ダイオキシン類濃度は、実証試験前0.23～0.29pg-TEQ/ m^3 、実証試験中0.044～0.045pg-TEQ/ m^3 であり、大気環境基準（0.6pg-TEQ/ m^3 ）以下であった。

溶融固化体

- ・溶融固化体のPCB濃度は、試験1で0.00004mg/kg（含有）、0.0000022mg/L（溶出）、試験2で不検出（含有）、0.0000022mg/L（溶出）であった。
- ・ダイオキシン類濃度は試験1で0[3.8pg-TEQ/g]、試験2で0[3.8pg-TEQ/g]であり、土壌環境基準（1,000pg-TEQ/g）以下であった。

騒音

試験前42～43dB(A)、試験中43～46dB(A)と大きな変化は無かった。

二酸化炭素排出量

エネルギー使用量等から求めた本技術の炭酸ガス排出量は土壌1tあたり109.6kg/tであった（別紙参照）。

検討会概評

本技術は土壌洗浄技術と溶融分解技術を組み合わせた処理システムであり、水だけしか使わない安全な土壌洗浄（EF洗浄）でPCB汚染土壌量を低減させ、減容・濃縮されたPCB汚染土壌を溶融分解することにより汚染土壌を浄化、無害化する技術である。

本実証試験では土壌分離器（EF洗浄装置）で2回、4回の洗浄を行い、洗浄後の土壌中PCB濃度はいずれもPCB土壌環境基準以下となった。ダイオキシン類濃度は、2回洗浄では環境基準を上回ったものもあったが、4回のEF洗浄では環境基準以下となった。

浄化土壌中PCB、ダイオキシン類濃度は洗浄回数に左右されることから、実機にあたっては、土壌分離器を多段とする、あるいは分離槽を長くするなどの検討を行うことにより、確実に対象汚染土壌を浄化できる最適なシステムとすることが必要であると考えられる。このような検討を行うことにより、後段の溶融処理の負荷を下げることも可能になると考えられる。

別紙（水洗分解処理技術）

費用の算出

実証対象技術のコストについて

コスト計算に当たっては、実証試験と同一の汚染状況を設定し、以下の条件を前提として計算を行っている。

・ 土壌の量および性状	
浄化対象となる土壌の量	10,000t
含水率および高密度	4% , 1.6t/m ³
2 mm 以上の砂レキ含有量	30 %
PCB 濃度（最大）	610mg/kg 、 0.26mg/L
・ 処理能力および処理時間	
EF 洗浄処理速度	40 t/日（7h/日稼働）
溶融分解処理速度	10t/日（24h/日稼働）

工費の概略試算範囲

試算範囲：汚染土壌の浄化処理（EF 洗浄）から無害化処理まで（但し、基礎、建屋、土地取得費は試算の範囲外）

設備費については耐用年数を 7 年と設定し、それぞれの処理及び設置から撤去までの合計期間の減価償却分（1 年間分）を処理費用に積算

本実証試験で得られたデータを基に、上記条件により処理コストを算出した結果を以下に示す。

総費用	1,216,000 千円
単位土壌量当たりの費用	122 千円 / t

所用処理実施期間は、9 ヶ月と算定された。

CO₂ の排出量の算出

実証対象技術の二酸化炭素排出量について

二酸化炭素排出量計算にあたっては、同一の条件を前提として計算を行っている。

本実証試験で得られた電気、燃料等のデータをベースに、EF 洗浄工程とジオメルト溶融分解工程それぞれにおける CO₂ 排出量を算出し、10,000t 土壌処理に関わる二酸化炭素排出量を算定した。

総排出量	1,096 t
単位土壌量当たりの排出量	109.6kg / t