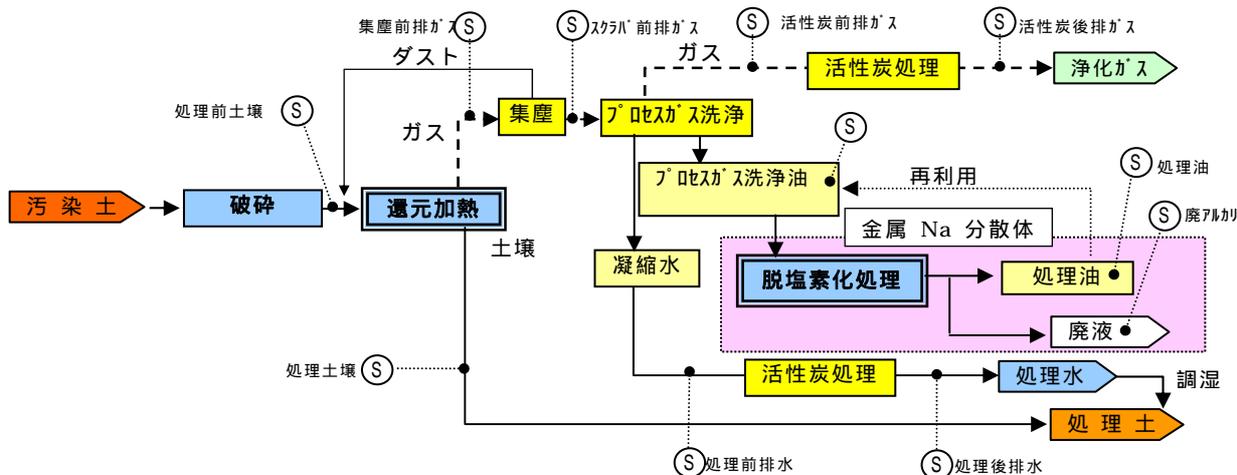


平成17年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査
及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査結果

代表機関名		技術の名称	
株式会社神鋼環境ソリューション		還元加熱法と金属 Na 分散体法との組合せ処理法	
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	加熱分離 + 加熱分解 + 化学分解	ポリ塩化ビフェニール (PCB)	現場外

(技術の原理)

汚染土壤を低酸素雰囲気下、約 600 で間接加熱し、PCB 等を分解・除去する。排ガス中の PCB 等は油洗浄装置によって油中に回収し、その油中に金属 Na 分散体 (Na 微粒子を分散させた油) を注入して脱塩素・無害化する。



処理フローの概略図

技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方

間接加熱時のプロセスガス処理において二次燃焼などを行わないため、排ガスの排出量が少ない。可搬型装置による現地敷地内処理が可能である。

調査結果の概要

(1) 処理量 1,435 kg

(2) 試験条件

試験の目的

ユニットプロセスごとの PCB の物質収支を把握し、環境影響調査により本処理法の安全性を確認する。また、土壤供給速度 (処理速度) および処理温度を変化させて経済性を検討する。

試験条件

試験条件の設定は下表のとおりである。

	処理温度 ()	処理速度 (kg/h)	滞留時間 (h)	供給時間 (h)	処理量 (kg)
RUN1	550	50	1	5	250
RUN2	500	50	1	5	252

RUN3	550	75	1	4	282
RUN4	500	75	1	4	285
RUN4	550	100	1	4	366

試料土壌予定量が減少したことに伴い、RUN3～5の供給時間が5hから4hに短縮した。

(3) 有効性についての考察

分解率

- ・PCB分解率及びDXNs分解率は以下のとおりであった。

	汚染土壌	系外排出物	分解率(%)
PCB濃度	14～92(mg/kg)	0.060～0.17(mg/kg)	99.2～99.8% [99.2～99.8%]
DXNs濃度	310～1,300(pg-TEQ/g)	7.6～19(pg-TEQ/g)	93.7～98.6%

(注) 上表の分解率については、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記載し、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。

なお、分解率は、還元加熱+SP法+排ガス、排水処理工程の処理過程全体におけるPCB及びDXNs総量から、以下に示す式により求めた。

$$\text{分解率} = \left[\frac{\text{汚染土壌中のPCB・ダイオキシン類総量} - \text{系外排出物のPCB・ダイオキシン類総量}}{\text{汚染土壌中のPCB・ダイオキシン類総量}} \right]$$

系外排出物：処理後土壌・活性炭排ガス・処理水・処理油・廃アルカリ

- ・なお、RUN3において、ヒドロキシPCBが0.00024mg/kg検出されるとともに鉛含有量が250mg/kgと土壌汚染対策法の含有量基準(150mg/kg)を超えた。

除去率

- ・PCB除去率及びダイオキシン類除去率は以下のとおりであった。

	汚染土壌	処理後土壌	除去率(%)
PCB濃度	14～92(mg/kg)	0.060～0.17(mg/kg)	99.2～99.8%
DXNs濃度	310～1,300(pg-TEQ/g)	7.6～19(pg-TEQ/g)	95.1～98.9%

なお、除去率は、還元加熱装置前後でのPCB・ダイオキシン類総量から、以下に示す式により求めた。

$$\text{除去率} = \left[\frac{\text{還元加熱装置入口汚染土壌中のPCB・ダイオキシン類総量} - \text{還元加熱装置処理後土壌中のPCB・ダイオキシン類総量}}{\text{還元加熱装置入口汚染土壌中のPCB・ダイオキシン類総量}} \right]$$

排ガス

- ・PCB

活性炭出口排ガス中PCB濃度は2.3～5.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ であり、昭和47年12月22日環大企第141号で示されている排ガス中のPCBの暫定排出許容限界(0.15 mg/m^3)以

下であった。

- ・ダイオキシン類

活性炭出口排ガス中ダイオキシン類濃度は 0.10～0.91ng-TEQ/m³N であり、RUN2 が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）の大気排出基準（0.1ng-TEQ/m³N）以下であったが、他の 4RUN は全て基準値を上回った。

処理水

- ・活性炭処理後の処理水中 PCB 濃度は不検出（0.0003mg/L 未満）であり、PCB 排水基準（0.003mg/L）および水質汚濁に係る環境基準（<0.0005mg/L）以下であった。処理油では PCB 濃度 0.0071mg/kg、廃アルカリは不検出（0.0003mg/L 未満）であった。
- ・活性炭処理後の処理水中ダイオキシン類濃度は 0.0029～0.0040pg-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。処理油では 4.4pg-TEQ/g、廃液では 0.0041pg-TEQ/L であった。

（4）経済性等についての考察

実用性

- ・安定性

延べ 57 時間（最長 12 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見られなかった。

- ・安全性

処理装置は運転中負圧に維持された。前処理エリア、建屋内（キルン近傍・処理土出口付近）およびガス処理エリアの作業環境測定の結果、PCB 濃度は 0.0090～0.10 μg/m³ となり、3 地点とも屋内作業環境基準（0.1mg/m³；暫定）以下であった。ダイオキシン類濃度は、0.27～1.3pg-TEQ/m³ となり、3 地点とも 2.5pg-TEQ/m³ 以下であり、「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）」における第 1 管理区域であったため、前処理エリアにおいては念のため管理レベル 2 の保護具を着用し、その他のエリアにおいては管理レベル 1 の保護具を着用した。

経済性

- ・効率性

実証試験全体のエネルギー効率は、5,300～9,800MJ/t、作業効率は、3.5kg/（人・h）であった。

- ・経済性

実証試験では、処理能力 50～100kg/h の施設で合計 1,435kg の土壌を処理し、その平均処理費用は 30,954 円/kg であった。また、実証試験結果をもとに実規模（10,000t）を想定し、その処理費用を試算した結果、115,000 円/t となった（別紙参照）。

(5) 周辺環境への負荷

環境大気

- ・環境大気の PCB 濃度は $0.00025 \sim 0.0018 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、昭和 47 年 12 月 22 日環大企第 141 号で示されている環境大気中の 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 $0.030 \sim 0.12\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ であり、ダイオキシン類の大気環境基準 ($0.6\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$) 以下であった。

騒音

- ・騒音は還元加熱装置機側 1m で定常値 $82 \sim 94\text{dB}\cdot\text{A}$ であった。
- ・振動の測定は実施していない。

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二酸化炭素排出量は、土壌 1 トンあたり $280\text{kg}/\text{t}$ であった (別紙参照) 。

検討会概評

本技術は、汚染土壌を低酸素雰囲気下で間接加熱して PCB 等を分解・除去し、ガス中に移行した PCB 等は油洗浄装置で回収し、金属 Na 分散体法により脱塩素・無害化するものである。

間接加熱による土壌からの除去率は、 $99.2\% \sim 99.8\%$ (PCB)、 $95.1\% \sim 98.9\%$ (ダイオキシン類) であり、処理過程全体での分解率は、 $99.2\% \sim 99.8\%$ (PCB)、 $93.7\% \sim 98.6\%$ (ダイオキシン類) であった。また、環境大気中の PCB およびダイオキシン類濃度は、それぞれ環境中の PCB の暫定環境濃度以下、ダイオキシン類大気環境基準以下であった。

一方、排ガス中ダイオキシン類濃度は 5 試験中 4 試験でダイオキシン類対策特別措置法における排出基準 ($0.1\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ 以下) を上回った。この原因は排ガス処理装置が結果として十分に機能しなかったためであり、今後、試験等を実施する際には、排ガス処理装置の能力および構成を再度検討する必要がある。

別紙（還元加熱法と金属 Na 分散体法との組合せ処理法）

費用の算出

実証対象技術のコストについて

コスト計算にあたっては、実証試験とは別に下表の条件を前提として計算を行った。

	単位	設定条件
汚染土壌濃度	mg / kg	1,000
目標処理濃度	mg / kg	1
	mg / L	<0.003
処理量	t	10,000
設備能力	t / h	2
運転時間	h	24
運転日数	day	250
処理期間	year	1.6
処理温度		500 ~ 550

工費の概略試算範囲

試算範囲：汚染土壌の掘削から無害化処理後の処理土壌の埋戻まで（但し、基礎、建屋、土地取得費は試算の範囲外）

掘削は仮設テント内で行い、埋戻は加熱処理に伴い土壌量が減少するので、1,600t 程度の埋戻土を購入する。

設備費については耐用年数を 6 年と想定し、処理及び設置から撤去までの合計期間の減価償却分（1.6 年間分）を処理費用に積算

本実証試験から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。

施工費の算出

総費用	115,000 万円
単位土壌あたり費用	115,000 円 / t

二酸化炭素排出量の算出

実証対象技術の二酸化炭素排出量について

燃料、電気代等から算出した。

総排出量	2,800,000 kg
単位土壌あたり費用	280 kg / t

二酸化炭素排出量計算にあたっては以下のような条件を前提として計算を行っている。

汚染対象となる土壌の量	10,000 t
処理日数	400 日
灯油等燃料の CO ₂ 換算係数	2.56 kg-CO ₂ /L
電力の CO ₂ 換算係数	0.378 kg-CO ₂ /kWh

計算過程

1 .	灯油等燃料の使用量	=	1,015,625 L	2,600,000 kg-CO ₂
2 .	電力の使用量	=	529,100 kWh	200,000 kg-CO ₂
	合計 CO ₂ 排出量			2,800,000 kg-CO ₂
3 .	土壌 1 トン当りの CO ₂ 排出量			280 kg-CO ₂ /t