

## 平成16年度 POPs汚染土壌浄化技術基礎調査結果及び評価

技 術 名	「TPS+ジオメルト」法
実施機関名	株式会社 鴻池組
原 理	TPS 工法（間接熱脱着法）で汚染土壌を 400～700℃程度に間接加熱し、土壌中の汚染物を分解もしくは分離し、回収された濃縮汚染物をジオメルト工法（熔融固化法）により熔融処理し、汚染物を分解・無害化する技術である。
結果概要	<p>◎処理量 191 kg</p> <p>◎試験条件 TPS 実験条件 RUN①-1: 土壌処理量 80 kg、処理速度 20 kg/h、処理時間 4h、滞留時間 40 分、600℃以上 RUN①-2: 土壌処理量 80 kg、処理速度 20 kg/h+脱水ケーキ、処理時間 4h、滞留時間 40 分、600℃以上</p> <p>ジオメルト実験条件 RUN② : 処理時間 5h、処理温度 1600℃以上</p> <p>①有効性 POPs 農薬汚染土壌を TPS+ジオメルトにより処理した結果、分解率は ND 値を定量下限値として計算すると BHC99.995%以上(ND 値を 0 として計算した場合: 99.997%)、DDT 類 99.88%以上(同 99.95%)、アルドリン 99.91%以上(同 100%)、ディルドリン 99.87%以上(同 100%)、エンドリン 99.997%以上(同 100%)であった。</p> <p>試料土壌に含まれていた POPs 農薬成分はほとんどが土壌から除去され、その大部分は TPS 装置内で分解されていた。試料土壌には POPs 成分の内、BHC が比較的多く含まれ、溶出量 (0.0093mg/L) も土壌濃度指針値 (0.0025mg/L) を超過していたが、TPS 処理により含有量ベースで RUN①-1 が 99.996%以上(同 99.998%)、RUN①-2(供試土壌+脱水ケーキ)が 99.995%以上(99.996%)の除去率であった。DDT 類の除去率は、RUN①-1 で 99.94%以上(同 100%)、RUN①-2(供試土壌+脱水ケーキ)で 99.94%以上(同 100%)、アルドリンはそれぞれ 99.8%以上(同 100%)、99.94%以上(同 100%)、ディルドリンはそれぞれ 99.9%以上(同 100%)、99.87%以上(同 100%)、エンドリンは 2Run とも 99.997%以上(同 100%)であった。</p> <p>ダイオキシン類の分解率は 97.3%以上(同 97.5%)であり、除去率は RUN①-2(供試土壌+脱水ケーキ)では 98.2%以上(同 98.33%)であった。RUN①-1 で TPS 処理後に土壌中ダイオキシン類が 8.8pg-TEQ/g から 52pg-TEQ/g と 5.9 倍に増加した。これは、当調査以前に PCB を含んだ汚染土壌を TPS で処理し、その残差が処理機器中に残留していたため、PCB を含む脱着ガスを特定の条件下で加熱し TeCDF、PeCDF が生成したことによると推察される。このように PCB により TPS 処理過程が汚染されていた場合には処理の途中で特定の条件によりフランが生成されるが処理後土壌のダイオキシン類濃度は土壌環境基準 1,000pg-TEQ/g 以下であった。</p> <p>ジオメルト処理による固化体（スラグ）中のダイオキシン類は 0 であり、</p>

土壌環境基準以下であった。

なお、サンプリングポイント毎の測定結果は以下のとおりである。

Run①-1

	供試土壌	処理土壌	クエンチ後ガス	大気放出ガス	循環水	脱水ケーキ	処理水
BHC	0.75 (mg/kg)	0.000017 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
DDT類	0.066 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
アルドリン	0.0039 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ディルドリン	0.0060 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
エンドリン	0.23 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
DXN類	8.8 (pg-TEQ/g)	52 (pg-TEQ/g)	1.9 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> )	0.0070 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> )	400,000 (pg-TEQ/L)	920 (ng-TEQ/g)	3.2 (pg-TEQ/L)

Run①-2 (供試土壌+Run①-1の脱水ケーキ)

	供試土壌	処理土壌	クエンチ後ガス	大気放出ガス	循環水	脱水ケーキ	処理水
BHC	0.76 (mg/kg)	0.000028 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
DDT類	0.062 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
アルドリン	0.011 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ディルドリン	0.0049 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
エンドリン	0.20 (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
DXN類	3,300 (pg-TEQ/g)	55 (pg-TEQ/g)	6.2 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> )	0.012 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> )	240,000 (pg-TEQ/L)	390 (ng-TEQ/g)	2.3 (pg-TEQ/L)

Run②

	溶融固化体	ガス洗浄水	大気放出ガス
BHC	ND	0.0000037 (mg/L)	0.0000029 (mg/m <sup>3</sup> )
DDT類	ND	0.000066 (mg/L)	0.000024 (mg/m <sup>3</sup> )
アルドリン	ND	ND	ND
ディルドリン	ND	ND	ND
エンドリン	ND	ND	ND
DXN類	0	200 (pg-TEQ/L)	0.0061 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> )

②効率性

TPS 処理では、試料土壌を所定の粒径に調整する前処理が必要である。所定粒径より大きなレキについては、破碎後 TPS 処理することで処理が可能である。処理に要したエネルギー原単位は 28,300MJ/t、作業量は 0.57kg/h・人であった。

③安定性

実証調査では、TPS は RUN①-1 で約 4 時間、RUN①-2 で約 5 時間定常状態で処理を行い、ジオメルトは 9 時間の溶融処理を実施し、トラブルはなかった。

④安全性

本実証実験中、TPS 炉内の圧力は、負圧に保たれていた。

⑤周辺環境への負荷

TPS 処理およびジオメルト処理により大気排出ガス、処理水が排出される。TPS 処理による処理土壌中の BHC は 0.000017~0.000028mg/kg、DDT 類、ドリリン類は ND であり、溶出量では BHC が Run①-2 で 0.00000043mg/L、ディルドリンが Run①-1 で 0.00000017mg/L、エンドリンが Run①-2 で 0.00000014mg/L 検出された。

TPS 処理土壌中のダイオキシン類は RUN①-1 では 52 pg-TEQ/g であり供試土壌 (8.8pg-TEQ/g) よりも増えた。ジオメルト処理後の固化体中の POPs 農薬類は全て ND、ダイオキシン類は 0 であった。TPS による大気放出ガス中の POPs 農薬類は全て ND、ダイオキシン類は 0.0070~0.012ng-TEQ/m<sup>3</sup>、ジオメルトによる大気放出ガス中の POPs 農薬類は、BHC、ドリリン類いずれも ND、DDT 類 0.0000024mg/m<sup>3</sup>、ダイオキシン類は 0.00068ng-TEQ/m<sup>3</sup> であった。処理水中の POPs 農薬類は全て ND、ダイオキシン類は 3.2、2.3pg-TEQ/L であった。POPs 類は、いずれも農薬環境管理指針値以下、ダイオキシン類は大気・水質排出基準以下であった。

⑥経済性

本実証調査における処理コストは 61,000 円/kg になった。10,000t の汚染

	土壌を処理した場合の処理コストは 108,000 円/ t である。
検討会評価	<p>今回の実証試験 (TPS+ジオメルト法) において、POPs 農薬類の分解率は、ND 値を定量下限値として計算すると BHC99.995%以上 (ND 値を 0 として計算した場合 99.997%)、DDT 類 99.88%以上 (同 99.95%)、アルドリン 99.91%以上 (同 100%)、ディルドリン 99.87% (同 100%)、エンドリン 99.997%以上 (同 100%) である。</p> <p>処理後土壌、排ガス中の POPs 農薬類の濃度は、いずれも農薬環境管理指針値以下である。TPS 処理工程の循環水 (ガス洗浄水) を処理した脱水ケーキからは当調査以前に処理をした汚染土壌中 PCB に起因する PCDF (主に TeCDF, PeCDF) と Co-PCB (主に PeCB #118, 105) を主成分とした比較的高濃度のダイオキシン類が検出されているが、この循環水から分離した汚泥はジオメルト法にて処理することが可能である。</p>

< 参考 : 農薬環境管理指針値 >

物質	処理後土壌 (mg/L)		固化体 (mg/L)		(TPS) 排出ガス (mg/m <sup>3</sup> )		(ジオメルト) 排出ガス (mg/m <sup>3</sup> )		(TPS) 排水 (mg/L)	
	分析結果	土壌濃度指針値	分析結果	土壌濃度指針値	分析結果	大気中濃度指針値	分析結果	大気中濃度指針値	分析結果	環境水中濃度指針値
BHC	ND	2.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	2.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	2.5 × 10 <sup>-3</sup>
	0.00043 × 10 <sup>-3</sup>		—		ND		—			
DDT	ND	12.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	12.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	1.7 × 10 <sup>-3</sup>	0.0024 × 10 <sup>-3</sup>	1.7 × 10 <sup>-3</sup>	ND	12.5 × 10 <sup>-3</sup>
	ND		—		ND		—			
アルドリン	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.03 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.03 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>
	ND		—		ND		—			
エンドリン	ND	0.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.5 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.1 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.1 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.5 × 10 <sup>-3</sup>
	0.00014 × 10 <sup>-3</sup>		—		ND		—			
ディルドリン	0.00017 × 10 <sup>-3</sup>	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.03 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.03 × 10 <sup>-3</sup>	ND	0.3 × 10 <sup>-3</sup>
	ND		—		ND		—			
総水銀	<0.2 × 10 <sup>-3</sup>	0.5 × 10 <sup>-3</sup>	<0.2 × 10 <sup>-3</sup>	0.5 × 10 <sup>-3</sup>	<0.006	0.04 × 10 <sup>-3</sup>	<0.001	0.04 × 10 <sup>-3</sup>	<0.5 × 10 <sup>-3</sup>	0.5 × 10 <sup>-3</sup>
	<0.2 × 10 <sup>-3</sup>		—		<0.006		—			