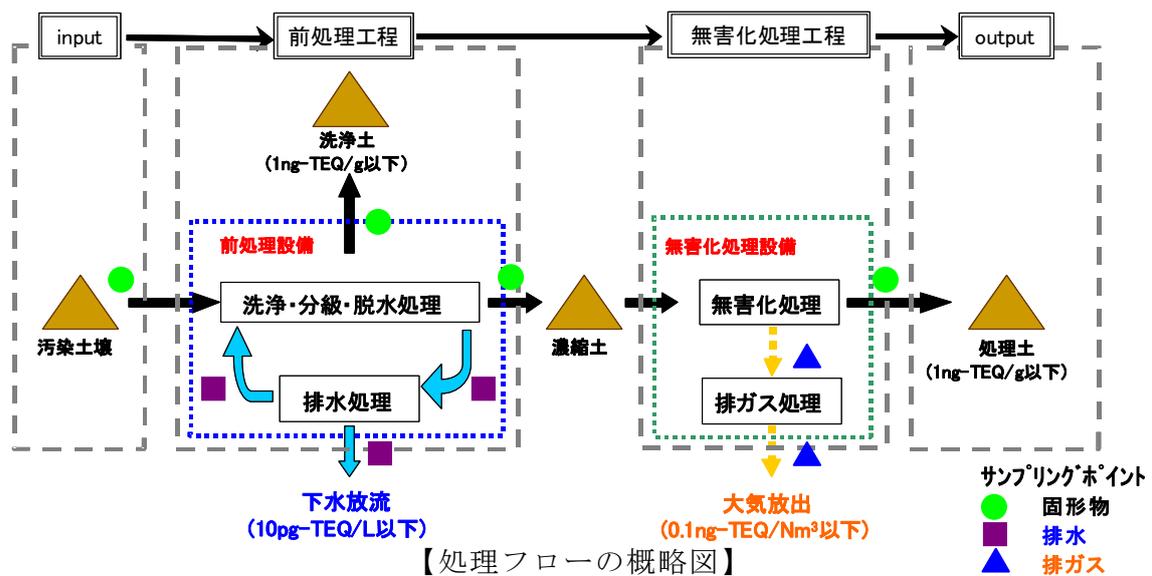


平成18年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査 及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査結果

代表機関名[共同研究機関名]		技術の名称	
株式会社早稲田環境研究所 [(株)奥村組・三菱マテリアルテクノ(株)・ ミヨシ油脂(株)・阪和興業(株)]		加圧水洗浄分離間接加熱分解法 (HM ² トータルシステム)	
技術の概要			
調査/対策	技術の区分	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	ダイオキシン類 (DXNs)	現場外

(技術の原理)

本技術は、前処理工程において汚染土壤を固液比約 1 : 2 で洗浄・分級・脱水することで汚染土壤を減量化し、減量化した汚染土壤を無害化処理工程において 600℃ で約 1 時間間接加熱して DXNs を分解 (酸化雰囲気低温加熱法) する技術である。このとき無害化処理工程から排出される排気ガス中の DXNs も過酸化水素水との触媒反応によって分解する。また、前処理工程で使用した洗浄水は凝集沈殿処理と活性炭処理を行い循環利用する。前処理完了後の最終洗浄水は UF 膜ろ過により高度処理した後放流する。



技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方

今回の保有技術では、前処理工程を無害化処理工程に付加して無害化対象土壤の量を少なくする考え方を基本にした。加えて、無害化処理単価を低減するために従来の薬剤添加による無害化処理 (化学分解法) から薬剤無添加の酸化雰囲気低温加熱法を適用し (コスト低減効果)、低温 (600℃程度) で DXNs を分解処理する方法を採用した。そのことによって、トータルの処理コストの低減が図れるとともに、低温加熱処理によりエネルギー効率を高め、CO₂ 排出量を小さくすることで環境負荷低減の実現を図った。

調査結果の概要

(1) 実証試験方法

① 実証試験条件と結果

試験条件と処理結果は下表のとおりである。

工程	処理量 (kg)	処理速度 (kg/h)	定常運転時間 (h)	条件
前処理	8,617	308	28	固液比約 1 : 2 分級条件 : 30mm, 4.5mm, 0.1mm
無害化処理	4,810	99	49	加熱温度 : 600℃

②処理状況等、モニタリング方法 など

試料土壌からの DXN s の洗浄および濃縮特性を確認するため、前処理は繰り返し 3 回処理を行った。洗浄・分級・脱水処理したもののうち、土壌環境基準値(1ng-TEQ/g)を超過しているものを濃縮土とし、無害化処理を行った。処理設備毎の固形物、排水、排ガスをモニタリングし、周辺環境調査(大気)、作業環境調査及び騒音の調査を実施した。

【モニタリングポイント 固形物・排水・排ガス：処理フロー概略図に記載、周辺環境調査(大気)：実証調査場所(東西南北)4箇所、作業環境測定：仮設テント内3箇所、騒音・振動：仮設テント開口部か15m地点】

(2) 土壌の処理量及び性状等

土壌の処理量及び性状は下表のとおりであった。

処理量(kg-wet：湿重量)	8,617
DXN s 含有量(pg-TEQ/g)	86,000
粒度構成	礫分:54% 砂分:28% シルト・粘土分:18%

(3) 有効性についての考察

①減量化率

前処理における汚染物重量の減量化率は下表のとおりであった。

汚染土壌(kg-dry：乾重量)	濃縮土(kg-dry：乾重量)	減量化率(%)
7,445	3,974	53.38

②分解率

システム全体の DXN s の分解率は下表のとおりであった。

	①洗浄土+処理土 (pg-TEQ)	②排ガス (pg-TEQ)	③処理水 (pg-TEQ)	④投入汚染土壌 (pg-TEQ)	分解率*1 (%)
DXN s 総量	1,212,860,600	2,514,258.671	2131.5	640,270,000,000	99.81

*1 分解率=[1-(系外排出物：①+②+③)÷投入汚染土壌：④]×100

③除去率

各処理設備での DXN s の除去率は下表のとおりとなった。

	各処理設備入口 DXNs 毒性当量	各処理設備出口 DXNs 毒性当量	除去率(%)*2
水処理設備	590(pg-TEQ/L)	0.087(pg-TEQ/L)	99.99
無害化処理設備	60,000(pg-TEQ/g)	7.6(pg-TEQ/g)	99.99
排気処理設備	5.6(ng-TEQ/Nm ³)	0.23(ng-TEQ/Nm ³)	95.89

*2 除去率=[1-各処理設備入口 DXN s 濃度÷各処理設備出口 DXN s 濃度]×100

④排ガス

排気処理装置出口の DXN s 濃度は 0.23ng-TEQ/Nm³ であり、処理能力が 4t/h 以上の廃棄物焼却炉に適用される大気排出基準(0.1ng-TEQ/Nm³以下)を上回った。この理由として触媒反応時間が短かったと考えられる。その他の重金属類や窒素酸化物及び硫黄酸化物については基準値以下であった。

⑤処理水

前処理工程における排水処理後の DXN s 濃度は 0.087pg-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)を満足していた。

(4) 経済性等についての考察

①実用性

○安定性

汚染土壌に前処理を施すことで、無害化処理装置に投入する汚染物の性状(粒径、水分率)が均一化し、運転管理条件を変更することなく無害化装置は延べ 54 時間運転した。運転中に異常停止やその他のトラブルは見られなかった。

○安全性

作業環境測定の結果、前処理区域と投入区域はいずれもダイオキシン類作業管理基準 2.5pg-TEQ/m³ を超え、それぞれ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 3 管理区域、第 2 管理区域に相当した。前処理区域と投入区域内の作業は管理レベル 3 として適切にばく露防止対策措置を行って実施した。作業環境基準 2.5pg-TEQ/m³を超えた原因として前処理装置自身が外部に露出する部分が有った為であり、改善策として装置の密閉化により作業環境の向上を図る。無害化処理区域は 0.13 pg-TEQ/m³であり、第 1 管理区域に相当した。

②経済性

○効率性

前処理工程のエネルギー効率は 1.192MJ/kg、作業効率は 76.94kg/人・h であった。また、無害化処理工程のエネルギー効率は 6.976 MJ/kg で、作業効率は 32.72 kg/人・h であった。システム全体では、エネルギー効率は 5.085MJ/kg、作業効率は 95.20kg/人・h であった。

【システム全体の効率：前処理における減量率 55.82%を加味する。】

エネルギー効率：前処理 1,192MJ/kg + 無害化 6,976 MJ/kg X 減量率 55.82% = 5.085MJ/kg

作業効率：前処理 76.94kg/人・h + 無害化 32.72 kg/人・h X 減量率 55.82% = 95.20kg/人・h

○経済性

実証調査の結果を基に、実規模で処理(処理土壌 10,000t)した場合を想定し、処理費用を試算した結果は 50,433 円/t であった(別紙参照)。

【システム全体処理費用：前処理 19,088 円/t + 無害化 31,345 円/t = 50,433 円/t】

注：無害化システムの処理単価 31,345 円/t は、あくまで元数量である土壌 10,000 t 当りとした単価であり、実際は前処理設備で洗浄分級脱水を行った後の減量率 55.82% (5,582 t) 分を処理するコストとなっている。

(5) 周辺環境への負荷

①環境大気

○周辺大気中濃度

実証調査施設の周辺大気中の DXN s 濃度の測定結果は下表のとおりであった。実証調査前及び調査中では、DXN s の大気環境基準 (0.6pg-TEQ/m³) 以下であった。

	実証調査施設(北)	実証調査施設(東)	実証調査施設(南)	実証調査施設(西)
実証調査前	0.46pg-TEQ/m ³	0.45pg-TEQ/m ³	0.46pg-TEQ/m ³	0.42pg-TEQ/m ³
実証調査中	0.20pg-TEQ/m ³	0.19pg-TEQ/m ³	0.19pg-TEQ/m ³	0.19pg-TEQ/m ³

② 騒音

実証調査時で 64.7~88.7dB であった(発生源から 15m 離れた場所で測定)。但し、騒音のほとんどは発電機に起因する(発電機未使用の場合、64.7~72.1dB)ものであった。

③ 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 1t あたり約 333kg-CO₂ となった(別紙参照)。

検討会概評

本技術は、前処理工程と無害化処理工程から構成されている。前処理工程では汚染土壌を固液比 1:2 で洗浄・分級・脱水して汚染土量を減量化し、その汚染土を無害化処理工程で 600℃、約 1 時間加熱して DXN s を分解するものであり、前処理工程で汚染土量の減量化を効率的に行うことがポイントである。

有効性については、前処理工程での汚染土の減量化率は約 53%、DXN s 分解率は 99.8%以上の結果が得られた。しかし、排気処理装置出口の DXN s 濃度は 0.23ng-TEQ/Nm³ となり、処理能力が 4t/h 以上の廃棄物焼却炉に適用される大気排出基準 (0.1ng-TEQ/Nm³ 以下) を上回った。これに適合させるためには、無害化装置の構造や滞留時間等を再検討し、DXN s のガス化・揮散量を少なくするとともに、排気処理装置内の触媒層を増やして分解時間を長く取るなどの対策を行う必要があると考えられる。

また、減量化率を向上させるためには、洗浄時の固液比や土粒子の分級方法の変更などが考えられる。これらの検討によって、ランニングコストの低下も期待できる。

別紙（加圧水洗浄分離間接加熱分解法：HM² トータルシステム）

1. 費用の算出

○実証対象技術のコストについて

コスト計算に当っては、以下の条件を前提として試算している。

1) 試算前提の主要諸元

汚染土壌濃度（含有量）	: 86,000pg-TEQ/g	
目標処理濃度（含有量）	: 150 pg-TEQ/g	
処理量(t)	: 10,000 t	
処理能力(t/h)	: 前処理	10t/h
	: 無害化処理	1t/h
運転時間(h)	: 前処理	6h/日
	: 無害化処理	24h/日
稼働日数（日）	: 200 日	
処理時間（月 or 年）	: 1 年	
処理条件	: 前処理 固液比 1:2、分級基準 30mm、4.5mm 無害化処理 温度 600℃、反応時間 1h	
減価償却期間（年）	: 前処理設備 7 年、無害化処理設備 2 年	
工費の試算範囲内	: 処理設備（運搬費含む）、運転管理、保護具、モニタリング費	
工費の試算範囲外	: 建屋基礎、仮設テント、浄化土壌処分費、ユーティリティ	

2) 処理費用の算出

上記を基に本実証試験で得られたデータから経済性を試算すると以下の様に算定された。

<u>総費用（10,000t 処理時）</u>	<u>504,326,450 円</u>
<u>処理単価</u>	<u>50,433 円/t</u>

2. 二酸化炭素排出量の算出

○実証対象技術の炭酸ガス排出量について

二酸化炭素排出量の計算に当っては、以下の前提として試算している。

※地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条一のロ（平成 18 年 3 月 24 日一部改正）の排出係数一覧表の数値を用いて二酸化炭素排出量を算出した。

<u>総排出量（10,000t 処理時）</u>	<u>3,331.21t</u>
<u>排出原単位(前処理)</u>	<u>73kg/t</u>
<u>排出原単位(無害化処理)</u>	<u>466kg/t</u>

総排出量 = 前処理工程 (①) + 無害化処理工程 (②)

①処理工程の総排出量（10,000t 処理時）

前処理工程の CO₂ 排出量原単位は 73kg-CO₂/t。これより、0.073t-CO₂/t
よって、10,000t 処理時の前処理工程における二酸化炭素排出量は
 $0.073(t-CO_2/t) \times 10000(t) = 730(t)$

②無害化処理工程の総排出量（10,000t 処理時）

無害化処理工程の CO₂ 排出量原単位は 466kg-CO₂/t。これより、0.466t-CO₂/t
前処理を行うことによって、10,000t のうち無害化処理する数量は 5,582t となる。
 $0.466(t-CO_2/t) \times 5,582(t) = 2,601.21(t)$

∴ 総排出量 = 730 + 2,601.21 = 3,331.21(t)

排出原単位 = $3,331.21 \div 10000 \times 1000 = 333.121\text{kg-CO}_2/t$