

平成20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	
日本シーガテック株式会社		パイル方式加熱脱着・分解による ダイオキシン類汚染土壤浄化技術	
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	加熱分解	ダイオキシン類	現場外

(技術の原理)

本技術は、汚染土壤を密閉した処理槽内でヒータにより加熱することで、ダイオキシン類を気相に脱離させ、①土壤中の高温領域を移動する間の熱分解と、②処理槽からの発生ガス出口である加熱吸引管周りの高温領域での熱分解により浄化する技術である。土壤中での熱分解し切れず発生ガス中に残存するダイオキシン類及び他の有機物については、熱酸化器を通して930℃で加熱分解し、さらに活性炭槽での吸着除去で、排ガスを無害化する。

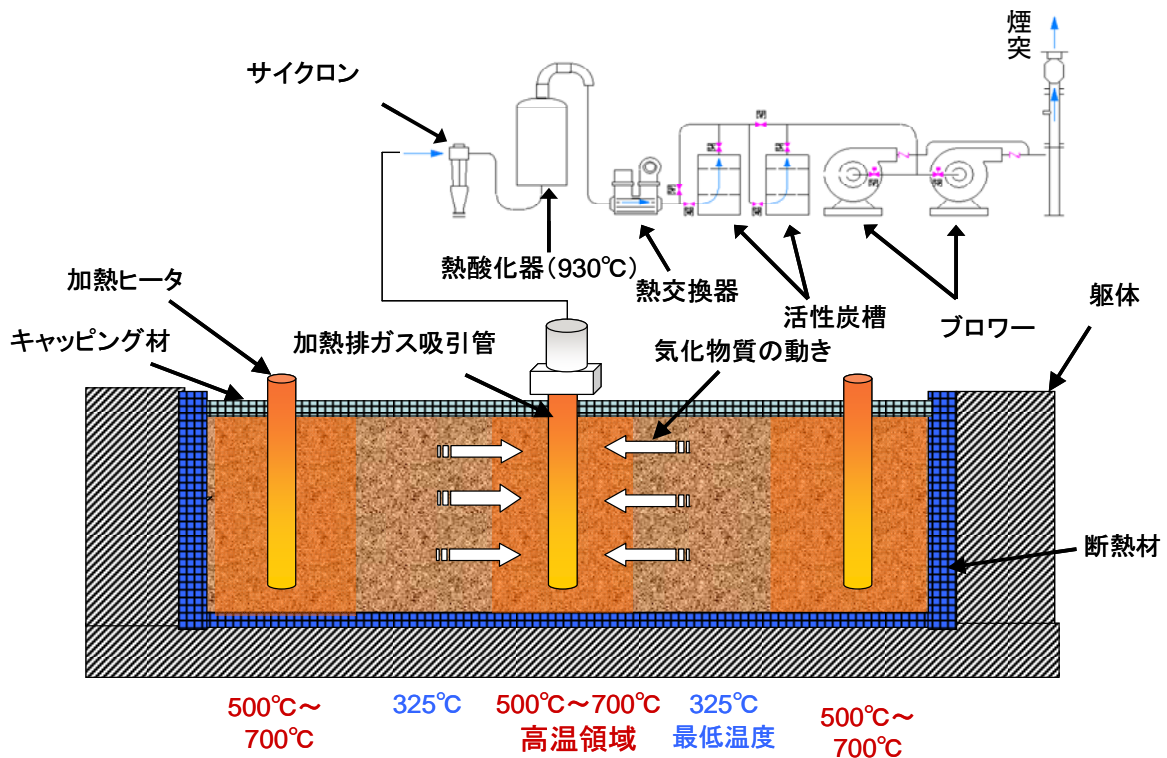


図1 処理フロー図

技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方

パイル方式加熱・脱離法をオンサイトで用いることにより、土壤を場外に搬出することなく、現地で処理できるため搬出コストを抑えられる。また、処理槽は現場施工であり、かつ処理設備類は小型であるため、装置の車両搬送も容易かつ廉価であり、また設置面積も小さいため、狭い敷地での工事にも対応可能である。

また、土壤の加熱条件として、最低温度を325℃以上と低めに設定できるため、加熱分解法としては処理槽での消費エネルギーを小さくできる。また、処理槽からのガス発生量も少なく、排ガス処理での消費エネルギーも小さくできる。

調査結果の概要

(1) 実証調査方法

①実証調査条件

試験土壌：ダイオキシン類汚染土壌 4t を処理槽（1.5m×1.5m×1.5m）に充填し密閉汚染土の上下を清浄砂で覆った。

試験条件：処理槽の加熱温度は最低 325℃（米国での実績：平均 325℃）

処理槽の減圧度は、-4 kPa（処理槽出口圧力）

熱酸化器処理温度は 930℃及びガス滞留時間 3 秒

試験期間：土壌加熱開始から土壌取出しまで 32 日間

試験回数：1 回

②モニタリング方法

土壌：ダイオキシン類、土対法全項目、水分、強熱減量、粒度分布（処理前後）

ガス（処理槽出口）：ダイオキシン類、水分

（熱酸化器後、熱交換器後、第一活性炭槽後）：ダイオキシン類

排ガス（排気塔）：ダイオキシン類、水分、ベンゼン、NO_x、水銀蒸気、塩化水素

その他：作業環境及び周辺環境中のダイオキシン類、騒音・振動測定

(2) 土壌の処理量及び性状等

汚染土壌は主として焼却由来のダイオキシン類による汚染土壌であり、処理量及び性状は表 1 のとおりである。

表 1 汚染土壌の処理量及び性状

処理量	4,014.3kg
ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g)	1,800pg-TEQ/g
粒度構成	礫 20%、砂 53%、シルト粘土 27%
土質分類	シルト質砂
含水率	29.1%

(3) 有効性についての考察

①除去率

処理後の土壌のダイオキシン類濃度は平均値 68pg-TEQ/g（23～140 pg-TEQ/g）であり、除去率は 96.5%であった。処理槽内の位置により、処理効果に差が認められた。

②分解率

汚染土のダイオキシン類総量 5,600,000 ng-TEQ に対し、処理土壌、排ガス中のほか、排ガス処理の付着ダスト、ドレン等を含めた残存ダイオキシン類総量は 197,000ng-TEQ であり、分解率は 96.5%であった。発生ガス中へ移行したダイオキシン類は 0.72%であった。

③排ガス

発生ガスのダイオキシン類濃度は 0.0000027～0.46ng-TEQ/m³_N であったが、排ガス処理により、排ガス中のダイオキシン類は 0.0000012～0.000083ng-TEQ/m³_N になった。

④排水

排水は発生しないシステムではあるが、実証試験中は排ガス処理装置中 3 カ所にドレン溜まりがあった。凝縮水試料中のダイオキシン類濃度は 0.35～24ng-TEQ/L であった。

(4) 実用性についての考察

○安定性

792 時間の連続運転中、特にトラブルはなく安定した運転ができ、昇温、降温制御にも問題はなかった。ただし、排ガス処理装置（特に活性炭槽）のドレン対策が必要である。

○安全性

作業環境濃度測定結果は、処理槽周り（土砂投入作業中）は $11\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ であり、第3管理区域であった（予め第3管理区域として区画）。排ガス処理装置設置区域は $0.028\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ であり、特に管理を必要としない区域に相当した。

サイクロンダストは微量(1.1g)だが高濃度 $720\text{ng-TEQ}/\text{g}$ であるので、注意が必要である。

(5) 経済性についての考察

○効率性

実証調査では、汚染土 $4,014.3\text{kg}$ を処理した時のエネルギー投入量は、 $88.2\text{MJ}/\text{kg}$ であった。投入エネルギーが大きい理由として、処理土量に比べて処理プラント、特に、熱酸化器規模が必要仕様の100倍程度の規模と過大であったことが一因と考えられる。

また、実証調査における作業効率は、 $2.53\text{kg}/\text{人日}$ であり、実証の管理人員が過大であったため効率は低くなっている。また、処理終了後の降温工程が長いことも作業効率や経済性を下げている。

○経済性

本実証調査における処理費用は、 $23,000,000\text{円}/\text{t}$ であった。本実証では過大な装置、モニタリング等のため、処理単価が高めとなっている。

本技術で $10,000\text{t}$ 処理を行う場合の処理費用は、 $47,400\text{円}/\text{t}$ と試算された。

(6) 周辺環境への負荷

①環境大気

○排出濃度・量

排ガスのダイオキシン類濃度は平均 $0.000013\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($0.0000012\sim 0.000083\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$) であり、排出基準 $0.1\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ を下回った。

○周辺大気中濃度への影響

実証調査場所周囲の4か所の大気中ダイオキシン類濃度は、実証中及び前後で $0.0053\sim 0.016\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ であり、環境基準 $0.6\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ を下回った。

②騒音

実験建屋から 10m 離れた敷地内で、騒音測定値は夜間に 64dB であり、基準値 55dB を超えた。今後は、低騒音型集塵機を使用することで改善を図る。

③二酸化炭素排出量

本技術で $10,000\text{t}$ 処理を行う場合の、土壌 1kg の処理に消費した CO_2 消費量は、 $566(\text{kg-CO}_2/\text{t})$ であった。

検討会概評

本技術は、電熱パイルによる加熱により、汚染土壌中のダイオキシン類を加熱分離・分解する技術である。特徴としては、①間接加熱方式で気密構造とすることで熱損失を抑え、②部分的な高温域を設けて完全分解を図ることで、処理槽全体としては低温で脱離させてエネルギー投入量を抑えていることがあげられる。

実証調査では、汚染土含有量 $1,800\text{pg-TEQ}/\text{g}$ を $68\text{pg-TEQ}/\text{g}$ まで低減し、除去率は 96.5% であった。排ガス処理後の排ガス中のダイオキシン類濃度も低く抑えられていた。

本実証により、ダイオキシン類汚染土壌を浄化することが確認できたが、浄化には約 1 カ月の長い期間を要するなど、経済性・実用性については引き続き検討を行う必要がある。なお、処理装置の内容からはわが国での原位置浄化にも適用可能性があるが、その場合周辺環境への影響や効率等において条件が異なるため、原位置浄化技術として改めて検討する必要がある。また、現在未使用の廃熱利用等により、処理期間の短縮、低コスト化を検討することが望ましい。

別紙（パイル方式加熱脱着・分解によるダイオキシン類汚染土壌浄化技術）

1. 費用の算出

○ 実証対象技術のコストについて

1) 試算前提の主要諸元

汚染土壌濃度（含有量）	: 10,000pg-TEQ/g
目標処理濃度（含有量）	: 50pg-TEQ/g
処理量（t）	: 10,000t
処理能力（t/h）	: 1.26 t/h
運転時間（h）	: 24h
稼働日数（日）	: 330日
処理時間（月 or 年）	: 11か月
処理条件	: 2パイル使用、各パイル2回使用、 各パイル2,500t処理、 パイル平均温度325℃を3日継続後、ヒータ停止。
減価償却期間（年）	: 5年
工費の試算範囲内	: 処理設備費、運転管理費、電気代、モニタリング 費用、処理設備関連工事費
工費の試算範囲外	: 浄化土処分費、高圧電源工事費、各種ユーティリ ティ、運搬費、特許料

2) 処理費の算出

上記を基に本実証調査で得られたデータから経済性を試算すると以下のように算定された。

総費用（10,000t 処理時）	474,000,000円
処理単価	47,400円/t

2. 二酸化炭素排出量の算定

二酸化炭素排出量の計算に当たっては、上記の費用算出と同条件とし、“地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条第一項第一号（平成18年3月24日一部改正）”の排出係数の数値を用いて二酸化炭素排出量を算出した。

算出根拠

実規模プラントでの電気使用量：10,200,000 kWh

算出式

使用電気量（10,200,000 kWh）× 排出係数（0.555 kg-CO₂/kWh）= 5,660,000 kg-CO₂

総排出量（10,000t 処理時）	5,660 t-CO ₂
排出原単位	566 kg-CO ₂ /t