

POPs 廃農薬（ジコホル）の無害化処理における事前確認試験

○（正）大岡幸裕¹⁾、（賛）草野洋平¹⁾、○（賛）加藤正敏¹⁾

1)（株）クレハ環境

1. はじめに

ジコホルは主に殺虫剤として用いられてきたが、平成 16 年に農薬取締法による登録が失効された。また、ジコホルには異性体として 2, 2, 2-トリクロロ-1, 1-ビス（4-クロロフェニル）エタノール（p, p' 体）及び 2, 2, 2-トリクロロ-1-(2-クロロフェニル)-1-(4-クロロフェニル)エタノール（o, p' 体）があるが、p, p' 体については平成 17 年 4 月に第一種指定化学物質に指定された。また、o, p' 体は化審法に規定する新規化学物質であることから、届出等の状況を鑑みると、日本国内での製造・輸入はないと考えられる。

ジコホルは難分解性、高蓄積性および人や生態系への長期毒性を有することから、令和元年 5 月に POPs 条約の付属書 A（廃絶）に追加された。POPs を含む廃棄物の廃棄については、その特性が示されなくなるように廃棄物中の当該物質を分解もしくは不可逆的変換を行うことが求められている。日本国内では、環境省より「POPs 廃農薬の処理に関する技術的留意事項」（平成 21 年 8 月改訂 環境省廃棄物・リサイクル対策部 適正処理・不正投棄対策室。以下「ガイドライン」とする。）が策定されており、POPs 廃農薬が適正処理されたことを判断するための要件（以下「処理要件」とする。）及び処理要件の達成を担保する条件（以下「処理条件」とする。）を設定しているが、ジコホルには適用されていない。

そこで、ジコホル分解処理にあたって処理要件及び処理条件を設定した上で、当社ウェステックいわきの 7 号焼却炉（ロータリーキルン方式）を使用して、ジコホルを含有する廃農薬（以下「ジコホル剤」とする。）を適正に処理するための分解処理事前確認試験（以下「本試験」とする。）を実施した。本稿では、本試験の結果について報告する。

2. 処理施設の概要

本試験に使用した 7 号焼却炉（ロータリーキルン方式焼却炉）を図 1 に示す。

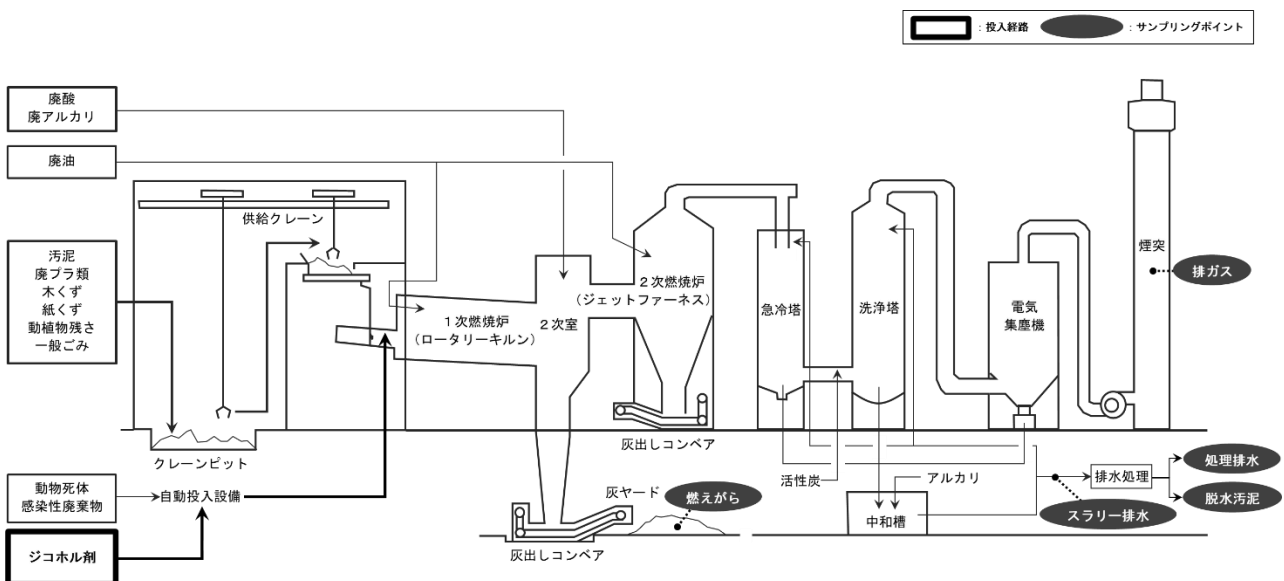


図 1 7 号焼却炉フロー図（ジコホル投入経路、サンプリングポイント）

1 次燃焼炉（ロータリーキルン＋2 次室）と 2 次燃焼炉（ジェットファーンレス：JF 炉）で構成している。1 次燃焼炉の温度は概ね 1, 000～1, 100℃となっており、ロータリーキルン内での固形物滞留時間は概ね 1～1.5 時間である。JF 炉では旋回流によるガス攪拌を行い、概ね 850～950℃の温度でガスの 2 次燃焼を行う。ガス滞留時間は 1 次・2 次各燃焼炉合わせて約 8 秒である。

3. 事前確認試験

ジコホル剤は、メーカーが在庫として保管していたものを使用し、プラスチック製密閉容器へ詰め替え後、他の通常処理している廃棄物とともに一定の間隔で焼却炉へ投入した。本試験はガイドラインに定める焼却処理方式に準じて行い、処理要件及び処理条件については、環境省等との協議に基づいて、表1に示すように設定した。分解処理後のジコホルの管理目標値の試算は表2に示す。

表1 ジコホル含有廃農薬の処理要件及び処理条件

ジコホル含有廃農薬の処理要件
廃ジコホル剤の分解効率が99.999%以上であること
分解処理後の残渣中のジコホル濃度が5 μg/kg以下、排ガスについては60ng/m ³ N以下、廃水については1 μg/Lの管理目標値以下であること
ダイオキシン類の排出濃度が基準値（排ガス0.1ng-TEQ/m ³ N、排出水10pg-TEQ/L、残渣3ng-TEQ/g）以下であること
ジコホル含有廃農薬の処理条件
燃焼温度が1,000℃以上であること
排ガス滞留時間が2秒以上であること

表2 分解処理後のジコホルの管理目標値の試算

<p>「PFOS及びPFOA含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項」（令和4年9月）と同様の条件で行う場合 分解効率99.999%を達成した際に想定される排ガス、廃水、残渣濃度を目標値として設定。基本条件は、廃棄物の焼却量1トン当たりとして設定。 焼却量：1,000kg-wet、混焼率：3%、排ガス量：15,000m³/t、廃水：1m³/t、残渣量：200kg/tとする。各媒体への分配率は、等分で1/3ずつとする。</p>	
<p>①廃棄物中のジコホル濃度を10%（100,000mg/kg）、混焼率を3%とした場合 ◎ジコホル投入量（焼却量1,000kg当たり） $1,000\text{kg} \times 3\% \times 100,000\text{mg/kg} = 30 \times 10^5\text{mg}$ ◎ジコホル排出量（焼却量1,000kg当たり、分解効率99.999%を達成時） $30 \times 10^5\text{mg} \times (1 - 99.999\%) = 30\text{mg}$ 分配率：等分で1/3ずつとして管理目標値を試算すると下記になる。 排ガス：10mg / 15,000m³ = 666ng/m³ ⇒ 660ng/m³ 廃水：10mg / 1m³ = 10 μg/L 残さ：10mg / 200kg = 50 μg/kg</p>	<p>②廃棄物中のジコホル濃度を1%（10,000mg/kg）、混焼率を3%とした場合 ◎ジコホル投入量（焼却量1,000kg当たり） $1,000\text{kg} \times 3\% \times 10,000\text{mg/kg} = 3 \times 10^5\text{mg}$ ◎ジコホル排出量（焼却量1,000kg当たり、分解効率99.999%を達成時） $3 \times 10^5\text{mg} \times (1 - 99.999\%) = 3\text{mg}$ 分配率：等分で1/3ずつとして管理目標値を試算すると下記になる。 排ガス：1mg / 15,000m³ = 66.6ng/m³ ⇒ 60ng/m³ 廃水：1mg / 1m³ = 1 μg/L 残さ：1mg / 200kg = 5 μg/kg</p>
<p>低濃度の処理時に分解率99.999%が達成できる排出濃度であるため、②を管理目標値として設定することが安全側の評価として妥当。 但し、管理目標値を超過した場合に備えて、最大の管理値として、排ガス：600ng/m³、廃水：10 μg/L、残渣：50 μg/kgも念頭に置くこととする。</p>	

4. 測定結果および考察

本試験時の燃焼ガスの温度は1,000℃以上であり、平均1,168℃（最低1,114℃、最高1,216℃）であった。本試験における排出物のジコホル濃度およびダイオキシン類濃度の測定結果を表3に示す。排出物のジコホル濃度はいずれも管理目標値（排ガス：60ng/m³N以下、残渣：5ng/g-dry、廃水1 μg/L）を下回っていた。また、排出物のダイオキシン類濃度は、いずれもダイオキシン類対策特別措置法による排出基準（排ガス：0.1ng-TEQ/m³N、排出水：10pg-TEQ/L、残渣3ng-TEQ/g）を下回っていた。ジコホル分解効率の算出結果を表4に示す。分解効率は99.999967%（6ナイン）となり、目標としていた分解効率99.999%（5ナイン）以上を達成した。

表3 ジコホルおよびダイオキシン類の測定結果

	ジコホル濃度	ダイオキシン類濃度
煙突排ガス	1.0 ng/m ³ N未満	0.0039 ng-TEQ/m ³ N
燃えがら	0.10 ng/g-dry未満	0.030 ng-TEQ/g-dry
スラリー排水	1.0 ng/L未満	—
処理排水	1.0 ng/L未満	0 pg-TEQ/L
脱水汚泥	0.10 ng/g-dry未満	0.029 ng-TEQ/g-dry

表4 分解率算出結果

	対象	ジコホル濃度	投入・排出量	ジコホル投入・排出量
投入	ジコホル剤	33.77%	1083 g/h	365.7 g/h
	排出	排ガス	0.001 μg/m ³	53500 m ³ N/h
	燃えがら	0.1 μg/kg	567 kg/h	56.70 μg/h
	スラリー排水	0.001 μg/L	10000 L/h	10.00 μg/h
	総排出量			120.20 μg/h
分解率 = {1 - (排出側合計 ÷ 投入側合計)} × 100				99.999967 %

5. まとめ

本試験により、ジコホル剤が当社の産業廃棄物処理施設による焼却処理で確実に分解できることを確認した。今後は、ジコホル剤の本格処理に向けて準備していく。

6. 謝辞

本試験を進めるにあたり多大なるご協力を頂きました元福岡女子大学 教授 野馬幸生様、(株)東和テクノロジーの関係者の方々に深くお礼申し上げます。