

産業廃棄物焼却施設における 1,4-ジオキサン排出量調査(第2報)

(正) 堀口 司¹⁾、(賛)大岡幸裕¹⁾、(賛)小倉伸夫¹⁾、(賛)長谷川真弓¹⁾、○(賛)飯高陽介¹⁾
 1) (株)クレハ環境

1. はじめに

1,4-ジオキサンは、主に抽出・反応溶剤として化学工業・医薬品製造業・繊維工業などで使用されている。人に対して発ガン性を有する可能性があり、加水分解および微生物分解に対して安定な物質である。日本では2004年4月から水道水基準値として50 $\mu\text{g/l}$ が設定されており、水質環境基準の要監視項目として挙げられている。近年、最終処分場浸出水より1,4-ジオキサンが検出され、起源の一つとして産業廃棄物焼却施設からの飛灰が指摘されている¹⁾。そのため、当社では2008年2~6月にかけてPRTRの観点から1,4-ジオキサンの移動量および環境への排出量の調査を行った。その際、排出ガス中の濃度は分析方法が確立されていないこともあり、推算によって求めた。

2000年度に環境庁(2001年より環境省)が行った全国規模の大気中1,4-ジオキサン濃度調査においては、12地点中9地点で検出され、濃度範囲は0.015~1.2 $\mu\text{g/m}^3$ であった²⁾。親水性が高い物質のため汚染の中心は水環境であると考えられていたが、大気中にも広く残存していることが確認された。このことより、実測値による環境大気への1,4-ジオキサン排出量を調査するため、(株)クレハ分析センターが開発した排出ガス中の分析方法を用いて測定を行った³⁾。また、受け入れ廃棄物に含まれる1,4-ジオキサン量の現状把握のため、既存の分析方法を改良して廃棄物中の濃度測定を行った。

今回はこれらの結果をふまえて、通常運転時の1,4-ジオキサンの焼却量および当社からの移動量、排出量を調査した。また、燃焼分解性を確かめるため、既知量の1,4-ジオキサンを焼却した際の排出側の濃度を測定し、分解率を求めた。

2. 調査概要

2-1 焼却施設概要

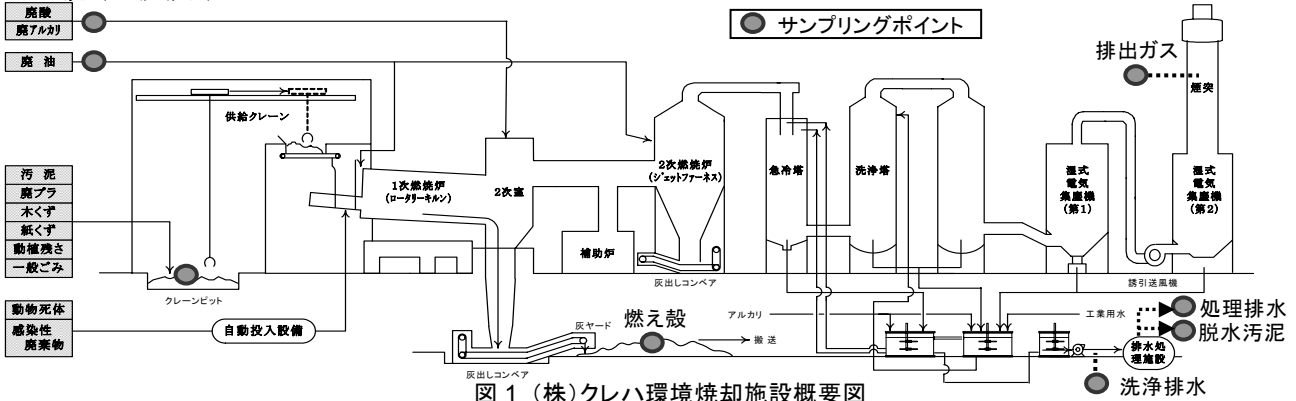


図1 (株)クレハ環境焼却施設概要図

当社では図1に示した焼却施設を2系列所有している。表1に、焼却条件を示す。通常運転時の焼却量は、1系列あたり廃酸・廃アルカリ(以下廃液):約1.2 m^3/h 、廃油(助燃油含む):約1.8 m^3/h 、汚泥:約3.5 t/h 、医療廃棄物・固形物:約1.5 t/h である。

当焼却施設では、焼却炉からの高温燃焼ガスを急冷塔で一気に約80 $^{\circ}\text{C}$ まで冷却し、洗浄塔(アルカリ水溶液循環方式)で酸性ガスを吸収後、湿式電気集塵機にて煤塵を捕集する。洗浄塔・急冷塔からの洗浄排水は循環使用する。洗浄排水の一部は排水処理施設へ抜き出し、フィルタープレスで脱水汚泥と排水に分離する。

表1 焼却条件

| 焼却能力 | | 238t/日 |
|---------|-------|-------------------------|
| 燃焼温度 | 1次燃焼炉 | 1100 $^{\circ}\text{C}$ |
| | 2次燃焼炉 | 900 $^{\circ}\text{C}$ |
| 燃焼部滞留時間 | 燃焼ガス | 8s※ |
| | 汚泥 | 60~100min※※ |

※1次~2次燃焼炉, ※※1次燃焼炉

2-2 通常運転時の1,4-ジオキサン排出量調査

1,4-ジオキサンの焼却量および移動量、排出量を通常運転時に調査した。なお、調査期間は、2008年2月~2009年5月までの16ヶ月間とした。図1にサンプリングポイントを示す。入力側として、受け入れ廃棄物である汚泥、廃油、廃液を試料とした。排出側としては、当社からの廃棄物である燃え殻、脱水汚泥、一般環境への排出物である処理排水、排出ガスを試料とした。また、焼却施設からの排水として洗浄排水を試料とした。

2-3 1,4-ジオキサン焼却試験

1,4-ジオキサンを自動投入設備より、1時間あたり約50kgで供給した。図1にサンプリングポイントを示す。サンプリングは1,4-ジオキサン焼却前(以下BLANK)と焼却試験時(以下RUN)に行った。排出ガスは煙突中部より4時間サンプリングし、廃油、廃液、燃え殻および洗浄排水は排出ガスサンプリング時間に併せて採取した。汚泥は混合し均一化したものをクレーンビットよりBLANKとRUNに採取した。また、脱水汚泥および処理排水は排水処理施設より採取した。

【連絡先】〒974-8232 福島県いわき市錦町四反田30番地 Tel(0246)-63-1231 FAX(0246)-63-1380

株式会社クレハ環境 飯高 陽介

【キーワード】1,4-ジオキサン、移動量、排出量、分解率

2-4 試料前処理方法および排出ガスサンプリング方法

汚泥は、揮発性有機化合物の溶出試験に準じ、ねじ口付三角フラスコに 10 倍量の水を加えて 6-24 時間攪拌したものを試料とした。廃油は 10 倍量の水を混ぜ、体積比で 50%の空間を持たせた状態で 10 分間振とうし、20 分間静置した後に水相を試料とした。廃液はそのものを試料とした。

燃え殻および脱水汚泥は、環境庁告示第 13 号に従って 10 倍量の水を加えて 6 時間振とうを行い、溶出液を作成し、試料とした。処理排水および洗浄排水はそのものを試料とした。

各試料は、必要に応じて、孔径が 1 μ m のろ紙でろ過したものを検水とした。汚泥、廃油、燃え殻および脱水汚泥の含有濃度は、検水の分析結果より算出した。

排出ガスのサンプリング方法は、ミスト中に 1,4-ジオキサンが存在している可能性を考慮して等速吸引により行った。また、ガス吸収装置は吸収瓶を 5 本連結したものを使用した。吸収液には水を用い、吸収瓶は、2~4 $^{\circ}$ C の水浴で冷却した³⁾。

2-5 分析方法

1,4-ジオキサンの分析は、水道法に定められている固相抽出-GC/MS 法とヘッドスペース-GC/MS 法を参考にして行った。汚泥、廃油、廃液の分析に関しては妨害成分が多いため固相抽出-GC/MS 法で分析した。また、分析値は、妨害成分を完全に除去できないため参考値として扱う。洗浄排水、燃え殻・脱水汚泥、処理排水の検水はヘッドスペース-GC/MS 法にて分析し、排出ガスの吸収液は固相抽出-GC/MS 法にて測定した。検出下限値は固相抽出およびヘッドスペースともに水道水基準値の 1/10 である 5 μ g/l とした。

3. 結果および考察

3-1 通常運転時の 1,4-ジオキサン焼却量および移動量、排出量

表 2 に 2008 年 2 月~2009 年 5 月までの通常運転時の 1,4-ジオキサン分析結果を示す。洗浄排水、燃え殻、脱水汚泥、処理排水の検水についてはいずれも検出下限値未満であった。排出ガス中の平均濃度は 1.4 μ g/m³N であり、前報において洗浄排水の検出下限値から推算した濃度である 1.6 μ g/m³N とほぼ同じ値であった。

表 3 に当社からの 1,4-ジオキサンの年間最大移動量および排出量を示す。廃棄物としての移動量は最大で 1.3kg/年、一般環境への排出量は最大で 3.0kg/年となった。なお、ここで言う最大量とは、検出下限値に相当する量である。環境大気への排出量は、排出ガス中の平均濃度より求めた。

入力側の廃棄物分析結果から算出した焼却量は約 90g/時・炉であり、年間の焼却量は 2 炉あわせて約 1.2t であった。廃棄物の成分情報には 1,4-ジオキサンが記載されていることは少ないため、特定の事業所から高濃度で排出されるよりも、低濃度で多くの廃棄物に含まれていると推察される。また、通常運転時における 1,4-ジオキサン燃焼分解率は 99.6%以上であった。排出ガス測定では微量ながらも 1,4-ジオキサンが検出されており、含有する廃棄物の媒体や炉内の状態によっては燃焼分解性に影響があると考えられる。

3-2 焼却試験における 1,4-ジオキサン燃焼分解率

表 4 に 1,4-ジオキサン焼却試験時の分析結果を示す。BLANK, RUN 共に、洗浄排水、燃え殻、脱水汚泥、処理排水の検水について 1,4-ジオキサンは検出されなかった。排出ガスに関しては、定量下限値未満のため参考値であるが、BLANK において 0.11 μ g/m³N、RUN では 0.14 μ g/m³N であった。なお、今回の焼却試験条件における 1,4-ジオキサン燃焼分解率は 99.999%以上であった。通常運転時より高い燃焼分解率であったのは、排出側の分析値に大きな差がなく、焼却量が多かったためである。

4. まとめ

当社の 1,4-ジオキサンの焼却量は約 1.2t/年であり、移動量と排出量の合計は最大でも約 4.3kg/年であった。また、排出ガス中の濃度は平均で 1.4 μ g/m³N であった。旧環境庁が行った大気中の濃度測定によると 0.015~1.2 μ g/m³ の範囲で検出されている。大気への拡散を考慮すると排出ガス中の濃度は低いと言える。これより、廃棄物としての移動量および一般環境への排出量は極めて少ないことが実測値で確認された。

焼却試験において、99.999%以上の燃焼分解率が得られたことから、1,4-ジオキサンは適切な焼却条件を確保すれば燃焼によって分解されることが判った。燃焼由来の 1,4-ジオキサンが焼却灰や飛灰からの溶出の起源として指摘されているが、今回の焼却試験では確認されなかった。

一参考文献一

- 1) 藤原拓ほか : 第 17 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、p844-846 (2006)
- 2) 中西準子ほか : 詳細リスク評価書シリーズ 1,4-ジオキサン、丸善株式会社(2005)
環境省 : 化学物質と環境(平成 13 年度版)
- 3) 櫛田和宏ほか : 第 29 回福島県試験検査技術発表会 抄録集

表2 通常運転時の1,4-ジオキサン分析結果平均値(2008年2月~2009年5月まで)

| 入力側(焼却量/炉) | | | 排出側 | | | | |
|------------|-----|------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|
| 汚泥 | 廃油 | 廃液 | 洗浄排水 | 燃え殻 | 脱水汚泥 | 処理排水 | 排出ガス |
| N=10 | N=6 | N=11 | N=31 | N=67 | N=44 | N=15 | N=6 |
| g/時 | | | μ g/l | μ g/l | μ g/l | μ g/l | μ g/m ³ N |
| 16 | 7.4 | 66 | <5 | <5 | <5 | <5 | 1.4 |

表3 1,4-ジオキサン年間最大移動量および排出量

| 廃棄物としての移動量 | | 一般環境への排出量 | |
|------------|------|----------------|----------------|
| 燃え殻 | 脱水汚泥 | 処理排水 (公共水域) | 排出ガス (環境大気) |
| kg/年 | | | |
| 1.1 | 0.2 | 1.0 | 2.0 |

表4 焼却試験時の1,4-ジオキサン分析結果

| 入力側 (焼却量/炉) | | 排出側 | | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-------|
| | 洗浄排水 | 燃え殻 | 脱水汚泥 | 処理排水 | 排出ガス | |
| kg/時 | μ g/l | μ g/l | μ g/l | μ g/l | μ g/m ³ N | |
| BLANK | 0.005 | <5 | <5 | - | - | 0.11※ |
| RUN | 50 | <5 | <5 | <5 | <5 | 0.14※ |

※定量下限値(0.2 μ g/m³N)未満