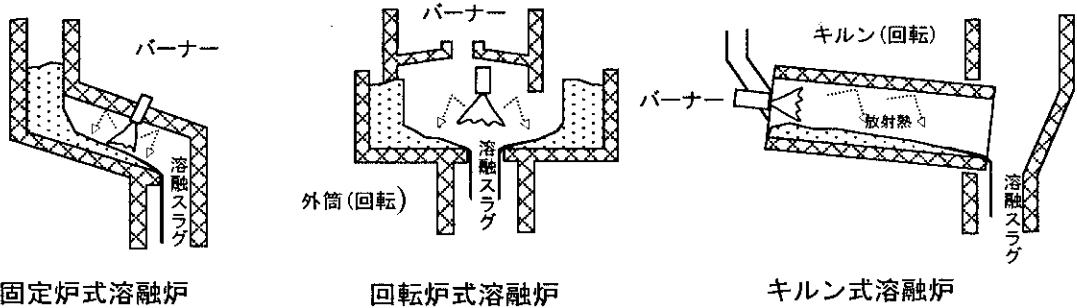


(5) 具体例等

溶融装置には種類が多いが、熱源で分類すると燃料式、電気式に大別される。さらに燃料式では表面溶融、コークスベッド、旋回流、酸素バーナーなどがあり、電気式にはアーク、抵抗、プラズマ、誘導等の形式がある。これら各種溶融装置の構造、特色等について燃料式の例、電気方式の例の順で以下に記述する。

① 表面溶融式

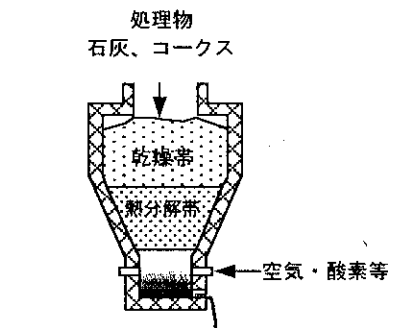
固定床、回転式、キルン等の形式があるが共通するのは炉床上で処理物表面をバーナーの火炎により加熱・溶融させるものである。バーナーの熱は上部の炉体にも伝わるため高熱の炉体からの放射熱も処理物を溶融する役割を果たす。溶融スラグは連続的に表面を流れ排出される。下図にそれぞれの構造を示す。



この形式の溶融炉はバーナーを使用するため、その分排ガス量が多くなり、排ガス処理装置の容量も大きいものが必要になるが、焼却灰・飛灰の溶融炉として実績がある。

② コークスベッド式

堅型筒状の炉に上部から処理物とともに石灰、コークス等を供給し、下部から空気等を吹き込んでコークス等の燃焼熱により溶融する形式である。炉の上部から乾燥、熱分解・ガス化、燃焼・溶融の順で処理されて底部から溶融スラグとして排出される。右図はこの形式の一例である。

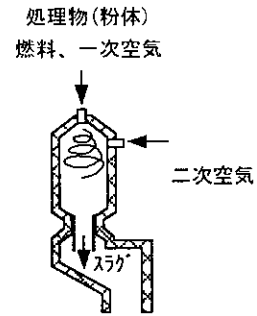


この形式の溶融炉についてはごみの直接溶融炉としての実績がある。

③ 旋回流式

処理物の融点より高い温度に保持された円筒形の炉に上部から処理物(粉体状)を空気とともに吹き込みガス流中で熔融する。熔融物は旋回流による遠心力で炉壁に衝突・捕捉され炉壁を流下して下部から排出される。右図はこの形式の一例である。

この方式は下水汚泥焼却飛灰の熔融等で実績がある。

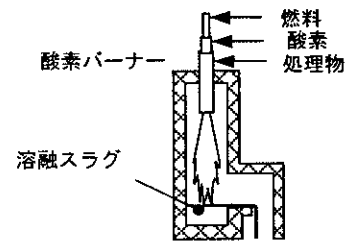


旋回流式熔融炉

④ 酸素バーナー式

液体・気体燃料を燃焼用空気の代わりに酸素を供給して燃焼し、高温の火炎(2,000℃以上可能)を発生させて、この中に処理物を供給し熔融する。この一例を右図に示す。

この形式は原理的に高温が得られるため、飛灰等粒径の小さく融点の高い粉体に適する。

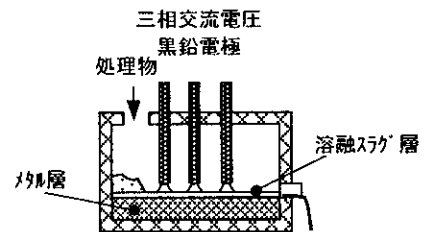


酸素バーナー式熔融炉

⑤ アーク式

炉上部の電極と底部のメタル層の間にアーク放電(3,000~5,000℃)を起こさせ、この熱で処理物を熔融するものである。処理物は炉内の高熱により含有炭素分等は燃焼し、残渣は熔融スラグ(メタル共)となって連続的に排出される。この一例を右図に示す。

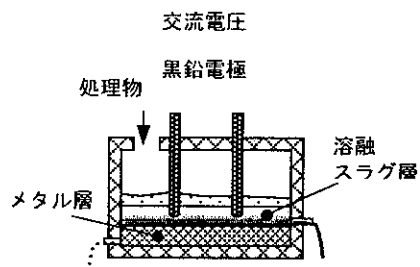
この形式も焼却灰の熔融炉として実績がある。



アーク式熔融炉

⑥ 電気抵抗式

灰類は熔融状態で電気抵抗を持った導体であることを利用し、電極を通じて電力(交流または電流)を供給し、内部で電気抵抗熱(ジュール熱)を発生させて熔融する。電極は熔融スラグ層まで挿入される。熔融スラグは連続又は間欠抜き出し、メタルは間欠抜き出しする。この一例を右図に示す。

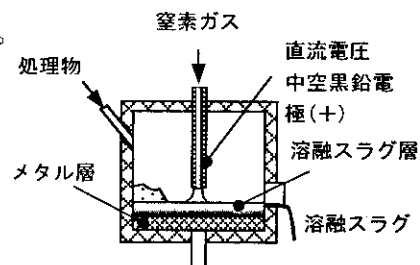


電気抵抗式熔融炉

この形式についても焼却灰等熔融に実績がある。

⑦ プラズマ式

炉上部の電極にプラズマ生成ガス(窒素, 空気等)を通して、発生したプラズマ流〔10,000～20,000℃〕により炉底の処理物を熔融する。電極の種類(トランスファー, ノントランスファー)、電極の材質(金属, 黒鉛等)、上部電極の数(1本, 2本)等で種々の形態のものがある。この一例を右図に示す。

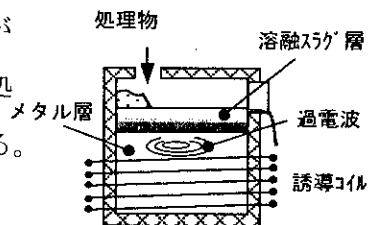


プラズマ式熔融炉

この形式の炉は、焼却灰・飛灰の熔融で実績がある。

⑧ 誘導式

炉体外周のコイルに交流電流(低周波または高周波)を流すと、内部の導電体(鉄等)に過電流が生ずることを利用して熔融を行うものであり、処理物は熔融した鉄等と接触して過熱・熔融される。この一例を右図に示す。



誘導式熔融炉

この方式は、製鋼や非鉄金属工業で実際に使用されている技術であり、焼却灰等での実証も行われている。

2) 高温焼却方式

(1) 原理

高温(1, 100℃前後)でダイオキシン類を酸化雰囲気中で熱分解する。処理物は残渣(焼却灰, 飛灰等)と排ガス(CO₂, H₂O, HCL等)となる。

(2) 適用可能物

固形状物(焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 大規模な処理が可能、固形状、液状等適用範囲が広い。
- ・ 大容量で高度な排ガス処理装置(バグフィルタ, 洗煙装置, 活性炭吸着塔等)が必要となる。
- ・ 固形状物の処理時に発生する飛灰は重金属類を含むことが多く、無害化処理装置が必要となる。

(4) 前処理の必要性

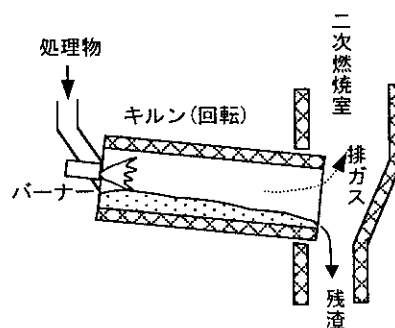
- ・ 固形状物については、定量供給・温度管理のための破碎等調整が必要な場合がある。
- ・ 液状物については、ポンプ圧送や噴霧にトラブルのない程度にSS分除去が必要である。

(5) 具体例等

高温焼却方式は以前からPCBやダイオキシン類の処理に実績もあり、熱源によって燃料式と電気式に大別できる。实例として、キルン式, 赤外線式等の装置がある。このうちキルン式について以下に記述する。

構造は熔融方式で述べたキルン式と同様であるが、キルン内温度は処理物が熔融に至らない1, 100℃前後である。汚泥状汚染物も処理可能であり、液状汚染物でもキルン内に噴霧等の方法で供給することにより処理可能となる。キルン式の一例を右図に示す。

この形式は海外でダイオキシン類汚染土壌、廃液等での実績がある。

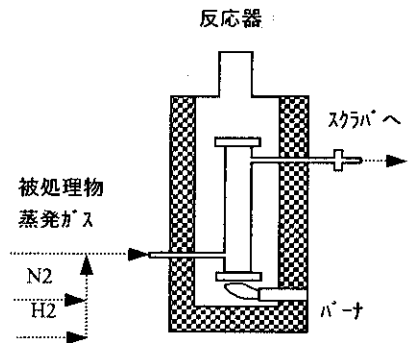


キルン式焼却炉

3) 気相水素還元方式

(1) 原理

密閉容器内で加熱蒸発させたダイオキシン類等の有機化合物を、無酸素水素雰囲気中、常圧下で850°C以上に加熱し、触媒を用いることなく還元分解・脱塩素する。有機塩素化合物は塩化水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素、水素、ベンゼン等の低級炭化水素に分解される。塩化水素はNaOH等で中和しNaCl等の塩類として回収される。この一例を右図に示す。



気相水素還元装置

(2) 適用可能物

固形物(焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 固形物, 液状物等で蒸発用容器に入る大きさならそのまま処理可能である。
- ・ 無酸素雰囲気中の反応であり、ダイオキシン類の再合成はない。
- ・ 高度な排ガス処理装置(ガス洗浄装置, 生成ガス燃焼器, 活性炭吸着装置等)が必要である。

(4) 前処理の必要性

- ・ 粒状固形物は供給装置にトラブルのない粒径に破碎の必要がある。
- ・ 汚水のSS分が多い場合はポンプ圧送にトラブルのない程度に前処理で除去が必要である。

(5) 具体例等

この方式は、海外において難分解性有機化合物の分解無害化装置として商業運転の実績もあり、国内でもPCBの分解処理方式として位置付けされている。

4) 還元加熱脱塩素方式

(1) 原理

酸素欠乏状態(窒素置換等)で熱(400℃前後)を加えて脱塩素化する。処理物は外観的に変化が少なく、凝縮水(HCL等含む)、排気(CO₂, H₂O等)が発生する。この方式の一例を右図に示す。

(2) 適用可能物

固形状物(焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

(3) 特徴

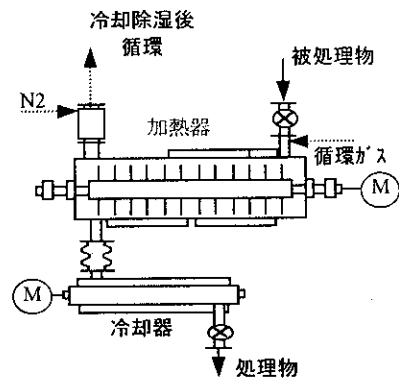
- ・ 温度が低いコスト的に有利である。
- ・ コンパクトな装置に出来る。
- ・ 排ガス発生量が少ない。

(4) 前処理の必要性

供給装置, 攪拌装置等の構造から、水分, 粒径等の調整が必要な場合がある。

(5) 具体例等

この方式は、海外および国内においてばいじんの無害化装置として実績がある。



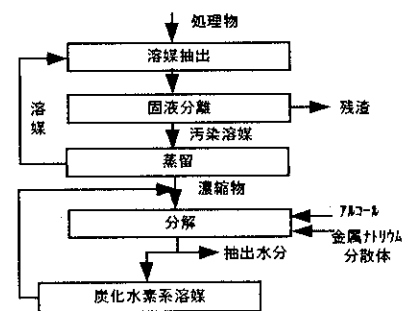
還元加熱脱塩素装置

5) 金属ナトリウム分散体方式

(1) 原理

金属ナトリウムを有害物質と反応させて分解・無害化するもので、反応薬剤として金属ナトリウム微粒子を油中に分散させたものを使用し、これと抽出又は濃縮したダイオキシン類を反応させて分解(H₂O, NaCl等に)する。

この一例を右図に示す。



金属ナトリウム分散体方式

(2) 適用可能物

固形状物(焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 反応が100℃以下で操作が容易である。
- ・ 反応装置の小型化が可能である。

(4) 前処理の必要性

- ・ 固形状汚染物では溶媒等による抽出工程が必要である。
- ・ 液状汚染物ではろ過等による濃縮工程が必要である。

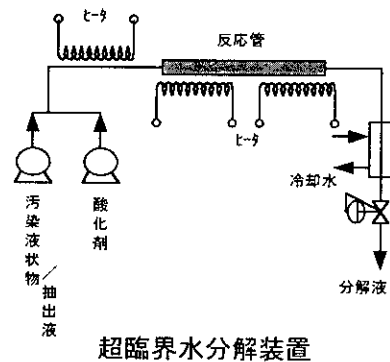
(5) 具体例等

この方式は、国内でもPCB処理方式として位置付けされている。

6) 超臨界水酸化分解

(1) 原理

超臨界水の持つ有機物に対する溶解性, 分解性を利用しダイオキシン類を分解する。処理物は残渣, 排水 (HCL等含む), 排気 (CO₂, H₂O 等)となる。この一例を右図に示す。



(2) 適用可能物

固形状物 (焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

液状物

(3) 特徴

- ・ 高効率で短時間に分解可能である。
- ・ 装置の耐圧・耐熱・耐腐食についての安全性が必要である。

(4) 前処理の必要性

- ・ ポンプ・配管等でのトラブルを避けるため、固形物は溶媒 (高温高圧水等) でダイオキシン類を抽出し、液状とする必要がある。
- ・ 抽出に際し、破碎等の前処理が必要な場合がある。

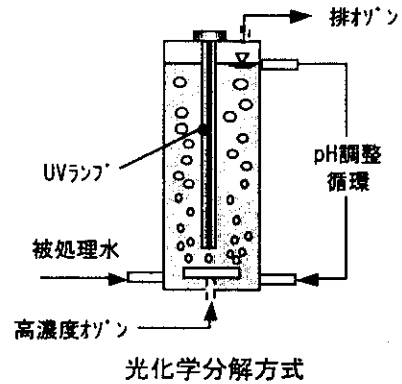
(5) 具体例等

この方式は、国内でもPCB処理方式として位置付けされている。

7) 光化学分解方式

(1) 原理

紫外線等の照射によってダイオキシン類を脱塩化する。併せてオゾン等の化学物質による酸化力を利用して分解する。副成物は二酸化炭素, 水, 塩化物等である。この一例を右図に示す。



(2) 適用可能物

液状物

(3) 特徴

- ・ 常温・常圧での処理が可能である。
- ・ 低濃度までの処理が可能である。
- ・ 特殊な薬品が不要である。
- ・ 運転管理が容易である。

(4) 前処理の必要性

- ・ SSの多いものでは、ろ過等の前処理が必要である。

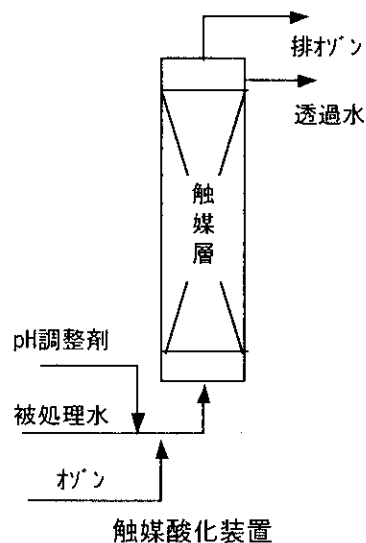
(5) 具体例等

この方式は、国内に実証装置が設置されている。

8) 触媒酸化法

(1) 原理

前処理(ろ過等)によりSS(懸濁粒子)を除去し、ダイオキシン類を低減した後、金属触媒とオゾンなどの酸化剤によりヒドロキシラジカルを発生させ、常温で排水中のダイオキシン類を分解させる。前処理に伴って生じた濃縮物は反応薬剤添加等により脱塩素化する。この一例を右図に示す。



(2) 適用可能物

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 常温・常圧での処理が可能である。
- ・ 燃料等を使用せずコスト的に有利である。
- ・ 固形物には不向きである。

(4) 前処理の必要性

- ・ SS分が多い場合は、膜ろ過等の前処理が必要である。

(5) 具体例等

この方式は、洗煙排水での実証も行われている。。

9) 生物分解

(1) 原理

土壌細菌やリグニンを分解資化する木材腐朽菌類として知られる白色腐朽菌等によるダイオキシン類を分解させる。

(2) 適用可能物

固形状物(焼却灰, 飛灰, 汚泥等)

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 燃料等を使用せずコスト的に有利である。
- ・ 分解速度が他の方式に比べて遅い。

(4) 前処理の必要性

- ・ 処理対象物によって必要な場合もある。

(5) 具体例等

この方式は、汚染土壌の修復技術としての分解実験が行われている。焼却残渣等に対する適用は今後の研究を待つことになる。

10) 凝集沈殿・砂ろ過・活性炭吸着方式

(1) 原理

凝集沈殿・砂ろ過, 活性炭吸着技術を併用することにより、液状物中のダイオキシン類を分離・除去する方式である。一般的には前段で排水中のSS成分に付着したダイオキシン類を凝集沈殿汚泥として除去し、後段に砂ろ過を設置して微細な

SS成分を除去する。また、一般に水に対する溶解度の小さいものほど活性炭に吸着されやすい傾向にあるため、最終段に活性炭吸着装置を設置すれば溶解性のダイオキシン類の除去に有効であると考えられる。

(2) 適用可能物

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 常温・常圧での処理が可能である。
- ・ 運転管理が容易である。
- ・ 本方式は、分離方式であるため、除去された汚泥処理, 使用後の活性炭の処理が必要である。

(4) 前処理の必要性

- ・ 特別な前処理は必要ない。

(5) 具体例等

この方式は、洗煙排水処理としての実績がある。

11) 膜分離方式

(1) 原理

膜(MF膜, RO膜等)を利用することにより、分子レベルで分離することが可能であり、SSがほぼ検出限界以下となるため、SS性のダイオキシン類の低減に有効である。

(2) 適用可能物

液状物(洗煙排水)

(3) 特徴

- ・ 膜の種類によって、前処理が必要な場合もあるので膜の選定, 処理フローには留意が必要である。

(4) 前処理の必要性

- ・ 膜の種類によって必要となる。

(5) 具体例等

この方式は最終処分場の浸出水処理等には実績がある。

4.3 排ガス処理に伴う残渣物に関する調査（文献調査）

4.3.1 調査目的

本調査は排ガス処理に伴う残渣物として、バグフィルタの集じん灰と活性炭吸着塔の廃活性炭等を取り上げ、発表文献を中心に現状の濃度レベルや濃度分布を調査し、3 ng-TEQ/gを超える場合の条件・原因や低減対策などに関する検討に資する知見を整理する事を目的とした。

また、使用後のバグフィルタろ布と触媒の処分の現状も調査し、ここで研究する残渣物として今後取り上げていくかどうかの基礎情報等を得る事を目的とした。

4.3.2 バグフィルタによるダイオキシン類除去時の飛灰

飛灰中のダイオキシン類濃度分布は「4.1.2 データベースの内容」にて図4-1-2に示されているが、このデータをさらに集じん器の種類別に整理すると図4-3-1および図4-3-2のようになる。電気集じん器の集じん灰では1～30ng-TEQ/gの範囲に多くのデータがあり、バグフィルタの集じん灰では、3ng-TEQ/g以下の範囲に大部分(約80%)のデータが分布している。電気集じん器に関しては、今後バグフィルタに置き換わっていくケースがほとんどであろうと予想されるため、ここでは、バグフィルタによって集じんされた飛灰に関してさらに検討を加えることとした。

飛灰中ダイオキシン類濃度が、特別管理廃棄物と見なされる3 ng-TEQ/gを超えるかどうかの条件を推定する目的で、以下のダイオキシン類濃度データが揃っている最近の発表事例について、データを拾い出し（表4-3-1）、グラフ化して検討を試みた。

バグフィルタ入口排ガス中濃度： C_{Gin} [ng-TEQ/m³N]

バグフィルタ出口排ガス中濃度： C_{Gout} [ng-TEQ/m³N]

バグフィルタ集じん灰中濃度： C_{FA} [ng-TEQ/g]

バグフィルタ入口排ガス温度： t_G [°C]

図4-3-3に入口PCDDs/DFs濃度と飛灰中PCDDs/DFs濃度の関係を示す。また、図中のプロットを排ガス温度の範囲 $t_G < 160^\circ\text{C}$ 、 $160^\circ\text{C} \leq t_G < 180^\circ\text{C}$ 、 $180^\circ\text{C} \leq t_G$ に分けて、区別出来るように表示した。

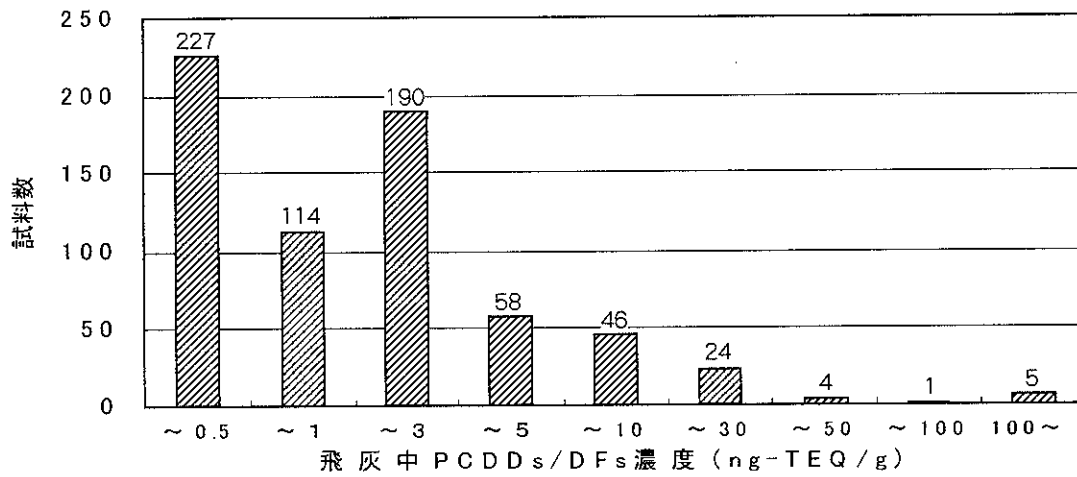


図4-3-1. 捕集飛灰中のPCDDs/DFs濃度度数分布 (バグフィルタ)

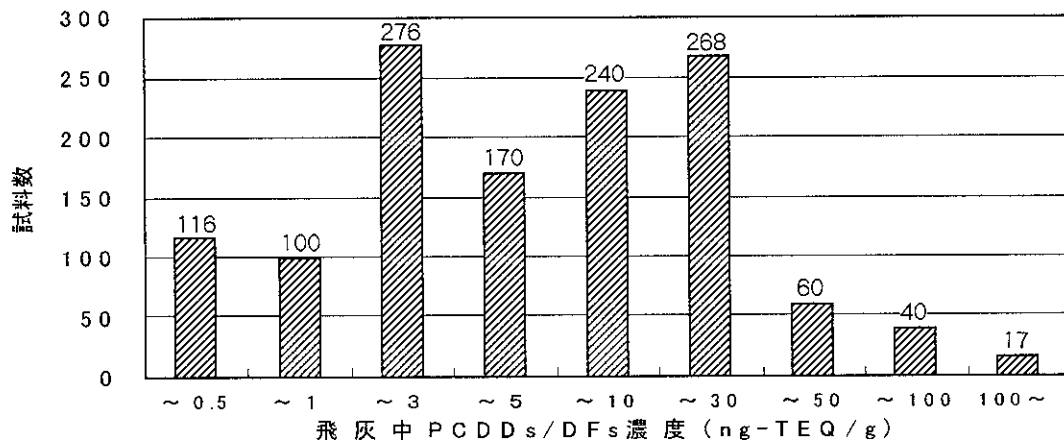


図4-3-2. 捕集飛灰中のPCDDs/DFs濃度度数分布 (電気集じん器)

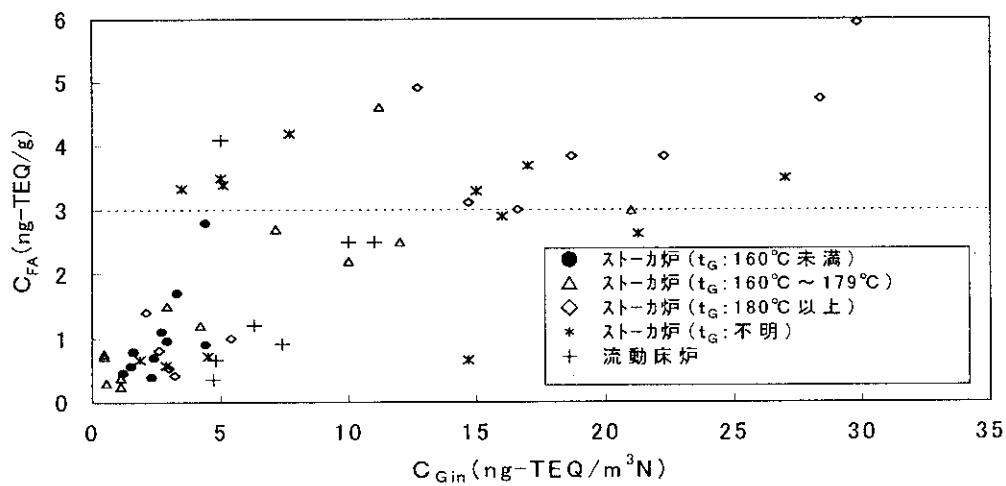


図4-3-3バグフィルタ入口PCDDs/DFs濃度と飛灰中PCDDs/DFs濃度の関係

図4-3-3ではデータ点数は少ないが、排ガス温度が160℃未満の場合には、入口排ガス中PCDDs/DFs濃度が低く同時に飛灰中濃度も低い。排ガス温度160～180℃の場合には、排ガス中濃度はやや広い範囲となっているが、飛灰中濃度は、排ガス中濃度にほぼ比例しているようであり、入口排ガス中濃度が10 ng-TEQ/m³N程度以下の場合には、飛灰中濃度は概ね3 ng-TEQ/g以下となっている。

一方排ガス温度が180℃以上のデータにおいては、入口排ガス中濃度がさらに広く分布し、飛灰中濃度も比例してかなり広く分布している。図中にはプロットしなかったが、表4-3-1のデータの中には排ガス中濃度が低いにも拘わらず飛灰中濃度が、異常に高いデータがあった。実際の排ガス温度が制御系のハンチングなどで変動している場合には、平均温度として180℃に管理していても脈動の最高値は200℃を超えている場合も考えられ、バグフィルタ内でダイオキシン類の再合成がおこっている可能性もある。バグフィルタ内に長時間滞留していた飛灰が排出されてくるため、排ガス測定時間帯の運転状況とは異なる運転履歴を持つサンプルである事も原因となっている可能性がある。また、含じんガスでのサンプリングという測定上の難しさから、入口濃度が過小に評価された可能性も考えられる。

図4-3-2では、入口/出口の濃度差を横軸にとって、データをプロットしたグラフに、バグフィルタ内にて合成や分解が起こっていないと仮定した飛灰発生量別の直線を引いた（ばいじん濃度=2 g/m³N, 5 g/m³N, 10g/m³Nの3ケース）。

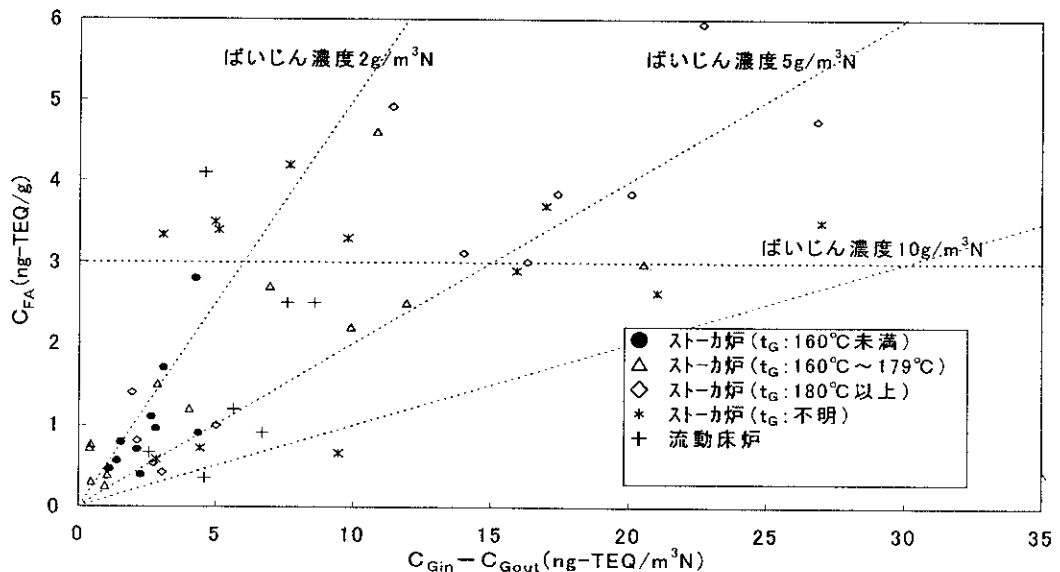


図4-3-4 (BF入口-出口)排ガス中PCDDs/DFs濃度と飛灰中PCDDs/DFs濃度の関係

ストーカ炉での飛灰発生量を便宜的に2～5g/m³N程度と考えると、かなりのデータがこの範囲内に入っている。(本来は個々の飛灰発生量実測値や乾きガス量とばいじん濃度、消石灰吹き込み量、HCl除去量などからの計算値で評価すべきである。)

流動床炉での飛灰は10 g/m³Nないしそれ以上であると考え、飛灰中濃度はやや高い傾向にあり、バグフィルタ内での再合成を示唆するようなデータが見られる。

また、妥当と考えられる飛灰発生量(ばいじん濃度5g/m³Nないし10 g/m³N)から想定される領域よりも極端に低い飛灰中濃度がないことから、バグフィルタ内では分解が起こっていないと考えられ、入口/出口排ガス濃度の差と飛灰中濃度に比例関係が成立するケースが多い(特に排ガス温度が低い場合)ことが分かる。

表4-3-1 ダイオキシン類測定データ

No.	BF入口ガス中 PCDDs/DFs濃度 (ng-TEQ/m ³ N) C _{Gin}	BF出口ガス中 PCDDs/DFs濃度 (ng-TEQ/m ³ N) C _{Gout}	BF入口出口 PCDDs/DFs濃度差 (ng-TEQ/m ³ N) C _{Gout} -C _{Gin}	BF飛灰中 PCDDs/DFs濃度 (ng-TEQ/g) C _{FA}	BF入口 排ガス温度 t _G	炉型式	出典
1	4.2	0.15	4.05	1.2	175	全連 ストーカ	3)
2	2.6	0.44	2.16	0.81	187	全連 ストーカ	3)
3	2.4	0.24	2.16	0.70	148	全連 ストーカ	3)
4	0.47	0.060	0.41	0.72	171	全連 ストーカ	3)
5	0.45	0	0.45	0.76	169	全連 ストーカ	3)
6	2.3	0	2.3	0.39	149	全連 ストーカ	3)
7	2.9	0.0048	2.9	1.5	161	全連 ストーカ	3)
8	2.9	0.054	2.8	0.96	159	全連 ストーカ	3)
9	12	0.060	12	2.5	171	全連 ストーカ	3)
10	16	0.064	16	2.9	不明	全連 ストーカ	2)
11	2.4	0.88	1.5	12	180	全連 ストーカ	9)
12	3.7	1.6	2.1	14	215	全連 ストーカ	9)
13	2.1	0.91	1.2	6.4	180	全連 ストーカ	9)
14	7.4	0.23	7.2	9.8	180	全連 ストーカ	9)
15	7.4	0	7.4	6.6	180	全連 ストーカ	9)
16	9.2	0.37	8.8	9.1	215	全連 ストーカ	9)
17	4.4	0.014	4.4	0.9	154	全連 ストーカ	11)
18	2.7	0.031	2.7	1.1	155	全連 ストーカ	11)
19	1.6	0.041	1.6	0.79	158	全連 ストーカ	11)
20	10	0.069	9.9	2.2	160	全連 ストーカ	11)
21	4.4	0.13	4.3	2.8	150	全連 ストーカ	12)
22	3.3	0.18	3.1	1.7	150	全連 ストーカ	12)
23	1.2	0.065	1.1	0.46	150	全連 ストーカ	12)
24	1.1	0.12	0.98	0.25	162	全連 ストーカ	13)
25	0.54	0.068	0.47	0.30	160	全連 ストーカ	13)
26	1.1	0.042	1.1	0.38	162	全連 ストーカ	13)
27	1.5	0.082	1.4	0.56	158	全連 ストーカ	13)
28	3.0	0.23	2.8	0.53	192	准連 ストーカ	3)
29	3.2	0.13	3.1	0.42	193	准連 ストーカ	3)
30	2.1	0.13	2.0	1.4	200	准連 ストーカ	3)
31	5.4	0.37	5.0	1.0	181	准連 ストーカ	3)
32	15	5.2	9.8	3.3	不明	准連 ストーカ	1)
33	21	0.24	21	2.6	不明	准連 ストーカ	7)
34	3.5	0.42	3.1	3.3	不明	准連 ストーカ	7)
35	15	5.2	9.5	0.66	不明	准連 ストーカ	7)
36	30	7.1	23	6.0	218	准連 ストーカ	10)
37	22	2.2	20	3.9	220	准連 ストーカ	10)
38	13	1.3	11	4.9	220	准連 ストーカ	10)
39	15	0.69	14	3.1	190	准連 ストーカ	10)
40	19	1.3	17	3.9	190	准連 ストーカ	10)
41	28	1.5	27	4.8	190	准連 ストーカ	10)
42	17	0.28	16	3.0	190	准連 ストーカ	10)
43	21	0.47	21	3.0	160	准連 ストーカ	10)
44	11	0.33	11	4.6	162	准連 ストーカ	10)
45	7.2	0.19	7.0	2.7	160	准連 ストーカ	10)
46	4.5	0.050	4.5	0.72	不明	機バ ストーカ	8)
47	2.9	0.010	2.9	0.58	不明	機バ ストーカ	8)
48	5.1	0.00091	5.1	3.4	不明	実験 ストーカ	5)
49	5.0	0.029	5.0	3.5	不明	実験 ストーカ	5)
50	7.7	0.017	7.7	4.2	不明	実験 ストーカ	5)
51	27	0.0027	27	3.5	不明	実験 ストーカ	5)
52	39	0.0045	39	4.2	不明	実験 ストーカ	5)
53	17	0.0030	17	3.7	不明	実験 ストーカ	5)
54	4.7	0.090	4.6	0.35	160	全連 流動	3)
55	4.8	2.2	2.6	0.66	不明	准連 流動	2)
56	10	2.4	7.6	2.5	不明	准連 流動	2)
57	11	2.4	8.6	2.5	182	准連 流動	6)
58	7.4	0.69	6.7	0.91	195	准連 流動	6)
59	6.3	0.64	5.7	1.2	201	准連 流動	6)
60	5.0	0.39	4.6	4.1	180	流動	4)

4.3.3 活性炭吸着塔の廃活性炭および再生活性炭

系内に設けた再生塔により活性炭を繰り返し再生しながら循環使用して、ダイオキシン類を吸着除去する移動層式活性炭吸着塔システムの発表事例¹⁴⁾がある。そのフローシートを図4-3-5に、吸着塔の構造図を図4-3-6に、再生等の構造図を図4-3-7に示す。分析時における排ガスの測定結果を表4-3-2に、各部の活性炭についてのダイオキシン類分析結果を表4-3-3、表4-3-4に示す。分析時点において、活性炭は約3回の再生工程を経験している。

吸着塔内では、3室に分けられた移動層を粒状活性炭が異なる速度でゆっくりと下降する。表4-3-4¹³⁾に各部のダイオキシン類濃度を示す。排ガス中のダイオキシン類のほとんどが前室で除去され、中室、後室では仕上げとして僅かな量のダイオキシン類が吸着されている様子が窺える。最も高濃度の活性炭は、吸着塔前室下部から採取した吸着後のもので、46～74ng-TEQ/g (平均62ng-TEQ/g)であった。このシステムでは、ダイオキシン類を吸着した活性炭は、密閉式のコンベヤにて再生塔へ移送され、再生後の粒状活性炭で0.00～0.021ng-TEQ/g (平均0.013ng-TEQ/g)、ダストを含む粉状でも0.022～0.93ng-TEQ/g (平均0.48ng-TEQ/g)に、ダイオキシン類を分解し、低減している。再生塔オフガスにもダイオキシン類はほとんど検出されず、物質収支から99%以上の分解率を確認している(表4-3-2、図4-3-8参照)。

一方、固定層式の活性炭吸着塔から取り出した廃活性炭中のダイオキシン類濃度については、交換時期や排ガス入口濃度にもよるが、この前室における活性炭中の濃度程度あるいは、その数分の1から数倍と推定される。場合によっては、ダイオキシン類を数十ng-TEQ/g含む廃活性炭を扱う事となるため、交換作業においては飛散防止等十分に注意が必要となる。

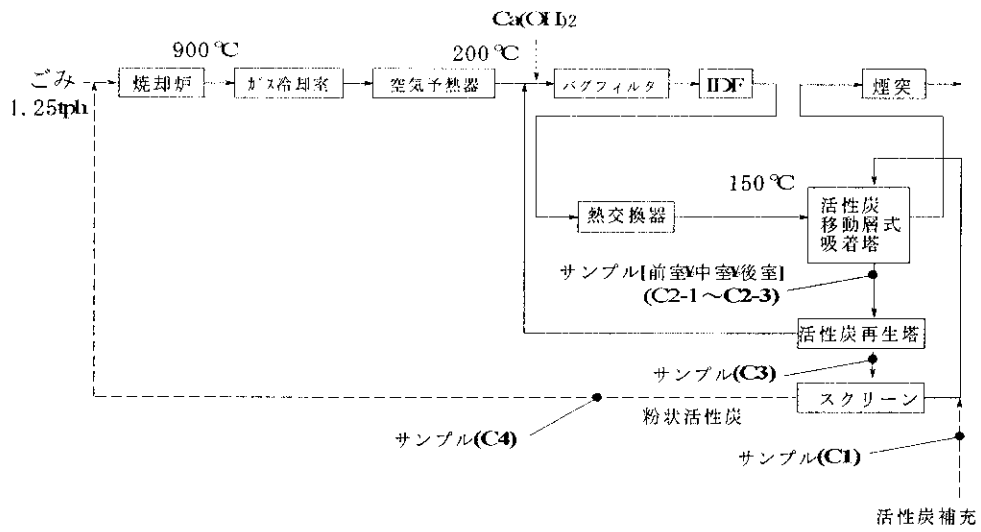


図4-3-5 移動層式活性炭吸着塔システムフローシート¹³⁾

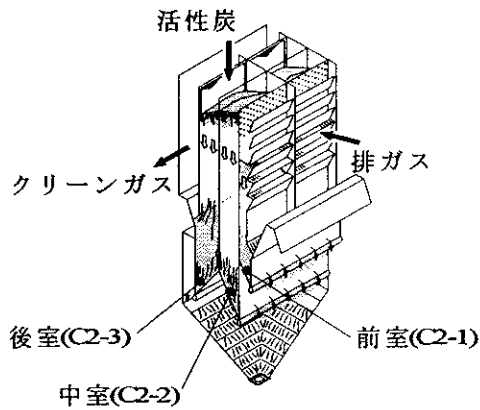


図4-3-6 吸着塔構造¹³⁾

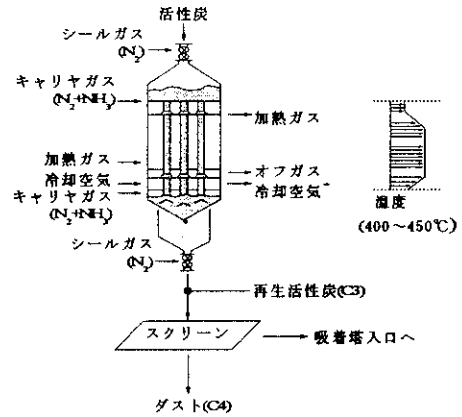


図4-3-7 再生塔構造¹³⁾

表4-3-2 排ガス測定結果¹⁴⁾

	単 位	吸着塔入口	吸着塔出口	再生塔脱離ガス
湿りガス量	m ³ N/h	11,400	11,500	25
乾きガス量	m ³ N/h	8,130	7,800	23
排ガス温度	℃	151	150	343
O ₂	%	11.8	14.3	0.8
ばいじん	mg/m ³ N	8*	<1*	0.1*
SO _x	ppm	8*	<1*	1,100
NO _x	ppm	63*	52*	<10
HCl	mg/m ³ N	7*	8*	510
PCDDs/DFs	ng-TEQ/m ³ N	18*	0.016*	0.031*

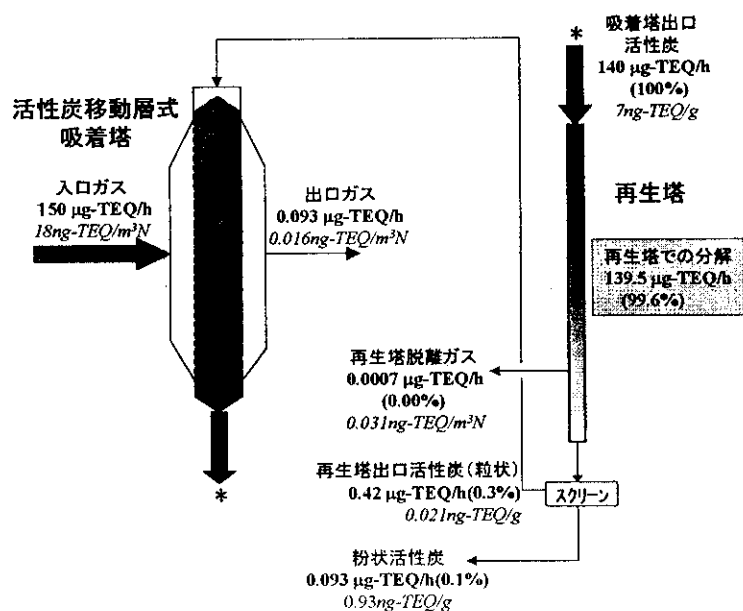


図4-3-8 活性炭移動層式吸着塔と再生塔のダイオキシン類の物質フロー¹⁴⁾

表4-3-3 活性炭中ダイオキシン類実測濃度¹⁾

サンプル名 サンプル記号	補充活性炭		吸着塔前室		吸着塔中室		吸着塔後室		再生塔出口		吸着塔前室		吸着塔中室		吸着塔後室		再生塔出口		篩分ダスト	
	C1	C2-1	C2-2	C2-3	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29
単位	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
1368-T4CDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1378-T4CDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2378-T4CDD	<0.0008	9.2	0.69	0.0022	0.0014	6.8	0.42	0.0076	0.0017	0.11	16	31	17	2	<0.0008	0.017	<0.0008	0.017	<0.0008	0.017
12378-P5CDD	<0.0008	17	1	0.017	0.004	17	2.3	0.0051	0.22	0.22	4.5	11	2	0.012	<0.0008	0.0086	<0.0008	0.0086	<0.0008	0.0086
123478-H6CDD	<0.002	5.1	0.35	0.0086	0.0037	7.9	1.2	0.1	0.0039	0.089	4.5	1	3.5	0.044	<0.0008	0.0048	<0.0008	0.0048	<0.0008	0.0048
123578-H6CDD	<0.002	6.3	0.43	0.0064	0.0087	11	0.74	0.029	0.007	0.13	6.4	1.4	1	0.014	<0.002	0.012	<0.002	0.012	<0.002	0.012
123789-H6CDD	<0.002	4.9	0.33	0.0037	0.0065	7.5	0.47	0.022	0.0054	0.11	4.5	0.95	0.0095	<0.002	0.0031	<0.002	0.0031	<0.002	0.0031	<0.002
1234678-H7CDF	0.0062	8.4	0.63	0.011	0.081	19	0.81	0.031	0.025	0.3	12	2	2	0.011	<0.002	0.009	<0.002	0.009	<0.002	0.009
08CDD	0.016	1.9	0.28	0.017	0.21	5.2	0.22	0.065	0.021	0.29	3.1	0.66	0.14	<0.004	0.0092	<0.004	0.0092	<0.004	0.0092	<0.004
1368-T4CDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1278-T4CDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2378-T4CDF	<0.0008	45	2.9	0.0078	0.0057	39	2.2	0.0057	0.0087	0.51	28	16	9.8	0.085	<0.0008	0.015	<0.0008	0.015	<0.0008	0.015
12378-P5CDF	0.0017	53	3.4	0.0091	0.0087	61	3.7	0.012	0.013	0.73	45	15	15	0.057	<0.0008	0.022	<0.0008	0.022	<0.0008	0.022
23478-P5CDF	0.0017	59	3.6	0.0085	0.009	68	3.3	0.0078	0.016	0.78	39	12	12	0.045	<0.0008	0.018	<0.0008	0.018	<0.0008	0.018
123478-H6CDF	0.0032	31	2	0.0077	0.012	39	1.8	0.011	0.015	0.45	23	5.9	5.9	0.015	<0.002	0.0093	<0.002	0.0093	<0.002	0.0093
123678-H6CDF	0.0031	37	2.1	0.0089	0.013	48	2.2	0.014	0.016	0.58	33	8.4	8.4	0.022	<0.002	0.013	<0.002	0.013	<0.002	0.013
123789-H6CDF	<0.002	2.9	0.19	<0.002	<0.002	3.7	0.19	0.0031	<0.002	0.035	2.8	0.64	0.64	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
234678-H6CDF	0.0037	31	2.1	0.0077	0.017	52	2.4	0.014	0.02	0.75	39	8.6	8.6	0.024	<0.002	0.016	<0.002	0.016	<0.002	0.016
1234678-H7CDF	0.018	31	2.1	0.019	0.062	57	2.3	0.05	0.038	0.84	30	5.9	5.9	0.02	<0.002	0.016	<0.002	0.016	<0.002	0.016
1234789-H7CDF	0.0027	6.9	0.43	0.0038	0.011	12	0.49	0.012	0.0077	0.13	6.7	1.1	1.1	0.0043	<0.002	0.0035	<0.002	0.0035	<0.002	0.0035
08CDF	0.017	4.2	0.29	0.015	0.053	8.4	0.37	0.054	0.015	0.24	4.5	0.86	0.86	0.015	0.0063	0.0067	0.015	0.0063	0.0067	0.0067
T4CDDs	0.0056	260	36	2	0.14	270	130	13	0.16	3.4	150	73	73	5	0.0023	0.082	5	0.0023	0.082	0.082
P5CDDs	0.007	190	18	1.1	0.08	260	78	7.9	0.12	3	140	45	45	1.9	0.0018	0.06	1.9	0.0018	0.06	0.06
H6CDDs	0.0096	95	6.4	0.12	0.099	160	12	0.6	0.1	1.8	100	22	22	0.2	0.002	0.053	0.2	0.002	0.053	0.053
H7CDDs	0.012	19	1.4	0.021	0.15	43	1.7	0.053	0.049	0.64	27	4.6	4.6	0.023	<0.002	0.018	0.023	<0.002	0.018	<0.002
08CDD	0.016	1.9	0.28	0.017	0.21	5.2	0.22	0.065	0.021	0.29	3.1	0.66	0.66	0.014	<0.004	0.0092	0.014	<0.004	0.0092	<0.004
Total PCDDs	0.05	570	62	3.3	0.68	740	220	22	0.45	9.1	490	240	240	20	0.021	2.1	20	0.021	2.1	2.1
T4CDFs	0.0231	2500	170	0.43	0.19	2400	130	1	0.35	23	1200	590	590	6.1	0.012	0.77	6.1	0.012	0.77	0.77
P5CDFs	0.026	1300	80	0.18	0.16	1400	71	0.14	0.27	14	760	250	250	1.2	0.0073	0.34	1.2	0.0073	0.34	0.34
H6CDFs	0.032	380	24	0.082	0.13	530	24	0.18	0.18	5.5	300	11	11	0.22	0.0041	0.12	0.22	0.0041	0.12	0.12
H7CDFs	0.031	65	4.2	0.037	0.11	120	4.8	0.093	0.076	1.5	63	12	12	0.043	0.0029	0.032	0.043	0.0029	0.032	0.032
08CDF	0.017	4.2	0.29	0.015	0.053	8.4	0.37	0.054	0.015	0.24	4.5	0.86	0.86	0.015	0.0063	0.0067	0.015	0.0063	0.0067	0.0067
Total PCDFs	0.13	4200	280	0.74	0.64	4500	230	1.4	0.89	44	4000	3200	3200	250	0.7	2.1	250	0.7	2.1	2.1
Total PCDD/DFs	0.18	4800	340	4	1.3	5200	450	23	1.3	53	4500	3400	3400	270	0.72	2.4	270	0.72	2.4	2.4

表4-3-4 活性炭中ダイオキシン類毒性等価濃度³⁾

サンプル名 サンプル記号 サンプル採取日 サンプル量 単位	I-TEF ¹⁾	補充活性炭				吸着塔前室				吸着塔中室				吸着塔後室				再生塔出口				篩分ダスト														
		C1	C2-1	C2-2	C2-3	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	C2-1	C2-2	C2-3	C3	C4	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	H10.10.29	C2-1	C2-2	C2-3	C3	C4	H10.10.21	H10.10.21	H10.10.21	H10.10.21	C2-1	C2-2	C2-3	C3	C4				
		ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g		
2378-T4CDD	1	0	9.2	0.69	0.0022	0.0014	6.8	0.42	0.0076	0.0017	0.11	4.5	2.0	0.012	0.0	0.0026																				
12378-P5CDD	0.5	0	8.5	0.5	0.0085	0.002	8.5	1.15	0.105	0.00255	0.11	5.5	1.8	0.022	0.0	0.0024																				
123478-H6CDD	0.1	0	0.51	0.035	0.0086	0.0037	0.79	0.12	0.01	0.00039	0.0089	0.45	0.10	0.0014	0.0	0.0012																				
123678-H6CDD	0.1	0	0.63	0.043	0.0064	0.0087	1.1	0.074	0.0029	0.0007	0.013	0.64	0.14	0.0017	0.0	0.00031																				
123789-H6CDD	0.1	0	0.49	0.033	0.0037	0.0065	0.75	0.047	0.0022	0.00054	0.011	0.45	0.095	0.00095	0.0	0.00022																				
1234678-H7CDD	0.01	6.2E-05	0.084	0.0063	0.00011	0.00081	0.19	0.0081	0.00031	0.00025	0.0031	0.12	0.020	0.00011	0.0	0.000090																				
08CDD	0.001	1.6E-05	0.0019	0.00028	1.7E-05	0.00021	0.0052	0.00022	6.5E-05	2.1E-05	0.00029	0.0031	0.00066	0.00001	0.0	9.2E-06																				
Total PCDD TEQ		7.8E-05	19.4159	1.30758	0.0127	0.00631	18.1352	1.81932	0.12808	0.00615	0.25619	11.6631	4.10566	0.03817	0	0.00683																				
2378-T4CDF	0.1	0	4.5	0.29	0.00078	0.00057	3.9	0.22	0.00057	0.00087	0.051	2.0	0.98	0.0085	0.0	0.0015																				
12378-P5CDF	0.05	8.5E-05	2.65	0.17	0.00046	0.00044	3.05	0.185	0.0006	0.00065	0.0365	2.3	0.75	0.0029	0.0	0.0011																				
23478-P5CDF	0.5	0.00085	29.5	1.8	0.00425	0.0045	34	1.65	0.0039	0.008	0.39	20	6.0	0.023	0.0	0.009																				
123478-H6CDF	0.1	0.00032	3.1	0.2	0.00077	0.0012	3.9	0.18	0.0011	0.0015	0.045	2.3	0.59	0.0015	0.0	0.00093																				
123678-H6CDF	0.1	0.00031	3.7	0.21	0.00089	0.0013	4.8	0.22	0.0014	0.0016	0.058	3.3	0.84	0.0022	0.0	0.0013																				
123789-H6CDF	0.1	0	0.29	0.019	0	0	0.37	0.019	0.00031	0	0.0035	0.28	0.064	0.0	0.0																					
234678-H6CDF	0.1	0.00037	3.1	0.21	0.00077	0.0017	5.2	0.24	0.0014	0.002	0.075	3.9	0.86	0.0024	0.0	0.0016																				
1234678-H7CDF	0.01	0.00018	0.31	0.021	0.00019	0.00062	0.57	0.023	0.0005	0.00038	0.0084	0.30	0.059	0.00020	0.0	0.00016																				
1234789-H7CDF	0.01	2.7E-05	0.069	0.0043	3.8E-05	0.00011	0.12	0.0049	0.00012	7.7E-05	0.0013	0.067	0.011	0.000043	0.0	3.5E-05																				
08CDF	0.001	1.7E-05	0.0042	0.00029	1.5E-05	5.3E-05	0.0084	0.00037	5.4E-05	1.5E-05	0.00024	0.0045	0.00086	0.000015	6.3E-06	6.7E-06																				
Total PCDF TEQ		0.00216	47.2232	2.92459	0.00816	0.01049	55.9184	2.74227	0.00995	0.01509	0.66894	33.9015	10.1549	0.04021	6.3E-06	0.01563																				
Total TEQ		0.00224	66.6391	4.23217	0.02086	0.0168	74.0536	4.56159	0.13803	0.02124	0.92513	45.5646	14.2605	0.07838	6.3E-06	0.02246																				
Total TEQ ²⁾		0.0022	67	4.2	0.021	0.017	74	4.6	0.14	0.021	0.93	46	14	0.078	0.000	0.022																				

*1: I-TEF: International Toxicity Equivalency Factor (WHO/PCS, 1988)

*2: Total TEQは有効数字を2桁とした値

上記はO₂12%換算濃度から算出した値