

第一系統排気に係る活性炭の性能調査結果について

1. 経緯

平成 21 年 12 月に道が測定した第 1 系統排気(大型・車載トランス解体系統等)のダイオキシン類(DXNs)濃度が排出管理目標値と同程度であったことを受けて、JESCO で原因究明を実施し、22 年 2 月及び同年 8 月の監視円卓会議で内容を報告したところ、委員から活性炭の効果について調査すべきという意見が出され、23 年秋期定検にて第 1 系統排気活性炭をサンプリングして吸着量等を分析した。

その結果、下流側活性炭の PCB 及び DXNs の吸着量が上流側より多いという分析結果が一部に見られたことから、上流側活性炭において一度吸着された PCB がオイルスクラバー(活性炭層の前段にある排気処理装置)のオイルミストにより追い出され、下流側に移動していることが懸念された。

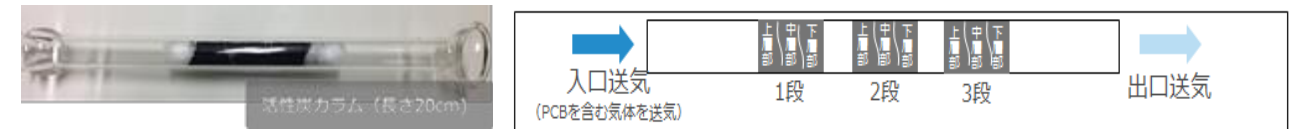
そこで、活性炭層の安全性を確認するため、以下の内容を実験等で検証することとなった。

- ① 活性炭の油分平衡吸着量 450,000 $\mu\text{g/g}$ (メーカーデータ)となる条件下で実際の平衡吸着量を調査する。
- ② 北海道事業所排気処理施設に、活性炭を多層に挿入したカラム(円筒状の容器・管)を設置する。カラムに実排気を通気し、各層ごとの PCB 吸着量を調査する。また、別のカラムを用い、カラムに PCB を含まないスクラバー油排気で、活性炭をスクラバー油で平衡状態(満杯)にさせたあと、PCB を含むスクラバー油排気を通気し各層ごとの PCB 吸着量を調査する。
- ③ 上記により問題点(逆転現象)の回答が得ることができない場合は、逆転現象が起きる条件を探しだす。
- ④ その他参考として、過去の活性炭吸着前後の排気中 PCB 濃度の経時変化とそのデータから計算される活性炭吸着量を計算する。

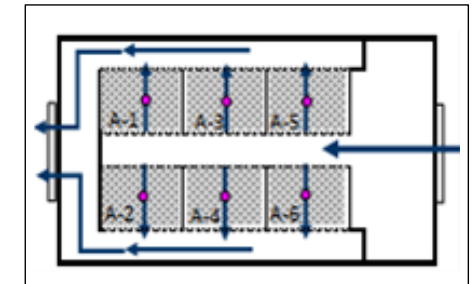
これまでのところ、逆転現象の原因については、研究室での実験と活性炭槽内の風速及び PCB の吸着量の分布測定等により検証され、平成 27 年 8 月の監視円卓会議で概要を報告している。(2 項参照)

2. これまでの検証結果

- (1) 研究室における実験では、スクラバー油で飽和させた活性炭と新品の活性炭の 2 種類について、カラムに 3 層×3 段充てんし、PCB 含有ガスを PCB 濃度及び流速を変えて流通させ、入口濃度及び出口濃度と活性炭各層に吸着した PCB 量を測定した。その結果、



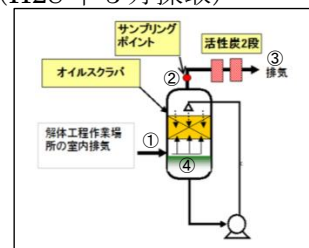
- ① スクラバー油で飽和させた活性炭の PCB 吸着量は、新品の活性炭よりも少なかった。
 - ② 1 段目の 1～3 層の活性炭吸着量に逆転現象はなかったが、2 段目以降の層では逆転現象が見られた。
 - ③ 塩素数の少ない(分子量の小さい)PCB が後段に多く見られた。
- (2) 実機について活性炭槽内の流速分布を調べたところ、入口(A-5・6)と出口側(A-1・2)が遅く、中ほど(A-3・4)が速いことが分かった。次に活性炭の PCB 吸着量を分析したところ、流速が速い箇所の PCB 吸着量が少ないことが確認できた。
 - (3) 以上の結果から実機の活性炭槽内の逆転現象は、活性炭槽内の流速、活性炭に付着している油分、ガスに含まれる PCB の塩素数の構成比などに影響されて発生していることが確認できた。
 - (4) これを受けて、活性炭に吸着した PCB が脱離して後段に移行するかどうかについて、スクラバー及び活性炭槽を流れるガスに加え、活性炭中の油分(スクラバー油など)を実機からサンプリングして濃度や吸着状況等を検証した。(3 項参照)



3. 今回の検証結果

- (1) 活性炭槽まわりのガス等の成分分析 (H28 年 3 月採取)

第 1 系統排気のうち、①スクラバー入口、②スクラバー出口(=活性炭槽入口)、③活性炭槽出口のガスに加え、④スクラバー油、中の PCB・TCB・洗浄溶剤・スクラバー油の含有量を分析した。



| 成分 | ①スクラバー入口 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | ②スクラバー出口 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | ③活性炭出口 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | ④スクラバー油 ($\mu\text{g}/\text{g}$) |
|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 洗浄溶剤 | 1700 | 6000 | 870 | 20000 |
| TCB | 400 | 5.7 | 0.10 | 5.5 |
| PCB | 3.7 | 1.2 | 0.0015 | 130 |
| スクラバー油 | N.D. | N.D. | N.D. | ≒980000 |

この結果からスクラバーより後段のガスにスクラバー油の成分がないことがわかった。また、ガス中の油分の主成分は洗浄溶剤(NS クリーン 230)であった。これは、洗浄溶剤の主成分が $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ で沸点が約 230°C のため容易にガス化しやすいことに対し、スクラバー油の主成分が $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$ で沸点が約 390°C のためガス化しにくいことに由来している。

3. 今回の検証結果

- (2) 活性炭吸着物の成分分析 (H26 年 9 月採取)

交換済みの活性炭に吸着している油分等の成分を分析した。

| 成分 | 上流 (No.3) ($\mu\text{g}/\text{g}$) | | | 下流 (No.1) ($\mu\text{g}/\text{g}$) | | |
|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------|--------|
| | 上層 | 中層 | 下層 | 上層 | 中層 | 下層 |
| 洗浄溶剤 | 320000 | 310000 | 270000 | 280000 | 270000 | 300000 |
| TCB | 1600 | 1100 | 1900 | 1600 | 1800 | 1000 |
| PCB | 99 | 210 | 486 | 177 | 353 | 165 |
| スクラバー油 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

活性炭吸着物についても、活性炭入口のガス成分と同様に、洗浄溶剤が主(活性炭の油分平衡吸着量 $450,000 \mu\text{g/g}$ に対し 3 分の 2 程度で、活性炭との質量分率で約 30wt%) で、スクラバー油は吸着していないことが確認できた。

PCB は、洗浄溶剤が多い中でも活性炭に吸着していることが確認できた。この PCB が、活性炭に直接吸着しているか、それとも洗浄溶剤の中に含まれているかについて詳細分析した。

その結果、活性炭に直接吸着している PCB 量に対し、活性炭に吸着している油分に含まれている PCB の量は 10 分の 1 程度であった。

4. まとめと今後の対応

現在、活性炭の交換については、使用中の活性炭をサンプリングより採取し、吸着性能や吸着物質(PCB・油分・水分)の分析を年に 1 回実施して、その結果を基に時期を決定している。

特に活性炭メーカーの推奨条件である活性炭試験方法(JIS K 1474)に基づくアセトン溶剤蒸気の平衡吸着性能は、PCB 及び油分等の吸着量の指標となり、活性炭の性能を確認できるとされている。これにより当事業所の活性炭交換基準は、①JIS K 1474 に基づくアセトン吸着性能(質量分率%) 25%以下、②PCB 含有量 $2000\text{mg}/\text{kg}$ 超過、の両方又はいずれかとしている。

今回、交換済みの活性炭に約 30wt%の洗浄溶剤が吸着していたことが判明したが、使用中の活性炭については上記の方法によりその吸着性能を確認している。

PCB の排出管理は活性炭の管理もさることながら、日々のモニタリングが重要である。オンラインによる連続モニタリングとオフラインによる定期的な排出源モニタリングを総合的に運用強化するなどして、排出管理目標値よりも十分低い値で管理されていることを確認する。