資料２－７
（第 30 回 監視円卓会議）

活性炭層によるPCB･ダイオキシンの吸着問題について

標記の吸着問題については、橋本委員から提案書をいただき検討を進めました。橋本委員の提案内容及び現時点での回答は別添のとおりですが、その全体の概要を、以下にとりまとめました。

１. 全体概要

（1）委員提案概要

第一系統排気（大型トランス・車載トランス解体系統等）の排気処理セーフティネットである活性炭層の上流部と下流部において活性炭吸着量が上流部より下流部の吸着量が多いという測定結果となった。

委員から、上流部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活性炭中のＰＣＢ が追い出され、下流部に移動している恐れがあるので、それらを実験により調査するとともに、活性炭層の安全性を確認するため、以下の実験等の提案（ＪＥＳＣＯにて文要約）がなされました。

① 活性炭製造会社から活性炭の平衡吸着量 47,000mg/kg が示されている。同吸着量となる実験条件下で実際の平衡吸着量を調査する。

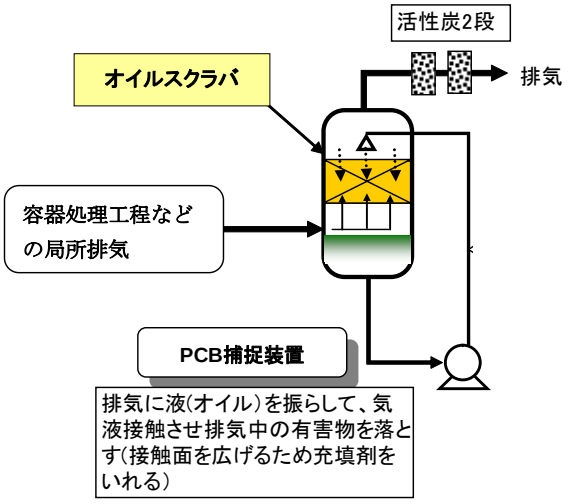
② 北海道事業所の排気処理施設に、活性炭を多層に挿入したカラム（円筒状の容器・管）を設置する。カラムに実排気を通気し、各層ごとのＰＣＢ 吸着量を調査する。

③ 別のカラムを用い、カラムにＰＣＢを含まないスクラバー排気で、活性炭をスクラバーオイルで平衡状態（満杯）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。

④ 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。

⑤ 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。

―平衡吸着量―
活性炭層への流入濃度と流出濃度が同じとなったときの、活性炭の吸着量。流入出濃度や共存物質等によって吸着量は変わる。



（2）JESCO回答概要

1）方針

ＰＣＢ処理を行う事業所としては、現場実機への機器設置や現場排気を用いた実験（特にスクラバー排気を用いた過負荷実験（加速試験））は、環境中、室内への排出のリスク等から、設備への付加機器設置や過負荷実験は避けたく、専門機関等の実験室内での実証試験を検討します。

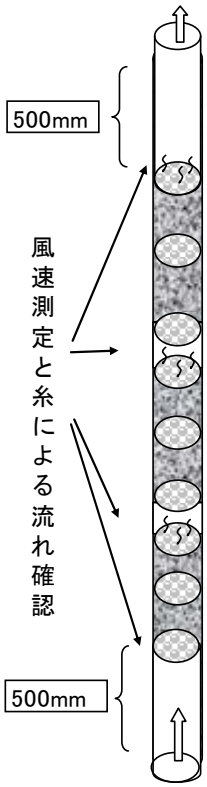
実験においては、予算確保（委託費）とともに、ＰＣＢを取り扱う実験は、室内でのＰＣＢ管理だけでなく、ＰＣＢの提供・ＰＣＢの搬入手続（行政手続）や実験廃棄物の処分を行うことが必要であり、委託先（実験先）への負担をかけないよう後者については極力当社が協力する。

また、上記の制約もあることから、なるべく実験は北海道ＰＣＢ処理施設の実操業下において想定される事象を主体として、ご質問の内容によっては提案実験と同様な実験を実施している既存資料（研究論文）等を用いることも適切と考えます。

実験内容等については、活性炭の吸着性能についてはかなり専門的な分野でもあるので専門家にご相談、ご助言を頂きながら対応してまいります。

2）実験案

現状において以下実験案を検討していますが、前述のとおり、ＰＣＢを用いた実験は大変難しく、内容、実験依頼を含めて、引き続き専門家と検討を進めてまいります。



（実験1） 活性炭各層の吸着量調査

①右図のような実験器（カラム）を製作。
②活性炭を挿入せず、スモークテストにより管内が層流（偏りがない）で流れていることを確認。
③活性炭を密充填し、ＰＣＢ排気（オイル分なし）を一定期間送気、各層のＰＣＢ吸着量を測定。
（できれば、風速を変えて（３段階程度）送気することを検討）

（実験2） スクラバーオイルによる置換吸着調査（基本）

①スクラバーオイルを含んだ排気（ＰＣＢは含まない）を一定時間送気する。（場合によりオイルを浸漬

させた活性炭でも可）
②ＰＣＢを含んだ排気を一定期間送気後、各層のＰＣＢ吸着量を測定。

（実験3） スクラバーオイルによる置換吸着調査（追加）

実験２のオイルとＰＣＢの順を入れ替え一定期間送気後、各層のＰＣＢ吸着量を測定。

3）活性炭吸着量の逆転現象の推察

活性炭吸着量の逆転現象は、適正な風速を設定することにより偏流（風の抜道）は生じていないものと考えていましたが、専門家からは、活性炭吸着装置のほとんどにおいて偏流が発生することは十分ありえるものであり、活性炭装置の能力は装置全体でその性能を確保することが重要である、とのご意見をいただきました。そのため、活性炭層内個々の部位を採取し測定した結果、偏流により活性吸着量に逆転等の差異が発生することもあるものと推察されます。

また、スクラバー液等によるＰＣＢの追い出し現象（置換吸着）は、蒸気圧（蒸気になろうとする力）の高い物質が追い出されるので、当事業所のスクラバー液はＫＣ５００より蒸気圧が高いこと、また排気中にはスクラバー液が含まれていないと考えられること、活性炭吸着量に余力があることからスクラバー液等の吸着能力への影響はないものと推察されます。

活性炭装置の能力については、いままでの円卓会議資料でご報告のとおり、活性炭の吸着量や活性炭処理後のＰＣＢ濃度に問題はないことから、その処理性能は確保できているものと判断していますが、引き続き作業環境・排出源モニタリングやスクラバー液管理を通じて、有害物質が環境中に排出されることのないよう安全操業を継続してまいります。

別　添

橋本委員ご提案へのJESCO回答

①橋本委員提案1

活性炭製造会社が 47,000mg/kg の吸着量があると言う実験条件で活性炭吸着を確かめること。

（ＪＥＳＣＯ）

活性炭製造会社技術資料によると、平衡濃度１μg/m3 のときの平衡吸着量は 450,000ｍｇ/ｋｇであり、かなりのＰＣＢ量を吸着する能力を持っています。

実機における活性炭槽の基本設計においては、洗浄油等の共存物質を考慮して 47,000mg/kg の吸着量としています。本件に関する下流部の吸着量は 84 mg/kg、また、当事業所にて、無害化認定施設による外部焼却試験を行うために、第１系統排気処理装置において測定した活性炭中のＰＣＢ濃度（吸着量）は最大で 19mg/kg であり、十分に余力のある値でした。

既存資料（研究論文）としては「有機洗浄溶媒共存下におけるＰＣＢ蒸気の活性炭吸着（別紙１）」及び「ＰＣＢ排ガスの活性炭処理（別紙２）」が参考になるものと思われます。前者では破過の状況が報告されており、その際の平衡吸着量は％オーダーとなっていることから、当事業所の活性炭層は十分余力のある値でることが確認できます。

また、活性炭層前後のＰＣＢ濃度は、円卓会議で報告（別紙３）したとおり良好な値であり、活性炭吸着効果が認められています。

以上から、実機による活性炭の吸着量及び既存の文献等から、活性炭吸着能力は確保されていると判断しています。

②橋本委員提案2

製造会社の設定した条件ではなく、処理事業所の現場での条件を考えて、オイルスクラバーからのミストやＰＣＢ等の蒸気を含む空気の流れの中でＰＣＢ等を活性炭カラムに吸着させてみる。この際吸着実験にはごく小さなカラムを使用すると思うので、終了後に分析がやりやすいように、タンデムに複数本連結し、各カラムの先端部に吸着されたＰＣＢ等の分析を行うとよいと思う。

橋本委員提案3

上記の実験と同じことだが、ＰＣＢ等を含まないオイルスクラバーからの気流を十分に流して、各カラムがオイルスクラバーの油で平衡になった条件を確認したうえで、ＰＣＢ等を含むオイルスクラバーからの気流を通し、各カラムへの吸着を見る。起きてほしくないことはＰＣＢ等の素通りである。

橋本委員提案4

以上の実験でいずれも第一のカラムに吸着が起き、第二、第三のカラムには吸着が起きていない、あるいは少ないと言う結果が出た場合に、それで実験を終了することは出来ない。それでは現場で起きていることの内容がわからない。やはり第三のカラムに第一のカラムより多く吸着すると言う条件を探すことが必要である。そのことが現場で起きている奇妙な吸着を説明する一助になる。

（ＪＥＳＣＯ）

当事業所実運転における油分等の共存物質の存在については「北海道ＰＣＢ廃棄物処理施設排気ダイオキシン類濃度検討調査業務（平成２１年度）」報告書（平成 22 年 5 月の第 19 回監視円卓会議で報告）のとおり活性炭中の含油類濃度は０．０１％未満であり排気中には殆ど油類は含まれていないと推察しています。

オイルスクラバー液の影響は橋本委員ご提案内容の主目的(逆転現象の原因調査)であり、専門家のご助言を踏まえ、その実施について内容も含めて専門家と協議中です。

橋本委員提案5

心配しているのは活性炭層がオイルスクラバーの油で満たされた場合は活性炭層がいわゆるオイルスクラバー的な役割しか果たさず、蒸気圧の高いＰＣＢ分子種は次々に活性炭層から離脱することである。このことが起きているかどうかは複数のカラム内に貯留されたＰＣＢ等の分子種分析で明らかになるだろうと思う。このことを念頭に入れて測定してもらいたい。

（ＪＥＳＣＯ）

蒸気圧に関しては、前述資料「有機洗浄溶媒共存下におけるＰＣＢ蒸気の活性炭吸着」及び「ＰＣＢ排ガスの活性炭処理」が参考になるものと思われます。御指摘のとおり蒸気圧の高い物質が追い出されることとなります。当事業所のオイルスクラバー液は炭素数１９を主成分とし、蒸気圧（３０度ｃ）は０．００２７Ｐａ、同様に３塩素ＰＣＢは０．０５７３Ｐａ、５塩素ＰＣＢは０．００２２Ｐａである。よって５塩素成分を主成分としたトランス油（ＫＣ１０００）ではオイルスクラバー油がわずかであるが蒸気圧が高いことになります。

ＰＣＢ等の分子種については、当社が平成２０年度に専門家に委託した調査「活性炭吸着性能試験調査業務」によると、カラム中（上段→中段→下段）の各段の吸着成分については、分子種と吸着量は上中下段において相違は見られず、分子種･吸着量は流入成分の存在比率（ＫＣ３００、ＫＣ１０００）と同じとの結果でした。なお、当事業所の第１系統はトランス系統でありＫＣ１０００が主体となります。

また上記報告では、上段→中断→下段の吸着量は下段ほど減じる結果となっていますが．本件の逆転現象と同様な、中流部から下流部にかけてＰＣＢの吸着がみられているデータが存在しており、空塔速度が速い場合は吸着平衡に達しない状態で流出濃度が上昇する可能性があることも示唆されています。

橋本委員質疑提案6

以上の実験とは別に、調べてもらいたいことがある。すでに行われているならそれを示してもらいたい。
活性炭を交換した後には一定の吸着があり、その後吸着が減少する可能性を考えると、活性炭が新規に交換された時から、活性炭吸着前後の気流中に含まれるＰＣＢ等の濃度の経時変化が知りたい。ある時期のものがとびとびに示されているデータはあるが、新規に交換された後からの経時的に連続して測定されたものは知らない。
上記の問題と同じ性質の問題だが、活性炭吸着前後のＰＣＢ等の濃度から、年間に活性炭層に吸着したであろう総量は風量を考慮すれば計算可能である。この吸着総量を各年度で示してもらいたい。

（ＪＥＳＣＯ）

入口濃度はオンラインでの経時的連続データはありますが、出口濃度はこれまでお示ししたオフラインデータとなります。（第 23 回監視円卓会議資料（Ｈ２３．７．１９）及び第２４回監視円卓会議資料（Ｈ２３．１０．２６））

そのデータ（第一系統における活性炭前後の測定を実施したデータ(平成 22 年１月～24 年 3 月までの各月及び平成 24 年 7 月、平成 25 年１月)）を基に算定することとします。