

# 橋梁等の鋼構造物における 有害物質の調査について

株式会社 島津テクノロジー  
環境事業部 岩田直樹

## 当社研究内容

・環境省「PCB廃棄物適正処理対策推進調査業務」  
の一環として行ったPCB汚染物のPCB含有量測定法検討WG  
(事務局：(公財)産業廃棄物処理事業振興財団)  
活動の一部を当社で実施しており、  
環境省様、国土交通省様を含め業界関係者の  
ご協力を頂いております。

・学会等での報告 (廃塗膜、有機顔料に関してのみ)

- ① 第22回環境化学討論会(2013年東京)
- ② 第24回廃棄物資源循環学会研究発表会(2013年北海道)
- ③ 第23回環境化学討論会(2014年京都)
- ④ 第37回 鉄構塗装技術討論会 (2014年東京)
- ⑤ PCB対策の進展と低濃度PCB汚染物の分析方法 (2014年東京)
- ⑥ 産業と環境 (2014VOL.43No3)
- ⑦ 第2回 塩害等による構造物・環境影響に関するシンポジウム(2015北海道)
- ⑧ 第24回環境化学討論会(2015年京都)
- ⑨ 第26回廃棄物資源循環学会研究発表会(2015年福岡)
- ⑩ 第21回環境化学討論会(2012年京都)
- ⑪ 環境省主催 平成24年度有機顔料中に複製するPCBの分析法セミナー資料
- ⑫ 第41回鉄構塗装技術討論会 (2018年東京)

本報告は、上記発表資料を元に構成しています

# ① 背景 (関係通知等)

## 鋼構造物の現状



橋梁



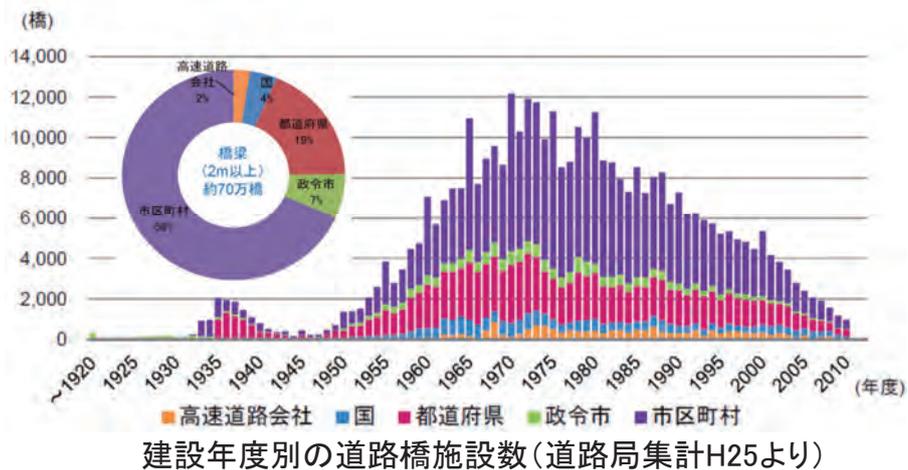
鉄塔



水門

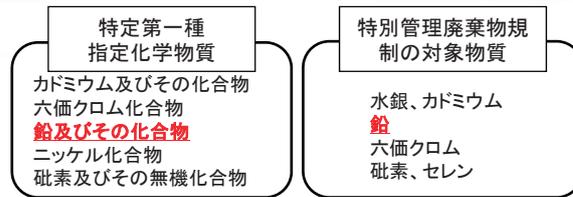


タンク



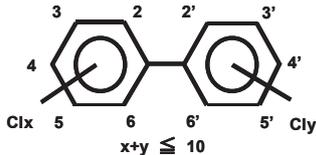
## 旧塗装(塗膜)に含まれる有害物質

### ・重金属類



2004年頃まで  
錆止め用途  
でA系塗料等に鉛添加

### ・ポリ塩化ビフェニル(PCB)



化審法第一種  
特定化学物質  
の第一号

国際がん研究機関 (IARC)  
発癌性がある(グループ1)

昭和40年代頃の塩化ゴム系塗料の一部  
に可塑剤として使用  
絶縁油と同じく、汚染的な混入も

### ・コールタール

タールエポキシ塗料  
国際がん研究機関 (IARC) 発癌性がある(グループ1)  
2009年にJIS規格 (JIS K 5664) 廃止

鋼構造物塗膜調査マニュアル  
JSS IV03-2018  
日本鋼構造協会 平成30年2月

### ・石綿(アスベスト)

国際がん研究機関 (IARC)、発癌性がある(グループ1)  
2004年まで一部製品に添加

土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン  
国立研究開発法人土木研究所  
平成29年3月

## 有害物質を含む塗膜の対応

### ①有害物質の含有調査

- ・塗装記録では、判別できないケースが多い  
⇒事前調査が必要

### ②塗膜の剥離

- ・環境への拡散防止 ⇒一部で環境濃度の上昇
- ・作業者の暴露防止 ⇒一部で作業員の鉛中毒等
- ・廃棄物量の低減

### ③廃塗膜の保管

- ・適正な保管場所、保管方法の確保  
⇒ 国立公園内に保管場所を設置し、問題となるケースも

### ④廃塗膜の処理

- ・高額な処分費用



塗膜の剥ぎ取り作業の一例  
[国土技術政策総合研究所資料]

「鉛等有害物を含む塗料の剥離やかき落とし作業  
における労働者の健康障害防止について」(平成26年5月30日)  
(厚生労働省:基安労発0530第2号、国土交通省:国官技第58号)

塗膜に含まれる鉛等の有害物の含有を事前に確認する事や、  
含有が確認された場合は湿式(剥離剤を用いた)作業の実施、保護具の着用など、  
剥離の際の安全上の配慮を指導

## 労働災害事例 (厚労省職場のあんぜんサイトより)

### 橋梁桁に塗布された塗料の塗り替え作業中、鉛中毒を発症

業種	建築工事業	
事業場規模	16～29人	
機械設備・有害物質の種類(起因物)	有害物	
災害の種類(事故の型)	有害物等との接触	
被害者数	死亡者数：0人 不休者数：0人	休業者数：1人 行方不明者数：0人

NO.101504

#### 【発生状況】

本災害は、高速道路で、橋梁桁に塗布された塗料の塗り替え作業中に発生した。

高速道路の橋梁桁に塗布された塗料の塗り替え工事で、近隣環境への配慮のためビニールシートで作業場を覆い、隔離措置された作業場でディスクサンダー等を用いて含鉛塗料のかき落とし作業に従事した作業員1名が全身倦怠感、食欲不振、体の痛み、指の痺れ、急激な体重減少などを訴え、鉛中毒と診断された。

#### 【原因】

- 1 発注者、事業者は、塗布されている塗料中の鉛等の有害な化学物質の有無を把握せず、また、把握した後も施工業者に伝えられていなかったこと。
- 2 剥離等作業を乾式方法で行っていたこと。
- 3 保護具の選定が適切でなかったこと。
- 4 作業時に保護具を外すことが行われていたこと。
- 5 集じん機・掃除機等による除じんを行っていなかったこと。
- 6 鉛作業主任者が選任されていなかったこと。



#### 【対策】

- 1 発注者は、有害な化学物質の有無について把握している情報を施工者に伝えるほか、塗料中の有害物の調査やばく露防止対策について必要な経費等の配慮を行うこと。
- 2 施工者は発注者に問い合わせる等して、当該塗料の成分を把握すること。
- 3 当該塗料の成分に鉛等の有害物が確認された場合、当該塗膜の剥離作業を行う場合、湿式による作業の実施、作業主任者の選任と適切な作業指揮の実施、有効な保護具の着用、適切な使用の監視等を行うこと。
- 4 塗膜の剥離作業に従事させる時は、遅滞なく、塗料に含まれる鉛等の有害物に係る有害性、取扱い方法、当該作業に関し発生する恐れがある疾病の原因、予防方法、保護具の性能及び取扱い方法に関する教育を行うこと。

## 有害物質を含む塗膜の対応(直近の通知)

- ・鉛中毒予防規則等の「含鉛塗料」の適用について  
厚生労働省：基安化発0730第1号(2018年7月30日)
- ・平成31年度における建設業の安全衛生対策の推進について  
厚生労働省：基安安発0328第11号、基安労発0328第3号、基安化発0328第3号、  
基安安発0328第2号、基安労発0328第1号、基安化発0328第1号(2019年3月28日)
- ・高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について
- ・高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜 調査実施要領(初版)  
環境省通知 環循施発第1811283号 (2018年11月28日)  
経済産業省事務連絡 (2018年12月7日)
- ・低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について  
環境省通知 環循規発第1903283号、環循施発第1903281号 (2019年3月28日)
- ・ポリ塩化ビフェニルが含有している可能性のある塗膜について  
環境省事務連絡 (2019年6月27日)

## 有害物質を含む塗膜の対応

鉛中毒予防規則等の「含鉛塗料」の適用について  
(平成30年7月30日)  
(厚生労働省:基安化発0730第1号)

(問) 労働安全衛生法施行令(昭和47年政令第318号。以下「安衛令」という。)別表第4の備考4及び鉛則第12条第1号に規定する「含鉛塗料」はどのようなものが対象になるのか。鉛フリーペイントも対象になり得るのか。

(答) 安衛令及び鉛則の「含鉛塗料」とは、鉛防食塗料に関する廃止されたJIS(廃止されたJIS K 5622やJIS K 5623等)による鉛化合物を含有する塗料又は鉛化合物をそれと同程度に含有するものをいうこと。したがって、例えば、お尋ねのJIS K 5674(鉛・クロムフリーさび止めペイント)であれば、その塗膜中の鉛の質量分率が0.06%以下であることから、「含鉛塗料」には該当しない。なお、一般的に塗膜は複数の層に渡って重ね塗りされることから、例えば橋梁台帳等の記録が残っていないために含有分析を行う場合において、塗膜全体における鉛化合物に関する含有量を調査するときは、含鉛塗料の層以外 の層により含有量(質量分率)が薄まることを差し引いた上で、当該塗膜中に「含鉛塗料」の層がある否かを判断すること。

## 有害物質を含む塗膜の対応

平成31年度における建設業の安全衛生対策の推進について

厚生労働省:基安安発0328第11号、基安労発0328第3号、基安化発0328第3号  
基安安発0328第2号、基安労発0328第1号、基安化発0328第1号  
(2019年3月28日)

15 化学物質による健康障害防止対策(1)厚生労働省は、塗料等の掻き落とし作業について、鉛等有害物の有無等により工事に要する安全衛生経費・工期は大きく変わることから、発注者に対し、有害物の有無等に応じた必要な安全衛生経費の積算等、必要な対応を行うよう求める。なお、鉛、六価クロム、PCB等の有害物は上塗りから下塗りまでの塗膜に含有しうることに留意し、有害物の含有状況や作業内容に応じて適切にばく露防止対策を講じるよう周知・指導を行う。また、研磨材の吹き付け(ブラスト)や研磨材による手持ち式動力工具(ディスクサンダー)による鋼構造物の研磨等においては、塗膜中の有害物の有無にかかわらず、粉じん障害防止規則に基づき呼吸用保護具(送気マスク等)の使用等について指導等を行う。

# PCB含有塗膜調査について

高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について  
高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜 調査実施要領(初版)  
環境省通知 環循施発第1811283号 (平成30年11月28日)

## 1. 情報整理

### (1) 製品として PCB を含有する塗料について

- ① PCB を含有する塗料及び製造時期、② 塩化ゴム系塗料の使用が規定された仕様書等  
(2) 製品として PCB 含有塗料が使用された可能性がある施設・設備について  
**昭和41年(1966年)から昭和49年(1974年)までに、建設又は塗装された施設等**  
に使用された可能性がある

## 2. 調査対象施設等

- (1) 橋梁 1 道路橋、2 鉄道橋  
(2) 洞門 (3) 排水機場・ダム・水門等  
(4) タンク 1 石油貯蔵タンク、2 ガス貯蔵タンク (5) 船舶

## 3. 調査方法

工事仕様書、設計書等が残存しない施設等、及び PCB 含有塗料に係る記載が有る又は塩化ゴム系塗料の使用に係る記載があるもののメーカー名及び商品名が未記載等により PCB 含有塗料の特定が困難な調査対象施設等について、塗膜のサンプルを採取(※2)し、含有量試験(※3)を行う。

- (※2) 当該調査対象施設等に塗布されている**全ての種類の塗料**について、含有量試験に必要な量を採取する  
(※3) **低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法(第3版)(平成29年環境省)第2章8.塗膜くず(含有量試験)**により行う

## 4. 調査期間

JESCO 北九州・大阪・豊田事業エリア: 2019年9月末まで  
JESCO 北海道・東京事業エリア: 2021年9月末まで

# PCB廃棄物の判断基準

低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について  
環境省通知 環循規発第1903283号、環循施発第1903281号 (2019年3月28日)

1. PCB廃棄物の処理においては、処理物の判断基準の設定において考慮されるリスクの考え方が基礎となっているため、低濃度PCB汚染物の該当性判断基準の設定についてはこの考え方を踏襲し、別表のとおり原則として処理物の判断基準と同じ数値を低濃度PCB汚染物の該当性の判断基準とする。

2. 上記1に加えて、例外的に、**塗膜くず**に代表されるようなPCBを含有する廃棄物であり、PCBを含む油が自由液として明らかに存在しない場合については、**PCBの含有濃度が0.5mg/kg以下**となる場合は、低濃度PCB汚染物に該当しないものと判断するものとする。

4. 分析方法については、別表に提示したものとする。ただし、「低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第3版)」で示す方法については現時点では準用するものとし、**一部検出下限値の設定等について環境省で検討し、今後通知する。**

## ポリ塩化ビフェニルが含有している可能性のある塗膜について

環境省事務連絡 (2019年6月27日)

ポリ塩化ビフェニル (PCB) 廃棄物の適正かつ確実な処分に関しては、かねてより御尽力いただいているところ、感謝申し上げます。

PCB 汚染物については、「低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について」(通知: 環循規発第 1903283 号、環循施発第 1903281 号) により、その該当性判断基準をお示ししたところである。

本年 5 月 22 日の参議院決算委員会において、添付のとおり、PCB 汚染物のうち PCB を含有した塗膜 (PCB 含有塗膜) については、その施設の部位によって PCB 濃度に濃淡がある場合は、特定の部位の PCB 濃度のみによって当該施設全体の塗膜の PCB 汚染物への該当性を判断することは適当ではないとの指摘がなされたところである。このため、PCB 含有塗膜に係る PCB 汚染物への該当性の判断における塗装の方法等に応じた適切な試料採取方法を周知することとしているが、それまでの間、留意されたい事項について下記のとおりお知らせする。

なお、本事務連絡は、地方自治法 (昭和 22 年法律第 67 号) 第 245 条の 4 第 1 項の規定に基づく技術的な助言であることを申し添える。

## 有害物質を含む塗膜の調査方法

### ・重金属類

労働安全衛生法: 名称等を通知すべき危険物及び有害物 鉛0.1%以上 ←規制値ではない

測定方法: 含有試験法 (ICP-発光分光分析法等)

鉛、クロムフリー塗料の規格 (JISK5674) : 鉛0.06%以下、クロム0.03%以下

### ・ポリ塩化ビフェニル (PCB)

PCBの含有濃度が 0.5mg/kg 以下 (環循規発第1903283号、環循施発第1903281号)

⇒ 測定方法: 含有試験法 (低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法等)

### ・コールタール

特定化学物質障害予防規則 コールタールを5重量%を超えて含有する製品

⇒ 測定方法: ベンゾ(a)ピレン濃度からの換算法など

### ・石綿 (アスベスト)

石綿含有廃棄物: 石綿を0.1重量%を超えて含有する製品

⇒ 測定方法: X線回折装置と位相差・分散顕微鏡を用いた分析法等

#### 《一橋梁 ドラム缶200本 × 200kgでの処理費用概算》

産業廃棄物 (プラスチック): 33.2円/kg (全国平均) ⇒ 130万円

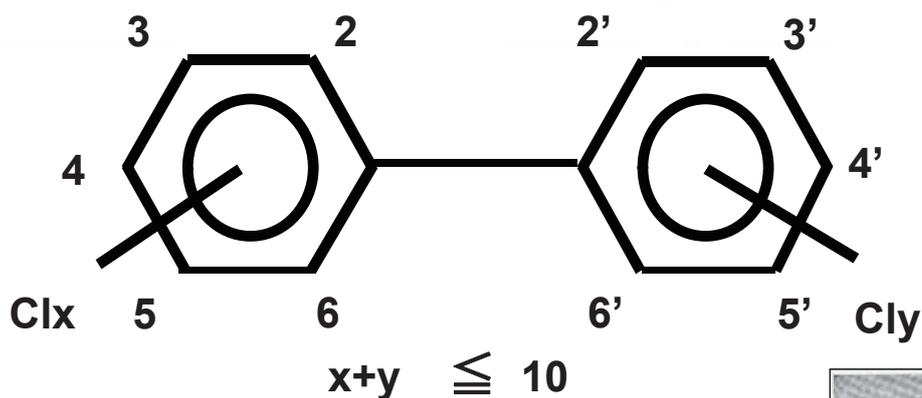
重金属や石綿含有廃棄物: 200円程度/kg ⇒ 800万円

PCB廃棄物: 1000~30000円程度/kg ⇒ 4000万~12億円

処理費用等は  
弊社にて試算

## ② 塗膜のPCB調査方法

### PCBs ポリ塩化ビフェニル (Polychlorinated biphenyls)



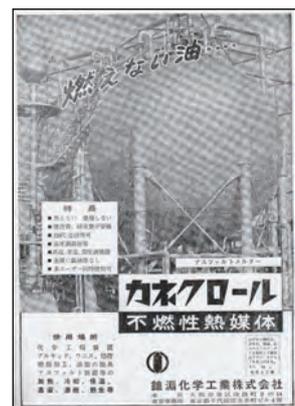
PCBsは理論上209種の異性体からなる化合物の総称

熱に対して安定で、電気絶縁性が高く、耐薬品性に優れている  
熱媒体、絶縁油、可塑剤、塗料、ノンカーボン紙の溶剤など、  
幅広い分野に使用された

**化審法: 第一種特定化学物質** その他法令による厳しい制限

国際がん研究機関 (IARC) 発癌性がある(グループ1)

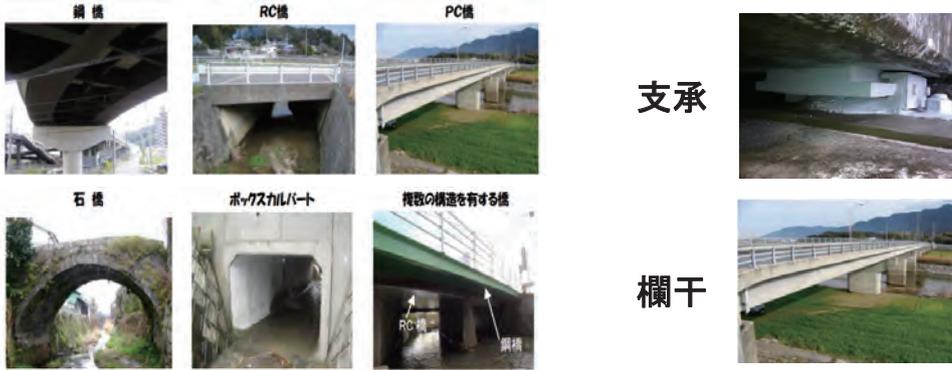
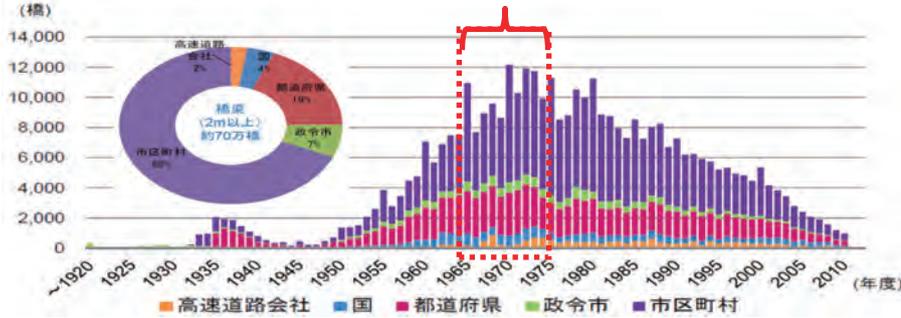
「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs条約)」  
によって国際的にも廃絶の動き (処理期限を**2027年3月31日まで**)



# 対象となる道路橋の状況

建設年度別の道路橋施設数  
(道路局集計H25より)

昭和41~49年(1966~1974年)  
に建設又は塗装された施設等  
:PCB高濃度汚染の疑い有り

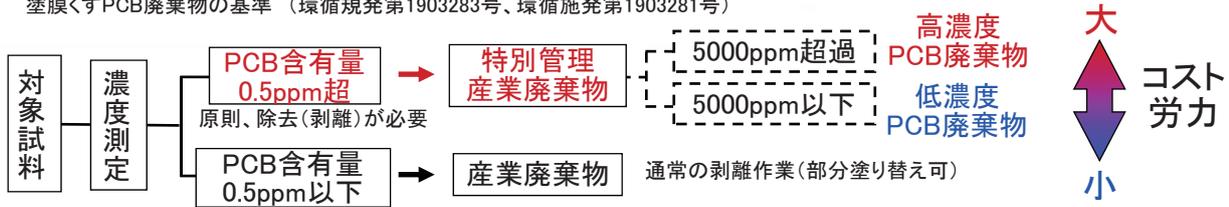


支承

欄干

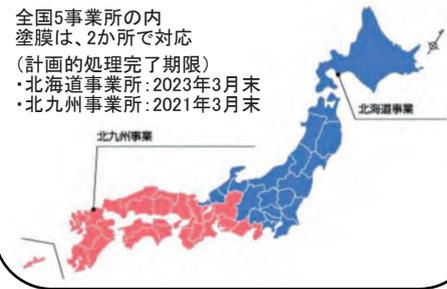
# 廃棄物(塗膜)の処分対応

塗膜くずPCB廃棄物の基準 (循環規発第1903283号、環循施発第1903281号)



## PCB処理施設 (中間貯蔵・環境安全事業(株):JESCO)

全国5事業所の内  
塗膜は、2か所対応  
(計画的処理完了期限)  
・北海道事業所:2023年3月末  
・北九州事業所:2021年3月末



## 低濃度PCB廃棄物無害化処理認定施設

愛媛県廃棄物処理センター(愛媛県)、光和精鉱(福岡県)、クレハ環境(福島県)、東京臨海リサイクルパワー(東京都)、エコシステム秋田(秋田県)、神戸環境クリエイト(兵庫県)、富山環境整備(富山県)、富士クリーン(香川県) 関電ジオレ(兵庫県)、三光(鳥取県)、杉田建材(千葉県)、JFE環境(神奈川県) 群桐エコロ(群馬県)、環境開発(石川県)、オオノ開発(愛媛県) JX金属小牧ケミカル(北海道)、かんでんエンジニアリング(大阪府)、GE(大阪府) ユナイテッド計画(秋田県)、エコシステム小坂(秋田県)、中部環境ソリューション(愛知県) 神鋼環境ソリューション(兵庫県)、北電テクノサービス(富山県)、ゼロ・ジャパン(愛知県) 三池製錬(福岡県)、中国電機製造(岡山県)、日本シーガテック(京都府)、赤城鉱油(群馬県) 東芝環境ソリューション(東京都)、太洋サービス(静岡県)、電力テクノシステムズ(神奈川県) 北海道電力(北海道)、九電産業(福岡県)、東京鐵鋼(青森県)、エコシステム千葉(千葉県) エコシステム山陽(岡山県)、水島エコワークス(岡山県)、東京パワーテクノロジー(神奈川県)、三重中央開発(三重県)、日本海環境サービス(富山県) 平成30年12月20日現在 40施設

## 処理費用の概算

産業廃棄物(プラスチック): 33.2円/kg(全国平均) ⇒ 130万円  
低濃度PCB廃棄物(5000ppm以下): 1000円程度/kg ⇒ 4000万円  
高濃度PCB廃棄物(5000ppm超): 30240円/kg ⇒ 12億円

一橋梁  
ドラム缶200本 × 200kg  
で試算

処理費用等は弊社にて試算

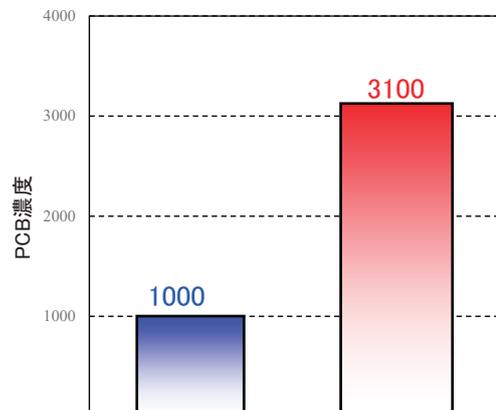
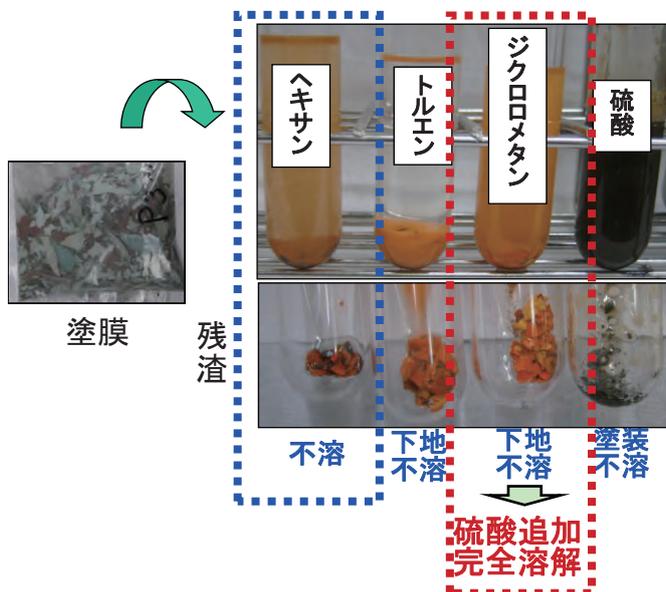
## 塗膜の分析方法

- ・含有試験（**低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第3版) 8.塗膜くず(含有試験)**）
  - …低濃度PCB処理施設で対応可否の判定分析（試料を溶解させ含有量を調査）
  - （課題）試料を溶解させるため真値の測定が可能だが、  
試料マトリックスの影響が出やすく、分析難易度は高い
  - 分析装置は、GC/HRMS、GC/MS、GC/ECD等が利用可能
- ・溶出試験（環告13号産業廃棄物の検定方法）（濃度単位：mg/L）
  - …埋立処分を行おうとする廃棄物の調査方法（水で振とう抽出）
  - （課題）数十年の風雨に耐えるように設計された建築用塗膜のため、抽出し難い可能性あり
  - 分析装置がGC/ECD
- ・部材試験（表面抽出）（**厚生省告示192号別表第三の第三**）（濃度単位：mg/kg）
  - …廃棄物の処理及び清掃に関する調査方法（ヘキサンで超音波抽出）
  - 廃プラスチックの項目があるが、汚染油の表面付着を想定している（**付着物量の測定**）
  - 処理済みの試料に関する取扱い（卒業基準：0.01mg/kg）を調査する
  - （課題）表面付着を想定しているため、抽出し難い可能性あり
  - 分析装置がGC/ECD
- ・底質調査法（環水管120号 II.6.4 ポリ塩化ビフェニル(PCB))（濃度単位：mg/kg）
  - …底質中の化学物質等の濃度を把握する調査方法（KOHエタノールの還流抽出1時間）
  - （課題）廃棄物を対象とした分析方法ではないので、抽出し難い可能性あり
  - 分析装置がGC/ECD

## 廃塗膜のPCB分析方法

**溶解抽出**（低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法 8.塗膜くず(含有試験)）

**表面(ヘキサン)抽出**（厚生省告示192号別表第三の第三 部材試験(付着物量)）

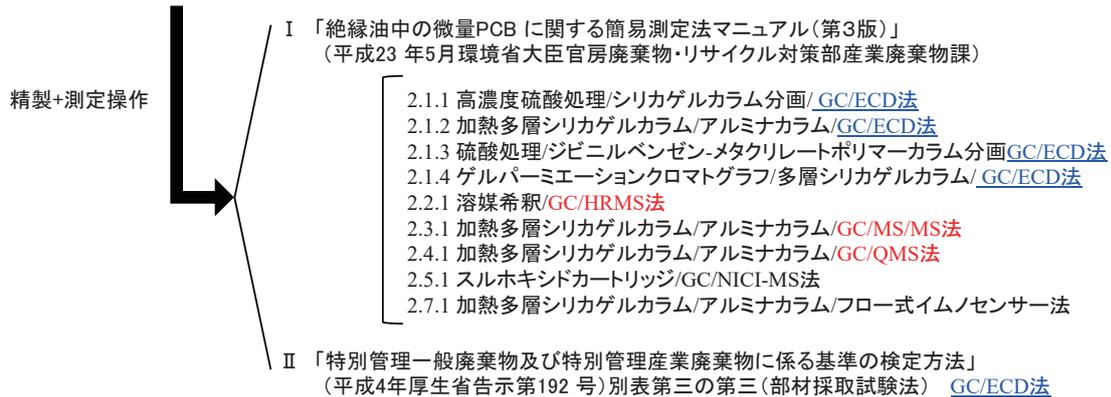


厚生省告示192号  
別表第三の第三  
部材試験  
(付着物量)

低濃度PCB  
8.塗膜くず  
(含有試験)

## 低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第3版)

1. 紙くず、木くず、繊維くず、廃プラスチック類(含有量試験)
2. 廃活性炭(含有量試験)
3. 汚泥(含有量試験)
4. 廃プラスチック類(表面拭き取り試験)
5. 金属くず(表面拭き取り試験)
6. 金属くず(表面抽出試験)
7. コンクリートくず(表面抽出試験)
8. 塗膜くず(含有試験) ← 試料からの抽出操作
9. 廃感圧紙(表面抽出試験)



## 装置測定

検出器の選択性: **HRMS法** > **ECD法** > **LRMS法**

絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル(第3版)より



**HRMS**  
(高分解能、二重収束型)



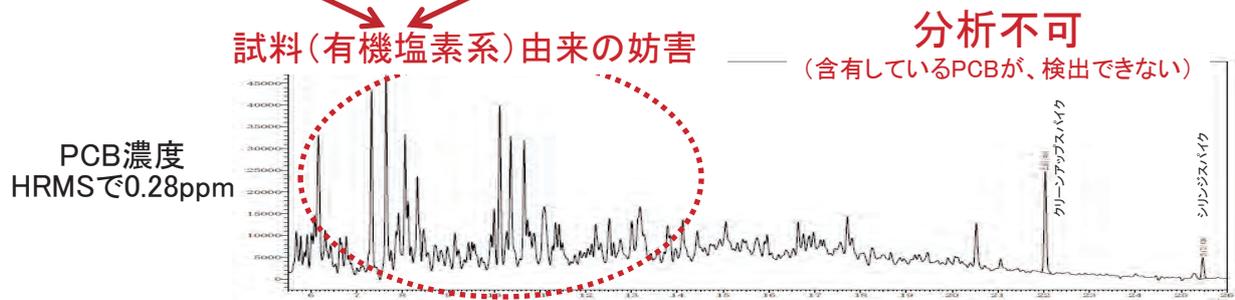
**LRMS**  
(低分解能、四重極型)



**ECD**  
(電子捕捉型検出器)

## GC-ECD分析クロマトグラムの一例

GC/ECD:  $^{63}\text{Ni}$ などの $\beta$ 線源を用い、親電子性化合物(塩素などのハロゲン系化合物等)を検知  
 対象の塗膜: 塩化ゴム系塗料+有機塩素系顔料を含むものもある



試料により、GC/ECDでの対応不可

## 行政ごとの調査指示

道 維 第43号  
 平成31年4月11日

各土木事務所長 様

道路維持課長

高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について(依頼)

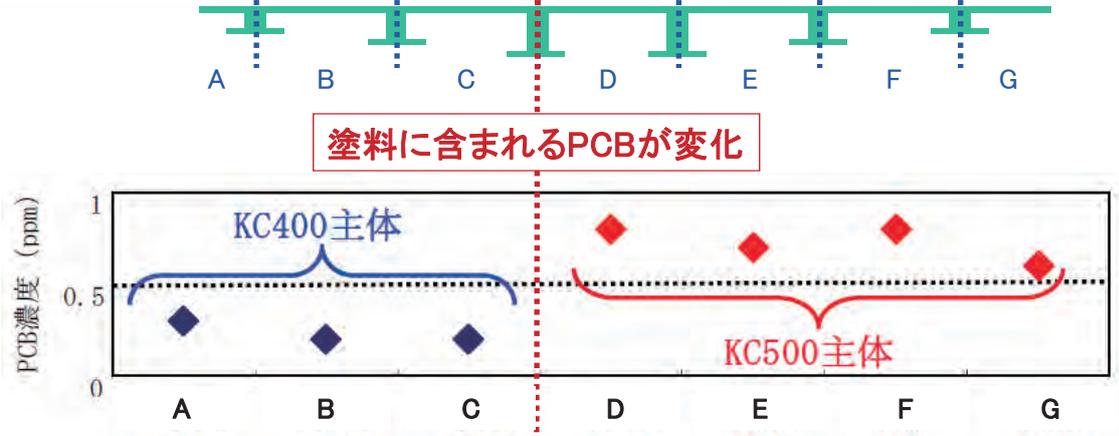
標記について、廃棄物対策課より調査依頼がありましたので、別紙1に従い調査を実施願います。

### ●含有量試験

低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法(第3版)(平成29年4月環境省大臣官房  
 廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物 課)第2章「8. 塗膜くず(含有量試験) p36-p38」  
 による。また、定量下限値は平成31年3月28日付け環循規発第1903283号、環循施発  
 第1903281号「低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について(通知)」よ  
 り 0.5mg/kg以下とする。なお、検出器に「GC-HRMS」を用いた分析を実施すること。  
過去、「GC-HRMS」以外の方法で分析調査を行い0.5mg/kgを超過した施設につい  
ては再度分析調査を実施すること。鉛・クロムについて含有量試験、溶出試験が実施され  
ている場合はPCBに係る調査のみ再調査する。

# 分析のインクリメント

分析のインクリメント: 径間(橋脚間単位)で試験的な調査



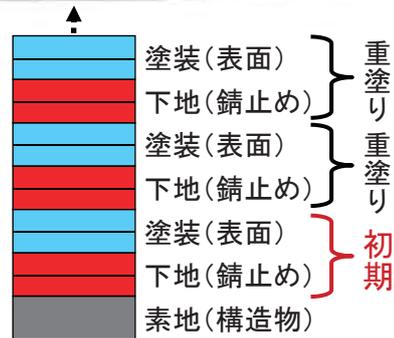
PCB検出下限値が、0.5ppmの場合  
 A~Cが産業廃棄物 D~GがPCB廃棄物

誤判定を防ぐ(正確な定量)  
 ⇒ **廃棄物の減量可能**な場合も ⇒ 処理費用の削減

# 塗膜の種類と剥離方法

## 塗料種類

: 塩化ゴム系(PCB含有の疑い)  
 鉛丹さび止め、亜鉛系さび止め、  
 フタル酸樹脂、エポキシ樹脂等  
 ⇒ 無機系、有機系塗料が複数種混在

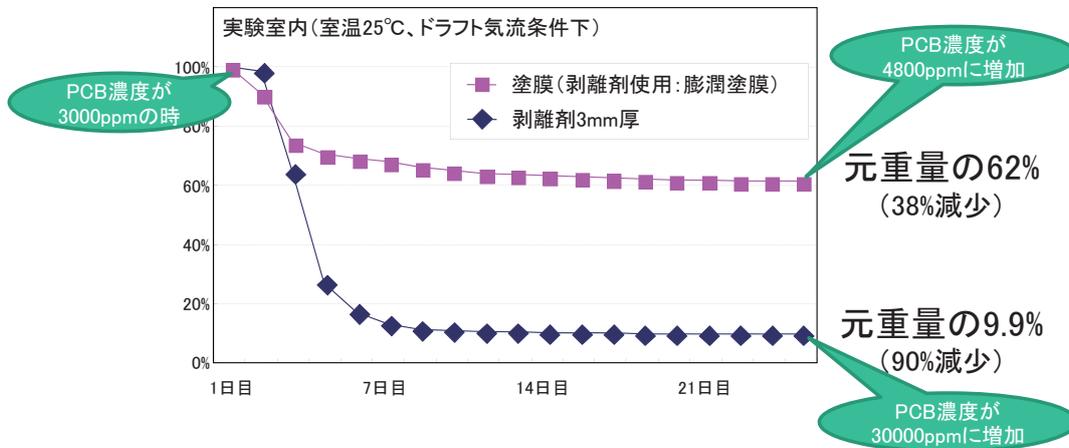


種類	概要	PCB濃度 (mg/kg)	鉛濃度 (mg/kg)
2種ケレン	錆、既存塗膜の全面除去	0.33	56000
3種ケレン	錆、劣化した塗膜を除去 (健全な塗膜は残す)	0.06 ↓	28000 ↓

剥離は、それぞれ動力工具を用いて実施

# 保管中の濃度変化

## 剥離剤及び剥離剤含有塗膜の重量変化



試料定量値 (mg/kg) = PCB量 (mg) ÷ 試料重量 (kg) ← 変動要因

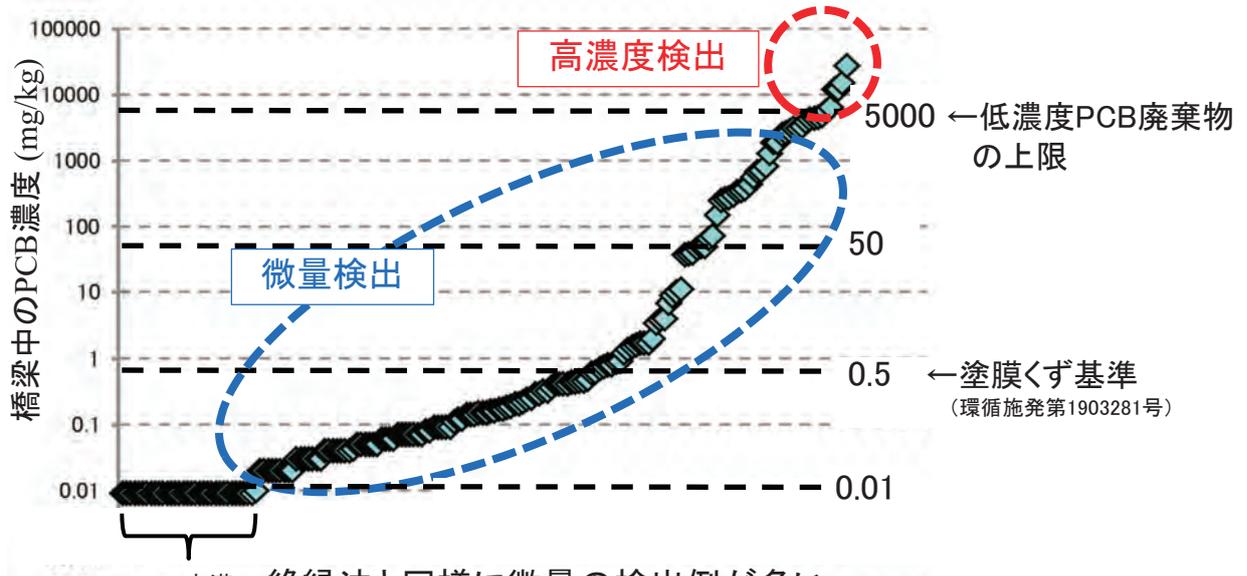
**剥離剤重量変動 = PCB濃度変動**

# 調査結果の一例

(第26回PCB廃棄物適正処理推進に関する検討委員会にて)

濃度順に表示  
(複数調査時は最大濃度採用)

「低濃度PCB廃棄物としての廃塗膜(塗膜くず)に関する研究 (その2)」  
第26回 廃棄物資源循環学会研究発表会(福岡;2015) 岩田ら

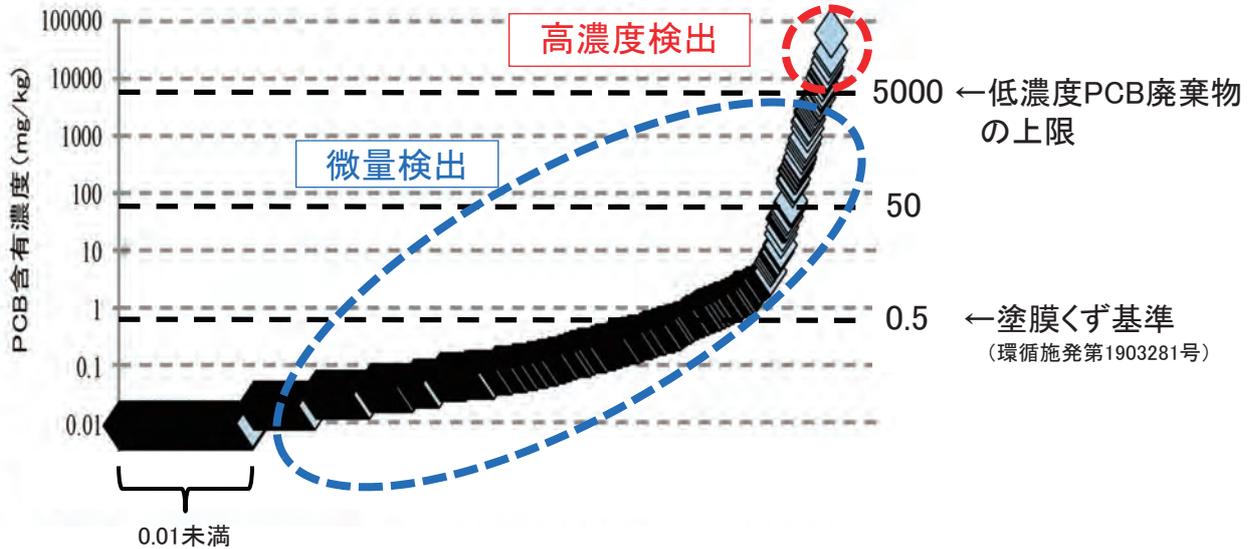


0.01未満 絶縁油と同様に微量の検出例が多い  
⇒ 塗料製造時におけるPCB汚染の疑い  
⇒ 正確な定量、判定が必要

# 調査結果の一例

濃度順に表示  
(複数調査時は最大濃度採用)

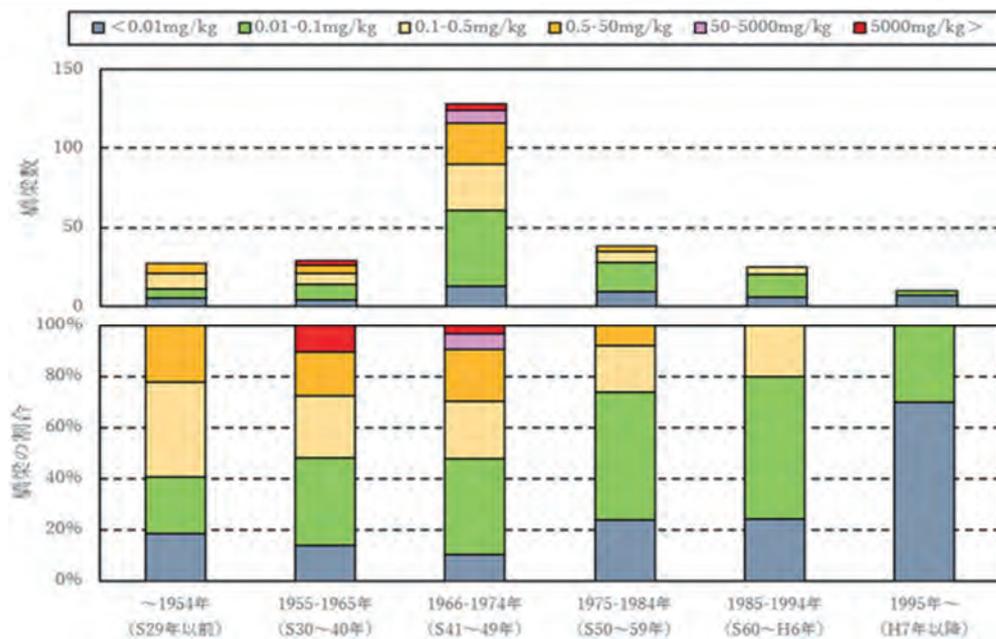
「低濃度PCB廃棄物としての廃塗膜(塗膜くず)に関する研究 (その3)」  
第30回 廃棄物資源循環学会研究発表会(仙台;2019) 岩田ら



高濃度PCB廃棄物(5000 mg/kg超): 全体の 1.8%  
低濃度PCB廃棄物(0.5 mg/kg超、5000 mg/kg以下): 全体の 19%  
一般産業廃棄物(0.5 mg/kg以下): 全体の 79%

# 調査結果の一例

(架設年代による橋梁の塗膜中PCB濃度分布)



## 高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜 調査実施要領

昭和41~49年(1966~1974年)に、**建設**又は**塗装**された施設等に使用された可能性

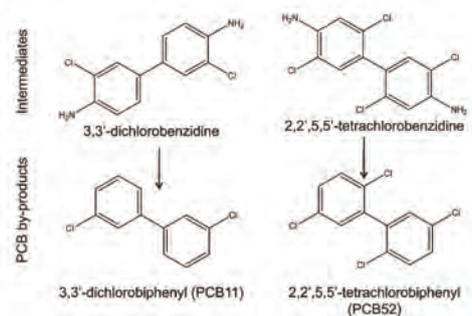
### ③ 顔料と塗膜

## 有機顔料へのPCBの副生

鉛、クロムフリーの塗料では、  
有機顔料が用いられる  
製造原料の3,3'-ジクロロベンジジン等から  
PCBが副生

経済産業省の対応

「非意図的にPCBを含有する可能性がある有機顔料について」  
50ppmを超えてPCBを含有する有機顔料の  
製造・輸入、使用の停止や回収などを指導  
(報告されている最大濃度の製品は、2000ppm)



### 有機顔料中に非意図的に副生するPCBの有無の再確認について

経済産業省 平成24年11月30日

以下の分析方法は、その値が正確でない可能性があり、再分析を行うことが適当である

(ア) GC/ECDで測定を行ったもの

フタロシアニン系の顔料 (PG7、PB76等) で、アルカリ処理をせずに分析したものは除く

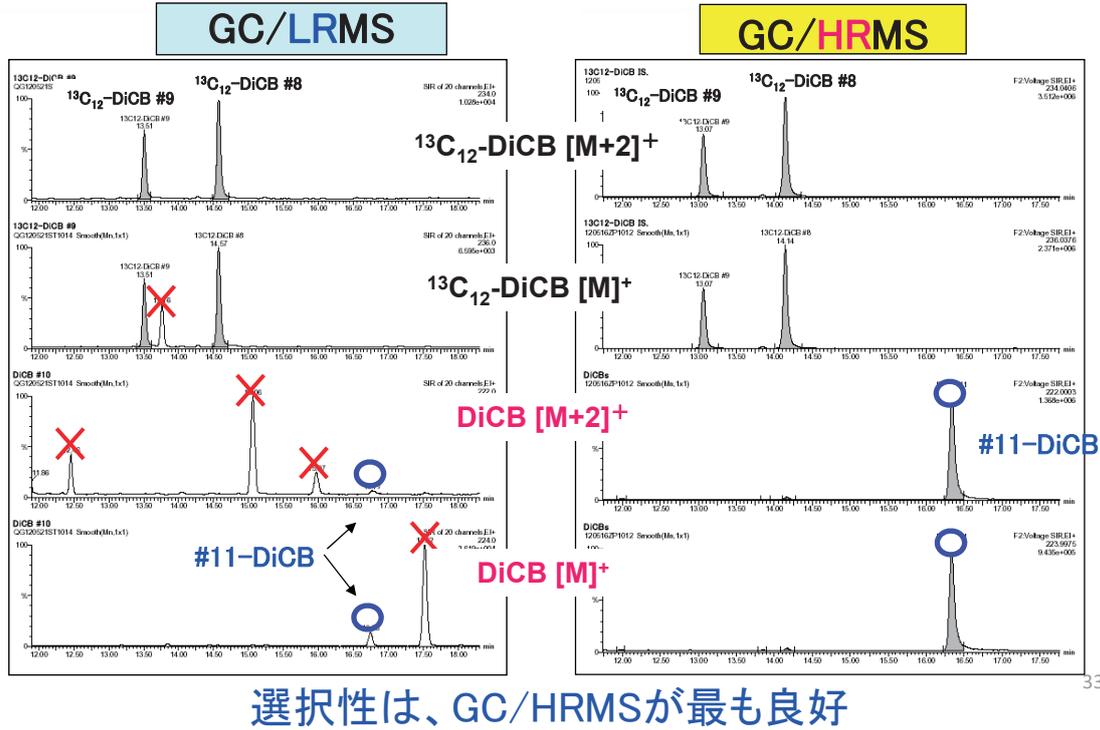
(イ) モノクロロビフェニル及びジクロロビフェニルが生成する可能性が高い試料に

硫酸を直接投入して分析を行ったもの

(分析の際、内標準を添加することで回収率を確認したものは除く)

# 有機顔料中のPCB分析における技術的課題

## ⑤測定装置



33

# 有機顔料中に副生するPCBの工業技術的・経済的に低減可能なレベルに関する報告書（平成28年1月）

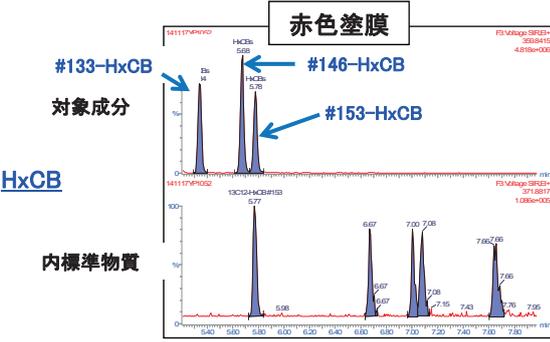
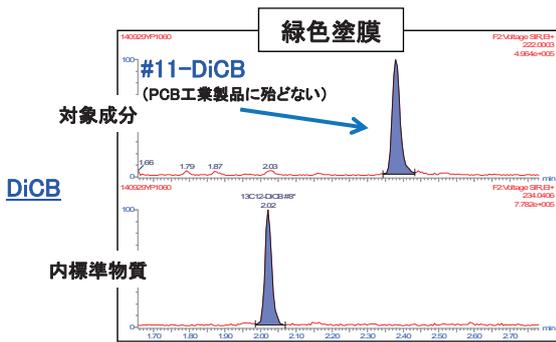
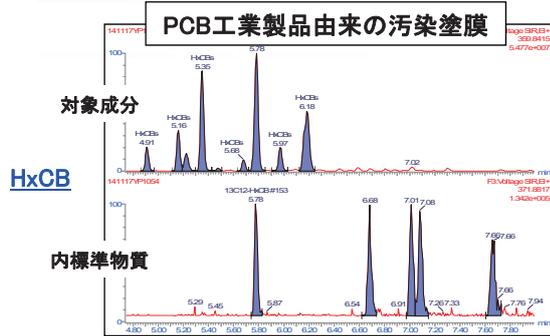
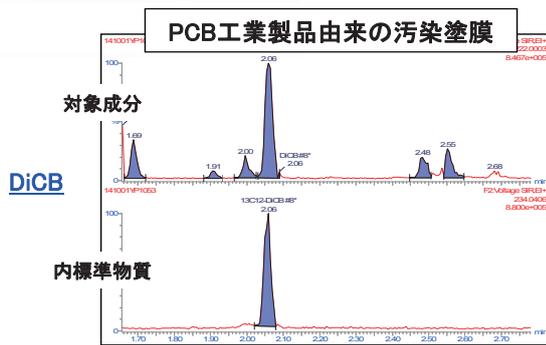
表Ⅲ-3 測定方法の具体例

装置	対象顔料		備考
	デカクロロビフェニルが主に副生すると考えられる有機顔料※1	その他の有機顔料	
GC/HRMS (ガスクロマトグラフ/高分解能質量分析計)	◎	◎	—
GC/LRMS (ガスクロマトグラフ/低分解能質量分析計)	○※2	○※2	有機顔料の構造等の情報を元に、副生PCBの異性体の種類(塩素化数)を想定し、 <u>あらかじめ該当する異性体の使用する装置における保持時間を確認した上で</u> 、分析を行うことが望ましい
GC/ECD (ガスクロマトグラフ/電子捕獲型検出器)	○※2	×	デカクロロビフェニルが主に副生すると考えられる有機顔料については、アルカリ処理をしない場合に限る。

※1 デカクロロビフェニルが主に副生すると考えられる有機顔料:表Ⅲ-4 参照(一例)

※2 備考の内容を踏まえることが条件。

# 塗膜での有機顔料由来と想定されるPCB汚染

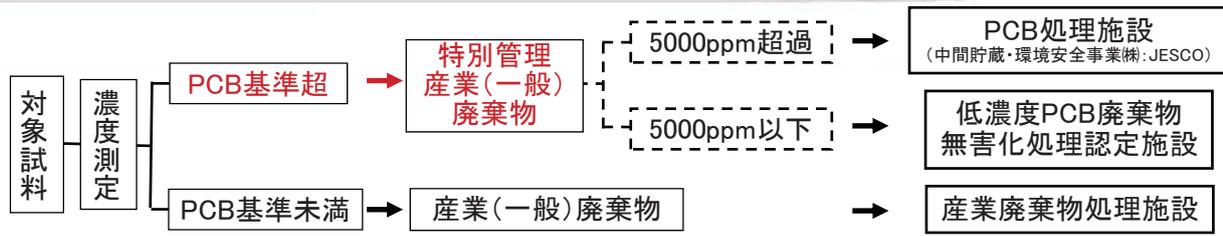


ジクロロベンジジン系  
(黄色) 顔料由来と想定

トリクロロアニリン系  
(赤色) 顔料由来と想定

## ④ PCB廃棄物の処理

# 廃棄物(廃塗膜)の処理対応



**処理費用の概算**

高濃度PCB廃棄物(5000ppm超): 30000円程度/kg  
 低濃度PCB廃棄物(5000ppm以下): 1000円程度/kg  
 産業廃棄物(プラスチック): 33.2円/kg(全国平均)

それぞれの処理業者(JESCO、低濃度処理認定施設、産業廃棄物処分場)において、廃棄物の持ち込み規格(PCB以外の有害物質濃度等)を地域行政と相談の上決められている

**POINT!**

追加項目の分析が必要な場合もある  
 (例) 鉛、クロム以外の重金属類の溶出試験など

# 期限が迫る高濃度PCB廃棄物処理

環境省PCB早期処理情報サイトより(2019.09.02現在)



**POINT!**

◎PCB廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法 第三条 処理期限 2027年3月31日まで  
 平成24年12月に一部改正

期限内に処分しないと罰則も

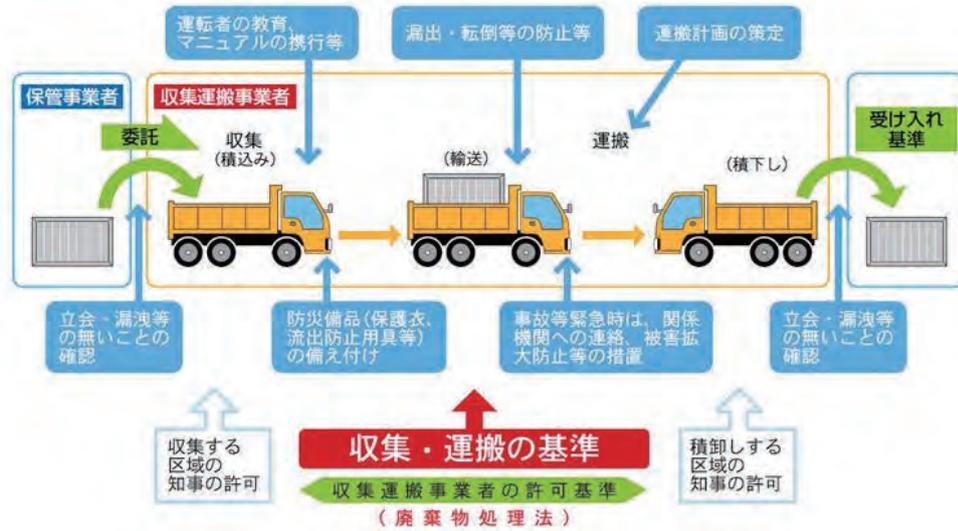
3年以下の懲役 1000万円以下の罰金

昭和52年3月までに確保・登録された建物の廃部残具はPCB使用の可能性がります。

# PCB廃棄物の収集運搬について

「PCB廃棄物収集・運搬ガイドライン」  
 「低濃度PCB廃棄物収集・運搬ガイドライン」

- ・自ら運搬を行うPCB 廃棄物保管事業者
- ・PCB 廃棄物の収集運搬業者

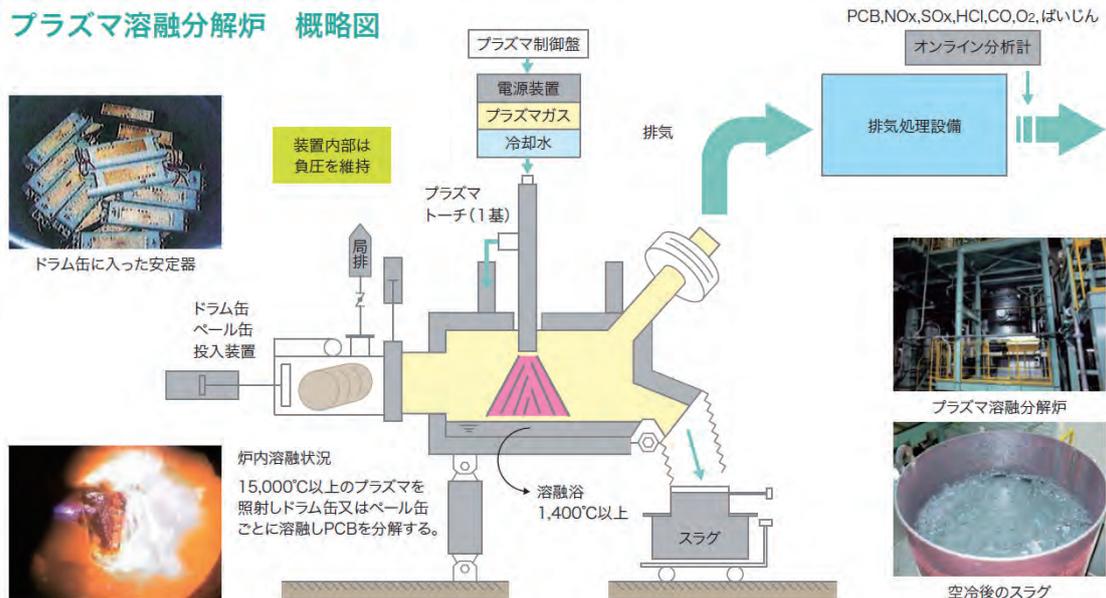


環境省パンフレット(PCB廃棄物の期限内処理に向けて)より引用

# 高濃度PCB処理施設 (JESCO北九州事業所)の処理工程

安定器、汚泥、感熱紙、二次汚染物等の処理

## プラズマ溶融分解炉 概略図



中間貯蔵・環境安全事業株式会社 HPより引用

## 低濃度PCB廃棄物の処理工程

焼却処理: ロータリーキルン式焼却炉、ストーカ式燃焼炉、酸素バーナー式溶融炉等

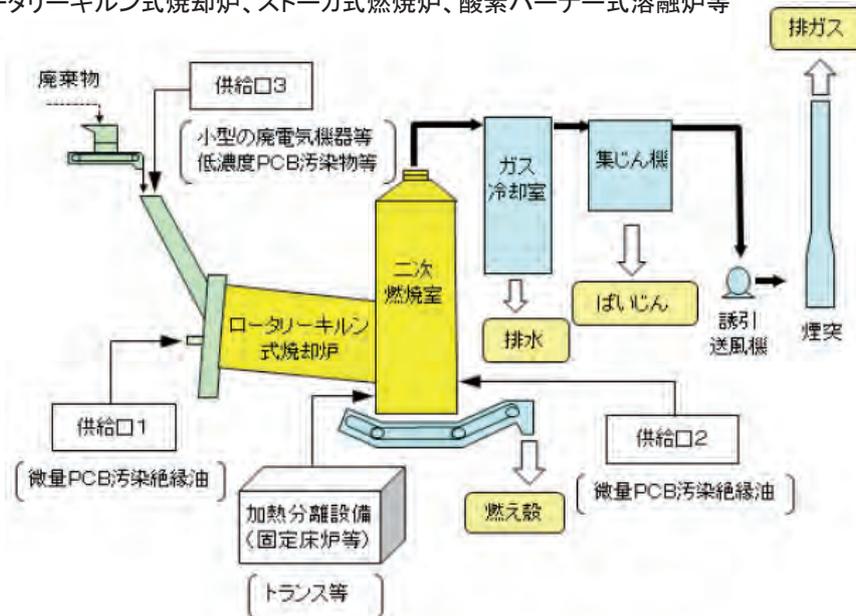


図 2-1 低濃度PCB廃棄物の焼却実証試験に使用された焼却施設 (例)

環境省 低濃度PCB廃棄物の処理に関するガイドライン—焼却処理編—より引用

## ⑤ 塗膜のコールタール測定方法

塗膜(塗料)中のコールタール等有害物質調査方法の検討  
防錆管理(2019-4)

岩田 直樹(島津テクノリサーチ), 富山 禎仁(国立研究開発法人土木研究所)

## 塗膜中の含有濃度と剥離時の作業環境濃度

項目	基準濃度	基準超過条件
粉じん	3 mg/m <sup>3</sup> (注)	ブラスト工法など
鉛	0.05mg/m <sup>3</sup>	粉じん基準(3 mg/m <sup>3</sup> ) 塗膜中鉛濃度17000mg/kg
PCB	0.01mg/m <sup>3</sup>	粉じん基準(3 mg/m <sup>3</sup> ) 塗膜中PCB濃度3300mg/kg
コールタール	0.2mg/m <sup>3</sup>	粉じん基準(3 mg/m <sup>3</sup> ) 塗膜中コールタール濃度 66000mg/kg

(注)当該粉じんの遊離けい酸含有率を0として算出  
基準濃度は、作業環境評価基準及び日本産業衛生学会による許容濃度勧告を元に表記

## コールタール(タールエポキシ塗料)に関して

コールタールは石炭乾留による**コークス製造時に得られる副産物**である。  
黒色の液体で芳香族化合物に独特の臭気(タール臭)を持つ

厚生労働省 GHSモデル SDS情報 コールタール 2005年改訂より

## JIS K5664 タールエポキシ樹脂塗料

:エポキシ樹脂・コールタール・ビチューメン・顔料・硬化剤及び溶剤を主な原料としたもの。  
橋梁・鋼管・鋳鉄管・船舶外板・船舶内緒タンク・油類タンク・コンクリート構造物を  
海水・淡水・高湿度の環境から防護するために用いる

## 特定化学物質障害予防規則(特化則)

- ・50000 mg/kg以上の製品が対象
- ・作業環境管理濃度:0.2 mg/m<sup>3</sup> (粉じんの管理濃度:3 mg/m<sup>3</sup>)



石炭



コールタール

タールエポキシ塗料  
(コールタール数十%)

## コールタールの測定方法

### 作業環境測定ガイドブック

#### 3014 コールタール ろ過捕集法-重量分析法

ベンゼンを用いて対象試料を30分間超音波抽出した後に、No.5Aセルロースろ紙を用いて抽出液をろ過する。抽出ろ液を80℃にて加熱を行い、蒸発乾固した後に残留物をコールタール量として定量を行う。



## ベンゾ(a)ピレン濃度からの換算法

厚生労働省 SDS情報  
コールタール 2005年改訂

	含有量	蒸気圧	沸点
ベンゼン	0.3~1%	94.8mmHg (25℃)	80℃
フェノール	0.5~1.5%	0.357mmHg (20℃)	182℃
ナフタレン	5~15%	0.085mmHg (25℃)	218℃
フェナントレン	3~8%	0.000121mm Hg(25℃)	340℃
ベンゾ(a)ピレン	1~3%	0.0000000549mmHg(25℃)	495℃

塗膜中コールタール量 (mg/kg)

= 塗膜中BaP量 (mg/kg) × 33.3~100

(コールタールSDSの濃度1~3%から逆算)

## 測定方法ごとのコールタール濃度

対象試料	コールタール濃度 (mg/kg)		
	SDS情報 <sup>(注)</sup>	重量分析法	BaPからの換算法 (BaP濃度 mg/kg)
試料A (タールエポキシ塗料)	414,000	480,000	370,000~1,100,000 (11,000)
試料B (エポキシ塗料)	不含有	↑ <u>430,000</u>	<6.7~20 (<0.2)
試料C (Aの塗膜)	420,000 <sup>(注)</sup>	↓ <u>340,000</u>	400,000~1,200,000 (12,000)
試料D (Bの塗膜)	不含有	↑ <u>250,000</u>	<6.7~20 (<0.2)

(注) 試料C、Dのコールタール濃度は、SDS情報及び調整時の重量より算出

特化則対象: 50000 mg/kg以上の製品

## 塗膜中の有害物質分析のご案内

**必要試料量** (代表性に注意ください)

PCB含有のみ: 10g  
 含有3項目 (PCB、鉛、クロム): 20g  
 含有3項目+溶出試験: 70g

**結果速報納期**

試料着後、10営業日 (2週間)

- 料金、納期 (特急対応) の対応可能です、ご相談ください
- 環境調査や廃棄物の減量化なども対応可能です
- お困りの際は、お気軽にご相談ください

(株)島津テクノリサーチ 環境事業部

担当窓口: 沖野、秋葉 TEL: (03) 3219-5718

str\_webs@shimadzu-techno.co.jp