

大型トランス等に係る現場解体作業について  
( 抜油及び付属品取外し作業 )

平成 1 6 年 4 月

日本環境安全事業株式会社

ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会

ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会 委員名簿

(50音順)

	[氏名]	[所属]
	伊規須英輝	産業医科大学産業生態科学研究所教授
	岡田 光正	広島大学大学院工学研究科教授
	酒井 伸一	国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長
	田中 信壽	北海道大学大学院工学研究科教授
	田中 勝	岡山大学大学院自然科学研究科教授
	田辺 信介	愛媛大学沿岸環境科学研究センター教授
委員長	永田 勝也	早稲田大学理工学部機械工学科教授
	長谷川和俊	全国危険物安全協会企業防災対策支援センター審議役
	原口 紘丞	名古屋大学大学院工学研究科教授
	細見 正明	東京農工大学工学部化学システム工学科教授
	益永 茂樹	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	宮田 秀明	摂南大学薬学部衛生薬学科教授
	森田 昌敏	国立環境研究所統括研究官
	若松 伸司	国立環境研究所 PM2.5・DEP 研究プロジェクトリーダー

ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会技術部会 委員名簿

(50音順)

	[氏名]	[所属]
	川本 克也	国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 適正処理技術研究開発室長
主査	酒井 伸一	国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長
	篠原 亮太	熊本県立大学環境共生学部教授
	中野 武	兵庫県立健康環境科学研究センター安全科学部研究主幹
副主査	細見 正明	東京農工大学工学部化学システム工学科教授

## 目 次

第1章 検討の経緯 .....	1
第2章 要現場対応機器の実態 .....	3
1. 基本的な構造 .....	3
(1) 大型トランス .....	3
(2) その他の大型電気機器 .....	4
2. 保管の実態 .....	8
(1) 保管状況 .....	8
(2) 要現場対応機器の台数 .....	8
3. 大型トランスの特徴 .....	10
(1) 構造上の特徴 .....	10
(2) 現場解体作業等の留意事項 .....	11
第3章 現場解体作業の内容と環境・安全対策 .....	13
1. 現場解体作業の基本的な考え方 .....	13
(1) 基本的な考え方 .....	13
(2) 現場解体作業の内容 .....	14
(3) 保管場所での抜油が必要な場合 .....	16
(4) 現場解体作業の判断フローチャート .....	18
(5) 現場解体作業の判断に必要な調査手順 .....	19
2. 現場解体作業時の環境・安全対策 .....	22
(1) 対策の基本的な考え方 .....	22
(2) 気相への拡散防止対策に係る検討 .....	22
(3) 抜油作業の手順と環境・安全対策 .....	29
(4) 付属品の取外し作業の手順と環境・安全対策 .....	32
(5) 現場における確認 .....	33
(6) 局所排気の方法 .....	33
(7) 現場解体作業標準手順書(案) .....	33
第4章 その他の重要事項 .....	34
1. 実施体制 .....	34
2. 今後の検討課題 .....	34

- 参考 1 協力企業等一覧
- 参考 2 - 1 大型トランスの構造
- 参考 2 - 2 大型トランスの保管状況
- 参考 2 - 3 要現場対応機器一覧（地域毎）
- 参考 3 - 1 トランスの全装輸送が可能な寸法の範囲の計算例
- 参考 3 - 2 PCB異性体の飽和蒸気圧
- 参考 3 - 3 PCB気相拡散シミュレーション実施概要
- 参考 3 - 4 PCB蒸発試験結果
- 参考 3 - 5 PCB気相拡散シミュレーション結果
- 参考 3 - 6 大型トランス等現場解体作業標準手順書(案)

## 第1章 検討の経緯

日本環境安全事業株式会社のPCB廃棄物処理事業において処理すべきPCB廃棄物の中には、寸法・重量の制約からそのままでは保管場所からの搬出、処理施設までの運搬、処理施設での受入が困難な大型のトランス等、並びに搬出・運搬時の漏洩の可能性を考慮して保管現場での抜油が必要なトランス等（以下「要現場対応機器」という。）がある。

このような要現場対応機器の取り扱いは、各地域の事業に共通する重要な課題であり、処理施設に搬入されてから処理に支障が生じないようにするという観点も含めて、保管現場における抜油等の作業について具体的な手順や環境・安全対策を定めることが必要である。

そのため、本課題については、平成15年4月開催のポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会において、早急に検討すべき課題として整理され、技術部会で具体の検討を進めることとされた。

これを受けて、技術部会において、以下に述べるような検討を行い、要現場対応機器の保管現場における抜油、付属品の取外し等（以下「現場解体」という。）の作業について、そのレベルに応じて選択肢となり得る作業の具体的な手順とその際の環境・安全対策、並びにこれらを決定する際の考え方についてとりまとめ、16年4月のポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会において審議のうえ報告書としたものである。

本検討に際して、保管事業者及び関係地方公共団体の協力を得て、そのままでは搬出又は運搬が困難な要現場対応機器の実態調査を行うとともに、社団法人日本電機工業会の協力も得て、大型トランス等の構造や、搬出・運搬等の作業に関して技術的知見を有していると考えられる、同工業会の会員企業及びその他の関連企業を対象にヒアリング等の調査を行い、関連する技術情報の収集、整理を行った（協力企業の一覧は別添参考1参照）。

一方、具体の作業手順を検討するにあたっては、現場解体作業時のPCBの作業環境への影響を把握することが重要であるため、この検討と並行してPCBの気相拡散に関するシミュレーションを行った。

これら一連の技術的な調査は、日本環境安全事業株式会社から財団法人産業廃棄物処理事業振興財団に委託して行われたが、その実施にあたっては、特にトランスメーカーとしての専門的知見を反映する観点から北陸電機製造株式会社に、大型トランス等の搬出及び運搬に関する専門的知見を反映する観点から日本通運株式会社に、シミュレーションの実施にあたっては株式会社東芝に協力いただいた。

なお、本報告書においてとりまとめた現場解体作業の手順等の内容は、環境省の定める「PCB 廃棄物収集・運搬ガイドライン」の一環として位置づけられることが期待されており、本年 6 月にはわが国最初の広域処理施設である北九州 PCB 廃棄物処理事業の第 1 期施設の試運転が始まることを踏まえて、環境省としての必要な検討を経て速やかに関係者に周知されることが望まれる。

## 第2章 要現場対応機器の実態

### 1. 基本的な構造

#### (1) 大型トランス

要現場対応機器の実態調査として、首都圏を中心にそのままでは搬出又は運搬が困難と想定される大型トランスの保管実態について調査を行った。その結果を踏まえて、大型トランスの構造等について整理したものを図2-1及び表2-1に示す。

また、実態調査を行った PCB 使用大型トランスの構造を示す写真を別添参考2-1に示す。

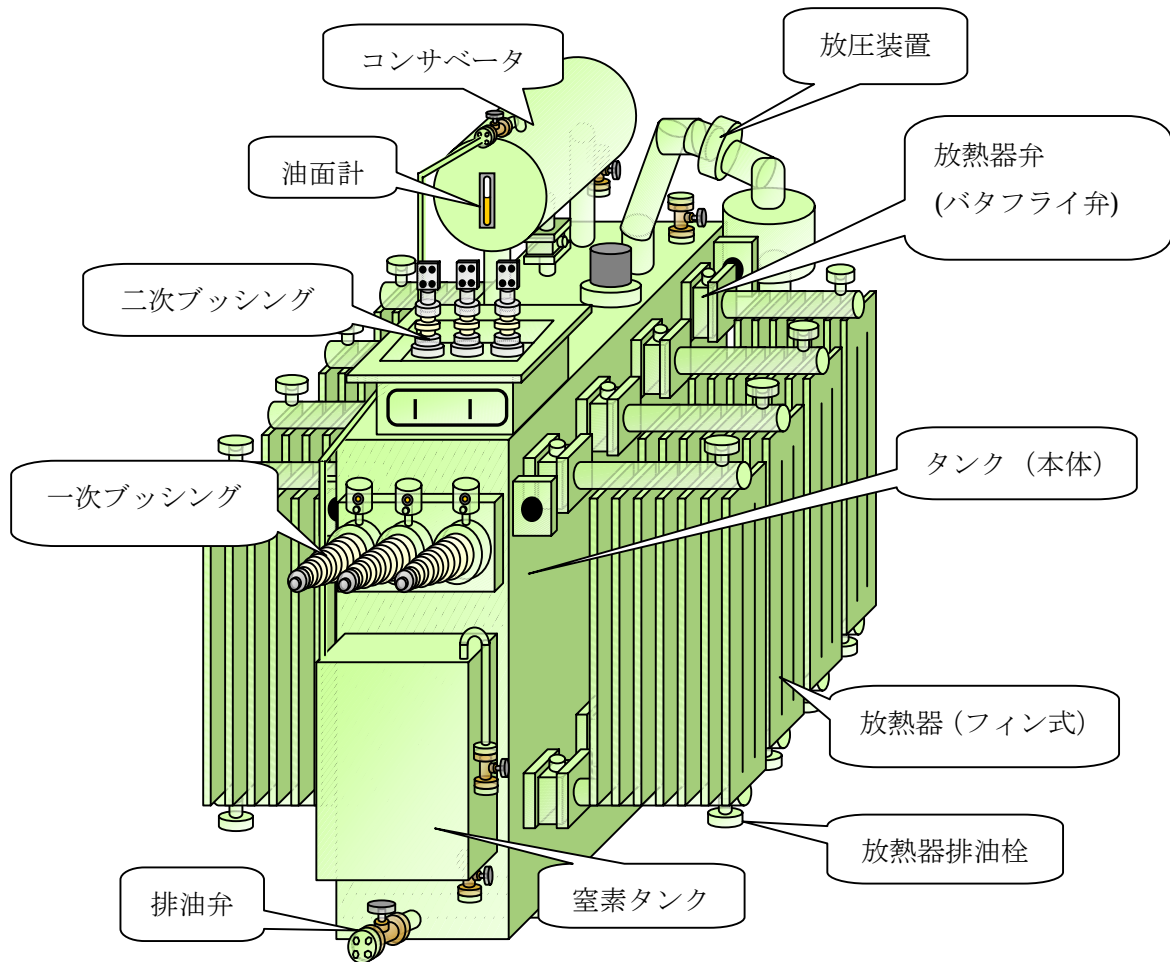


図2-1 大型トランスの基本構造

表 2 - 1 大型トランスの構造等

構成する部品等	構造等
タンク（本体）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンク内には、鉄心とコイルからなるコア部が絶縁油に浸漬されている。</li> </ul>
ブッシング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次ブッシングと二次ブッシングがある。</li> <li>・電路の一次側、二次側の端子を碍管によって絶縁している。</li> <li>・電圧が 6kV 以上では、タンク側面に設置されることが多く、60kV 以上になると全長も長い（1m 以上）。</li> </ul>
放熱器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通電に伴う発熱によって温度上昇した絶縁油を冷却するための装置である。</li> <li>・冷却方式としては、自冷式、放熱器近傍に設置したファンによる強制風冷式、水冷式があり、ほとんどのトランスは自冷式である。</li> <li>・放熱器の形状として、波板型、パイプ型、ユニット型（パイプ式及びフィン式）がある。</li> <li>・フィン式は冷却効果を高めるために、薄い鋼板製となっている。</li> </ul>
コンサベータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンク内の温度上昇に伴って生じる絶縁油の膨張を吸収する機器で、タンク上部に設置されている。</li> <li>・窒素密閉式と隔膜式があるが、前者がほとんどで、その上部には窒素ガスが充填されている。</li> </ul>
窒素タンク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンサベータと連結し、コンサベータ内の圧力を過度に上昇させないための機器である。</li> <li>・設置されている位置は様々である。</li> </ul>
放圧装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短絡事故等の異常時に発生するガスでタンク内が加圧された際に圧力を逃がすための安全装置である。</li> <li>・破裂板式と安全弁式があるが、ほとんどが前者である。</li> <li>・タンク上部に設置されているものが多い。</li> </ul>
ガス吸収器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放圧する際、PCB が分解して発生した塩化水素ガスを、内部のアルカリ剤を通して除害するものである。</li> <li>・設置位置は放圧装置の下流側である。</li> </ul>
排油弁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トランス製造時に絶縁油を注入するための弁である。</li> <li>・弁の種類はグローブ弁（玉形弁）が多い。</li> </ul>
油面計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・油面高さを計測するための機器である。</li> <li>・直接油面を確認できるガラス窓式油面計とダイヤル式油面計がある。</li> </ul>
温度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷却に用いる絶縁油の温度を監視するための温度計。通常は棒状温度計とダイヤル式温度計の両方が設置されている。</li> </ul>

## （ 2 ）その他の大型電気機器

大型トランスの実態調査を実施した過程で、要現場対応機器となる可能性のあるその他の大型電気機器として、コンデンサ、整流器及びブッシングがあることが明らかになった。以下に、これらの電気機器について把握した概要を示す。

なお、この調査で把握できていない要現場対応機器が存在する可能性がある。



## コンデンサ

容量の大きなコンデンサの中には、一般的な構造及び大きさのコンデンサを連結したタイプのものと単機の大型コンデンサとがあり、後者は大型トランスに近い構造を持つ。大型コンデンサの構造等を図2-2及び表2-2に示す。

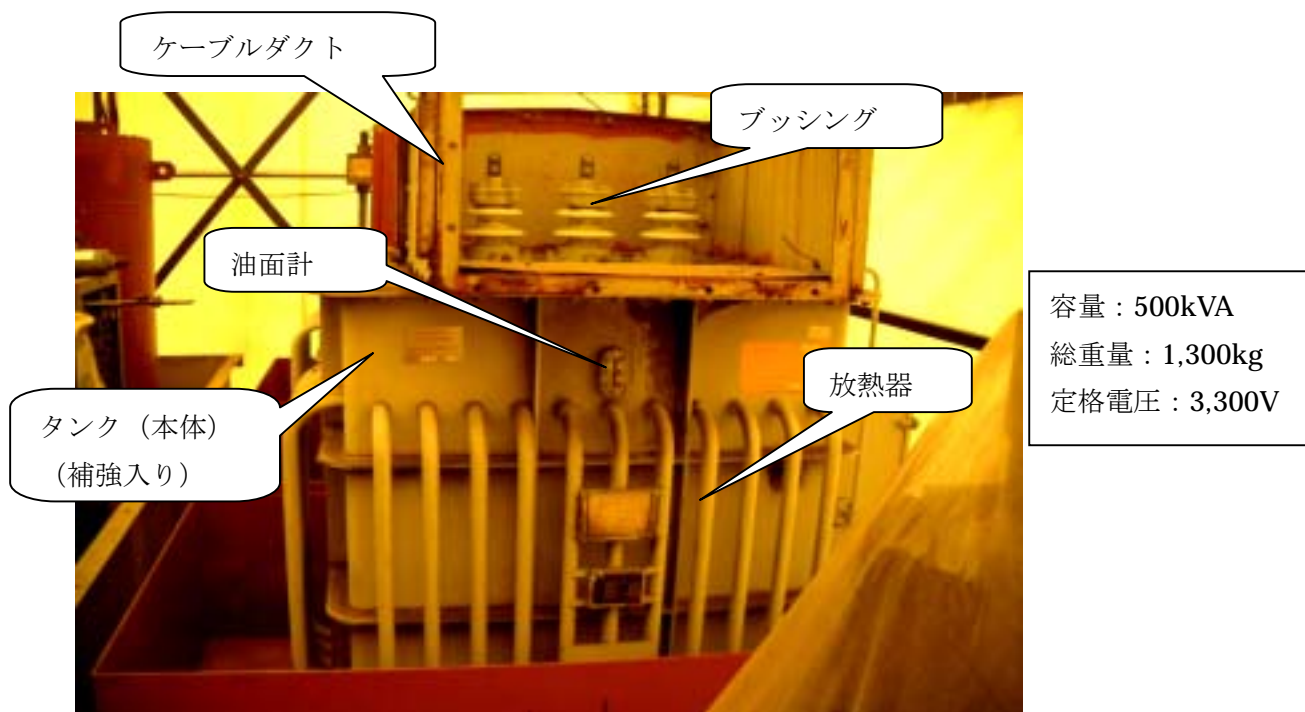


図2-2 大型コンデンサの構造

表2-2 大型コンデンサの構造等

構成する部品等	構造等
タンク (本体)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンク内には、アルミ箔、絶縁紙からなる素子が絶縁油に浸漬されている。</li> <li>・大型コンデンサではタンクに補強が入っている。この場合、油の熱膨張吸収のため、フィーディングタンクが付属されることがある（小型コンデンサ（缶型）では補強がなく、油の熱膨張吸収はタンクで行う。）。</li> </ul>
ブッシング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電路に接続する端子を碍管によって絶縁している。</li> <li>・天板上面に設置されることが多い。</li> <li>・電圧の高いものは長い。</li> </ul>
放熱器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンデンサは発熱が少ないため、一般には放熱器が付属していない。</li> <li>・少数であるが大容量のコンデンサの一部では放熱器を付属する場合もある。</li> </ul>
油面計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンク内の油面高さを計測するための機器である。</li> <li>・コンデンサは油密封タイプが主であるので通常は付属していないが、一部の大型機器では付属している場合もある。</li> </ul>

## 整流器

整流器は交流を直流に変換するための機器で、トランスとともに使われるのが一般的である。整流作用のある半導体素子としてシリコンを用いているものにシリコン整流器、サイリスタがあり、セレンを用いているものにセレン整流器がある。整流器の構造等を図2-3及び表2-3に示す。

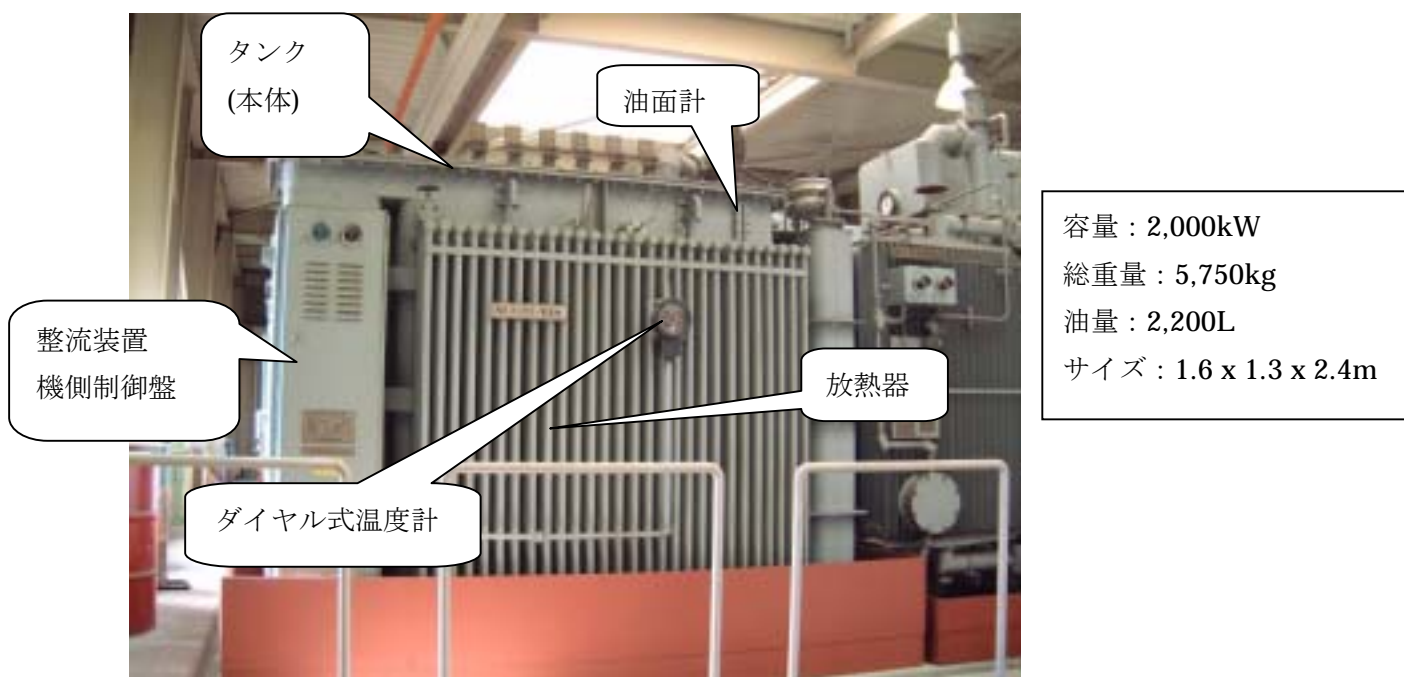


図2-3 大型整流器の構造

表2-3 大型整流器の構造等

構成する部品等	構造等
タンク (本体)	・タンク内に整流素子が設置され、冷却のため、絶縁油が満たされている。
ブッシング	・電路の交流側、直流側の端子を碍管によって絶縁している。
放熱器	・通電に伴う発熱によって温度上昇した絶縁油が、タンクから放熱器に流入し冷却される。 ・冷却方式はトランスと同様である。
整流装置機側制御盤	・整流装置を制御する盤 (非汚染物) で、タンク側面に付属される。 ・複数のコンデンサ等が接続されている。
温度計	・冷却に用いる絶縁油の温度を監視するための温度計。通常は棒状温度計とダイヤル式温度計の両方が設置されている。
油面計	・タンク内の油面高さを計測するための機器である。

## ブッシング

ブッシングは変圧器などの電路の出入り口に用いられるものであり、内部に導体を通り、絶縁油が入っている。建屋内部に電流を引き込むために壁などを貫通させた壁貫用もある。大型ブッシングの構造等を図2 - 4及び表2 - 4に示す。

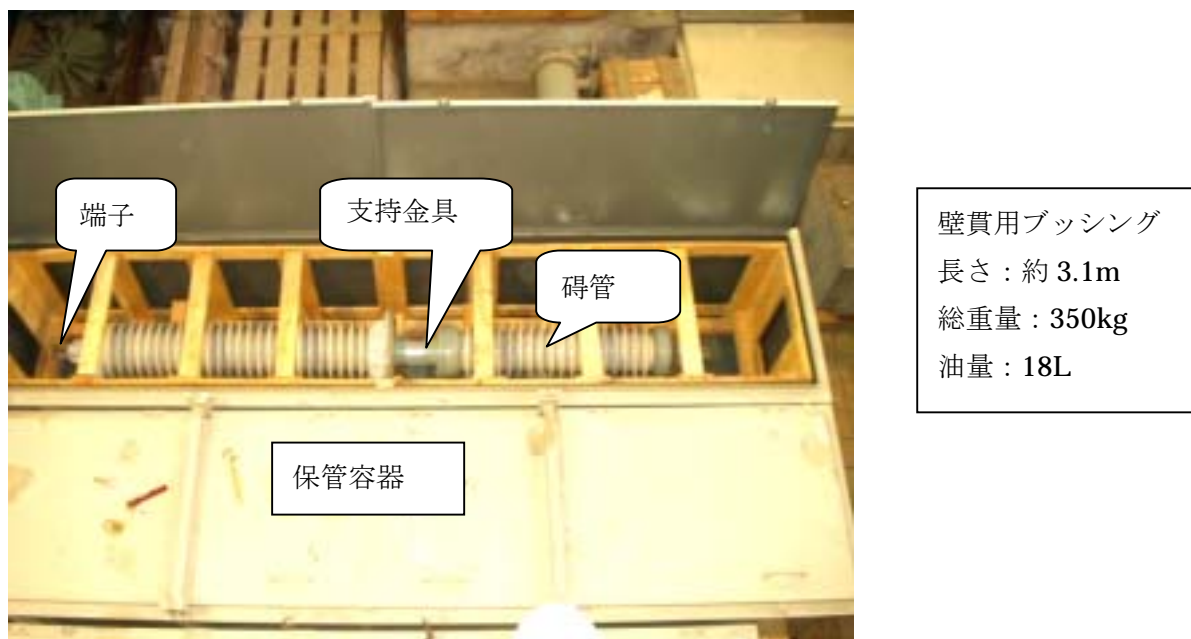


図2 - 4 大型ブッシングの構造

表2 - 4 大型ブッシングの構造等

構成する部品等	構造等
碍管	・磁器製の絶縁性の管で、碍管内部の導体を絶縁油で満たしたタイプと、絶縁紙などを導体に巻きつけ絶縁油に浸漬したタイプがある。
端子	・碍管の両端にあり、電路接続する部分である。
支持金具	・ブッシング支えで、建屋壁面やトランス天板などに固定する金具である。

## 2. 保管の実態

### (1) 保管状況

先に述べた要現場対応機器の実態調査において、搬出又は運搬が困難となっている大型トランス（以下「対象機器」という。）の具体的な状況を把握した。搬出が困難な程度は様々であり、実態調査で把握した主な内容は以下のとおりである。

また、対象機器の保管状況を示す写真を別添参考2 - 2に示す。

- ・ 対象機器の保管場所は屋内倉庫かビル内の変電室の場合が多く、搬出が困難なものほとんどが変電室で保管されているものであった。変電室は地下の場合がほとんどであったが中層階に保管されているものもあった。
- ・ 設置された当初の対象機器の搬入・設置方法は、①完成品を搬入して設置、②部品を搬入して現地で組み立てて設置、③建物の建設時に搬入して設置の3つの場合があり、②及び③の場合はもとより、①の場合でもその後の建物内に設置された設備や構造物により搬出が困難となっている場合が多く見受けられた。
- ・ 搬出の障害の原因は、対象機器の高さ、幅等の寸法（特に高さ）である場合が多いが、中層階に保管されている場合ではさらにエレベーターの制限重量により搬出できない状況となっていた。
- ・ 障害となっている建築物として、空調室そのものを撤去しないと搬出できないものや、保管場所が構造壁で仕切られているため対象機器本体の切断・解体が不可欠なものもあった。
- ・ 対象機器の中には、保管場所に移動させる際に、既に抜油されているものやブッシング等の付属品が取外されているものも一部にあった。保管状況は、屋内での保管ということもあって概ね良好で、排油弁等は使用可能と思われた。
- ・ 変電室に保管されている対象機器は、電機機器の更新に伴って保管された場合がほとんどで、新設の使用機器の脇の狭いスペースに押し込まれている場合が多く、十分な作業スペースが確保できない場合が多く見受けられた。

### (2) 要現場対応機器の台数

このような搬出又は運搬が困難な要現場対応機器が全国にどの程度存在するかを確認するため、日本環境安全事業株式会社の各地域の事業区域毎に、PCB 特別措置法に基づく PCB 廃棄物の届出情報をもとに作成したデータベースを用いて、500kVA 超の大型トランス及び大型コンデンサを抽出し、これらの保管事業者に対するアンケート等による調査を行った。その結果を表2 - 5に示す。

この結果、搬出又は運搬が困難との回答のあった大型トランス及び大型コンデンサは全回答中の約36%、約380台であった（それぞれの寸法、重量等は別添参考2 - 3に示す。）。この比率から、回答の得られなかったものも含めて推計すると全国で610台程度（1,690台×36%）はあるものと想定される。また、これら

以外にも整流器等のその他の大型電気機器も存在すると考えられる。

表 2 - 5 搬出又は運搬が困難な対象機器の台数

	調査対象台数 (台) ①	回答台数 (台) ②	搬出・運搬が困難な台数(台) ③	比率(%) ③/②×100
北海道事業区域	66 (0)	61 (0)	11 (0)	18 (0)
東京事業区域	297 (20)	241 (16)	88 (0)	37 (0)
豊田事業区域	250 (2)	250 (2)	88 (1)	35 (50)
大阪事業区域	370 (27)	250 (10)	136 (2)	54 (20)
北九州事業区域	491 (8)	170 (74)	33 (0)	19 (0)
白地区域	216 (99)	67 (0)	21 (0)	31 (0)
全国	1,690 (156)	1,039 (102)	377 (3)	36 (3)

※ ( ) 内はコンデンサの内訳台数及び比率

さらに、北九州区域、北海道区域及び白地区域については、どのような現場作業によりこれらの搬出が可能になるかについてもアンケート調査により把握した。その結果を表 2 - 6 に示す。

搬出又は運搬が困難な大型トランス及び大型コンデンサ 65 台を調査した結果、現場における本体部分の切断・解体が必要となるものは、65 台の約 5%にあたる 3 台であった。この比率を用いると、全国約 610 台のうち、およそ 30 台程度(約 610 台×5%)の現場解体が必要であるものと想定される。

表 2 - 6 搬出又は運搬が困難な対象機器について必要な現場作業

搬出・運搬に必要な現場作業	搬出・運搬が困難な台数 (台)	比率 (%)
抜油して付属品を外せば可能	39	60
建屋、機器等の障害物を取り除けば可能	23	35
本体部分の切断・解体が必要	3	5
合 計	65	100

### 3 . 大型トランスの特徴

#### ( 1 ) 構造上の特徴

大型トランスの付属品の種類、構造等現場解体作業に係る構造上の特徴について、メーカー各社の協力を得て詳細なヒアリングを実施し、とりまとめた結果を表 2 - 7 に示す。

表 2 - 7 大型トランスの構造上の特徴

付属品	特 徴
ブッシング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造として、ブッシング内とタンク内の絶縁油を共有している「共有型」と、ブッシング内にタンク内の絶縁油とは隔離されている絶縁油（コンデンサコア等）が封入されている「封じ切り型」とがあり、20～30kV 以上では封じ切り型が多い。</li> <li>・リード線取付け位置については、ブッシングの内部を通してリード線が上部までつながっている「吊り上げ方式」では、トランスの外でリード線を切断し、ブッシングを外すことができる。一方、「下部端子金方式」では、トランス内のブッシングの下部でリード線が接続されている。</li> </ul>
コンサベータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素密閉式の窒素圧力は 0.2～0.5kgf/cm<sup>2</sup>G 程度である。</li> <li>・タンクとの接続はバルブ+フランジ接続が多い。</li> <li>・1社のコンサベータは内部を絶縁油で満たした金属ベローズ式（ステンレスの蛇腹構造）である。</li> </ul>
放熱器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンクとの接続方法には溶接接続とフランジ接続があり、大型トランス（メーカにより 500kVA 以上の場合や 1,000kVA 以上の場合がある。）ではフランジ接続（放熱器弁（バタフライ弁）付きが多い。）が主流である。</li> </ul>
放圧装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1社の製品を除いて破裂板（主に厚さ 0.8mm ベークライト板）方式である。</li> <li>・1社の全て及び他の 1社の一部のトランスは放圧管内を油で満たす構造で、その他は窒素を満たす構造である。</li> <li>・破裂板までは PCB 汚染物であり、破裂板から先は非汚染物である。</li> </ul>
排油弁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・玉形弁の構造上、水平に取付けたものは配管の下半分は抜油できない。</li> </ul>
油面計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイヤル式とガラス窓式がある。窒素密閉式のコンサベータの油面計はガラス窓式である。</li> <li>・ダイヤル式では油面は正確には分からない。また長期間の保管により正常に作動するかどうかは分からない。</li> </ul>
温度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・棒状温度計とダイヤル式温度計がある。</li> <li>・測温部が PCB の液に接触しているタイプと隔離しているタイプがある。</li> </ul>
ガスケット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質はコルク又はシリコンである。</li> <li>・メーカ推奨の交換時期は 10～15 年であるが、油漏れがない限り交換していないのが実態である。</li> </ul>
ハンドホール マンホール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハンドホール、マンホール設置の考え方は製品毎に異なり、設置の有無、位置などは同一メーカでも統一されていない。</li> </ul>

## (2) 現場解体作業等の留意事項

大型トランスの抜油等の現場解体作業や運搬時の留意事項について、経験を有する企業の協力を得て詳細なヒアリングを実施し、とりまとめた結果を表2-8に示す。

表2-8 現場解体作業等の留意事項

作業内容	留意事項
抜油	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排油弁はスラッジを溜めるため、タンク底部から <b>15mm</b> 程度上に口が設けられており、抜油してもその分の油が残る。また、排油弁はグローブ弁のため、構造的に弁の高さの下半分は油が抜けない。</li> <li>・排油弁には通常閉止板を取付けているが、弁のシール性が悪い場合は、弁から閉止板までの間に油が溜まっている可能性がある。</li> <li>・抜油後の残存率は <b>10%</b>程度で、タンク下部に <b>5%</b>程度、コア部への染み込みが <b>5%</b>程度ある。</li> <li>・タンク壁面の垂直部分では1日程度で油切れするが、コア部からの液だれは数日間続く。</li> <li>・放熱器弁（バタフライ弁）付きの放熱器の場合、放熱器のみ抜油し取外すことは構造上可能であるが、バタフライ弁のシール性能は十分ではなく、油が漏れる可能性があることから、放熱器のみの抜油でなくタンク本体も抜油すべきである。</li> </ul>
付属品取外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・付属品には重量物かつ重心が偏ったものが多いので、吊り上げには技術が必要である。</li> </ul> <p>(ブッシング)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ブッシング重量は電圧 <b>6kV</b> で <b>15kg</b> 程度あり、それ以上の電圧のものを取外す際には揚重機が必要。</li> <li>・低圧のブッシングのリード線は太く、ハンドホールを利用した切断が困難なものが多い。</li> <li>・リード線は、長さに余裕があり、引き上げて切断可能なものと、余裕がなく引き上げての切断は不可能なものがある。</li> <li>・リード線接続ボルトは回り止めのためポンチを打っており、緩めるのが困難なものがある。</li> <li>・ハンドホール、マンホールを利用してのブッシングの取外しには、現物調査及び図面調査が必要である。</li> </ul> <p>(コンサベータ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・抜油せずに取外すことは困難である。</li> </ul> <p>(放熱器)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニット型フィン式の放熱器は厚さ <b>1.2mm</b> 程度の薄い鋼板製で、腐食による減肉があるため、運搬時の外力で破損する可能性がある。</li> <li>・放熱器弁（バタフライ弁）のキャップを外すと油がにじみ出てくる可能性がある。</li> </ul> <p>(窒素タンク)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造上 <b>PCB</b> 蒸気が凝縮している可能性が高い。</li> <li>・通常絶縁油は窒素タンクに流れ込まないが、移設時などの揺れによって流れ込んでいる可能性がある。</li> </ul>

	<p>(工具等)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放熱器弁（バタフライ弁）を回すための専用工具がある。</li> <li>・錆びついているため取外しには浸透液や打撃ハンマー等の工具も必要。</li> </ul>
搬出・運搬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運搬時の走行スピードは <b>40km/h</b> 以下（タコメータにより確認）。</li> <li>・低床トレーラは振動がそのまま荷台に伝わるため油漏れの危険性がある。エアサスペンションを使用して振動を抑制（<b>0.5G</b> 以下）できる車両もある。</li> <li>・<b>20～30 t</b> 程度のトランスであれば、揚重機の架台は人力で組むことも可能。</li> <li>・運搬に際しては、補強、固定のためのサポートを施す。</li> <li>・鉄道貨物では貨車の接続時に大きな衝撃が加わる。コンテナの積み下ろし時にもある程度の衝撃がある。</li> </ul>
	<p>(ブッシング)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運搬時の揺れによるガスケットからの油漏れ防止のため、<b>1m</b> 以上の長さのものは床面からの受け支持等の養生や抜油などの対応が必要。</li> </ul>
	<p>(コンサベータ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ベローズ式（ステンレスの蛇腹構造）のコンサベータは、板厚が <b>0.5mm</b> と薄く、接続配管にロウ付けがあることから、運搬時の振動などで油漏れの可能性がある。</li> </ul>
	<p>(放熱器)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニット型でモーメント荷重が大きいものは、運搬時の揺れなどによって、接続管溶接部にクラックが発生する可能性や接続フランジのガスケットからの油漏れの可能性があることから、受け等の養生や抜油などの対応が必要。</li> </ul>
	<p>(放圧装置)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・破裂板は薄く、経年劣化によりヒビ割れしているものがあり、運搬中の揺れなどで漏洩する可能性があるため、覆いを行う必要がある。</li> </ul>
	<p>(ガスケット)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・保管中にガスケットの経年劣化が進んでいるため、運搬中の揺れなどで油漏れを起こす可能性がある。</li> <li>・運搬中に漏れが生じると、パテなどでは止めることはできず、シリコンなどのシール材は乾燥までに時間がかかるので効果がない。</li> </ul>



## 第3章 現場解体作業の内容と環境・安全対策

### 1. 現場解体作業の基本的な考え方

#### (1) 基本的な考え方

現場解体作業の内容は、搬出後の運搬及び処理施設での受入に係る制約（対象物の寸法、重量等）と、保管場所からの搬出作業に係る制約（搬出口の寸法、障害となる設備の有無等）とに左右され、作業内容に応じていくつかのレベルに分けられる。

前者の制約は遵守しなければならないものであり、後者の搬出作業に係る制約は、トランス等の現場解体を行う代わりに建物側の障害を取り除くという選択肢も考えられ、両者の比較検討により現場解体作業の内容が決まることになる。

これとは別の視点で、搬出作業時及び運搬時の漏洩の危険性を考慮して抜油を行うかどうかという判断もあり、これによっても作業内容が大きく変わることになる。

以下に、現場解体作業の内容をレベル分けするとともに、漏洩の危険性を考慮して抜油が必要な場合の考え方を示し、これらの判断を行う際のフローチャートを示す。

現場解体作業は、保管事業者の責任のもとに行われるが、以下に示す判断フローチャートに従って最適な手法を決定するには、次のような専門的な知識及び経験が必要であり、それらの知見を有する者の協力を得て総合的に判断すべきである。

- ・ 保管状態を踏まえて抜油の必要性を判断できるだけのトランス等の構造に関する知識。併せて、搬出又は運搬上の寸法及び重量の制約に照らし、取外すべき付属品の優先順位、安全に取外するための適切な作業手順等を判断できるだけのトランス等の構造に関する知識及び経験（以下「トランス等の専門知識等」という。）。
- ・ 付属品の取外しとトランス等の搬出について、重機等の据付、構造物の仮設等の適切な内容及び作業手順等を判断できるだけの重量物の取扱方法に関する知識及び経験（以下「重量物取扱の専門知識等」という。）。
- ・ 搬出に必要となる設備の移設、構造物の撤去、作業場の養生等の適切な内容及び作業手順等を判断できるだけのビル等の建築物の構造及び設備内容に関する知識及び経験（以下「建築物構造・設備の専門知識等」という。）。
- ・ 運搬時の加速度や衝撃等を考慮して、適切な運搬車両、補強や固定のためのサポートの適切な内容等を判断できるだけのトランス等の運搬方法に関する知識及び経験（以下「重量物運搬の専門知識等」という。）

## (2) 現場解体作業の内容

現場解体作業としては、重量の軽減や付属品の取外しに際して必要な準備のため、あるいは漏洩の危険性の軽減のため、トランス等内部に充填された絶縁油を抜き出す抜油作業と、重量又は外形寸法の軽減のためトランス等の本体に取付けられた各種の付属品を取外す作業とがある。さらに、これらの作業を行ったとしても搬出及び運搬が可能とならない場合には、本体部分の切断・解体作業が必要となる。

大型トランス等の付属品は、構造上、内部の PCB が液として接触しているもの（以下「液体 PCB 汚染物」という。）、液としては接触していないが、PCB を含む蒸気が接触しているもの（以下「蒸気 PCB 汚染物」という。）、及び PCB が接触していないもの（以下「非汚染物」という。）に分けられ、いずれに該当するかで、その取外し作業を行う上での環境・安全対策の内容が異なる。

付属品の区分は、トランス等のメーカーによっても異なるため、詳細にはトランスメーカーの協力を得て確認する必要があるが、概ね表 3 - 1 に示すように整理できる。

表 3 - 1 トランス等の付属品の区分

付属品の区分	該当する付属品の代表例
非汚染物	放圧管（破裂板より下流側）、ハシゴ、銘板、電気配管、端子箱、温度計（測温部が PCB から隔離しているもの）、ケーブルダクト、保護カバー、冷却ファン、ガス吸収器（破裂板の下流側に付いているもの）等
蒸気 PCB 汚染物	ガス吸収器（破裂板の上流側に付いているもの）、放圧管（窒素が封入されているもの、タンクから立ち上がる直管部分）、ブッシング（窒素が封入されているもの）等
液体 PCB 汚染物	放熱器、ブッシング（絶縁油が満たされているもの）、放圧管（絶縁油が満たされているもの、逆U字型）、コンサバータ、窒素タンク等

上記の付属品の区分も踏まえて、現場解体作業の内容をレベル分けすると、次の 5 つのレベルに分けることができる。

### 非汚染物である付属品の取外しのみ必要な場合

- ・ PCB に係る環境・安全対策は必要でなく、一般的な重量物の取外し作業となる。

### 抜油が必要な場合

- ・ トランス等の内部から排油弁等を用いて絶縁油を抜き出す作業であり、通常 **KC1000** の高濃度 **PCB** を取り扱うため、**PCB** に係る環境・安全対策として液としての漏洩防止に加え、気相への拡散防止対策を考慮する必要がある。
- ・ 搬出及び運搬可能重量以下にするために抜油が必要な場合と、**PCB** 汚染物である付属品を取外すために抜油が必要な場合とがある。なお、搬出作業時及び運搬時の **PCB** の漏洩の危険性を考慮して抜油が必要な場合については、次の「(3) 保管場所での抜油が必要な場合」を参照。
- ・ 目的によっては抜油により油面をある程度下げれば足りる場合も想定されるが、トランス等内部の油面を確実に確認することは困難であるため、抜油を行う場合は、排油弁から抜けるだけ抜油することを原則とする。

#### 蒸気 **PCB** 汚染物である付属品の取外しが必要な場合

- ・ 内部の **PCB** が液として接触していないため、付属品取外し作業のためには抜油は必要ないものの、その後の搬出及び運搬時の揺れ等により、内部の **PCB** が付属品取外し部分から漏れる恐れがある。そのため、当該部分の密閉状況と油面との位置関係を考慮して、必要に応じて作業の前提として抜油を行う。
- ・ 蒸気 **PCB** 汚染物を取外す際には、**PCB** の液だれのおそれはないが、開口部からトランス等内部の **PCB** 蒸気が漏洩するおそれがあるため、**PCB** に係る環境・安全対策として気相への拡散防止対策を考慮する必要がある。

#### 液体 **PCB** 汚染物である付属品の取外しが必要な場合

- ・ 作業の前提として抜油を行う。
- ・ 液体 **PCB** 汚染物を取外す際には、**PCB** の液だれのおそれがあるため、**PCB** に係る環境・安全対策として液としての漏洩防止対策も考慮する必要がある。
- ・ 付属品の種類や接続状況によって、外部からボルトを外すことにより取外しができる場合、ハンドホールを用いてトランス内部から外す作業が必要となる場合など、難易度の異なる作業が考えられる。

#### 本体部分の切断・解体が必要な場合

- ・ までの作業によっても搬出困難な大型トランス等が、台数は多くないものの存在しており、これらについては本体部分の切断・解体によって、搬出できる寸法・重量とする必要がある。
- ・ そのためには、作業の前提として、抜油を行った上で、さらにトランス等内部の **PCB** レベルを相当程度下げるための作業が必要となる。
- ・ その方法としては、抜油後、絶縁油や溶剤を注入してから再度抜油する作業を長期間かけて繰り返す方法が考えられる。ただし、使用する溶剤等については、トランスに使用されているガスケット等を膨潤させないものであるとともに、処理施設において処理できるものとする必要がある。また、絶縁油や炭化水素系溶剤等の消防法上の危険物については、危険物規制の制約があるため、非危

険物である洗淨剤の使用も含めて今後検討する必要がある。

### (3) 保管場所での抜油が必要な場合

ここでは、保管場所からの搬出作業時及び処理施設までの運搬時の漏洩の危険性を考慮して保管場所での抜油が必要となる場合の考え方を示す。

この場合の判断基準については、トランス等の構造は多種多様であり、保管場所の状況や保管状態も一つ一つ異なるため、一律に適用できる判断基準を設定することは困難である。

そのため、保管事業者は、トランス等の専門知識等を有する者の意見を聴いて、対象物ごとに漏洩の危険性を総合的に判断することが必要となる。

漏洩の危険性から抜油が必要と考えられるトランス等は、次のように構造によるものと保管状態によるものに分けられる。より具体的な考え方を表3 - 2に示す。

- ・ 構造については、運搬中の外力によって接続部の溶接にクラックが発生しやすい、又はフランジ歪によるガスケットからの油漏れが生じやすい構造のものが該当する。
- ・ 保管状態については、すでになじみ漏れがある、又は腐食、キズ、へこみがあるなど、運搬中の外力によって油漏れが生じやすいと考えられる状態のものが該当する。

表3 - 2 抜油が必要と考えられるトランス等

	種類、状態	抜油が必要と考えられる理由等
構造	本体タンクと放熱器の接続管が長いもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>放熱器のモーメントが大きいため、クラック、歪等で油漏れが生じやすいと考えられる。ただし、単体パイプ型や放熱器が本体より支持されているものはその限りではない。</li> <li>放熱器を取外すことなく輸送が可能な寸法の範囲の計算例を別添参考3 - 1に示す。実際に運搬を行う際には、運搬可能な寸法、トレーラの床高さ、付属品の寸法を含めたトランス外形寸法、放熱器の寸法・重量及び運搬時の加速度等を考慮の上、抜油して（付属品を取外し）運搬するか、床面からの受け支持を施して運搬する。</li> </ul>
	大型のブッシングがついているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブッシングのモーメントが大きいため、自身の接合部のヒビ割れ、取付部の歪により油漏れが生じやすいと考えられる。</li> <li>60号(60,000V)以上の大型ブッシング（トランスの外に出ている長さが1m以上）が取付けられているトランスは、抜油して（付属品を取外し）運搬するか、床面からの受け支持を施して運搬する。</li> </ul>
	フランジ接続の付属品がついているもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>運搬中の外力によって接続部のフランジ歪によりガスケットからの油漏れが生じやすいと考えられる。ただし、外力の影響（モーメント）が少ない付属品（温度計、油面計、排油弁、ハンドホール、マンホール）はこの限りでない。</li> <li>ガスケットの劣化による漏れの可能性に関しては、一律の判断が困難であることから、放熱器によるフランジ部のモーメントの大きさ等を考慮に入れ、個別に抜油の必要性を判断する。</li> </ul>
保管状態	すでににじみ漏れがあるもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観検査を行った際、すでににじみ漏れがある、又は漏れた形跡があるトランスについては、運搬中の外力によって油漏れが生じやすいと考えられる。</li> </ul>
	腐食、キズ、へこみなどがあるもの	<p>(フィン式放熱器がついているもの)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>放熱器の肉厚(1.2mm程度)が薄いため、トランスの設置場所が屋外のものや長期間屋外に放置されたことのあるトランスは、腐食により減肉している場合があり、「ぶつける」等の外力で油漏れが生じやすいと考えられる。</li> <li>トランスの保管環境等を考慮に入れ、腐食の程度から個別に抜油の必要性を判断する。</li> </ul>
		<p>(その他保管状態が悪いもの)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>碍子や室素等の小口径配管に、腐食、キズ、へこみなどがある保管状態が悪いトランスは、部材の強度が低下しており、運搬中の外力によって破損して油漏れが生じやすいと考えられる。ただし、トランス本体等の板厚の厚い部分で、表面的な腐食、キズ、へこみの場合はこの限りでない。</li> <li>トランスの保管環境等を考慮に入れ、腐食、キズ、へこみの程度から個別に抜油の必要性を判断する。</li> </ul>

#### (4) 現場解体作業の判断フローチャート

保管事業者が現場で実際に適用する手法を判断し、現場解体作業の内容を決める際の考え方を以下にまとめた。この考え方を判断フローチャートとして図3-1に示す。

##### 漏洩があるか

- ・ にじみ漏れも含めてトランスから漏洩が現に生じているか、目視により点検を行い確認する。
- ・ すでに漏洩が生じていたら抜油することを前提として検討を進める。

##### 漏洩のおそれがあるか

- ・ 漏洩の危険性の判断は、「(3) 保管場所での抜油が必要な場合」を参考に、保管事業者がトランス等の専門知識等を有する者の意見を聴いて決定する。
- ・ 漏洩の危険性があると判断された場合には抜油することを前提として検討を進める。

##### 寸法・重量が運搬可能で受入可能か

- ・ トランス等の寸法（高さ、奥行、幅）、重量が、道路運送上の制限の他、橋やトンネル等の通行許可条件に照らし運搬可能かどうかを確認する。
- ・ また、処理施設にて受入可能な寸法、重量であるかどうかを確認する。

##### 保管場所から搬出可能か

- ・ 建屋、機器等の障害物を取り除く工事なしに、トランス等の搬出が可能かを確認する。
- ・ 搬出できない場合には、建屋や機器等の障害物を取り除く工事により、トランス等の現場解体を行わずに搬出可能かを検討する。
- ・ この場合の障害物を取り除く工事範囲は、トランス等の現場解体の範囲と併せて検討する必要がある、両者の妥当な範囲を保管事業者がトランス等の専門知識等を有する者、重量物取扱の専門知識等を有する者及び建築物構造・設備の専門知識等を有する者の意見を聴いて決定する。

##### 非汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能か

- ・ 付属品の中の非汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能かを検討する。
- ・ 可能と判断する場合には、寸法・重量上運搬可能で搬出可能となる最適な非汚染物の現場解体の範囲と建屋等の工事範囲との組合せを選択する。

##### 抜油をすれば運搬可能で搬出可能か

- ・ 抜油をすれば運搬可能で搬出可能かを検討する。
- ・ 可能と判断する場合には、全量抜油を行うこととし、最適な建屋等の工事範囲

の組合せを選択する。

#### 蒸気 PCB 汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能か

- ・ 付属品の中の蒸気 PCB 汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能かを検討する。
- ・ 可能と判断する場合には、寸法・重量上運搬可能で搬出可能とする蒸気 PCB 汚染物及び非汚染物の現場解体の範囲と建屋等の工事範囲との最適な組合せを選択する。

#### 液体 PCB 汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能か

- ・ 付属品の中の液体 PCB 汚染物を取外せば運搬可能で搬出可能かを検討する。
- ・ 可能と判断する場合には、寸法・重量上運搬可能で搬出可能とする液体 PCB 汚染物、蒸気 PCB 汚染物及び非汚染物の現場解体の範囲と建屋等の工事範囲との最適な組合せを選択する。

#### 抜油を行うかどうかの総合判断

- ・ ここまでの検討により現場での抜油を行わずに搬出・運搬が可能な場合について、現場での抜油を行うかの最終的な判断を、搬出・運搬全体に係る安全性を総合的に考慮して保管事業者が行う。

#### 対応策を個々に検討

- ・ 「(2) 現場解体作業の内容 本体部分の切断・解体が必要な場合」に該当するトランス等については、個々の状況に応じて現場解体作業の内容、方法を別途検討する必要がある。

### (5) 現場解体作業の判断に必要な調査手順

上記のフローチャートに従って、実際の作業内容を定めるためには、前述の専門知識等を有する者の協力を得て事前調査を行い、作業計画を策定することが必要であり、次のような手順でこれらを行う。

なお、事前調査及び作業計画策定のための具体的な手順については、抜油等の作業手順と併せて、「2.(7) 現場解体作業標準手順書(案)」に示す。

- ・ 対象となるトランス等の状況を確認し、必要となる専門知識等を有する者を組み入れた体制を整える。
- ・ 次のような情報を収集できる体制を整え、必要な情報を収集する。
  - ＊ 対象トランス等のメーカーの協力による構造等に関する情報
  - ＊ 保管されている建築物の構造、設備等に関する情報
  - ＊ 対象トランス等の運搬経路、処理施設での受入条件等に関する情報
- ・ 専門知識等を有する者の協力を得て保管現場の事前調査を行い、次のような確認を行う。
  - ＊ 対象トランス等の構造、保管状況（漏洩の有無、腐食等の状況など）等の

## 確認

\* 保管場所での作業スペース、建物の換気空調、建築物から運搬車両までの搬出ルートと制約条件等の確認

- 事前調査で収集した情報、確認した条件等に基づき、専門知識等を有する者の協力を得て作業計画を決定する。
- 特にトランス等の現場解体の範囲と、建屋や機器等の障害物の除去範囲との関係で、いくつかの選択肢が考えられる場合には、双方の専門知識等を有する者の協力を得て、安全かつ最適な作業となるよう慎重に検討を行う。
- 検討の過程で立案される作業計画案については、必要に応じて、現場での確認を行い、実施上無理のない合理的なものとして内容を確定する。



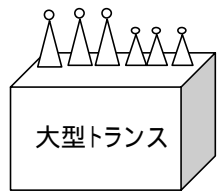
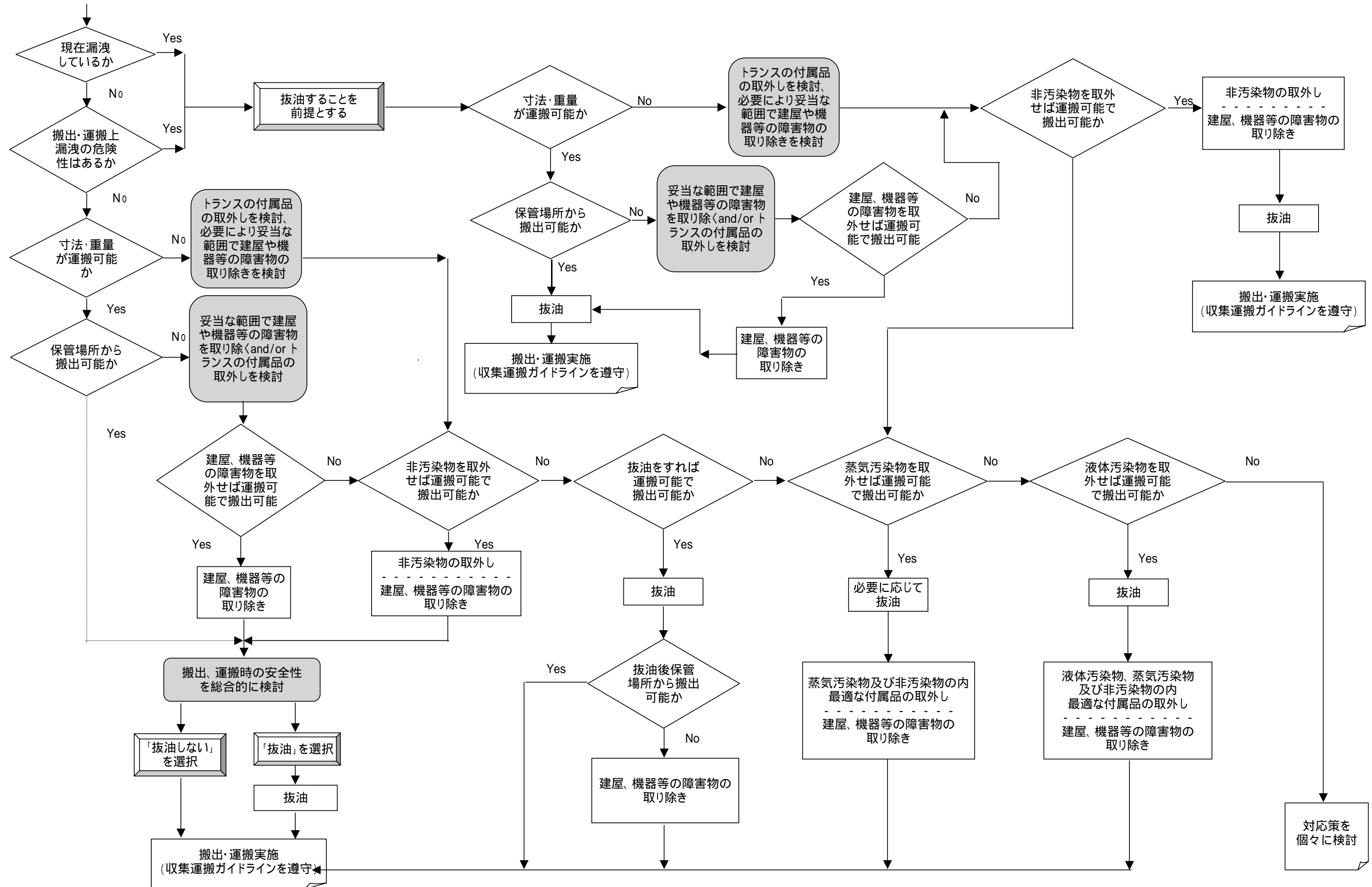


図3-1 大型トランス現場解体手法の判断フローチャート



## 2 . 現場解体作業時の環境・安全対策

### ( 1 ) 対策の基本的な考え方

現場解体作業時には、液相の PCB の飛散や漏洩、地下浸透の防止を図るとともに、作業環境中あるいは周辺環境への気相の PCB 拡散防止を図る必要がある。

これらに係る環境・安全対策を検討する上で、現場解体作業に伴い PCB の気相への拡散がどの程度生じるおそれがあるかに応じて、合理的な対策を考慮することが重要である。そのため、まず具体の作業を想定した気相拡散シミュレーションを通じて拡散の程度を把握した上で、対策を検討することとした。

なお、ここでは現場解体作業として、抜油作業と付属品の取外し作業に限ってその具体的な手順と環境・安全対策をとりまとめているが、他の現場解体作業については、個々の機器の状況に応じて別途検討する必要がある。

### ( 2 ) 気相への拡散防止対策に係る検討

#### 検討の概要

PCB は蒸発しにくい化学物質であるが、その物性は異性体によって大きな差があることが知られている。今回の検討に用いた文献による PCB の各異性体の飽和蒸気圧を別添参考 3 - 2 に示す。

作業時の環境・安全対策について、特に気相への PCB の影響を検討するため、PCB を用いた蒸発試験及び気相拡散シミュレーションを実施した。その内容を別添参考 3 - 3 に示す。

解析モデルとしては、汎用流体解析コード STAR-CD を用いることとし、次式に示した物質保存式と運動量保存式に基づいて、拡散と微弱気流による各 PCB 異性体及びトリクロロベンゼンの密度（濃度）分布の時間変化を求めた。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = s_m \quad (\text{物質保存式})$$

$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j u_i - \tau_{ij}) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + s_i \quad (\text{運動量保存式})$$

$t$  : 時間 [s]

$x_i$  : 直交座標 ( $i = 1, 2, 3$ ) [m]

$u_i$  :  $x_i$  方向の流体の流速成分 [m/s]

$p$  : 圧力 [Pa]

$\rho$  : 密度 [kg/m<sup>3</sup>]

$\tau_{ij}$  : 応力テンソル成分 [Pa]

$s_m$  : 質量ソース [kg/m<sup>3</sup>/s]

$s_i$  : 運動量ソース成分 [kg/m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]

また、各ガス成分に関する保存方程式は次式で表される。

$$\frac{\partial(\rho m_m)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \tilde{u}_j m_m - F_{m,j}) = s_m$$

$F_{m,j}$  : 拡散フラックス [kg/m<sup>2</sup>/s]

$s_m$  : 蒸発による生成または消費速度 [kg/m<sup>3</sup>/s]

このとき、拡散フラックスは次式で表すことができる。

$$F_{m,j} = \rho D_m \frac{\partial m_m}{\partial x_j} \quad (\text{層流})$$

$$F_{m,j} = \rho D_m \frac{\partial m_m}{\partial x_j} + \overline{\rho u'_j m'_m} \quad (\text{乱流})$$

また、各 PCB 異性体及びトリクロロベンゼンの蒸發現象のモデルとしては、バックプレッシャーモデルを用いることとし、次式により蒸発速度を求めた。

$$G = K \cdot (P_{\text{sat}} - P_{\text{VB}})$$

$G$  : 蒸発速度[kg/s]

$P_{\text{sat}}$  : 飽和蒸気圧[Pa]

$P_{\text{VB}}$  : 物質の蒸気圧[Pa]

PCB の気相への影響をシミュレーションにより検討する際には、PCB の拡散係数が重要な物性値となるが、各異性体について文献等で明らかになっているものが少ないため、これを算定するために PCB の蒸発試験を行った。

現場解体作業の対象はトランスが主であり、取り扱う PCB は KC1000 がほとんどと想定されるため、蒸発試験は KC1000 を用いて行い、その結果に基づきシミュレーションを実施した。

異性体としては、KC1000 に含まれる異性体のうち、塩素数が 1～6 までの塩素数の異なる 7 種類の代表的な異性体を選定した (表 3 - 3 参照)。選定にあたっては、KC1000 中の濃度に加えて、それぞれの蒸気圧を考慮するとともに、欧州での PCB の定義に含まれる異性体も考慮した。このうち 2 種類はダイオキシン類であるコプラナ PCB (Co-PCB) である。これらと併せて KC1000 の成分であるトリクロロベンゼン (TCB) についても解析を行った。

なお、本シミュレーションでは揮散性を考慮し 1 塩素化物を含めて行ったが、作業環境中の PCB 濃度の測定方法 (公定法) では 1 塩素化物は含まれないことから、本シミュレーションは安全側のものとなっている。また、「7 種の異性体が KC500 に占める比率」 < 「7 種の異性体が作業環境中の総 PCB に占める比率」

の関係にあり、③で記述するように、作業環境中の総 PCB 濃度を KC500 の 7 異性体の比率で割り戻すことにより推定しているから、これも総 PCB 濃度を安全側に見積もることとなる。

### 蒸発試験の概要

PCB 蒸発試験は、30℃に維持した試験系において、KC1000 から蒸発する成分を一定時間捕集し、対象となる PCB 異性体及び TCB の量について GC-MS を用いて測定した（別添参考 3 - 3 参照）。通常の現場解体作業は空調のある変電室内等で行われるものと考えられ、20～25℃以下の作業環境で実施されるものと想定されるが、より安全側でのシミュレーションを行うため、より PCB の蒸発しやすい 30℃という試験条件を設定した。

蒸発試験の測定データに基づき算定した拡散係数の値を各異性体の飽和蒸気圧と併せて表 3 - 3 に示す。これらの数値を以下のシミュレーションに用いている。実測した測定結果については別添参考 3 - 4 参照。

表 3 - 3 解析対象 PCB 等の飽和蒸気圧と拡散係数

異性体の種類 <sup>※1</sup>	飽和蒸気圧 (Pa) <sup>※2</sup> (30℃条件)	拡散係数 (m <sup>2</sup> /s) <sup>※3</sup>
4-mono-PCB(#3)	1.46	2.3×10 <sup>-6</sup>
2,4'-Di-PCB(#8)	2.56×10 <sup>-1</sup>	2.5×10 <sup>-5</sup>
2,4,4'-Tri-PCB(#28)	5.73×10 <sup>-2</sup>	7.9×10 <sup>-5</sup>
2,2',5,5'-Tetra-PCB(#52)	2.75×10 <sup>-2</sup>	2.5×10 <sup>-5</sup>
2,3',4,4',5-Penta-PCB(#118)	2.16×10 <sup>-3</sup>	2.4×10 <sup>-5</sup>
3,3',4,4',5-Penta-PCB(#126)	9.16×10 <sup>-4</sup>	2.4×10 <sup>-5</sup>
2,2',3,4,4',6-Hexa-PCB(#139)	2.18×10 <sup>-3</sup>	7.3×10 <sup>-6</sup>
TCB	48.4	3.8×10 <sup>-6</sup>

- ※ 1 ・ 1 塩素化物である#3 異性体は、公定法による分析では検出されないが、安全側の条件でシミュレーションを実施するために含めた。  
 ・ #118 と#126 の異性体は、ダイオキシン類である Co-PCB に該当する。  
 ※ 2 飽和蒸気圧の数字は、Falconer & Bidleman の文献に基づく。  
 ※ 3 #126 の PCB の拡散係数は、試験結果から算定できなかったため、#118 の数値と同じ値を仮定して使用。

### 気相拡散シミュレーションの概要

気相拡散シミュレーションでは、保管場所での抜油、付属品の取外しを想定して、表 3 - 4 に示すケースについて、各異性体の気中濃度に係る 20 分間の連続解析を行った（詳細は別添参考 3 - 3 参照）。

最初に 6 つのケース（ケース 1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2）について解析を行い、その結果を踏まえて、ケース 2 で局所排気の方法を改善したケース 2-3 とケース 3 で局所排気を加えたケース 3-3、3-4 を追加して解析を行った。

解析時間の 20 分は、シミュレーションで想定した開口部の生じる作業において、これを塞ぐまでの時間を概ね 5 分以下、長くても 10 分以下と想定し、その 2 倍の時間まで解析することとして設定したものである。

気相拡散シミュレーションの結果から伺える PCB による気相への影響についてまとめると、表 3 - 5 に示すようになる（結果の詳細は別添参考 3 - 5 参照）。

なお、解析は異性体毎にそれぞれ行い、それらの解析結果から、次の考え方により総 PCB 濃度とダイオキシン類濃度を算出した。

・総 PCB 濃度

解析した 7 種の PCB 異性体濃度の合計を、KC500 中に含まれる全 PCB に対するこれら 7 種の異性体の含有割合で割り戻した。

（解析した 7 種の PCB 異性体濃度の合計）÷（KC500 中のこれら 7 種の PCB 異性体重量の比率）

・ダイオキシン類

解析した 2 種の Co-PCB 濃度の合計を、KC500 中に含まれる全 Co-PCB に対するこれら 2 種の Co-PCB の含有割合で割り戻した（毒性等価係数を勘案）。

（解析した 2 種の（Co-PCB 濃度×毒性等価係数）の合計）÷（KC500 中の各（Co-PCB 濃度×毒性等価係数）に占めるこれら 2 種の（Co-PCB 濃度×毒性等価係数）の比率）

表 3 - 4 気相拡散シミュレーションのケース

想定作業	条件
単純な作業空間を仮定した抜油作業	【ケース 1-1】 ドラム缶のフランジ開口部からの拡散 （グローブバッグ内への拡散）
	【ケース 1-2】 // （作業環境中への拡散）
単純な作業空間を仮定した付属品（放熱器）の取外し作業	【ケース 2-1】 トランス側面の上下 2 箇所フランジ開口部から作業環境中への拡散
	【ケース 2-2】 // （局所排気（上下 2 カ所）がある場合）
	【ケース 2-3】 // （局所排気（下 1 カ所）がある場合）
具体のフィールド※を想定した付属品（放熱器）の取外し作業	【ケース 3-1】 トランス側面の上下 2 箇所フランジ開口部から作業環境中への拡散 （換気がない場合、室内全体での拡散）

	<p>【ケース 3-2】 //</p> <p>(換気がある場合、室内に設置した作業用の囲い(密閉状態)内部での拡散)</p>
	<p>【ケース 3-3】 //</p> <p>(換気なし、局所排気 (下 1 カ所) がある場合、室内に設置した作業用の囲い(密閉でないもの)内部での拡散)</p>
	<p>【ケース 3-4】 //</p> <p>(換気なし、局所排気 (下 1 カ所) がある場合、室内全体での拡散)</p>

※ 大型トランスが保管されている実際の高圧配電室

表 3 - 5 気相拡散シミュレーション結果の概要

ケース	結果の概要
<p>【ケース 1-1】</p> <p>単純な作業空間を仮定した抜油作業に係る解析 (グローブバッグ内への拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 空気が流れがないグローブバッグ内では、PCB の拡散はわずかであり、20 分間では、PCB 濃度が <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> 以上となる空間はごくわずかでほとんど変化がみられない。</li> <li>• ダイオキシン類としてみた場合には、<math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以上となる空間が徐々に広がり、10 分後には半分程度を占めている。</li> </ul>
<p>【ケース 1-2】</p> <p>// (作業環境中への拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 作業環境中への拡散は、空気の流れに沿ってわずかに生じるが、大部分の空間は PCB 濃度が <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の <math>1/100</math> 以下となり、時間が経過してもほとんど変化がみられない。</li> <li>• ダイオキシン類としてみた場合には、ごく低濃度での拡散が続くが、大部分の空間は <math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> </ul>
<p>【ケース 2-1】</p> <p>単純な作業空間を仮定した付属品の取外し作業に係る解析 (局所排気がない場合)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 局所排気がない場合の作業環境中への拡散は、空気の流れに沿ってトランス内の空間に溜まっていた PCB が最初に少しまとまって拡散し、その後徐々に拡散が続くが、20 分間では、大部分の空間は <math>0.01\text{mg}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> <li>• ダイオキシン類としてみた場合には、同様に最初の拡散で少し高い濃度が出るが、<math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以上となる空間は 10 分間程度までは範囲が限られており、20 分間ではかなり広がっている。</li> </ul>
<p>【ケース 2-2】</p> <p>// (局所排気 (上下 2 カ所) がある場合)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 局所排気がある場合には、局所排気がない場合に生じていた PCB 濃度 <math>0.01\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の空間がほとんど生じていない。また、20 分間では、大部分の空間は <math>0.01\text{mg}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> <li>• ダイオキシン類としてみた場合にも、同様に局所排気がない場合に生じていた最初の濃度の高い空間がほとんど生じていない。また、<math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以上となる空間は 10 分間程度までは範囲が限られており、20 分間ではかなり広がっている。</li> </ul>

<p>【ケース 2-3】        // (局所排気 (下 1 カ所) がある場合)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業環境中への PCB の拡散は時間経過とともに生じるが、20 分間では、ほとんどの空間で <math>0.01\text{mg}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> <li>ダイオキシン類としてみた場合にも、作業環境中への拡散は時間経過とともに生じるが、15 分間程度では、ほとんどの空間で <math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> </ul>
<p>【ケース 3-1】        具体のフィールドを想定した付属品の取外し作業に係る解析 (換気がない場合、室内全体での拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>換気がない場合の作業環境中への拡散は、空気の流れに沿ってごくわずかに拡散するのみで、20 分間では、トランスの近傍に PCB 濃度が <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の <math>1/100</math> 以上となる空間がわずかに生じるが、大部分の空間はそれ以下にとどまっている。</li> <li>ダイオキシン類としてみた場合には、トランスの近傍に <math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以上となる空間がわずかに生じるが、大部分の空間は <math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以下にとどまっている。</li> </ul>
<p>【ケース 3-2】        // (換気がある場合、室内に設置した作業用の囲い内部での拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業空間を囲って換気を行った場合の作業環境中への拡散は、20 分間では、トランスの近傍に PCB 濃度が <math>0.01\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> となる空間がわずかに生じるだけで、<math>0.001\sim 0.01\text{mg}/\text{m}^3</math> となる空間は時間の経過とともに多少の広がりを見せるものの、かなりの空間は <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の <math>1/100</math> 以下にとどまっている。</li> <li>ダイオキシン類としてみた場合には、トランスの近傍に <math>2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以上となる空間が生じ、時間の経過とともに多少の広がりを見せるものの、短時間ではその範囲は限られている。</li> </ul>
<p>【ケース 3-3】        // (換気なし、局所排気 (下 1 カ所) がある場合、室内に設置した作業用の囲い(密閉でないもの*)内部での拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業空間を囲って局所排気を行った場合の作業環境中への拡散は、20 分間でもほとんどの空間で PCB 濃度が <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の <math>1/100</math> 以下である。</li> <li>ダイオキシン類としてみた場合にも、同様に作業環境中への拡散はほとんど認められず、ほとんどの空間が <math>0.25\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以下である。</li> </ul>
<p>【ケース 3-4】        // (換気なし、局所排気 (下 1 カ所) がある場合、室内全体での拡散)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業空間を囲わず局所排気を行った場合の作業環境中への拡散は、20 分間でもほとんどの空間で PCB 濃度が <math>0.1\text{mg}/\text{m}^3</math> の <math>1/100</math> 以下である。</li> <li>ダイオキシン類としてみた場合にも、同様に作業環境中への拡散はほとんど認められず、ほとんどの空間が <math>0.25\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math> 以下である。</li> </ul>

\* 囲いの上部 4 辺及び鉛直方向の 4 辺にそれぞれ 2cm 幅のスリットを仮定。

上記で整理した結果について、グローブバッグ内又は作業環境中の PCB 等の濃度を、5 分後と 10 分後の空間全体の平均値として計算すると、表 3 - 6 に示すようになる。

ケース 1-1 のグローブバッグ内を除き、作業環境中の PCB 濃度は  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$  をはるかに下回りすべて  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となっている。また、ダイオキシン類の濃度は  $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$  (焼却施設におけるダイオキシン類の管理すべき濃度) をすべて下回っている。したがって、開口部の生じる作業を短時間に終わらせれば、

局所排気がなくとも作業環境中の平均濃度は特に問題のないレベルにとどまっている。

また、ケース 2 の局所排気の有無について比較すると、局所排気を行うことにより、特に 5 分後の作業環境中の濃度が大きく抑制されており、作業環境の改善効果が明らかになっている。また、ケース 2-2 と 2-3 で局所排気の方法の違いについて比較すると、ケース 2-3 の 1 本の局所排気の方が格段に作業環境の改善効果が高く、局所排気の方法が大きく影響する結果となっている。

具体のフィールドを想定したケース 3 で局所排気の有無（ケース 3-1 と 3-4）について比較すると、局所排気がない場合にトランスの近傍に拡散していた PCB 蒸気濃度が、局所排気を行うことによって大きく抑制されており、また、ダイオキシン類についても同様に大きく抑制され、局所排気による作業環境の改善効果が明らかとなっている。

これらの結果を踏まえると、PCB による気相への影響を考慮した対策は、次のように考えることができる。

- ・ 現場解体作業においてフランジ等の開口部から拡散する PCB の影響は、PCB の作業環境の管理濃度である  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$  に照らし、シミュレーションで設定した 20 分以下であればほとんど影響がなく、気相への拡散防止対策は要しない。
- ・ 一方、ダイオキシン類としてみた場合には、 $2.5\text{ pg-TEQ}/\text{m}^3$  に照らせば、開口部近傍では一定の影響が認められるため、ダイオキシン類としての PCB の気相への拡散防止対策は考慮する必要がある。
- ・ その場合、5～10 分程度以下の短時間であれば、作業環境中の平均濃度で見れば問題のないレベルとなっており、ダイオキシン類としての拡散の影響が限定的であることから、開口部が生じる時間を極力短くすることが有効である。
- ・ また、局所排気は、ケース 2-2 において濃度の高い空間が生じることを抑制しており、特に開口部が生じる時間が短い場合に明らかな改善効果が認められる。さらにケース 2-3 では平均濃度でケース 2-2 の一桁低いレベルに拡散が抑制されており、気相への拡散防止対策として有効である。
- ・ しかし、表 3 - 6 の排気中平均濃度からも分かるように比較的濃度の高い PCB を吸引することになるため、これを十分に捕捉できないと、かえって作業環境中の PCB を増やすおそれがある。事実、ケース 2-2 とケース 2-3 との効果の差に現れているように、局所排気の方法によって大きく改善効果が異なることから、できるだけ開口部の近傍から吸引するとともに、開口部の大きさを考慮して十分な口径の排気ダクトを用いる必要がある。
- ・ 具体のフィールドを想定した解析では、局所排気がある場合に明らかな改善効果が認められ、拡散の影響が開口部近傍に限定されるため、特に作業用の内部囲いを設けなくても局所排気を行うことにより作業環境を良好に維持することは可能と想定される。なお、密閉でない囲いを設けた場合でも、局所排気の効果に影響を与えないことから、万一 PCB が漏洩した場合に備えて密閉でな



い囲いを設けることは有効と想定される。

表 3 - 6 気相拡散シミュレーション結果に基づく作業環境中の平均濃度

ケース	総 PCB 濃度 (mg/m <sup>3</sup> )		ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m <sup>3</sup> )	
	5 分後	10 分後	5 分後	10 分後
【ケース 1-1】 抜油、グローブバッグ	3.7×10 <sup>-3</sup>	7.0×10 <sup>-3</sup>	8.4	16
【ケース 1-2】 抜油、作業環境中	1.9×10 <sup>-5</sup>	3.9×10 <sup>-5</sup>	0.047	0.097
【ケース 2-1】 付属品外し、局排なし	4.2×10 <sup>-4</sup>	8.4×10 <sup>-4</sup>	1.0	2.0
【ケース 2-2】 付属品外し、局排あり(2本) (参考：排気中平均濃度)	1.3×10 <sup>-4</sup> (6.1×10 <sup>-3</sup> )	5.4×10 <sup>-4</sup> (5.3×10 <sup>-3</sup> )	0.31 (15)	1.3 (13)
【ケース 2-3】 付属品外し、局排あり(1本) (参考：排気中平均濃度)	1.8×10 <sup>-5</sup> (1.5×10 <sup>-2</sup> )	2.2×10 <sup>-4</sup> (9.6×10 <sup>-3</sup> )	0.042 (36)	0.52 (23)
【ケース 3-1】 フィールド、囲い・換気なし	4.3×10 <sup>-5</sup>	8.2×10 <sup>-5</sup>	0.10	0.20
【ケース 3-2】 フィールド、囲い・換気あり	6.7×10 <sup>-4</sup>	9.8×10 <sup>-4</sup>	1.6	2.4
【ケース 3-3】 フィールド、囲いあり・換気 なし・局排あり(1本) (参考：排気中平均濃度)	2.1×10 <sup>-6</sup> (2.6×10 <sup>-2</sup> )	2.1×10 <sup>-6</sup> (2.9×10 <sup>-2</sup> )	0.005 (63)	0.005 (70)
【ケース 3-4】 フィールド、囲い・換気なし・ 局排あり(1本) (参考：排気中平均濃度)	2.2×10 <sup>-6</sup> (2.5×10 <sup>-2</sup> )	2.0×10 <sup>-6</sup> (5.1×10 <sup>-2</sup> )	0.005 (60)	0.005 (121)

### (3) 抜油作業の手順と環境・安全対策

抜油作業の手順と環境・安全対策について以下に示す。

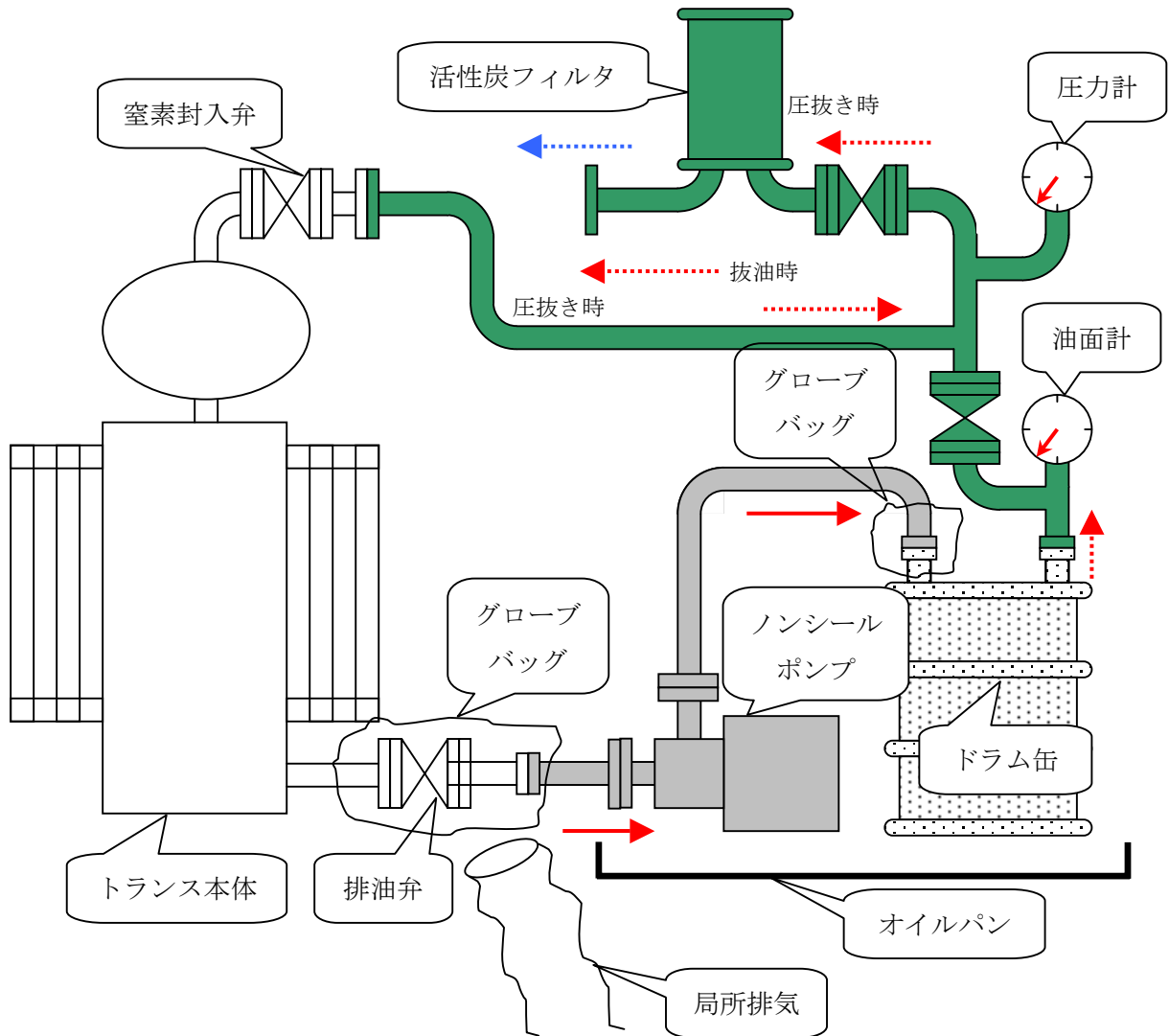
#### 作業手順


抜油には、図 3 - 2 に示すような装置を用いることとし、次のような手順で作業を行う。


- ・ 保管場所の状況に応じて、床養生、オイルパンの設置、局所排気装置の設置、作業場所の区画等の準備を行う。
- ・ 抜油ユニットと排気ユニットからなる抜油装置を設置し、抜油用ドラム缶に接続する。
- ・ グローブバッグを取付ける。バッグ内には、排油弁の閉止板の取外しに必要な

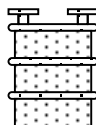
工具とセルロース系の PCB 吸収材を入れておく。

- グローブバッグ内作業により、排油弁と油側ユニットを接続する。排油弁の閉止板を取外す際には、バルブと閉止板の間に溜まっていた PCB が漏れる可能性があるため、グローブバッグ内の吸収材で受けつつ慎重に作業を行う。
- 接続後トランス内の PCB をノンシールポンプにより抜油する。
- 抜油が終了したらグローブバッグ内で排油弁と抜油ユニット及び抜油用ドラム缶の注油口と抜油ユニットを切り離す。(※)
- グローブバッグを外し、吸収材やウエス等を入れたままシールして密閉する。使用した工具が汚染されている場合は、ウエス等で速やかに拭き取りを行う。(※)
- 排気ユニットを取外す。(※)
- 上記の作業中 (※印の作業等) は原則として局所排気を行う。



- 

抜油ユニット（抜油用）  
耐圧ホースとノンシールポンプで構成
- 

排気ユニット（ガス戻し用）  
耐圧ホース、圧力計、カートリッジ式活性炭フィルタで構成
- 

抜油用ドラム缶  
再使用が前提であれば配管接続器具を装備

図 3 - 2 抜油作業に用いる装置

## 環境・安全対策

- ・ 万一 PCB が漏れても拭き取れるように床養生を行い、抜油ユニットの下には原則としてオイルパンを設置すること。
- ・ PCB が流れることになる抜油装置とトランスの排油弁及び抜油ドラム缶との接続箇所は、切離し時に PCB の漏洩が生じない構造の装置を用いること。排油弁及び抜油用ドラム缶との接続箇所は吸収材を入れたグローブバッグで覆うなどにより、取外し時に液だれが生じても、PCB の床への漏洩及び作業環境中への拡散を防止できるようにすること。
- ・ 局所排気装置を備えて常に使用可能な状態にしておくこと。この場合の排気は活性炭を通して排出すること。
- ・ PCB が作業環境中に拡散する可能性のある作業（トランス内部の開口部が生じる作業等）については、極力その作業時間が短くなるような手順とするとともに、原則として局所排気を行うこと。その際、作業環境中への PCB の拡散が生じないように、局所排気的位置等に十分留意すること。
- ・ PCB が作業環境中に拡散する可能性のある作業を行う際には、原則として当該作業の場所をシート等で区画し、万一 PCB が漏洩した場合にも、蒸発した PCB の区画外への拡散を防止できるようにすること。
- ・ PCB が作業環境中に拡散する可能性のある作業を行う際には、作業従事者は、PCB に対して有効な保護具（耐 PCB 透過性を満足する手袋及び化学防護服、必要な防護係数を満足する呼吸用保護具（防毒マスク）、保護眼鏡等）を着用すること。
- ・ 作業に伴う二次汚染物の発生が最小限となるよう計画することとし、発生した二次汚染物は専用の保管容器に速やかに収納すること。
- ・ 万一 PCB が漏れた場合は、直ちにウエス等で拭き取り、使用したウエス等は専用の保管容器に速やかに収納すること。

### （４）付属品の取外し作業の手順と環境・安全対策

付属品の取外し作業の手順と環境・安全対策を以下に示す。

#### 作業手順

- ・ 保管場所の状況に応じて、床養生、局所排気装置の設置、作業場所の区画等の準備を行う。
- ・ 取外す付属品の取付け構造、重量、形状等を考慮して、必要な重機、工具等を準備し、仮設等の段取りを行う。
- ・ 付属品を取外すために必要な吊り上げ、固定等を行う。
- ・ 接続フランジのボルトを外す等により付属品を取外し、PCB 汚染物の場合は速やかに開口部を塞ぐ。（※）
- ・ 取外した付属品を運搬容器に納める。
- ・ 上記の作業中（※印の作業等）は原則として局所排気を行う。

### 環境・安全対策

- ・ PCB 汚染物である付属品の取外しを行う場合の環境・安全対策は、オイルパンの設置及びグローブバッグの使用を除いて基本的に抜油作業と同様。
- ・ 液体 PCB 汚染物の取外しの際には、万一の液だれに備えて、液を受けるための容器等を設置し、局所排気を行いつつ作業すること。
- ・ 当該作業による液だれ防止には、抜油後時間を置いて付属品内部の PCB を十分液切りすることが有効である。抜油終了後、抜油装置を切り離し、開口部を塞いだ状態で1日以上の時間を置き、付属品の内部に残存している PCB をできるだけトランスのタンク内に戻すことができるような作業計画とすることが望ましい。

## (5) 現場における確認

「(3) 抜油作業の手順と環境・安全対策」及び「(4) 付属品取外し作業の手順と環境・安全対策」でとりまとめた現場解体の作業手順及び環境・安全対策については、実際に現場解体を行う保管事業者の協力を得て、実地に検証することが重要である。

その際の主な検証事項には、以下のものがある。

- ・ 局所排気の効果と作業環境中の PCB 等の濃度。
- ・ 作業手順に従った作業の容易性（特にグローブバッグ）、必要時間、課題等。

## (6) 局所排気の方

局所排気装置の設置目的は、作業環境中への PCB 蒸気の拡散を防止することである。

このため、「(3) 抜油作業の手順と環境・安全対策」及び「(4) 付属品取外し作業の手順と環境・安全対策」に示す局所排気装置については、一般的な局所排気装置の考え方に基づき、PCB 蒸気の拡散の恐れがある開口部近傍に吸引口を設けることとしているが、抜油作業時のトランス及び抜油用ドラム缶内部の圧抜きに使用する活性炭フィルタを経由してトランス内部の気相部から直接排気し、開口部からの PCB 蒸気の拡散を防止する方法も考えられる。

## (7) 現場解体作業標準手順書（案）

「1.(5) 現場解体作業の判断に必要な調査手順」、「2.(3) 抜油作業の手順と環境・安全対策」及び「2.(4) 付属品の取外し作業の手順と環境・安全対策」を踏まえた、現場解体作業の標準的な手順書（案）を別添参考3-6に示す。

なお、本手順書案は、環境省の定める「PCB 廃棄物収集・運搬ガイドライン」に基づく具体の作業手順として位置づけられるべきと考える。

## 第4章 その他の重要事項

### 1. 実施体制

第3章でとりまとめた作業を安全かつ的確に行うため、事前調査から、現場における抜油等の作業、保管場所からの搬出、運搬車両への積み込みまで、一貫した実施体制が必要である。

これらの業務には、第3章1.(1)で整理したように、トランス等の専門知識等、重量物取扱の専門知識等、建築物構造・設備の専門知識等及び重量物運搬の専門知識等が必要となる。また、業務の実施者は、作業内容に応じた重機、設備、工具等必要な資機材を調達できなければならない。

さらに、これらの業務を安全かつ的確に行うためには、対象となるトランス等の製品情報が重要であるため、実施にあたっては当該トランス等のメーカーの協力を得て、対象物の構造等について情報を入手できる体制とすることが重要である。

これらの業務は、当該トランス等の保管事業者の責任において行われるべきものであるが、保管事業者から処理施設における処理を受託する日本環境安全事業株式会社は、これらの業務が適切に行われ、処理施設における当該トランス等の受入及び処理が円滑に行われるよう、保管事業者に対する積極的な助言等に努めることとする。

### 2. 今後の検討課題

本検討で実施した PCB の拡散シミュレーションについては、次の観点からさらに充実を図ることが望ましい。また、これらの結果を踏まえて、より効果的な局所排気方法の設定について検討することが望ましい。

- ・ 試験結果から拡散係数を算定できなかった#126 の PCB 異性体（及びその他把握することが望ましい異性体があれば当該異性体）についての蒸発試験及びシミュレーション。
- ・ PCB 蒸気の拡散防止にさらに効果的な局所排気の方法の拡散シミュレーション。
- ・ 第3章2.(5)に示す現場確認を実施する作業場をフィールドとした拡散シミュレーション。
- ・ 上記現場確認における実測結果を踏まえた拡散シミュレーションの検証と、解析手法の改善。

本報告書で示した抜油及び付属品取外し作業手順については、開口部のより速やかな閉止方法等、環境・安全対策の細目についてさらに検討を進める必要がある。

本報告書では、抜油及び付属品取外し作業における安全衛生管理のうち、その基本

となる作業環境管理に係る留意事項を環境・安全対策として示したが、作業従事者の安全確保の方策として作業管理及び健康管理に係る留意事項についても検討する必要がある。

これらの留意事項については、平成 16 年 2 月にポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会においてまとめられた「PCB 廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について」を参考とし、現場での作業及び作業環境を考慮したものとする必要がある。

本報告書で具体的な手順等を示していない、本体部分の切断・解体が必要な大型トランス等の現場解体については、引き続き適用可能な手法について検討を進める必要がある。

大型トランス以外の大型電気機器についても、メーカー及び保管事業者の協力を得て技術的な情報の収集を継続し、現場解体を行う場合の留意事項等を把握する必要がある。