

高濃度PCB廃棄物処理における 処理困難物に係る取組 報告書

概要

中間貯蔵・環境安全事業株式会社

目次

0. はじめに

1. 基本的考え方

1-1 処理困難物への現場対応の基本的な考え方

1-2 作業フロー

2. 現場対応に向けた技術とシステム

2-1 対象物の特徴

2-2 対象物の把握

2-3 技術開発の経緯

2-4 現場における作業

2-4-1 現場解体作業開始にあたっての準備作業

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

2-4-3 搬出技術(吊り上げ、吊り降ろし)

2-4-4 現場解体終了後の原状復旧

2-5 処理困難物対応技術に係る特許

3. 現場対応における環境・安全対策

3-1 安全対策

3-2 環境対策

3-3 作業環境モニタリング

4. 実績

4-1 処理実績

4-2 モニタリング結果

4-2-1 簡易分析による作業環境のモニタリング結果について

4-2-2 PCBの挙動調査結果について

4-3 具体事例

5. おわりに

別表1 簡易分析による作業環境モニタリング結果

別表2 処理困難物対応技術の解体撤去への適用について

実績編

1. 実績個票

2. 実施事例

資料編

1. 現場解体作業報告書(第1次～3次統合版)

2. PCB廃棄物収集・運搬ガイドライン(抜粋)

3. PCB廃棄物の処理作業等に係る安全衛生対策について

4. PCBの挙動調査結果

0. はじめに

- PCB が使用されている高圧トランス等のうち、機器の寸法・重量等が大きく、そのままでは保管事業場（以下「現場」という。）からの搬出や処理施設への搬入、トラック等による運搬が困難な大型トランス等がある。
- このような現場での対応が必要な機器等（以下「処理困難物」という。）について安全かつ適切な方法でこれを行うためには、あらかじめ具体的な手順や環境・安全対策を定めておく必要がある。
- JESCOでは、PCB処理事業検討委員会及び同技術部会の指導のもと、このような処理困難物の現場における作業について、必要な技術的検討を行い、その成果として、3次にわたる報告書（以下「現場解体作業報告書」という。）を取りまとめた。
- 現場での解体作業が必要な大型トランスや搬出不可トランス等については、この現場解体作業報告書に記載された技術を用いて作業が行われ、平成25年度から令和3年度までの間に、全国28か所48台について安全に作業を終えた。
- 今般、これら処理困難物の現場での作業の結果を整理するとともに、作業にあたって直面した問題及びその対応、実際の作業により得られた知見などを取りまとめた。

1. 基本的な考え方

1-1 作業の基本的な考え方

- ・案件ごとに対象物、保管状況が異なり、作業スペースや搬出経路についての制約も大きいことから、十分な現地調査と検討を行い、適切な作業計画・手順を作成して実施すること、JESCO事業所でのPCB処理同様に、環境の保全の徹底と工事における万全な安全衛生の確保を図ることを基本とした。
- ・環境保全としては、PCBの漏洩防止の徹底、作業工程により生じるその他の影響を防止するための措置を講じた。安全衛生の確保としては、処理困難物処理に従事する作業者の安全及び健康を確保するための措置を講じた。
- ・現場作業は保管事業者の責任であるため、保管事業者の理解を得て実施が可能となる。また、作業は複数の工程をそれぞれ専門的な能力を有する業者が実施するため、業者間の十分な意思疎通が重要である。これらを実現するために、保管事業者のコンサルティング作業の計画や関係者間の調整にJESCOも積極的に関わり、関係者の十分な調整の下で事業を推進。

1-1 作業の基本的な考え方(続き)

<実施の目的と条件>

- ・ 処理困難物の現場解体作業は、現場からの搬出、運搬、JESCO処理施設での受け入れが困難な機器について、受け入れ可能となるような現場での作業。
- ・ 処理施設への運搬及び処理施設での受入については、環境省が定める「収集・運搬ガイドライン」及びJESCO事業所が定める受入基準を順守。
- ・ 現場からの搬出については、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あるため、両者の比較検討により作業内容を決定。

<責任者及び実施体制>

- ・ 現場解体作業は、保管事業所の責任のもとに行われる。
- ・ 各種の専門的な知識及び経験が必要であるため、それらの知見を有する者の協力を得て実施。
- ・ 各種行政手続きも必要となるため、計画策定の初期の段階から関係行政機関に相談し指導を受ける。
- ・ 資格等を有する作業従事者の配置が望ましい。
- ・ 受入基準に対応するため、作業計画を作成する段階からJESCOに相談が必要。JESCOは必要な指導とともに技術的なサポートを実施。

1-1 作業の基本的な考え方(続き)

<作業計画の策定・見直し>

- ・ 対象物の構造・保管状況、保管されている建築物の構造、設備、搬出経路等について調査を行い、調査を踏まえて作業計画を策定。
- ・ 作業計画の検討には、十分な現場調査を行い、実施に無理のない合理的な内容とする。
- ・ 作業開始後も必要に応じスケジュール、工程等の変更を行い、変更にあたっては、現場作業の関係者と適切に調整。

<作業選択と技術>

- ・ 現場対応作業では、受入基準を満たすための作業、現場からの搬出に必要な作業、JESCO処理施設への運搬に必要な作業を選択。また、安全・環境の確保のための適切な作業等を選択。
- ・ 作業に用いる技術については、JESCO処理施設で用いられている技術を参考としつつ、保管現場という特殊で困難な条件下での作業に対応できるよう、現場解体作業報告書で取りまとめた手法・技術を適用。

1-1 作業の基本的な考え方(続き)

<安全対策、環境対策>

- ・ 現場解体作業においては、作業条件の悪い保管場所での作業であること、作業場所のすぐ周囲では通常の事業活動が行われていることから、安全対策、環境対策については、各段の注意を払って実施。
- ・ 安全対策については、JESCO処理施設で実施している対策を可能な限り再現するとともに、作業現場の状況を踏まえ、作業員へのPCB暴露のリスクを防止するために必要な対策をとる。作業環境のモニタリングを行い、作業者の安全を確認。
- ・ 環境対策については、グリーンハウスの設置による作業場所の隔離、漏洩対策等を厳格に実施。
- ・ 現場作業の実施により新たに発生するPCB廃棄物については、関係行政と相談の上、PCB濃度等の分析結果をもとに適正に処分。

<その他の配慮事項>

- ・ 現場解体作業は、多くの場合、トランス等が保管されている建物の中で行うことから、作業中には当該建物の関係者に迷惑がかからないように、停電防止対策、作業時間の設定などに配慮。
- ・ 現場解体作業終了後には、現場作業のために持ち込み設置したグリーンハウス等の設備、機材の撤去のほか、安全な現場作業のために取外しや改変を加えたビル等の設備や機材については原則として原状復旧を実施。

1-2 作業フロー

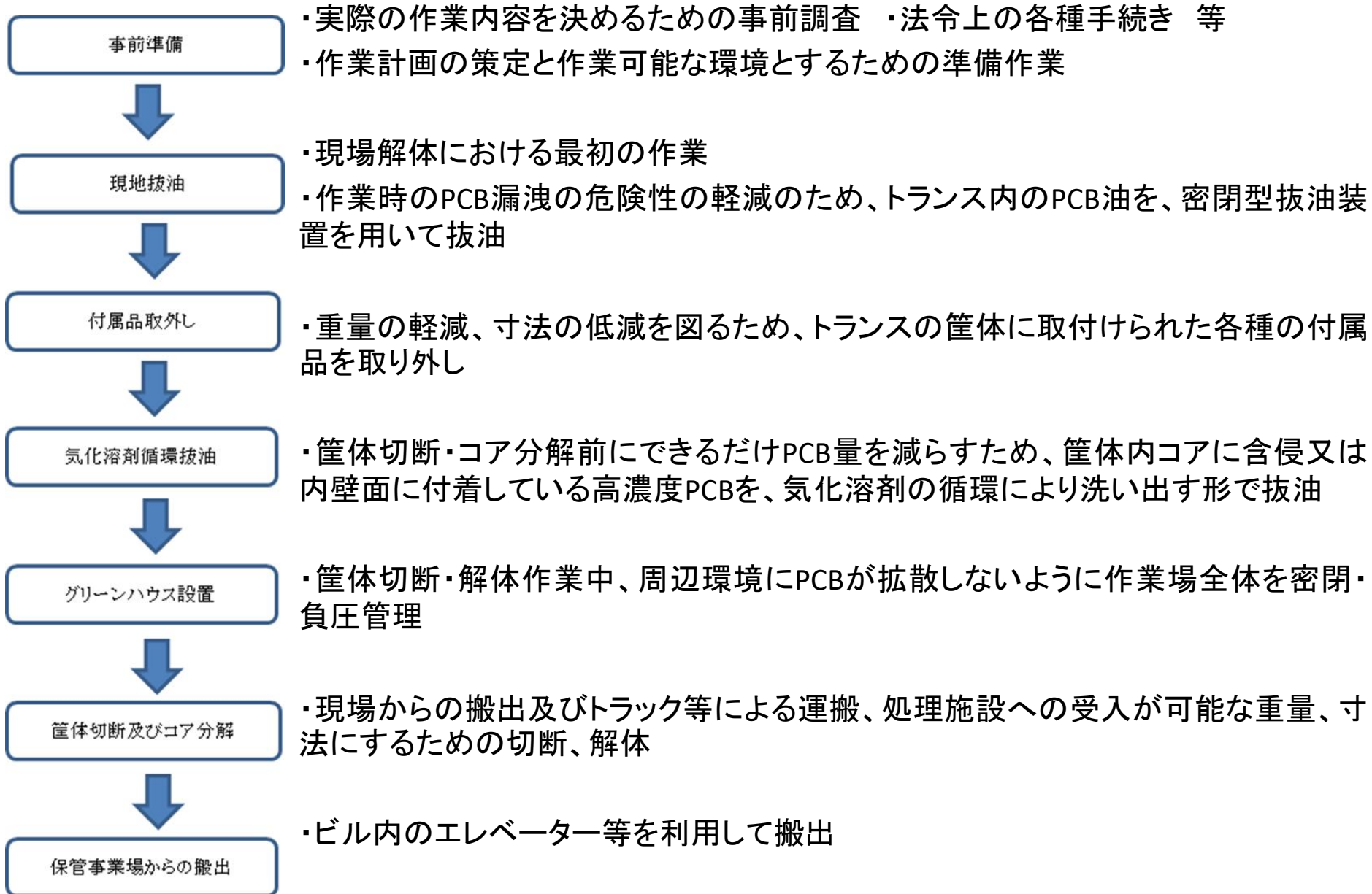


図 作業フロー例

1-2 作業フロー(続き)

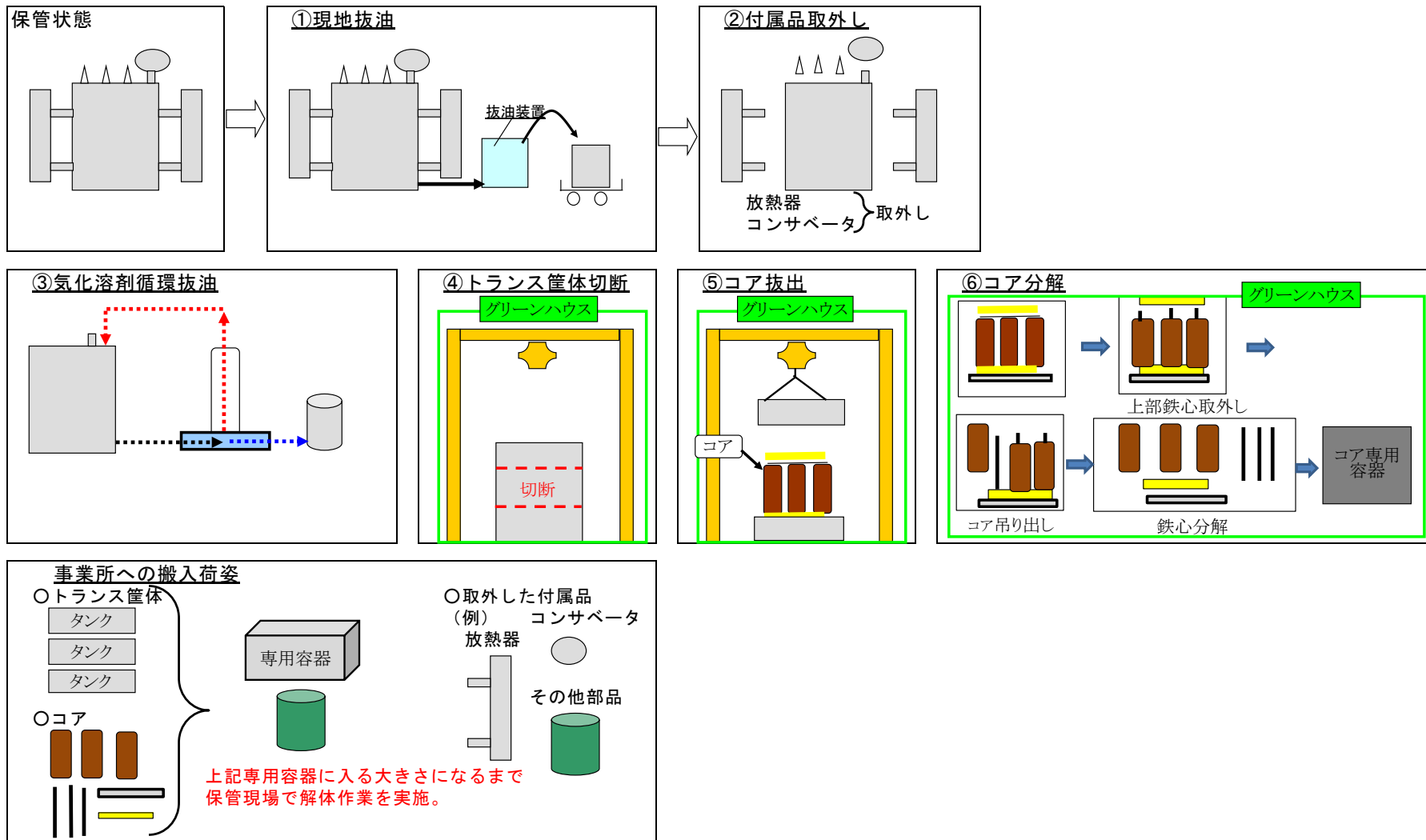


図 作業のイメージ

2. 現場対応に向けた技術とシステム

2-1 対象物の特徴

- JESCOにおいては、高濃度PCB廃棄物として、トランスやコンデンサー、安定器などを受け入れ。
- トランスの中には、寸法・重量等の制約から、そのままではトラック等による運搬や事業所への搬入が困難なトランス等(大型トランス)や、地下電気室等の狭小なスペースや構造壁の奥に保管され、搬出経路が確保できないトランス等(搬出不可トランス)があり、これらについては、現場での抜油・付属品取外し作業、切断・解体等の作業が必要。
- 本報告書においては、このような対象物を処理困難物と位置付け。

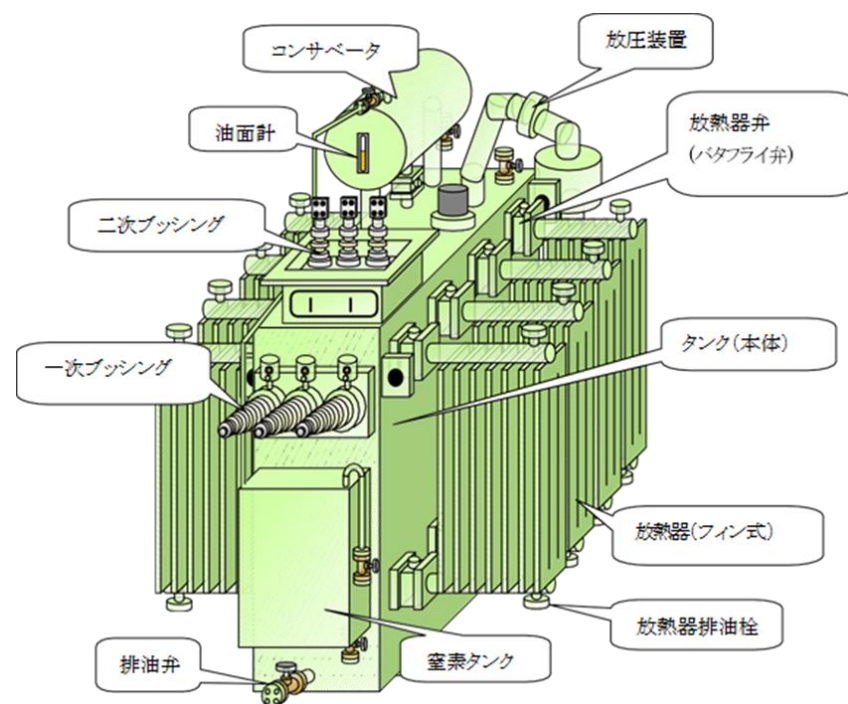


図 大型トランスの基本構造

2-2 対象物の把握

(1)トランス構造の把握

- 大型トランスに着目し、500kVAを超えるすべてのトランスについて、主要トランスメーカーに設計図面の提供を求めるとともに、各社が有するトランスに関する基本的な情報、トランスのメンテナンス等に関する知見や技術に関する情報を把握。

(2)処理困難物の設置状況の把握・現地現物確認調査

- 処理困難物と考えられる大型トランスや搬出不可トランスがどの程度存在するかを、PCB特措法に基づくPCB廃棄物の届出情報及びJESCO登録データをもとに作成したデータベースを用いて把握。
- 具体的には、初めに500kVA超の大型トランス及び大型コンデンサーを抽出し、アンケート等による調査や機器情報・図面情報から対象物を絞り込み、現地現物確認調査を実施し、保管場所での解体作業を要するトランスを絞り込み。

2-3 技術開発の経緯

- トランス現場解体作業の検討に際し、専門的知識を有する者として、主要トランスメーカー、重量物運搬の豊富な経験を有する運搬業者に依頼し、「搬出技術研究会」と称する勉強会をJESCO主導で開催。
- 各トランスメーカーは運搬業者が持つノウハウや技術の提供を受けて搬出のための技術の整理を行うとともに、新たに開発が必要と思われる技術については、各社で分担し実証試験を行い、手法を確立。

2-4 現場における作業

- 本報告書では、現場で作業が行われた28か所48台の処理困難物を対象に取りまとめ。このうち24か所41台はトランスであったが、トランス以外にも現場対応に必要なコンクリート製容器、地下埋設タンク等についても現場解体作業が行われたため、これらの案件も加えている。
- また、28か所のうち、トランスの現場解体作業として特徴的なケースと、搬出作業として特徴的なケース、並びにコンクリート容器と地下埋設タンクのケースについては、作業工程に沿った写真等を含めた事例として整理。
- このほか、解体作業ではないものの、処理困難物として、現場において低引火点成分混入PCB油の分離作業を行ったケースもある。

表 実施事例として整理したケース

	実施事例
(1)トランス解体	①超大型トランスの解体
	②地下電気室での解体
	③上層階電気室での解体
	④漏洩、劣化の生じたトランスの屋外解体
(2)トランス搬出	①解体中商業ビル地下からの吊り上げ搬出
	②稼働中工場地下からの吊り上げ搬出
(3)コンクリート製容器	
(4)地下埋設タンク	

2-4-1 現場解体作業開始にあたっての準備作業

(1) 作業計画の策定・見直し

- 現場解体作業計画の策定にあたっては、トランスメーカー、気化溶剤循環抜油装置の運転業者、切断作業実施業者、グリーンハウス設計・製作者、分析会社に加え、搬出・運搬を担う収集運搬業者（JESCO事業所の入門許可を有する者）も参加して、現地現物確認調査を実施。その際には、調査票を用いて、主に①機器に関する事項、②保管場所に関する事項について確認。
- ①については、対象物の寸法や重量、付属品の取付状況等の確認。②については、機器の保管形態（漏洩等の有無や固定の有無等）、周辺状況、搬出の方法や搬出ルート、作業スペースの確保等の確認。
- この現地調査の結果を踏まえ、必要な準備作業、解体から搬送までの手順が整理され、それに伴う必要な人員や日数などが決定。

(2) 現場における準備作業

現場での作業開始にあたっては、電源がない場合に電源を準備するなど、作業可能な環境とするための対策が必要。また、作業エリア以外のエリアでは通常業務が行われているケースもあり、その際には、業務に支障がないような対策が必要。

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(1) 抜油

- 保管場所において解体作業を行う際には、PCB漏洩リスクの軽減のため、事前に抜油作業を実施。それ以外にも、現場からの搬出作業時及びJESCO処理施設までの運搬時のPCB漏洩の危険性がある場合には現地抜油作業を実施。
- 抜油作業は、トランス底部の排油弁から充填されているPCB油を抜き取る作業であり、周辺へのPCBの漏洩・拡散防止及び作業従事者のPCB暴露防止のため、密閉状態での作業が必須。このため、トランスメーカーの協力を得て、密閉状態での作業を可能とする装置の開発及び作業手順を構築。
- 現場解体作業報告書に記載された方法に従って大きな問題なく対応。

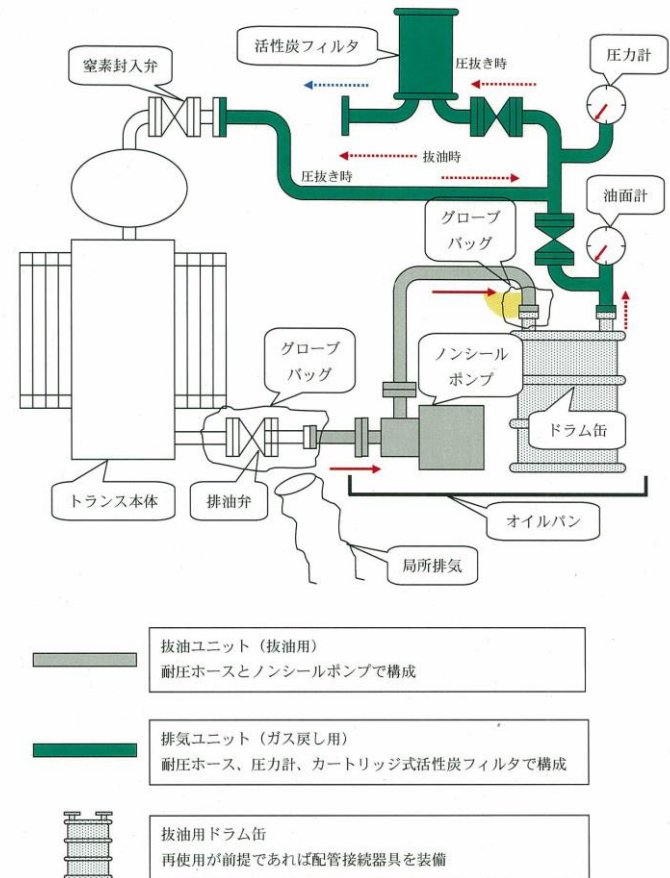


図 抜油作業のイメージ

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(2) 付属品取外し

- 重量の軽減、寸法の低減を図る必要がある場合には、トランスの筐体に取り付けられた各種の付属品を取外し。大型の付属品については、個々の重量が数百kgとなることから、門型クレーンを使用。
- 付属品と筐体の接続がフランジ接続の場合、接続部分をグローブバッグで覆い密閉措置を講じたうえで、活性炭フィルター付局所排気装置によるPCB飛散防止対策を実施。
- 溶接接続の場合は、付属品と筐体の間で切断し、それぞれ密閉措置を行う必要があるが、作業時はフランジ接続タイプと同様にグローブバッグで覆う。
- 現場解体作業報告書に記載された方法に従って大きな問題なく対応。



図 付属品取外し

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(3) 気化溶剤循環抜油

- 抜油作業を実施することで機器内部のPCB油の大部分は抜き取られるが、抜油後も筐体内には高濃度 PCB が付着。このため、筐体を切断開放しコア分解作業に着手する前には、残留している PCB を抜き出す必要がある。
- 現場解体作業の検討を始めた当時には、活用可能な技術がなかったことから、JESCOにおいて実証試験を繰り返し、「気化溶剤循環抜油方法」を開発し、これにより作業を実施。
- 現場解体作業報告書に記載された方法に従って大きな問題なく対応。

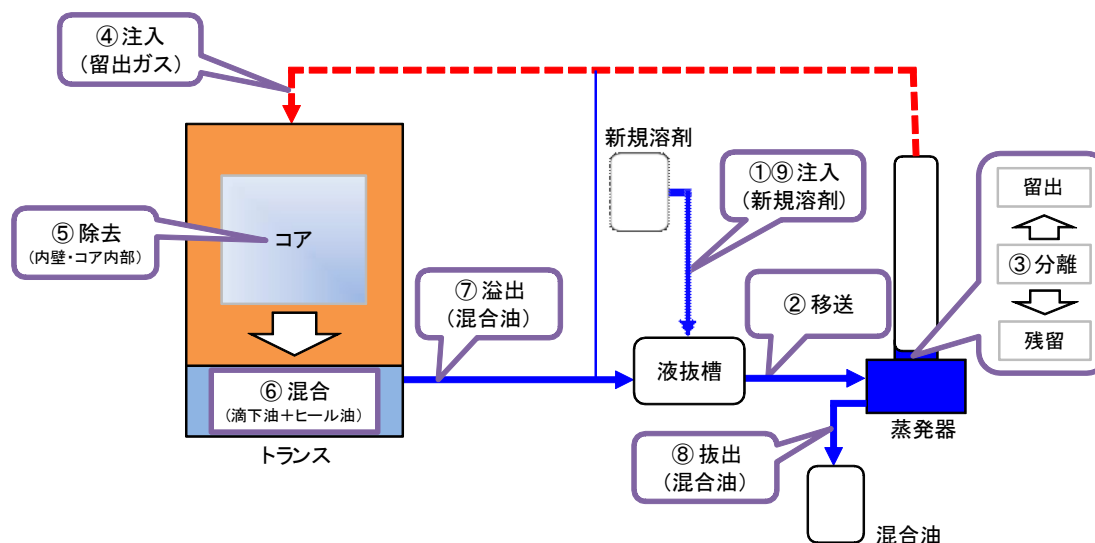


図 気化溶剤循環抜油

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(4) イムノクロマト分析法を用いた簡易分析

- PCB油の濃度分析はサンプル採取から結果が判明するまで数週間を要することがあることから、簡易分析のイムノクロマト分析法を活用し、現場での濃度低減効果を把握。
- 気化溶剤循環抜油作業中のトランス内部のPCB濃度を簡易分析により継続的に把握しつつ、公定法との併用により迅速にPCB濃度を把握する手法として活用。
- 使用する溶剤が気温低下により固化を始める、秋季から冬季にかけて作業する場合、溶剤を温める必要があった。

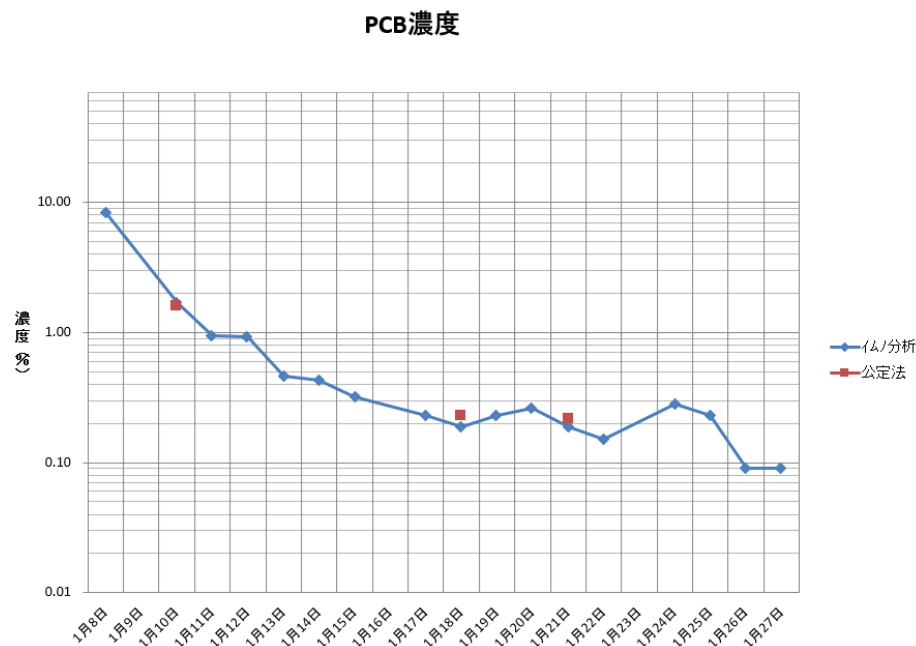


図 気化溶剤循環抜油作業におけるイムノクロマト分析法と公定法の併用例

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(5) 筐体切断、コア分解

- 現場における筐体切断・コア分解に使用する技術・工具の選定については、防火・防毒、安全の観点を含めて幅広く検討されたが、火災や労災の危険性等もあり使用が断念された技術もあった。
- 最終的には、切断面の温度が低温のまま維持でき、かつ、作業従事者が工具を保持することなく切断部との距離が保てるダイヤモンドワイヤーソーによる切断方法を採用。
- 実際の現場において実証試験が行われ、切断面温度70℃が確認できたことから、以降の現場解体においてはダイヤモンドワイヤーソーが活用され、現場解体作業報告書に記載された方法に従って大きな問題なく対応。

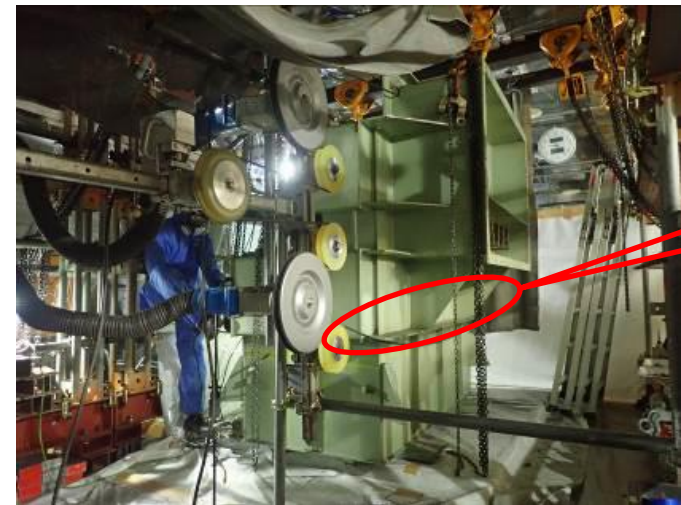


図 ダイヤモンドワイヤーソー

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(6) コンクリート製容器の仕分け

- PCB汚染物を保管していたコンクリート製容器の処理を行う必要が生じ、保管場所での破砕が必要とされた。
- 所管自治体等との協議の結果、処理施設における処理効率を上げるため、現場において高濃度部分と低濃度部分に仕分け。PCB濃度のサンプリング分析と、その結果に基づき高濃度PCBと低濃度PCBのそれぞれの範囲を特定する仕分け作業を実施。
- 具体的には、汚染の著しい箇所を対象に、コア抜き、輪切りを行って、切断面の表面の分析によりPCBの浸透度合いを評価した結果に基づき、側板の表面から60mmまでと、底板の表面から80mmまでを高濃度と判断。
- 作業にあたっては、周辺へのPCBの飛散防止対策として、保管倉庫内にグリーンハウスを設置して負圧管理が行われ、また、吸引装置が付いたウォールソー、コアドリル、グラインダー等乾式の工具が使用された。



図 コンクリート容器の切断作業¹⁹

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について (7) 地下埋設タンクの洗浄・解体

- 地下埋設タンク内で高濃度PCBが保管されているケースについて、トランス現場解体作業を応用しタンク洗浄と解体作業を実施。
- 抜油作業はトランスからの抜油に使用する移動式抜油装置を利用。切断作業を実施する前に、トランス同様内部のPCB濃度を低減しておく必要があったため、実証試験が繰り返され、タンク内洗浄技術（シャワーリング洗浄技術）を開発。
- この技術を用いて現場での作業が行われ、360度回転する洗浄ノズルをタンク内に挿入し、内壁面に付着しているPCBを叩き落とせる圧力で溶剤を噴霧することで、PCB濃度を低減。

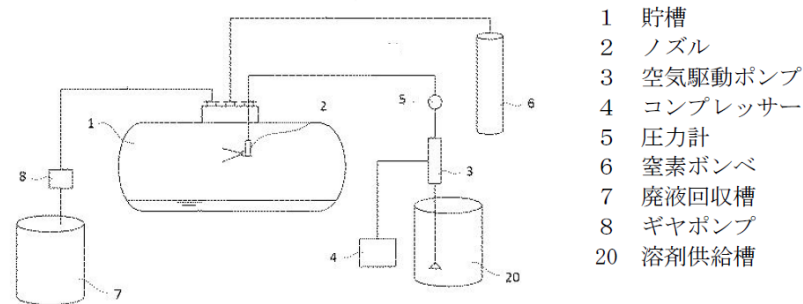


図 シャワーリング洗浄
(上:回転ノズル、下:システム構成)

2-4-2 現場解体作業に用いた各種技術について

(8) 低引火点成分混入PCB油の分離作業

- 使用された溶剤等の影響で引火点が消防法上の危険物第四類第3石油類の基準を下回る油(70°C未満)は、JESCOの各PCB廃棄物処理施設への受入ができないことから、保管場所で低引火点成分の分離作業が行われた。
- 分離作業が安全に行われるよう、専用の移動式蒸留装置を開発。低引火点成分混入PCB油が入ったドラム缶を、移動式蒸留装置と接続し、系内を減圧し気密を確保した後、浮遊物等をストレーナーで除去しながら蒸発タンクに対象となるPCB油を投入。減圧した蒸発タンク内を加温し蒸留を行い、低引火点成分とPCB油を蒸留により分離。
- 留出した液体が低濃度PCB(5,000mg/kg以下)であること、残留しているPCB油の引火点が70°Cを超えていることを確認した後、低濃度PCBは無害化処理認定施設で、高濃度PCBはJESCOのPCB廃棄物処理施設でそれぞれ処理。

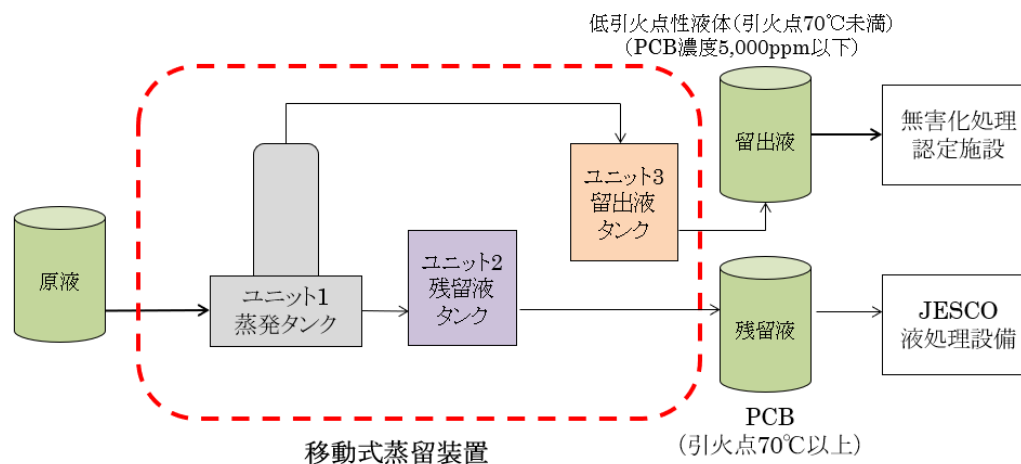


図 低引火点成分混入PCB油の分離作業イメージ

2-4-3 搬出技術(吊り上げ、吊り降ろし)

- トランス搬出前にビル解体工事が始まって電源が喪失したなどの理由により、エレベーターが使えず、吊り上げ、吊り降ろしによる搬出が行われたケースも数件あった。
- 地下から吊り上げによる搬出を行ったケースでは、現場でトランスを解体し搬出する計画が頓挫していたところ、ビル解体日程が決まったため、ビル解体工程を踏まえたトランス搬出計画を立案、実施。
- カーリフトの籠を撤去しシャフトに櫓を組んで吊り出す方法で搬出。搬出前に、現場で抜油、付属品取外し、浸漬・液循環抜油が行われ、吊り上げ時のPCB漏洩対策とされた。



図 地下からの吊り上げ作業

2-4-4 現場解体終了後の原状復旧

- 筐体の切断、解体を行う場合にはグリーンハウスが設置され、その撤去に際しては、グリーンハウス内のPCB付着の有無を確認されたが、多くの場合、床面を除いて基準値を超えるPCBは検出されず。PCB汚染が確認された場合は、低濃度PCB廃棄物として処理。このほか、現場作業の実施により発生したPCB廃棄物については、関係行政と相談の上、PCB濃度等の分析結果をもとに適正に処理。
- また、作業前に現場の既存設備の改変が行われた場合には、グリーンハウス撤去後に初期状態に復旧する作業を実施。

2-5 処理困難物対応技術に係る特許

- 処理困難物の対応のため、JESCOにおいて新たな技術の開発を実施。

表 処理困難物対応技術に係るJESCOの特許一覧

技術名 (発明の名称)	対象物	内容	特許番号	取得日
気化溶剤循環抜油 (抜油装置および抜油方法)	大型トランス及び搬出不可トランス	PCB油抜油後のトランス内壁面付着PCB及びコア含浸PCBを抜き取る技術	5905309	平成28年3月25日
シャワーリング抜油 (PCB除去方法)	大型タンク	PCB油抜油後のタンク内壁面に付着しているPCBをシャワーで落とし抜き取る技術	6862218	令和3年4月2日
移動式蒸留装置	低引火点成分混入PCB	低引火点成分が混入し引火点がJESCO事業所受入基準を下回るPCB油から引火点を下げる要因となっている液体を分離する技術	7221603	令和5年2月6日

3. 現場対応における環境・安全対策

3-1 安全対策

- 現場における解体作業については、JESCOの各PCB廃棄物処理施設で実施している安全対策を可能な限り再現。
- 例えば、筐体の切断・解体作業は、グリーンハウスを設置してプッシュ・プル方式の換気により適切な作業環境を確保しつつ、作業従事者は化学防護服や吸収缶マスク着用等必要な保護具を装備して作業を実施。
- それぞれの現場の状況に応じた適切な作業管理、作業環境管理が行われ、グリーンハウス内作業従事者からも体調不良等の報告はなされていない。

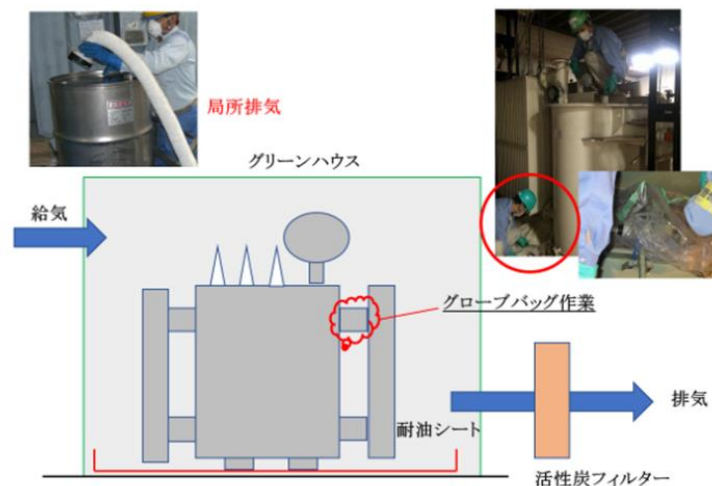


図 トランス解体現場作業における安全対策のイメージ



図 保護具を装備しての作業の様子

3-2 環境対策

(1) グリーンハウスの設置

- 周辺にPCBを拡散させないようにするため、筐体の切断等の解体作業を行う場合には、グリーンハウスを設置することが原則とされた。グリーンハウスは個別に採寸・設計し、工場で作成後、作業場所に持ち込まれ設置。
- グリーンハウス内部を負圧に管理し、グリーンハウスからの排気は活性炭フィルターでPCBを吸着後、外部へ排出することで、外部にPCBを漏洩しない対策が講じられた。



図 グリーンハウスの設置

(2) 漏洩対策

各種作業時における漏洩対策として以下の対応が行われた。

- ・防油・防災シートによる床養生。
- ・オイルパンもしくは防油シートによる簡易防油堤を設置。
- ・緊急用オイルキャッチャー等を作業場所に常備。

また、付属品取外しの作業時には接続部分をグローブバックで覆い密閉措置を講じた。

3-3 作業環境及び周辺環境モニタリング

- 作業環境濃度把握のため、作業エリア(トランスが保管されていて、現場解体作業を行った部屋)内において、作業開始前、作業工程上の切り替え時、作業終了後に、簡易分析によるモニタリングを実施。グリーンハウスを設置して作業を行った現場については、作業エリア内のグリーンハウスの内外でモニタリングを実施。
- また、JESCOでは、一部の作業現場において、作業期間中のモニタリングと搬出後の現場と現場の外部のフォローアップモニタリングの調査(以下、本報告書では「挙動調査」という。)を実施。この調査は、保管場所における作業前後のPCB濃度の推移を調査・把握することで、PCB濃度に影響を与える要因の把握と制御方策の検討、作業後の効果確認を行うことを目的とするもので、PCBの組成分析も行い、対象物搬出による保管場所のPCB低減効果や作業による周辺環境への影響がないことの検証を実施。

4. 実績

4-1 処理実績

- 本報告書で取りまとめた28か所、48台の処理困難物(41台のトランスの他、コンクリート容器、地下埋設タンク等も1台と数える。)については、平成25年度より現場での作業が開始され、令和3年度までにすべての現場作業が終了し、JESCO処理施設に搬入されて、処理を完了した。

表 現場作業を行った処理困難物の台数（年度別、JESCO事業エリア別）

	北九州	大阪	豊田	東京	北海道	合計
平成25年度		2台				2台
平成26年度		1台				1台
平成27年度		1台				1台
平成28年度				2台	1台	3台
平成29年度		1台		4台		5台
平成30年度		4台	2台	5台		11台
令和元年度				9台	1台	10台
令和2年度				2台		2台
令和3年度			2台	7台	4台	13台
合計	0台	9台	4台	29台	6台	48台

※各年度の台数は、現場での処理が完了した時点を基にして計上している。

※平成28年度の北海道の1台は地下タンク

※平成29年度の東京の4台のうち1台は地下タンク

※平成30年度の豊田の2台はシャフト状機器（長さ4m程度でPCB油が充填）

※令和3年度の北海道の4台のうち3台はコンクリート容器

※48台の合計でトランス重量として約700,000kg、PCB油として約97kLを処理。

4-2 モニタリング結果

4-2-1 簡易分析による作業環境のモニタリングについて

- 各作業現場においては、作業エリア内において、作業開始前、作業工程上の切り替え時、作業終了後に、作業環境測定ガイドブックに従って簡易分析による作業環境のモニタリングが行われた。
- グリーンハウスを設置して作業を行った現場においては、グリーンハウス内を除けば、作業期間全体を通じて、全ての測定においてPCB濃度が作業環境基準値(0.01mg/m³)を下回っており、グリーンハウスが有効に機能。なお、作業開始前の保管場所ではPCB濃度が0.010mg/m³という現場もあったが、これは保管中にトランスからトレイ上に油漏れがあったためと思われる。
- グリーンハウス内については、解体作業中にもPCB濃度の大きな上昇が見られず、作業環境基準値を下回ったケースも半数程度あったが、上回ったケースも同程度あった(最大0.18mg/m³)。ただし、作業期間中はそれぞれの現場の状況に応じた適切な作業管理、作業環境管理が行われ、グリーンハウス内作業従事者からも体調不良等の報告はなされていない。
- 一部の現場においては、解体作業中にグリーンハウス内の空気を活性炭フィルターに通した後の排気についてモニタリングが行われたが、いずれの現場もJESCO事業所における排気中のPCB濃度の管理目標値の水準(0.01mg/m³)を下回っていた。

4-2-1 簡易分析による作業環境のモニタリングについて（続き）

表 作業環境測定結果

	作業開始前	解体前	解体中	解体後	現状復旧後
保管場所	<0.001～ 0.010mg/m ³	—	—	—	<0.001～ 0.002mg/m ³
グリーンハウス外	—	<0.001～ 0.004mg/m ³	<0.001～ 0.001mg/m ³	<0.001～ 0.003mg/m ³	—
グリーンハウス内	—	<0.001～ 0.004mg/m ³	<0.001～ 0.180mg/m ³	<0.001～ 0.022mg/m ³	—
排気口	—	<0.001～ <0.002mg/m ³	<0.001～ 0.008mg/m ³	<0.002～ 0.002mg/m ³	—

（注1）本報告書で取りまとめた処理困難物の各作業現場におけるPCB濃度の測定結果を、測定場所と測定期間ごとにまとめて範囲で示している。なお、各作業現場においてすべての場所、期間で測定が行われているわけではなく、また、1つの現場において同じ場所、期間に複数回測定しているケースもある。

（注2）分析は、作業環境測定ガイドブック【3】特定化学物質関係 3009塩素化ビフェニルに基づく。作業環境基準値は0.01mg/m³。

4-2-2 挙動調査結果について

(1) 作業時におけるモニタリング結果について

- 案件番号15の例では、保管庫内の作業内容によりPCBの濃度変化が見られた。保管庫外のPCB濃度は、トランス切断解体中に僅かに上昇していた。
- 作業開始前の保管庫内のPCB濃度は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、作業中の保管庫内において作業環境基準値を上回ることなく、保管庫外は常時暫定環境基準値 $500\text{ng}/\text{m}^3$ 以下であり、作業による周辺環境への影響がないことが確認できた。

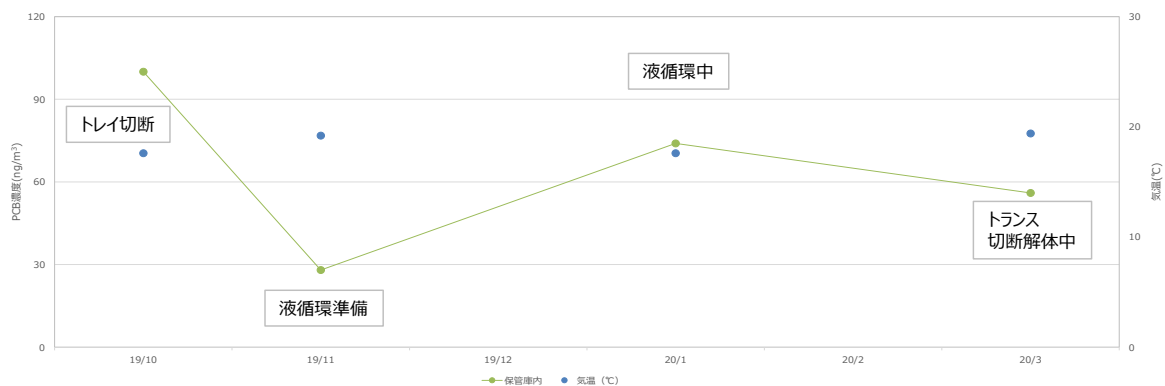


図 現場作業中の保管庫内PCB濃度推移

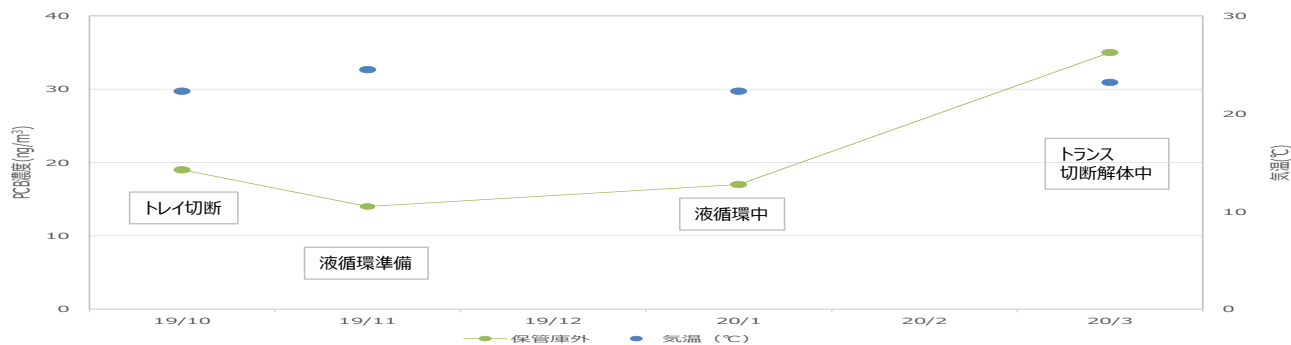


図 現場作業中の保管庫外PCB濃度推移

4-2-2 挙動調査結果について

(2) 作業後における長期モニタリング結果について

- 案件番号28の例では、保管庫内は、令和2年8月(作業完了5か月後)では、PCB濃度は7,100ng/m³。保管庫内の整理及びコンクリート床の油じみの除去を行ったところ、9月には2,900ng/m³、12月には420ng/m³まで低下(暫定環境基準値500ng/m³)。その後は、夏場の7月にはPCB濃度が上がるものの、その他は500ng/m³程度かそれ以下で推移。
- 保管庫外(屋外)では令和2年8月で6.2ng/m³、9月で2.0ng/m³、12月で0.88ng/m³まで低下。

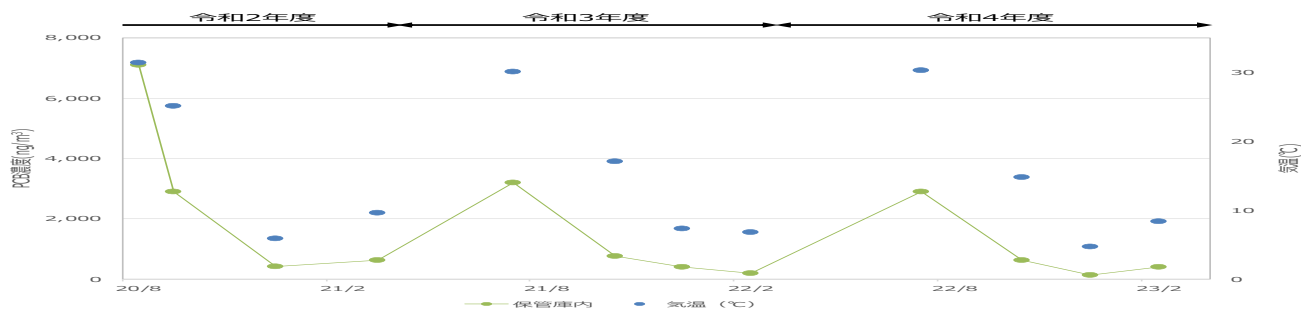


図 保管庫内のPCB濃度経時変化

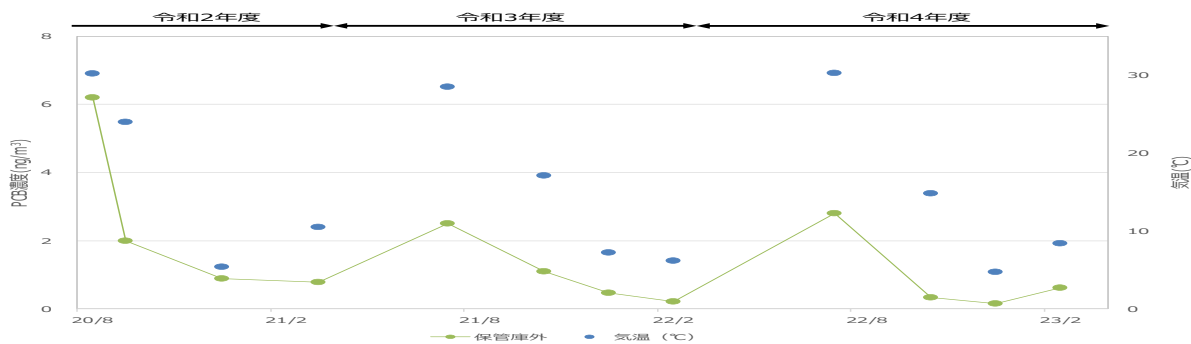
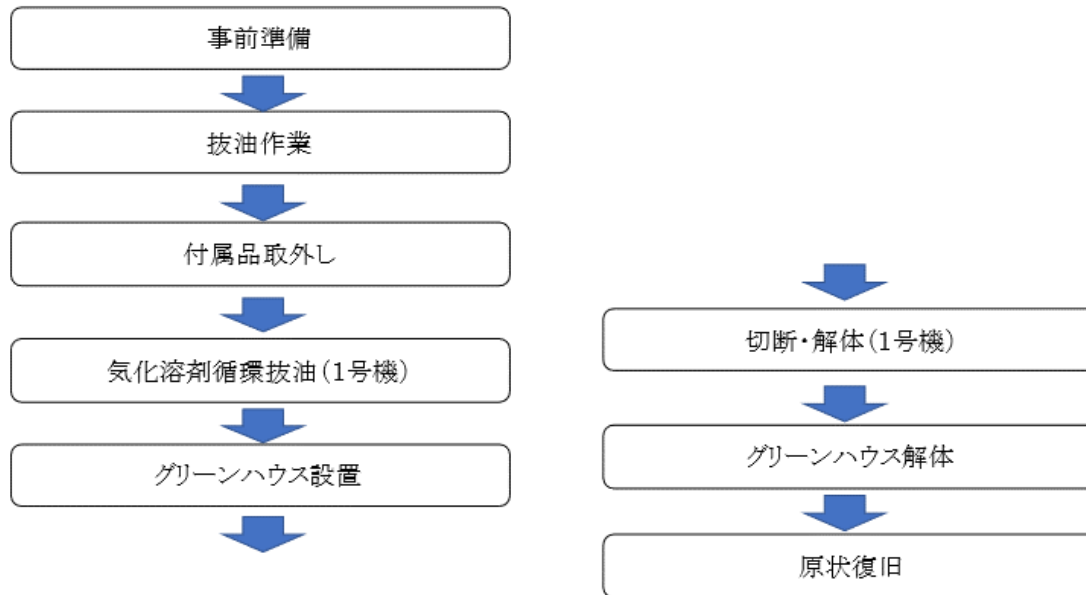


図 保管庫外のPCB濃度経時変化

4-3 具体事例

- 代表的な具体事例として、案件番号2のケースを取り上げた。

【保管場所における作業工程】



4

図 作業工程

4-3 具体事例

(1) 事前準備①(保管事業者との調整)

・早期処理を希望していたが、対象トランスが地上16階の電気室に保管されており、地上への搬出経路が地上14階までの間口の小さなマシンハッチと地上までの小型エレベーターしかないため搬出ができない状態であった。

【搬出ルート】

- ①塔屋最上階機械室で「抜油」「付属品取外し」「解体」作業を実施し、搬出専用容器に収納。
- ②搬出専用容器を塔屋最上階から14階までマシンハッチを使用し移動。
- ③14階から1階まで貨物用エレベーターを使用して移動。
- ④地上で運搬用トラックに積込。

【制約条件】

- ①マシンハッチの寸法
幅1,300mm×奥行1,800mm
- ②荷物用エレベーター
幅1,100mm×奥行1,800mm
積載重量 1,200kg

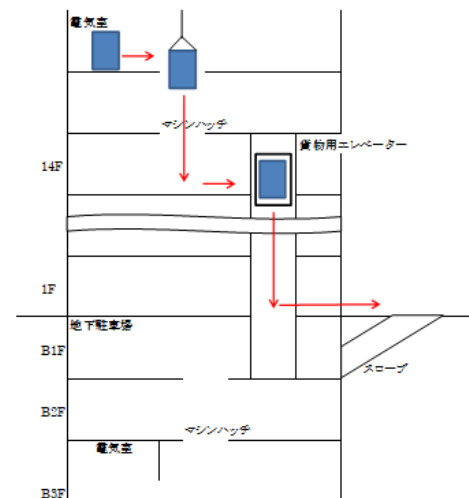


図 搬出ルートと制約条件

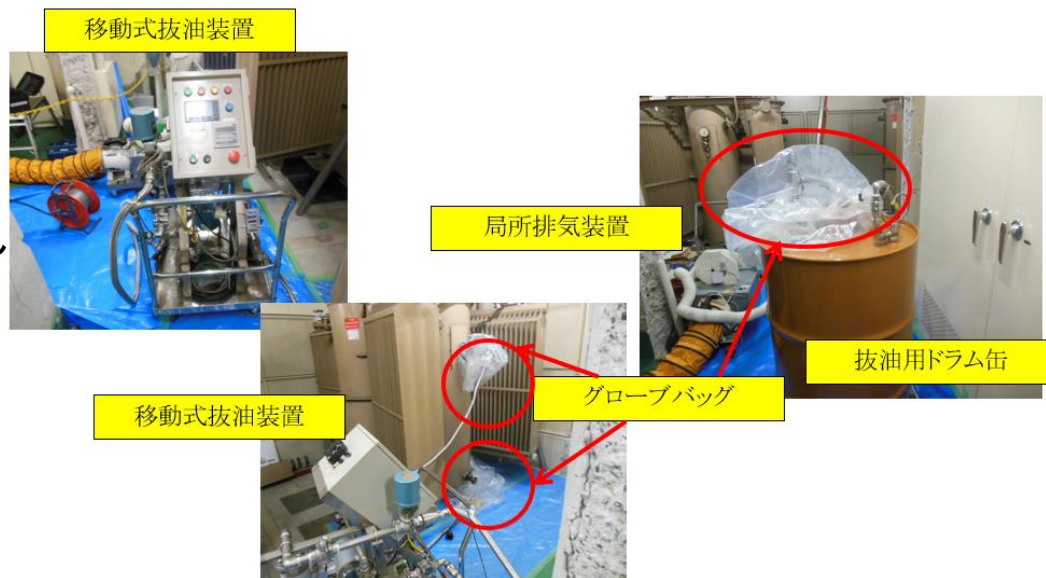
(2) 事前準備②(作業計画の策定、準備作業)

- ・法制度との整合、許認可の要否、安全性確保の確認等、何度も対面での打合せや関連資料の提出、説明を行う必要があった。
- ・また、対象トランスが稼働中の電気設備に囲まれた狭小なスペースに保管されており、作業中に電気設備のスイッチに触れるとビル停電等を発生させる可能性があったことから、電気室内すべてのスイッチ類にキャップを取り付け接触防止を図った。
- ・作業に必要な電源については、分電がビル全体の電気使用に影響を与えないよう作業用の発電機を別途持ち込み電源を確保。なお、発電時に発生するガスについては、金属フレキシブル配管を使い排気ダクトを経由して排出することでビル内の空気換気に配慮。

4-3 具体事例

(3) 抜油

- 作業前に排油弁の健全性を確認し漏洩や破損等がないことが確認されたことから排油弁を利用した抜油が行われた。200Lドラム缶11本分、2,807kgのPCB油が抜油された。



(4) 付属品取外し

- 接続部分をグローブバッグで覆い密閉措置を講じたうえで、活性炭フィルター付局所排気装置によるPCB飛散防止対策を講じながら、ブッシング、放熱器等の付属品取外し作業が行われた。
- それぞれの部品には人力で支えることができない重量のものもあったことから、門型クレーンで吊りながら取外し作業が行われた。
- 約1,070kgの重量が軽減

図 抜油作業

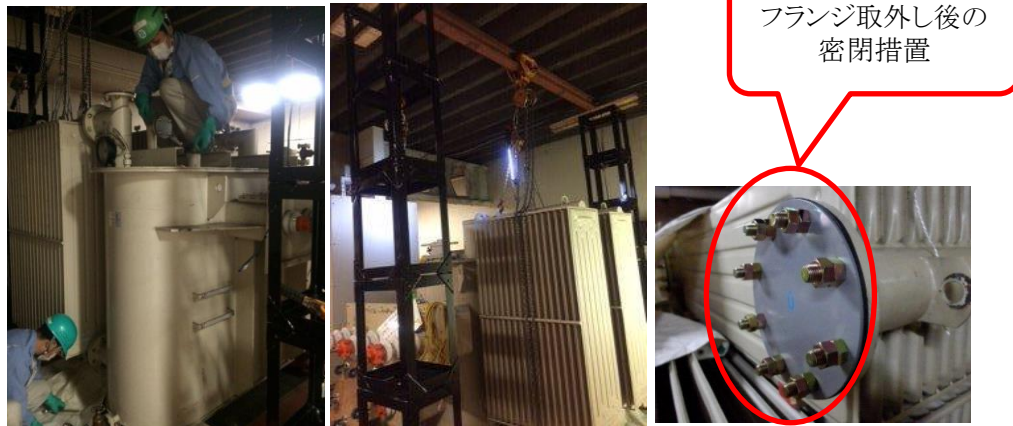


図 付属品取外し作業

4-3 具体事例

(5) 気化溶剤循環抜油

- コア内部等に残留しているPCBを抜き取るため気化溶剤循環抜油による抜油を実施。
- 作業開始後しばらくは高濃度の油が出てきたため、JESCO処理施設で無害化処理を行ったが、後半は低濃度PCB廃棄物となり、無害化処理認定施設に払い出して処理。
- 19日間、のべ154時間かけて抜油。作業開始時は600,000mg/kgであったものが、最終的には470mg/kgまでPCB濃度が低減。この間、755Lの溶剤(NS220P)が使用され、200Lドラム缶で高濃度PCB油が3本、低濃度PCB油が11本。

(6) グリーンハウス設置

- 対象物の大きさをもとに採寸・設計され、工場で作られたものを作業現場に持ち込み、設置された。防火塩ビシート0.3mm厚で製作され、外部にPCBが排出されないようプッシュ・プル方式で負圧計による負圧管理を行いながら作業が行われた。
- グリーンハウス内からの排気は、活性炭フィルターでPCBを吸着後、ビル外部へ排気。



図 グリーンハウスの設置

4-3 具体事例

(7) 切断・解体

- ダイヤモンドワイヤーソーによる切断・解体作業が行われ、切断後の解体品については、エレベーターで搬出可能なサイズに合わせて製作した密閉型鉄箱10箱に収納することで、JESCO事業所における受入基準を満たすようにして搬出。



図 ダイヤモンドワイヤーソーを用いた切断

(8) グリーンハウス解体、原状復旧

- 作業終了後、グリーンハウス内6面のPCB付着の有無を分析したうえで、解体作業が行われた。
- 清掃後のグリーンハウス内壁面のPCB濃度が基準値を超えるものは低濃度PCB廃棄物として払い出された。



図 グリーンハウス解体作業

5. おわりに

- 現場からの搬出やJESCO処理施設への搬入、トラック等による運搬が困難な大型トランス等について、平成25年度から令和3年度までの間に、全国28か所48台について現場での解体作業が行われ、JESCO処理施設に搬入されて、無事に処理を終えた。
- 対象である大型トランス等の構造や保管状況、作業を行う場所の状況、搬出に利用できる経路や設備などは個々のケースで大きく異なっていた。このため、事前及び計画検討中に現地現物調査を徹底して行い、準備作業、解体から搬送までの作業の計画が策定された。現地現物調査は複数回行われ、多いケースでは10回以上に及んだ。また、作業中にも必要に応じ工程、スケジュールの見直しが行われた。計画の策定には、保管事業者やJESCOの関係者のみならず、各作業の技術・知見を持つトランスメーカー、気化溶剤循環抜油装置の運転業者、切断作業実施業者、グリーンハウス設計・製作者、分析会社、収集運搬業者が参加した。このような綿密な調査、計画を行うことにより現場状況に対応した適切な作業が可能となった。

5. おわりに(続き)

- 現場での解体等については、高濃度PCB廃棄物処理専用設計されたJESCO事業所の技術・設備の適用では対応が難しい作業もあったため、JESCOにおいて実証試験を行い、気化溶剤循環抜油方法、シャワーリング洗浄などの技術を開発した。また、トランス筐体の解体に当たっては、切断面の温度を低温に維持できるダイヤモンドワイヤーソーによる切断方法などの知見を得ることができた。実際の作業現場においては、このような知見も含め、現場解体作業報告書等でとりまとめた技術が用いられ、効果的に作業が進められた。
- また、JESCO処理施設で実施している安全対策を可能な限り再現するという観点から、作業の安全管理、暴露防止には特段の配慮を要した。重量物の取り外しのための門型クレーンの利用、グローブバッグによる密閉、グリーンハウスの設置とプッシュ・プル方式による換気、気化溶剤循環抜油による事前のPCB濃度の低下などの対策が行われ、作業環境測定及び適切な保護具の着用が実施された。現場作業実施期間中は、毎朝のKY活動等による注意喚起が行われ、また、屋外での作業については熱中症の防止対策も行われた。これらの取組により安全に作業を行うことができた。

5. おわりに(続き)

- 作業場所は一般的なビル内であることも多く、すぐ近傍では日常的な活動が行われていることもあるため、PCBの漏洩・拡散防止対策が極めて重要であった。このため、グリーンハウス設置と排気の活性炭処理、床の養生等の漏洩防止対策が実施された。一部のケースについて、隣室や一般環境のモニタリングを行い、対策の効果を検証した。また、周辺での活動に影響がないよう作業を夜間に行うなどの配慮も行われた。
- いくつかの作業現場については、作業期間中及び搬出後について詳細なモニタリングを行い、対象物搬出による保管場所のPCB低減効果の検証等を行った。
- 現場で解体作業が必要なトランス等はPCB量も多い大型の機器が中心であるため、漏洩した場合の影響リスクが大きい。これらの機器について特段の問題なく現場解体作業が完了できたことは、PCB処理事業全体の中でも重要な成果である。また、現場解体の取組を通じて開発された技術、関連の専門技術の応用、現場に即した総合的な調査・計画・実施の体系など貴重な情報・ノウハウが得られたことも重要な成果である。

5. おわりに(続き)

- 現場解体作業により得られたこれらの知見については、今後本格化するJESCO処理施設の解体撤去への活用も期待される。このため、処理困難物の現場解体作業の実績から得られた知見のうち、JESCO処理施設の解体撤去作業において活用が可能と考えられる内容や考え方について、「PCB廃棄物処理施設解体撤去実施マニュアル共通編(改訂第1版)」(令和5年6月 中間貯蔵・環境安全事業株式会社)及び同資料集に反映している。これを整理したものを別表2「処理困難物対応技術の解体撤去への適用について」に示す。例えば「2-4-2(5)筐体切断、コア分解」に記載しているダイヤモンドワイヤーソーを用いた切断方法や、「3-2(1)グリーンハウスの設置」に記載している周辺環境保全に関する考え方等について、同マニュアルに反映されている。また、2-4-2の「(2)付属品取外し」、「(3)気化溶剤循環抜油」、「(7)地下埋設タンクの洗浄・解体」に記載している技術については、同資料集に技術情報として掲載することで、活用できるように整理されている。
- また、海外においては、PCB処理が完了していない地域もあり、このような地域の中には、処理設備や運搬の課題があるため、現場で解体作業などの対応が必要な大型トランス等も残っていると考えられる。このような対象物の処理にあたり、本報告書が活用されることが期待される。