

重点(プロジェクト)課題 - 設備運用・保全技術の高度化

PCB汚染変圧器の簡易処理技術の実証

背景・目的

変圧器等の電気機器に微量のPCBが混入していることが2002年に確認された。混入が疑われる機器は多数存在するため、PCB混入の有無を調べる迅速かつ安価な測定技術や、汚染機器を効率的かつ経済的に無害化する処理技術の確立が求められている。

本課題では、微量PCB汚染変圧器の処理費用の低減を目指し、PCB測定技術の改良を図るとともに、機器内部のPCBを絶縁油で洗浄除去する加熱強制循環洗浄技術および課電自然循環洗浄技術の開発を行う。

主な成果

1 改良型PCBバイオセンサーの開発

当所が開発した、抗原抗体反応を利用してPCBを測定するバイオセンサーを改良した。微細な構造を有する基盤上に流路を構築し、絶縁油からのPCB抽出ならびに抽出したPCBの濃度測定を可能とする技術を開発した(図1)。この技術により、現行のPCBバ

イオセンサーの測定時間を3分の1程度(40分程度)、使用試薬量を10分の1程度まで改善できる見通しを得た。また、変圧器から採取した絶縁油について本技術と公定法*で測定したPCB濃度は良く一致し、本技術の測定精度が高いことが示された(図2) [V12005]。

2 PCB汚染大型変圧器のオンサイト式洗浄実証試験の実施

当所がPCB汚染変圧器の処理技術として開発中の加熱強制循環洗浄技術および課電自然循環洗浄技術について、電力10社、電源開発および日本原子力発電と共同でオンサイト(保管場所あるいは使用場所)での洗浄実証試験を実施した。保管場所での無害化を想定した加熱強制循環洗浄試験では、洗浄費用低減のため洗浄油温をこれまでの70℃から40℃に変更し、大型変圧器3台を

対象として実施した(図3)。一方、使用場所での無害化を想定した課電自然循環洗浄試験では、電力系統電源に接続した運転による90日間以上の洗浄を大型変圧器4台を対象として実施した。全ての試験において環境省の定めるPCB処理基準を満たす洗浄結果が得られ、これらの結果を環境省のPCB処理技術調査検討委員会に報告した。

3 PCB収支の解析によるPCB除去効果の確認

洗浄によるPCB除去効果の科学的合理性を検証するため、加熱強制循環洗浄技術および課電自然循環洗浄技術のオンサイト式洗浄実証試験において、洗浄前後のPCBの収支を解析し、PCB除去効果を見積もった。その結果、40℃の加熱強制循環洗浄により、洗浄前の大型変圧器の元油と部材に含まれていたPCBのうち99.2%から99.7%が除去されたと評価され、70℃の加熱強制循環

洗浄と同程度のPCB除去が可能であることが示された。また、課電自然循環洗浄では、洗浄前の大型変圧器に含まれていたPCBの99.3%から99.7%が除去された。以上、所期の目標とした99%以上のPCB除去効果が確認され、洗浄前の変圧器に含まれていたほとんどのPCBが両洗浄技術で除去できることが示された(表1)。

* 特別管理一般廃棄物及び特定管理産業廃棄物に係る基準の検定方法(平成4年厚告192号)の表第二(油中のPCB分析法)。

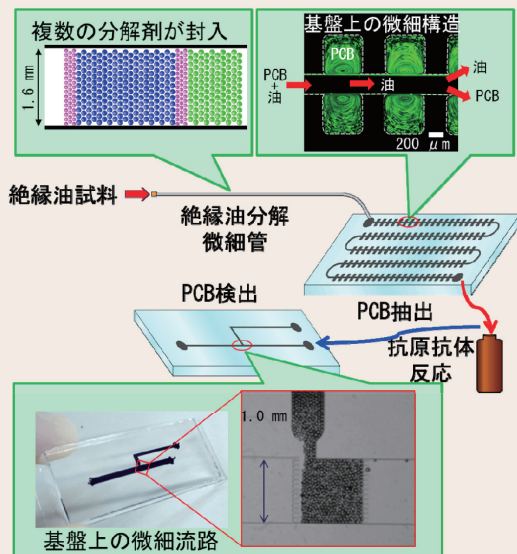


図1 微細加工技術を応用したPCBバイオセンサー
PCBは油分解剤を充填した微細管を経て、微細構造を有する基盤上の流路において絶縁油から抽出される。抽出液中のPCBは抗原抗体反応により微細流路を有する基盤上で検出される。

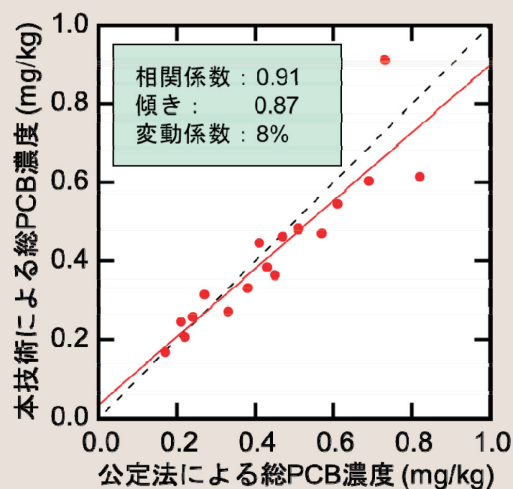


図2 微細加工技術を応用したバイオセンサーと公定法との相関

変圧器から採取した18種の絶縁油のPCB濃度を本測定法と公定法で測定した場合の相関を示す。今後、精度を高め、公定法としての認定を目指す。

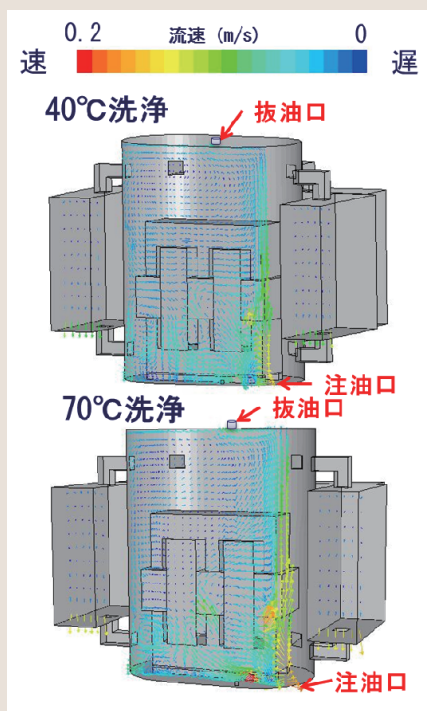


図3 洗浄油温が40℃と70℃の場合の加熱強制循環洗浄中の変圧器内の洗浄油の流れのシミュレーション結果

変圧器の油量14,000L程度、加熱強制循環洗浄時の洗浄油は流量250L/min程度で注入口から流入して抜油口から流出して循環する想定。機器全体に亘って流速に温度による大きな違いはなく、40℃でも洗浄油が変圧器内全体を循環していることがわかった。

表1 収支解析からのPCB除去効果の評価

変圧器容器等の面積あたりの付着PCB量や部材重量あたりに含まれるPCB量を測定し、容器等の表面積や部材重量から洗浄前後のPCB収支を解析した。収支から洗浄前の総PCB量に対して洗浄により除去されたPCBの量比を示した。

洗浄技術	試験場所	洗浄条件	除去率(%)
加熱	A	70℃ 加熱循環	99.1
	B		98.9
	C	40℃ 加熱循環	99.2
	D		99.6
	E		99.7
課電	F	90日間以上 課電循環	99.7
	G		99.7
	H		99.5
	I		99.3