

# 常圧溶解法による変圧器用モールドコイルの リサイクル技術

(日立化成・新材研) ○(正)柴田勝司\*, 前川一誠, 池田ゆかり, 廣瀬祐子  
(日立産機システム) 海津朋宏, 佐藤孝平

## 1. はじめに

変圧器は鉱物油で導体を絶縁する油入変圧器と、熱硬化性樹脂で導体を絶縁するモールド変圧器に分けられる。油入変圧器は導体を取り出すことが容易で、リサイクル率は90%を超えているのに対して、モールド変圧器はこれが困難でリサイクル率は約75%に留まっている。モールド変圧器の製品寿命は20年から30年であるが、製品が市場に投入されてから約25年になる。国内では年間約15,000台が生産されており、今後、廃棄物の発生が増えていくことが予想される。変圧器用のモールドコイルはエポキシ樹脂、シリカ、アルミ、銅等からなる複合成品品であるために分解が困難で、現状では粉碎後に金属だけを選別して取り出し、それ以外は埋め立て処理されるか、またはコイルをそのまま埋め立て処理している。これは環境保護の観点から好ましくなく、早急に対処する必要がある。今回は、我々が開発した常圧溶解法を適用した結果について報告する<sup>1), 2)</sup>。

## 2. 実験方法

図1に示す溶解処理槽を使用して、表1に示す条件で、図2の銅線を導体とする変圧器用モールドコイルを溶解処理した。また、表2に示す条件で、図5に示すアルミ板を導体とするモールドコイルを溶解処理した。それぞれのモールドコイルから回収した充填材は、溶剤と水で洗浄して乾燥した後、評価した。



図1 溶解処理槽

## 3. 結果と検討

その結果、銅線を導体とするモールドコイル(図2)は、触媒としてリン酸三カリウム( $K_3PO_4$ )、溶媒としてジエチレングリコールモノメチルエーテル(DGMM)を用いた処理液中で、 $190^\circ C/80h$ でほとんどの樹脂が溶解した。端子部分など、一部未溶解の部分もあったが、銅線の周囲のモールド樹脂は完全に溶解し、機械的な力をかけずに導体である銅線並びに充填材であるシリカ粉末が分離回収できた。洗浄して乾燥した回収直後の銅線には光沢があり、錆び、腐食などはみられなかった。

回収したシリカ粉末の平均粒径並びに $600^\circ C/1h$ 加熱後の質量減少を測定した。その結果、新品の平均粒径 $6\sim 9\mu m$ と比較して、 $9\sim 11\mu m$ と大きく、ろ過した際に粒径の小さなものを捕捉しきれなかった可能性が高い。また、加熱後の質量減少の割合は新品が0.1%以下であるのに対して1.1~1.3%と大きく、表面に付着した樹脂分解物が、洗浄によって十分に除去できなかったと考えられる。

アルミ板を導体とするモールドコイル(図5)は、触媒として $K_3PO_4$ 、溶媒としてベンジルアルコール(BZA)を用いた処理液中で、 $190^\circ C/80h$ で樹脂が完全に溶解し、導体であるアルミ板

表1 溶解処理条件

項目	条件
溶解槽	20 L
溶媒	DGMM 17.0kg
触媒	$K_3PO_4$ 1.2kg
温度	$190^\circ C$
圧力	常圧
雰囲気	窒素
時間	80h

表2 溶解処理条件

項目	条件
溶解槽	20 L
溶媒	BZA 17.0kg
触媒	$K_3PO_4$ 2.5kg
温度	$190^\circ C$
圧力	常圧
雰囲気	窒素
時間	80h

並びに充填材であるシリカ粉末が回収できた。洗浄して乾燥した回収アルミ板には光沢があり、錆び、腐食などはみられなかった。回収したシリカ粉末は、2-プロパノール(IPA)で3回、水で1回洗浄することによって、600℃/1h加熱後の質量減少が0.2%になった。



図2 モールドコイル(銅)



図5 モールドコイル(アルミ)

#### 4. おわりに

常圧溶解法によって、変圧器用モールドコイルをそのまま溶解処理できることを確認した。しかしながら、処理時間は80hと長く、処理コストが大きくなると推定する。そのため、何らかの前処理を行って、処理時間を短縮する必要がある

と考える。充填材は、新品に近い性状のものが回収できたが、今後はこれを用いたモールドコイルの特性を評価していく予定である。

#### 5. 参考文献

- 1) 柴田勝司, 前川一誠, 北嶋正人, 海津朋宏, 伊豆名具己, 第14回ポリマー材料フォーラム予稿集, p.197 (2005)
- 2) 柴田勝司, 前川一誠, 池田ゆかり, 廣瀬祐子, 海津朋宏, 伊豆名具己, 第56回高分子学会年次大会予稿集, vol.56, no.1, p.2352 (2007)



図3 40h溶解処理後



図4 80h溶解処理後



図6 溶解処理後(アルミ)