

マグネットワイヤー皮膜中の残留溶剤の測定

マグネットワイヤーについて

銅線に絶縁塗料を塗付焼付することにより製造された絶縁電線で、テレビの偏向コイル、電動機用のコイル等、電気エネルギーを磁気エネルギーに変換するためコイルの形状で多用途に使用されている。絶縁塗料としては、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステル、ポリウレタン等の高分子が使用されるため、その溶媒も汎用ワニスに比較すると限定され、一般的にクレゾール、フェノールを主体とし、キシレン、ソルベントナフサ等で希釈した混合溶媒が使用されている。

銅線に塗布された絶縁塗料は、炉温約 350℃、炉長約 3m 程度の焼付炉の中を一定の線速度で通過させることにより加熱硬化され、溶剤は皮膜より除去される。溶剤の中でも、クレゾール、フェノール等の極性溶媒は除去しにくく、皮膜中に残留することにより、電気特性、誘電率が変化し、コイルのレアーショット等の原因となっている。

銅線に塗布された絶縁塗料は、炉温約 350℃、炉長約 3m 程度の焼付炉の中を一定の線速度で通過させることにより加熱硬化され、溶剤は皮膜より除去される。溶剤の中でも、クレゾール、フェノール等の極性溶媒は除去しにくく、皮膜中に残留することにより、電気特性、誘電率が変化し、コイルのレアーショット等の原因となっている。

従来法による残留溶剤の測定

TO (熱天秤)、DSC (示差熱分析) による試料の重量測定が行なわれたが、変化量が少ないことと再現性に問題がある測定方法とされ現在ではあまりこの方法は採用されていない。また物理的なマグネットワイヤーの試験法として試料の温度を数点変化させ、その温度での誘電損失 ($\tan \delta$) を測定することによつてマグネットワイヤーの焼付度 (Cure Test) を評価している。この方法では測定時間が長いこと、誤差が多いこと、溶剤含有量以外のファクターも測定してしまうため、的確な評価ができなかった。

加熱炉方式の熱分解ガスフロマトグラフ法では試料の加熱速度が遅いことと測定誤差が大きく、再現性に乏しかった。しかしキューリーポイントパイロライザの使用でこの点が大きく改善され、試料量が少なく短時間に再現性の良いデータが得られるようになった。

塗布焼付速度に対する残留溶剤量 (試料は東京持殊電線殿より提供いただきました。)

試料 : 0.74mm - TEILOCK 東特製 (ポリエステルイミド + エポキシ) 長さ : 20mm

熱分解温度 : 440℃、3 秒間加熱

カラム : 10% Silicon gum rubber SE-30

カラム温度 : 80℃

塗布焼付速度 40m/sec ~ 48m/sec で製造した試料片 20mm を、キューリー - ポイントパイロライザで 440℃ 3 秒間加熱すると図 - 1 のパイログラムを得た。

パイログラム中の m、P - クレゾールのピーク面積を測定し、塗布焼付速度でプロットすると図 - 2 のように再現性よく残留溶剤を測定することができる。

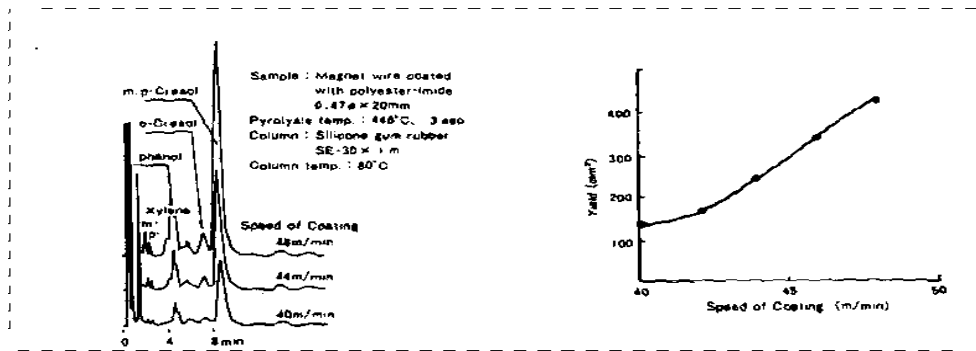


図-1 マグネットワイヤ皮膜中の残留溶剤の分析

図-2 塗布焼付速度に対する残留溶媒の量

塗布焼付温度の相違による残留溶剤の測定

試料：0.47φ マグネットワイヤー 長さ：20mm ウレタン系（微量エポキシ樹脂を含む）皮膜
 熱分解温度：445、3秒間加熱
 カラム：10% SE-30、3mm × 2mm
 カラム温度：80
 キャリアーガス：N₂ 25ml/min

試料の焼付温度を 330、350、370 とし、塗布焼付速度は 40m/min 一定とした。このマグネットワイヤーの溶剤はフェノールとキシレンの混合溶剤を使用したが、キシレンは揮発しやすいため絶縁塗料中に残留しないためフェノールのピークのみを追跡した。

パイログラムは図-3、その結果は図-4に示した。

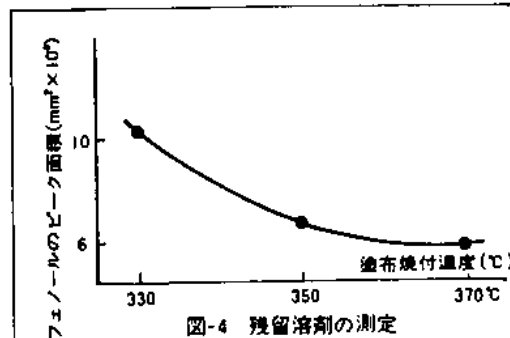
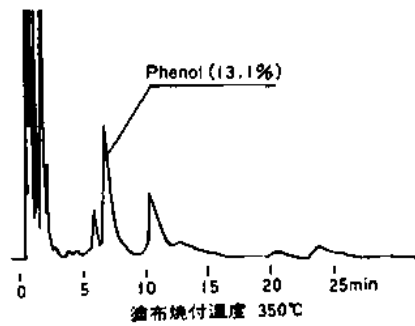
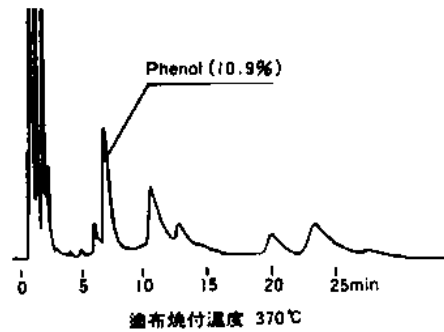
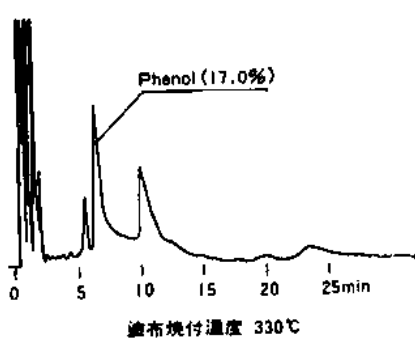


図-3 残留溶剤(Phenol)の分析

図-4 残留溶剤の測定