

柱上変圧器の新修理ライン

1. はじめに

近年、電力会社は経年機器のリユースによる有効利用を進めている。現在、この取組み方針にしたがい柱上変圧器もメーカー工場へ搬入して劣化度合に応じた修理が行われるようになった。柱上変圧器は、ブッシング、ケース、カバー、ガスケットなどの外部部材と電圧切換えタップ板、鉄心、コイルなどの内部部材と絶縁油で構成されている。柱上変圧器の修理は、これまでの「ケース、カバーなどの外部部材のさび除去・塗装」と「ガスケットや絶縁油交換に限定した修理」から、「内部部材をケースから吊り出しでの点検・補修」まで行うことが主流になってきた(以下新修理と表記)。当社は、このニーズに応えるため、修理範囲の拡大と処理能力の増強を目指し、柱上変圧器の修理ラインを構築した。

2. 新修理ライン概要

修理ラインは、第1修理ラインと第2修理ライン、塗装ラインの3つからなり、その作業工程を図1に示す。

第1修理ラインは既存の修理ラインで、今回構築した新修理ラインは第2修理ラインと塗装ラインである。

第1修理ラインは、ケース、カバーなどの外部部材のさび除去・塗装とガスケットや絶縁油の交換を行う既存の修理ラインで、ケレン、抜油、下塗、外部部材取外し、上塗、外部部材取付け、真空注油、試験の工程で構成される。

第2修理ラインは、今回の新設ラインで、抜油、外部部材取外し、内部部材吊り出し、内部部材点検、部材交換・補修、内部部材乾燥、一時保管、内部部材取付け、外部部材取付け、真空注油、試験の工程で構成される。

塗装ラインは、ケース・カバーの洗浄、水切り乾燥、ケレン、下塗、上塗の工程で構成される。

これらの修理ライン構築により、お客様のニーズ(修理範囲と修理要否判断基準)に対応した修理を実現した。

なお、新修理ラインの主要設備を表1に示し、代表的な工程の作業概要を以下に示す。

表1 新修理ラインの主要設備

工程	設備区分	設備名称	設備概要
一時保管	新設	内部部材保管庫	乾燥空気を供給し、庫内を除湿して、部材の防湿保管。
		油水分離装置	脱脂液の油分を除去。
熱風発生機		水滴を熱風で乾燥。	
ショットブラスト装置		研掃材の吹付けで、ケースの汚れやさびを除去。	
局所排気装置		粉塵および有機溶剤を強制排気。	
内部部材乾燥	既存	乾燥炉	熱風により内部部材を乾燥。
塗装		塗装設備	ケース・カバーの洗浄および焼付塗装。
注油		真空注油装置	変圧器絶縁油の脱気・注油。

2.1 受入検査工程

受入検査工程では、修理対象となる柱上変圧器の状態により、修理可否を判断する。雷撃痕跡のあるもの、ケースの腐食が著しいものなどは、修理不可品となり、お客様へ返却される。

また、修理可能品は、お客様のニーズにより区分けされ、第1修理ラインもしくは第2修理ライン・塗装ラインへ投入される。

2.2 内部部材の点検、交換・補修工程

内部部材の点検、交換・補修工程は、「ケースからカバーを取外し、ポンプによる絶縁油を抜き取り、ブッシングの取外し」を事前に行った後に実施する。

点検工程では、タップ碍子のひび割れの有無、コイル絶縁紙の破れの有無などを確認する。これらの内部部材に異常があった場合には、その部材交換および補修を行う。

また、点検の結果、内部部材に異常が無ければ隣接する内部部材保管庫へ搬入し、一時保管する。

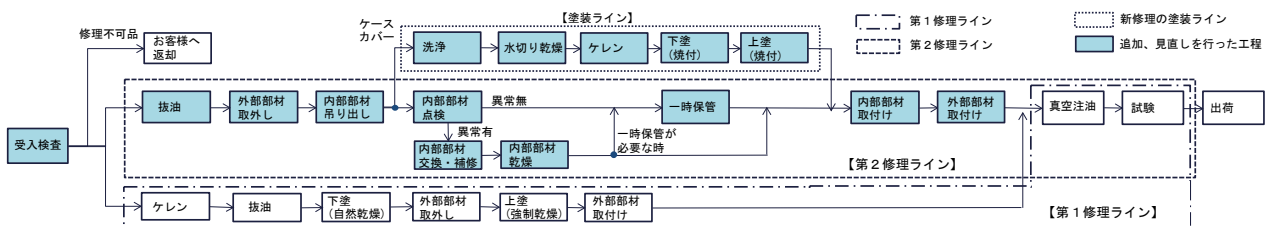


図1 修理ライン全体の工程

今回第2修理ラインは、抜油から外部部材取付けまでの工程間を専用のローラコンベヤで繋ぎ、作業者の動線を従来と比較して約30%短縮させた。

2.3 塗装工程

塗装工程のレイアウトを図2に示す。

塗装工程では、ケース・カバーの洗浄、水切り乾燥、ケレン、下塗、上塗を行う。この工程は、これまでの手作業から自動化した専用の塗装工場で行うことにより、作業の効率化を図った。

(1) 洗浄・水切り乾燥工程

洗浄工程(図2①②で示す)では、ケース・カバー外面の汚れと内面の絶縁油を洗い流すために、ワークをオーバーヘッド方式の走行台車に吊り下げ、一定のタクトタイムで自動搬送しながら、脱脂槽および3ヶ所の水洗槽の順に浸漬させる。

この工程で新設した設備は、油水分離装置と水切り乾燥用の熱風発生機である。油水分離装置は、抜油したケース・カバーに残存または付着し、脱脂槽内に持ち込まれた油分を取除く。熱風発生機は、温水化した最終水洗槽を通過後のケース・カバーに熱風を吹付け乾燥させる。これにより、乾燥時間をタクトタイム以下とした。

(2) ケレン工程

ケレン工程(図2③で示す)では、ケース・カバーの塗料の密着性を向上させるため、洗浄工程で取きれなかった汚れやさびを落とす。

また圧縮エア吹き付け式のショットブラスト装置を新設し、局所的なさびから広範囲に亘るさび除去に対応可能とした。

(3) 下塗工程

下塗工程(図2④で示す)では、ケレン工程で処理したケース・カバーに吹き付け塗装し、焼付乾燥を行う。使用する塗料は、旧塗膜との密着性および防食性の優れた塗料を選定し、品質の向上を図った。

(4) 上塗工程

上塗工程(図2⑤で示す)では、ケース・カバーの外面全面に粉体塗装を行う。粉体塗装は、ロボットおよびレシプロケーターによる自動静電吹付方式で、側面4ガン、底面1ガンをうい、塗装時間を従来に比べ1/5に短縮した。その後焼付乾燥を行う。

粉体塗料は、ケース・カバーに付着しなかったオーバープレー分の塗料を回収再利用している。これにより、使用される塗料の塗着率90%以上を維持し、廃棄塗料を少なくしている。また、この塗料は有機溶剤を含有しない、環境配慮型塗料である。

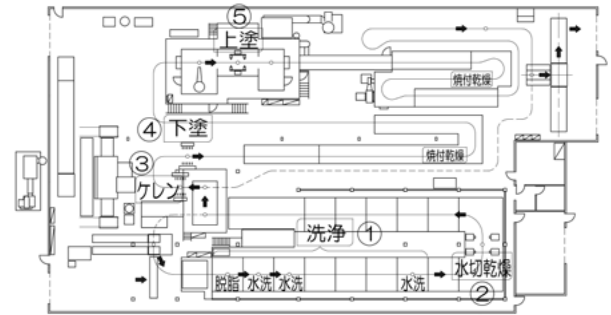


図2 塗装工程のレイアウト

2.4 一時保管および乾燥工程

一時保管および乾燥工程では、ケースから吊り出し点検した内部部材(コイルおよび鉄心)を一時的に保管または乾燥する。

今回、内部部材を一時的に保管する専用の内部部材保管庫を設置した。保管庫内には乾燥空気を常時吹き流しにより供給しており、内部部材の水分吸収を防いでいる。

次に、保管庫内に保管する内部部材は絶縁油に浸漬されていたため、油が付着している。保管庫内に油が滴るのを防ぐため、専用の受け皿を使用する。

この受け皿を保管庫入口に戻すための受け皿返却用の治具を配置した。

また、前工程である内部部材の点検工程において、ケース内に水の浸入が認められた場合は、内部部材を乾燥処理する。

2.5 真空注油および試験工程

真空注油および試験工程では、内部部材をケースに戻し、外部部材を取付け後、ケース内を真空状態にして、脱気した絶縁油を注油する。その後、完成試験を行う。

工程内の移動は、ローラコンベヤにより、真空注油装置から試験場へ搬送する方式とした。

本工程は、第1・第2修理ライン共通であり、従来からの設備を使用することで設備の有効利用を図った。

3. まとめ

新修理ラインは、既存の修理ラインの2倍の処理能力となった。今後も、お客様からの多様な要望に応じていくと共に、更なる改善を推し進め、生産性・作業効率の向上を目指す所存である。