



電動機補修サステナビリティ技術力

Sustainability and Technical Capabilities in Electric Motor Repair

回転機の延命は補修実績を反映した絶縁回復や単なる更新だけでなく現場力や検証力で信頼性upを目指すリフォーム戦略があり巻替や現場洞察が生む改善力はその象徴的技術と云える。また蓄積した多分野からなるデータを要素毎に解析して得た劣化の傾向やメカニズム等をユーザと共有し、操業実態や設備管理面で意見交換出来る保全技術者としての役割を担った共存を目指すタイミングにある。

本論文では巻替に付随する電磁気の限界設計が及ぼした寸法差の解消、メーカのシーズ技術が補修分野でどの範囲まで適用でき、どのような効果が期待出来るかを独自のエビデンスを求めた追跡調査とユーザが抱える疑問の事象解明に取り組んだ技術展開について、サステナブル補修技術の視点から論じた内容としている。

Extending the lifespan of rotating machinery involves not only insulation recovery based on repair track records and simple replacements, but also a refurbishment strategy aimed at improving reliability through on-site capabilities and verification expertise. Rewinding and the improvement capabilities that stem from on-site insight are emblematic of this technical approach. Furthermore, by analyzing accumulated data from multiple fields on an element-by-element basis and sharing the resulting degradation trends and mechanisms with users, we aim to build a collaborative relationship in which we serve as maintenance engineers who can exchange views on operational realities and equipment management.

This paper discusses, from the perspective of sustainable repair technology, our technical developments, including: resolving dimensional discrepancies caused by electromagnetic limit design associated with rewinding; conducting independent, evidence-based follow-up investigations to determine the extent to which manufacturers' seed technologies can be applied in the repair field and what effects can be expected; and working to elucidate the phenomena underlying questions raised by users.



相馬 祐介
SOMA Yusuke
電計事業本部
整備事業部
名古屋電計整備部
電動機整備グループ



松坂 一志
MATSUZAKA Kazushi
電計事業本部
整備事業部
電動機企画グループ



能登 宏
NOTO Hiroshi
電計事業本部
整備事業部
北日本電計整備部



渡邊 雄二
WATANABE Yuji
電計事業本部
整備事業部
北日本電計整備部
札幌電動機整備グループ



岡林 清志
OKABAYASHI Kiyoshi
電計事業本部
整備事業部
電動機企画グループ



工藤 也寸志
KUDO Yasushi
電計事業本部
整備事業部
電動機企画グループ



増田 匡一
MASUDA Masakazu
電計事業本部
営業部
名古屋営業グループ

1 はじめに

動力を伝達する電動機は制御系の高性能化や保守の優位性から直流機を交流機へシフトする傾向にあり、メーカの設計や補修部門の規模縮小&撤退が進み我々補修業界への期待は高まっている。一方、補修業界はメーカ技術の適用から対応力を高めて来ているが、高度成長期を経験した熟練技術者の離脱等から厳しい環境に直面し、如何に技術・技能の伝承を図り短工期で高品質の補修を提供するかが課題としてある。

電動機の劣化要因は熱、電気、機械(振動)それと環境に分類されその進行は何れも経年と共に進んでいくが、我々補修業界はその影響を極めて少なくし延命を狙った技術として構造物とコイルを絶縁材(樹脂)で一体化する真空加圧含浸(以降 含浸)技術を巻替と絶縁対策に適用して来た。

しかし、効果的な延命化の為には既存構造を熟知した最適な施工方法の適用が鍵であり、具体的に技術的背景を追及した解を示す事が重要な課題としてある。

本稿では巻替で再利用する構造物(≒鉄心)と新旧技術差から生じるコイルとの寸法差解消と評価方法の追究、さらには「現場に強い技術者」の人材育成には、技術の単なる適用ではなく独自のエビデンスを掴むことが重要との認識から、品質を左右する絶縁処理技術に関して単独の実験検証や長期間蓄積したデータの分析、更には慣用化した用語でユーザが持ち続けた疑問に技術的背景を追及したサステナブル技術活動について紹介する。

2 鉄心のスロットとコイルの隙間解消

巻替で鉄心を再利用する際、鉄心そのものの可否判断に加え、コイル断面積も絶縁材、含浸、等々の技術変遷から著しく小さくなっており、再利用する鉄心のスロット内に隙間が生じてコロナ放電を助長させないコイル寸法に仕立てる事が鍵となる。この章では主絶縁厚がコロナ放電や樹脂浸透に与える影響について検証整理している。

2.1 絶縁テープ巻回数調整とコロナ放電

限界設計下のコイルは絶縁階級をB種からF種にして各種耐力up、絶縁処理をワニスの個別処理から樹脂の一体含浸にして主絶縁内の微小空間(以降 ボイド)排除からコロナ放電減少と熱伝導の大幅改善、等の機能向上だけでなくコイル主絶縁の薄肉化を具現化している。この薄肉化で生じるギャップが巻替時の課題となっている。

図1にスロットとコイルの断面を示す。巻替では導体寸法は不変であり、絶縁の薄肉化が与える影響の検証はスロットとコイル間の隙間を絶縁テープの巻回数とサイドスペーサ挿入で解消しコロナ放電量で評価した。具体的には

電圧6.6kVの電動機で含浸処理を前提として、絶縁テープ巻回数は標準の4回に5回と7回を加え、4回と5回には隙間調整としてサイドスペーサを挿入している。

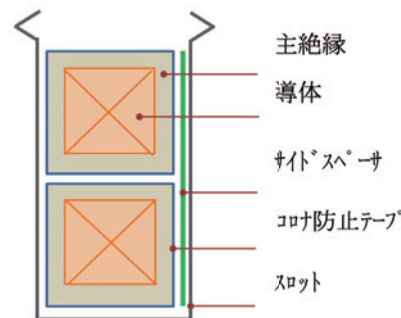


図1: スロットとコイル断面

図2に絶縁テープ巻回数とコロナ放電量を示す。試験電圧が運転電圧と同じ6.6kVまでは巻回数が違っても基準値5000pC以下に収まっており問題視するレベルではないが、更に電圧上昇すると4回巻は16kVで5回巻の1.2倍、7回巻では1.5倍も高い9100pCまで上昇し巻回数の差が表れた。また隙間調整用サイドスペーサがコロナ発生に与える影響を5回巻と7回巻で比較すると、スペーサ挿入した5回巻は試験電圧11kV付近まで2000~4000pCで僅かに変動しながら上昇するが、以降は7回巻より1000pC程高い差を維持して試験電圧に比例した上昇傾向を示している。故にスロット内隙間が起点となるコロナ放電は絶縁テープの巻回数が多い程高電圧に耐え、スペーサ有無の影響は極めて少ないと結論付ける事が出来る。

一方で巻回数の増は作業性や樹脂浸透に懸念があり、作業性はコイル製作後の成型やコイルを鉄心のスロットに収める作業難易度の判断を経験等から見極め、樹脂浸透はコイル切断面の観察に加え、次項に示す樹脂浸透の数式化で解消を図っている。

Qmax (pC)

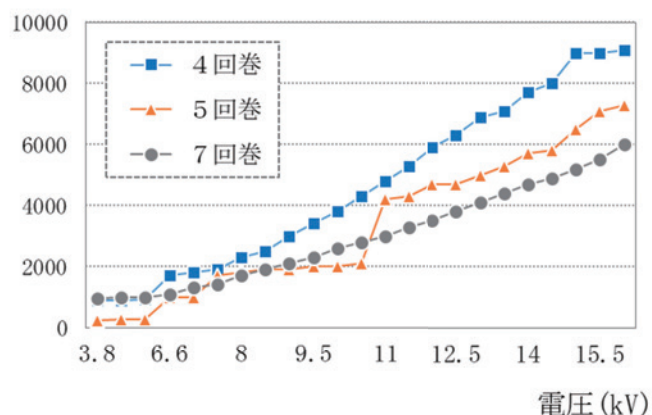


図2: 絶縁テープ巻回数とコロナ放電量

2.2 樹脂浸透度

主絶縁層内に樹脂を浸透させる含浸作業に於いて含浸タンク内での浸透評価はコイルの静電容量から加圧浸透度とボイドレスを算出して判定しているが、含浸タンクから搬出後の樹脂手入れや乾燥待ち時間での樹脂滴下および乾燥の熱で1.0~1.5ポアズある樹脂粘度がゲル化前に低下し

て流動性高まり主絶縁層から漏出する現象、等に対して確実に品質評価できる「しきい値」がなく数式化から求める定量的管理を検討した。

「しきい値」の算出は乾燥工程を経る過程で樹脂漏出に同調して変化する静電容量に着目して、含浸前後で変化する静電容量を樹脂浸透度、乾燥前後の浸透樹脂の違いを熱漏出率と定義し

樹脂浸透度=含浸後／含浸前

熱漏出率=(乾燥前－乾燥後)／乾燥前

の2式でステップ毎に樹脂変動を求め、タンク内から乾燥終了までの総合評価を

含浸率=乾燥後／含浸前

として品質評価できる数式化を図っている。

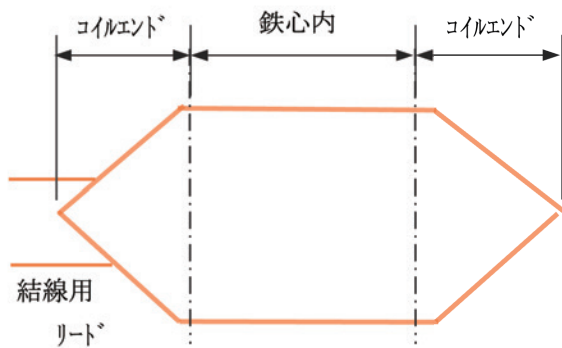


図3: コイル形状と名称

図3はコイル形状と名称で主絶縁はマイカテープを1/2ラップで全周に4回巻き、その上にコロナ防止とコイルエンド部からの樹脂漏れ防止で熱収縮テープを巻いている。図4に樹脂保持の検証要領を示す。

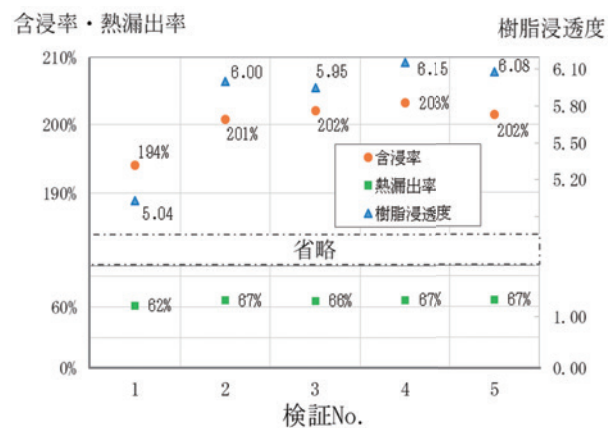
	待機時間	コロナ防止テープ
検証1	2 時間	ランダム 1 回巻
検証2	1 時間	1/2 ラップ 1 回巻
検証3	2 時間	
検証4	3 時間	
検証5	24 時間	

図4: 樹脂保持の検証要領

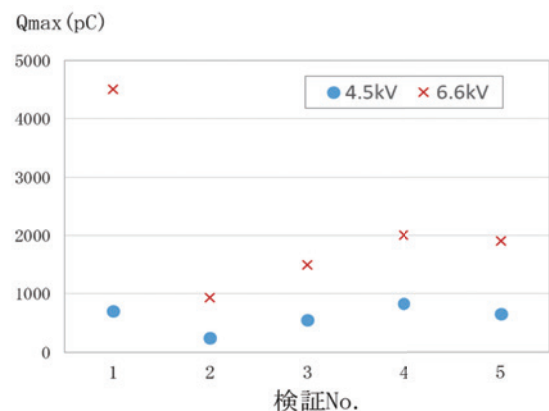
図5は樹脂保持度合とコロナ放電量を示し、(a)からコロナ防止テープの巻き方が同じで乾燥待機時間を変えた検証2～5は、熱漏出率が66～67%前後で変動幅が少なく安定しており、乾燥待機の影響は殆どないと推測出来る。一方、乾燥の待機時間が同じ2時間でコロナ防止テープの巻き方が異なる検証1と3を比べると、ランダム巻の検証1は樹脂浸透度が悪く著しい含浸率低下に繋がっている。この事象はコロナ防止テープに限らず主絶縁でも巻き方や

張力に不備あれば同様な事態が想定できるが、樹脂浸透度が定義式によって乾燥前に求められる事から作業区切りの早期発見と原因追及で有効な役割を担っている。

図5の(b)に検証1～5のコロナ放電量を示す。試験電圧4.5kVでは多少のバラツキあるも1000pC以下に収まるが、6.6kVまで昇圧すると含浸率に呼応した動きが見て取れる。実際の巻替においても含浸率はテープやフィルムを1/2ラップで正規かつ丁寧に巻けば150%以上でバラツキなく安定する事が立証され、評価基準となるしきい値は樹脂浸透度>3.2、熱漏出率<70%を妥当と考え各作業工程における品質指標としている。



(a) 樹脂保持度合



(b) コロナ放電量

図5: 主絶縁の樹脂保持とコロナ放電量

3 絶縁回復補修における真空加圧含浸の効果

長期稼働で劣化兆候が見え始めた 電動機を絶縁回復補修(以降 絶縁回復)で含浸した時の電気性状、機械的振動、汚損および熱劣化等の回復度を論理的および実機にて検証した。

3.1 補修での含浸効用の論理的展開

含浸は長期間の稼働で機内に内在した気泡(ボイド)を真空脱気後に樹脂浸透させて一体化を図る技術である。

図6は樹脂浸透を静電容量で計測した曲線で、巻替と絶縁回復では含浸開始時の静電容量や樹脂浸透の指標となる樹脂浸透度 ΔC に大きな違いがあるのが判る。

ΔC が巻替>B種機>F種機になるのは巻替がコイル主絶縁のテープ間や多くの隙間に樹脂充填されるのに対し、絶縁回復は熱や電磁力振動の累積劣化で生じたボイドやコイルと鉄心の微小隙間に樹脂を補充する技術であり、この"充填"と"補充"の差が表れたと云える。又、絶縁回復のB種機とF種機の差は一体化で冷却や機械的強度が優れるF種機が劣化しづらい事が要因として考えられる。

一方、 ΔC の根幹となる含浸開始時の静電容量の違いは図7の樹脂浸透と静電容量から含浸前後の絶縁状態と絶縁等価回路を数式化して求めた合成静電容量 C_0 (以降 合成 C_0)で証明している。

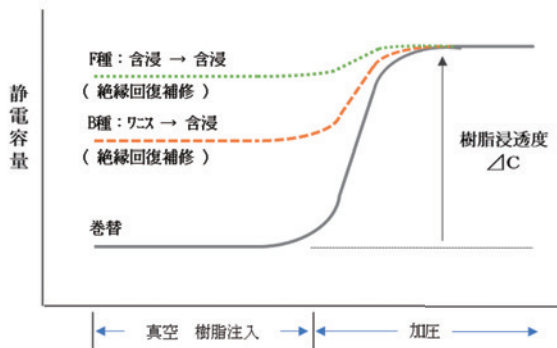


図6: 樹脂浸透曲線

空気絶縁の静電容量を C_b 、樹脂絶縁を C_m として合成 C_0 を求めると含浸処理後と巻替(含浸前)は $2C_m$ および $2C_b$ で表せるが、ボイド存在する絶縁回復は C_m と C_b が直並列で分布するので $C_0 = C_m + \{C_m \cdot C_b / (C_m + C_b)\}$ となる。

ここで静電容量の基本算出式 $C = \epsilon s \cdot S / L$ (ϵs : 絶縁物

の比誘電率)で、 S, L を単位長当たりの面積および長さとする $C \propto \epsilon s$ で示され、含浸で合成 C_0 が変化するのは絶縁物のボイド消滅から比誘電率が徐々に置き換わる状態を意味している。

$C \propto \epsilon s$ の式に空気絶縁の比誘電率 $\epsilon s_1 = 1$ 、樹脂絶縁 $\epsilon s_2 > 2$ を適用して求めた $C_b = 1$ 、 $C_m \approx 2$ を絶縁等価回路の C_0 に代入すると、巻替:含浸処理後:絶縁回復 = $2:4:2.7$ となり含浸開始レベルの静電容量の相違が裏付けられる。

以上より樹脂浸透は累積データと静電容量の論理的展開から巻替に限らず絶縁回復でも充分に見込める事が判る。以降に絶縁回復補修で得られた効果事例を記す。

3.2 絶縁物のボイド減少で絶縁性状の改善

含浸コイルの樹脂浸透度や含浸率が電気性状に与える影響は 2章2.2節で論じているが、絶縁回復で含浸対策した時の評価はボイドに視点を置いて検証している。

技術的背景としてボイドが劣化で生成され含浸で減少する唯一の変化点であり指標となり得る事と、その確認にボイド内でコロナ放電発生させた方が絶縁物の性状変化を確実に捉えられる、との判断から非破壊のコロナ放電試験を採用している。

図8のコロナ放電比較は(a)放電電荷量と(b)放電開始電圧に示す様に、含浸前後のF種、B種それぞれと巻替単独の3区分で行った。

図(a)の放電電荷量からF種、B種共に大幅な改善が得られている。

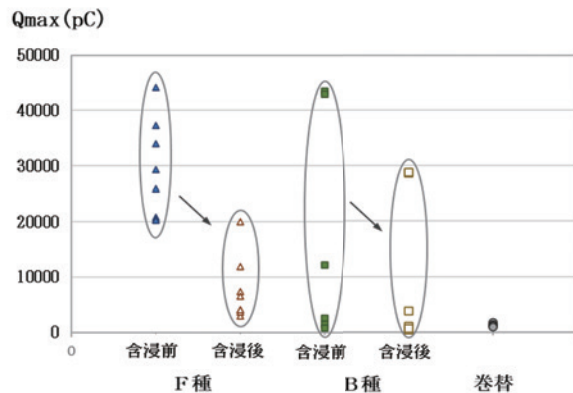
コロナ放電の改善率=(含浸前-含浸後)/含浸前で求めるとF種は平均72%、最低でも41%、個々では要傾向管理レベル15000pC超の8台が良領域に7台移行し優れた改善特性が得られている。B種は平均48%しかないが3/6台が含浸前の放電電荷量5000pC以下だったのを考慮すると妥当と判断出来る。図(b)の放電開始電圧からはF種で5/6台、B

	巻替(含浸前)	含浸処理後	絶縁回復補修(含浸前)
絶縁状態	空気絶縁 (C_b) 	樹脂絶縁 (C_m) 	樹脂絶縁にボイド* (C_b と C_m 混在)
絶縁等価回路	 $C_0 = 2 C_b$	 $C_0 = 2 C_m$	 $C_0 = C_m + \frac{C_m \cdot C_b}{C_m + C_b}$
C_0 比	2	4	$2 + 2/3$

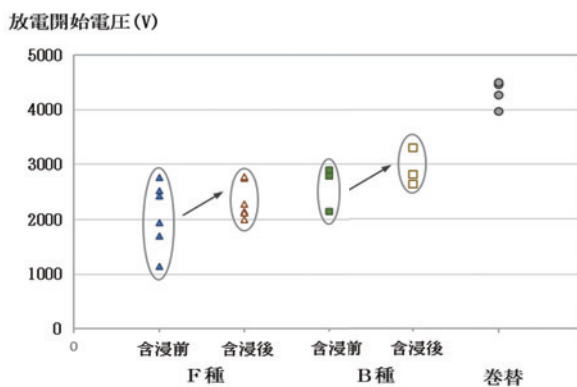
図7: 樹脂浸透と静電容量

種は3/3台で開始電圧が上昇し、互いが12%の300V程高くなる好結果を示した。

この(a)、(b)のグラフから放電電荷量および放電開始電圧の効果を定量的に表現出来ただけでなく、データ分布が分散型から集結型になっている事で、絶縁回復でも樹脂は細部に渡り浸入する事が立証できた。一方、含浸後にコロナ放電の改善代が少ないのに関してはコイルと電源を繋ぐゴム絶縁のリード線含めた広い観点で傾向管理を強化している。



(a) コロナ放電電荷量



(b) 放電開始電圧

図8: コロナ放電比較

3.3 筐体とコイルの一体化で振動低減

本項では枯れや緩みからの隙間を埋める含浸は耐振強化策として有効な手段となる事を振動の減衰波形から追及した。電動機のコイルは稼働中常に電磁力振動を受け続けるが鉄心内はコイル収めるスロットとの密着や楔の面圧で電磁力の影響は抑圧される反面、鉄心外のコイルエンド部は図9に示す様に自由端となり鉄心出口を支点とした片持ち支持の格好で繰り返す応力が発生し続ける。この電磁力振動は稼働期間が長くなると熱ストレスを受けて枯れる絶縁物との相乗作用から徐々に大きくなる確率が高く、その影響は楔やコイル間に緩みとして誘発広域化を招いている。

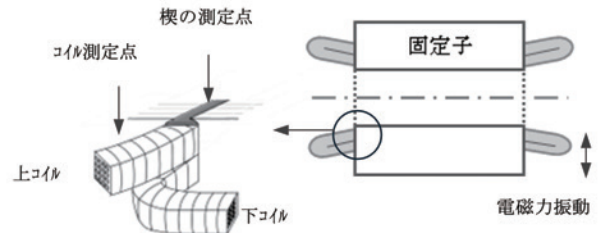
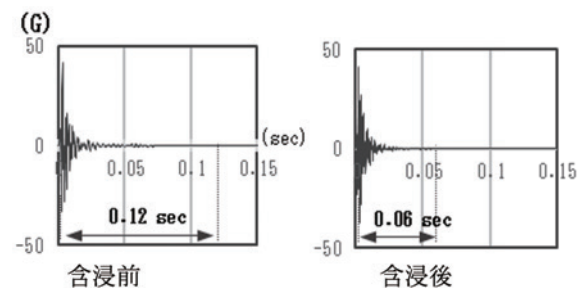


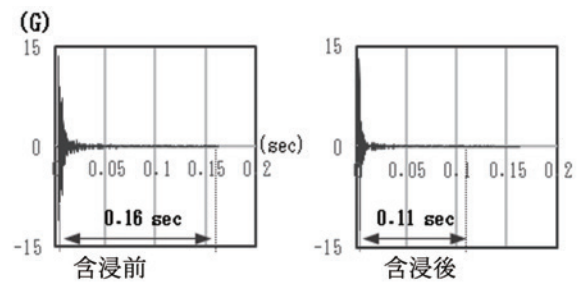
図9: 振動測定部位と詳細

検証は電磁力と熱のストレスが振動として表れ易いコイルエンドと支点となる鉄心端にある楔の2箇所を実施している。図10 は一体含浸していない高圧交流機を絶縁回復で含浸したコイルに打撃を加えるハンマリング診断で得た緩み振動波形で、(a)コイルエンド、(b)鉄心端の楔を示す。

緩み度合いを示す減衰時間は含浸後のコイルエンドで含浸前と比し1/2の 0.06 sec、鉄心端の楔も1/3程縮まった 0.11 secになっており、ハンマリング時の“より高い金属音”に鑑みても隙間への樹脂浸透が伺える結果が得られた。又、樹脂浸透は楔緩み防止で専用の溶剤塗布が省ける事も実証しており、工程短縮に貢献できる技術として提供して行きたい。



(a) コイルエンド



(b) 鉄心端の楔

図10: 緩み振動波形

3.4 環境(汚損)影響の回避

絶縁劣化は熱、電気、機械、環境の4要因が継続的に与えるストレスにあるが、延命はその影響を受けて即座に反応する絶縁抵抗の変化を掴んだ傾向管理と対策が鍵となる。一方、絶縁表面に汚損堆積した見掛け上の劣化は洗浄/ワニス処理で絶縁回復図れるが持続性に課題があった。ここでは環境劣化には効果薄いと思われていた樹脂含浸で回復した絶縁をどの程度維持出来るか追跡調査した内容について述べる。対象機は同じ環境下で2台並行運転していて油成分に粉塵付着した電動機で、図11の絶縁処理フローに示す

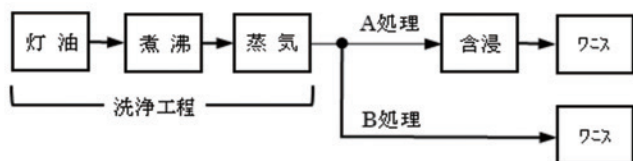


図11: 絶縁処理フロー

様に含浸適用したA処理とワニスのみのB処理を絶縁回復と劣化進行遅延の比較をしている。図12に絶縁回復と絶縁抵抗推移のデータを示す。A処理、B処理共に処理直後の回復力は高いが、4年経過で絶縁抵抗はA処理の11.8→4.5GΩに比べ、B処理は16.5→0.12GΩと大きく低下し対策前に逆戻りしている。

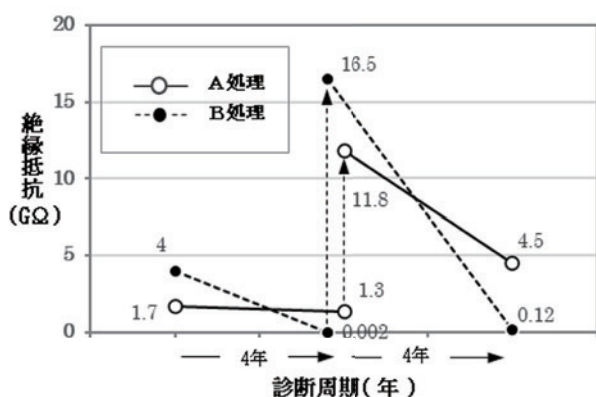


図12: 絶縁回復と絶縁抵抗推移

要因は絶縁処理時の樹脂とワニスの粘度の違いで、樹脂の0.1Pa・s（注：単位はSI単位を記載 0.1pa・s=1ポアズ）以下に比し、ワニスは0.35Pa・sと粘度が高くなる事から生じる浸透性の差にある。粘度低い樹脂は主絶縁表面だけでなく微少隙間にまで浸透して油侵入等の経路を絶つが、粘度高いワニスは流動性悪く沿面電路を断ち切れなく絶縁維持に影響を与えている。但しA処理で含浸後に行うワニス塗布は絶縁厚を増し経年で付着する汚損等の防壁になっていると考える。このA処理による絶縁回復は、優れた樹脂の浸透とワニスのコーティング機能の特徴を掴んだ現場技術として耐環境面でも採用できる事を見極め、数多く実績を重ねながら評価を確実なものとしている。

3.5 絶縁物の疵修復

直流機の界磁はトルク&速度制御等の特性を決定づける重要な役割を担っており、健全性評価は巻回数が極端に多い丸線の多層巻を考えると、対地間の絶縁だけでなく素線相互間が重ね合わさる絶縁に着目した管理も鍵となって来る。固定子枠に装着される多層巻の界磁コイルは未だワニス処理したのが数多く残っており劣化は熱が支配的となっている。エナメル被覆の素線が熱影響で数ターンに異常発生しても異常部同士が直接接触してない限り巻線抵抗はバランスするが、AC電圧印加するコイル分担電圧法では異常部間の

沿面リークからアンバランス検出する事がある。

この様に判断が異なった事態に損傷程度と操業影響の双方を考慮して巻替か絶縁回復して継続使用するかは技術的裏付けとして含浸適用した検証を行っている。

図13は界磁コイル2個を健全性評価した際の(a)コイル調査回路と(b)絶縁回復前後の巻線抵抗と分担電圧を示す。巻線抵抗は2.36Ωと2.41Ωでほぼバランスしたがコイル絶縁に枯れ兆候ある事から軽い衝撃を加えると抵抗値が振れる傾向にあり20V印加した分担電圧法で再検証すると、コイルA 14.32V、コイルB 5.84Vとなり均等分担の10VにならずコイルBに素線間絶縁破壊ありの結果となった。

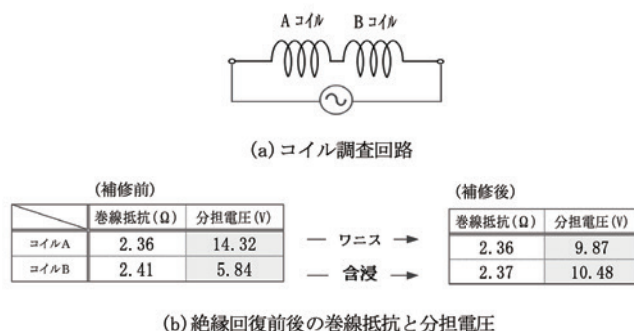


図13: 界磁コイルの健全性評価

図14は判断が異なった時、含浸処理すると異常部の回復見込めるか否かを検証したグラフで横軸が印加電圧(V)、縦軸が個々の界磁コイルに掛かる分担電圧(V)を示している。絶縁処理を図13に示した様に健全コイルAをワニス処理、異常コイルBを含浸処理で検証すると、絶縁回復前は5Vの分担電圧しか耐えられなかった異常コイルBが50V付近までコイルAと均等分担電圧を維持し70Vまで極端な変曲点現れる事なく同じ傾きの直線性を保つのが判る。

つまり含浸の樹脂浸透性は素線の多層巻にも養生や補強の機能が発揮されることが証明され、素線の異常部が沿面で繋がる状況下では回復が見込める緊急回避技術になり得る事に加え、電圧分担法を異常検出技術としてユーザと技術共有し補修の信頼性を高めたい。

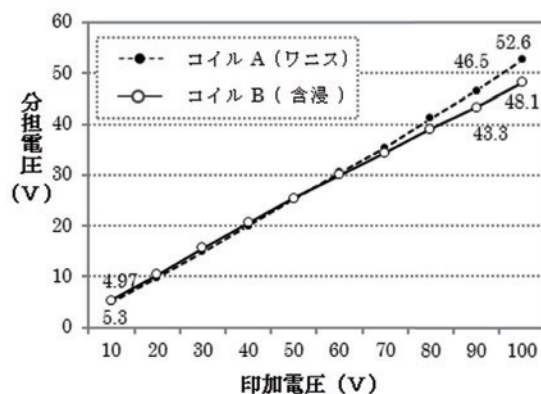


図14: 絶縁処理後の界磁分担電圧

4 ユーザ疑問への迅速対応

本章ではユーザの疑問に事象の原点に立ち返って応えるだけでなく、補修の技術・技能の伝承にも役立った「想像」→「創造」に至った技術展開について述べる。

4.1 レイヤーショート再現でメカニズム追究

電動機の事故やトラブルの形態は様々だが起因は素線間絶縁破壊(以降 レイヤー) が大半を占める中、レイヤーの検出や損傷部位拡大のメカニズムは不詳の部分が多い。

本節では何故検出できないのか、何故拡大するのかを視点に現場再現した試験機でメカニズム追及している。

図15はレイヤー試験機の外観とコイル結線で、レイヤーは3相交流機のV相コイルから4ターンを切り離しコイル短絡や各種計測がし易い様に外部に設けた端子台へ延線接続して再現した。

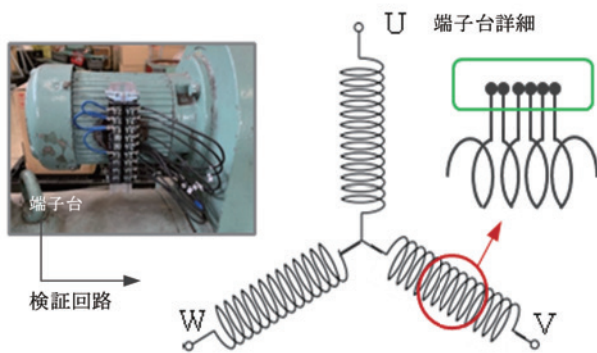
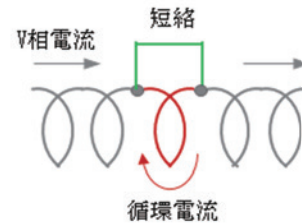


図15:レイヤー検証

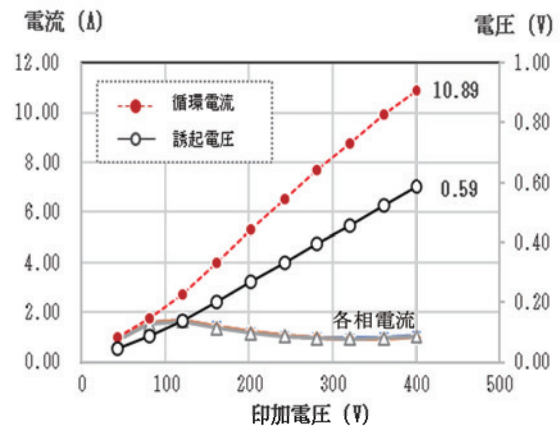
図16に1ターンレイヤー発生させた時の(a)レイヤー発生回路と(b)各種電流と誘起電圧を示す。各相の電流はレイヤーあるV相含めて定格電流1.04Aに比し1.01Aでアンバランス率2.9%と非常に安定しているが、レイヤーコイル単独の循環電流は定格電流の10倍強の10.89Aも流れ、素線が過熱変色する事を掴んだ。又、レイヤーコイルの誘起電圧や循環電流は印加電圧に比例して増加しており、単独コイルとして電動機の回転磁界の影響を受けて変動する要素である事が理解できる。

この検証でレイヤー検出は電流監視では極めて厳しい事や損傷範囲の拡大は循環電流の波及からと認識できた。一方で補修対応時にコイル変色を察知するスキルupや微小な電流アンバランスが増大すれば磁氣的バランスを崩し振動や起動時間等を管理に繋げられるのでは、等の課題も見えて来た。

この様に現場に視点を置いた工夫・創造力は“技術・技能の伝承”に留めず、ユーザとの知見共有に努め、キャッチボール出来る技術として付加価値を高めたい。



(a) レイヤー発生回路



(b) 各種電流と誘起電圧

図16: 1ターンレイヤー検証

4.2 水沈化適用した事故部位保存技術の開発

電動機の絶縁が劣化して異常もしくは事故に至ると特徴としてアークや沿面放電開始点の痕跡は残っても放電路は残らず、部位特定や原因追及に不可欠である完全な状態で部位保存には難しさがあった。この部位特定&保存で着目したのが異常発生元から形成される放電路の役割を導電性ある水を代替利用して追究する案である。

図17が水を放電路とした水沈化法で、(a)軸方向、(b)円周方向の各測定方法と絶縁抵抗が変化するグラフを模試化した図を示す。異常部の検出はコイル相互の接続を切り単独にした後、供試機を徐々に水沈させながらコイルと水間で絶縁抵抗を測定し、異常部近傍が水に浸かると水を介した電路で絶縁抵抗が急低下するのを捉えた技術である。水沈要領は軸方向の場合、供試体であるコイルを垂直にして下降、円周方向は水平にして回転させ、軸方向と円周方向の各絶縁抵抗が急低下した交点を異常箇所と特定し部位保存に繋げている。まだ検証数=5なので回数増やし特定の精度と作業効率を高めたい。

この水沈化法は複雑に交錯重なりあって溶剤(樹脂orワニス)で固着一体化されたコイルを焼成した後の引き抜き作業等から受けるストレスを最小限に抑えるだけでなく、部位保存から原因究明や補修技術の精度を高めるのに役立つ技術と受け止めている。

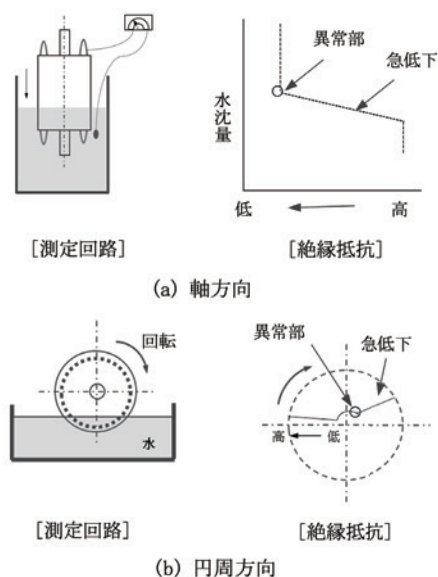


図17: 水沈化法

4.3 可視化モータ開発で潤滑理解度の支援

電動機は固定子と回転子で生じる電磁力で回転子を回して機械系に動力を伝える駆動源となっている。この回転体を正規の位置で保持支え、回転を滑らかにする重要な役割を担っているのが軸受けと称されるベアリング(以降 Brg) でその性能は潤滑に左右される。Brgには無給脂と給脂の2タイプあり、無給脂は稼働時間に応じた交換となるが給脂タイプは点検や診断の結果に基づいてグリース給脂を行っている。しかし、軸受け周りが完全な密閉構造で潤滑のグリースがどのような状態の時どのような流入経路を辿るかの情報量が取説含めて極めて少なく「最適な給脂とは?」を確認する術がないのが現状であった。

外部からBrgが見えない構造自体は改善できないが、給脂時のグリース注入から充填さらには排出まで目視追跡する狙いを持って考案製作したのが可視化モータである。

図18(a)は可視化モータの全体写真、(b)に透明化したブラケット(塗りつぶし箇所)と軸受け周りの断面図を示す。可視化範囲は給脂口から給脂されたグリースがBrgの回転部分に流れ込んで適正油膜形成し、操業中の潤滑や摺動音を確認しながら更に給脂継続すると少しずつ排脂口へ押し出される様子を五感で体験出来、普段の疑問解決に絶好の研修機となっている。その疑問点の一つに給脂は稼働中か停止中のどちらが良好な潤滑を得られるか確かな根拠に欠けているがある。

本装置はグリース給脂のタイミングを停止、寸動～連続運転の可変速から、操業実態に応じたグリースの注入や均等分布を自ら確認して安全面を含めた独自の判断を可能とすべく配慮している。また排脂口の開け忘れや給脂過多での油漏出が絶縁へ与える影響も見極められる等、学びの場の自由度高めた構造としている。現在、補修部門の多くで人材育成や技能伝承で、又、ユーザの方にも現場実態の習得、等々

で視覚に訴える教材として活用頂いている。

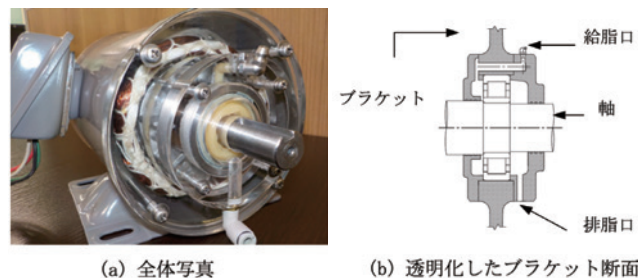


図18: 可視化モータの構成

5 おわりに

生産ラインに直接携わる機会の少ない電動機補修メーカーは、ユーザが目指す設備管理強化の視点に沿って、再発防止→未然防止に向けたPM活動の情報源と成り得る現場現物の変化をタイムリー且つ信頼ある技術情報として共有する事が鍵となって来る。

ハード面では構造&機能を熟知した高い回復力ある補修技術、ソフト面では膨大な各種データ解析しての劣化メカニズムや原因究明出来る洞察&検証能力からのエビデンスの掌握、加えてユーザとは関係先を牽制出来る補修技術情報の提供や操業ニーズを叶える保全技術の構築から安心・安定を提供したいと考えている。

弊社は事象の本質的追及をコンセプトに「知」はユーザ・重電メーカー・電気学会等との技術交流から享受し、「技」は現場重視と再現力ある技術の担保から「スピードと提案」を意識した考動で将来を見据えた持続性高い保全技術を極めたい。

参考文献

- 1) 相馬祐介、松坂一志、能登宏、渡邊雄二、岡林清志、工藤也寸志、増田匡一(日鉄テックスエンジ(株)):「電動機補修部門におけるサステナブルの現状と期待」; 電気学会 産業技術部門 回転機研究会
- 2) 相馬祐介、能登宏、岡林清志、渡邊雄二、森山真也、一万田徹、工藤也寸志、増田匡一(日鉄テックスエンジ(株)):「電動機巻替におけるサステナブル補修技術」; 電気学会 産業技術部門 回転機研究会
- 3) 相馬祐介、松坂一志、岡林清志、工藤也寸志、増田匡一(日鉄テックスエンジ(株)):「電動機保全に向けたサステナブル技術共有への挑戦」; 電気学会 産業技術部門 回転機研究会
- 4) 権藤幹雄,「回転機の保守・点検・補修」, オーム社, (2010年)

お問い合わせ先

電計事業本部

more_information-denkei@texnipponsteel.com