

直流機及び高圧電動機の保守・修理・ 延命化技術のサステナブルについて

直流機及び高圧電動機のサステナブル技術調査専門委員会編

目次	
1. まえがき	3
2. 電気工学年報に見る我が国高圧電動機の各種産業への適用	4
2.1 本章の背景とねらい	4
2.2 昭和 36 年～50 年の大形誘導電動機の技術動向	4
2.3 昭和 36 年～50 年製作大形誘導電動機のプラント別製作実績	18
2.4 昭和 36 年～50 年の同期電動機の技術動向	27
2.5 昭和 36 年～50 年製作同期電動機のプラント別製作実績	34
3. 電気学会教科書：産業電動力応用の現代化	40
3.1 本章の背景とねらい	40
3.2 定格と巻線温度上昇	41
3.3 巻線温度上昇の基礎理論	43
3.4 S1,S2,S3 及び S9 の使用と定格	44
3.5 過負荷耐量とサービスファクタ	46
3.6 高圧電動機の特徴分析	49
4. 高圧電動機サステナブル委員会への期待	56
4.1 本章の背景とねらい	56
4.2 一般産業における電動機のサステナブルの現状と期待	57
4.3 鉄鋼メーカーからみた期待（本体及びエンジニアリング会社）	61
4.4 修理メーカーからみたサステナブルの現状と期待	78
4.5 電機メーカーのサステナブルの取組みと期待	87
4.6 絶縁関係サステナブルの活動分担の考察	91
5. 米英のサステナブル活動紹介	95
6. IEEE 規格・API 規格の Recommended Practice の紹介と電動機仕様・標準修理法 JEC-TR の展望	99
7. 高圧電動機修理・巻替の IEEE1068 紹介	103
8. 電動機絶縁の耐熱寿命の思想の変遷と今日的評価	109
8.1 本章の背景とねらい	109
8.2 過去の 4 万時間の耐熱寿命の導入経緯	109
8.3 IEC の 2 万時間耐熱寿命の詳細	111
8.4 耐熱寿命の 4 万時間と 2 万時間の両方を認める米国 IEEE 規格	112
8.5 始動の影響を無視できない高圧電動機の絶縁寿命推定式の導入	113
8.6 高圧電動機絶縁診断の国内と海外 (IEEE/IEC) の差異	114
9. あとがき及び次期・次々期委員会の展望	115
付録 1. 防爆についての IECEx の動向と国内の取り組み	116
付録 2. その後の直流機関係の動向	129
付録 3. 事業用発電機・産業用交流電動機のスリップリング用ブラシ技術	148
付録 4. 米国石油化学用電動機の修理・巻替の規格 IEEE1068 の全訳	161
付録 5. 圧延用交流可変速電動機の絶縁寿命診断の研究動向	181

直流機及び高圧電動機のサステナブル技術調査専門委員会

委員長	森田 登 (電動機・ブラシ技術研究所)	二藤部 光弘 (日立製作所)
幹事	安部 勝彦 (日立パワーソリューションズ)	早川 忠明 (日本工営)
	渡邊 尚利 (桑原電工)	林 保一 (直流機支援協会)
幹事補佐	藤原 勝行 (日本電研工業)	福田 晴行 (三和電機)
委員	畔津 慎次郎 (JCA 電刷子委員会)	真下 明秀 (富士電機)
	磯田 学 (三谷合金製作所)	増田 匡一 (日鉄テックスエンジ)
	井上 敏行 (JFE プラントエンジ)	山田 耕造 (TMEIC)
	上野 貴博 (日本工業大学)	山根 哲夫 (JXTG エネルギー)
	江藤 計介 (出光興産)	山本 眞樹 (神戸製鋼所)
	蛸谷 玄太 (クアーズテック)	
	遠藤 好昭 (JERA)	途中 退任 委員
	遠原 直樹 (日鉄日新製鋼)	青木 拓也 (JERA)
	金澤 義昭 (森田電機産業)	市井 康夫 (JFE プラントエンジ)
	假谷 晃 (JFE スチール)	伊東 竹虎 (明電舎)
	小金 実成 (TIIS)	斧田 大介 (JFE スチール)
	薦田 尚治 (東洋炭素)	小野寺 隆 (富士電機)
	澤 孝一郎 (慶應義塾大学)	坂浦 洋一 (JCA 電刷子委員会)
	條島 勇児 (ダイオーエンジニアリング)	相楽 嘉一 (神戸製鋼所)
	杉本 憲正 (日本理化コミュニテーターズ)	松本 実 (日鉄テックスエンジ)
	田岡 洋 (日本製鉄)	矢野 浩志 (ダイオーエンジニアリング)
	潮湖 肇夫 (明電舎)	
	鶴田 昌利 (桑原電工)	
	永石 治喜 (JSS マニユファクチャリング)	
	長谷 善行 (日本電研工業)	
	中西 悠二 (NME)	

注) 委員等の所属は解散報告書発行時点とする。

1. まえがき

直流機及び高圧電動機サステナブル技術調査専門委員会は、平成 11 年（1999 年）4 月以来、一貫して直流機の保守・修理・延命化について調査研究を行ってきた直流機技術調査専門委員会を継承し、かつ調査研究範囲に高圧電動機を新たに加えた委員会として設置された。

ここで高圧電動機用語は、高圧の誘導電動機と同期電動機を指し、産業電気設備として重要性・保守の類似性から、米欧では技術委員会の分類名等に多用されるが、電気学会・回転機技術委員会への導入は初めてである。

米英を中心とする海外では、直流機・高圧電動機の保守・修理・延命化のサステナブルの活動は全世界の大小の修理メーカを米国電気機器フィールドサービス協会などの公的機関が束ねる等、組織的な展開をしており、この点、日本国内は 30 年以上遅れていると言わざるを得ない。

この様な背景から我が国における直流機・高圧電動機のサステナブル体制の構築に向けて、本報告書では下記の通り、各種調査結果をまとめた。

1.1 各種産業における大形電動機の位置づけ確認と電動機応用技術の現代化

直流機・高圧電動機の課題を取扱う前提として、各種産業における大形電動機の位置づけと、そこで適用されている電動機応用技術の現状確認が必要と考えた。

そこで大形電動機について調査を進めるうちに、特に高圧電動機については、高度成長期に刊行された電気学会編：「電気工学年報」以外にまとまった資料が存在しないこと、また電動機応用技術については、高度成長の最後に刊行された電気学会教科書：「産業電動機応用」以外に公開の資料が存在しないことが判明した。

そこで本報告では、前者については、電気工学年報をベースにして、現在の視点から加筆し、後者については、産業電動機応用をベースにしつつも近年の経験及びインバータ駆動など最近の技術を踏まえて加筆・訂正を行っている。

1.2 エンドユーザ・修理メーカ等の期待

直流機については、平成 11 年（1999 年）以来、その保守・修理・延命化について調査研究し技術報告も発行してきたが、直流機同様、高度成長期及びバブル期前後のコンピュータ制御の近代化投資時に製作された高圧電動機については、全く手が付けられておらず、エンドユーザ・修理メーカ等のサステナブル体制構築への期待は極めて強いといえる。

本報告では、平成 30 年 8 月に行われた本会産業応用部門全国大会シンポジウムでの関係各位の講演をベースにして

一部追加を行って関係者の期待を紹介する。

1.3 米英の電動機サステナブル体制とそれを支える大小修理メーカ及び巻線など專業部品メーカ

米国では 30 年以上前から電動機関係を主体とする電気機器フィールドサービス協会 EASA が米国国内ばかりで、広く北米・中南米を中心に全世界の大小の修理メーカと協業する体制を敷いており、英国の AEMT も同様に旧英連邦を中心に幅広い活動を行っている。

また米国では、GE 社の流れを汲むとみられる大規模修理メーカ IPS 社・フランダース社があり、それぞれ、地域密着の小規模修理会社と連携して幅広く活動している。英国では旧 English Electric 社の流れを汲む Quarzelec 社等の大規模修理会社があり、英連邦・旧英国植民地の各国を含めて幅広く活動している。

米英では、またコイル專業メーカ、整流子・スリップリング專業メーカが多数存在し、大規模修理会社ならびに地域密着の小規模修理会社と連携し、サステナブル体制の一環をなしている。

1.4 JEC 推奨プラクティス規格へ向けた大形電動機仕様の用途別規格と修理関係規格の米欧動向紹介

近年の価格破壊の動向、電機メーカの市場グローバル化対応などから大形電動機の仕様の明確化・差別化の要求がある。また保守・修理・延命化更新技術に関する技術継承も喫緊の課題である。そこでその世界でも日本国内の先を行く関連の IEEE・IEC 規格を紹介し、次期・次々期委員会で予定する JEC 推奨プラクティス規格への展望をはかる。

1.5 付録について

本報告書では、本文に位置づけのは難しいが、直流機及び高圧電動機サステナブルにとって重要であると考えられる防爆電動機の個別検定による修理と延命化更新、及びスチールリング用を主体としたブラシ・スリップリング関係の最新のブラシ回り保守技術を紹介している。

特にスチールリングと天然黒鉛ブラシを使用するタービン発電機用については、電動機の範疇を外れるが 2 極高速大容量電動機と共通の技術であることから紹介している。

1.6 本技術報告の骨子

本報告書では、今後の直流機及び高圧電動機サステナブルの体制構築を考えて、下記の 3 点を骨子としている。

- (1) 大形電動機の国内産業における位置づけと各種産業における電動機応用技術のまとめ
- (2) 米英の電動機サステナブル体制の紹介
- (3) JEC 推奨プラクティス規格制定に向けた IEEE・IEC 規格の紹介

これらが関係者の参考になれば幸いである。