

SL蒸気機関車タービン発電機の復元

(Case Study編)



東洋工機株式会社
TOYOKOUKI CO., LTD.

鉄道車両電動機・発電機の修繕/更新のノウハウにより、古くて動かなくなったSL蒸気機関車の復元を実現。図面/資料もない、当時の知見を知る人もいない、壊れていてももう動かない、製造メーカーもない、困難な状況からタービン発電機の復元に挑戦し、新品同等品までの復元に成功。

◆SL復元への挑戦

東武鉄道株式会社（以下、東武鉄道）は、SL大樹と称して日光・鬼怒川エリアで、2両の蒸気機関車を営業運転してきました。

今回、3両目の蒸気機関車として、C11型123号の復元作業するに当たり、復元作業の一つとして、蒸気タービン発電機の復元工事を東洋工機株式会社（以下、東洋工機）へ依頼することになりました。東洋工機は、全国の鉄道車両の電動機・発電機などの修繕・更新を行っており、更に山口線で活躍しているSLの蒸気タービン発電機の改造実績もあり、動ける状態まで復元してくれると願い、復元工事を依頼しました。

C11型123号は、1947年（昭和22年）私鉄の江若鉄道（滋賀県）に納入され、北海道の雄別炭鉱や釧路開発埠頭で活躍し、日本鉄道保存協会にて静態保存されていた車両です。

当時の図面、資料が少ない、改造が加えられている等あり、先2両の旧国鉄生まれの車両とは、異なる困難がありました。その一つとして、蒸気タービン発電機が、使えるかどうか判らない状態でした。

東洋工機に依頼した時は、「元の姿に復元することが、第一目的なので、現在の代替品や他の手段での発電は考えられず、なんとか動かし、営業運転できる状態に復元して欲しいと願うばかりだった。」と東武鉄道SL復元チームサブリーダーの倉持直樹氏は振り返ります。

◆現物調査

復元依頼を受けた東洋工機エンジニアメンバーは、復元可能か現物調査から入りました。普段から、故障して動かなくなった電動機・発電機を修理することは慣れています、約70年前の発電機で京都のSLとは方式が違うので、入念に調査をしてからでないと、復元の可否が判断できないと云うことで、約3か月間の調査期間を頂きました。

調査には、復元することを前提に、故障部位の特定だけではなく、当時の図面・資料・材料もないので、各部位の寸法測定、当時の仕様推定、更には、代替材料の選定、対応可能なベンダー探しと、多岐に渡りました。



固定子



電機子



整流子



試験風景

入場時の状態と調査の為の各種試験風景



東武鉄道株式会社 SL復元チームサブリーダー 倉持直樹氏
(撮影日：2022年4月)

◆復元仕様の策定

調査の結果、外観のフレームを残し、中身はほぼ新製にすることにしました。下記に、主な復元部位と課題を示します。

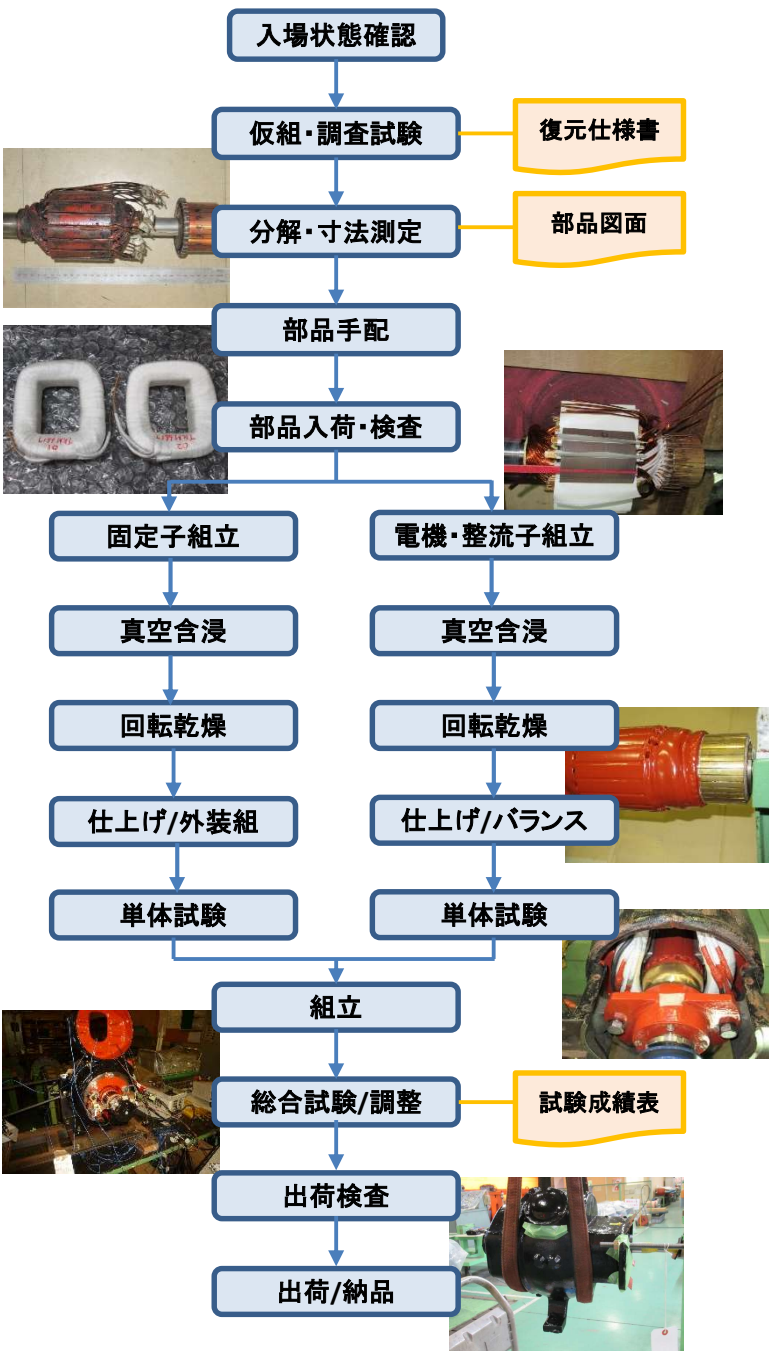
対象	新製/再利用した部位	課題
固定子	<ul style="list-style-type: none"> 界磁巻線コイル(新製) 電線各部位(新製) 口出し線/端子台(新製) 軸受(新製) ブラシホルダー(再利用) 軸受周り硬質メッキ(再利用) フレーム(再利用) 	<ul style="list-style-type: none"> コイル電線の径と巻数調査。 電線の入手先 当時の鉄心の代替品
電機子	<ul style="list-style-type: none"> 電機子コイル(新製) 鉄心・クサビ(新製) 回転軸(新製) 	<ul style="list-style-type: none"> 分解しながらの各部位の寸法調査。 各部位の入手先
整流子	<ul style="list-style-type: none"> 整流子片(新製) マイカ類(新製) ブラシ(新製) 	<ul style="list-style-type: none"> 材料の入手先

また、元となる仕様書がないため、各種調査試験より、当時の仕様を推定し、復元仕様の策定を行いました。更に弱点となる構造についても改良も盛り込み、下記の復元仕様概要を策定し、いよいよ復元作業をスタートしました。

項目	復元仕様	当時の推定仕様
定格	500W 32V-17.3A	450W 32V-15.7A
方式	⇒	2極直流複巻 補極無
絶縁種別	F種(ランクアップ)	B種
最高回転数	1.1倍 2640min ⁻¹	不明
最低回転数	0.8倍 1920min ⁻¹	不明
整流子数	3号以下	号外(火花あり)
電圧範囲	直流界磁 直列接続 18~41V	直流界磁 直列接続 18~36V
	直流界磁 並列接続 18~36V	
安定電圧供給を目的に並列接続も可能な状態に改造し、完成時に選別できる仕様にする。		

◆復元作業

今回の復元作業は、図面がないので通常の修理作業とは違い、分解しながらの測定作業から始まり、図面化、部品製作、組立、試験の流れで進んで行きました。下に、主な作業工程の流れを示します。



こうして調査から始まり、各工程を経て納品まで約1年を費やしました。特に時間と能力を要したのは、部品の調達で、

- ・分解・寸法測定し、部品図面を作図。
- ・製作可能なベンダー探し。
- ・現在の代替材料の選定と想定仕様値の算出。

と苦労をしました。

そして完成してみると、現在の性能のよい材料を使用した為、想定した以上の発電量（電圧）が発生してしまい、接続周辺機器への影響も考慮し、改良を加え、最終復元仕様を達成することが出来ました。

東洋工機株式会社 <https://www.toyokouki.co.jp/>

本社・工場 〒245-0801 神奈川県平塚市久領堤2-46
 営業本部 〒221-0835 横浜市神奈川区鶴屋町2-2-30 (第5安田ビル)
 名古屋営業所 〒450-6641 名古屋市中村区名駅1-1-3 (JRゲートタワー)
 大阪営業所 〒530-0017 大阪市北区角田町1-1 (東阪急ビル)
 広島営業所 〒730-0044 広島市中区宝町1-15 (宝町ビル502)
 九州営業所 〒812-0016 福岡市博多区博多駅南1-3-1 (日本生命博多南ビル)

◆最後に

東武鉄道S L復元チームサブリーダー倉持直樹氏より。「今回のS L復元は、技術的な課題の他に、コロナ禍の最中と云うことで、自由に人の行き来が出来なくなり不便を強いられ、復元のためにS Lを知る旧国鉄OBの支援が困難な状況となり、プロジェクトが停滞しそうになったことなど苦難が多々ありました。その苦難を乗り越え、営業運転可能な状態まで復元して頂き、感謝しています。」と謝意を頂きました。



S Lに搭載されたタービン発電機

◆東洋工機のエンジニアリング力

東洋工機では、総合的なエンジニアリング力で、みなさまの課題を解決して参ります。主な特徴としては、

- 1) 修理・更新を中心とした技術力と経験値
創業約90年の歴史を持つ東洋工機には、日本各地の鉄道事業者から、様々な事象の故障機の修理依頼が来ます。それらを臨機応変に対応する技術力と経験値の蓄積。
- 2) システム的な技術総合力
電動機・発電機の他に、これらを制御する制御装置、動力を伝えるための駆動装置（歯車装置）の修繕も行っています。その知見により、システムトータル的なご提案が可能です。
- 3) 技術伝承
親会社である、東洋電機製造（株）より、設計OB、作業員OBを雇用することにより、各世代における技術の伝承を行っています。これにより、古い機器に対しても対応できる体制を整えています。
- 4) 新たな技術の取込み
デジタル化の一環として、新たな技術も取り入れてます。
 ・3Dスキャナー：各部品の寸法測定
 ・異音検知システム：聴音による官能検査のデジタル化（実証実験中）

今後も東洋工機は、エンジニアリング力により、みなさまの課題を解決することに全力を尽くして参ります。



東洋工機の営業担当とエンジニアリングメンバー

(0463) 21-5932 (本社)
 (0463) 22-1092 (工場)
 (045) 624-9455
 (052) 564-7966
 (06) 6313-1310
 (082) 544-4350
 (092) 472-0766

お問い合わせ