

核融合科学研究所 250MVA はずみ車付電動発電機 2 回目オーバーホール

○加藤明己、水野嘉識、多喜田泰幸

自然科学研究機構 核融合科学研究所

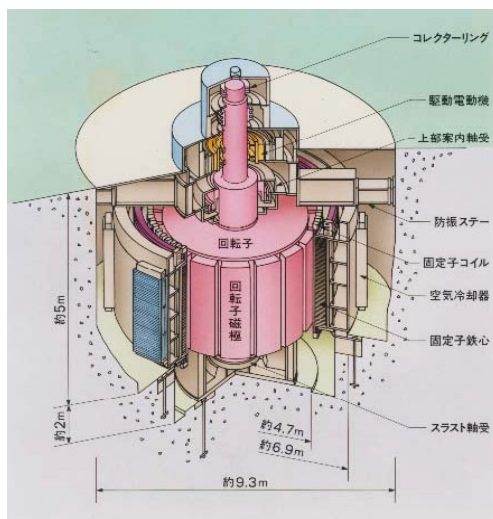
1. はじめに

核融合科学研究所では平成4年度に250MVAはずみ車付電動発電機（以下、MGと略称）を設置し、現在は、大型ヘリカル実験装置の大電力中性粒子入射加熱装置を負荷としてパルス大電力を供給している。

本MG装置は、過去毎年簡易な点検、また、必要に応じ多少の改造は行っている。しかしながら、装置の健全性を維持させるため5年に1度の分解点検を推奨されている。本研究所では、装置の使用頻度等を考慮し、初回の分解点検は平成14年2、3月に行い、平成21年1月から8月にわたって2度目の分解点検を行った。2回目の分解点検について大型装置保守の観点より報告する。

2. MG概略

本研究所のMGは、負荷からの要請に合わせて6.6kV 商用電力からの受電を誘導電動機ではずみ車と一体になった回転子に運動エネルギーとして貯めておき、それを交流発電機で18kV 電力としてパル的に負荷装置に供給する装置である。発電機的主要仕様を図1に示す。建設から平成20年度末までに、発電を行った日数は1,876日となり、発電機の総運転は20,286時間である。



蓄積エネルギー：1.4 GJ
 出力：250 MVA
 出力電圧：18 kV
 発電周波数：58~93Hz
 発電機回転数：435 (待機) ~ 701 (上限)
 回転子重量：400 t
 駆動方式：電動機駆動 (セルビウス制御)
 負荷：プラズマ加熱装置 ~100MW, ~120s

図1. 発電機的主要仕様

平成18年度より1サイクル中に2度発電を行っているが、1サイクル1ショットとすれば、445,054ショットの運転を行って来た。各年度の運転時間とショット数を図2に示す。

3. オーバーホール

3.1 誘導電動機

固定子、回転子共に、ブラシの削り粉と油が付着しかなり汚れていた。固定子の清掃時の写真を図3に示す。固定子の重量は約18トンである。固定子巻き線

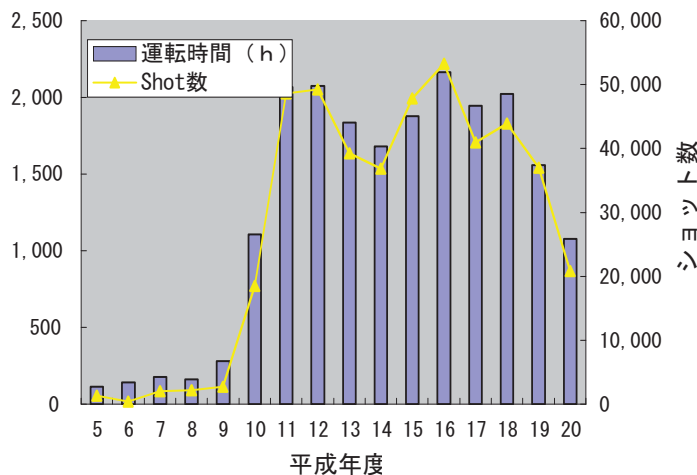


図2. MGの運転実績

の経年による絶縁劣化の進行具合を確認するため、予防保全の観点から、絶縁特性試験を行った。始めに、コイルの乾燥状態を確認するため3相それぞれに絶縁抵抗を測定した。良好の結果を得、電圧と充電電流の関係の測定を6.6kVまで昇圧して行った。誘電正接も3相とも良好であった。部分放電特性試験において、V相に絶縁層表面で発生する沿面放電による放電パルスが観測された。製造業者の判定基準値以内であったので、今後しばらくの運転に支障が無い事を確認できた。

3.2 発電機

発電機の固定子も誘導電動機と同様に絶縁特性試験を最高電圧18kVで行った。結果は良好であった。固定子の楔の緩みが前回オーバーホール時に指摘されていたので、今回緩みの具合を確認するため、楔全数の打音検査(図4)

を行った。楔は168スロット、各15本の総数2520本の内149スロット、341本に緩みが確認され、打替えが必要と判断されたので、追加作業として全数楔の打替えを行った。今回、打替えに際し、建設当初と同じ型の楔は使わず、スロット楔と固定子コイル間にリップルスプリングを有する2ピースタイプの楔を使用した。既設のスロット楔を分解するにあたり、再使用品である固定子コイル及び固定子鉄心を損傷させないように十分注意しながら作業を進める予定であったが、前回のオーバーホールの際に塗りしたエポキシが固いため、分解作業において多くの固定子鉄心に損傷を生じさせ、鉄心修復を行った。

楔分解後、固定子コイルと鉄心の間に隙間が生じている箇所がほとんど全ての場所に確認されたので、サイドスペーサの追加挿入を行った。2ピースタイプの楔は1スロット19本、長さ、空気冷却用切りかけ位置の異なる8種類を使用した。

3.3 上部油槽

上部油冷管は新製品に取替えた。上部油槽分解部分において、接着面での分解が現地で出来ず業者工場にて行い、取り付けフランジ面に押しネジ穴加工(4×M20)を施した。また、油面について遠心力による変動により、設計油面量では、運転時における上部油槽からの油漏れが確認されており、上部油面を30mm下げた運用をしていた。前回オーバーホール後の試運転では、最高回転数までの運転を確認したが、運用中にさらに20mm下がりMG最高回転数まで上昇させようとする、『上部油槽油面低』故障が生じるようになっていたため、最高回転数までの運転は不可能となっていた。そこで、今回、油面計の基準を30mm下げる事により(図5)、油面監視のし易さ、油流出等の軽減を計った。



図3. 8.5MW 起動用誘導電動機固定子内部



図4. 発電機固定子楔打音試験中



図5. 油面計位置調整作業中

3.4 下部油槽

冷却水周りは前回オーバーホール時にも汚れが指摘されていた。冷却管が銅製であるため、高圧をかける
と損傷させる恐れがあるので、ビーズチップによる洗浄を行った。洗浄により泥など綺麗に除去されたため、
古いパッキン部分より漏水が生じ、パッキン交換を行わざるを得なくなった。

建設後早い時期に下部油槽が濡れたために装置が接地した状態となっていたため、今回下部油槽を取り外
し、油槽下の絶縁物の交換を行った。下部油槽取外した直後の写真を図6左側に、清掃後を右に示す。スペ
ーサ等かなり汚れていたことが解る。

3.5 空気冷却器

冷却水の汚れにより、下部ドレイン
が詰まっていたため、空気冷却器は新
製品と交換した。

3.6 液体抵抗器

前回点検時パッキン等消耗品のみ
の交換と清掃を行った。その際、絶縁
筒が経年劣化によりグラスクロスが露
出している箇所が確認されており、更新



図6. MG基礎部清掃前（左）、清掃及び塗装後（右）

推奨されていた。絶縁筒の交換推奨期間は8年である。また、指摘の無かった他の部品についても交換推奨
が6年から10年となっており、絶縁筒を含め今回交換を行った。電解液の配管についている5カ所のバル
ブに関しては前回閉まらなくなっている事が確認されていたので、新品と交換した。電解液ポンプは、軸ス
リーブ、メカニカルシール、スリーブガスケット、ケーシングガスケット、テフロンパッキンの交換をした。

4. おわりに

今回のオーバーホールは、ブラシの削り粉と油とで装置が汚れていたのを清掃できたこと、下部固定子の
楔の打替えができたこと、下部絶縁取り直しができたことが最も評価すべき点であると考え。電動機固定
子は、沿面放電が観測され、4～6年以内に再度絶縁診断試験の実施を推奨されてはいるが、今後しばらくの
運転には支障が無い事が確認され、大変有意義であった。

ブラシの削り粉が多かった原因は、三相ブラシにある。三相用ブラシは、20%ずつのブラシ交換で建設時
のブラシが全部置き換わった平成15年から異常摩耗を起こして正常値の最大4倍もの摩耗をし、対策のと
れた平成19年まで異常の状態が続いていた。現在は、異常摩耗は起こしていない。

下部固定子は、楔下に使用したリップスプリングは楔の緩みを妨げる効果があり、また、コイルに巻い
てある絶縁物の枯れ等による鉄心との隙間はサイドスペーサで補修できたことにより、信頼を回復できた。

参考文献

- [1] 加藤明己、他、“250MVA 電動発電機の初回オーバーホール”、平成14年度東京大学総合技術研究会
報告集、平成15年3月、P2、61-63
- [2] 加藤明己、他、“核融合科学研究所のはずみ車付電動発電機運転制御の紹介”、平成16年度大阪大学
総合技術研究会報告集、平成17年3月、P2-18