

東海再処理施設における非常用電源設備（無停電電源装置）の保安全管理

Maintenance management of emergency power supply equipment (uninterruptible power supply) in Tokai reprocessing plant

日本原子力研究開発機構	西田 恭輔	Kyosuke NISHIDA	(Non-Member)
日本原子力研究開発機構	檜山 久夫	Hisao HIYAMA	(Non-Member)
日本原子力研究開発機構	柴田 里見	Satomi SHIBATA	(Non-Member)
日本原子力研究開発機構	岩崎 省悟	Shogo IWASAKI	(Non-Member)
日本原子力研究開発機構	伊波 慎一	Shinichi INAMI	(Member)

Uninterruptible power supply systems are installed in the Tokai reprocessing plant in preparation for the emergency case that the commercial power supply is stopped by an accidental or intentional interruption in the supply of electricity. The uninterruptible power supply system particularly provides a temporary power source to the important devices for the radiation control of nuclear critical monitoring in the plant. Thus, the system is potentially important and essential for nuclear plants. The paper reports the current activities such as regular inspections, replacement of parts and system update, to maintain the function of uninterruptible power supply systems.

Keywords: uninterruptible power supply

1. 緒言

核燃料サイクル工学研究所で使用する電力は、東京電力(株)の原子力線 154 kV 系 2 回線で送電され、当研究所の特別高圧変電所にてこの内 1 系統を選択し受電している。特別高圧変電所では、変圧器により 6.6 kV に降圧して、再処理施設に給電している。図 1 に東海再処理施設の電源系統概略を示す。

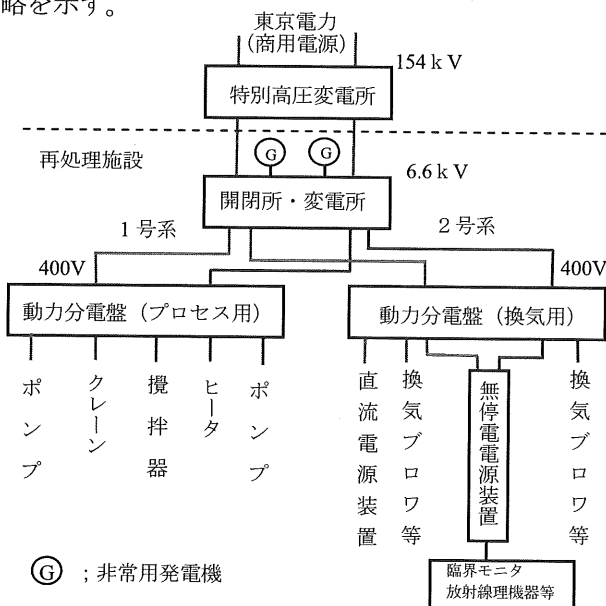


図 1. 東海再処理施設の電源系統概略

再処理施設では、開閉所等で受電し変電所にて 400V に降圧し、35 建家の動力分電盤にて 2 系統で給電し、1 系統に故障が発生した場合は、健全な系統を自動選択し給電するシステムとなっている。さらに商用電源が停電した場合に備え、非常用発電機を設置している。負荷の中には、使用済み核燃料物質を処理する施設の特質として、放射線管理上重要な臨界モニタ等、給電の中断が許されないものがあり、これらの機器は無停電電源装置を介して給電を行っている。本報告では、重要設備である無停電電源装置の機能を維持するために実施している定期的な点検、部品交換、装置更新等の状況について述べる。

2. 無停電電源装置の概要

2.1 構造と原理

図 2 に無停電電源装置の概要を示す。無停電電源装置は、主に蓄電池、充電器、インバータから構成されている。平常時は交流入力電源を充電器にて整流し、直流でインバータへ給電するとともに蓄電池の充電を行っている。インバータではさらに直流を交流に変換し負荷へ給電している。交流入力電源停電時は、図に示すように蓄電池からインバータを経由し無瞬断で負荷へ給電する。

連絡先: 西田 恭輔、〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33、東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 施設管理部 施設保全第 2 課
電話: 029-282-1111、e-mail: kyosuke.nishida@jaea.go.jp

また、無停電電源装置自体が故障した場合は、サイリスタスイッチによって無瞬断で直送ラインに切替わるシステムとなっている。これらのシステムに加え、保守用バイパスラインを設けており、装置を停止しての点検の際などに使用する。さらに再処理施設では、蓄電池の交換、容量試験を容易にするため仮設蓄電池用ラインを設けている。

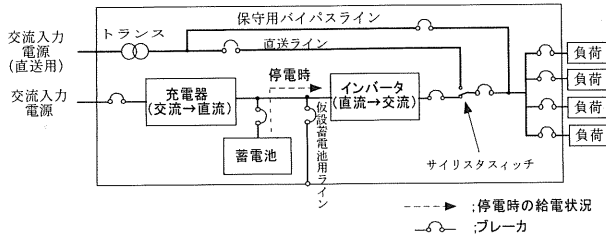


図2. 無停電電源装置の概要

2.2 電源状況に応じた負荷

商用電源が停電した場合、非常用発電機が起動し、20秒以内に電圧、周波数を確立して給電可能状態になる。しかし、非常用発電機の容量では、全ての負荷に給電することはできないため、非常用発電機での給電時は、使用できる負荷に制限を設けている。表1に電源状況に応じた負荷一覧を示す。

負荷の中には給電の中断が許されない安全管理上重要な臨界モニタ等があり、これらの機器に無停電電源装置から給電を行っている。

表1. 電源状況に応じた負荷一覧

負荷	負荷区分の考え方	給電種別
臨界モニタ、放射線管理機器等	給電の中断が許されない安全管理上重要な機器	商用電源 非常用発電機電源 無停電電源
換気設備、冷却ポンプ等	施設・人の安全管理上重要な機器	商用電源 非常用発電機電源
シャッター、ホイストクレーン等	停止することにより施設、人の安全に支障をきたさない機器	商用電源

3. 無停電電源装置の維持管理

3.1 点検・検査

再処理施設に設置している無停電電源装置12基について再処理事業規則等に基づく検査として、毎年1回、国の検査員による切換え作動試験を受検している。また、自主検査として、年次検査、月例検査等を実施している。さらに装置製作メーカーの技術者による点検を実施してい

る。これらの検査・点検の内容を表2にまとめた。

表2. 検査・点検一覧

	検査・点検項目	点検・検査の内容	頻度
法律に基づく検査・点検	施設定期検査 (再処理事業規則)	・切換え作動の機能 (商用電源停電及び復電時における負荷への給電状態と電圧、周波数の確認) ・蓄電池の液面、変形、亀裂確認	1回/年
	施設定期自主検査 性能検査 (月例検査)	・充電器の電圧確認 ・インバータの出力電圧、周波数確認 ・蓄電池の液面、変形、亀裂確認	1回/月
	施設定期自主検査 総合検査 (年次検査)	・切換え作動の機能 (停電及び復電時に負荷への給電状態と電圧、周波数の確認) ・充電機能 (充電電圧の測定) ・計器校正 (電圧計、周波数計の校正)	1回/年
事業者による自主的な点検	定期自主検査 6ヶ月検査	・蓄電池の電解液比重及び液温測定 (抜き取り) ・単電池電圧測定	1回/半年
	日常巡視点検 (保安規定)	・外観確認 ・異音確認 ・表示灯確認	毎日
	メーカー点検	・絶縁抵抗測定 ・電解コンデンサ特性測定 ・各種入力電源電圧測定 ・制御電源電圧測定 ・保護継電器動作試験 ・各種波形観測	1回/年

検査の一例として平成20年度に実施した無停電電源装置の施設定期自主検査(月例検査)データの解析結果を表3に示す。管理値に対し良好に維持されていることが分かる。

表3. 施設定期自主検査データの解析結果

	平均	標準偏差	管理値
インバータ出力 電圧(V)	100.8	0.577	100.0±5.0
周波数(Hz)	49.9	0.067	50.0±1.0

3.2 部品交換

無停電電源装置は、通常連続で運転されており、その機能維持のために、定期的な部品交換が必要である。そのため装置の性能に影響を及ぼす主要な部品については、耐用年数を考慮し、交換目安を定め、交換を実施してきた。表4に日本電機工業会(JEMA)・メーカーの交換目安を参考に作成した主要部品の交換目安を示す。また、使用している部品のメーカーの保有期間について、2社に問合せたところ、15年であるとの回答であった。この期間を過ぎれば基板などは、代替

品がなくなる場合があることから予備品として確保しておく必要がある。

表 4. 主要部品の交換目安一覧

部 品 名	主な用途	交換 目安
制御基板	インバータ制御用	15年
電磁接触器	整流器の運転用	15年
補助継電器	整流器の運転制御用	15年
タイマ	切替等の時間カウント用	15年
警報ヒューズ	警報回路の過電流保護用	10年
電解コンデンサ	整流器の運転用	10年
蓄電池	停電時のバックアップ用	15年
触媒栓	発生するガスの還元用	5年

3.3 部品交換・点検時の処置

部品交換・点検のために、無停電電源装置を停止させる必要がある場合は、保守用バイパス給電（商用電源）に切替えて実施している。また臨界モニタに給電している無停電電源装置（2基）については、保守用バイパス給電中に万一商用電源が停電した場合に備えて、事前に核物質の移動の禁止処置を行い、臨界が起らない状態にした後、作業を実施している。さらに事前に起こりうる事象を想定し、万一異常事象が発生した場合の手順書を作成し、体制を整え迅速に対応できるよう処置を講じて作業を実施している。部品交換・点検時における想定事象の概要を表5に示す。

表 5. 部品交換・点検時における想定事象

No	想定事象	処 置	連絡先	負荷管理者の 処置
①	インバータ給電から自動直送給電への切替えができず装置が停止する（負荷停止）	インバータ給電用遮断器をOFFとし、保守用バイパス給電用遮断器をONする。	・上位者 ・負荷管理者 ・当直長	・作業手順書「放射線管理設備故障に伴う対応」に従い実施する。 ・全館放送にて各課に周知。
②	保守用バイパス給電中に停電が発生し、負荷が停止する。	非常用発電機が起動し、正常に給電されたことを確認する。	・上位者 ・負荷管理者 ・当直長	・作業手順書「放射線管理設備故障に伴う対応」に従い実施する。

4. 保安全管理の改善事例

4.1 装置の停止・負荷停電事象からの改善

今まで述べてきたように装置の維持管理に努めてきたが、平成20年9月に無停電電源装置が停止し、負荷が停止する事象が発生した。以下にその概要を示す。

電気設備の点検のため、計画停電を行った際、インバータの入力電圧を監視している直流過電圧検出基板が誤動作し、無停電電源装置が停止する事象が発生した。その際、自動で直送ラインに切替わったが、停電試験中であつたため直送ラインも停電しており、負荷が一時的に停電した。停電試験終了後（数秒後）商用電源が復電し、直送ラインから負荷に給電した。事象の概要を図4に示す。

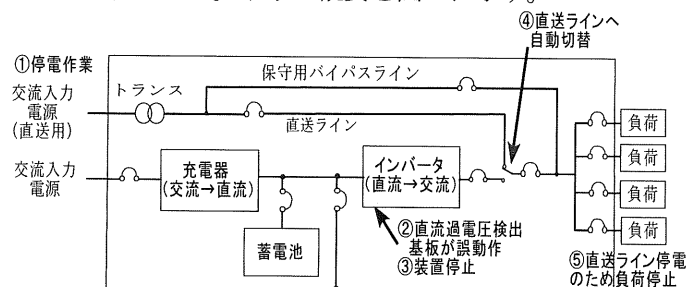


図 4. 事象の概要

その後、故障した直流過電圧検出基板を予備品と交換し、正常に復帰した。

故障の原因は、経年変化により、インバータの直流過電圧検出基板の検出特性が不安定になり、検出すべき電圧より低い電圧を過電圧と誤認識し、装置の停止に至ったものである。当該基板は1990年製であり、設置後約18年が経過しておりメーカーの交換推奨である15年以上を経過していた。先に述べたように主要な基板については、交換を実施してきたが、当該部品は検出基板であつたため、装置の性能に直接影響を及ぼすものではないという認識から主要な部品とは位置づけておらず、交換していなかった。

対策として部品に故障が生じた場合に無停電電源装置が停止に至る部品でかつ入手に時間を要する基板を重要部品と位置づけ、各無停電電源装置の重要部品のリスト、その交換実績、計画を記載した管理台帳を作成し、確実に交換を実施するようにした。

4.2 部品交換・装置更新を考慮した改善

4.2.1 交換部品のユニット化

部品交換は、装置を停止し、保守用バイパス給電状態で実施するため、交換中に商用電源が停電し、負荷が停止するというリスクが生じる。そのリスクの軽減のため、冷却ファン、制御基板等の定期的な交換が必要な部品について、部品単体ではなくユニット化しユニット単位で交換することとした。このことにより、プラグインの端子接続のみでの交換が可能となり、短時間での交換作業が可能となり、さらに誤配線によるトラブル防止となった。

4.2.2 装置更新を考慮した設計

装置更新においては、更新期間中も施設への安全への影響を極力損なうことなく更新する必要がある。そのため既設装置と同等の機能を有する仮設無停電電源装置を準備し仮設に切替えた状態で更新を実施する。従来の更新では、図5に示すように主負荷ブレーカ、負荷ブレーカが無停電電源装置と同一盤内にあるため、仮設無停電電源装置への切替えの際に、負荷ケーブルを離線する必要があり、負荷への給電を一時的に停止せざるを得なかった。しかし、図6に示すように主負荷ブレーカ、負荷ブレーカを充電器・インバータ盤から分離することにより、負荷を停止することなく装置更新が可能となり、更新時の安全性を向上させることができた。以下にその作業手順を示す。

- ①保守用バイパスラインでの給電状態とする。
- ②充電器・インバータ盤を停止する。
- ③主負荷ブレーカを開放する。
- ④仮設無停電電源装置を主負荷ブレーカに接続、投入し、負荷へ仮設無停電電源装置から給電する。
- ⑤充電器・インバータ盤を更新する。

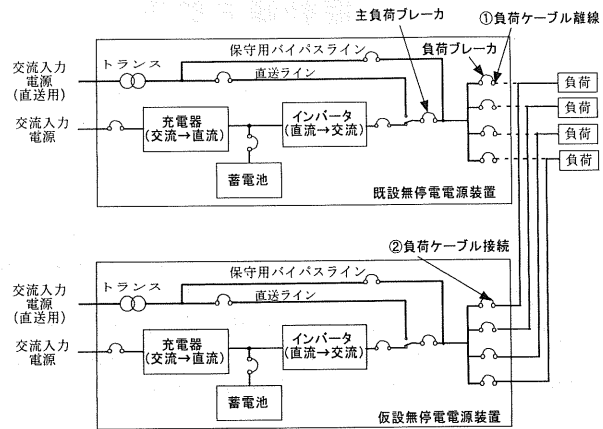


図5. 従来の装置更新

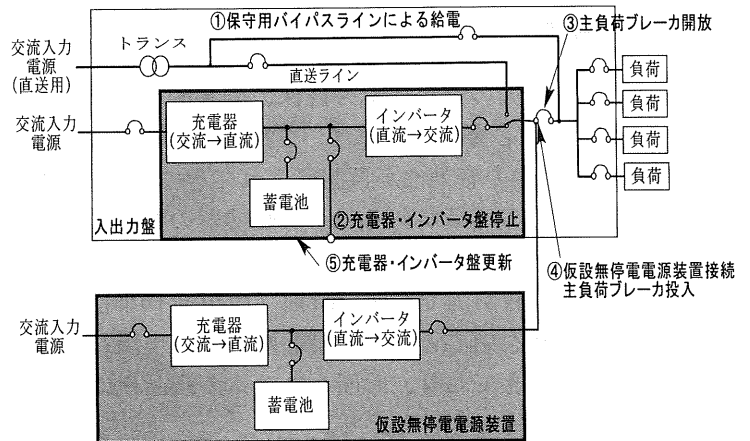


図6. 改善後の装置更新

5. 結言

無停電電源装置は、給電の中断が許されない負荷に給電するための重要な装置であり、当該装置が故障した場合は、施設への影響及び対外的な影響も多大なものとなる。そのため、異常を早期に発見するための点検・検査による日常管理、設計当初から経年劣化による部品交換、装置更新を視野に入れた機器構成、配置設計を行うことが重要である。

参考文献

- 1) 「低圧機器の更新推奨時期に関する調査報告書 社団法人 日本電機工業会