

東海再処理施設における電気部品の保守

Maintenance of electric parts in the Tokai Reprocessing Plant

日本原子力研究開発機構	青木 賢二	Kenji AOKI	(Non-Member)
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)

Many facilities, in Tokai Reprocessing Plant, are necessary for safety aspects as well as plant operation. It is essential to keep instruments running, especially for safety features such as ventilation system for sealing radio activities in the facility and cooling system for removing decay heat. The preventive maintenance schedule for instruments of safety features was planned based on validity date of electric parts or decided with usage environment, working situation and recommended limit of time, in a power distribution board. We report how we manage power distribution boards and electric parts listed in timing of repairing.

Keywords: power distribution board electric parts Tokai Reprocessing Plant preventive maintenance

1. 緒言

東海再処理施設では、放射性物質の閉じ込めを維持するための建家換気設備、崩壊熱を除去するための冷却水設備など（以下「安重相当設備*」という）は、施設の安全を保つために連続運転を行っている。このため、これらの設備を運転するための電力を供給する動力分電盤を構成する部品の交換については、予防保全の観点から、使用環境、稼働状況、メーカーの交換推奨時期などを基に計画的に実施している。

本件では、動力分電盤の保全の考え方及び電気部品抽出表に基づいて実施している電気部品の交換管理について述べる。

※安重相当設備：使用済燃料再処理施設の新規制基準に示す「安全上重要な施設」に相当する設備。

2. 東海再処理施設の電気設備について

2.1 東海再処理施設の電気系統

東海再処理施設の電気系統は、核燃料サイクル工学研究所内の特別高圧変電所において電力会社から2回線の送電線により154kVで受電し、そのうち1回線を選択している。

特別高圧変電所では、154kVを6.6kVに降圧し、核燃料サイクル工学研究所内の再処理施設に設置してある変電所及び開閉所に2回線の送電線で配電している。

変電所及び開閉所では、6.6kVを400Vに降圧し、2回線で各施設内に設置した動力分電盤にて配電している。各施設内の動力分電盤では排風機、ポンプ等の機器に給電し運転を行っている。また、再処理施設内の変電所及び開閉所には、電力会社

からの送電が停止した場合に備えて非常用発電機を設置している。

図1に東海再処理施設の電気系統図を示す。

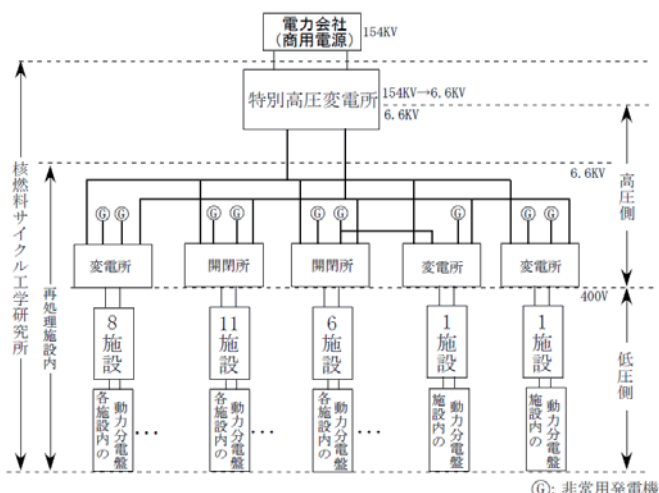


図1. 東海再処理施設の電気系統図

2.2 動力分電盤の役割及び構造

施設内の負荷へ電気を給電する動力分電盤の構造は、図2に示すモーターコントロールセンタ型で、受電部と配電部で構成している。受電部は、2回線を受電して1号系及び2号系の配電部に給電している。万一、1系統が停電した場合でも母線連絡用遮断器が自動投入され、1号系、2号系の配電部に給電するシステムとなっている。図3に動力分電盤の単線結線図を示す。

配電部は、計装制御盤からの起動・停止信号に

より開閉する電磁接触器、負荷設備（機器）の短絡発生時に当該回路を遮断して他の機器を保護するための配線用遮断器、機器の過電流を検知し機器を保護するサーマルリレー等の電気部品から構成されている。

この配電部は、前述した電気部品類をコンパクトに纏めたユニット式となっており、当該ユニットを引出す（取外す）ことにより、安全かつ容易に部品交換が行える構造にしている。図2に示したユニット内部の写真を図4に示す。



図4. ユニット内部の写真



図2. モーターコントロール型動力分電盤の外観

3. 負荷の重要度に応じた分類

東海再処理施設では、機能喪失により、一般公衆及び放射線従事者に過度の放射線被ばくを及ぼす恐れのある構築物、系統及び機器並びに事故時に一般公衆及び放射線従事者に及ぼす恐れのある過度の放射線被ばくを緩和するために設けられた構築物、系統及び機器が設けられている。

これらのうち、電気を必要とする具体的な設備の例としては、放射性物質の閉じ込めを維持するための建家、セル等の換気設備、高放射性廃液の崩壊熱を除去するための冷却水設備などがあり、これらを安重相当設備の負荷とし、それ以外をその他の負荷に分類している。表1に負荷の重要度に応じた分類を示す。

表1. 負荷の重要度に応じた分類

負荷の例	重要度分類
建家換気設備の排風機、冷却水設備のポンプ等	安重相当設備の負荷
送液ポンプ、搬送設備の電動機、放射線管理機器、コンセント等	その他の負荷

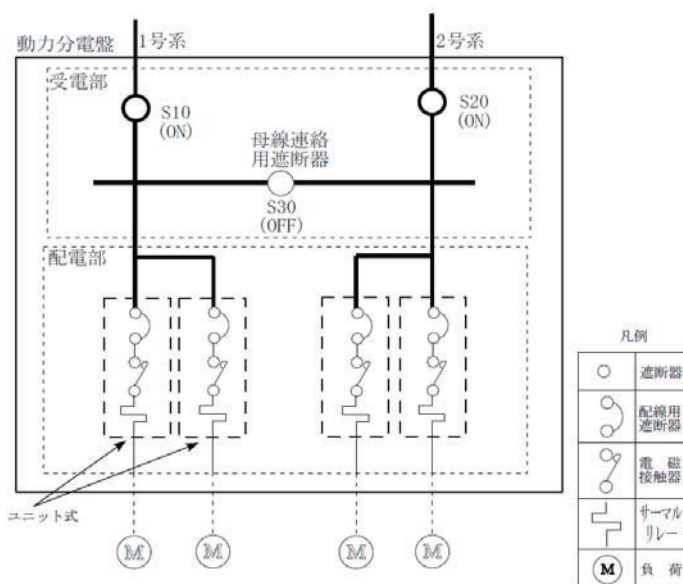


図3. 動力分電盤の単線結線図

4. 動力分電盤の保全の考え方

電気設備のうち、動力分電盤の点検としては、日常点検及び年次点検がある。日常点検では、動力分電盤の状態を目視、電流、電圧等を測定し異常の有無を確認している。また、年次点検においては、動力分電盤の絶縁抵抗試験、機器の作動試験等を実施するとともに、安重相当設備の負荷に給電している動力分電盤については、動力分電盤を構成する電気部品のうち、電気部品の故障により安重相当設備の運転が不可能となる部品について予防保全の観点から定期的な交換を行っている。この交換については、電気部品の交換頻度の考え方をあらかじめ定め、これに従って交換を行っている。

表2に電気部品の交換頻度の考え方をまとめた「電気部品の交換頻度の考え方」を示す。

表2. 電気部品の交換頻度の考え方

電気部品（重要度）	交換頻度の考え方
安重相当設備の負荷に給電している電気部品のうち故障により負荷が運転不可能となる電気部品	メーカー推奨交換時期前に交換する
上記以外の電気部品	原則、事後保全で交換する。但し、点検により劣化が確認された場合は、使用環境及び稼働状況を考慮し予防保全として交換を実施する

5. 電気部品の交換管理

電気部品の交換は、予防保全の観点からメーカー推奨の交換時期までに全てを交換することが望ましいが、全ての電気部品を交換することは、経費面で困難である。そのため、以下のことを考慮し電気部品の交換管理を実施している。

5.1 部品ごとの交換時期の確認

日本電機工業会（JEMA）の調査報告書、一般産業メーカー、火力原子力設備の交換推奨時期の調査結果等を参考にして、JAEA 核燃料サイクル工学研究所では、電気工作物保安規程の細則として「電気設備保守点検指針」を定め、この中で電気機器・

部品の交換頻度についての交換方針を示している。

表3に電気機器・部品の交換方針の抜粋を示す。

表3. 電気機器・部品の交換方針（抜粋）

No.	機器・部品名	JEMA 調査報告	メーカー 一般産業	メーカー 火力原子力	研究所 方針
1	油入変圧器	26.2	25~30	30	25~30
2	乾式変圧器	25.2	25~30	—	25~30
3	モールド変圧器	20	25~30	20~30	20~30
4	空気遮断器	24.7	20~25	15~20	15~20
5	断路器	25.2	20~25	20~30	20~25
6	油入変成器	23.9	15	15	15
7	乾式変成器	23.4	15~20	15	15
8	モールド変成器	24.5	15	15	15
9	低圧進相コンデンサ	10	—	—	10
10	鉛バッテリー	13.1	—	4~17	5~15
11	アルカリバッテリー	14.9	—	10~15	10~15
12	屋外閉鎖形配電盤	22.9	20~25	—	20~25
13	屋内閉鎖形配電盤	26.4	25~30	—	25~30
14	配線用遮断器	10~20	10~20	10~15	10~15
15	低圧コンタクト	5~15	15	10~15	10~15
16	保護継電器	10~20	15~20	15~20	15~20
17	補助継電器	5~15	15~20	10~15	10~15
18	タイマ	—	5~10	5~10	5~10

（数値は年を示す。）

5.2 電気部品抽出表の作成

電気部品の交換を合理的かつ効果的に実施するためには、動力分電盤を構成する電気部品及びそれが故障することによる影響を把握することが重要である。これらを把握するために電気部品の抽出を行い、影響評価を行った。

影響評価の結果、故障により安重相当設備の運転が不能となる部品については、状態基準保全により交換するか、時間基準保全により交換するかを決定した。

その手順を以下に示す。

(1) 電気部品の抽出

安重相当設備の負荷へ給電する全ての動力分電盤について、完成図書等から構成する電気部品をリストアップし、型式、メーカー名、設置数、使用年等を確認している。

(2) 電気部品の故障による影響評価

動力分電盤の回路図からリストアップした部品ごとにその用途を調査し、故障により安重相当設備が運転不能となるか否かを判別している。

図5に部品のリストアップに使用した動力分電盤のユニットの回路図（冷却水ポンプの例）を示す。

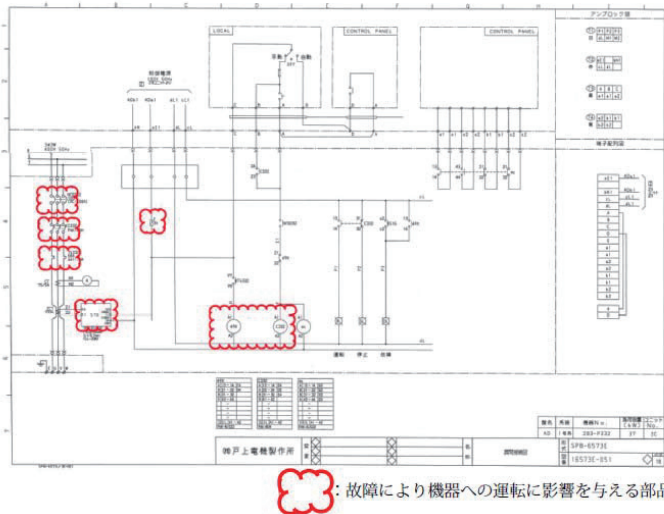


図5. ユニットの回路図（冷却水ポンプの例）

(3) 状態基準保全として交換する部品

運転不能になると判別した部品について年次点検時の絶縁抵抗測定、作動試験等から劣化状況を判別し、交換時期を判断できるものは状態基準保全として、点検の結果から交換の要否を決めて交換している。

(4) 時間基準保全での交換時期

年次点検では交換時期が判断できないと判別された電気部品（リレー、タイマー、ヒューズ、電磁接触器等）は、時間基準保全としてメーカー交換推奨時期までに交換している。

電気部品抽出表は、上記の(1)～(4)の項目を実施した結果を機器ごとにまとめたものである。表4に電気部品抽出表の一例を示す。

表4. 電気部品抽出表（一例）

機器番号：283P332

部品名称	部品番号	台数	故障による 安重等 設備への 影響の有無 有：○ 無：×	点検による、 交換の 必要性の判 断可否 可：○ 否：×	指針に基 づく交換 を実施	設置年	使用年数	交換頻度	交換 予定年	故障した場合の安重等 設備への影 響
遮断器	NFB332	1	○	○	—	H16	8	点検結果による		運転機種の停止
電磁接触器	C332	1	○	×	○	H16	8	15	H31	運転機種の停止
サーマルリレー	TH332	1	○	×	○	H16	8	20	H36	運転機種の停止
補助継電器		1	○	×	○	H16	8	15	H31	運転機種の停止
漏電リレー		1	○	×	○	H16	8	20	H36	運転機種の停止
等相変流器	ZCT	1	○	×	○	H16	8	20	H36	運転機種の停止
ガラス管ヒューズ	F1	1	○	×	○	H16	8	10	H26	運転機種の停止
計器用変流器	CT	1	×	—	—	H16	8	事後保全		
電流計	A	1	×	—	—	H16	8	事後保全		
表示灯	RL, GL, OL	2	×	—	—	H16	8	事後保全		

5.3 電気部品抽出表による交換管理

作成した電気部品抽出表に基づき、以下のよう
に電気部品抽出表の実績を評価している。

- (1) 年次点検で行う電気部品の交換計画を年度ごとに作成する。
- (2) 電気部品交換計画に基づき交換を実施し、実績を電気部品抽出表に反映する。また、突発的に実施した部品交換の実績についても、その都度電気部品抽出表に反映する。
- (3) 電気部品交換の都度、実績にあわせ電気部品交換抽出表の見直しを行っている。なお、電気部品の交換推奨時期等に変更が生じた場合は、電気部品交換抽出表及び電気部品交換計画を変更する。

図6に電気部品管理のフロー図を示す。

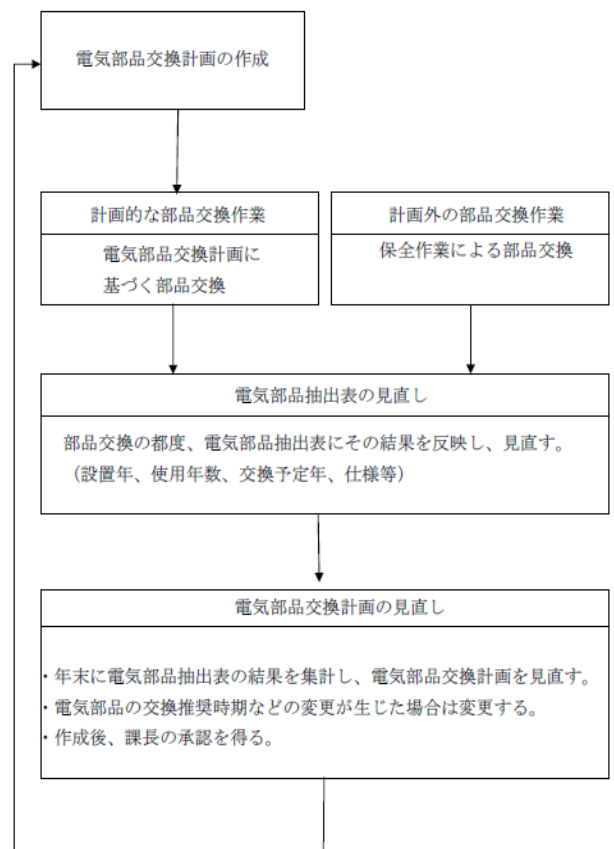


図6. 電気部品管理のフロー

しない範囲で使用することとした。

6. 過去の事象を反映した管理

動力分電盤を構成する電気部品は、動力分電盤の保全の考え方を基に交換を行っているが、その交換前に故障は発生することがある。そこで故障が発生するごとに原因を調査し、その対策を電気部品の保全に反映し精度を高めるようにしている。

今までの電気部品の故障により発生した事象の原因を踏まえ、再発防止対策を電気部品抽出表に反映した例を以下に示す。

6.1 タイマーの交換管理

(1) 事象及び原因

分離精製工場の槽類換気系ブロワがタイマーの故障により起動できない事象が発生した。

なお、故障したタイマーはメーカー交換推奨時期（7年）と同等のものであった。

(2) 再発防止のための管理方法改善

タイマーの信頼性を向上させるため、設計寿命が既設品（約7年）の約2倍のタイマーと交換した。また、タイマーの交換頻度については、メーカー推奨の交換時期の設定根拠を基に、設備の重要度、使用状況（連続通電の有無）及び設置環境から交換時期を10年と定め、電気部品抽出表に反映させた。

6.2 栓形ヒューズの交換管理

(1) 事象及び原因

排風機が運転中停止する事象が発生した。原因は、制御回路に使用したヒューズの導通不良によるものであった。

なお、当該ヒューズは2ヶ月前に交換したものであったが、交換したヒューズは製造後22年経過しており、予備品として保管している間にヒューズ内部に経年劣化が生じていたものと判断した。

(2) 再発防止のための管理方法改善

メーカー推奨の交換時期を基に、使用しているヒューズについては交換時期を10年と定め、電気部品抽出表に反映させた。また、交換を実施する際は製造年月日を確認後、交換を実施することとした。なお、ヒューズを予備品として保管する場合であっても、製造後15年以上を経過

7. 結言

今後とも動力分電盤を構成する電気部品の合理的な予防保全を行うため、電気部品交換抽出表に基づいて、使用状況に応じて劣化傾向を適切に把握して交換時期を判断する部品と、時間基準保全として交換する部品に分類して管理を行っていく。また、年次点検等で交換した部品をデータベース化し、次の点検へ活かすようにする。具体的には、年度ごとに前年の交換実績、新たに得られた知見を取り込み、次年度の交換計画を作成して行く。

これらを継続することで動力分電盤の信頼を高め、東海再処理施設の安重相当設備の安定運転に寄与することができると考える。

参考文献

- [1] (社)日本電機工業会「低圧機器の更新推奨時期に関する調査報告書」平成4年3月
- [2] (社)日本電機工業会「長期使用受変電設備の信頼性の考察」平成11年1月
- [3] 核燃料サイクル工学研究所 電気工作物保安規程 細則 電気設備保守点検指針