

柏崎刈羽原子力発電所3号炉 審査資料	
資料番号	KK3PLM-補-06 改2
提出年月日	2023年7月20日

柏崎刈羽原子力発電所3号炉
高経年化技術評価
(電気・計装品の絶縁特性低下)

補足説明資料

2023年7月20日

東京電力ホールディングス株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	3
3.1 評価対象	3
3.2 評価手法	3
4. 代表機器の技術評価	5
4.1 高圧ポンプモータ（原子炉補機冷却水ポンプモータ）の技術評価	5
4.1.1 健全性評価	5
4.1.2 現状保全	5
4.1.3 総合評価	5
4.1.4 高経年化への対応	5
5. 代表機器以外の技術評価	6
6. まとめ	10
6.1 審査ガイド適合性	10
6.2 施設管理に関する方針として策定する事項	12

別紙

別紙 1. 保全内容及び保全実績について	1-1
----------------------	-----

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第82条第1項の規定に基づき実施した、冷温停止状態が維持されることを前提とした高経年化技術評価のうち、電気・計装品の絶縁特性低下の評価結果について、補足説明するものである。

2. 基本方針

電気・計装品の絶縁特性低下に対する評価の基本方針は、対象機器について絶縁特性低下に対する技術評価を行い、運転開始後40年時点までの期間において、「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」及び「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」の要求事項を満たすことを確認することである。

電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項を表1に整理する。

表1 (1/2) 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項

ガイド	要求事項
実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド	<p>3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点</p> <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド 3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期施設管理方針の審査</p> <p>①長期施設管理方針の策定 すべての追加保全策について長期保守管理方針として策定されているかを審査する。</p>

表 1 (2/2) 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項

ガイド	要求事項
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド</p>	<p>3.1 高経年化技術評価の実施及び見直し</p> <p>高経年化技術評価の実施及び見直しに当たっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>⑤抽出された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、以下に規定する期間の満了日までの期間について機器・構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。</p> <p>イ 実用炉規則第 82 条第 1 項の規定に基づく高経年化技術評価プラントの運転を開始した日から 60 年間（ただし、⑧ただし書の規定に該当する場合にはプラントの運転を開始した日から 40 年間とする。）</p> <p>3.2 長期施設管理方針の策定及び変更</p> <p>長期施設管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>ただし、冷温停止が維持されることを前提とした高経年化技術評価のみを行う場合はその限りでない。</p>

3. 評価対象と評価手法

3.1 評価対象

冷温停止状態が維持されることを前提として抽出した高経年化技術評価対象機器について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、経年劣化事象として絶縁特性低下が想定される機器・部位を評価対象とする。

評価対象として抽出した機器・部位を表2に示す。

なお、本資料では、「4. 代表機器の技術評価」にて高圧ポンプモータを代表として具体的な評価内容を示し、「5. 代表機器以外の技術評価」にて代表以外の評価内容を示す。

3.2 評価手法

評価対象機器（電気・計装品）の絶縁特性低下の評価にあたっては、機器の点検実績等から総合的に評価する。

表2 絶縁特性低下の評価対象機器・部位

機種	評価対象機器	評価対象部位
ポンプモータ	高圧ポンプモータ	固定子コイル, 口出線・接続部品
	低圧ポンプモータ	固定子コイル, 口出線・接続部品
容器 (原子炉格納容器)	電気ペネトレーション	シール材, 同軸ケーブル, 電線, 熱収縮チューブ
弁	電動弁用駆動部	固定子コイル, 口出線・接続部品
ケーブル	高圧ケーブル	絶縁体
	低圧ケーブル	絶縁体
	同軸ケーブル	絶縁体
	ケーブル接続部	絶縁物
計測制御設備	計測装置	温度検出器 (熱電対式), (測温抵抗体)
機械設備	非常用ディーゼル機関付属設備	始動電磁弁コイル
	燃料取替機	ブレーキ電磁コイル
	原子炉建屋クレーン	回転子コイル, 固定子コイル及び口出線・接続部品, ブレーキ電磁コイル
電源設備	高圧閉鎖配電盤	遮断器断路部, 計器用変圧器, 支持サポート及び主回路断路部
	動力用変圧器	変圧器コイル
	ディーゼル発電設備	回転子コイル, 励磁用可飽和変流器, 励磁用変圧器及びリアクトル, 計器用変圧器
	バイタル電源用 CVCF	変圧器コイル
	直流電源設備	変圧器コイル
	計測用変圧器	変圧器コイル

4. 代表機器の技術評価

4.1 高圧ポンプモータ（原子炉補機冷却水ポンプモータ）の技術評価

4.1.1 健全性評価

固定子コイル及び口出線・接続部品は、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の可能性は否定できない。

4.1.2 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験を行い、絶縁特性に有意な変化がないこと及び固定子コイルの目視点検、清掃を実施し異常のないことを確認している。

また、これらの点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または固定子コイル及び口出線・接続部品を取り替えることとしている。

さらに、当面の冷温停止状態においては、冷温停止状態の維持のため必要な運転状態を加味し、定例的な切替を含む日常保全や状態監視を適切な頻度で継続し、必要に応じて補修・取り替えを行うこととしている。

4.1.3 総合評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定、絶縁診断試験及び目視点検で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止状態においても、必要な運転状態を加味し、今後も定例切替を含む日常保全や状態監視を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。

4.1.4 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

5. 代表機器以外の技術評価

代表機器以外の評価対象及び技術評価の概要を表3に示す。

表3 (1/4) 代表機器以外の評価対象及び技術評価の概要

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	グループ内代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
低圧ポンプモータ	・原子炉補機冷却海水ポンプモータ	・固定子コイル及び口出線・接続部品	絶縁特性低下要因としては、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁機能の健全性を確認している。 また、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または、固定子コイル及び口出線・接続部品またはモータの取り替えを行うこととしている。 さらに、当面の冷温停止状態においては、冷温停止状態の維持のため必要な運転状態を加味し、定例的な切替を含む日常保全や状態監視を適切な頻度で継続し、必要に応じて補修・取り替えを行うこととしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検で把握可能と考える。 また、当面の冷温停止状態においても、必要な運転状態を加味し、今後も定例切替を含む日常保全や状態監視を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
電気ペネトレーション	・モジュール型中性子計装用電気ペネトレーション	・シール材および同軸ケーブル ・電線 ・熱収縮チューブ	シール材として使用しているエポキシ樹脂及び同軸ケーブル、電線の絶縁体で使用している耐放射線性架橋ポリエチレン、耐放射線性架橋発泡ポリエチレン、難燃性架橋ポリエチレン、熱収縮チューブの絶縁材料である架橋ポリオレフィン、有機物であるため熱的、放射線照射、機械的、電氣的、環境的要因により、経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に気体漏えい試験及びケーブル損傷がないことを確認している。 さらに、当面の冷温停止維持において、接続機器の使用状態を加味し、日常保全を継続し、必要に応じてモジュールの取替等を行うこととしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時において把握可能と考える。 また、当面の冷温停止維持においては、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより、健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
電動弁用駆動部	・残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁用駆動部 ・残留熱除去系熱交換器出口弁用駆動部	・固定子コイル及び口出線・接続部品	絶縁特性低下要因としては、機械的、熱的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁機能の健全性を確認している。 また、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、電動弁用駆動部の補修または取り替えを行うこととしている。 なお、当面の冷温停止維持においては、現況保管することとしている。	急激な絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定で把握可能と考える。 また、必要に応じて適切な対応をとることにより、当面の冷温停止維持における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下については、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はない。
高圧ケーブル	・高圧難燃 CV ケーブル	・絶縁体	有機物の架橋ポリエチレンであり、熱及び放射線による物性変化、絶縁物内の異物やボイドでの放電により、経年的に電氣的劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、系統機器点検時の絶縁抵抗測定、絶縁診断試験（電気学会技術報告第502号で紹介されている。ケーブルに所定の直流電圧を充電した後、充電用電源を開放して、ケーブルの自己放電による残留電荷の変化を調べてケーブルの絶縁劣化程度を判定する方法）（以下、「絶縁診断試験」と称す）を実施しており、系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。 また、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取り替えを行うこととしている。 さらに、当面の冷温停止維持において、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて取り替えを行うこととしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定、絶縁診断試験で把握可能である。 また、当面の冷温停止維持においても、必要な運転状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁性能を維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
高圧ケーブル	・高圧難燃 CV ケーブル	・絶縁体 (水トリー劣化)	水トリーは、雨水等によるケーブル浸水により発生する可能性がある。そのため、屋外布設ケーブルは発生する可能性があるが、屋内布設ケーブルは発生する可能性は極めて小さい。 屋外布設ケーブルは、トレンチ内部に架空化されたケーブルトレイ、電線管により布設されている。仮に水が溜まった場合は排水ポンプ、排水口により排水され、ケーブルが布設時より長時間浸水する可能性はないが、外気等による高湿度環境を考慮すると水トリー劣化による絶縁特性低下の可能性は否定できない。	水トリー劣化に対しては、系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験を実施しており、系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。 また、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取り替えを行うこととしている。 さらに、当面の冷温停止維持においては、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を実施することとしている。	屋外布設ケーブルはトレンチ内部に布設され長時間浸水する可能性はないものの、外気等による高湿度環境を考慮すると水トリー劣化による絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定、絶縁診断試験及び系統機器の動作試験で把握可能である。 また、当面の冷温停止維持においても、必要な運転状態を加味し、系統機器点検時の絶縁抵抗測定、絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施し、絶縁特性の傾向管理をしていくとともに、必要に応じて取り替え等の適切な対応をとることにより、健全性の維持は可能と判断する。	水トリー劣化に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

表 3 (2/4) 代表機器以外の評価対象及び技術評価の概要

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	グループ内代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
低圧ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・KGB ケーブル ・難燃 PN ケーブル ・難燃 CV ケーブル ・難燃 FN ケーブル 	・絶縁体	<p>有機物のけい素ゴムであり、熱及び放射線による物性変化により、経年的に電氣的劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。</p> <p>また、系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。</p> <p>さらに、当面の冷温停止維持において、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて取り替えを行うこととしている。</p>	<p>絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定で把握可能である。</p> <p>また、当面の冷温停止維持においては、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより絶縁性能を維持できると判断する。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>
同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・難燃二重同軸ケーブル (絶縁体が耐放射線性架橋ポリエチレン) ・絶縁体が耐放射線性架橋発泡ポリエチレン) 	・絶縁体	<p>有機物の耐放射線性架橋ポリエチレン、耐放射線性架橋発泡ポリエチレンであり、熱及び放射線による物性変化により、経年的に電氣的劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、系統機器点検時の絶縁抵抗測定や動作試験においてケーブルの健全性を確認している。</p> <p>また、点検でケーブルの異常が認められた場合には、ケーブルの取り替えを行うこととしている。</p> <p>さらに、当面の冷温停止維持において、接続機器の使用状態を加味し、日常保全を継続し、必要に応じて取り替えを行うこととしている。</p>	<p>絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定や動作試験で把握可能である。</p> <p>また、当面の冷温停止維持においては、接続機器の使用状態を加味して日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより絶縁性能を維持できると判断する。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>
同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・難燃複合同軸ケーブル 	・絶縁体	<p>有機物の耐放射線性架橋ポリエチレンおよび耐放射線性架橋発泡ポリエチレンであり、熱及び放射線による物性変化により、経年的に電氣的劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、計器点検時においてケーブルの健全性を確認している。</p> <p>また、点検でケーブルに異常が認められた場合には、ケーブルの取替を行うこととしている。</p>	<p>絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は計器点検時において把握可能である。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>
ケーブル接続部	<ul style="list-style-type: none"> ・端子台接続 ・直ジョイント接続 ・電動弁コネクタ接続 ・同軸コネクタ接続 	・絶縁物	<p>有機物のジアリルフタレート樹脂・架橋ポリオレフィン・ポリエーテルエーテルケトン樹脂であるため、熱及び放射線による物性変化により、経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁体の絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定を実施している。さらに、点検時に実施する機器の動作試験においても端子台・直ジョイント接続の絶縁機能の健全性を確認している。</p> <p>また、当面の冷温停止維持において、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて取り替えを行うこととしている。</p>	<p>絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定で把握可能である。</p> <p>また、当面の冷温停止維持においては、接続機器の使用状態を加味し、系統機器の定例的な切替や定例試験を含む日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより絶縁性能を維持できると判断する。</p>	<p>絶縁特性低下については、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>
計測装置	<ul style="list-style-type: none"> ・SGTS 系フィルタ装置活性炭フィルタ入口温度計測装置 (熱電対式) (測温抵抗体式) 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度検出器 (熱電対式) (測温抵抗体式) 	<p>外被 (金属製) の内部に検出素子と絶縁素材 (マグネシア粉末 (無機質)) が隙間なく充填され、さらにエポキシ樹脂で絶縁素材を封止している構造となっており、そのエポキシ樹脂の経年劣化により、封止性が低下し、絶縁素材へ水分が浸入して絶縁特性が低下する可能性があることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>これまでの点検において、特性試験 (常温試験、絶縁抵抗測定) を実施し、特性が精度内であることを確認している。</p> <p>また、当面の冷温停止状態において、必要な運転状態を加味して日常保全を継続し、必要に応じて温度検出器の取り替え等を行うこととしている。</p>	<p>長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能と考える。</p> <p>また、冷温停止状態においても、必要な運転状態を加味して日常保全を継続し、必要に応じて適切な対応をとることにより、健全性は維持できると判断する。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>
非常用ディーゼル機関 付属設備	<ul style="list-style-type: none"> ・HPCS ディーゼル機関 付属設備 	・始動電磁弁コイル	<p>絶縁特性低下要因としては、コイルの発熱による絶縁物の硬化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化がある。</p> <p>始動電磁弁コイルは常時無励磁であり、作動時間が短いことから、熱的劣化、機械的劣化の可能性は小さいが、長期間の使用を考慮すると始動電磁弁コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できない。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により有意な絶縁特性低下がないことを確認している。</p> <p>絶縁抵抗測定で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、分解洗浄・乾燥及び絶縁補修や取替を行うこととしている。</p>	<p>急激な絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能と考える。</p> <p>また、今後も絶縁抵抗測定を実施することにより、異常の有無は確認可能であり、現状の保全は点検手法として適切であると判断する。</p>	<p>絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。</p>

表 3 (3/4) 代表機器以外の評価対象及び技術評価の概要

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	グループ内代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
燃料取替機	・燃料取替機	・ブレーキ電磁コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの発熱による絶縁物の硬化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化がある。 熱的劣化、機械的劣化については、常時無励磁であり作動時間が短いことから発生する可能性は小さい。また、ブレーキ電磁コイルは埃が入りづらい構造となっていることから、環境的劣化の可能性も小さい。	絶縁特性低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により有意な絶縁特性の変化がないことを確認している。 絶縁抵抗測定で有意な絶縁特性の変化が認められた場合は、分解洗浄・乾燥及び絶縁補修や取替を行うこととしている。	急激な絶縁特性低下の可能性は小さく、さらに絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能である。 今後も絶縁抵抗測定を実施することにより、異常の有無は確認可能であり、現状の保全は点検手法として適切であると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
原子炉建屋クレーン	・原子炉建屋クレーン	・回転子コイル ・固定子コイル及び 口出線・接続部品	絶縁特性低下要因としては、機械的、熱的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると回転子コイル、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁機能の健全性を確認している。 また、点検で有意な絶縁特性低下が確認された場合には、洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または回転子コイル、固定子コイル及び口出線・接続部品またはモータの取替を行うこととしている。	急激な絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定で把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施していくとともに、必要に応じて適切な対応をとることにより、当面の冷温停止維持における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
原子炉建屋クレーン	・原子炉建屋クレーン	・ブレーキ電磁コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの発熱による絶縁物の硬化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化がある。 熱的劣化、機械的劣化については、常時無励磁であり作動時間が短いことから発生する可能性は小さい。 また、ブレーキ電磁コイルは埃が入りづらい構造となっていることから、環境的劣化の可能性も小さい。	絶縁特性低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により有意な絶縁特性の変化がないことを確認している。 絶縁抵抗測定で有意な絶縁特性の変化が認められた場合は、分解洗浄・乾燥及び絶縁補修や取替を行うこととしている。	急激な絶縁特性低下の可能性は小さく、さらに、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能である。 今後も絶縁抵抗測定を実施することにより、異常の有無は確認可能であり、現状の保全は点検手法として適切であると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
高圧閉鎖配電盤	・非常用 M/C (VCB)	・遮断器断路部 ・計器用変圧器 ・支持サポート及び 主回路断路部	絶縁特性低下要因としては、主回路電流及びコイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化、絶縁物表面に塵埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化である。 遮断器断路部、計器用変圧器、支持サポート及び主回路断路部は屋内空調環境に設置していることから塵埃付着の可能性は小さいが、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な環境要因の変化及び絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施していくとともに、必要に応じて補修または取り替え等の適切な対応をとることにより、当面の冷温停止維持における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
動力用変圧器	・非常用 P/C 変圧器	・変圧器コイル	絶縁特性低下要因としては、変圧器コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は、熱的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な熱劣化及び絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施していくとともに、必要に応じて取り替え等の適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

表 3 (4/4) 代表機器以外の評価対象及び技術評価の概要

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	グループ内代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
ディーゼル発電設備	・非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)	・回転子コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化及び運転時の回転によるコイル絶縁部の緩み等による機械的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は、環境的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無、絶縁材・コイルの緩み有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修（絶縁材にワニス注入）または回転子コイルを取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修、取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
ディーゼル発電設備	・非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)	・励磁用可飽和変流器、励磁用変圧器及びリアクトル	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は、熱的劣化及び環境的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な熱的劣化及び環境的劣化による絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニス注入）または取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修、取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
ディーゼル発電設備	・非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)	・計器用変圧器	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による劣化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な環境要因の変化及び絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は、取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修、取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
バイタル電源用 CVCF	・バイタル電源用 CVCF	・変圧器コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な熱劣化及び絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は、補修または取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修または取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止維持における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
直流電源設備	・125V 充電器盤	・変圧器コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な熱劣化及び絶縁特性低下のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は、補修または取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。 また、今後も定期的に目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修または取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止維持における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。
計測用変圧器	・中央制御室計測用変圧器	・変圧器コイル	絶縁特性低下要因としては、コイルの通電電流による熱的劣化、絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。	絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検、清掃及び赤外線温度測定を行い、有意な熱劣化及び異常のないことを確認している。 また、これらの点検で有意な異常が認められた場合は補修または取り替えることとしている。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、定期的に目視点検、清掃及び赤外線温度測定を実施し、異常を監視していくとともに、必要に応じて補修、取り替えの適切な対応をとることにより、当面の冷温停止状態における健全性は維持できると判断する。	絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

6. まとめ

6.1 審査ガイド適合性

「2. 基本方針」で示した要求事項について技術評価を行った結果、全ての要求事項を満足していることを確認した。絶縁特性低下についての要求事項との対比を表4に示す。

表4 (1/2) 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項との対比

ガイド	要求事項	技術評価結果
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド</p>	<p>3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点</p> <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド 3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期施設管理方針の審査</p> <p>①長期施設管理方針の策定 すべての追加保全策について長期保守管理方針として策定されているかを審査する。</p>	<p>「4. 代表機器の技術評価」及び「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、各電気・計装品に応じた健全性評価を実施した。</p> <p>「4.1.2 現状保全」及び「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、現状保全の評価結果から、現状の保全策が妥当であることを確認した。</p> <p>「4.1.2 現状保全」及び「4.1.4 高経年化への対応」, 「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、高経年化技術評価の結果、抽出された追加保全策はなかった。</p> <p>「4.1.4 高経年化への対応」及び「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、施設管理に関する方針（長期施設管理方針）に追加すべきものはないと判断した。</p>

表 4 (2/2) 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項との対比

ガイド	要求事項	技術評価結果
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド</p>	<p>3.1 高経年化技術評価の実施及び見直し当たっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>⑤抽出された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、以下に規定する期間の満了日までの期間について機器・構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。</p> <p>イ 実用炉規則第 82 条第 1 項の規定に基づく高経年化技術評価 プラントの運転を開始した日から 60 年間（ただし、⑧ただし書の規定に該当する場合にはプラントの運転を開始した日から 40 年間とする。）</p> <p>3.2 長期施設管理方針の策定及び変更 長期施設管理方針の策定及び変更に当たっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>ただし、冷温停止が維持されることを前提とした高経年化技術評価のみを行う場合はその限りでない。</p>	<p>「4.1.2 現状保全」及び「4.1.4 高経年化への対応」、「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、高経年化技術評価の結果、抽出された追加保全策はなかった。</p> <p>「4.1.4 高経年化への対応」及び「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、施設管理に関する方針（長期施設管理方針）に追加すべきものはないと判断した。</p>

6.2 施設管理に関する方針として策定する事項

電気・計装品の絶縁特性低下に関する評価について、施設管理に関する方針は抽出されなかった。

別紙

別紙 1. 保全内容及び保全実績について

別紙 1. 保全内容及び保全実績について

絶縁特性低下に関する代表機器の保全内容及び保全実績について以下に示す。

(1)代表機器の保全内容

技術評価を実施した代表機器の機器名，評価対象部位，保全項目，判定基準及び点検頻度を添付-1 に示す。

(2)代表機器の保全実績

技術評価を実施した代表機器の補修・取替実績

- ・原子炉建屋クレーン ブレーキ電磁コイル

(2001年に絶縁抵抗低下および電磁弁コイル焼損にて巻替実施)

電磁弁コイル焼損は，ヒューマンエラーで発生したものであり，電磁ブレーキ点検時，仮設の模擬回路スイッチを用いて電磁ブレーキの開閉をおこなった際，短時間定格のブレーキ電磁コイルに，長時間電流を流し続けたことにより発生したものである。このため，経年劣化にて絶縁特性低下したものではない。

添付-1：代表機器の機器名，評価対象部位，保全項目，判定基準及び点検頻度

以上

代表機器の機器名, 評価対象部位, 保全項目, 判定基準及び点検頻度

別紙1 添付-1

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	保全項目	判定基準	点検頻度	備考
高圧ポンプモータ	・原子炉補機冷却水ポンプモータ	・固定子コイル ・口出線・接続部品	・絶縁抵抗測定 ・直流吸収試験 ・交流電流試験 ・誘電正接試験 ・部分放電試験		・1回/2定検 ・1回/5定検 ・1回/5定検 ・1回/5定検 ・1回/5定検	
低圧ポンプモータ	・原子炉補機冷却海水ポンプモータ	・固定子コイル ・口出線・接続部品	・絶縁抵抗測定		・1回/5定検	
電気ペネトレーション	・モジュール型中性子計装用電気ペネトレーション	・シール材 ・同軸ケーブル ・電線 ・熱収縮チューブ	・外観点検		・1回/6定検	
電気ペネトレーション	・モジュール型中性子計装用電気ペネトレーション	・シール材	・漏えい試験		・1回/1定検	
電動弁用駆動部	・残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁用駆動部	・固定子コイル ・口出線・接続部品	・絶縁抵抗測定		・1回/6定検	
電動弁用駆動部	・残留熱除去系熱交換器出口弁用駆動部	・固定子コイル ・口出線・接続部品	・絶縁抵抗測定		・1回/4定検	
高圧ケーブル	・高圧難燃 CV ケーブル	・絶縁体 ・絶縁体 (水トリー劣化)	・絶縁抵抗測定 ・シース絶縁抵抗測定 ・電位減衰法による 絶縁劣化測定		・1回/4~6定検	
低圧ケーブル	・KGB ケーブル ・難燃 PN ケーブル ・難燃 CV ケーブル ・難燃 FN ケーブル	・絶縁体	・絶縁抵抗測定又は系 統機器の動作確認		・系統機器の 点検周期に 合わせて実施	
同軸ケーブル	・難燃二重同軸ケーブル (絶縁体が耐放射線性架橋ポリエチレン) ・難燃二重同軸ケーブル (絶縁体が耐放射線性架橋発砲ポリエチレン) ・難燃複合同軸ケーブル	・絶縁体	・絶縁抵抗測定又は系 統機器の動作確認		・系統機器の 点検周期に 合わせて実施	
ケーブル接続部	・端子台接続 ・直ジョイント接続 ・電動弁コネクタ接続 ・同軸コネクタ接続	・絶縁物	・絶縁抵抗測定又は系 統機器の動作確認		・系統機器の 点検周期に 合わせて実施	
計測装置	・SGTS 系フィルタ装置活性炭フィルタ 入口温度計測装置 (熱電対式) (測温抵抗体式)	・温度検出器 (熱電対式) (測温抵抗体式)	・絶縁抵抗測定		・1回/1定検	
非常用ディーゼル機関付属設備	・HPCS ディーゼル機関付属設備	・始動電磁弁コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/2定検	
燃料取替機	・燃料取替機	・ブレーキ電磁コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/1定検	

原子炉建屋クレーン	・原子炉建屋クレーン	・回転子コイル ・固定子コイル及び 口出線・接続部品	・絶縁抵抗測定		・1回/1定検	
原子炉建屋クレーン	・原子炉建屋クレーン	・ブレーキ電磁コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/1定検	
高圧閉鎖配電盤	・非常用 M/C (VCB)	・遮断器断路部 ・計器用変圧器 ・支持サポート及び 主回路断路部	・絶縁抵抗測定		・1回/4定検	
動力用変圧器	・非常用 P/C 変圧器	・変圧器コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/4定検	
ディーゼル発電設備	・非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)	・回転子コイル ・励磁用可飽和変流器 ・励磁用変圧器及び リアクトル ・計器用変圧器	・絶縁抵抗測定 ・直流吸収試験 ・交流電流試験 ・誘電正接試験 ・部分放電試験		・1回/1定検 ・1回/8定検 ・1回/8定検 ・1回/8定検 ・1回/8定検	
バイタル電源用 CVCF	・バイタル電源用 CVCF	・変圧器コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/2定検	
直流電源設備	・125V 充電器盤	・変圧器コイル	・絶縁抵抗測定		・1回/3定検	
計測用変圧器	・中央制御室計測用変圧器	・変圧器コイル	・赤外線温度測定		・1回/4定検	

点検頻度の設定については、社内マニュアルにて点検頻度を設定しています。

冷温停止時に機能要求がある機器については、マニュアルの点検頻度を参考し、特別な保全計画を策定し点検を実施しています。