

島根原子力発電所2号炉 審査資料	
資料番号	PLM-07 改04
提出年月日	平成30年10月17日

島根原子力発電所2号炉 高経年化技術評価
(電気・計装設備の絶縁特性低下)

補足説明資料

平成30年10月17日

中国電力株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	3
(1) 評価対象	3
(2) 評価手法	3
4. 代表機器の技術評価	6
4.1 低圧ケーブル（難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロprenゴムシースケーブル）の評価	6
(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）	6
(2) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時）	8
(3) 現状保全	10
(4) 総合評価	10
(5) 高経年化への対応	10
4.2 電気ペネトレーションの評価	11
(1) モジュール型核計装用電気ペネトレーションの健全性評価（設計基準事故時）	11
(2) 現状保全	13
(3) 総合評価	13
(4) 高経年化への対応	13
5. 代表機器以外の技術評価	14
6. まとめ	27
(1) 審査ガイド適合性	27
(2) 保守管理に関する方針として策定する事項	29
7. 添付資料	30

別紙1. 高圧ポンプモータの評価について

別紙2. 高圧ケーブルの評価について

別紙3. 低圧ケーブルの評価について

別紙4. 同軸ケーブルの評価について

別紙5. ケーブル接続部の評価について

別紙6. 電動弁用駆動部の評価について

別紙7. 計測制御設備の評価について

別紙8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について

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項に基づき実施した高経年化技術評価のうち、電気・計装設備の絶縁特性低下の評価結果（重大事故等時の耐環境評価を除く）について、補足説明するものである。

絶縁特性低下は、通電部位と大地間、あるいは通電部位と他の通電部位間の電氣的独立性（絶縁性）を確保するため介在させている有機物が、環境的（熱・放射線等）、電氣のおよび機械的な要因で劣化し、電氣抵抗が低下し、絶縁性を確保できなくなる事象である。

絶縁特性が低下した場合、電気・計装設備の機能が維持できなくなる可能性があるため、電気・計装設備の絶縁特性低下について評価を実施した。

2. 基本方針

評価対象機器において絶縁特性低下の発生の可能性について評価し、その可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、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に定める要求事項に適合することを確認する。

電気・計装設備の絶縁特性低下を評価するにあたっての要求事項を表1に整理する。

表 1(1/2) 電気・計装設備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	(1) 高経年化技術評価の審査 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。 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。 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。 (2) 長期保守管理方針の審査 ①長期保守管理方針の策定 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。

表 1(2/2) 電気・計装設備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 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、必要に応じ現状の保守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</p> <p>3.2 長期保守管理方針の策定及び変更 長期保守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、保守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保守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保守管理方針を策定すること。</p>

3. 評価対象と評価手法

(1) 評価対象

電気・計装設備の絶縁特性低下の評価は、絶縁特性低下の可能性のある全ての機器を評価対象機器として抽出し、各機器の絶縁特性低下に影響を及ぼす部位を評価対象部位として健全性について評価する。

電気・計装設備の絶縁特性低下が想定される機器は多数存在するため、本資料では、評価対象となる機器の中から代表機器を選定して評価の詳細について説明する。

抽出した機器を「表2 島根原子力発電所2号炉評価対象設備（電気・計装設備）」に示す。

代表機器は、設備の重要度および絶縁特性低下への影響が大きいと考えられる環境条件が著しく悪化する環境において機能要求があり、電気・計装設備の動作に共通して必要となる電力・信号伝達機能を有した「低圧ケーブル（難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロプレンゴムシースケーブル）」および「電気ペネトレーション（モジュール型核計装用電気ペネトレーション）」を選定し、具体的な評価内容を説明する。

(2) 評価手法

評価対象機器（電気・計装設備）の評価にあたっては、「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations (1974)」（以下、「IEEE Std. 323 (1974)」という。）、「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations (1976)」（以下、「IEEE Std. 317 (1976)」という。）、「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」（以下、「IEEE Std. 383 (1974)」という。）、「電気学会技術報告Ⅱ部第139号『原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案』（以下、「電気学会推奨案」という。）および「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」（以下、「ACAガイド」という。）等をもとに実施した長期健全性試験の結果および各機器の点検実績等から健全性について評価する。

なお、代表機器以外の機器に対する評価結果は「5. 代表機器以外の技術評価」に示す。

表 2(1/2) 島根原子力発電所 2 号炉 評価対象機器 (電気・計装設備)

機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	環境条件が著しく悪化する環境において機能要求のある機器 (設計基準事故時※)
ポンプ	往復ポンプ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	
ポンプモータ	高圧ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	○
	低圧ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	
容器	電気配線	シール材, 電線, 同軸ケーブル	○
弁	電動弁用駆動部	固定子コイル, 回転子コイル, ブレーキ電磁コイルおよび口出線・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	○
タービン設備	タービン制御装置	固定子コイルおよび口出線・接続部品	
	非常用系タービン設備	回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品	
計測制御設備	計測装置	温度検出器, 固定子コイル, 口出線・接続部品	○
空調設備	ファン	固定子コイル, 口出線・接続部品	
	空調機	固定子コイル, 口出線・接続部品	
	冷凍機	固定子コイル, 口出線・接続部品	

※：実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則第十二条（安全施設）第 3 項の要求を踏まえ選定

表 2(2/2) 島根原子力発電所 2 号炉 評価対象機器 (電気・計装設備)

機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	環境条件が著しく悪化する環境において機能要求のある機器 (設計基準事故時※)
機械設備	非常用ディーゼル機関付属設備	固定子コイル, 口出線・接続部品	
	可燃性ガス濃度制御系設備	固定子コイル, 口出線・接続部品	
	燃料取替機	固定子コイル, ブレーキ電磁コイル, 口出線・接続部品,	
	原子炉建物天井クレーン	固定子コイル, ブレーキ電磁コイル, 口出線・接続部品, コイル(変圧器)	
	計装用圧縮空気系設備	固定子コイル, 口出線・接続部品	
電源設備	高圧閉鎖配電盤	支持碍子他	
	動力用変圧器	コイル他	
	低圧閉鎖配電盤	絶縁支持板他	
	コントロールセンタ	コイル(変圧器), 限流リアクトルおよび絶縁支持板	
	ディーゼル発電設備	固定子コイル他	
	MG セット	固定子コイル, 回転子コイル, 口出線・接続部品	
	バイタル電源用 CVCF	コイル(変圧器), 貫通形計器用変流器	
	直流電源設備	コイル(変圧器), 計器用変流器	
	計装用変圧器	コイル, ダクトスペーサ, 支持碍子	

※：実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第十二条（安全施設）第 3 項の要求を踏まえ選定

4. 代表機器の技術評価

4. 1 低圧ケーブル（難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロprenゴムシースケーブル）の評価

(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という。）において使用されている、設計基準事故時雰囲気で機能要求がある低圧ケーブルとして、難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロprenゴムシースケーブル（以下、「難燃PNケーブル」という。）がある。難燃PNケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std. 323（1974）およびIEEE Std. 383（1974）の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会推奨案」がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

難燃PNケーブルの長期健全性試験手順を図1に示す。

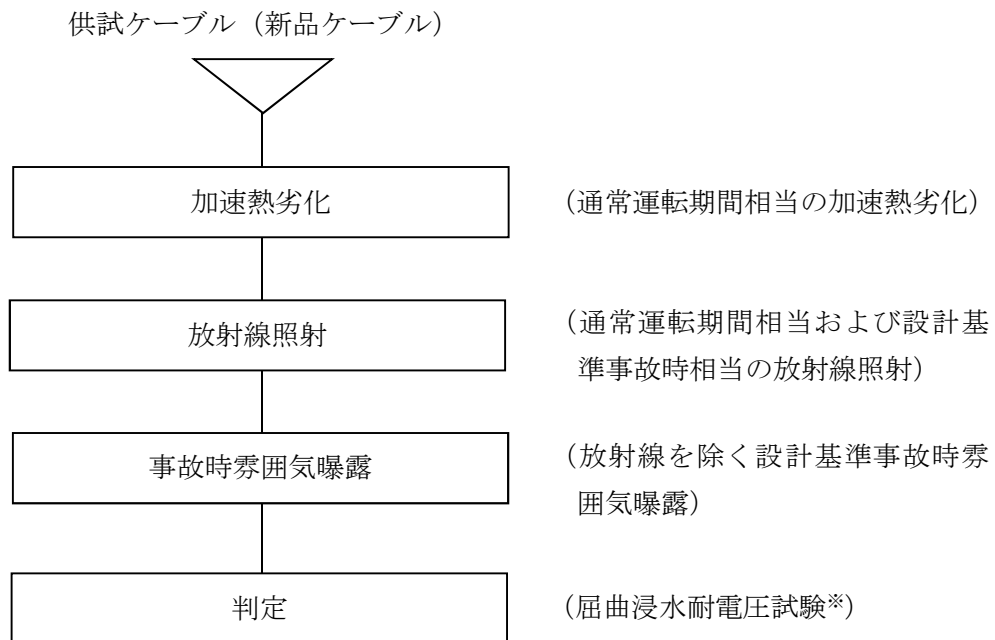


図1 難燃PNケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故時）

※：屈曲浸水耐電圧試験の試験手順は以下のとおり

- ① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(12.5mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。
- ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。
- ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2kV/mmを5分間印加する。

b. 試験条件

試験条件は、難燃 PN ケーブルの 60 年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件を表 3 に示す。

表 3 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件 (設計基準事故時)

	試験条件	説明
加速熱劣化	121°C×459 時間	原子炉格納容器内の周囲温度最高値 (63°C ^{※1}) に対して、60 年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : 1.0×10 ⁶ Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 3.6×10 ⁵ Gy (60 年間の通常運転期間 8.4×10 ⁴ Gy ^{※2} に設計基準事故時線量 2.7×10 ⁵ Gy ^{※3} を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171°C 最高圧力 : 0.428MPa 曝露時間 : 310 時間	島根 2 号炉の設計基準事故時の最高温度 (171°C ^{※3})、最高圧力 (0.427MPa ^{※3}) を包絡する。

※1 : 難燃 PN ケーブルが布設されている原子炉格納容器内の通常運転時における実測温度の最大値【添付-4 参照】

※2 : 難燃 PN ケーブルが布設されている原子炉格納容器内の通常運転時における実測放射線量率の最大値が 1.6×10⁻¹[Gy/h]であったため、保守的に 60 年間最大値が続くものとして設定【添付-4 参照】

通常運転期間線量 8.4×10⁴[Gy] ≒ 1.6×10⁻¹[Gy/h] × 24[h] × 365.25[d] × 60[y]

※3 : 設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

c. 評価結果

電気学会推奨案による 60 年間の運転期間および設計基準事故時を想定した長期健全性試験の結果、難燃 PN ケーブルは 60 年時点において絶縁を維持できることを確認した。

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果を表 4 に示す。

表 4 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果 (設計基準事故時)

項目	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	絶縁破壊しないこと	良

(2) ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気で機能要求がある難燃 PN ケーブルについては、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法としてまとめられた ACA ガイドによる長期間のケーブル健全性も評価した。ACA ガイドによる評価は、「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書 JNES レポート（JNES-SS-0903）」（以下、「ACA 研究報告書」という。）をもとに、時間依存データの重ね合わせ手法を用いて島根 2 号炉の原子炉格納容器内の環境条件に展開して評価した。

供試ケーブルは、島根 2 号炉に使用している難燃 PN ケーブルと実機同等品を用いた。ACA ガイドに基づく試験手順を図 2 に示す。

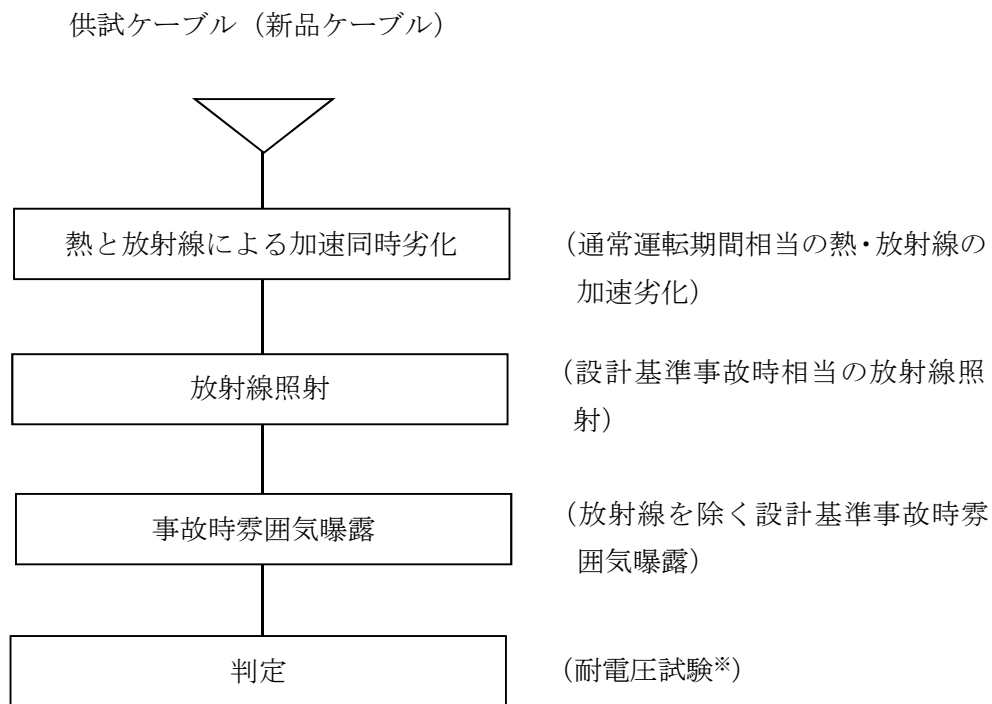


図 2 難燃 PN ケーブルの ACA ガイドに基づく試験手順

※：耐電圧試験（JIS C 3005(2000)「ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」）の試験手順は以下のとおり

- ① あらかじめ接地された清水中に電線を 1 時間以上浸した状態で、単心の場合は導体と清水の間に、多心の場合は導体相互間および導体と清水の間に周波数 50Hz または 60Hz の正弦波に近い波形をもった規定の交流電圧を加え、規定時間これに耐えるかどうかを調べる。

b. 試験条件

試験条件は、難燃 PN ケーブルの 37 年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件を表 5 に示す。

表 5 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件 (ACA ガイド)

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃-94.7Gy/h-291 日間 (6,990 時間)	ACA 研究報告書をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて、原子炉格納容器内の環境条件 (63℃ ^{※1} , 0.152Gy/h ^{※1}) で評価した結果、37 年間の通常運転期間相当の試験条件となる。
事故時放射線照射	5.0×10 ⁵ Gy (1.0×10 ⁴ Gy/h)	島根 2 号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値 (2.7×10 ⁵ Gy ^{※2}) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.427MPa	島根 2 号炉の設計基準事故時の最高温度 (171℃ ^{※2}), 最高圧力 (0.427MPa ^{※2}) を包絡する。

※1 : 難燃 PN ケーブルが布設されている原子炉格納容器内の通常運転時におけるにおける実測環境温度および放射線量率の最大値より設定【添付-4 参照】

※2 : 設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

c. 評価結果

ACA 研究報告書の試験結果をもとに、時間依存データの重ね合わせ手法を用いて島根 2 号炉の原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果、使用開始から 37 年時点において絶縁を維持できることを確認した。

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果および長期健全性評価結果を表 6 に示す。

表 6 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果 (ACA ガイド)

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧 : 1,500V/1 分間※	絶縁破壊しないこと	良

※ : JIS C 3621(2000) 「600V EP ゴム絶縁ケーブル」

(3) 現状保全

難燃 PN ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定または系統機器点検時の動作確認により健全性を確認することとしている。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(4) 総合評価

電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）および ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）結果から、設計基準事故時雰囲気で機能要求のある難燃 PN ケーブルの絶縁体は使用開始から 37 年間の健全性は維持できると評価する。

設計基準事故時雰囲気で機能要求のある難燃 PN ケーブルの絶縁体については、使用開始から 37 年間を経過する前に取替えを行うことで、運転開始から 60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(5) 高経年化への対応

設計基準事故時雰囲気において機能要求される難燃 PN ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、37 年間を経過するまでに取替え、または実機同等品を用いて、60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。

4. 2 電気ペネトレーションの評価

(1) モジュール型核計装用電気ペネトレーションの健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

設計基準事故時に機能要求のある、核計装用、低圧動力用および制御計測用の電気ペネトレーションが設置されている環境条件および構造は同じであることから、接続機器の原子炉保護上の重要度が高く、事故時機能要求があるモジュール型核計装用電気ペネトレーションを代表に IEEE Std. 317(1976), IEEE Std. 323(1974) および IEEE Std. 383(1974) の規格をもとに、島根 2 号炉に設置されている実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験により評価する。

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順を図 3 に示す。

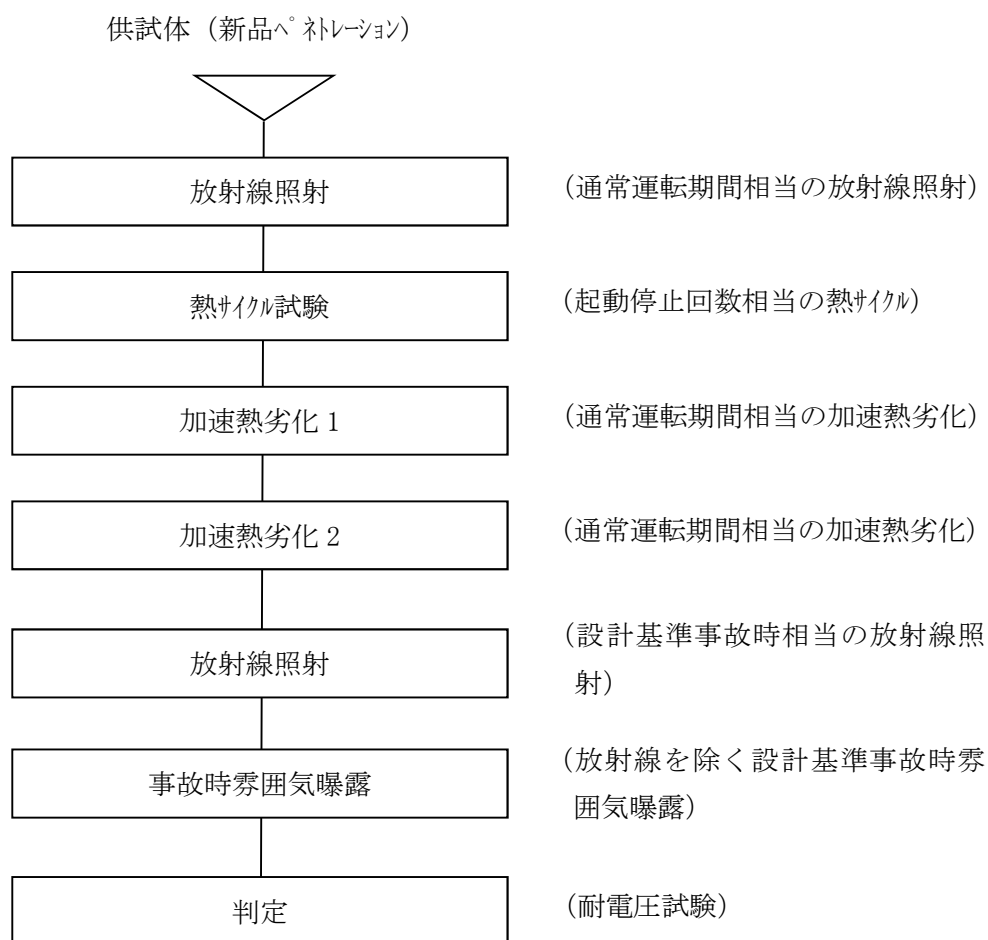


図 3 モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順
(設計基準事故時)

b. 試験条件

試験条件は、モジュール型核計装用電気ペネトレーションの60年間の通常運転期間および設計基準事故時条件を想定した条件を包絡している。

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験条件を表7に示す。

表7 モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10℃⇔66℃ 180サイクル	島根2号炉の60年間の起動停止に伴う熱サイクル回数を包絡する。
加速熱劣化※1	加速熱劣化1(40年相当) 115℃×75日間 加速熱劣化2(20年相当) 115℃×38日間	島根2号炉の通常運転時周囲温度最高値(50℃※2)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 5.0×10 ⁴ Gy (1×10 ⁴ Gy/h)	島根2号炉で想定される線量3.7×10 ⁴ Gy(60年間の通常運転時線量1.8×10 ⁴ Gy※3に設計基準事故時線量1.9×10 ⁴ Gy※4を加えた値)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427MPa 曝露時間：13日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃※4)、最高圧力(0.427MPa※4)を包絡する。

※1：途中の40年相当の加速熱劣化時点での健全性確認のため2回に分けて加速熱劣化を実施。

※2：原子炉格納容器内で電気ペネトレーションが設置されている区域の通常運転時における実測環境温度の最大値

※3：原子炉格納容器内で電気ペネトレーションが設置されている区域の通常運転時における実測放射線量率の最大値が3.3×10⁻²[Gy/h]であったため、保守的に60年間最大値が続くものとして設定

通常運転時線量 1.8×10⁴[Gy] ≒ 3.3×10⁻²[Gy/h] × 24[h] × 365.25[d] × 60[y]

※4：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時においてモジュール型核計装用電気ペネトレーションの絶縁性能を維持できることを確認した。

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験耐電圧試験結果（設計基準事故時）

試験内容※	判定基準※	結果
720Vを4秒間印加	絶縁破壊しないこと	良

※：試験内容および判定基準はIEEE Std. 317(1976)に基づく

(2) 現状保全

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。また、定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査により、原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし、漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

なお、電気ペネトレーションに有意な絶縁特性低下が認められた場合は、必要により取替え等を行うこととしている。【添付-9 参照】

(3) 総合評価

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの絶縁特性低下は、健全性評価結果および現状保全より、運転開始から 60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

モジュール型核計装用電気ペネトレーションのシール材および同軸ケーブル・電線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追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

5. 代表機器以外の技術評価

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
往復ポンプ	ほう酸水注入ポンプ	潤滑油エレクトロポンプの固定子コイルおよび口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。 原子炉補機海水ポンプモータについては、設置環境の温度、放射線量とも低く、また、屋内空調環境に設置していることから塵埃付着により影響も小さいと考え、長時間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。また、原子炉補機海水ポンプモータについては、屋外設置機器であり、長期間の使用を考慮すると劣化要因により絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	同左	同左	同左
高圧ポンプモータ	原子炉補機海水ポンプモータ 原子炉補機冷却水ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	長期健全性試験の結果、固定子コイル及び口出線・接続部品絶縁物は、60年間の運転期間を想定した熱および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を実施し、絶縁特性に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。なお、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には、洗浄・乾燥および絶縁補修(絶縁物にリコスを注入)または固定子コイルおよび口出線・接続部品を取り替えることとしている。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性については、可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および絶縁診断試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することである。今後も健全性は維持できると判断する。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
	残留熱除去ポンプモータ 低圧炉心アレボンプモータ 高圧炉心アレボンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	長期健全性試験の結果、固定子コイル及び口出線・接続部品絶縁物は、60年間の運転期間を想定した熱および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、健全性が確認されている。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。なお、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥および絶縁補修(絶縁物にリコスを注入)または固定子コイルおよび口出線・接続部品またはターンの取替えを行うこととしている。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性については、可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することである。今後も健全性は維持できると判断する。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
電気・制御システム	モジュール型高圧動力用電気・制御システム	ケーブルおよび電線	長期健全性試験の結果、モジュール型高圧動力用電気・制御システムの通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できるものと評価できる。	モジュール型高圧動力用電気・制御システムの絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。また、定期検査時の原子炉格納容器備え付け率に基づき、原子炉格納容器全体の備え付け率を満たし、漏えい率が増加傾向にならないことを確認している。なお、電気・制御システムに有意な絶縁特性低下が認められた場合は、必要により取替え等を行うこととしている。	モジュール型高圧動力用電気・制御システムの絶縁特性低下は、健全性評価結果および現状保全より、運転開始から60年間の通常運転および設計想定事故時発生率を維持できると判断する。	ケーブルおよび電線の絶縁特性低下に対しては、高齢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い。引き続き、現状保全を継続していく。
	電動弁用駆動部	残留熱除去系炉水入口内側隔離弁用駆動部 原子炉隔離時冷却系ターボ排気隔離弁用駆動部 原子炉補機冷却系熱交換海水出口弁用駆動部 原子炉補機海水ポンプ出口弁用駆動部	低圧ポンプモータの評価と同様。	電動弁用駆動部絶縁物の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、絶縁性能に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施するとともに動作試験を行い、健全性を確認している。なお、これらの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替えを行うこととしている。	電動弁用駆動部絶縁物の絶縁特性低下は、健全性評価結果および現状保全より、運転開始から60年間の通常運転および設計想定事故時発生率を維持できると判断する。	電動弁用駆動部絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
高圧ケーブル	高圧難燃ケーブル	絶縁体	長期健全性試験の結果、高圧難燃ケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できるものと評価できる。	高圧難燃ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定、絶縁診断試験を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。さらに、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。 なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。	高圧難燃ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できると判断する。	高圧難燃ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
低圧ケーブル	KGBケーブル	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、KGBケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できるものと評価できる。 また、ACM'10'に従ったケーブル実布設置環境での長期健全性試験の結果、KGBケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できるものと評価できる。	絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。 また、系統機器の点検時に実施する機器の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。 なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。	KGBケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できると判断する。	
		絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、難燃ケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性を維持できるものと評価できる。 また、ACM'10'に従ったケーブル実布設置環境での長期健全性試験の結果、原子炉浄化系熱交換器室に設置される難燃ケーブルの絶縁体については、運転開始から47年間に経過する前に取替えを行うことで、運転開始時から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。	絶縁体の絶縁特性低下については、健全性評価結果および現状保全より、運転開始時から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。	原子炉浄化系熱交換器室に設置される難燃ケーブルの絶縁体については、使用開始から47年間に経過する前に取替えを行うことで、運転開始時から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。 その他の難燃ケーブルの絶縁体については、健全性評価結果および現状保全より、運転開始時から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。	絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
	難燃VVケーブル 特殊耐熱VVケーブル	絶縁体	難燃VVケーブル、特殊耐熱VVケーブルの絶縁体の絶縁特性については、長期間の使用を考慮すると低下する可能性は否定できない。系統機器の動作試験を行ったことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。		難燃VVケーブル、特殊耐熱VVケーブルの絶縁体については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと判断する。 で、60年間の健全性は維持できると判断する。	

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
同軸ケーブル	雑然一重同軸ケーブル 雑然二重同軸ケーブル 雑然三重回軸ケーブル	絶縁体	<p>電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、雑然一重同軸ケーブルおよび雑然二重同軸ケーブルの絶縁体については、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。</p> <p>また、ACVが小に従ったケーブル実布設環境での長期健全性試験の結果、雑然一重同軸ケーブルおよび雑然二重同軸ケーブルの絶縁体については174年の通常運転および設計基準事故時雰囲気において、雑然三重回軸ケーブルの絶縁体については、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。</p>	<p>絶縁体の絶縁特性低下については、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機器の動作試験において、ケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。</p> <p>なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。</p>	<p>雑然一重同軸ケーブル、雑然二重回軸ケーブルおよび雑然三重回軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。</p>	<p>絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。</p>
	複合同軸ケーブル	絶縁体	<p>複合同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性については、長期間の使用を考慮すると低下する可能性は否定できない。</p> <p>ただし、絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。</p>		<p>複合同軸ケーブルの絶縁体については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。</p>	

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応	
ケーブル接続部	端子台接続(シリアルポート樹脂)	絶縁物	長期健全性試験の結果、25年間の運転期間において絶縁性能を維持できる。 また、原子炉格納容器内の設計基準事故時環境において動作要求のある端子台については運転開始後29年(第17回定期検査(2017年度))に取替えを行っており、端子台の絶縁物は54年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	端子台の絶縁物の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、有意な絶縁特性低下が無いことを確認している。さらに、点検時に実施する機器の動作試験においても、端子台の絶縁機能の健全性を確認している。 なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、端子台の取替えを行うこととしている。	端子台の絶縁物については、使用開始から54年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。	絶縁体および絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	
		熱収縮テープ	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転および設計基準事故時環境条件において絶縁性能を維持できると評価できる。	直ジョイント接続の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定、または点検時に実施する機器の動作試験においても直ジョイント接続の絶縁機能の健全性を確認している。 なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、直ジョイント接続の取替えを行うこととしている。	直ジョイント接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。		
	電動弁ケーブル接続	絶縁物 シリアルポートケーブル 絶縁物	長期健全性試験の結果、電動弁ケーブルの絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	電動弁ケーブルの絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定、または点検時に実施する機器の動作試験においても、電動弁ケーブルの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、電動弁ケーブルの取替えを行うこととしている。	電動弁ケーブル(シリアルポート樹脂)の絶縁特性低下は、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。		
		同軸ケーブル接続(ボリアルポート)	017kg (A側) 017kg (B側)	実機相当品による長期健全性試験の結果、同軸ケーブルの絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	同軸ケーブルの絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定を実施するとともに、出力信号測定においても絶縁機能の健全性を確認している。また、この点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合には、同軸ケーブルの取替えを行うこととしている。	同軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。	設計基準事故時雰囲気において機能要求される同軸ケーブルについては、型式等が同一の実機同等品を用いて60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を行うこととし、その評価手順については、日本電気協会の「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」を活用していく。
	端子台接続(ボリアルポート樹脂)	絶縁物	長期健全性試験の結果、端子台接続および同軸ケーブルの絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。	端子台接続および同軸ケーブルの絶縁体については、絶縁抵抗測定、機器の動作試験を実施し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて取替え等の適切な対応を行うこととしている。	端子台接続および同軸ケーブルの絶縁物については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。	端子台接続および同軸ケーブルの絶縁特性については、現状の保全内容に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	
		同軸ケーブル接続(炭素ボリアルポート)	017kg (A側) 017kg (B側)	同軸ケーブルの絶縁物は、有機物(シリアルポート樹脂)であり、熱および放射線による物性変化等、熱的、環境的要因により経年劣化が進行し、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下を起す可能性は否定できないが、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験で検知可能である。	同軸ケーブルの絶縁物については、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験で検知可能であり、引き続き現状保全を継続できると判断する。今後とも健全性は維持できると判断する。	同軸ケーブルの絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
タービン制御装置	制御油ポンプモータ	ポンプモータ(低圧、交流、全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
	原子炉隔離時冷却ポンプ・駆動用蒸気タービンおよび付属装置の主要停止弁	電動弁用駆動部の回転子コイル、固定子コイルおよび口出線・接続部品	電動弁用駆動部の評価と同様。	同左	同左	同左
非常用系タービン設備	原子炉隔離時冷却ポンプ・駆動用蒸気タービンおよび付属装置の真空ポンプモータ、復水ポンプモータ	ポンプモータ(低圧、直流、全閉)の回転子コイル、固定子コイルおよび口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
	主蒸気管周回温度計測装置(設計基準準事故時雰囲気において動作要求のある温度検出器を有する計測装置共通)	温度検出器(熱電対式、測温抵抗体式)	長期健全性試験の結果、温度検出器については、60年間の通常運転および設計基準準事故時雰囲気においても絶縁特性を維持できると評価できる。	同左	同左	同左
計測装置	中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置(設計基準準事故時雰囲気において動作要求のある温度検出器を有する計測装置共通)	温度検出器(熱電対式、測温抵抗体式)	温度検出器の絶縁特性低下については、ポロイ樹脂の経年化により、封止性が低下し、絶縁素材へ水分が浸入して発生するポロイ樹脂の封止性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境の劣化と考えられる。温度検出器は設置環境の温度が低く、また、塵埃付着による影響も小さいと考えられるが、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、機能確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	同左	同左	同左
	換気系放射線計測装置 水素濃度計測装置 酸素濃度計測装置	ポンプモータ(低圧、交流、全閉)	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
			温度検出器の絶縁特性低下については、現状の温度検出器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。			

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
	中央制御室送風機	ファンモータの固定子コイル 口出線・接続部品	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、構造的、熱的、電気的および環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性低下を起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および口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。 なお、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥および絶縁補修（絶縁物にリコートを注入）または、固定子コイルおよび口出線・接続部品またはモータの取替えを行うこととしている。	固定子コイルおよび口出線・接続部品については、定期的な絶縁抵抗測定を継続しているが、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および目視確認により、引き続き現状保全を継続することと判断する。	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を継続し、現状保全を継続していく。
777	非常用ガス処理系排風機 中央制御室非常用再循環送風機 中央制御室排風機 A-非常用ガス送風機 B-非常用ガス送風機 C-非常用ガス送風機 高圧炉心XVレインジェクタ送風機 非常用電気室送風機 非常用電気室排風機 高圧炉心XVレイ電気室送風機 高圧炉心XVレイ電気室排風機	ファンモータの固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
空調機	低圧炉心XVレボンプ室冷却機 高圧炉心XVレボンプ室冷却機 残留熱除去ボンプ室冷却機 原子炉補機冷却ボンプ熱交換器室冷却機	ファンモータの固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
冷凍機	中央制御室冷凍機の圧縮機 中央制御室冷凍機の冷水循環ボンプ	モータの固定子コイル 口出線・接続部品 モータの固定子コイル 口出線・接続部品	高圧ボンプモータの評価と同様。 低圧ボンプモータの評価と同様。	同左 同左	同左 同左	同左 同左
非常用ディーゼル機関付属設備	非常用ディーゼル機関(A、B号機)付属設備の燃料移送ボンプモータ 高圧炉心XVレイ系ディーゼル機関付属設備の燃料移送ボンプモータ	モータの固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
可燃性ガス濃度制御系設備		ブロー用電動機(低圧、交流、全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品 弁(電動弁駆動部)の固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。 電動弁駆動部の評価と同様。	同左 同左	同左 同左	同左 同左

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
燃料取替機	燃料取替機	モータの固定子コイル、 口出線・接続部品 アレキ電磁コイル	アレキ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	同左	同左	同左
原子炉建物天井ルー	原子炉建物天井ルー	モータの固定子コイル、 口出線・接続部品 アレキ電磁コイル	アレキ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	同左	同左	同左
計装用圧縮空気系設備	計装用圧縮空気系設備	モータの固定子コイル、 口出線・接続部品	モータの固定子コイルについては、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	同左	同左	同左

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
高圧閉鎖配電盤	非専用M/C 高圧中心Vレ系M/C	絶縁操作ポット、引外シコイルおよび投入コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。絶縁操作ポット、引外シコイルおよび投入コイル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必要がある。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	絶縁操作ポット、引外シコイルおよび投入コイルの絶縁特性低下については、定期的な絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁操作ポット、ブツツガ、断路部、支持碍子および主回路断路部の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	絶縁操作ポット、ブツツガ、断路部、支持碍子および主回路断路部の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	絶縁操作ポット、引外シコイルおよび投入コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		支持碍子および主回路断路部の絶縁特性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。支持碍子およ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必要がある。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	支持碍子、ブツツガ、断路部、支持碍子および主回路断路部の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	支持碍子および主回路断路部の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	支持碍子および主回路断路部の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	支持碍子、ブツツガ、断路部、支持碍子および主回路断路部の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
高圧閉鎖配電盤	計器用変圧器	計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。計器用変圧器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必要がある。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については目視確認および清掃を行うこととしている。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。計器用変圧器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必要がある。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については目視確認および清掃を行うこととしている。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であることを継続することによって、60年間の健全性は維持できると判断する。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。貫通形計器用変流器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。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかなであり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的な目視確認を実施し、異常がないことを確認している。なお、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢化への対応
動力用変圧器	非常用動力変圧器 高圧炉心ブレイ系動力変圧器	コイル	コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと60年間の健全性は維持できると判断する。	コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢化対策上の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
	非常用動力変圧器 高圧炉心ブレイ系動力変圧器	支持碍子	支持碍子の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	支持碍子の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	支持碍子については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと60年間の健全性は維持できると判断する。	支持碍子の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢化対策上の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
	非常用動力変圧器	ファンモータの固定子コイル、口出線・接続部品	低圧ファンモータの評価と同様。	同左	同左	同左

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
低圧閉鎖配電盤	非常用L/C	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部および絶縁支持板の絶縁特性低下要因としては、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部および絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁物の変色や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な劣化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部および絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁物の変色や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な劣化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部および絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁物の変色や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な劣化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部、絶縁支持板、計器用変圧器および貫通形計器用変流器の絶縁特性低下に対しては、高齢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い。引き続き、現状保全を継続していく。
		絶縁支持板	計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も劣化に影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。計器用変圧器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の可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については目視確認および清掃を実施している。なお、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	
低圧閉鎖配電盤	非常用L/C	貫通形計器用変流器	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、保守実績より最も劣化に影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。貫通形計器用変流器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。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的劣化による劣化が進行する可能性は小さい。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に目視確認を実施し、異常がないことを確認している。なお、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部、絶縁支持板、計器用変圧器および貫通形計器用変流器の絶縁特性低下に対しては、高齢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い。引き続き、現状保全を継続していく。
		コイル(変圧器)	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、保守実績より最も劣化に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	コイル(変圧器)、限流リアクトルおよび絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な劣化が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。	コイル(変圧器)、限流リアクトルおよび絶縁支持板については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	
コントラクト	非常用C/C 高圧炉心V7レ線C/C	限流リアクトルおよび絶縁支持板	限流リアクトルおよび絶縁支持板の絶縁特性低下については、絶縁支持板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が低下する可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。	コイル(変圧器)、限流リアクトルおよび絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な劣化が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。	コイル(変圧器)、限流リアクトルおよび絶縁支持板については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	絶縁操作ボック、投入コイル、引外シコイル、断路部、絶縁支持板、計器用変圧器および貫通形計器用変流器の絶縁特性低下に対しては、高齢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い。引き続き、現状保全を継続していく。
		絶縁支持板	絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁物の変色や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な劣化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁支持板の絶縁特性低下については、定期的に絶縁物の変色や塵埃付着の有無等の目視確認および絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。なお、点検で有意な劣化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	絶縁支持板の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。	

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
非常用ディーゼル発電設備 高圧炉心ブレイク系ディーゼル発電機	評価対象機器	固定コイルおよび口出線・接続部品	高圧ボンブモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		回転コイル	回転コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	回転コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。また、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	回転コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により機能検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することとする。60年間の健全性は維持できると判断する。	回転コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
ディーゼル発電設備	評価対象機器	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および77kVの絶縁特性低下	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および77kVの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定および機能確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および77kVの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。また、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および77kVについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および機能確認により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することとする。60年間の健全性は維持できると判断する。	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および77kVの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		計器用変圧器	計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。計器用変圧器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。長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については目視確認および清掃を実施している。また、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	計器用変圧器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することとする。60年間の健全性は維持できると判断する。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		貫通形計器用変流器	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。貫通形計器用変流器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。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかなであり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に目視確認を実施し、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。	貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することとする。60年間の健全性は維持できると判断する。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
MCセト	原子炉保護系MCセト	発電機、励磁機および駆動モータの固定子コイルおよび発電機および駆動モータの口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		発電機	発電機および励磁機の回転子コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	発電機および励磁機の回転子コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	発電機および励磁機の回転子コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、60年間の健全性は維持できると判断する。	同左
バイパス電源用CVCF	計装用無停電交流電源装置	励磁機の回転子コイル	貫通形計器用変流器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。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的劣化による劣化が進行する可能性は小さい。しかし、貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に目視確認を実施し、異常がないことを確認している。なお、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することである。60年間の健全性は維持できると判断する。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		コイル(変圧器)	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	コイル(変圧器)については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、60年間の健全性は維持できると判断する。	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高齢年化への対応
直流電源設備	220V系充電器盤 115V系充電器 高圧炉心Vレ系充電器 原子炉中性子計装用充電器	コイル(変圧器)	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施することとしている。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		計器用変圧器	計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境劣化と考えられる。計器用変圧器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が低下する可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施することとしている。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	計器用変圧器の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと判断する。	計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
計装用変圧器	計装用変圧器	コイル	コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。	コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。	コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
		グランドバース	グランドバースの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	グランドバースの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。	グランドバースについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと判断する。	グランドバースの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。
支持母子			支持母子の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。	支持母子の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。	支持母子の絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと判断する。	支持母子の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

6. まとめ

(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、全ての要求を満足しており、審査ガイドに適合していることを確認した。電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項との対比を表9に示す。

表9(1/2) 電気・計装設備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	技術評価対象事象
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>(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) 長期保守管理方針の審査</p> <p>①長期保守管理方針の策定 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>「4.1(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）」、「4.1(2) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時）」および「4.2(1) モジュール型核計装用電気パネーションの健全性評価」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、各電気・計装設備に応じた健全性評価を実施した。</p> <p>「4.1(3) 現状保全」, 「4.2(2) 現状保全」および「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(5) 高経年化への対応」, 「4.2(4) 高経年化への対応」および「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、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い。</p> <p>「4.1(5) 高経年化への対応」, 「4.2(4) 高経年化への対応」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、保守管理に関する方針（長期保守管理方針）に、長期健全性評価結果から得られた評価期間を経過するまでに取替え、または実機同等品を用いて、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施することを記載した。</p>

表 9(2/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項との対比

が 付	要求事項	技術評価対象事象
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施が 付</p>	<p>3.1 高経年化技術評価の実施及び見直し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、必要に応じ現状の保守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。 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</p> <p>3.2 長期保守管理方針の策定及び変更 長期保守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と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、保守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保守管理方針を策定すること。 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保守管理方針を策定すること。</p>	<p>「4.1(5) 高経年化への対応」、 「4.2(4) 高経年化への対応」および「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(5) 高経年化への対応」、 「4.2(4) 高経年化への対応」および「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>

(2) 保守管理に関する方針として策定する事項

島根原子力発電所 2 号炉の運転開始後 30 年目以降の 10 年間で実施すべき、電気・計装設備の新たな保全項目を表 10 に示す。当該方針を長期保守管理方針として「島根原子力発電所原子炉施設保安規定」に定め、確実に実施していく。

表 10 電気・計装設備の長期保守管理方針

No.	保守管理に関する方針	実施時期 ^{※1}
1	設計基準事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル ^{※2} の絶縁特性低下については、評価寿命までの取替または型式等が同一の実機同等品を用いて 60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。	中長期
2	設計基準事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル接続部 ^{※3} の絶縁特性低下については、型式等が同一の実機同等品を用いて 60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。	中長期

※1：実施時期については、平成 31 年 2 月 10 日からの 5 年間を「短期」、平成 31 年 2 月 10 日からの 10 年間を「中長期」とする。

※2：難燃 PN ケーブル

※3：同軸コネクタ（ポリエーテルエーテルケトン）

7. 添付資料

添付-1 難燃 PN ケーブルの構造について

添付-2 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験における評価期間について

添付-3 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故時）の包絡性について

添付-4 原子炉格納容器内の難燃 PN ケーブルの環境条件について

添付-5 電気ペネトレーションの構造について

添付-6 電気ペネトレーションの熱サイクル試験について

添付-7 電気ペネトレーションの長期健全性試験における評価期間について

添付-8 電気ペネトレーションの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について

添付-9 電気ペネトレーションの取替実績について

タイトル 難燃 PN ケーブルの構造について

説 明

難燃 PN ケーブルの構造は以下のとおり。

No.	部 位	材 料
①	導体	錫メッキ軟銅より線
②	絶縁体	難燃エチレンプロピレンゴム
③	介在物	難燃ゴム, ジェット
④	押さえテープ	プラスチックテープ
⑤	シース	特殊クロロプロレンゴム

以 上

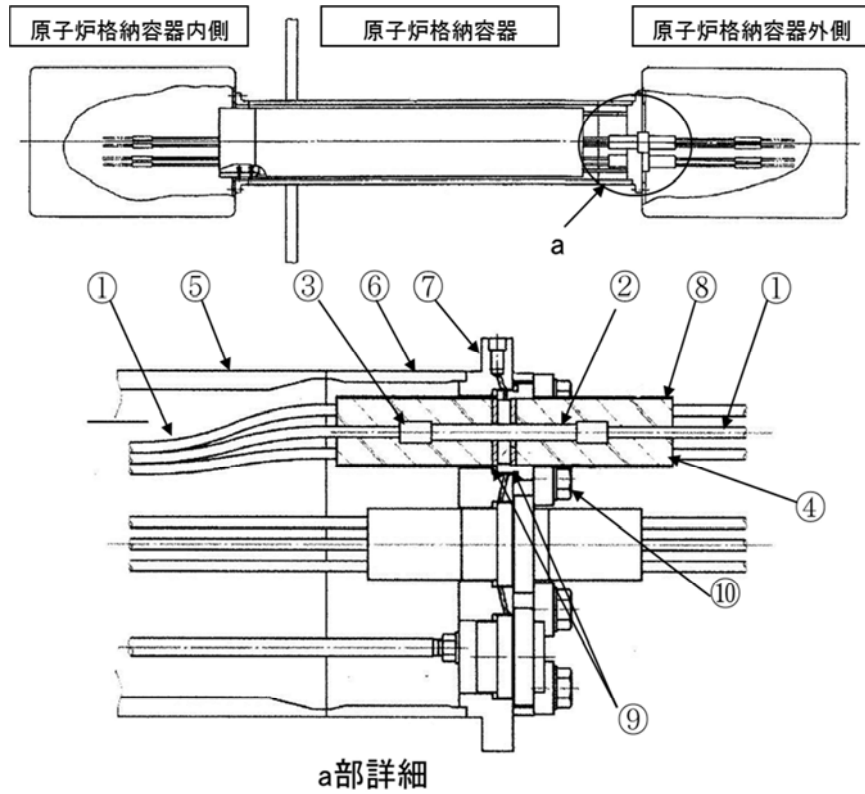
<p>タイトル</p>	<p>難燃 PN ケーブルの長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説明</p>	<p>難燃 PN ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (740, 278 時間) t2 : 加速時間 : 459 時間 T1 : 実環境温度 : 336 K (=63℃) T2 : 加速温度 : 394 K (=121℃) R : 気体定数 : 1.98721 × 10⁻³ kcal/mol · K E : 活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (難燃エチレンプロピレンゴム/メーカー提示値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故時）の包絡性について																										
説明	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は、設計基準事故時条件を包絡している。</p> <table border="1" data-bbox="373 589 1358 1032"> <thead> <tr> <th data-bbox="373 589 580 640"></th> <th data-bbox="580 589 826 640">条件</th> <th data-bbox="826 589 1091 640">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1091 589 1358 640">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="373 640 580 835" rowspan="4">事故時雰囲気曝露試験条件</td> <td data-bbox="580 640 826 685"></td> <td data-bbox="826 640 1091 685">768,172 時間</td> <td data-bbox="1091 640 1358 835" rowspan="4">1,299,590 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 685 826 730"></td> <td data-bbox="826 685 1091 730">146,396 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 730 826 775"></td> <td data-bbox="826 730 1091 775">77,758 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 775 826 835"></td> <td data-bbox="826 775 1091 835">307,264 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="373 835 580 1032" rowspan="4">設計基準事故時条件*</td> <td data-bbox="580 835 826 880"></td> <td data-bbox="826 835 1091 880">384,087 時間</td> <td data-bbox="1091 835 1358 1032" rowspan="4">656,808 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 880 826 925"></td> <td data-bbox="826 880 1091 925">146,397 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 925 826 969"></td> <td data-bbox="826 925 1091 969">20,753 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="580 969 826 1032"></td> <td data-bbox="826 969 1091 1032">105,571 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p>				条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気曝露試験条件		768,172 時間	1,299,590 時間		146,396 時間		77,758 時間		307,264 時間	設計基準事故時条件*		384,087 時間	656,808 時間		146,397 時間		20,753 時間		105,571 時間
	条件	66℃換算時間	合計																								
事故時雰囲気曝露試験条件		768,172 時間	1,299,590 時間																								
		146,396 時間																									
		77,758 時間																									
		307,264 時間																									
設計基準事故時条件*		384,087 時間	656,808 時間																								
		146,397 時間																									
		20,753 時間																									
		105,571 時間																									
	以上																										

タイトル	原子炉格納容器内の難燃 PN ケーブルの環境条件について												
説明	<p>設計基準事故時雰囲気機能要求のある難燃 PN ケーブルの布設箇所環境条件は下記の通り。</p> <p>【通常運転時周囲温度】 原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの布設環境等の調査により測定した 92 箇所の中から平均温度の一番高い箇所は、原子炉格納容器内 EL. 23.8 m (No. 69/62.3 °C) であったため、当該測定値に 1%の保守性を考慮した 63°Cに設定した。</p> <p>【通常運転時放射線量率】 原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの布設環境等の調査により測定した 92 箇所の中で平均線量率の一番高かった箇所は、原子炉格納容器内 EL. 23.8 m (No. 72/0.1520 Gy/h) であったため、有効数字 2 桁に切り上げた 0.16 Gy/h に設定した。</p> <p>ただし、ACA ガイドによる健全性評価は実測値である 0.1520 Gy/h を用いて評価した。</p> <table border="1" data-bbox="406 1211 1321 1406"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時</th> <th>設計基準事故時※</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63°C</td> <td>171°C (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14kPa</td> <td>0.427MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時	設計基準事故時※	周囲温度	63°C	171°C (最高)	最高圧力	14kPa	0.427MPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)
	通常運転時	設計基準事故時※											
周囲温度	63°C	171°C (最高)											
最高圧力	14kPa	0.427MPa											
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)											

タイトル 電気ペネトレーションの構造について

電気ペネトレーションの構造は以下のとおり



説明

No.	部 位	材 料
①	同軸ケーブル／電線	銅，絶縁物（難燃架橋ポリエチレン）
②	気密同軸導体／導体	銅
③	接続子	銅，銅合金，クロメル，コンスタンタン，アルメル
④	シール材	エポキシ樹脂
⑤	スリーブ	炭素鋼（STS42）
⑥	アダプタ	炭素鋼（STS42）
⑦	ヘッド	ステンレス鋼（SUS304）
⑧	モジュールヘッド	ステンレス鋼（SUS304TP）
⑨	Oリング	エチレンプロピレンゴム
⑩	取付ボルト	ステンレス鋼（SUS304）

以上

タイトル	電気ペネトレーションの熱サイクル試験について
説明	<p>電気ペネトレーションの熱サイクル試験回数は、60年相当で180回（3回／年）想定している。</p> <p>島根2号炉の30年運転までの実績に基づく過渡回数は36回であり、試験回数180回に包絡される。</p> <p>60年運転を想定した場合の推定過渡回数は111回であり、試験回数180回に包絡される。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	電気ペネトレーションの長期健全性試験における評価期間について
説明	<p>電気ペネトレーションのシール材および同軸ケーブル・電線の加速熱劣化における実環境年数の算定は、シール材及び同軸ケーブル・電線の活性化エネルギー値を用いてアレニウスの式により算出している。</p> <p>島根2号炉に設置されている低圧用および電気ペネトレーションは60年の運転を想定した期間を包絡している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p style="text-align: center;"> t1 : 実環境年数 t2 : 加速時間 T1 : 実環境温度 T2 : 加速温度 R : 気体定数 E : 活性化エネルギー </p> </div> <p>【電気ペネトレーション シール材】</p> <p>t1 : 実環境年数 : 60年以上 (526, 835 時間) t2 : 加速時間 : 2, 697 時間 T1 : 実環境温度 : 323 [K] (=50 °C^{※1}) T2 : 加速温度 : 388 [K] (=115 °C) R : 気体定数 : 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K] E : 活性化エネルギー : [kcal/mol] (エポキシ樹脂/メーカー提示値^{※2})</p> <p>【電気ペネトレーション 同軸ケーブル・電線】</p> <p>t1 : 実環境年数 : 60年以上 (16, 472, 315 時間) t2 : 加速時間 : 2, 697 時間 T1 : 実環境温度 : 323 [K] (=50 °C^{※1}) T2 : 加速温度 : 388 [K] (=115 °C) R : 気体定数 : 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K] E : 活性化エネルギー : [kcal/mol] (難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p>※1 : 原子炉格納容器内で電気ペネトレーションが設置されている区域の実測値 ※2 : 活性化エネルギー取得試験結果のうち 115-135°Cの活性化エネルギー値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	電気ペネトレーションの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																																
説 明	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験条件は、設計基準時事故条件を包絡している。</p> <p>【核計装用電気ペネトレーション シール材】</p> <table border="1" data-bbox="373 636 1377 981"> <thead> <tr> <th data-bbox="373 636 624 685"></th> <th data-bbox="624 636 874 685">条件</th> <th data-bbox="874 636 1125 685">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1125 636 1377 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="373 685 624 786" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験条件</td> <td data-bbox="624 685 874 734" rowspan="10"></td> <td data-bbox="874 685 1125 734">1,099 時間</td> <td data-bbox="1125 685 1377 786" rowspan="2">3,182 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 734 1125 786">2,083 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="373 786 624 981" rowspan="4">設計基準 事故時条件※</td> <td data-bbox="874 786 1125 835">367 時間</td> <td data-bbox="1125 786 1377 981" rowspan="4">3,077 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 835 1125 884">205 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 884 1125 934">129 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 934 1125 981">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>【核計装用電気ペネトレーション 同軸ケーブル・電線】</p> <table border="1" data-bbox="373 1124 1377 1469"> <thead> <tr> <th data-bbox="373 1124 624 1173"></th> <th data-bbox="624 1124 874 1173">条件</th> <th data-bbox="874 1124 1125 1173">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1125 1124 1377 1173">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="373 1173 624 1274" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験条件</td> <td data-bbox="624 1173 874 1469" rowspan="10"></td> <td data-bbox="874 1173 1125 1223">25,323 時間</td> <td data-bbox="1125 1173 1377 1274" rowspan="2">32,519 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1223 1125 1274">7,196 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="373 1274 624 1469" rowspan="4">設計基準 事故時条件※</td> <td data-bbox="874 1274 1125 1323">8,442 時間</td> <td data-bbox="1125 1274 1377 1469" rowspan="4">14,508 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1323 1125 1373">3,227 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1373 1125 1422">463 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1422 1125 1469">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p>				条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験条件		1,099 時間	3,182 時間	2,083 時間	設計基準 事故時条件※	367 時間	3,077 時間	205 時間	129 時間	2,376 時間		条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験条件		25,323 時間	32,519 時間	7,196 時間	設計基準 事故時条件※	8,442 時間	14,508 時間	3,227 時間	463 時間	2,376 時間
		条件	94℃換算時間	合計																													
	事故時雰囲気 曝露試験条件		1,099 時間	3,182 時間																													
			2,083 時間																														
	設計基準 事故時条件※		367 時間	3,077 時間																													
			205 時間																														
			129 時間																														
			2,376 時間																														
			条件	94℃換算時間	合計																												
	事故時雰囲気 曝露試験条件			25,323 時間	32,519 時間																												
7,196 時間																																	
設計基準 事故時条件※	8,442 時間			14,508 時間																													
	3,227 時間																																
	463 時間																																
	2,376 時間																																
以 上																																	

タイトル	電気ペネトレーションの取替実績について
説明	<p>電気ペネトレーションの取替実績は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 対象ペネ：X-102E 制御用・ 取替時期：1994年（第4回定期検査）・ 取替理由：原子炉格納容器設置機器の仕様変更に伴うモジュール仕様変更 <ul style="list-style-type: none">・ 対象ペネ：X-105D 中性子計装用・ 取替時期：1998年（第7回定期検査）・ 取替理由：予防保全のため <ul style="list-style-type: none">・ 対象ペネ：X-102E 制御用・ 取替時期：2002年（第10回定期検査）・ 取替理由：原子炉格納容器設置機器の仕様変更に伴うモジュール仕様変更 <ul style="list-style-type: none">・ 対象ペネ：X-105A～D 中性子計装用・ 取替時期：2004年（第12回定期検査）・ 取替理由：予防保全のため <p style="text-align: right;">以上</p>

別紙 1. 高圧ポンプモータの評価について

1. 高圧ポンプモータの技術評価

(1) 高圧炉心スプレイポンプモータの評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求される高圧炉心スプレイポンプモータについては、固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物の熱による長期的な経年劣化および事故時雰囲気を考慮した実機同等品による長期健全性試験を実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

絶縁物の放射線影響については、使用環境および設計基準事故時雰囲気における放射線量は低いことから、絶縁低下にいたる可能性は小さいため劣化付与は行っていない。【別紙1. 添付-1) 参照】

高圧ポンプモータの長期健全性試験手順を図1に示す。

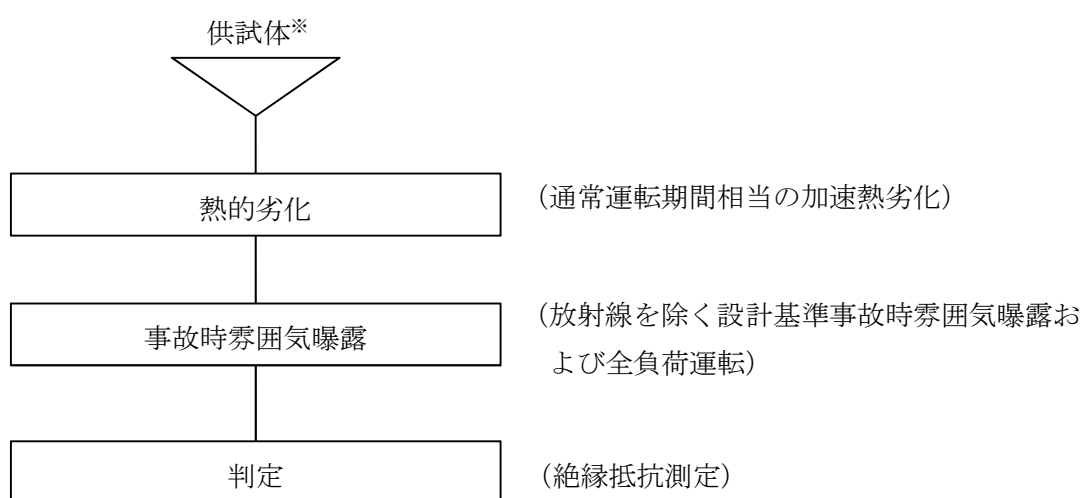


図1 高圧ポンプモータの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している「高圧炉心スプレイポンプモータ」と同等の高圧ポンプモータ【別紙1. 添付-2) 参照】

b. 試験条件

試験条件は固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物の60年間の運転期間を想定した熱および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
熱的劣化	155℃ ^{※1} ×24日間	高圧炉心スプレイポンプモータの周囲温度最高値（40℃）では、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙1. 添付-3）参照】
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃（100%蒸気） 曝露時間：132時間 全負荷運転	島根2号炉の設計想定事故発生後の定常温度（66℃）での継続運転時間（100日）は包絡できていないが、温度条件（66℃は電動機にとって特殊な運転条件ではないと考えられる）より高圧ポンプモータに支障は生じないと判断した。【別紙1. 添付-4）参照】

※1：周囲温度100℃に定格出力時のコイル温度上昇55℃を加えた値

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、熱および設計想定事故時雰囲気による劣化に対して、固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物は60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると考えられる。

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果（設計基準事故）

試験手順	判定基準 ^{※1}	結果	判定
事故時雰囲気曝露終了後、高圧ポンプモータの絶縁抵抗測定を行う。	絶縁抵抗値：10MΩ以上	試験後：20MΩ	良

※1：判定基準はメーカー判定目安値

(2) 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を実施し、絶縁特性に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。

なお、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には、洗浄、乾燥および絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または固定子コイルおよび口出線・接続部品を取替えることとしている。【別紙1. 添付-6）参照】

(3) 総合評価

固定子コイルおよび口出線・接続部品については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および絶縁診断試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 添付資料

- 1) 高圧ポンプモータの絶縁物に対する放射線の影響について
- 2) 高圧ポンプモータ長期健全性試験の供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様比較について
- 3) 高圧ポンプモータの長期健全性試験における評価期間について
- 4) 高圧ポンプモータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 5) 設計基準事故時に機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件について
- 6) 高圧ポンプモータの修繕、取替実績について

タイトル	高圧ポンプモータの絶縁物に対する放射線の影響について																			
説 明	<p>高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験では、放射線劣化の付与は行っていないため、放射線に対する影響評価については、文献データを用いて評価を行った。エポキシ樹脂の適用可能な放射線しきい値に対して集積線量は十分低いことから放射線による影響は小さいと判断する。</p>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">電動機名称</th> <th rowspan="2">絶縁物</th> <th colspan="3">放射線量</th> <th rowspan="2">放射線しきい値^{※3}</th> </tr> <tr> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高圧炉心スプレイポンプモータ</td> <td>エポキシ樹脂</td> <td>150 Gy</td> <td>450 Gy</td> <td>600 Gy</td> <td>2×10⁶ Gy</td> </tr> </tbody> </table>					電動機名称	絶縁物	放射線量			放射線しきい値 ^{※3}	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	合計	高圧炉心スプレイポンプモータ	エポキシ樹脂	150 Gy	450 Gy	600 Gy	2×10 ⁶ Gy
	電動機名称	絶縁物	放射線量					放射線しきい値 ^{※3}												
通常運転時 ^{※1}			設計基準事故時 ^{※2}	合計																
高圧炉心スプレイポンプモータ	エポキシ樹脂	150 Gy	450 Gy	600 Gy	2×10 ⁶ Gy															
<p>※1：通常運転時における高圧炉心スプレイポンプエリアの60年間の集積線量（設計値）</p> <p>※2：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプモータエリアの6ヶ月間の集積線量（設計値）</p> <p>※3：EPRI 1003456「Aging Management Guideline for Commercial Nuclear Power Plants Electrical and Mechanical Penetrations」</p>																				
以上																				

タイトル	高圧ポンプモータ長期健全性試験の供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様比較について
説明	<p>高圧ポンプモータ長期健全性試験に使用した供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様について比較する。</p> <p>供試体モータの仕様は、設計基準事故時雰囲気において動作要求のある評価対象高圧ポンプモータ（高圧炉心スプレイポンプモータ, 残留熱除去ポンプモータおよび低圧炉心スプレイポンプモータ）と出力に違いがあるだけで同仕様のものである。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

高圧ポンプモータ試験機および評価対象高圧ポンプモータ仕様比較

	供試体モータ	高圧炉心スプレッドポンプモータ	残留熱除去ポンプモータ	低圧炉心スプレッドポンプモータ
出力	110 kW	2,380 kW	560 kW	910 kW
電圧	6,600 V	6,600 V	6,600 V	6,600 V
極数	4P	4P	6P	6P
絶縁階級	F種	F種	F種	F種
絶縁材	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂
型式	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK
軸受方式	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受	上部：すべり軸受 下部：すべり軸受	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受
製造者				

タイトル	高圧ポンプモータの長期健全性試験における評価期間について
説明	<p>高圧炉心スプレイポンプモータの固定子コイルおよび口出線の加速熱劣化における実環境年数の算定は、固定子コイルの絶縁材（エポキシ樹脂）および口出線の絶縁材（エポキシ樹脂）の活性化エネルギー値を用いてアレニウスの式により算出している。</p> <p>運転状態および停止状態を考慮し、長期健全性試験における評価期間を包絡していることを確認しており、各種高圧ポンプモータは60年間の運転を想定した期間を包絡している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>t1：実環境年数 t2：加速時間 T1：実環境温度 T2：加速温度 R：気体定数 E：活性化エネルギー</p> </div> <p>【固定子コイル】 高圧炉心スプレイポンプモータ (運転状態)</p> <p>t1：実環境年数 ： 60年以上※³ (306,267時間) t2：加速時間 ： 500時間 T1：実環境温度 ： 376 [K] (=103℃) ※² T2：加速温度 ： 428 [K] (=155℃) ※¹ R：気体定数 ： 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K] E：活性化エネルギー ： [kcal/mol] (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</p> <p>(停止状態)</p> <p>t1：実環境年数 ： 60年以上 (1.9×10⁹時間) t2：加速時間 ： 76時間 T1：実環境温度 ： 313 [K] (=40℃) T2：加速温度 ： 428 [K] (=155℃) ※¹ R：気体定数 ： 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K] E：活性化エネルギー ： [kcal/mol] (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</p> <p>※¹：全負荷運転時の固定子最高温度 155℃ ※²：周囲環境温度 40℃に全負荷運転時の温度上昇 63℃を加えた温度 ※³：運転状態 (103℃環境) となる期間を 27,000時間/60年として算出</p>

【口出線】

高圧炉心スプレイポンプモータ

t1：実環境年数：60年以上（56,837,030時間）

t2：加速時間：576時間

T1：実環境温度：343 [K]（=70℃）※1

T2：加速温度：428 [K]（=155℃）※2

R：気体定数： 1.98721×10^{-3} [kcal/mol・K]

E：活性化エネルギー： [kcal/mol]

（エポキシ樹脂/メーカー提示値）

※1：周囲環境温度40℃に口出線の温度上昇限度30℃を加えた温度

※2：全負荷運転時の固定子最高温度155℃

以上

<p>タイトル</p>	<p>高圧ポンプモータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>														
<p>説明</p>	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件との比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は、設計基準事故時条件を包絡できている。</p> <p>【固定子コイル，口出線】 高圧炉心スプレイポンプモータ</p> <table border="1" data-bbox="419 734 1353 1025"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66°C換算時間</th> <th>合計※2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時雰囲気 曝露試験条件</td> <td rowspan="3"></td> <td>1,251 時間</td> <td rowspan="3">2,602 時間</td> </tr> <tr> <td>1,251 時間</td> </tr> <tr> <td>100 時間</td> </tr> <tr> <td>設計基準 事故時条件※1※2</td> <td></td> <td>1,252 時間</td> <td>1,252 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプ, 残留熱除去ポンプおよび低圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p>※2：絶縁種別から特殊な運転条件となる時間</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		条件	66°C換算時間	合計※2	事故時雰囲気 曝露試験条件		1,251 時間	2,602 時間	1,251 時間	100 時間	設計基準 事故時条件※1※2		1,252 時間	1,252 時間
	条件	66°C換算時間	合計※2												
事故時雰囲気 曝露試験条件		1,251 時間	2,602 時間												
		1,251 時間													
		100 時間													
設計基準 事故時条件※1※2		1,252 時間	1,252 時間												

タイトル	設計基準事故時に機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件について												
説明	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧炉心スプレイポンプモータの環境条件は下記のとおり。</p> <p>高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="453 542 1366 739"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h (最大)</td> <td>4.5×10^2 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h (最大)	4.5×10^2 Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}											
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)											
最高圧力	大気圧	3.4 kPa											
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h (最大)	4.5×10^2 Gy (最大積算値)											

タイトル	高圧ポンプモータの修繕，取替実績について
説明	<p>評価対象の高圧ポンプモータの修繕，取替実績は以下のとおり。</p> <p>①残留熱除去ポンプモータ (B)</p> <p>取替理由：予防保全のため</p> <p>取替時期：第 17 回定期検査 (2012 年度) 1 台</p> <p>取替内容：モーター一式取替</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

別紙 2. 高圧ケーブルの評価について

1. 高圧ケーブルの技術評価

(1) 高圧ケーブルの評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある高圧架橋ポリエチレン絶縁難燃特殊耐熱ビニルシースケーブル（以下、「高圧難燃CVケーブル」という）の健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順を図1に示す。

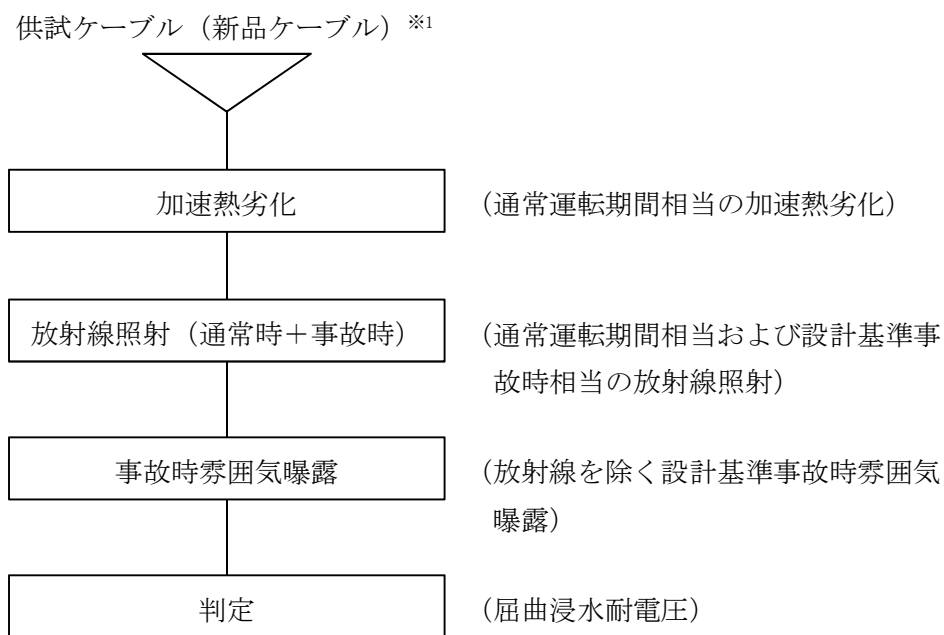


図1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している高圧難燃CVケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は高圧難燃CVケーブルの60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃以下）に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙2. 添付-1）参照】
放射線照射	放射線照射線量：5.0×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される線量約2.0×10 ³ Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 ² Gyに設計基準事故時線量1.8×10 ³ Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：約25 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4 kPa）を包絡する。 【別紙2. 添付-2）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、高圧難燃CVケーブルの絶縁性能を維持できることを確認した。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（33.0 mm）の約40倍のマドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

(2) 現状保全

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定、絶縁診断試験を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。さらに、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

高圧難燃CVケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 添付資料

- 1) 高圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある高圧ケーブルの環境条件について

タイトル	高压ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
説明	<p> 高压難燃 CV ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。 </p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p> t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (32, 190, 523 時間) t2 : 加速時間 : 168 時間 T1 : 実環境温度 : 313 K (=40°C) T2 : 加速温度 : 394 K (=121°C) R : 気体定数 : 1.98721 × 10⁻³ kcal/mol · K E : 活性化エネルギー : kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカ提示値) </p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																												
説明	<p>高圧難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ</p> <table border="1" data-bbox="419 638 1401 887"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td rowspan="2"></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td rowspan="2"></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td>2,394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. ケーブル通過エリア</p> <table border="1" data-bbox="419 981 1401 1229"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td rowspan="2"></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td rowspan="2"></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td>2,394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所 の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		407,769 時間	456,966 時間	49,197 時間	設計基準事故 ※1		873 時間	3,267 時間	2,394 時間		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		407,769 時間	456,966 時間	49,197 時間	設計基準事故 ※1		873 時間	3,267 時間	2,394 時間
	条件	66℃換算時間	合計																										
事故時雰囲気 曝露試験		407,769 時間	456,966 時間																										
		49,197 時間																											
設計基準事故 ※1		873 時間	3,267 時間																										
		2,394 時間																											
	条件	66℃換算時間	合計																										
事故時雰囲気 曝露試験		407,769 時間	456,966 時間																										
		49,197 時間																											
設計基準事故 ※1		873 時間	3,267 時間																										
		2,394 時間																											

タイトル	設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの布設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>4.5×10^2 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. ケーブル通過エリア</p> <table border="1" data-bbox="453 882 1366 1079"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	4.5×10^2 Gy（最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	1.8×10^3 Gy（最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	4.5×10^2 Gy（最大積算値）																							
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	1.8×10^3 Gy（最大積算値）																							

別紙 3. 低圧ケーブルの評価について

1. 低圧ケーブルの技術評価

(1) 低圧ケーブル（KGBケーブルおよび難燃CVケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のあるシリコンゴム絶縁ガラス編組ケーブル（以下、「KGBケーブル」）および難燃架橋ポリエチレン絶縁難燃特殊耐熱ビニルシースケーブル（以下、「難燃CVケーブル」という）の健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの電気学会推奨案に基づく長期健全性試験手順を図1に示す。

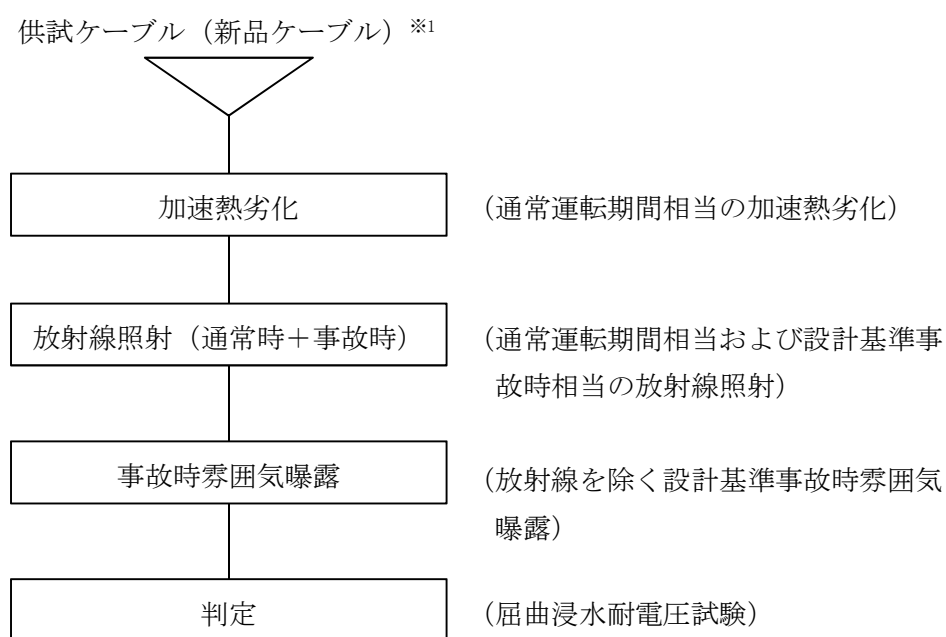


図1 低圧ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用しているKGBケーブルおよび難燃CVケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件はKGBケーブルは49年間、難燃CVケーブルは60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表1、表2に示す。

表1 KGBケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(60℃)に対して、49年間の運転期間を包絡する。 【別紙3. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量 : 7.6×10^5 Gy	島根2号炉で想定される照射線量約 1.6×10^4 Gy (60年間の通常運転期間 1.5×10^4 Gy に設計基準事故時線量 4.5×10^2 Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.43 MPa 曝露時間 : 約 310 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃), 最高圧力(14 kPa)を包絡する。 【別紙3. 添付-2) 参照】

表2 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(50℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙3. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量 : 5.0×10^5 Gy	島根2号炉で想定される照射線量約 2.6×10^4 Gy (60年間の通常運転期間 2.4×10^4 Gy に設計基準事故時線量 1.8×10^3 Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.43 MPa 曝露時間 : 約 25 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃), 最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。 【別紙3. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、49年間および60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁を維持できることを確認した。

また、設計基準事故時環境において動作要求のあるKGBケーブルについては運転開始後29年（第17回定期検査）に取替えを行っている。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表3、表4に示す。

表3 KGBケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（15.1 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

表4 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（13.5 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気における健全性の評価は、「原子カプランスのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書JNESレポート（JNES-SS-0903）」（以下、「ACA研究報告書」という）をもとに、KGBケーブルおよび難燃CVケーブルは時間依存データの重ね合わせ手法を用いて評価する。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）」（以下、「ACAガイド」という）に基づく長期健全性試験手順を図2に示す。

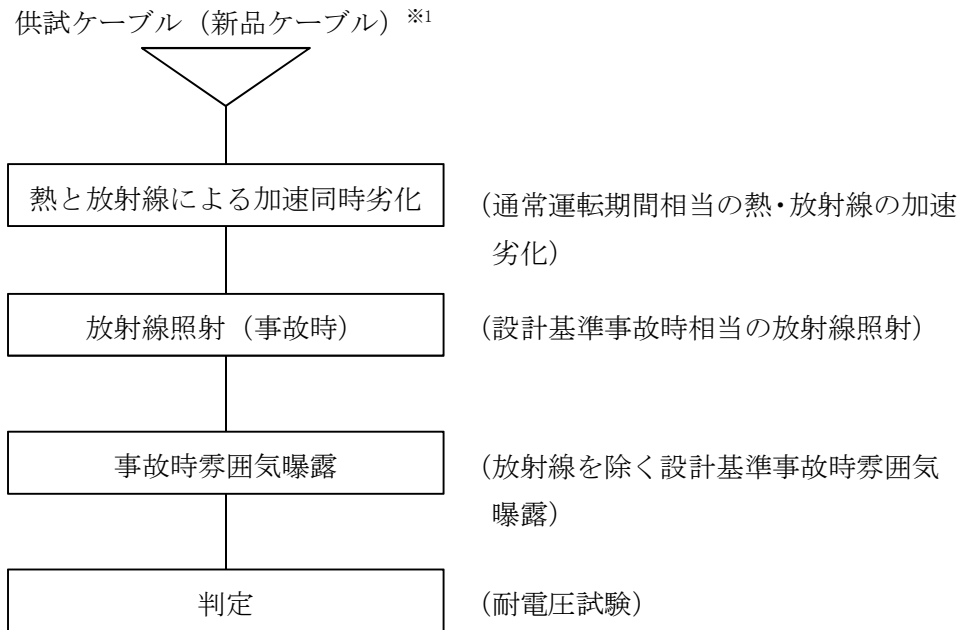


図2 低圧ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用しているKGBケーブルおよび難燃CVケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件はKGBケーブルおよび難燃CVケーブルは60年間、一部の難燃CVケーブルは47年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表5、表6に示す。

表5 KGBケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.7Gy/h—約260日間 (6, 241h)	ACA 研究報告書をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて、原子炉建物の環境条件 (60℃, 0.03Gy/h) で評価した結果, 60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	5.0×10^5 Gy (1.0×10^4 Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値 (4.5×10^2 Gy) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.43 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度 (171℃), 最高圧力 (14kPa) を包絡する。

表6 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件 (ACAガイド)

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.3Gy/h—約104日間 (2,500h)	ACA 研究報告書をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて、原子炉建物（原子炉浄化系熱交換器室）の環境条件（50℃, 0.045Gy/h）で評価した結果、47年間の通常運転期間相当の試験条件となる。また、その他の原子炉建物の環境条件（40℃, 0.018Gy/h）で評価した結果、60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	1.0×10^5 Gy (1.0×10^3 Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値（ 1.8×10^3 Gy）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.18 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4kPa）を包絡する。

c. 評価結果

ACA研究報告書の試験結果をもとに、時間依存データの重ね合わせ手法を用いて島根2号炉の原子炉建物の環境条件に展開し評価した結果、60年および47年時点において絶縁性能を維持できることを確認した。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表7、表8に示す。

表7 KGBケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	絶縁破壊しないこと	良

表8 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	絶縁破壊しないこと	良

(2) 現状保全

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の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。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

原子炉浄化系熱交換器室に設置される難燃CVケーブルの絶縁体については、使用開始から47年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

KGBケーブルおよびその他の難燃CVケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 添付資料

- 1) 低圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 低圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある低圧ケーブルの環境条件について

<p>タイトル</p>	<p>低圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について</p>
-------------	-----------------------------------

KGB ケーブルおよび難燃 CV ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 49 年間および 60 年間の通常運転期間を包絡している。

$$\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

① KGB ケーブル

- t1 : 実環境年数 : 約 49 年 (435, 867 時間)
- t2 : 加速時間 : 168 時間
- T1 : 実環境温度 : 333 K (=60°C)
- T2 : 加速温度 : 394 K (=121°C)
- R : 気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol · K
- E : 活性化エネルギー : kcal/mol
(シリコンゴム/メーカー提示値)

② 難燃 CV ケーブル

- t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (1, 984, 603 時間)
- t2 : 加速時間 : 168 時間
- T1 : 実環境温度 : 323 K (=50°C)
- T2 : 加速温度 : 394 K (=121°C)
- R : 気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol · K
- E : 活性化エネルギー : kcal/mol
(難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)

説 明

以 上

タイトル	低圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																							
説 明	<p>KGB ケーブルおよび難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p>																							
	a. KGB ケーブル																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 633 624 685"></th> <th data-bbox="624 633 874 685">条件</th> <th data-bbox="874 633 1137 685">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 633 1414 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 685 624 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 874 736"></td> <td data-bbox="874 685 1137 736">795, 617 時間</td> <td data-bbox="1137 685 1414 882" rowspan="4">1, 340, 590 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 736 874 788"></td> <td data-bbox="874 736 1137 788">151, 191 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 788 874 840"></td> <td data-bbox="874 788 1137 840">80, 085 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 840 874 882"></td> <td data-bbox="874 840 1137 882">313, 697 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 882 624 1032" rowspan="3">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 882 874 934"></td> <td data-bbox="874 882 1137 934">265, 206 時間</td> <td data-bbox="1137 882 1414 1032" rowspan="3">267, 978 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 934 874 985"></td> <td data-bbox="874 934 1137 985">378 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 985 874 1032"></td> <td data-bbox="874 985 1137 1032">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		795, 617 時間	1, 340, 590 時間		151, 191 時間		80, 085 時間		313, 697 時間	設計基準事故 ※1		265, 206 時間	267, 978 時間		378 時間		2, 394 時間	<p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p>
		条件	66℃換算時間	合計																				
	事故時雰囲気 曝露試験		795, 617 時間	1, 340, 590 時間																				
			151, 191 時間																					
			80, 085 時間																					
			313, 697 時間																					
	設計基準事故 ※1		265, 206 時間	267, 978 時間																				
			378 時間																					
		2, 394 時間																						
b. 難燃 CV ケーブル																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 1220 624 1272"></th> <th data-bbox="624 1220 874 1272">条件</th> <th data-bbox="874 1220 1137 1272">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 1220 1414 1272">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 1272 624 1370" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 1272 874 1323"></td> <td data-bbox="874 1272 1137 1323">123, 612 時間</td> <td data-bbox="1137 1272 1414 1469" rowspan="2">147, 932 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1323 874 1370"></td> <td data-bbox="874 1323 1137 1370">24, 320 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 1370 624 1469" rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 1370 874 1422"></td> <td data-bbox="874 1370 1137 1422">551 時間</td> <td data-bbox="1137 1370 1414 1469" rowspan="2">2, 945 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1422 874 1469"></td> <td data-bbox="874 1422 1137 1469">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		123, 612 時間	147, 932 時間		24, 320 時間	設計基準事故 ※1		551 時間	2, 945 時間		2, 394 時間	<p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p>							
	条件	66℃換算時間	合計																					
事故時雰囲気 曝露試験		123, 612 時間	147, 932 時間																					
		24, 320 時間																						
設計基準事故 ※1		551 時間	2, 945 時間																					
		2, 394 時間																						
以 上																								

タイトル	設計基準事故時雰囲気での機能要求のある低圧ケーブルの環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある低圧ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. KGB ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>60℃以下</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>14 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-2} Gy/h (最大)</td> <td>4.5×10^2 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 難燃 CV ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 1072 1366 1270"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>4.5×10^{-2} Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10^3 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)	最高圧力	大気圧	14 kPa	放射線	2.7×10^{-2} Gy/h (最大)	4.5×10^2 Gy (最大積算値)		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	4.5×10^{-2} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	14 kPa																							
放射線	2.7×10^{-2} Gy/h (最大)	4.5×10^2 Gy (最大積算値)																							
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	4.5×10^{-2} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)																							

別紙 4. 同軸ケーブルの評価について

1. 同軸ケーブルの技術評価

(1) 同軸ケーブル（難燃三重同軸ケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある難燃三重同軸ケーブルの健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

難燃三重同軸ケーブルの電気学会推奨案に基づく長期健全性試験手順を図1に示す。

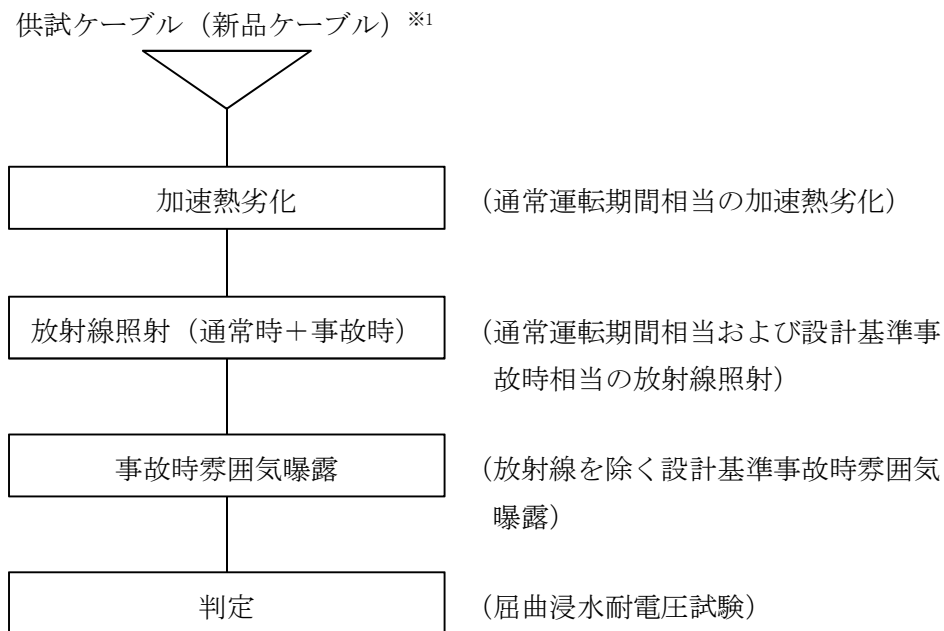


図1 同軸ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙4. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：7.6×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 ⁵ Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに設計基準事故時線量2.7×10 ⁵ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約310時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)、最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。 【別紙4. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、難燃三重同軸ケーブルの絶縁性能を維持できることを確認した。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(10.9 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気における健全性の評価は、「原子カプランスのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書JNESレポート(JNES-SS-0903)」(以下、「ACA研究報告書」という)をもとに、難燃三重同軸ケーブルは等価損傷簡易手法を用いて評価する。

難燃三重同軸ケーブルの「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」(以下、「ACAガイド」という)に基づく長期健全性試験手順を図2に示す。

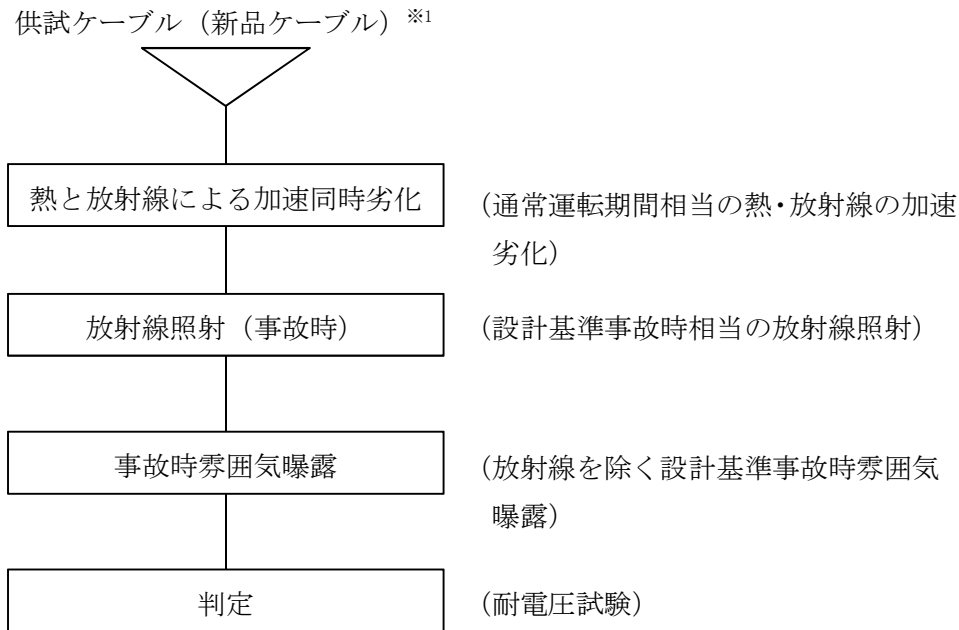


図2 同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—98.1Gy/h—約293日間 (7,024h)	ACA 研究報告書をもとに等価損傷簡易手法を用いて、原子炉格納容器内の環境条件（63℃，0.16Gy/h）で評価した結果、60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	5.0×10^5 Gy (1.0×10^4 Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値（ 2.7×10^5 Gy）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（171℃），最高圧力（0.427MPa）を包絡する。

c. 評価結果

ACA研究報告書の試験結果をもとに、等価損傷簡易手法を用いて島根2号炉の原子炉建物および原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果、60年時点において絶縁を維持できることを確認した。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（ACAガイド）

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：7,000V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

(2) 現状保全

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の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。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 添付資料

- 1) 同軸ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 同軸ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある同軸ケーブルの環境条件について
- 4) 同軸ケーブルの構造について
- 5) 同軸ケーブルの代替評価について

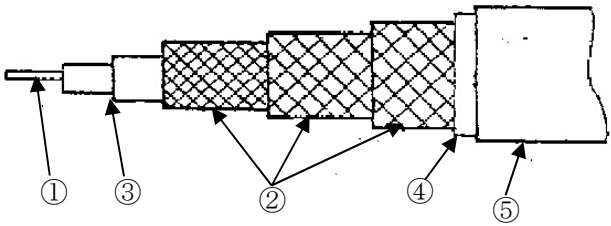
<p>タイトル</p>	<p>同軸ケーブルの長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説明</p>	<p>難燃三重同軸ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①難燃三重同軸ケーブル</p> <p>t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (560, 870 時間)</p> <p>t2 : 加速時間 : 168 時間</p> <p>T1 : 実環境温度 : 336 K (=63°C)</p> <p>T2 : 加速温度 : 394 K (=121°C)</p> <p>R : 気体定数 : 1.98721 × 10⁻³ kcal/mol · K</p> <p>E : 活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

<p>タイトル</p>	<p>同軸ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>																										
<p>説明</p>	<p>難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。 事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 難燃三重同軸ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="418 638 1401 1079"> <thead> <tr> <th data-bbox="418 638 624 685"></th> <th data-bbox="624 638 869 685">条件</th> <th data-bbox="869 638 1136 685">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1136 638 1401 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="418 685 624 884" rowspan="4">事故時雰囲気曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 869 732"></td> <td data-bbox="869 685 1136 732">37,892 時間</td> <td data-bbox="1136 685 1401 732" rowspan="4">57,072 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 732 869 779"></td> <td data-bbox="869 732 1136 779">6,566 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 779 869 826"></td> <td data-bbox="869 779 1136 826">3,185 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 826 869 884"></td> <td data-bbox="869 826 1136 884">9,429 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 884 624 1079" rowspan="4">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 884 869 931"></td> <td data-bbox="869 884 1136 931">18,947 時間</td> <td data-bbox="1136 884 1401 931" rowspan="4">28,534 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 931 869 978"></td> <td data-bbox="869 931 1136 978">6,567 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 978 869 1025"></td> <td data-bbox="869 978 1136 1025">644 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1025 869 1079"></td> <td data-bbox="869 1025 1136 1079">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>				条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気曝露試験		37,892 時間	57,072 時間		6,566 時間		3,185 時間		9,429 時間	設計基準事故 ※1		18,947 時間	28,534 時間		6,567 時間		644 時間		2,376 時間
	条件	94℃換算時間	合計																								
事故時雰囲気曝露試験		37,892 時間	57,072 時間																								
		6,566 時間																									
		3,185 時間																									
		9,429 時間																									
設計基準事故 ※1		18,947 時間	28,534 時間																								
		6,567 時間																									
		644 時間																									
		2,376 時間																									

<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの環境条件について</p>												
<p>説明</p>	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 難燃三重同軸ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}											
周囲温度	63℃	171℃ (最高)											
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa											
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)											

タイトル 同軸ケーブルの構造について

同軸ケーブルの構造は以下の通り。
 ①難燃三重同軸ケーブル



部位	材料
① 内部導体	錫メッキ軟銅より線
② 外部導体	錫メッキ軟銅編組
③ 絶縁体	架橋ポリエチレン
④ セパレータ	難燃テープ
⑤ シース	難燃架橋ポリエチレン

説明

以上

タイトル 同軸ケーブルの代替評価について

1. 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）

評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価
難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ： <input type="text"/>	(同等ケーブルにて評価)	/

2. ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）

評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価
難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ： <input type="text"/>	難燃一重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ： <input type="text"/>	絶縁材料は同一であり、 代替ケーブルを用いた評価 にて問題ないと判断す る。

以上

説明

別紙 5. ケーブル接続部の評価について

1. ケーブル接続部の技術評価

(1) ケーブル接続部（端子台）の評価

1) 端子台接続の健全性の評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）の健全性の評価は、IEEE Std. 323（1974）および382（1972）に基づく長期健全性試験により評価する。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

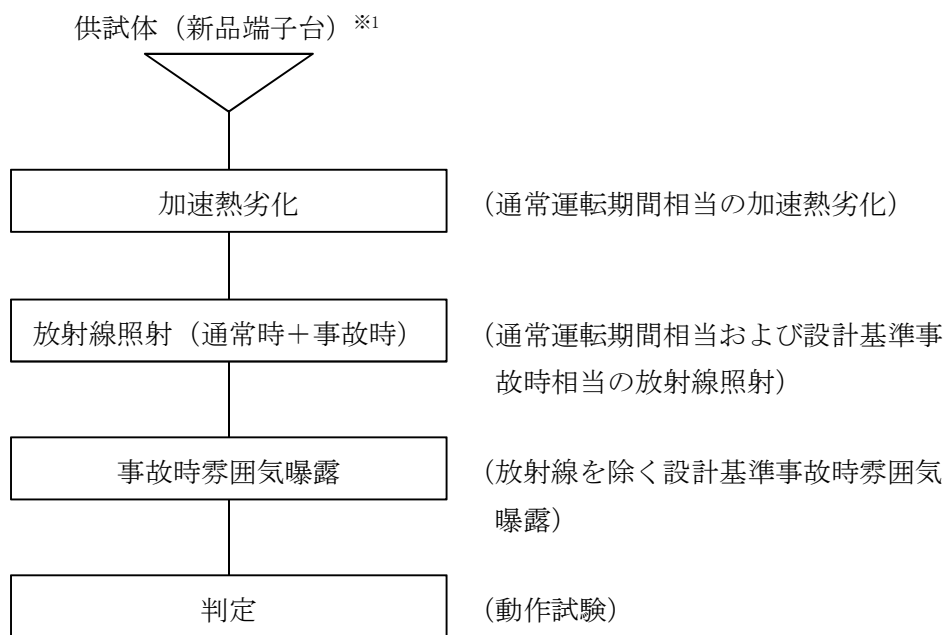


図1 端子台接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している端子台接続（原子炉格納容器内）と同等のもの

b. 試験条件

試験条件は、25年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	123℃×120 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、25年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：2.0×10 ⁶ Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 ⁵ Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに設計基準事故時線量2.7×10 ⁵ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427MPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、25年間の通常運転期間および設計基準事故時において、端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁性能を維持できることを確認した。

また、設計基準事故時環境において動作要求のある、端子台接続（原子炉格納容器内）については運転開始後29年（第17回定期検査）に取替えを行っている。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
動作試験	事故時雰囲気曝露試験終了後、電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

2) 現状保全

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、端子台接続（原子炉格納容器内）の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁体については、運転開始から54年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(2) ケーブル接続部（直ジョイント接続）の評価

1) 直ジョイント接続の健全性の評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある直ジョイント接続の健全性の評価は、IEEE Std. 323（1974）および383（1974）に基づく長期健全性試験により評価する。

直ジョイント接続の長期健全性試験手順を図2に示す。

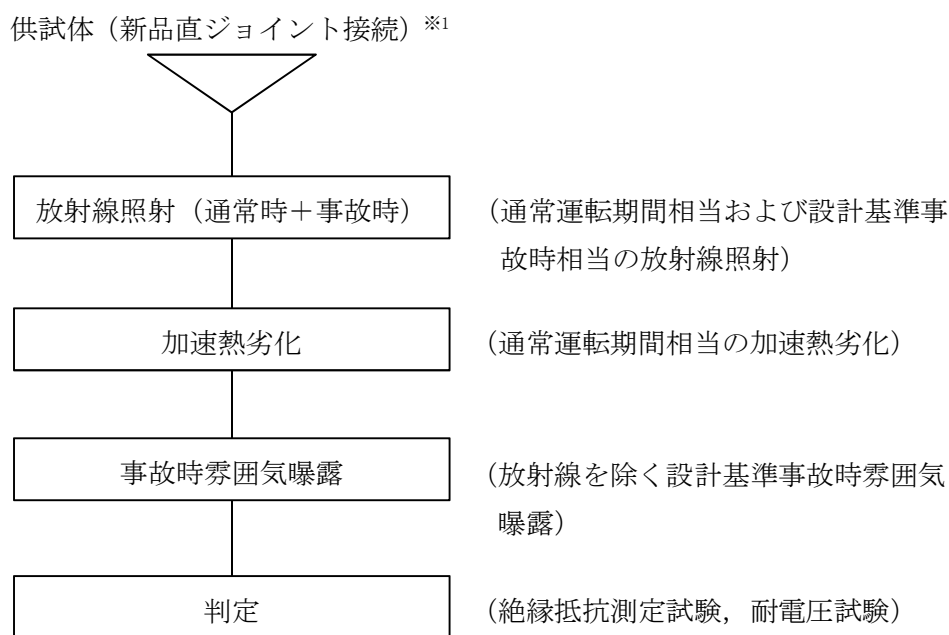


図2 直ジョイント接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している直ジョイント接続と同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

直ジョイント接続の長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 直ジョイント接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115℃×10,075 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：5.2×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 ⁵ Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに設計基準事故時線量2.7×10 ⁵ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約13日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、直ジョイント接続の絶縁性能を維持できることを確認した。

直ジョイント接続の長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 直ジョイント接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露後試験	絶縁抵抗測定試験	1.0×10 ⁴ Ω以上	良
	耐電圧試験 (交流電圧720Vを4秒間印加)	絶縁破壊しないこと。	良

2) 現状保全

直ジョイント接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、直ジョイント接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

直ジョイント接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

直ジョイント接続の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(3) ケーブル接続部（電動弁コネクタ接続）の評価

1) 電動弁コネクタ接続の健全性の評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある電動弁コネクタ接続の健全性の評価は、IEEE Std. 382 (1980) に基づく長期健全性試験により評価する。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順を図3に示す。

供試体（新品電動弁コネクタ接続）※1

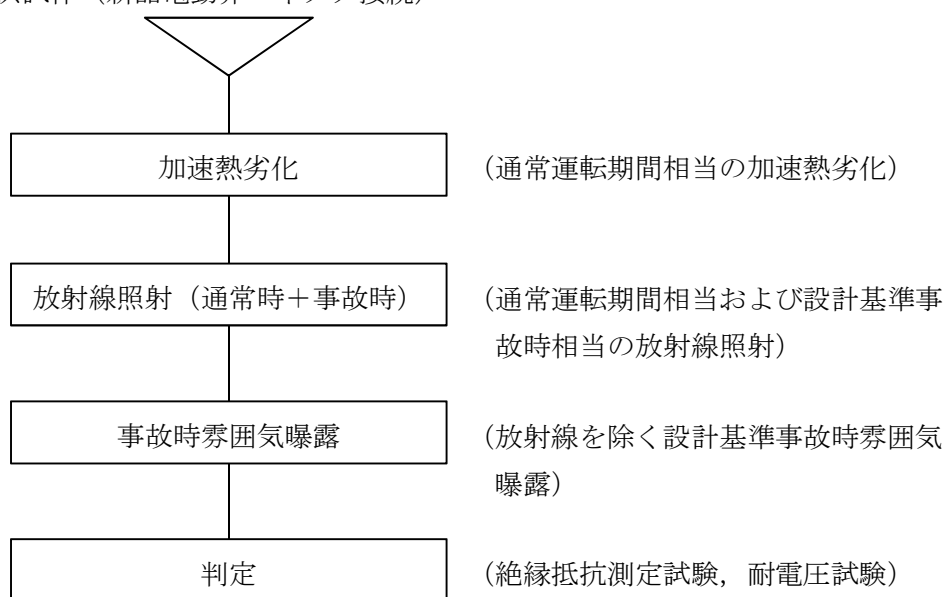


図3 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している電動弁コネクタ接続と同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	138℃×300 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物）の周囲温度(40℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：1.0×10 ⁶ Gy	島根2号炉で想定される照射線量2.0×10 ³ Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 ² Gyに設計基準事故時線量1.8×10 ³ Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.10 MPa 曝露時間：約31日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(3.4kPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、電動弁コネクタ接続の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果を表6に示す。

表6 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
絶縁抵抗測定試験	環境試験終了後、常温にてDC500Vメガテストによる絶縁抵抗測定を行う。	制御用：0.25×10 ⁶ Ω以上 動力用：0.6×10 ⁶ Ω以上	良

2) 現状保全

電動弁コネクタ接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、電動弁コネクタ接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

電動弁コネクタ接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

電動弁コネクタ接続の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(4) ケーブル接続部（同軸コネクタ接続）の評価

1) 同軸コネクタ接続の健全性の評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある同軸コネクタ接続の健全性の評価は、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) に基づく長期健全性試験により評価する。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順を図4に示す。

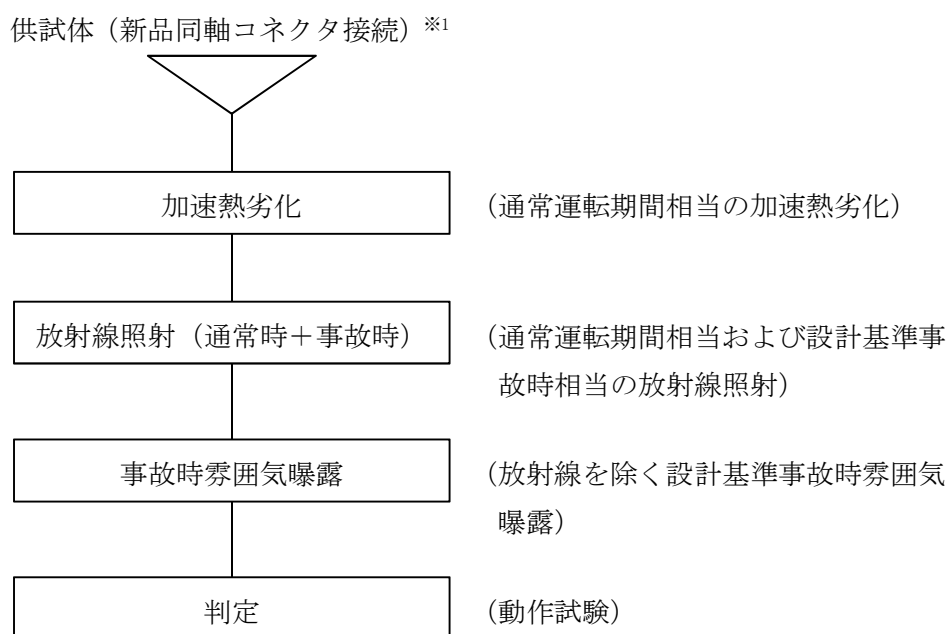


図4 同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している同軸コネクタ接続に相当するもの

b. 試験条件

試験条件は、60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件を表7に示す。

表7 同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	149℃×241 時間	原子炉格納容器内のペステル内の周囲温度最高値(55℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：2.9×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される照射線量1.9×10 ⁴ Gy (60年間の通常運転期間1.6×10 ² Gyに設計基準事故時線量1.8×10 ⁴ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.39 MPa 曝露時間：約100日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)を包絡する。また、最高圧力(0.427 MPa)は包絡できていないが、接続部であり圧力の影響は軽微である。 【別紙5. 添付-2), 4) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、同軸コネクタ接続の絶縁を維持できることを確認した。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	測定値	結果
機能試験	絶縁抵抗測定試験	1×10 ¹⁰ Ω以上	良

2) 現状保全

同軸コネクタ接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、出力信号測定においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、同軸コネクタ接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

同軸コネクタ接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

設計基準事故時雰囲気において機能要求される同軸コネクタの絶縁体について、型式等が同一の実機同等品を用いて60年間の通常運転および事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を行うこととし、その評価手順については、日本電気協会の「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」を活用していく。

2. 添付資料

- 1) ケーブル接続部の長期健全性試験における評価期間について
- 2) ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について

<p>タイトル</p>	<p>ケーブル接続部の長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説明</p>	<p>ケーブル接続部の加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブル接続部の有機材料の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t2 - \ln t1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1} \right)$ <p>①端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <p>t1：実環境年数 ：約 25 年（222, 563 時間）</p> <p>t2：加速時間 ：120 時間</p> <p>T1：実環境温度 ：336 K（=63℃）</p> <p>T2：加速温度 ：396 K（=123℃）</p> <p>R：気体定数 ：1. 98721×10⁻³ kcal/mol・K</p> <p>E：活性化エネルギー：<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> kcal/mol （ジアリルフタレート樹脂／推定値）</p> <p>②直ジョイント接続</p> <p>t1：実環境年数 ：60 年以上（4, 684, 712 時間）</p> <p>t2：加速時間 ：10, 075 時間</p> <p>T1：実環境温度 ：336 K（=63℃）</p> <p>T2：加速温度 ：388 K（=115℃）</p> <p>R：気体定数 ：1. 98721×10⁻³ kcal/mol・K</p> <p>E：活性化エネルギー：<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> kcal/mol （架橋ポリオレフィン／メーカー提示値）</p> <p>③電動弁コネクタ接続</p> <p>t1：実環境年数 ：60 年以上（2, 858, 655 時間）</p> <p>t2：加速時間 ：300 時間</p> <p>T1：実環境温度 ：313 K（=40℃）</p> <p>T2：加速温度 ：411 K（=138℃）</p> <p>R：気体定数 ：1. 98721×10⁻³ kcal/mol・K</p> <p>E：活性化エネルギー：<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> kcal/mol （ジアリルフタレート樹脂／EPRI 文献値）</p>

説 明

④同軸コネクタ接続

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (1, 262, 139 時間)

t2 : 加速時間 : 241 時間

T1 : 実環境温度 : 328 K (=55°C)

T2 : 加速温度 : 422 K (=149°C)

R : 気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol · K

E : 活性化エネルギー : kcal/mol

(ポリエーテルエーテルケトン/EPRI 文献値)

以 上

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について			
説 明	<p>ケーブル接続部の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p>			
	a. 端子台接続（原子炉格納容器内）			
	事故時雰囲気 曝露試験	条件	66℃換算時間 988, 891 時間	合計 1, 489, 382 時間
			209, 467 時間	
			222, 194 時間	
			68, 830 時間	
	設計基準事故 ※1	条件	370, 837 時間	合計 637, 296 時間
			141, 755 時間	
			20, 321 時間	
			104, 383 時間	
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所環境条件設計値</p>				
b. 直ジョイント接続				
事故時雰囲気 曝露試験	条件	66℃換算時間 416, 317 時間	合計 593, 299 時間	
		176, 982 時間		
設計基準事故 ※1	条件	138, 773 時間	合計 283, 564 時間	
		57, 501 時間		
		11, 273 時間		
		76, 017 時間		
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所環境条件設計値</p>				

説 明	c. 電動弁コネクタ接続			
		条件	66℃換算時間	合計
	事故時雰囲気 曝露試験		4,402 時間	16,204 時間
			519 時間	
			0 時間	
			1,558 時間	
			9,725 時間	
	設計基準事故 ※1		153 時間	2,547 時間
			2,394 時間	
	※1：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所 の環境条件設計値			
d. 同軸コネクタ接続				
	条件	66℃換算時間	合計	
事故時雰囲気 曝露試験		20,256 時間	71,883 時間	
		9,770 時間		
		3,293 時間		
		38,564 時間		
設計基準事故 ※1		6,710 時間	6,710 時間	
※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所 の環境条件設計値				
以 上				

タイトル	設計基準事故時雰囲気で機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について																																				
説明	<p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のあるケーブル接続部の敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h（最大）</td> <td>2.7×10^5 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 直ジョイント接続</p> <table border="1" data-bbox="453 1072 1366 1270"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h（最大）</td> <td>2.7×10^5 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>c. 電動弁コネクタ接続</p> <table border="1" data-bbox="453 1556 1366 1753"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	63℃	171℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h（最大）	2.7×10^5 Gy（最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	63℃	171℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h（最大）	2.7×10^5 Gy（最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	1.8×10^3 Gy（最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																																			
周囲温度	63℃	171℃（最高）																																			
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																																			
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h（最大）	2.7×10^5 Gy（最大積算値）																																			
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																																			
周囲温度	63℃	171℃（最高）																																			
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																																			
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h（最大）	2.7×10^5 Gy（最大積算値）																																			
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																																			
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																																			
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																																			
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h（最大）	1.8×10^3 Gy（最大積算値）																																			

d. 同軸コネクタ接続

	通常運転時※1	設計基準事故時※2
周囲温度	55℃	171℃（最高）
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa
放射線	3.0×10^{-4} Gy/h（最大）	1.8×10^4 Gy（最大積算値）

※1：通常運転時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値

※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値

以 上

説 明

別紙 6. 電動弁用駆動部の評価について

1. 電動弁用駆動部の技術評価

(1) 電動弁用駆動部の評価

1) 電動弁モータ（原子炉格納容器内）の評価

a. 評価手順

原子炉格納容器内において使用されている，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある電動弁用駆動部絶縁物の長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価方法は，IEEE Std. 382（1972），323（1974）の規格にまとめられており，これに基づき，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

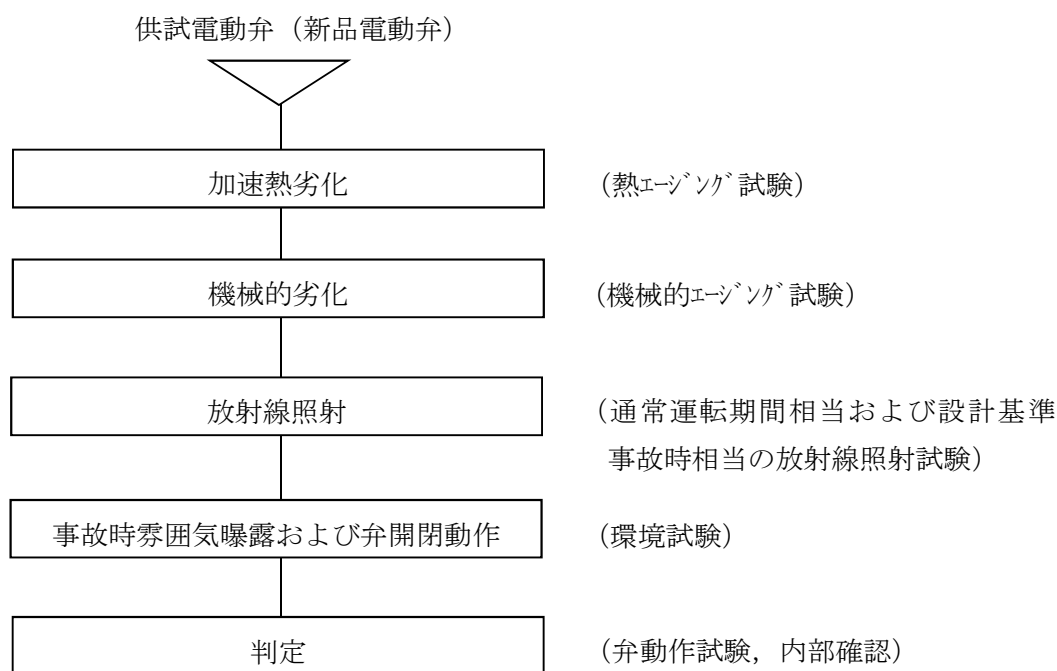


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（原子炉格納容器内）の60年間の運転期間を想定した熱，放射線，機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内）を表1.1に示す。

表1.1 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内）

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)では、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙6.添付-2)参照】
機械的劣化	機械的エージング試験 弁開閉往復動作を578回実施	島根2号炉の60年間の動作回数(約300回)を包絡する。 【別紙6.添付-3)参照】
放射線照射	通常運転期間相当および事故時相当の放射線照射試験 2.0×10 ⁶ Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 ⁵ Gy (60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに設計基準事故時線量2.7×10 ⁵ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	環境試験 最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(約171℃)，最高圧力(約0.427 MPa)を包絡する。 【別紙6.添付-4)参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果，60年間の通常運転期間および設計基準事故時において，電動弁モータ（原子炉格納容器内）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表1.2に示す。

表1.2 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器内）

試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

2) 電動弁モータ（原子炉格納容器外／原子炉建物）の評価

a. 評価手順

原子炉格納容器外において使用されている，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある電動弁用駆動部絶縁物の長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価方法は，IEEE Std. 382（1972），323（1974）の規格にまとめられており，これに基づき，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験手順を図1に示す。

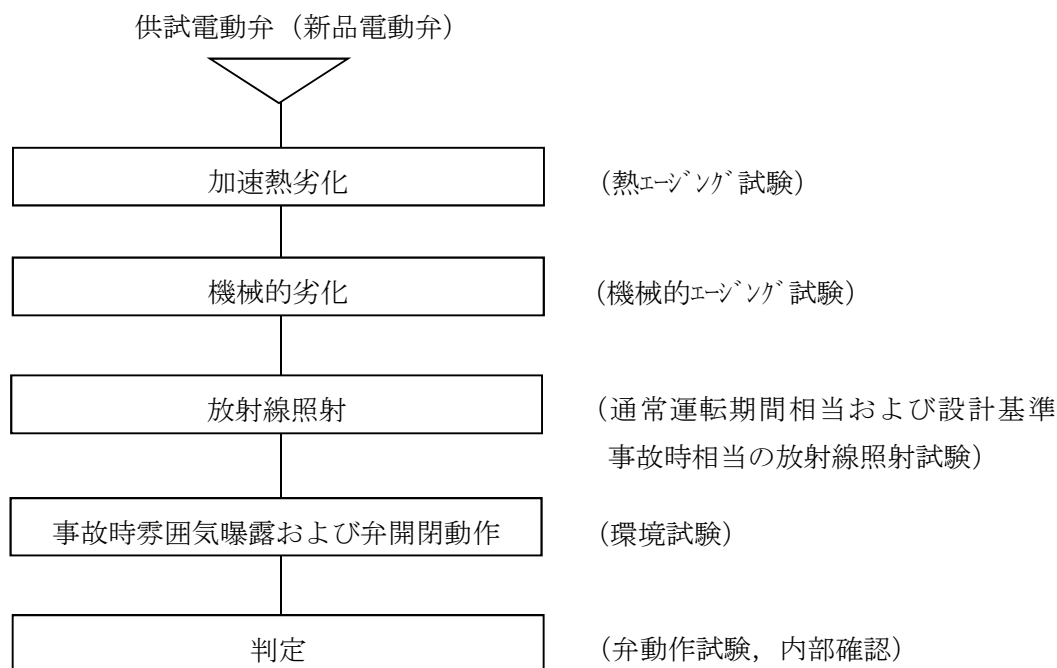


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器外電動弁）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（原子炉格納容器外）の60年間の運転期間を想定した熱，放射線，機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。なお，機械的劣化条件は当該機器の動作回数では約38年に相当するが，電動弁は動作時間が短いことから機械的劣化はわずかであり，影響は少ないものとする。

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）を表1.1に示す。

表1.1 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	原子炉建物の周囲温度(40℃)では，60年間の運転期間を包絡する。 【別紙6.添付-2)参照】
機械的劣化	機械的エージング試験 弁開閉往復動作を578回実施	島根2号炉の約38年間の動作回数(約900回)を包絡する。 【別紙6.添付-3)参照】
放射線照射	通常運転期間相当および事故時相当の放射線照射試験 2.0×10 ⁶ Gy	島根2号炉で想定される照射線量 2.0×10 ³ Gy (60年間の通常運転期間 1.5×10 ² Gy に設計基準事故時線量 1.8×10 ³ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	環境試験 最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(約100℃)，最高圧力(約3.4 kPa)を包絡する。 【別紙6.添付-4)参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果，60年間の通常運転期間および設計基準事故時において，電動弁モータ（原子炉格納容器外）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験結果を表1.2に示す。

表1.2 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器外）

試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

2. 添付資料

- 1) 長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等について
- 2) 電動弁モータの長期健全性試験における評価期間について
- 3) 電動弁モータの機械的劣化試験の弁開閉往復動作回数について
- 4) 電動弁モータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 5) 設計基準事故時で機能要求のある電動弁の環境条件について
- 6) 電動弁モータの取替実績について

タイトル	長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等について
説明	<p>長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等は下記のとおり。</p> <p>島根 2 号炉に設置している電動弁モータと供試体モータの構造，絶縁材料等は同じものである。</p> <p>【電動弁モータ（原子炉格納容器内，原子炉格納容器外）】</p> <p>モータサイズ：#25（2.4 kw）</p> <p>絶縁種別：H 種</p> <p>仕様年数：新品</p> <p>製造者：明電舎</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

<p>タイトル</p>	<p>電動弁モータの長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説 明</p>	<p>電動弁モータの固定子コイル，口出線および電磁ブレーキコイルの加速熱劣化における実環境年数の算定は，固定子コイル，口出線および電磁ブレーキコイルの絶縁材の活性化エネルギー値を用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>【原子炉格納容器内】</p> <p>①電動弁モータ（固定子コイル／電磁ブレーキコイル）</p> <p>t1：実環境年数 ： 55.27 年（484,505 時間）</p> <p>t2：加速時間 ： 119.8 時間</p> <p>T1：実環境温度 ： 336 [K] （=63 °C）</p> <p>T2：加速温度 ： 396 [K] （=123 °C）</p> <p>R：気体定数 ： 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（ポリアミドイミド/メーカー提示値）</p> <p>t1：実環境年数 ： 5.33 年（46,730 時間）</p> <p>t2：加速時間 ： 0.2 時間</p> <p>T1：実環境温度 ： 313 [K] （=40 °C）</p> <p>T2：加速温度 ： 396 [K] （=123 °C）</p> <p>R：気体定数 ： 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（ポリアミドイミド/メーカー提示値）</p> <p>②電動弁モータ（口出線）</p> <p>t1：実環境年数 ： 60 年以上（36,157,182 時間）</p> <p>t2：加速時間 ： 120 時間</p> <p>T1：実環境温度 ： 336 [K] （=63 °C）</p> <p>T2：加速温度 ： 396 [K] （=123 °C）</p> <p>R：気体定数 ： 1.98721×10⁻³ [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（シリコンゴム/メーカー提示値）</p>

【原子炉格納容器外】

①電動弁モータ（固定子コイル／電磁ブレーキコイル）

t1：実環境年数 : 60 年以上 (28,038,576 時間)
t2：加速時間 : 120 時間
T1：実環境温度 : 313 [K] (=40 °C)
T2：加速温度 : 396 [K] (=123 °C)
R：気体定数 : 1.98721×10^{-3} [kcal/mol・K]
E：活性化エネルギー : [kcal/mol]
(ポリアミドイミド/メーカー提示値)

②電動弁モータ（口出線）

t1：実環境年数 : 60 年以上 (1.7×10^{10} 時間)
t2：加速時間 : 120 時間
T1：実環境温度 : 313 [K] (=40 °C)
T2：加速温度 : 396 [K] (=123 °C)
R：気体定数 : 1.98721×10^{-3} [kcal/mol・K]
E：活性化エネルギー : [kcal/mol]
(シリコーンゴム/メーカー提示値)

説 明

以 上

タイトル	電動弁モータの機械的劣化試験の弁開閉往復動作回数について
説明	<p>【弁開閉往復動作回数】</p> <p>電動弁モータの機械劣化試験の動作回数は、プラント定検中のサーベランス（3回×運開から60年までの定検回数41回を想定=123回）、定期点検による電動弁駆動部の開閉5回（運開から60年までの定期点検回数16回=80回）および余裕動作回数100回の約300回は電動弁モータ（原子炉格納容器内）の開閉往復動作回数578回に包絡される。</p> <p>また、プラント運転期間中のサーベランス（1回/月×60年×12ヶ月=60年の運転ヶ月82ヶ月=638回）、プラント定検中のサーベランス（2回×運開から60年までの定検回数41回を想定=82回）、定期点検による電動弁駆動の開閉5回（運開から60年までの定期点検回数16回=80回）および余裕動作回数100回の約900回は電動弁モータ（原子炉格納容器外）の開閉往復動作回数578回に包絡していないが、電動弁駆動部の動作回数による設計寿命20000回を考慮すると機械的動作による影響は軽微であると考えられる。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	電動弁モータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																											
説 明	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件の比較した結果を示す。</p>																											
	<p>【原子炉格納容器内】</p>																											
	<p>①固定子コイル/ブレーキコイル</p>																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 598 643 685"></th> <th data-bbox="643 598 887 685">条件</th> <th data-bbox="887 598 1118 685">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1118 598 1353 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 685 643 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="643 685 887 736"></td> <td data-bbox="887 685 1118 736">26,399 時間</td> <td data-bbox="1118 685 1353 882" rowspan="4">46,032 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 736 887 788"></td> <td data-bbox="887 736 1118 788">10,231 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 788 887 840"></td> <td data-bbox="887 788 1118 840">7,677 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 840 887 882"></td> <td data-bbox="887 840 1118 882">1,725 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 882 643 1081" rowspan="4">設計基準 事故時条件※1</td> <td data-bbox="643 882 887 934"></td> <td data-bbox="887 882 1118 934">19,219 時間</td> <td data-bbox="1118 882 1353 1081" rowspan="4">28,893 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 934 887 985"></td> <td data-bbox="887 934 1118 985">6,650 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 985 887 1037"></td> <td data-bbox="887 985 1118 1037">648 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1037 887 1081"></td> <td data-bbox="887 1037 1118 1081">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		26,399 時間	46,032 時間		10,231 時間		7,677 時間		1,725 時間	設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間		6,650 時間		648 時間		2,376 時間	条件	94℃換算時間	合計
		条件	94℃換算時間	合計																								
	事故時雰囲気 曝露試験		26,399 時間	46,032 時間																								
			10,231 時間																									
			7,677 時間																									
			1,725 時間																									
	設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間																								
		6,650 時間																										
		648 時間																										
		2,376 時間																										
事故時雰囲気 曝露試験		26,399 時間	46,032 時間																									
設計基準 事故時条件※1		10,231 時間																										
		7,677 時間																										
		1,725 時間																										
	設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間																								
		6,650 時間																										
		648 時間																										
		2,376 時間																										

 事故時雰囲気 曝露試験 | | 26,399 時間 | 46,032 時間 || 設計基準 事故時条件※1 | | 10,231 時間 |
	7,677 時間		
	1,725 時間		
設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間
	6,650 時間		
	648 時間		
	2,376 時間		
設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間
	648 時間		
	2,376 時間		
条件	94℃換算時間	合計	
事故時雰囲気 曝露試験		698,920 時間	
		77,248 時間	
		2,939 時間	
設計基準 事故時条件※1		1,821,163 時間	2,190,865 時間
	363,165 時間		
	4,161 時間		
	2,376 時間		
②口出線	条件	94℃換算時間	合計
		698,920 時間	
		77,248 時間	
		2,939 時間	
設計基準 事故時条件※1		1,821,163 時間	2,190,865 時間
	363,165 時間		
	4,161 時間		
	2,376 時間		
条件	94℃換算時間	合計	
		698,920 時間	
		77,248 時間	
		2,939 時間	
設計基準 事故時条件※1		1,821,163 時間	2,190,865 時間
	363,165 時間		
	4,161 時間		
	2,376 時間		
 ※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値 | | | |

説 明

【原子炉格納容器外】

①固定子コイル／ブレーキコイル

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		1,716,176 時間	2,992,599 時間
		665,148 時間	
		499,080 時間	
		112,195 時間	
設計基準 事故時条件※1		880 時間	3,274 時間
		2,394 時間	

②口出線

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		1.68×10^9 時間	2.1×10^9 時間
		3.97×10^8 時間	
		43,878,323 時間	
		1,669,608 時間	
設計基準 事故時条件※1		11,721 時間	14,115 時間
		2,394 時間	

※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

以 上

タイトル	設計基準事故時で機能要求のある電動弁の環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気では機能要求のある電動弁の環境条件は下記のとおり。</p> <p>【原子炉格納容器内】</p> <table border="1" data-bbox="453 539 1366 736"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> <p>【原子炉建物】</p> <table border="1" data-bbox="453 929 1366 1126"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10^3 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	63℃	171℃ (最高)																							
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																							
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)																							
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)																							

タイトル	電動弁モータの取替実績について		
説 明	事故時動作要求のある電動弁モータの取替実績は以下のとおり。		
	〔取替電動弁〕		
	取替電動弁 MV222-2A (A-RHR 熱交換ハブス 弁用電動機)	実施年 2016 年度	実施理由 水密化仕様への変更のため駆動部 を更新
	MV229-100A (A-CAMS トライウェルサ ンプリング 隔離弁用電動機)	2017 年度	蒸気対策仕様への変更のため駆動 部を更新
以 上			

別紙 7. 計装制御設備の評価について

1. 計装制御設備の絶縁特性低下の技術評価

(1) 温度検出器（熱電対式）の評価〔主蒸気管周囲温度計測装置〕

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で動作要求のある温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、実機同等品による設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図1に示す。

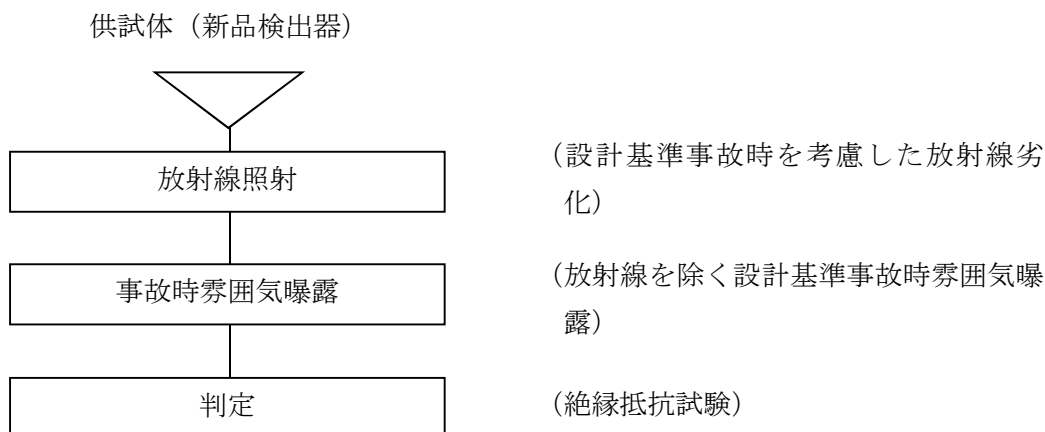


図1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験手順

b. 試験条件

試験条件は、温度検出器（熱電対式）の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
放射線照射	1.0×10^6 Gy	島根2号炉で想定される線量約 1.6×10^4 Gy (60年間の通常運転期間約 1.5×10^4 Gy に設計基準事故時線量 4.5×10^2 Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：180℃ 最高圧力：0.9 MPa 時間：約168時間	島根2号炉の原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（60℃）に対して、60年間の運転時間と設計基準事故時の最高温度（171℃）、最高圧力（14 kPa）を包絡する。 【別紙7.添付-1）、2）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、温度検出器（熱電対式）の絶縁特性を維持できることを確認した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 温度検出器（熱電対式）の健全性試験結果

項目	判定基準	結果
絶縁抵抗測定	5MΩ以上	良

(2) 現状保全

温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、定期的に動作試験を実施し、健全性を確認しており、異常が認められた場合には取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある温度検出器（熱電対式）については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

(4) 総合評価

温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 計測装置の特性変化の技術評価

計測装置の特性変化は、長期間の使用による検出部の変化や電気回路の不良（絶縁特性の低下、導通不良等）により検出器の特性が変化する事象であり、絶縁特性低下と合わせて本資料で整理する。

2.1 圧力伝送器〔原子炉圧力計測装置〕および差圧伝送器〔主蒸気流量計測装置、原子炉水位計測装置〕の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、実機同等品により通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図2に示す。

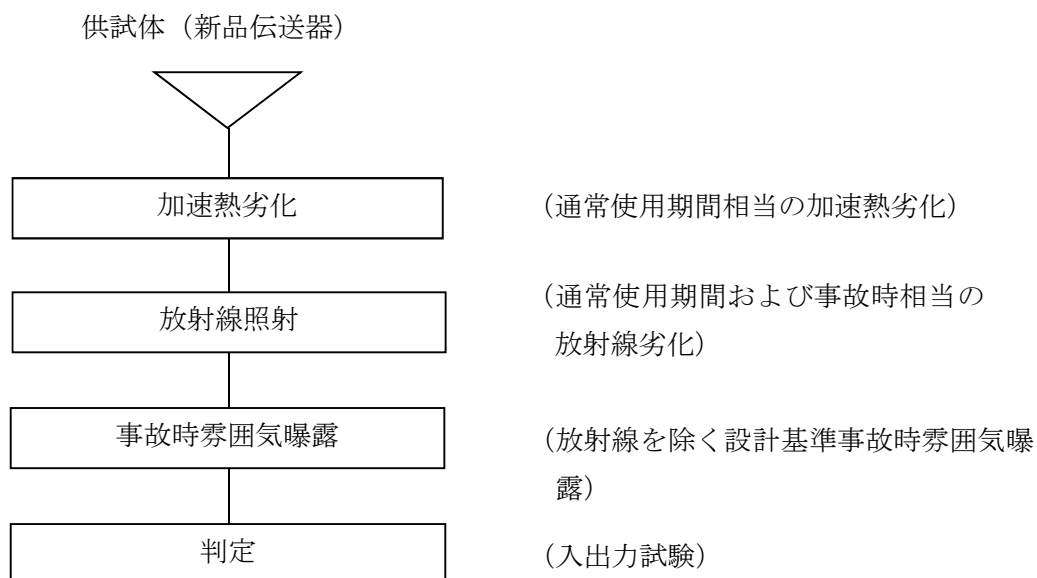


図2 圧力伝送器，差圧伝送器の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は、圧力伝送器および差圧伝送器の約 4.3 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件を表 3 に示す。

表 3 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	95℃×409 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して、約 4.3 年間の運転時間を包絡する。 【別紙 7. 添付-4) 参照】
放射線照射	3.0×10^3 Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 2.0×10^3 Gy（60 年間の通常運転期間約 1.5×10^2 Gy に事故時線量 1.8×10^3 Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4kPa 時間：約 144 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4 kPa）を包絡する。 【別紙 7. 添付-5) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、約 4.3 年間の通常運転期間および設計基準事故時において、圧力伝送器および差圧伝送器は特性を維持できることを確認した。

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果を表 4 に示す。

表 4 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果
入出力試験	0～100%校正	計器スパンの±10%	良

(2) 現状保全

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、定期的に圧力伝送器および差圧伝送器を含む各装置の特性試験（入出力試験、ループ試験）を実施し、急激な特性変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの急激な変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

圧力、差圧伝送器については、設計基準事故時雰囲気特性が著しく変化する可能性は小さいと評価できることから、点検時に初期の特性状態から急激な変化が認められない場合、健全性評価期間を超えた使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 2 水位検出器（フロート式）の特性変化〔水位計測装置〕の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順を図3に示す。

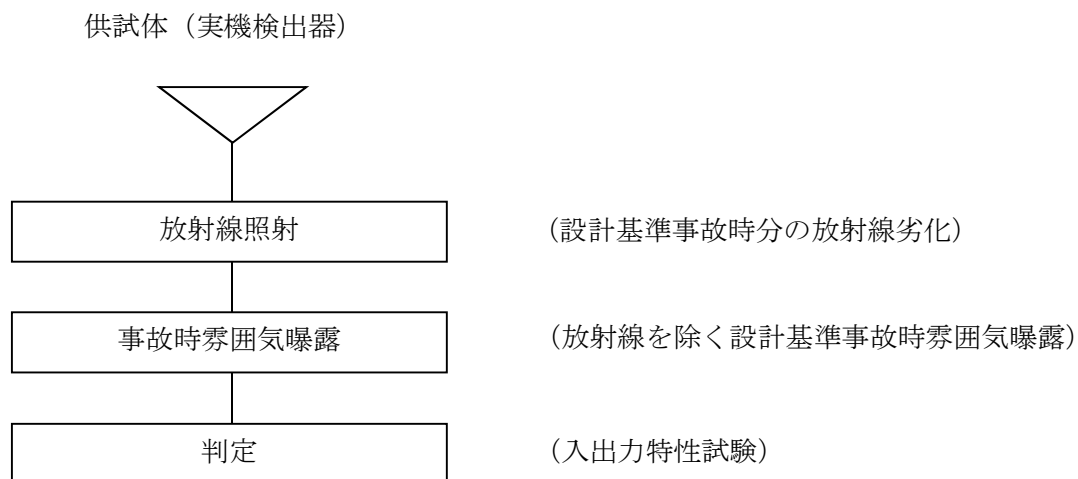


図3 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は、水位検出器（フロート式）の約27年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
経年劣化	約27年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
放射線照射	5.0×10^2 Gy	島根2号炉で想定される設計基準事故時線量 4.5×10^2 Gy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4kPa 時間：約57日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)、最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。 【別紙7.添付-5) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、約 27 年間の通常運転期間および設計基準事故時において、水位検出器（フロート式）は特性を維持できることを確認した。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果を表 6 に示す。

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、第 17 回定検に取替えを実施していることから、約 56 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気においても必要な特性を維持できると評価できる。

表 6 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目		試験内容	判定基準	結果	判定
作 動 試 験	設定水位	計器仕様表に示す値以内であることを確認する。	100mm ± 10mm	100mm - 4mm	良
	切断差		10～30mm	20mm	良

(2) 現状保全

水位検出器（フロート式）の特性変化については、定期的の点検を実施し、初期の特性状態から大きな変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの大きな変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

水位検出器（フロート式）については、点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり、初期の特性状態から大きく変わっていない場合には、健全性評価期間を超えての使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

水位検出器（フロート式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

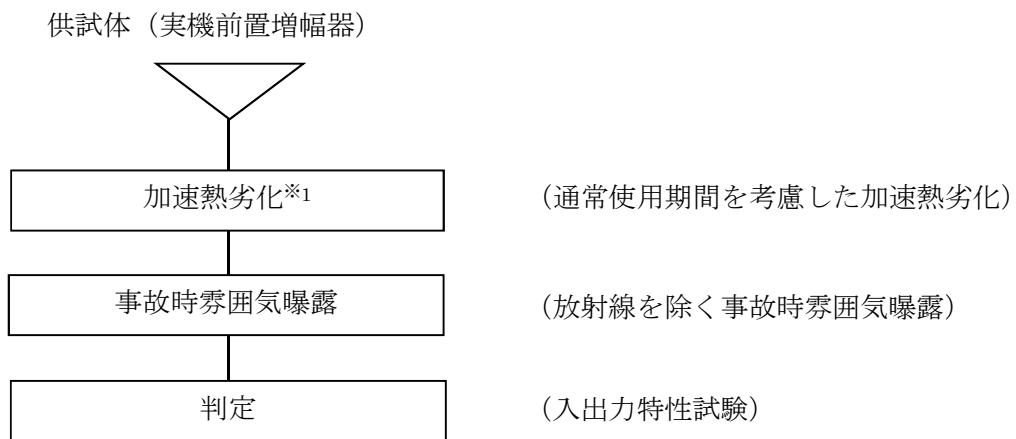
2. 3 中性子源領域計測装置（以下，SRM という）および中間領域計測装置（以下，IRM という）
前置増幅器の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある SRM および IRM 前置増幅器については，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順を図 4 に示す。



※1: SRM/IRM 前置増幅器盤を対象とした加速熱劣化

図 4 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は，SRM および IRM 前置増幅器の約 10 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

なお，SRM および IRM 前置増幅器の設計基準事故時雰囲気における放射線照射量は，信号変換処理部（半導体）等に影響が現れる放射線照射量に対し十分小さいため，長期健全性試験において放射線照射は実施していない。

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件を表 7 に示す。

表 7 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	（前置増幅器） 約 10 年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
	（SRM/IRM 前置増幅器盤） 110℃×47 日間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して，約 10 年間の運転期間を包絡する。 【別紙 7. 添付-4）参照】
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.5kPa 時間：約 2 時間	島根 2 号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃），最高圧力（3.4kPa）を包絡している。 【別紙 7. 添付-5）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、島根2号炉の約10年間の運転期間および設計基準事故時において、SRMおよびIRM前置増幅器は特性を維持できることを確認した。

SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果
パルス波特性	パルス信号を与え、その時の出力特性を評価する。	出力特性：基準値±2%	良

(2) 現状保全

SRMおよびIRM前置増幅器の特性変化については、定期的に点検を実施し、初期の特性状態から大きな変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの大きな変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

SRMおよびIRM前置増幅器については、点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり、初期の特性状態から大きく変わっていない場合には、健全性評価期間を超えての使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

SRMおよびIRM前置増幅器の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

2. 4 放射線検出器（イオンチェンバ式）の評価〔放射線計測装置〕

(1) 健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順を図5に示す。

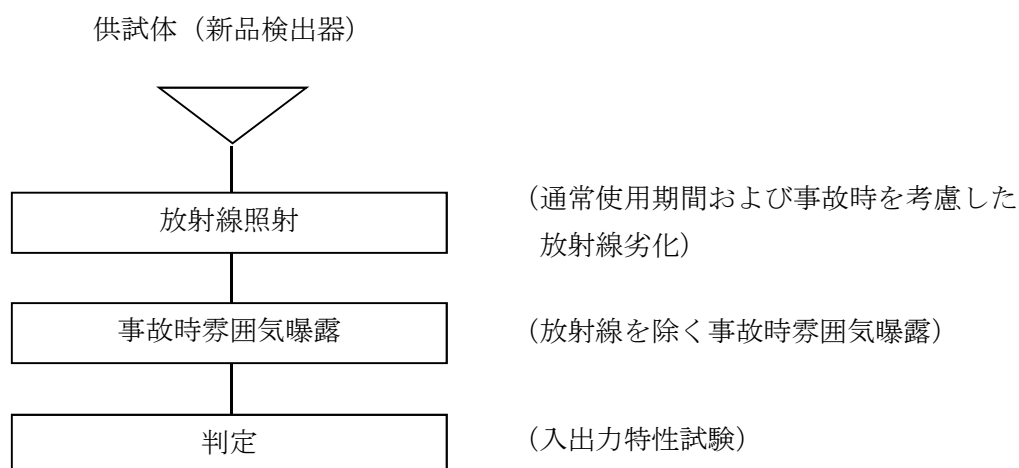


図5 放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は、放射線検出器（イオンチェンバ式）の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

なお、設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）には有機物が使用されていないため、通常運転時相当の熱劣化試験は実施していない。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験条件を表8に示す。

表8 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
放射線照射	7.7×10^5 Gy	島根2号炉で想定される線量 2.0×10^3 Gy（60年間の通常運転時線量約 1.5×10^2 Gy に事故時線量 1.8×10^3 Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：710kPa 時間：約444時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4kPa）を包絡する。

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、島根2号炉の60年間の運転期間および設計基準事故時において、放射線検出器（イオンチェンバ式）は特性を維持できることを確認した。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験結果を表9に示す。

表9 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果	
			放射線後	LOCA 後
絶縁特性	ケースに電圧を印加し、各コネクタに流れる電流を測定	各々について抵抗値が $1 \times 10^{12} \Omega$ 以上であること	良	良
耐電圧	高圧端子にAC1500Vを一分間印加	異常が無いこと	良	良
感度特性	軸に直角方向からγ線を照射し、600V印加したときの感度を測定	感度バラツキが±20%以内	良	良

(2) 現状保全

放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、定期的に放射線検出器を含む各装置の特性試験を実施しており、必要に応じて取替等の適切な対応をとることとしている。

(3) 総合評価

放射線検出器（イオンチェンバ式）については、今後もこの保全を継続し、特性変化を監視していくとともに、必要に応じて取替等の適切な対応をとることにより、60年間の運転期間および設計基準事故時において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

4. 添付資料

- 1) 計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験における評価期間について
- 2) 計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（絶縁特性低下）の環境条件について
- 4) 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における評価期間について
- 5) 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 6) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の環境条件について

タイトル	計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験における評価期間について
------	------------------------------------

説 明	<p>温度検出器（熱電対式）の加速熱劣化における実環境年数の算定はシール材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>t1：実環境年数 : 60 年以上 (2, 811, 054 時間) t2：加速時間 : 100 時間 T1：実環境温度 : 333 K (=60°C) T2：加速温度 : 453 K (=180°C) R：気体定数 : 1.98721 × 10⁻³ kcal/mol · K E：活性化エネルギー：<input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> kcal/mol (エポキシ樹脂/EPRI 文献値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
-----	--

タイトル 計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。
 事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。

	条件	66℃換算時間	合計
事故時雰囲気曝露試験		964, 119 時間	964, 119 時間
設計基準事故 ※1		15, 937 時間	18, 459 時間
		128 時間	
		2, 394 時間	

※1：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の設計基準事故時における環境条件設計値

以上

説明

タイトル 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（絶縁特性低下）の環境条件について

設計基準事故時雰囲気で機能要求のある温度検出器（熱電対式）の設置箇所の環境条件は下記の通り。

	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}
周囲温度	60℃以下	171℃（最高）
最高圧力	大気圧	14 kPa
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	4.5×10^2 Gy（最大積算値）

- ※1：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の通常運転時における環境条件設計値
- ※2：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の設計基準事故時における環境条件設計値

以上

説明

<p>タイトル</p>	<p>計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説明</p>	<p>計測制御設備（特性変化）の加速熱劣化における実環境年数の算定は有機材料（シール材）の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <ul style="list-style-type: none"> t1 : 実環境年数 : 4.3 年以上 (76,291 時間) t2 : 加速時間 : 409 時間 T1 : 実環境温度 : 313 K (=40℃) T2 : 加速温度 : 368 K (=95℃) R : 気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol・K E : 活性化エネルギー : kcal/mol (エチレンプロピレンゴム／推定値) <p>②水位検出器（フロート式）</p> <p>水位検出器（フロート式）は、約 27 年間実機環境で使用していたものを供試体とした。</p> <p>③SRM および IRM 前置増幅器</p> <p>a. 前置増幅器</p> <p>前置増幅器は、約 10 年間実機環境で使用していたものを供試体とした。</p> <p>b. SRM/IRM 前置増幅器盤</p> <ul style="list-style-type: none"> t1 : 実環境年数 : 10 年以上 (1,816,468 時間) t2 : 加速時間 : 1128 時間 T1 : 実環境温度 : 313 K (=40℃) T2 : 加速温度 : 383 K (=110℃) R : 気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol・K E : 活性化エネルギー : kcal/mol (エチレンプロピレンゴム／EPRI 文献値)

説 明	<p>④放射線検出器（イオンチェンバ式）</p> <p>放射線検出器（イオンチェンバ式）には有機物が使用されていないため、通常運転時相当の熱劣化試験は実施していない。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
-----	---

タイトル 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について

計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。
 事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。

①圧力伝送器および差圧伝送器

	条件	66℃換算時間	合計
事故時雰囲気曝露試験		2,735 時間	2,735 時間
設計基準事故※		114 時間	
		2,394 時間	

※：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値

②水位検出器（フロート式）

	条件	66℃換算時間※2	合計
事故時雰囲気曝露試験		45 時間	2,484 時間
		6 時間	
		2,433 時間	
設計基準事故※1		46 時間	2,440 時間
		2,394 時間	

※1：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値

※2：活性化エネルギー kcal/mol での換算値（アクリロニトリルブタジエンゴム/メーカー提示値）

説明

説 明	③SRM および IRM 前置増幅器（前置増幅器および SRM/IRM 前置増幅器盤）	
		条件
	事故時雰囲気曝露試験	合計
		2 時間
	設計基準事故 ^{※1}	1 時間
	※：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値	
	④放射線検出器（イオンチェンバ式）	
		条件
	事故時雰囲気曝露試験	合計 ^{※2}
		444 時間
設計基準事故 ^{※1※2}	6 時間	
※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値		
※2：機器仕様である <input type="checkbox"/> °C を超過する時間		
以 上		

タイトル	設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の設置箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p> <p>②水位検出器（フロート式）</p> <table border="1" data-bbox="453 1122 1366 1319"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h</td> <td>4.5×10^2 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy（最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	4.5×10^2 Gy（最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy（最大積算値）																							
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	4.5×10^2 Gy（最大積算値）																							

説 明

③SRM および IRM 前置増幅器（前置増幅器および SRM/IRM 前置増幅器盤）

	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	6.2 Gy（最大積算値）

※1：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値

※2：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値

④放射線検出器（イオンチェンバ式）

	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy（最大積算値）

※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値

※2：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値

以 上

別紙 8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について

タイトル	長期健全性評価結果にて得られた設備の評価期間の対応管理について		
説 明	<p>長期健全性評価結果にて評価期間が 60 年以内となった設備については、得られた評価期間に至る前に取替を実施する。</p> <p>取替の対応については、保全プログラムシステム内の点検計画等への反映・登録を行い管理していく。</p>		
	【ケーブル】		
	対象設備	評価期間	備考
	難燃 PN ケーブル	37 年	原子炉格納容器内環境温度 63℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有るケーブル。
	難燃 CV ケーブル	47 年	原子炉浄化系熱交換器室環境温度 50℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有るケーブル。
	【ケーブル接続部】		
	対象設備	評価期間	備考
	端子台接続(原子炉格納容器内仕様)	25 年	原子炉格納容器内環境温度 63℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有る端子台接続。
	【計測装置】		
	対象設備	評価期間	備考
圧力伝送器および差圧伝送器	4.3 年	原子炉建物内環境温度 40℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有る圧力伝送器および差圧伝送器の O リング。	
水位検出器 (フオート式)	27 年	原子炉建物内環境温度 40℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有る水位検出器 (フオート式) のガスケットおよび O リング。	
SRM および IRM 前置増幅器	10 年	原子炉建物内環境温度 40℃のエリアに敷設されている設計基準事故時に動作要求の有る SRM および IRM 前置増幅器の盤のパッキン。	
以 上			

タイトル	電気・計装設備評価対象機器の保全項目，判定基準および点検頻度について
説明	<p>主な電気・計装設備の保全項目，判定基準及び点検頻度については，添付「電気設備の保全項目，判定基準及び点検頻度」のとおり。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考	
ポンプ	ほう酸水注入ポンプ	潤滑油エント(ポンプモータ)の固定子および口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		2C		
			絶縁抵抗測定		1C		
高圧ポンプモータ	原子炉補機海水ポンプモータ 原子炉補機冷却水ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定(絶縁診断)		3C, 4C		
			直流吸収試験		3C, 4C		
			交流電流試験		3C, 4C		
			耐電圧試験		3C, 4C		
			誘電正接試験		3C, 4C		
			部分放電試験		3C, 4C		
低圧ポンプモータ	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定			1C	
	ほう酸水注入ポンプモータ		絶縁抵抗測定			2C	
電気ハネレージョン	モジュール型核計装用電気ハネレージョン	シール材および同軸ケーブル・電線	絶縁抵抗測定			接続機器の点検周期に合わせて実施	絶縁抵抗の判定値は接続機器による
	モジュール型高圧動力用電気ハネレージョン	シール材および電線	絶縁抵抗測定, 機器の動作試験			接続機器の点検周期に合わせて実施	絶縁抵抗の判定値は接続機器による

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考	
電動弁用駆動部	残留熱除去系炉水入口内側隔離弁用駆動部	固定子コイル, 口出線・接続部品およびブレイク電磁コイル	絶縁抵抗測定		5C		
	原子炉補機冷却系熱交換海水出口弁用駆動部	固定子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		10C		
	原子炉隔離時冷却系タービン排気隔離弁用駆動部	固定子コイル, 回転子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		5C		
	原子炉補機海水ポンプ出口弁用駆動部	固定子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		10C		
高圧ケーブル	高圧難燃CVケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定		接続機器の点検周期に合わせて実施		
			漏れ電流測定		接続機器の点検周期に合わせて実施		
			成極指数		接続機器の点検周期に合わせて実施		
			不平衡率		接続機器の点検周期に合わせて実施		
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VVケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定		絶縁抵抗の判定値は接続機器による		
			絶縁抵抗測定		絶縁抵抗の判定値は接続機器による		
			絶縁抵抗測定		絶縁抵抗の判定値は接続機器による		
			絶縁抵抗測定		絶縁抵抗の判定値は接続機器による		

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考
同軸ケーブル	難燃三重同軸ケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定		接続機器の点検周期に合わせて実施	絶縁抵抗の判定値は接続機器による
	複合同軸ケーブル		絶縁抵抗測定			
ケーブル接続部	端子台接続(シリアルフラット樹脂)	絶縁物	絶縁抵抗測定		接続機器の点検周期に合わせて実施	絶縁抵抗の判定値は接続機器による
			直ジョイント接続			
	電動弁コネクタ接続	オス絶縁物 シールドケーブル メス絶縁物	絶縁抵抗測定		接続機器の点検周期に合わせて実施	絶縁抵抗の判定値は接続機器による
			同軸コネクタ接続(ボリエテルエーテルゲート)			
タービン制御装置	制御油ポンプモータ	ポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)の固定子コイルおよび出口線・接続部品	絶縁抵抗測定		2C	絶縁抵抗の判定値は接続機器による
	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置の主塞止弁	電動弁用駆動部の回転子コイル, 固定子コイルおよび出口線・接続部品	絶縁抵抗測定			
非常用系タービン設備	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置の真空ポンプモータ, 復水ポンプモータ	ポンプモータ(低圧, 直流, 全閉)の回転子コイル, 固定子コイルおよび出口線・接続部品	絶縁抵抗測定		2C	

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考
計測装置	主蒸気管周囲温度計測装置	温度検出器(熱電対式)	絶縁抵抗測定		1C	
	中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置	温度検出器(测温抵抗体式)	導通試験		1C	
	換気系放射線計測装置	ファンボンプモータ(低圧, 交流, 全閉)	絶縁抵抗測定		1C	
	水素濃度計測装置	ファンボンプモータ(低圧, 交流, 全閉)	絶縁抵抗測定		1C	
	酸素濃度計測装置	ファンボンプモータ(低圧, 交流, 全閉)	絶縁抵抗測定		1C	
ファン	中央制御室送風機	ファンボンプの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
空調機	原子炉補機冷却水ボンプ熱交換器室冷却機	ファンボンプの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		2C	
	中央制御室冷凍機の圧縮機	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		4C	
冷凍機	中央制御室冷凍機の冷却水循環ボンプ	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
	非常用ディーゼル機 関付属設備 高圧炉心スプレッド ディーゼル機関付属設備	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
可燃性ガス濃度制御系設備	可燃性ガス濃度制御系設備	ファンボンプ用電動機(低圧, 交流, 全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品	絶縁抵抗測定	1C		
		ファンボンプ(電動弁駆動部)の固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定	5C		

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考
燃料取替機	燃料取替機	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
		ブレイキ電磁コイル	絶縁抵抗測定		1C	
原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1Y	
		ブレイキ電磁コイル	絶縁抵抗測定		1Y	
		コイル(変圧器)	絶縁抵抗測定		1Y	
計装用圧縮空気系設備	計装用圧縮空気系設備	モータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		2C	
		絶縁操作ポット, 引外しコイルおよび投入コイル	絶縁抵抗測定		1C	
高圧閉鎖配電盤	非常用M/C	支持ポット, ブッシング, 支持碍子および主回路断路部	絶縁抵抗測定		1C	
		計器用変圧器	絶縁抵抗測定		4C	
		貫通形計器用変流器	外観・目視点検		4C	
		コイル	絶縁抵抗測定		1C	
動力用変圧器	非常用動力変圧器	支持碍子	絶縁抵抗測定		1C	
		ファンモータの固定子コイル, 口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		4C	

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考
低圧閉鎖配電盤	非常用L/C	絶縁操作ロット、投入コイル、引外しコイルおよび断路部	絶縁抵抗測定		1C	
		絶縁支持板	絶縁抵抗測定		1C	
		計器用変圧器	絶縁抵抗測定		4C	
		貫通形計器用変流器	外観・目視点検		4C	
コントロールセンタ	非常用C/C	コイル(変圧器)	絶縁抵抗測定		1C	
		限流リアクトルおよび絶縁支持板	絶縁抵抗測定		4C	
デ、イセ、ル発電設備	非常用デ、イセ、ル発電機	固定子コイルおよび出口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
		回転子コイル	絶縁抵抗測定		1C	
		励磁用可飽和変流器、リアクトルおよび整流器用変圧器	絶縁抵抗測定		1C	
		計器用変圧器	絶縁抵抗測定		1C	
		貫通形計器用変流器	清掃・目視点検		2C	

評価対象設備	評価対象機器	部位	保全項目(作業内容)	判定基準	点検頻度	備考
MGセット	原子炉保護系MGセット	発電機、励磁機および駆動モータの固定子コイルおよび発電機および駆動モータの口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		1C	
		発電機の回転子コイル	絶縁抵抗測定		1C	
		励磁機の回転子コイル	絶縁抵抗測定		1C	
バイタル電源用CVCF	計装用無停電交流電源装置	貫通形計器用変流器	清掃・目視点検		1C	
		コイル(変圧器)	絶縁抵抗測定		1C	
		コイル(変圧器)	絶縁抵抗測定		1C	
直流電源設備	230V系充電器盤	計器用変圧器	絶縁抵抗測定		1C	
		コイル	絶縁抵抗測定		3C	
計測用変圧器	計装用変圧器	ダクトベース	絶縁抵抗測定		3C	
		支持磚子	絶縁抵抗測定		3C	
				3C		

<p>タイトル</p>	<p>電気ペネトレーションにおいて実施した長期健全性試験と IEEE の試験項目に係る規定への準拠の有無について</p>
<p>説明</p>	<p>電気ペネトレーションにおいて実施した長期健全性試験と IEEE の試験項目に係る規定への準拠の有無については、添付「電気ペネトレーションにおける IEEE Std. 317(1976)の要求事項と長期健全性試験の実施有無」の要求事項と長期健全性試験の実施有無」のとおり。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

電気ペネトレーションにおける IEEE Std. 317-1976 の要求事項と長期健全性試験の実施有無

No.	IEEE Std. 317-1976		長期健全性試験時 実施有無 (○：有，×：無)	IEEE の試験項目に対して， 試験で実施していない理由等
	試験項目	試験内容の概要		
1	6.4.1～6.4.5 初期特性試験	・製造試験に合格していること。	○	—
2	6.4.6 部分放電試験	・導体は，部分放電 (PPH) 試験を行うこと。	×	本試験はペネ構成材料の絶縁内部に対する評価としての検証と考えられる。 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは，気密性に関する長期健全性試験が必要であり，本試験は不要であるが，長期健全性試験の判定時に行う試験 (絶縁抵抗試験) にて確認可能であると考ええる。
3	6.4.7 定格連続電流試験	・定格電流の通電を行い最高温度について測定・記録を行うこと。	×	本試験は定格電流の通電による熱に対する検証と考えられる。 核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，通電による温度上昇がわずかであるため環境温度を，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは，環境温度に通電時の温度上昇を考慮した評価を行っている。
4	6.4.8 劣化試験 (1) 輸送保管時模擬試験	・輸送および保管を模擬する試験は，温度および湿度を含む最も厳しい環境条件に曝すものとする。	×	本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価として，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な環境要因と考えられる。
	(2) 現地溶接模擬試験	・溶着方法が溶接である場合，電気ペネトレーションの部品が損傷なしに溶接できることを実証するための試験を行うこと。	×	本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価として，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な環境要因と考えられる。

No.	IEEE Std. 317-1976		長期健全性試験時 実施有無 (○：有，×：無)	IEEE の試験項目に対して， 試験で実施していない理由等
	試験項目	試験内容の概要		
4	(3) 熱サイクル試験	・運転サイクルを模擬し，温度変化が 55℃以上で 120 サイクル行うこと。	○	劣化の影響が出るように試験順序を変更して実施している。 ・核計装 放射線照射試験（通常時）⇒熱サイクル試験⇒熱劣化試験⇒放射線照射試験（事故時） ・高圧動力 放射線照射試験（通常時＋事故時）⇒熱劣化試験⇒熱サイクル試験
	(4) 熱劣化試験	・通常の使用条件の劣化を模擬し，熱劣化処理を受けるものとする こと。	○	
	(5) 放射線照射試験	・通常使用環境の設置寿命期間中を模擬した放射線を照射するもの とすること。 ・上記試験中に想定される最大の事故環境累積放射線量を実施する ことができる。 ・試験後，リーク試験および電気試験（耐電圧試験，絶縁抵抗試験，導 通試験）に合格するものとする。	○	
5	6.4.9 過負荷電流試験	・定格連続電流通電時に，定格短時間過負荷電流を継続時間通電で きるものとする。	×	本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価とし て，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な 環境要因と考えられる。
6	6.4.10 短絡電流試験	・定格連続電流通電時に，定格短絡電流を通電できるものとする。	×	本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価とし て，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な 環境要因と考えられる。
7	6.4.11 耐震試験	・設計仕様条件に裕度を加えた条件の入力振動スペクトルで IEEE Std. 344-1975 に準じて耐震試験を行うこと。 ・試験後，リーク試験および電気試験（耐電圧試験，絶縁抵抗試験，導 通試験）に合格するものとする。	×	本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価とし て，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な 環境要因と考えられる。

No.	IEEE Std. 317-1976		長期健全性試験時 実施有無 (○：有，×：無)	IEEE の試験項目に対して， 試験で実施していない理由等
	試験項目	試験内容の概要		
8	6.4.12 定格連続電流試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定格電流の通電を行い最高温度について測定・記録を行うこと。 	×	<p>本試験は定格電流の通電による熱に対する検証と考えられる。</p> <p>核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，通電による温度上昇がわずかであるため環境温度を，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは，環境温度に通電時の温度上昇を考慮した評価を行っている。</p>
9	6.4.13 冷却材喪失模擬試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計基準最大想定事故事象の環境条件（圧力，温度，湿度，放射線照射，化学薬品噴霧）に対する健全性を実証すること。 ・ 試験中，導体に定格電圧を連続的に印加するものとする。 ・ 試験後，リーク試験および電気試験（耐電圧試験，通電試験）に合格するものとする。 	○	—
10	6.4.14 定格短絡電流の最大持続時間試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定格短絡電流の保護装置が動作するまでの最大時間，定格短絡電流が通電できることを確認すること。 ・ 試験後，リーク試験に合格するものとする。 	×	<p>本試験はペネ構成材料の劣化に対する評価として，長期経年劣化にほとんど影響しない短期的な環境要因と考えられる。</p>