

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

2023 年 12 月 26 日

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	3
(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PN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 低圧ケーブル（難燃FNケーブル）の評価	11
(1) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時，重大事故等時）	11
(2) 現状保全	12
(3) 総合評価	12
(4) 高経年化への対応	12
4.3 電気ペネトレーションの評価	13
(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	13
(2) 現状保全	16
(3) 総合評価	16
(4) 高経年化への対応	16
5. 代表機器以外の技術評価	17
6. まとめ	33
(1) 審査ガイド等記載事項に対する確認結果	33
(2) 施設管理に関する方針として策定する事項	35
7. 添付資料	36
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	
別紙9. 電気ペネトレーションの評価について	
別紙10. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の評価について	

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、電気抵抗が低下し、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」および「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」の記載事項（以下、「審査ガイド等記載事項」という。）を踏まえ、高経年化技術評価を実施する。

電気・計装設備の絶縁特性低下を評価するにあたっての審査ガイド等記載事項を表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審査ガイド等記載事項

ガイド	記載事項
実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド	<p>3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点</p> <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期施設管理方針の審査</p> <p>①長期施設管理方針の策定</p> <p>すべての追加保全策について長期施設管理方針として策定されているかを審査する。</p>

表 1(2/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての審査ガイド等記載事項

ガイド	記載事項
<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、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。</p> <p>イ 実用炉規則第 82 条第 1 項の規定に基づく高経年化技術評価プラントの運転を開始した日から 60 年間</p> <p>3.2 長期施設管理方針の策定及び変更 長期施設管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。</p>

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に示す。

代表機器は、JEAG4623-2018、設置許可基準規則第12条および第43条の適用範囲に基づき抽出した、環境条件が著しく悪化する環境において機能維持が要求される機器の中から、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PNケーブル、難燃FN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維持が要求される機器	
			設計基準事故時*1	重大事故等時*2
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, フ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	○	○*3
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		
	ダンパ および弁	固定子コイル, 口出線・接続部品		

*1: 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

*2: 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四十三条 (重大事故等対処設備) の要求を踏まえ選定 (常設設備)

*3: 定期取替品のため, 高経年化対策実施ガイドに基づき高経年化技術評価の対象外としている。

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維持が要求される機器	
			設計基準事故時*1	重大事故等時*2
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		
	ガスタービン発電機 用ガスタービン機関 付属設備	固定子コイル, 口出線・接続 部品		
	原子炉建物燃料 取替階ブローアウトハ ット閉止装置	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		
	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, タクトスペース, 支持碍子		
	計装用分電盤お よび配電盤	支持碍子, コイル(変圧器), 計器用変圧器		

*1: 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

*2: 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四十三条(重大事故等対処設備) の要求を踏まえ選定(常設設備)

4. 代表機器の技術評価

4. 1 低圧ケーブル（難燃 PN 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^{※1}）

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 PN ケーブルがある。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。

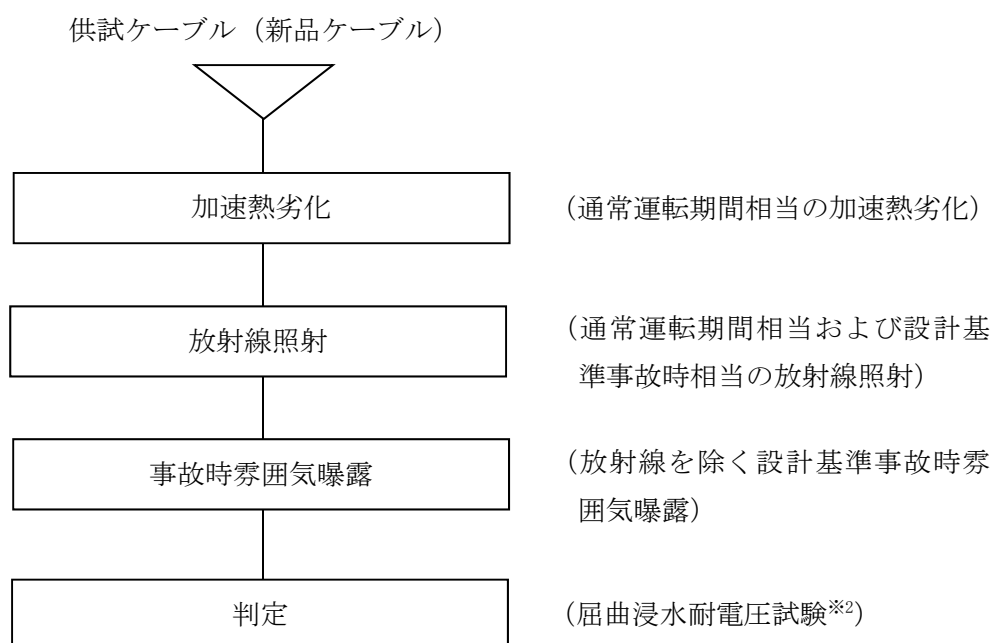


図 1 難燃 PN ケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：難燃 PN ケーブルは，島根 2 号炉の原子炉格納容器内における重大事故等時の環境条件で健全性を確認していないため，健全性を確認した難燃 FN ケーブルに取替えを実施していることから，設計基準事故時のみ評価している。

※2：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の状態では，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)

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×459 時間	原子炉格納容器内の周囲温度最高値 (63℃ ^{※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℃ 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℃ ^{※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性能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)

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

[出典：メーカーデータ]

(2) ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時^{※1}）

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気での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。

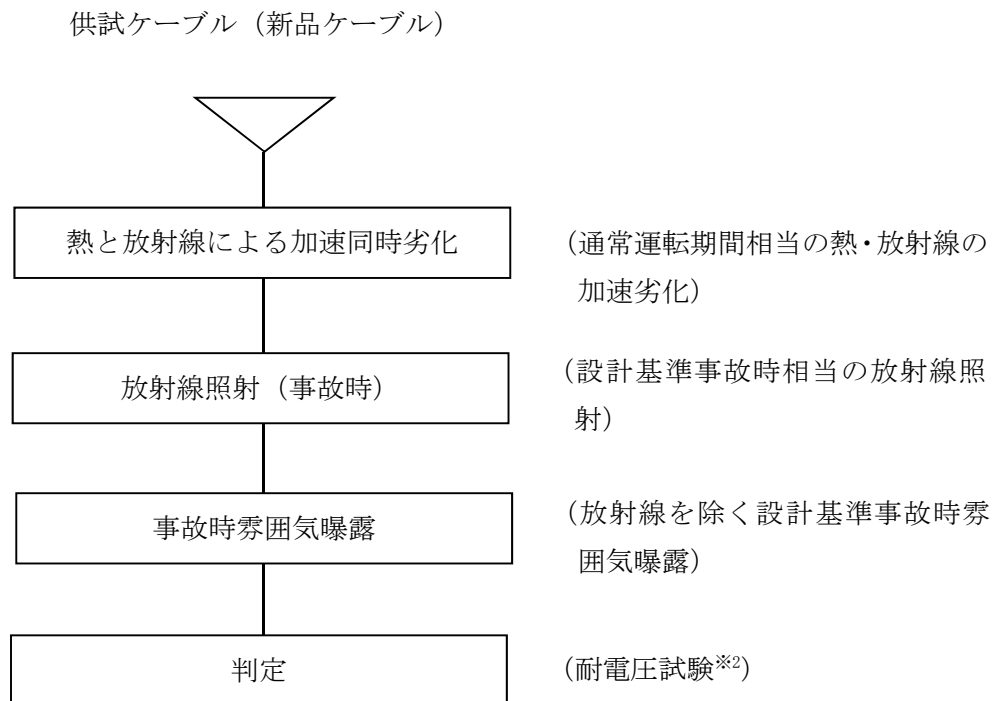


図 2 難燃 PN ケーブルの ACA ガイドに基づく試験手順

※1：難燃 PN ケーブルは、島根 2 号炉の原子炉格納容器内における重大事故等時の環境条件で健全性を確認していないため、健全性を確認した難燃 FN ケーブルに取替えを実施していることから、設計基準事故時のみ評価している。

※2：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

	試験条件	説明
熱と放射線による 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。
放射線照射 (事故時)	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

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

[出典：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]

※：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ることにより、運転開始から 60 年間の通常運転期間および事故時雰囲気において絶縁性能を維持する、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により、運転開始から 60 年間の通常運転期間および事故時雰囲気において絶縁性能が維持できることを確認する。

4. 2 低圧ケーブル（難燃 FN ケーブル）の評価

(1) ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時，重大事故等時）

a. 評価手順

島根 2 号炉において使用されている，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 FN ケーブルがある。事故時雰囲気で機能要求がある難燃 FN 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を評価した。

ACA ガイドに基づく試験手順を図 3 に示す。

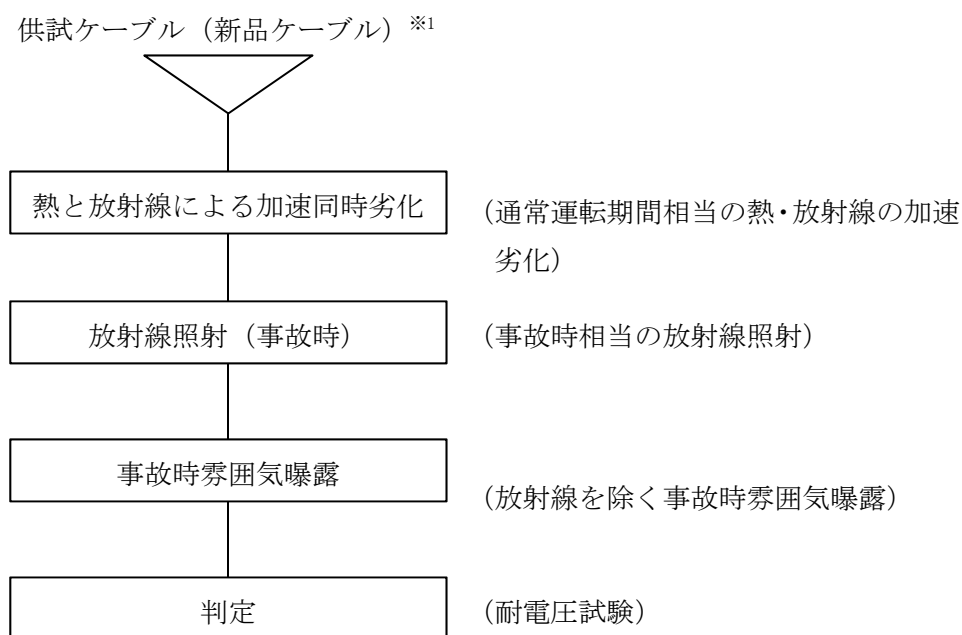


図 3 難燃FNケーブルのACAガイドに基づく試験手順

※1：供試ケーブルは，島根 2 号炉で使用している難燃FNケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は難燃FNケーブルの60年間の通常運転期間および事故時雰囲気を想定した条件を包絡している。

難燃FNケーブルの長期健全性試験条件を表 7 に示す。

表7 難燃FNケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	200℃—100Gy/h—約 67 日間 (1, 587h)	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℃ ^{※1} ，0.152Gy/h ^{※1} ）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	8.0×10 ⁵ Gy (10Gy/h)	島根 2 号炉で想定される事故時の最大積算値（7.4×10 ⁵ Gy ^{※2} ）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：235℃ 最高圧力：0.854 MPa	島根 2 号炉の事故時の最高温度（200℃ ^{※2} ），最高圧力（8.53×10 ² kPa ^{※2} ）を包絡する。

※1：難燃 FN 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-8 参照】

※2：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60年時点において絶縁性能を維持できることを確認した。

難燃FNケーブルの長期健全性試験結果を表 8 に示す。

表8 難燃FNケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：3,000V／1 分間	絶縁破壊しないこと	良

[出典：共同研究報告書「BWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II」]

(2) 現状保全

難燃FN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することとしている。

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。

(3) 総合評価

難燃FN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 FN 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。

4. 3 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

a. 評価手順

事故時に機能要求のある、核計装用、低圧動力用、制御計測用等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。

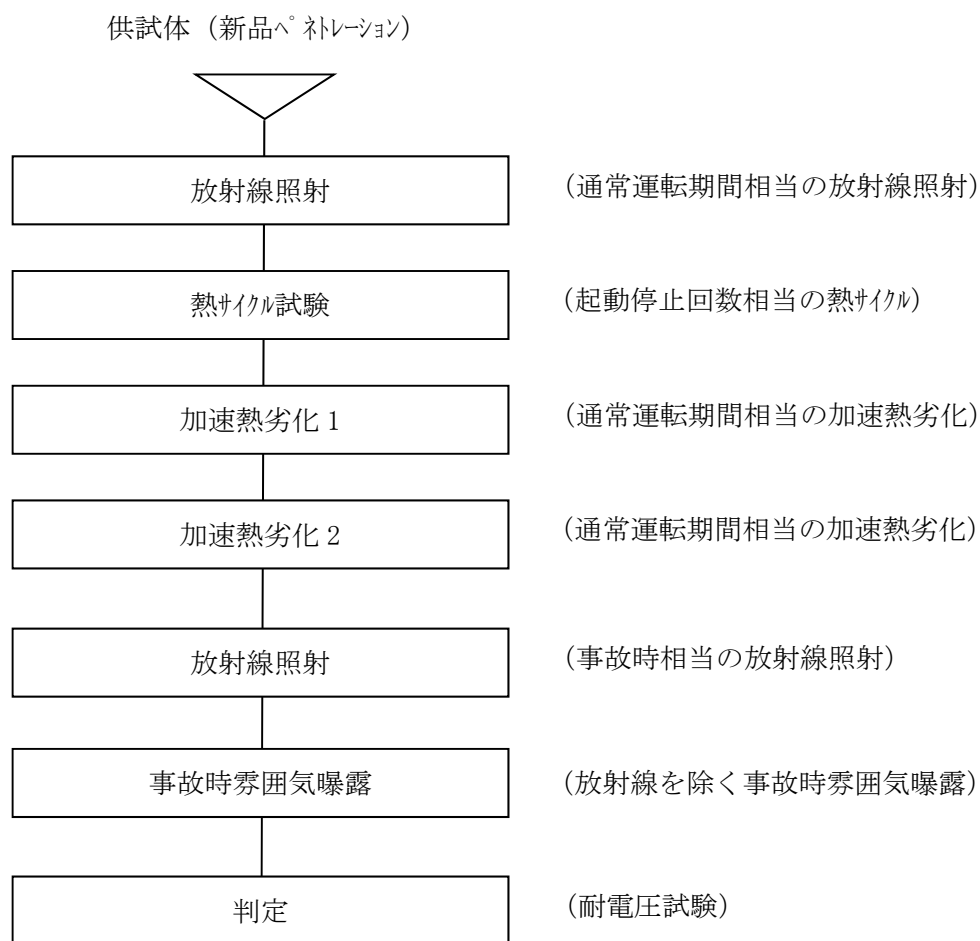


図4 モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

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9 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, 重大事故等)

	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。また、島根2号炉で想定される線量3.8×10 ⁴ Gy(60年間の通常運転線量1.8×10 ⁴ Gy ^{※3} に重大事故等時線量2.0×10 ⁴ Gy ^{※5} 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号炉の事故時の最高温度(171℃ ^{※4,5}), 最高圧力(0.427MPa ^{※4,5})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3.3×10⁻²Gy/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

※5: 重大事故等時における原子炉格納容器内のモジュール型核計装用電気ペネトレーションの動作要求期間が重大事故等時初期のみであることを考慮した環境条件設計値(重要事故シーケンス等における動作要求期間は1時間未満であり、最高温度, 最高圧力については設計基準事故時の条件に包括されることから保守的に条件を設定し, 放射線の最大積算値については1時間分の重大事故等時の最大線量率を包絡する条件として設定した。)

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, 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 10 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, 重大事故等)

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。

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-14 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

代表機器以外の評価対象および技術評価の概要を表 11 に示す。

表 11(1/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
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モータ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
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	原子炉補機冷却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る影響も小さいと考えるが、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。 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環境的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。	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、定期的な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、60年間の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。
	残留熱除去ポンプモータ 低圧炉心スプレイポンプモータ 高圧炉心スプレイポンプモータ		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。			
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 高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプモータ ほう酸水注入ポンプモータ 低圧原子炉代替注水ポンプモータ 燃料プール冷却ポンプモータ 残留熱代替除去ポンプモータ	固定子コイルおよび口出線・接続部品	固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は、長期間の使用を考慮すると環境的要因により絶縁特性低下を起す可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下が確認できる。	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、定期的な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(絶縁物にワスを注入)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、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。	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。

表 11 (2/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
電気ベネレーション	モジュール型高圧動力用電気ベネレーション モジュール型低圧動力用電気ベネレーション モジュール型制御計測用電気ベネレーション	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ベネレーション等は、60年間の通常運転および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ベネレーション等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。 なお、電気ベネ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。	モジュール型高圧動力用電気ベネレーション等の絶縁特性低下は、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。	ケーブルおよび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。
	モジュール型制御計測用高耐熱電気ベネレーション	ケーブルおよび電線	長期健全性試験の結果、モジュール型制御計測用高耐熱電気ベネレーションは、30年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し、判定基準を満足している。 また、事故時環境において動作要求のあるモジュール型制御計測用高耐熱電気ベネレーションについては、運転開始後34年目に設置予定である。よって、モジュール型制御計測用高耐熱電気ベネレーションは、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できるものと評価できる。	モジュール型制御計測用高耐熱電気ベネ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、健全性を確認することとしている。 なお、電気ベネ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。	モジュール型制御計測用高耐熱電気ベネ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。	ケーブルおよび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。
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・接続部品およびフレキシブル電磁コイル	長期健全性試験の結果、熱・放射線による劣化、機械的劣化および事故時雰囲気による劣化に対して、電動弁用駆動部絶縁物は60年間の通常運転および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、絶縁機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。
	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	長期健全性試験の結果、熱・放射線による劣化、機械的劣化および事故時雰囲気による劣化に対して、電動弁用駆動部絶縁物は60年間の通常運転および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。	電動弁用駆動部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、動作試験を行い、健全性を確認している。 なお、直流の電動弁用駆動部は定期的な取替えを実施している。	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。	電動弁用駆動部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。
	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	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

表 11 (3/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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CVケーブル	絶縁体	長期健全性試験の結果、高圧難燃CVケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および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。	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。	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。	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。
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能を維持できるものと評価できる。 また、ACAノド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、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能を維持できるものと評価できる。		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特性を維持できると判断する。	
	難燃CV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、難燃CVケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および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。 また、ACAノド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、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47年間の通常運転および事故時雰囲気において、その他の難燃CVケーブルの絶縁体については、60年間の通常運転および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。	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。	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CV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、運転開始から60年間の通常運転および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 難燃PEケーブル	絶縁体	難燃VVケーブル、特殊耐熱VVケーブル、難燃PE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。ただし、絶縁抵抗測定または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。		難燃VVケーブル、特殊耐熱VVケーブル、難燃PE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、60年間の健全性は維持できると判断する。	

表 11(4/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
同軸ケーブル	難燃一重同軸ケーブル 難燃二重同軸ケーブル 難燃三重同軸ケーブル	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、難燃一重同軸ケーブル、難燃二重同軸ケーブルおよび難燃三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。 また、ACAカイト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、難燃一重同軸ケーブルの絶縁体については、61年の通常運転および事故時雰囲気において、難燃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事故時雰囲気において、難燃三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。	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。	難燃一重同軸ケーブル、難燃二重同軸ケーブルおよび難燃三重同軸ケーブル絶縁体については、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。
	複合同軸ケーブル 難燃一重同軸ケーブル	絶縁体	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。 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。		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。	

表 11 (5/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
ケーブル接続部	端子台接続(ｼﾞｱﾘﾌﾌﾗｲﾄ樹脂)	絶縁物	長期健全性試験の結果、25年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件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事故時環境において動作要求のある端子台については、10定期事業者検査の周期で取替を実施している。なお、至近の実績では、運転開始後29年(第17回定期事業者検査(2017年度))に取替えを行っている。 よって、端子台の絶縁物は60年間の通常運転および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。 また、新規に設置される端子台については、定期的に系統機器点検時の動作確認および絶縁抵抗測定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、端子台の取替えを行うこととしている。	端子台の絶縁体については、10定期事業者検査の周期で取替を実施しており、今後も評価期間を超えない期間内で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。	
	直ｼﾞｮｲﾝﾄ接続	熱収縮チューブ	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転および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。	直ｼﾞ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ｼﾞ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、直ｼﾞｮｲﾝﾄ接続の取替えを行うこととしている。	直ｼﾞ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。	
	電動弁ｺﾝﾈｸﾀ接続	オス絶縁物 ｼｰﾘﾝｸﾞﾌﾞｯｼﾞ メス絶縁物	長期健全性試験の結果、電動弁ｺﾝﾈｸﾀの絶縁物は、60年間の通常運転および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。	電動弁ｺﾝﾈｸﾀ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、電動弁ｺﾝﾈｸﾀ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、電動弁ｺﾝﾈｸﾀの取替えを行うこととしている。	電動弁ｺﾝﾈｸﾀ(ｼﾞｱﾘﾌﾌﾗｲﾄ樹脂)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。	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。
	同軸ｺﾝﾈｸﾀ接続(ﾎﾞﾘｴｰﾃﾙｺｰﾃﾙｸﾈｯﾄ)	ﾘﾝｸﾞ(メス側) ｼｰﾌﾞﾀｸﾞﾙｲﾝｼﾞｬﾚｰﾀ ﾌﾞﾗｯｸｲﾝｼﾞｬﾚｰﾀ ﾘﾝｸﾞ(オス側)	実機相当品による長期健全性試験の結果、同軸ｺﾝﾈｸﾀの絶縁物は、60年間の通常運転および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。	同軸ｺﾝﾈｸﾀ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、同軸ｺﾝﾈｸﾀの取替えを行うこととしている。	同軸ｺﾝﾈｸﾀ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。	
	端子台接続(ﾎﾞﾘﾌｴﾈｲﾚﾝﾃﾙ樹脂)	絶縁物	長期健全性試験の結果、端子台接続および同軸ｺﾝﾈｸﾀ接続の絶縁物は、60年間の通常運転および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ｺﾝﾈｸﾀ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ｺﾝﾈｸﾀ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。	
	同軸ｺﾝﾈｸﾀ接続(架橋ﾌﾟﾘｽﾄﾚﾝ、ﾃﾌﾛﾝ)	絶縁物				
	同軸ｺﾝﾈｸﾀ接続(ｼﾞｱﾘﾌﾌﾗｲﾄ樹脂)	絶縁物	同軸ｺﾝﾈｸﾀの絶縁物は、有機物(ｼﾞｱﾘﾌﾌﾗｲﾄ樹脂)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こ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。	同軸ｺﾝﾈｸﾀの絶縁体については、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を実施し、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。	同軸ｺﾝﾈｸﾀ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することで、今後も健全性は維持できると判断する。	

表 11(6/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
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
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主塞止弁 高圧原子炉代替注水ポンプ (駆動用蒸気タービン) および付属装置の蒸気入口弁	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
	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
計測装置	主蒸気管周囲温度計測装置 (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。	温度検出器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。	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。	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。
	中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置 (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、ポキシ樹脂の経年劣化により、封止性が低下し、絶縁素材へ水分が侵入して発生する。ポキシ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的劣化と考えられる。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。		温度検出器については、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が、事故時雰囲気における動作要求のある温度検出器と同様に動作試験により絶縁特性低下またはその兆候は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。	
	換気系放射線モニタ計測装置 格納容器水素濃度計測装置 格納容器酸素濃度計測装置	ファンポンプモータ(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

表 11 (7/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
ファン	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、機械的、熱的、電気的および環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイルおよび口出線・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（絶縁物にワックスを注入）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、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。	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。
	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-非常用ディーゼル室送風機 B-非常用ディーゼル室送風機 高圧炉心スプレッドディーゼル室送風機 非常用電気室送風機 非常用電気室排風機 高圧炉心スプレッド電気室送風機 高圧炉心スプレッド電気室排風機	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	低圧炉心スプレッド室冷却機 高圧炉心スプレッド室冷却機 残留熱除去ボンプ室冷却機 原子炉補機冷却水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	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。	同左	同左	同左
	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	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
ガンバ および弁	中央制御室空調換気系調節弁	電動弁用駆動部の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)付属設備のディーゼル燃料移送ボンプモーター 高圧炉心スプレッド系ディーゼル機関付属設備のディーゼル燃料移送ボンプモーター	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

表 11(8/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
可燃性ガス濃度制御系設備	可燃性ガス濃度制御系設備	プロ用電動機(低圧、交流、全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		弁(電動弁駆動部)の固定子コイル、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
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	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		ブレイク電磁コイル	ブレイク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。	ブレイク電磁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。	ブレイク電磁コイルについては、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判断する。	ブレイク電磁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。
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	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		ブレイク電磁コイル	ブレイク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。	ブレイク電磁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。	ブレイク電磁コイルについては、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判断する。	ブレイク電磁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。
		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環境的劣化および熱的劣化と考えられる。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。また、変圧器コイルは制御用のものであり通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。しかし、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、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。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。	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。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。
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	低圧ボンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
ガスタービン発電機用ガスタービン機関付属設備	ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ用原動機	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

表 11 (9/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
原子炉建物燃料取替階ローアクトバネ閉止装置	原子炉建物燃料取替階ローアクトバネ閉止装置の電動駆動部	固定子コイル、口出線・接続部品	電動駆動部の長期健全性試験の結果、電動駆動部の絶縁物については、60年間の通常運転および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。	電動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、絶縁機能に有意な変化がないことを確認することとしている。 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、目視確認、洗浄・乾燥または電動駆動部の補修・取替えを行うこととしている。	電動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重大事故等時雰囲気において絶縁性能を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、高経年化対策の観点から追加すべき項目はないと判断する。
高圧閉鎖配電盤	非常用M/C 2HPCS-メタルクワッド開閉装置 緊急用メクラ 原子炉再循環ポンプトリップ遮断器	絶縁操作ロッド、引外しコイルおよび投入コイル	絶縁操作ロッド、引外し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。 絶縁操作ロッド、引外し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が確認できる。	絶縁操作ロッド、引外しコイルおよび投入コイルの絶縁特性低下については、定期的に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。	絶縁操作ロッド、引外しコイルおよび投入コイルについては、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。	絶縁操作ロッド、引外し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。
		支持ポルト、ブッシング、支持碼子および主回路断路部	支持ポルト、断路部、支持碼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る。 支持ポルト、断路部、支持碼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。	支持ポルト、ブッシング、断路部、支持碼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。	支持ポルト、ブッシング、断路部、支持碼子および主回路断路部については、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。	支持ポルト、ブッシング、断路部、支持碼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。 しかし、計器用変圧器については、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、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で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。

表 11(10/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
高圧閉鎖配電盤	非常用M/C 2HPCS-メタルクラッド 開閉装置 緊急用メクラ 原子炉再循環ポンプトリップ遮断器	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であり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。 なお、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が、これまでの絶縁抵抗測定で異常がないことを確認している。 また、定期的な絶縁抵抗測定および目視確認を行うことで、絶縁特性低下が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定および目視確認を実施し、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、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に絶縁抵抗測定、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、現状保全を継続する。
高圧閉鎖配電盤	非常用M/C 2HPCS-メタルクラッド 開閉装置 緊急用メクラ 原子炉再循環ポンプトリップ遮断器	ばね蓄勢モータ	ばね蓄勢モータの絶縁物は有機物であり、絶縁特性が低下する可能性があるが、屋内空調環境に設置しており、絶縁抵抗測定を行うことで絶縁特性低下を確認できる。 また、定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしていることから、60年間の健全性は維持できると判断する。	定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしている。	ばね蓄勢モータの絶縁物は有機物であり、絶縁特性が低下する可能性があるが、屋内空調環境に設置しており、絶縁抵抗測定を行うことで絶縁特性低下を確認できる。 また、定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしていることから、60年間の健全性は維持できると判断する。	ばね蓄勢モータ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、現状保全を継続する。
動力用変圧器	非常用動力変圧器 2HPCS-動力変圧器 SA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で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経年化対策上の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続する。
	非常用動力変圧器 2HPCS-動力変圧器 SA動力変圧器	支持碼子	支持碼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。	支持碼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。	支持碼子については、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で60年間の健全性は維持できると判断する。	支持碼子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、現状保全を継続する。
	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	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左

表 11(11/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
低圧閉鎖配電盤	非常用L/C SAポートセタ	絶縁操作ポッド ¹⁾ , 投入コイル, 引外シコイル, 断路部および断路部	絶縁操作ポッド ¹⁾ , 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。 絶縁操作ポッド ¹⁾ , 投入コイル, 引外シコイル, 断路部および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、絶縁特性低下が確認できる。	絶縁操作ポッド ¹⁾ , 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。	絶縁操作ポッド ¹⁾ , 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発生の可能性は否定できないが、目視確認および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。	絶縁操作ポッド ¹⁾ , 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。
		絶縁支持板				
		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。 しかし、計器用変圧器については、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、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で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	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であり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。 なお、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が、これまでの絶縁抵抗測定で異常がないことを確認している。 また、定期的な絶縁抵抗測定および目視確認を行うことで、絶縁特性低下が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定および目視確認を実施し、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、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に絶縁抵抗測定、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60年間の健全性は維持できると判断する。	
		ばね蓄勢モータ	ばね蓄勢モータの絶縁物は有機物であり、絶縁特性が低下する可能性があるが、屋内空調環境に設置しており、絶縁抵抗測定を行うことで絶縁特性低下を確認できる。 また、定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしていることから、60年間の健全性は維持できると判断する。	定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしている。	ばね蓄勢モータの絶縁物は有機物であり、絶縁特性が低下する可能性があるが、屋内空調環境に設置しており、絶縁抵抗測定を行うことで絶縁特性低下を確認できる。 また、定期的に絶縁抵抗測定により絶縁特性低下を確認し、必要に応じて取替を行うこととしていることから、60年間の健全性は維持できると判断する。	ばね蓄勢モータ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、現状保全を継続する。

表 11(12/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
コントロールセンタ	非常用C/C 2HPCSコントロールセンタ SAC/C	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)、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(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)、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、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。
	非常用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。 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。			
	2HPCSコントロールセンタ 直流C/C SAC/C	絶縁支持板				

表 11(13/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
デーゼル発電設備 非常用ディーゼル発電機 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 ガスタービン発電機用発電機		固定子コイルおよび口出線・接続部品	高圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		回転子コイル	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。	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。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。	回転子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。
		励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器およびリアクト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リアクトルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定および機能確認を実施し、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。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。	励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器およびリアクトルについては、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で、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リアクト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。	
		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。しかし、計器用変圧器については、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、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。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で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であり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。なお、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が、これまでの絶縁抵抗測定で異常がないことを確認している。また、定期的な絶縁抵抗測定および目視確認を行うことで、絶縁特性低下が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定および目視確認を実施し、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、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能である。また、これまで定期的に絶縁抵抗測定、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。	

表 11(14/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
バイパス電源用 CVCF	計装用無停電交流電源装置 緊急時対策所無停電交流電源 装置	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の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、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。 なお、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が、これまでの絶縁抵抗測定で異常がないことを確認している。 また、定期的な絶縁抵抗測定および目視確認を行うことで、絶縁特性低下が確認できる。	貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定および目視確認を実施し、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、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能である。また、これまで定期的な絶縁抵抗測定、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。	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。

表 11(15/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
直流電源設備	230V系充電器盤 115V系充電器 高压炉心スプレイ系充電器 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することとしている。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。
	230V系充電器盤 115V系充電器 高压炉心スプレイ系充電器	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。 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することとしている。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。	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。
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。
		ダクトスペース	ダクトスペ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。	ダクトスペ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。	ダクトスペースについては、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で、60年間の健全性は維持できると判断する。	ダクトスペース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。
		支持碼子	支持碼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。	支持碼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。	支持碼子については、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で、60年間の健全性は維持できると判断する。	支持碼子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。

表 11(16/16) 代表機器以外の評価対象および技術評価の概要

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
計装用分電盤 および配電盤	230V系直流盤 緊急時対策所低圧受電盤 メタ切替盤 緊急用メタ接続ブレーカ盤 緊急時対策所発電機接続ブレーカ盤	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で、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経年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。
	緊急時対策所低圧母線盤 緊急時対策所低圧受電盤	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。
	緊急時対策所低圧母線盤 緊急時対策所低圧受電盤	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。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することとしている。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。	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。

6. まとめ

(1) 審査ガイド等記載事項に対する確認結果

「2. 基本方針」で示した審査ガイド等記載事項に対して、高経年化技術評価を適切に実施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審査ガイド等記載事項との対比を表 10 に示す。

表 12(1/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての審査ガイド等記載事項との対比

ガイド	記載事項	技術評価結果
<p>実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド</p>	<p>3. 高経年化技術評価等の審査の視点・着眼点 (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。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期施設管理方針の審査 ①長期施設管理方針の策定 すべての追加保全策について長期施設管理方針として策定されているかを審査する。</p>	<p>「4. 代表機器の技術評価」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」, 「に示すとおり、施設管理に関する方針（長期施設管理方針）に、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 12(2/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての審査ガイド等記載事項との対比

ガイド	記載事項	技術評価結果
<p>实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、必要に応じ現状の施設管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。 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 長期施設管理方針の策定及び変更 長期施設管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたもの及び冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、施設管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期施設管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期施設管理方針を策定すること。</p>	<p>「4.1(5) 高経年化への対応」, に示すとおり, 施設管理に関する方針（長期施設管理方針）に, 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>

(2) 施設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13に示す。当該方針を長期施設管理方針として「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13 電気・計装設備の長期施設管理方針

No.	施設管理の項目	実施時期
1	事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル*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。 *：難燃PNケーブル	中長期 ^{※1}

※1：平成31年2月10日から10年間

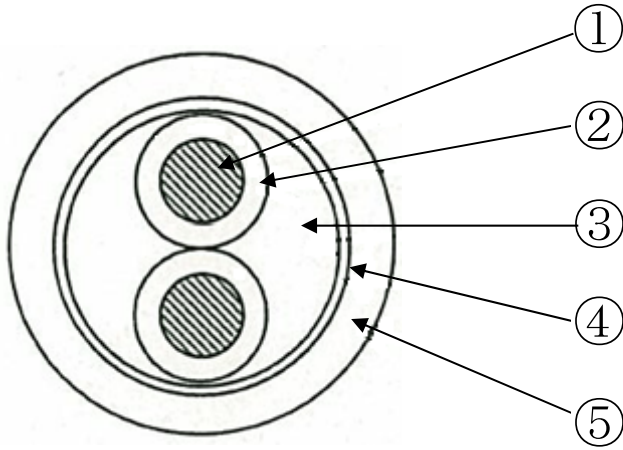
7. 添付資料

- 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 難燃 FN ケーブルの構造について
- 添付-6 難燃 FN 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-7 難燃 FN 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, 重大事故等時）の包絡性について
- 添付-8 原子炉格納容器内の難燃 FN ケーブルの環境条件について
- 添付-9 難燃 FN ケーブルの用途と布設理由について
- 添付-10 電気ペネトレーションの構造について
- 添付-11 電気ペネトレーションの熱サイクル試験について
- 添付-12 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-13 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-14 電気ペネトレーションの取替実績について
- 添付-15 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（重大事故等時）について
- 添付-16 電気ペネトレーションの重大事故等時の環境下における計器誤差について

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	難燃エチレンポロレンゴム
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	特殊クロロレンゴム

以 上

タイトル	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
説明	<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

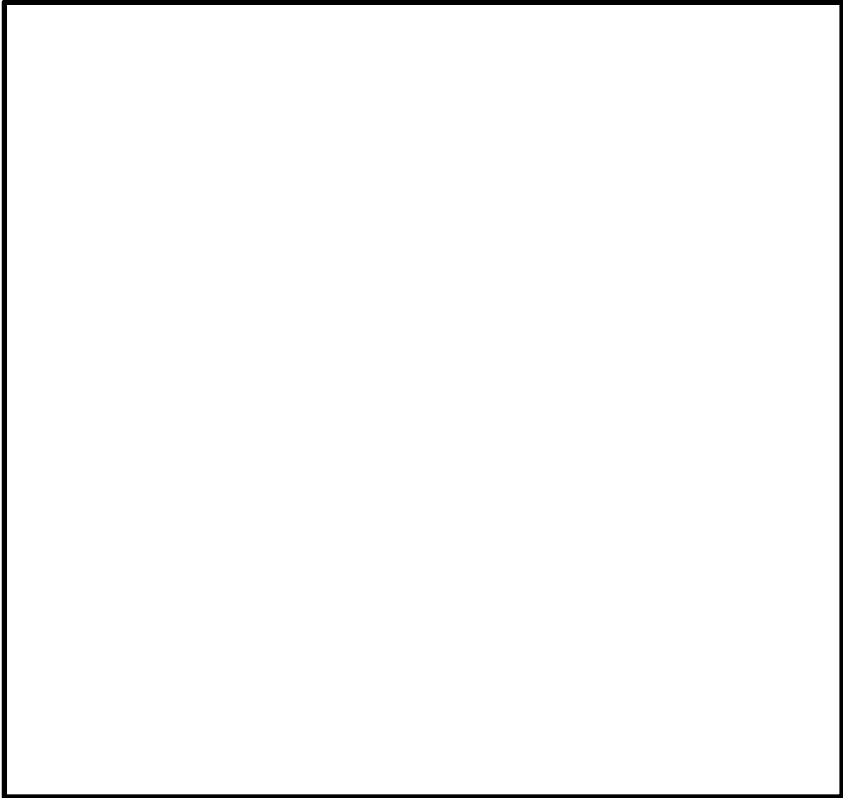
長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件およびそれらを比較した結果を示す。
 事故時雰囲気曝露試験の試験条件は、設計基準事故時条件を包絡している。

	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	

活性化エネルギー： kcal/mol（難燃エチレンプロピレンゴム/メーカ提示値）

※：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



島根 2 号炉 格納容器内設計基準事故時条件



難燃 PN ケーブル 事故時雰囲気曝露試験条件

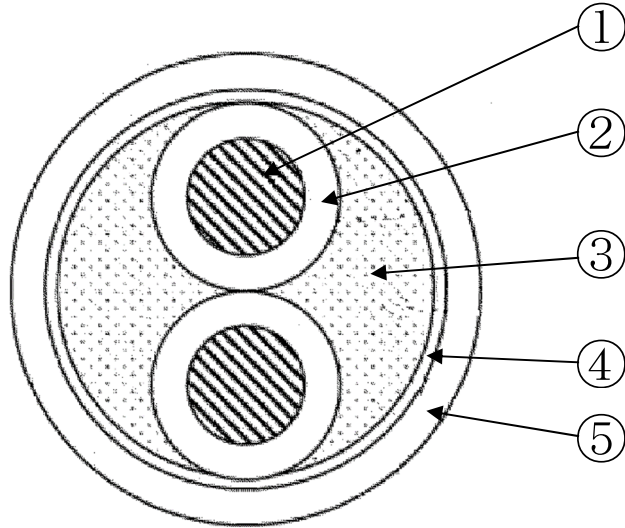
以 上

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条件で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="408 1211 1321 1408"> <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>		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)											

以上

タイトル 難燃 FN ケーブルの構造について

難燃 FN ケーブルの構造は以下のとおり。



説 明

No.	部 位	材 料
①	導体	錫メッキ軟銅より線
②	絶縁体	フロンレックス
③	介在物	エチレン°ロピ°レンゴム, ジェート
④	押さえテープ	ポリイミドテープ
⑤	シース	難燃クロロ°レンゴム

以 上

タイトル 難燃 FN 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，重大事故等時）の包絡性について

長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と事故時条件およびそれらと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事故時条件を包絡している。

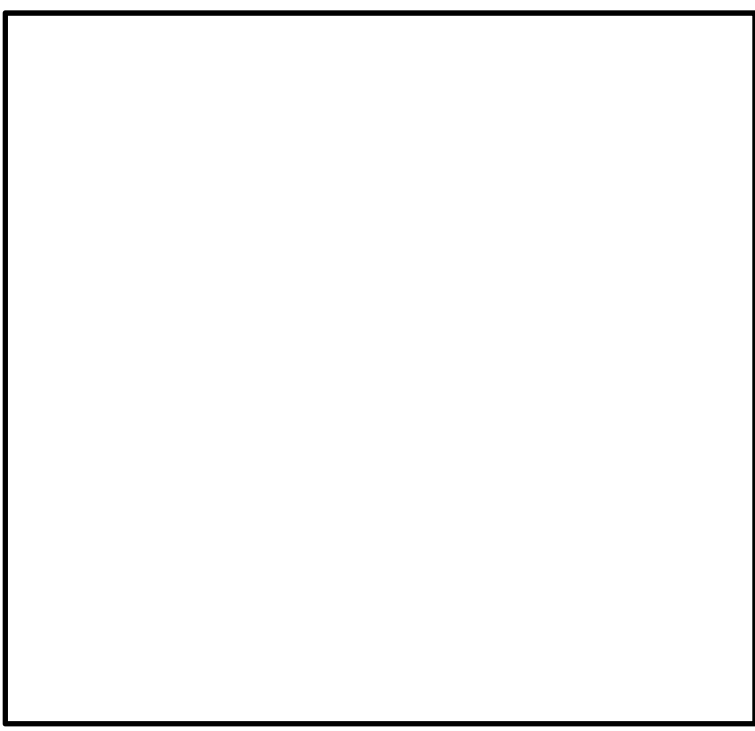
	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		273 時間	92, 495 時間
		92, 222 時間	
設計基準事故 ※1		581 時間	45, 939 時間
		378 時間	
		423 時間	
		44, 557 時間	
重大事故等時 ※2		19, 762 時間	39, 374 時間
		9, 769 時間	
		9, 843 時間	

活性化エネルギー： kcal/mol（フロンレックス/ACAガイド）

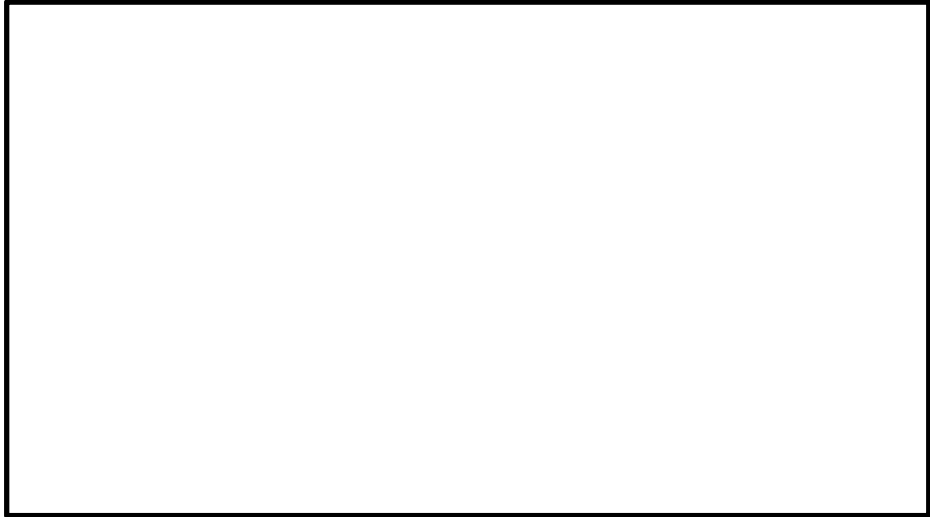
説明

※1: 設計基準事故時における原子炉格納容器内の難燃 FN ケーブル布設箇所環境条件設計値

※2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の難燃 FN ケーブル布設箇所環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉格納容器内重大事故等時条件 (温度)



島根 2 号炉 原子炉格納容器内重大事故等時条件 (压力)



難燃 FN ケーブル 事故時雰囲気曝露試験条件

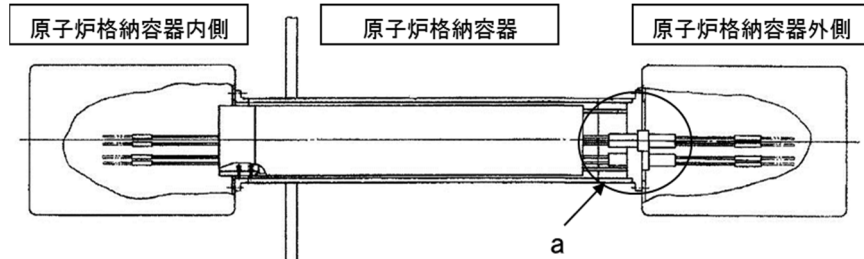
以 上

タイトル	原子炉格納容器内の難燃 FN ケーブルの環境条件について																
説明	<p>事故時雰囲気機能要求のある難燃 FN ケーブルの布設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>【通常運転時周囲温度】</p> <p>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】</p> <p>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="408 1211 1358 1458"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時</th> <th>設計基準事故時^{※1}</th> <th>重大事故等時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63°C (最高)</td> <td>171°C (最高)</td> <td>200°C (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>4.27×10^2 kPa</td> <td>8.53×10^2 kPa</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> <td>7.4×10^5 Gy (最大積算値)</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 FN ケーブル布設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の難燃 FN ケーブル布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	設計基準事故時 ^{※1}	重大事故等時 ^{※2}	周囲温度	63°C (最高)	171°C (最高)	200°C (最高)	最高圧力	14 kPa	4.27×10^2 kPa	8.53×10^2 kPa	放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)	7.4×10^5 Gy (最大積算値)
	通常運転時	設計基準事故時 ^{※1}	重大事故等時 ^{※2}														
周囲温度	63°C (最高)	171°C (最高)	200°C (最高)														
最高圧力	14 kPa	4.27×10^2 kPa	8.53×10^2 kPa														
放射線	1.6×10^{-1} Gy/h (最大)	2.7×10^5 Gy (最大積算値)	7.4×10^5 Gy (最大積算値)														

タイトル	難燃 FN ケーブルの用途と布設理由について												
説明	<p>難燃 FN ケーブルは、制御用および動力用として使用しており、下表に示す機器に使用している。</p> <table border="1" data-bbox="461 539 1362 689"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>対象機器</th> <th>設置位置</th> <th>用途</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>電動弁</td> <td>原子炉格納容器内</td> <td>制御用、動力用</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>安全弁</td> <td>原子炉格納容器内</td> <td>制御用</td> </tr> </tbody> </table> <p>難燃 FN ケーブルは、島根 2 号炉の原子炉格納容器内における設計基準事故時および重大事故等時の環境条件で長期健全性試験を実施し、60 年間の健全性を確認したケーブルである。</p> <p>上記対象機器には、難燃 PN ケーブルを使用していたが、難燃 PN ケーブルは、島根 2 号炉の原子炉格納容器内における重大事故等時の環境条件で健全性を確認していないことから、健全性を確認した難燃 FN ケーブルに取替えを実施している。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	No.	対象機器	設置位置	用途	1	電動弁	原子炉格納容器内	制御用、動力用	2	安全弁	原子炉格納容器内	制御用
No.	対象機器	設置位置	用途										
1	電動弁	原子炉格納容器内	制御用、動力用										
2	安全弁	原子炉格納容器内	制御用										

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

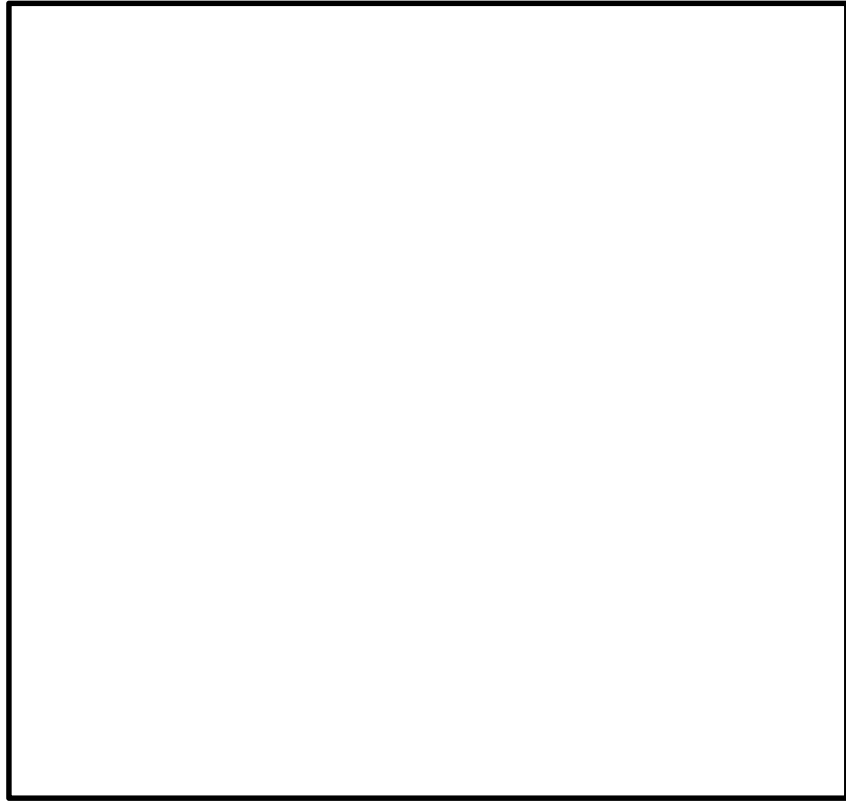
No.	部 位	材 料
①	同軸ケーブル／電線	銅，絶縁物（難燃架橋ポリエチレン）
②	気密同軸導体／導体	銅
③	接続子	銅，銅合金，クロメル，コンスタンタン，アルメル
④	シール材	エポキシ樹脂
⑤	スリーブ	炭素鋼（STS42）
⑥	アダプタ	炭素鋼（STS42）
⑦	ヘッド	ステンレス鋼（SUS304）
⑧	モジュールボディ	ステンレス鋼（SUS304TP）
⑨	Oリング	エチレンプロピレンゴム
⑩	取付ボルト	ステンレス鋼（SUS304）

以上

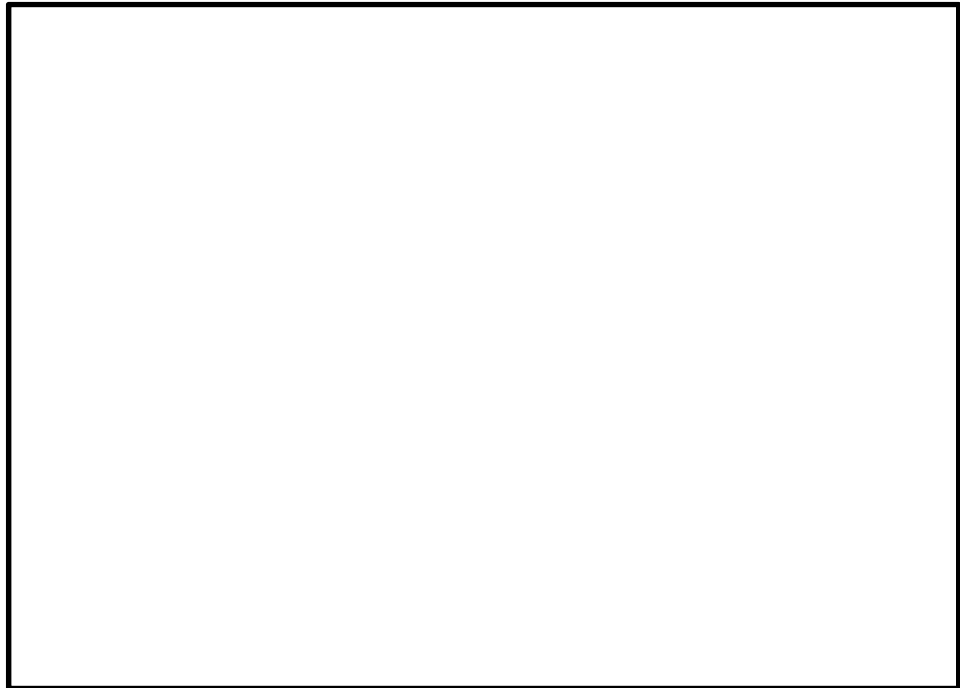
タイトル	電気ペネトレーションの熱サイクル試験について
説明	<p>電気ペネトレーションの熱サイクル試験回数は、60年相当で□回以上を想定している。</p> <p>島根2号炉の30年運転までの実績に基づく過渡回数は36回であり、試験回数□回に包絡される。</p> <p>60年運転を想定した場合の推定過渡回数は111回であり、試験回数□回に包絡される。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

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 (<input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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 : <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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 (<input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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 : <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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>

<p>タイトル</p>	<p>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</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事故時条件およびそれら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、事故時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="373 638 1378 1079"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>94℃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条件</td> <td></td> <td>1,099 時間</td> <td rowspan="2">3,182 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,083 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">設計基準事故時条件※1</td> <td></td> <td>367 時間</td> <td rowspan="4">3,077 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>205 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>129 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,376 時間</td> </tr> <tr> <td>重大事故等時条件※2</td> <td></td> <td>123 時間</td> <td>123 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</p> <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 1225 1378 1666"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>94℃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条件</td> <td></td> <td>25,323 時間</td> <td rowspan="2">32,519 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7,196 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">設計基準事故時条件※1</td> <td></td> <td>8,442 時間</td> <td rowspan="4">14,508 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,227 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>463 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,376 時間</td> </tr> <tr> <td>重大事故等時条件※2</td> <td></td> <td>2,814 時間</td> <td>2,814 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p>※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</p> <p>※2：重大事故等時における原子炉格納容器内のモジュール型核計装用電気ペネトレーションの動作要求期間が重大事故等時初期のみであることを考慮した環境条件設計値 (添付-10 参照)</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※1		367 時間	3,077 時間		205 時間		129 時間		2,376 時間	重大事故等時条件※2		123 時間	123 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※1		8,442 時間	14,508 時間		3,227 時間		463 時間		2,376 時間	重大事故等時条件※2		2,814 時間	2,814 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※1		367 時間	3,077 時間																																														
		205 時間																																															
		129 時間																																															
		2,376 時間																																															
重大事故等時条件※2		123 時間	123 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※1		8,442 時間	14,508 時間																																														
		3,227 時間																																															
		463 時間																																															
		2,376 時間																																															
重大事故等時条件※2		2,814 時間	2,814 時間																																														



島根 2 号炉 格納容器内設計基準事故時条件



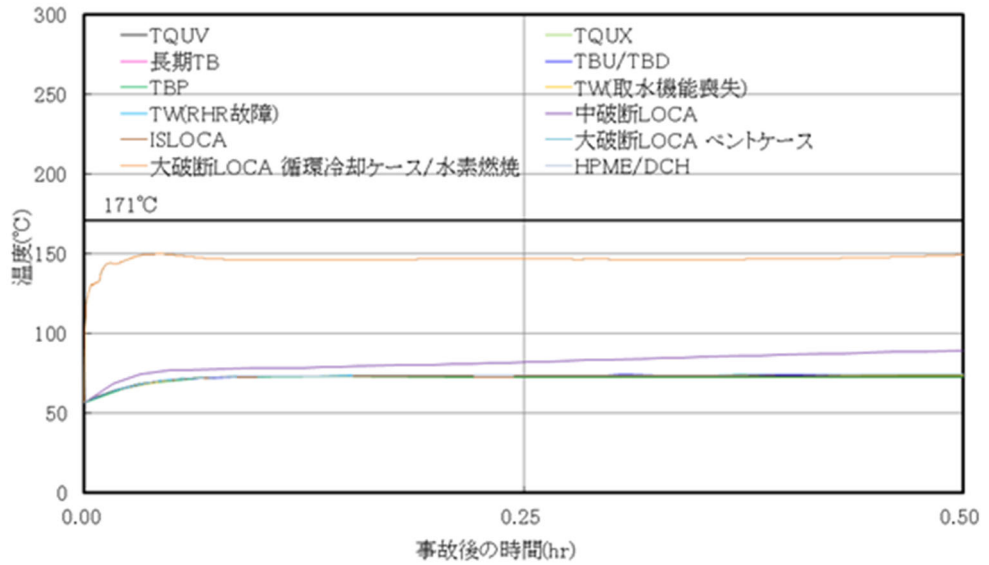
核計装用電気ペネトレーション 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

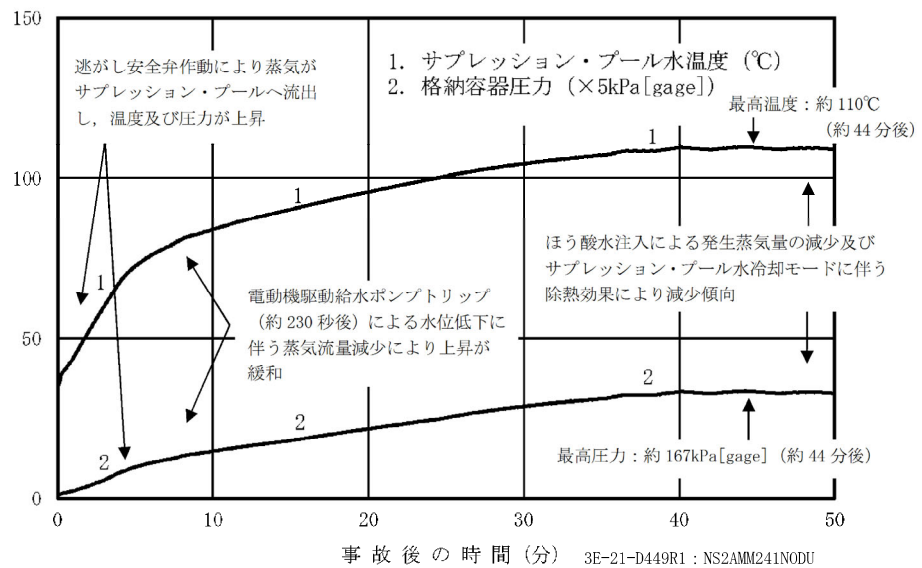
タイトル	電気ペネトレーションの取替実績について
説明	<p>電気ペネトレーションの取替実績は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象ペネ：X-102E 制御用 ・ 取替時期：1994年（第4回定期検査） ・ 取替理由：原子炉格納容器設置機器の仕様変更に伴うモジュール仕様変更 ・ 対象ペネ：X-105D 中性子計装用 ・ 取替時期：1998年（第7回定期検査） ・ 取替理由：予防保全のため ・ 対象ペネ：X-102E 制御用 ・ 取替時期：2002年（第10回定期検査） ・ 取替理由：原子炉格納容器設置機器の仕様変更に伴うモジュール仕様変更 ・ 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 ・ 対象ペネ：X-104A(G)[※]、X-104B(G)[※] 制御計測用 ・ 取替時期：2023年（第17回定期事業者検査） ・ 取替理由：接続機器の重大事故等時の動作要求を満たすため、モジュール型制御計測用高耐熱電気ペネトレーションへ取替 ・ 対象ペネ：X-103A(E)[※]、X-103B(G)[※]、X-300A(A)[※]、X-300B(A)[※] 計測用 ・ 取替時期：2023年（第17回定期事業者検査） ・ 取替理由：接続機器の重大事故等時の動作要求を満たすため、モジュール型計測用MI電気ペネトレーションへ取替 <p>※：既設ペネトレーションの()に該当するモジュールを新規に取替えることを示す。</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（重大事故等時）について																																										
説明	<p>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（重大事故等時）については、重大事故等時における原子炉格納容器内のモジュール型核計装用電気ペネトレーションの動作要求期間が重大事故等時初期のみであることを考慮した環境条件設計値としており、詳細は以下のとおりである。</p> <p>【モジュール型核計装用電気ペネトレーションの動作要求期間と最高温度】</p> <p>モジュール型核計装用電気ペネトレーションの接続機器は、中性子源領域計装等であり、中性子源領域計装等は、重大事故等時のシナリオとして過圧過温（大破断 LOCA）時、原子炉停止機能喪失（ATWS）時等に機能要求がある。</p> <p>それぞれのシナリオにおける動作要求期間と最高温度は、以下のとおりであり、設計基準事故時の条件（171℃）に包絡される。</p> <table border="1" data-bbox="470 974 1305 1662"> <thead> <tr> <th>重大事故等時のシナリオ</th> <th>動作要求期間</th> <th>最高温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TQUV</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>TQUX</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>長期 TB</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>TBU</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>TBP</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>TW（取水機能喪失）</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>TW（RHR 故障）</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>原子炉停止機能喪失（ATWS）</td> <td>約 1 時間</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>小破断 LOCA</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>中破断 LOCA</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>ISLOCA</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> <tr> <td>過圧過温（大破断 LOCA）</td> <td>1 分以下</td> <td>171℃以下</td> </tr> <tr> <td>HPME/DCH</td> <td>10 分以下</td> <td>145℃以下</td> </tr> </tbody> </table>	重大事故等時のシナリオ	動作要求期間	最高温度	TQUV	10 分以下	145℃以下	TQUX	10 分以下	145℃以下	長期 TB	10 分以下	145℃以下	TBU	10 分以下	145℃以下	TBP	10 分以下	145℃以下	TW（取水機能喪失）	10 分以下	145℃以下	TW（RHR 故障）	10 分以下	145℃以下	原子炉停止機能喪失（ATWS）	約 1 時間	145℃以下	小破断 LOCA	10 分以下	145℃以下	中破断 LOCA	10 分以下	145℃以下	ISLOCA	10 分以下	145℃以下	過圧過温（大破断 LOCA）	1 分以下	171℃以下	HPME/DCH	10 分以下	145℃以下
重大事故等時のシナリオ	動作要求期間	最高温度																																									
TQUV	10 分以下	145℃以下																																									
TQUX	10 分以下	145℃以下																																									
長期 TB	10 分以下	145℃以下																																									
TBU	10 分以下	145℃以下																																									
TBP	10 分以下	145℃以下																																									
TW（取水機能喪失）	10 分以下	145℃以下																																									
TW（RHR 故障）	10 分以下	145℃以下																																									
原子炉停止機能喪失（ATWS）	約 1 時間	145℃以下																																									
小破断 LOCA	10 分以下	145℃以下																																									
中破断 LOCA	10 分以下	145℃以下																																									
ISLOCA	10 分以下	145℃以下																																									
過圧過温（大破断 LOCA）	1 分以下	171℃以下																																									
HPME/DCH	10 分以下	145℃以下																																									

【重大事故等時の条件】



重大事故等時（ATWSを除く）条件



重大事故等時（ATWS）条件※

※ 原子炉停止機能喪失（ATWS）では、逃がし安全弁を通して蒸気がサブプレッション・プールに放出され、サブプレッション・プール圧力が上昇し、その後、真空破壊弁が開放し格納容器内の温度が上昇するため、格納容器内温度は保守的に常にプール水温度と同じと仮定している。

以上

<p>タイトル</p>	<p>電気ペネトレーションの重大事故等時の環境下における計器誤差について</p>														
<p>説明</p>	<p>NRA 技術報告「重大事故環境下におけるケーブルの絶縁特性の分析」(NTEC-2019-1002)において、高温蒸気環境下においてケーブルの絶縁抵抗が低下することが示されている。</p> <p>電気ペネトレーションについても、モジュール本体と外部リードケーブル等から構成されるため、高温蒸気環境下において同様に絶縁抵抗低下の可能性があると考えられる。</p> <p>しかし、電気ペネトレーションの重大事故等時の環境下における計器誤差については、ATENA が実機プラントへの影響を調査し、NRA 技術報告内容と事業者試験を踏まえた確認結果を「第3回/第4回経年劣化管理に係る ATENA との実務レベルの技術的意見交換会(令和2年5月22日/6月1日)」にて報告した計器誤差を生じないための必要な絶縁抵抗値 ($1 \times 10^6 \Omega$) を満足することを確認している。</p> <p>以下、蒸気曝露試験中における絶縁抵抗測定実績を示す。</p> <p>【蒸気曝露試験中の絶縁抵抗測定実績】</p> <div data-bbox="343 981 1370 1641" style="border: 1px solid black; height: 295px; margin: 10px 0;"></div> <table border="1" data-bbox="306 1691 1404 1937"> <thead> <tr> <th rowspan="2">絶縁抵抗測定箇所</th> <th colspan="2">蒸気曝露試験中の絶縁抵抗測定結果[Ω]</th> </tr> <tr> <th>試験開始前</th> <th>試験時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>導体-グランド間</td> <td>4.0×10^{12}</td> <td>7.1×10^6</td> </tr> <tr> <td>隣接内部導体間</td> <td>1.6×10^{13}</td> <td>2.1×10^8</td> </tr> <tr> <td>内部導体-外部導体間</td> <td>1.6×10^{13}</td> <td>2.4×10^9</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p>	絶縁抵抗測定箇所	蒸気曝露試験中の絶縁抵抗測定結果[Ω]		試験開始前	試験時	導体-グランド間	4.0×10^{12}	7.1×10^6	隣接内部導体間	1.6×10^{13}	2.1×10^8	内部導体-外部導体間	1.6×10^{13}	2.4×10^9
絶縁抵抗測定箇所	蒸気曝露試験中の絶縁抵抗測定結果[Ω]														
	試験開始前	試験時													
導体-グランド間	4.0×10^{12}	7.1×10^6													
隣接内部導体間	1.6×10^{13}	2.1×10^8													
内部導体-外部導体間	1.6×10^{13}	2.4×10^9													

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) 高圧ポンプモータの評価

a. 評価手順

事故時雰囲気内で機能要求される高圧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。

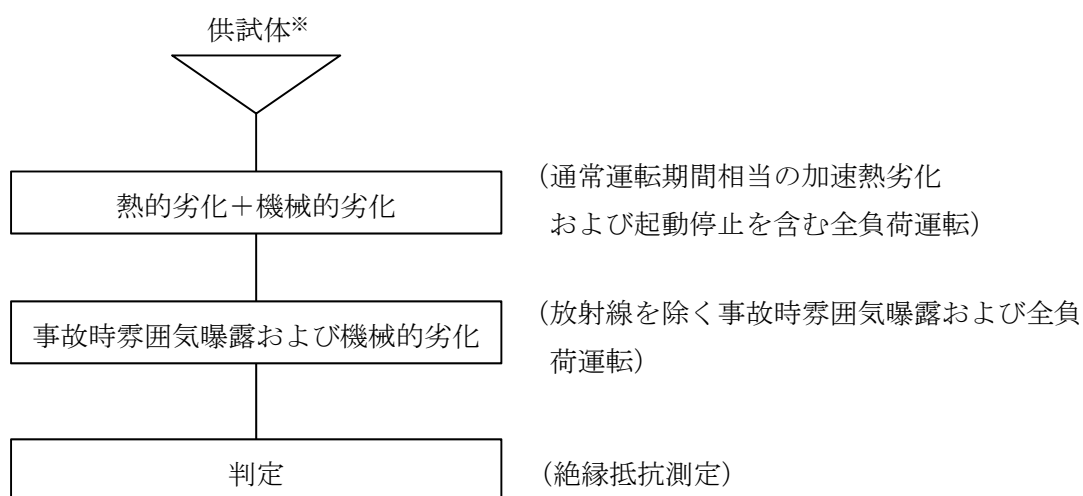


図1 高圧ポンプモータの長期健全性試験手順（設計基準事故、重大事故等）

※：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」、
「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事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

高圧ポンプモータの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧ポンプモータの長期健全性試験条件（設計基準事故、重大事故等）

	試験条件	説明
熱的劣化 + 機械的劣化	155℃※1×24日間 全負荷運転および100回起動	高圧ポンプモータの周囲温度最高値（40℃※2）では、60年間の運転期間を包絡する。【別紙1. 添付-3）参照】 機械的劣化については、60年間の起動回数（約2000回）を包絡できていないが、他産業を含めた機械的損傷実績（回転子棒・回転子エンドリングの疲労割れ件数≧固定子巻線等の機械的損傷件数）、および回転子棒・回転子エンドリングの疲労割れが60年間の起動回数に対応できることから、固定子コイル等は60年間の起動回数においても健全性を維持できると考える。
事故時雰囲気曝露および機械的劣化	最高温度：100℃（100%蒸気） 曝露時間：132時間 全負荷運転	島根2号炉の事故時温度（100℃※3※4）を包絡している。定常温度（66℃）については、電動機にとって特殊な運転条件ではないため、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

※2：通常運転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

※3：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

※4：重大事故等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

※2～※4は【別紙1. 添付-5）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、熱および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 高圧ポンプモータの長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

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) 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放射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>						
	電動機 名称	絶縁物	放射線量				放射線 しきい値 ^{※4}
	通常 運転時 ^{※1}	設計基準 事故時 ^{※2}	重大 事故等時 ^{※2}	合計			
高圧炉心ス プレイポン プモータ、 低圧炉 心スプレイ ポンプモ ータ、 A, B, C-残 留熱除去 ポンプモ ータ	エポキシ 樹脂	150 Gy	450 Gy	470 Gy	1,070 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，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，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6ヶ月間の集積線量（設計値）</p> <p>※3：重大事故等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7日間の集積線量（設計値）</p> <p>※4：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、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、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】</p> <p>(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 ： <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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 ： <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> 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】

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

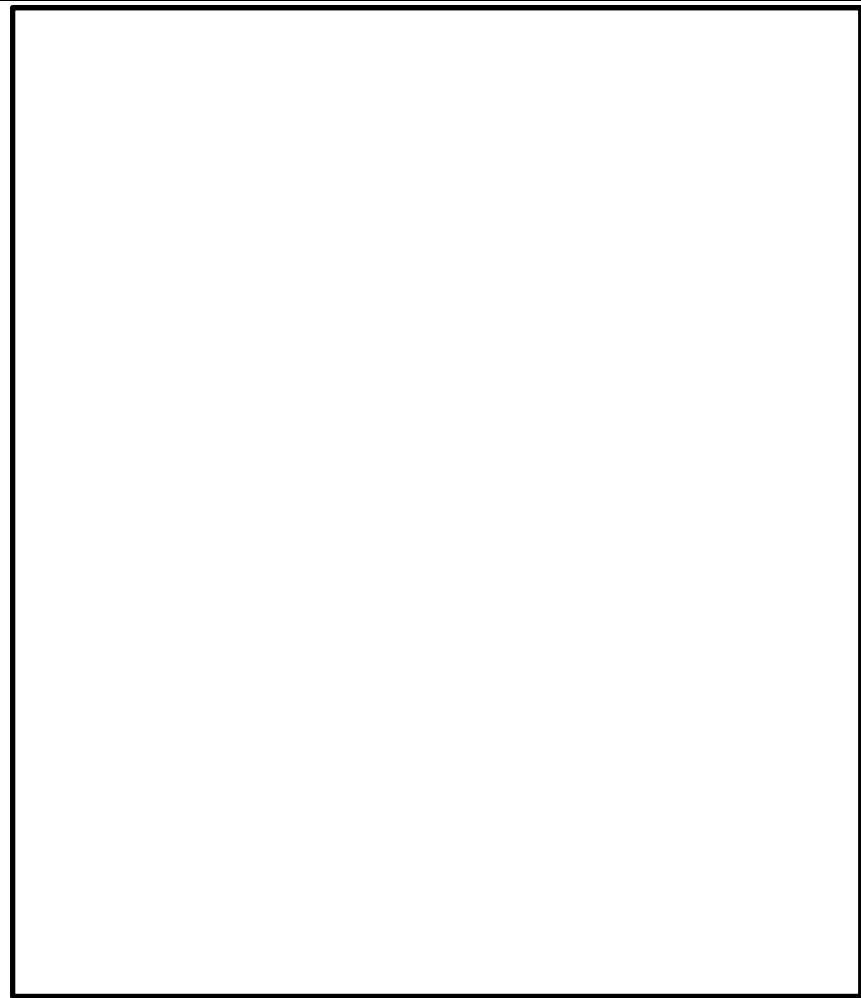
（エポキシ樹脂/メーカー提示値）

※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事故時条件およびそれら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、事故時条件を包絡できている。</p> <p>【固定子コイル，口出線】</p> <table border="1" data-bbox="421 640 1386 1032"> <thead> <tr> <th data-bbox="421 640 671 689"></th> <th data-bbox="671 640 887 689">条件</th> <th data-bbox="887 640 1121 689">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1121 640 1386 689">合計^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="421 689 671 835" rowspan="3">事故時雰囲気曝露試験条件</td> <td data-bbox="671 689 887 741"></td> <td data-bbox="887 689 1121 741">1,251 時間</td> <td data-bbox="1121 689 1386 835" rowspan="3">2,502 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 741 887 792"></td> <td data-bbox="887 741 1121 792">1,251 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 792 887 835"></td> <td data-bbox="887 792 1121 835">100 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 835 671 936" rowspan="2">設計基準事故時条件^{※1}</td> <td data-bbox="671 835 887 887"></td> <td data-bbox="887 835 1121 887">1,252 時間</td> <td data-bbox="1121 835 1386 936" rowspan="2">1,252 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 887 887 936"></td> <td data-bbox="887 887 1121 936">2,394 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 936 671 1032" rowspan="2">重大事故等時条件^{※2}</td> <td data-bbox="671 936 887 987"></td> <td data-bbox="887 936 1121 987">1,252 時間</td> <td data-bbox="1121 936 1386 1032" rowspan="2">1,252 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 987 887 1032"></td> <td data-bbox="887 987 1121 1032">162 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text" value=""/> kcal/mol (エポキシ樹脂/メーカ提示値)</p> <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：重大事故等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>※3：絶縁種別から特殊な運転条件となる時間</p>				条件	66℃換算時間	合計 ^{※3}	事故時雰囲気曝露試験条件		1,251 時間	2,502 時間		1,251 時間		100 時間	設計基準事故時条件 ^{※1}		1,252 時間	1,252 時間		2,394 時間	重大事故等時条件 ^{※2}		1,252 時間	1,252 時間		162 時間
	条件	66℃換算時間	合計 ^{※3}																								
事故時雰囲気曝露試験条件		1,251 時間	2,502 時間																								
		1,251 時間																									
		100 時間																									
設計基準事故時条件 ^{※1}		1,252 時間	1,252 時間																								
		2,394 時間																									
重大事故等時条件 ^{※2}		1,252 時間	1,252 時間																								
		162 時間																									



島根 2 号炉 原子炉建物内事故時条件（設計基準事故，重大事故等）



高圧ポンプモータ 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	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>事故時雰囲気での機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件は下記のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="454 448 1385 689"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時※1</th> <th>設計基準事故時※2</th> <th>重大事故等時※3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10⁻⁴ Gy/h (最大)</td> <td>4.5×10² Gy (最大積算値)</td> <td>4.7×10² 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，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：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>※3：重大事故等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 style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時※1	設計基準事故時※2	重大事故等時※3	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa	放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	4.5×10 ² Gy (最大積算値)	4.7×10 ² Gy (最大積算値)
	通常運転時※1	設計基準事故時※2	重大事故等時※3														
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	100℃ (最高)														
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa														
放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	4.5×10 ² Gy (最大積算値)	4.7×10 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

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。

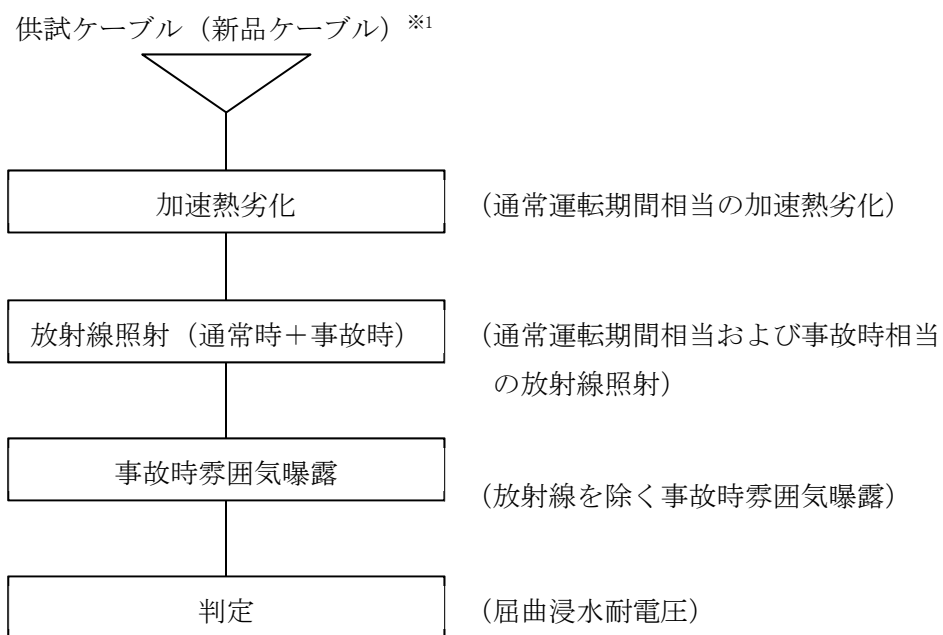


図1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

※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事故時雰囲気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，重大事故等）

	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：0.427 MPa 曝露時間：約25時間	島根2号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9 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事故時雰囲気において，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，重大事故等）

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の状態を，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

[出典：メーカーデータ]

(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。

新規に設置されるケーブルについては，定期的に系統機器点検時の動作確認，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験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。

(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

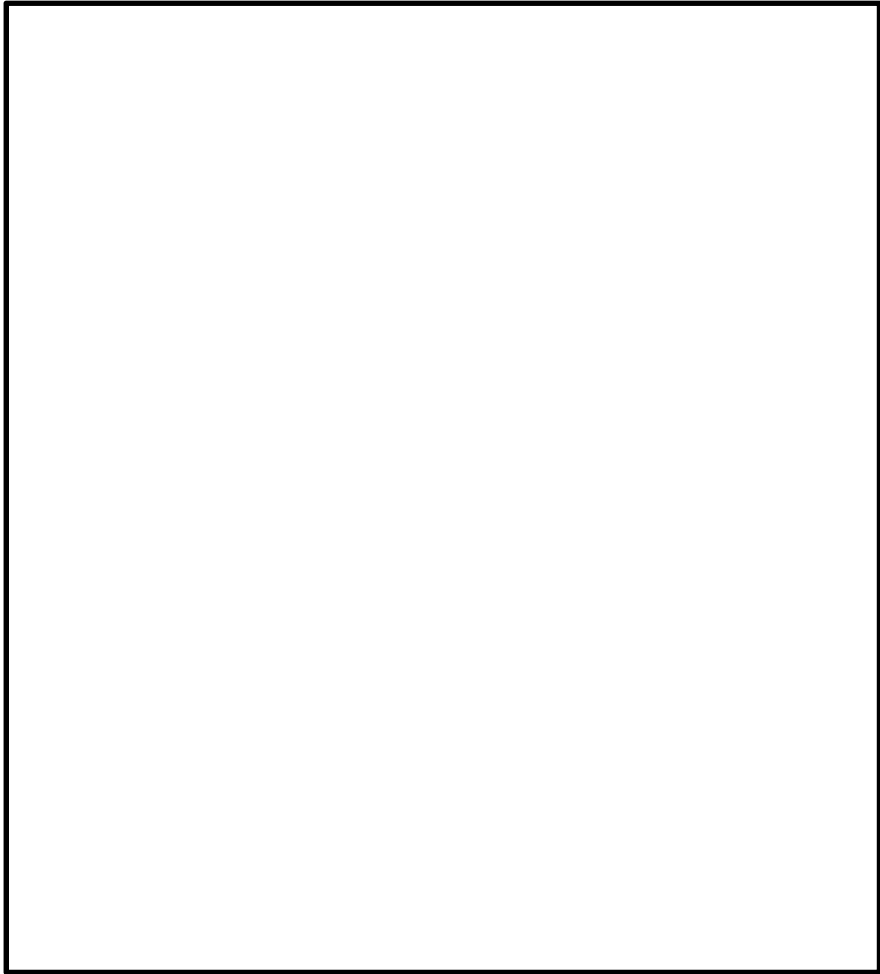
高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

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) 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

<p>タイトル</p>	<p>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</p>
<p>説明</p>	<p>高圧難燃 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 : <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>

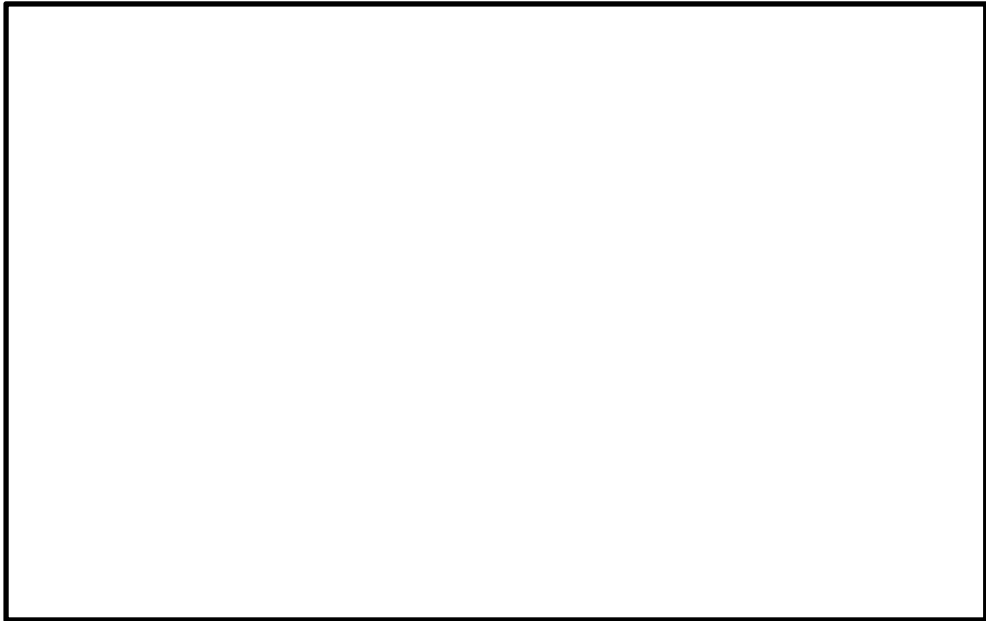
<p>タイトル</p>	<p>高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>																																										
<p>説明</p>	<p>高圧難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と事故時条件およびそれらを比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="408 638 1369 981"> <thead> <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></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,394 時間</td> </tr> <tr> <td>重大事故等時 ※2</td> <td></td> <td>24,425 時間</td> <td>24,425 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカ提示値)</p> <p>b. ケーブル通過エリア</p> <table border="1" data-bbox="408 1126 1369 1469"> <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></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,394 時間</td> </tr> <tr> <td>重大事故等時 ※2</td> <td></td> <td>24,425 時間</td> <td>24,425 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカ提示値)</p> <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>※2：重大事故等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>				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	重大事故等時 ※2		24,425 時間	24,425 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	重大事故等時 ※2		24,425 時間	24,425 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																																									
重大事故等時 ※2		24,425 時間	24,425 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																																									
重大事故等時 ※2		24,425 時間	24,425 時間																																								



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物内重大事故等時条件



高圧難燃 CV ケーブル 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	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																																
説明	<p>事故時雰囲気で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="461 589 1390 835"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10⁻⁴ Gy/h （最大）</td> <td>4.5×10² Gy （最大積算値）</td> <td>4.7×10²Gy （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="461 929 1390 1176"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10⁻⁴ Gy/h （最大）</td> <td>1.8×10³ Gy （最大積算値）</td> <td>4.7×10²Gy （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 ※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 ※3：重大事故等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}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa	放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h （最大）	4.5×10 ² Gy （最大積算値）	4.7×10 ² Gy （最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa	放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h （最大）	1.8×10 ³ Gy （最大積算値）	4.7×10 ² Gy （最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																														
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）																														
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa																														
放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h （最大）	4.5×10 ² Gy （最大積算値）	4.7×10 ² Gy （最大積算値）																														
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																														
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）																														
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa																														
放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h （最大）	1.8×10 ³ Gy （最大積算値）	4.7×10 ² 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

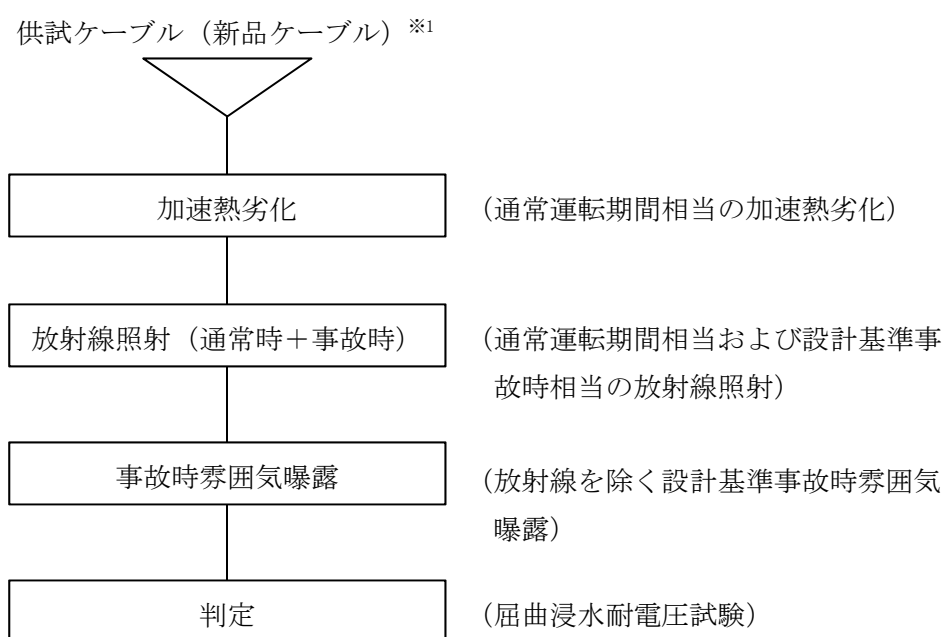
(1) 低圧ケーブル（KGBケーブルおよび難燃CVケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

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。



※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

図1 低圧ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

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事故時雰囲気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 : 0.427 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(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、重大事故等）

	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2.9×10 ⁵ Gy (60年間の通常運転期間1.5×10 ² Gy に事故時線量2.8×10 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 25 時間	島根2号炉の事故時の最高温度(120℃), 最高圧力(6.9 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事故時雰囲気において、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回定期事業者検査）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

[出典：メーカーデータ]

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，重大事故等）

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

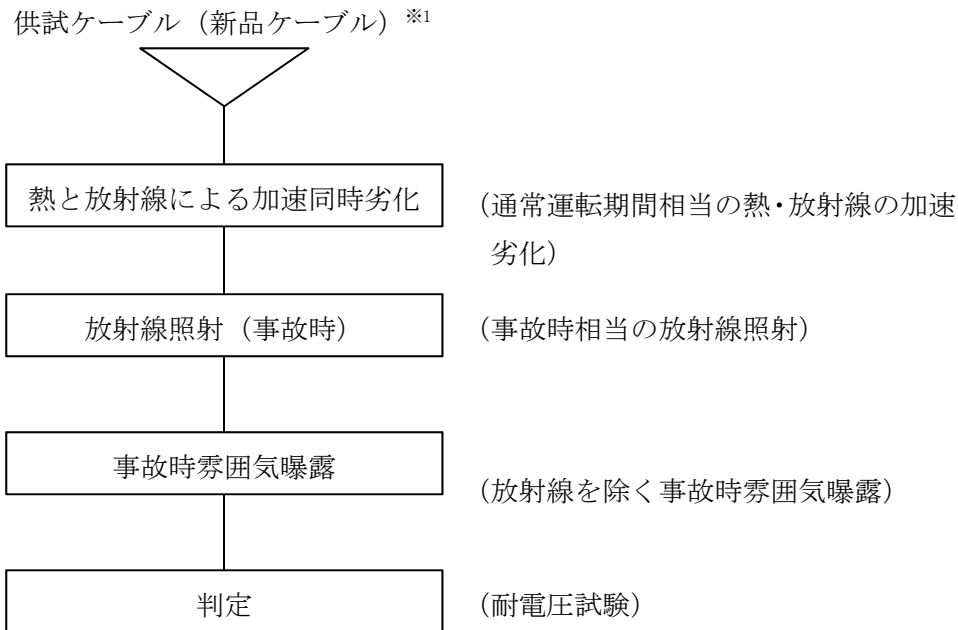
[出典：メーカーデータ]

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。



※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

図2 低圧ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

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事故時雰囲気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

	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：0.427 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度 (171℃), 最高圧力 (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

	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 (1.0×10^4 Gy/h)	島根 2 号炉で想定される事故時の最大積算値 (6.0×10^4 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 号炉の事故時の最高温度（120℃），最高圧力（6.9kPa）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および等価損傷簡易手法を用いて島根 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

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

[出典：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]

表8 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果

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

[出典：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]

(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。

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。

(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，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

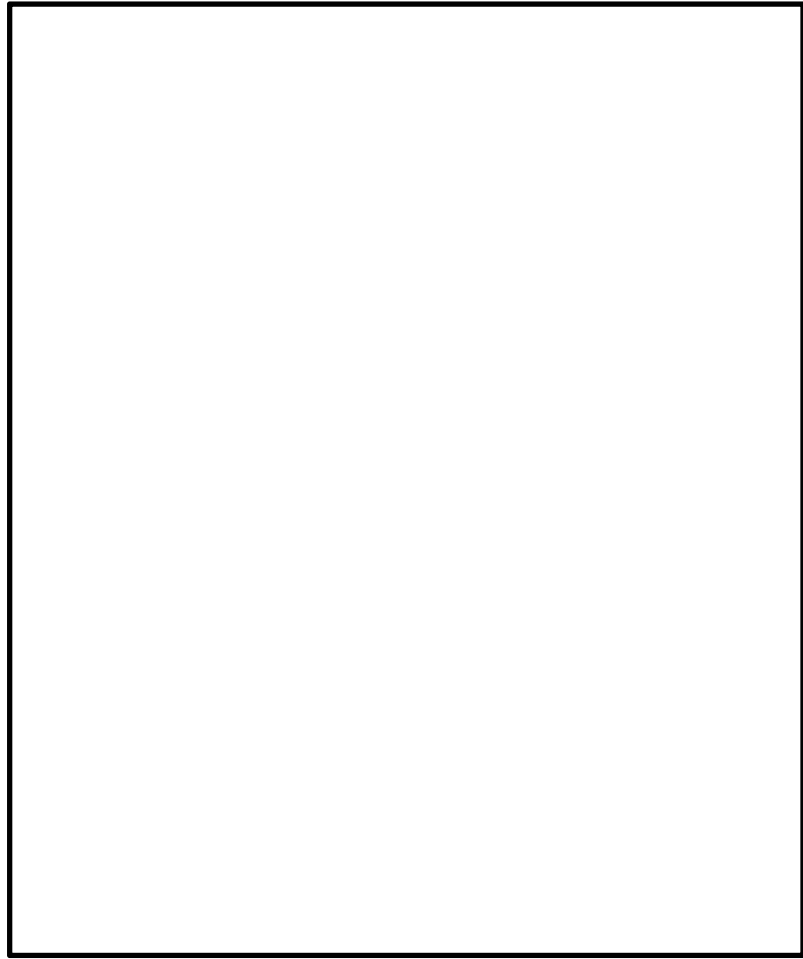
KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

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) 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

タイトル	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
説明	<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。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>① KGB ケーブル</p> <p>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 : <input type="text"/> kcal/mol (シリコンゴム/メーカー提示値)</p> <p>② 難燃 CV ケーブル</p> <p>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 : <input type="text"/> kcal/mol (難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

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事故時条件およびそれら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事故時条件を包絡している。</p> <p>a. KGB ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="421 640 1402 1032"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66°C換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td></td> <td>795, 617 時間</td> <td rowspan="4">1, 340, 590 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>151, 191 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>80, 085 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>313, 697 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基準事故 ※1</td> <td></td> <td>265, 206 時間</td> <td rowspan="3">267, 978 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>378 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (シリコンゴム/メーカー提示値)</p> <p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル布設箇所環境条件設計値</p>		条件	66°C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
	条件	66°C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																					



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



KGB ケーブル 事故時雰囲気曝露試験条件

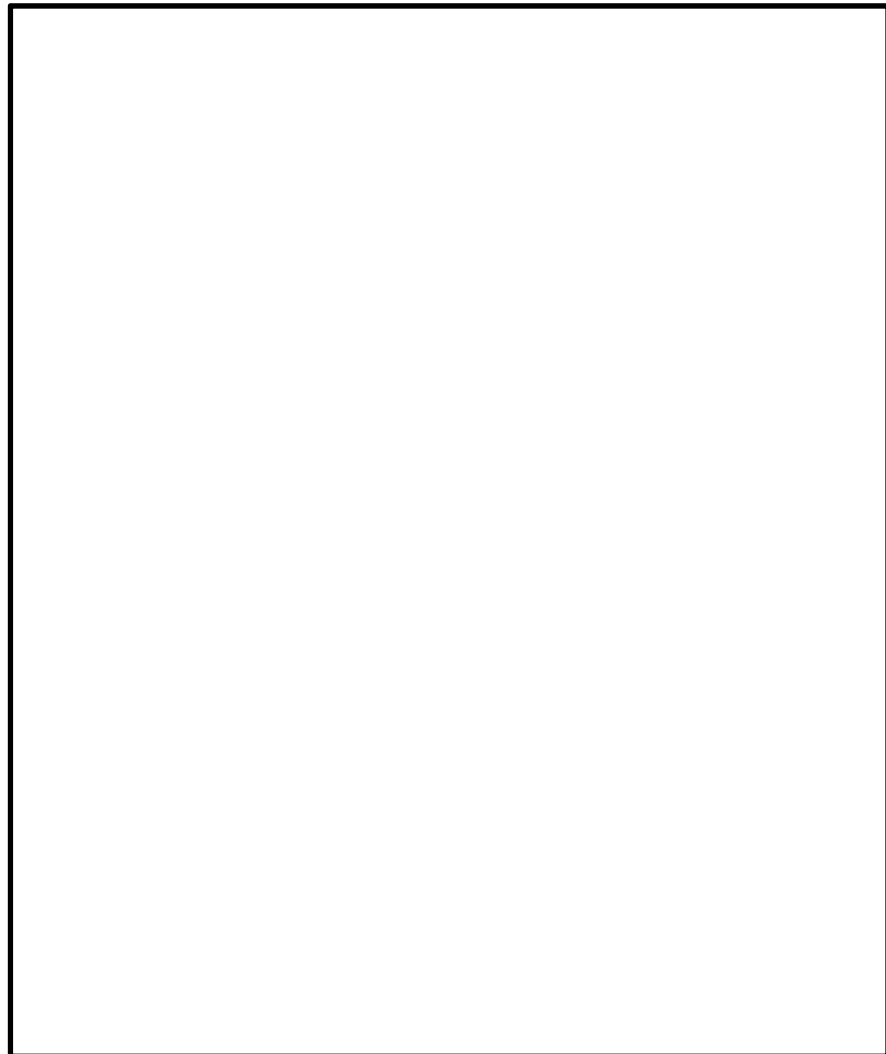
b. 難燃 CV ケーブル

	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	
重大事故等時 ※2		1,836 時間	13,655 時間
		11,819 時間	

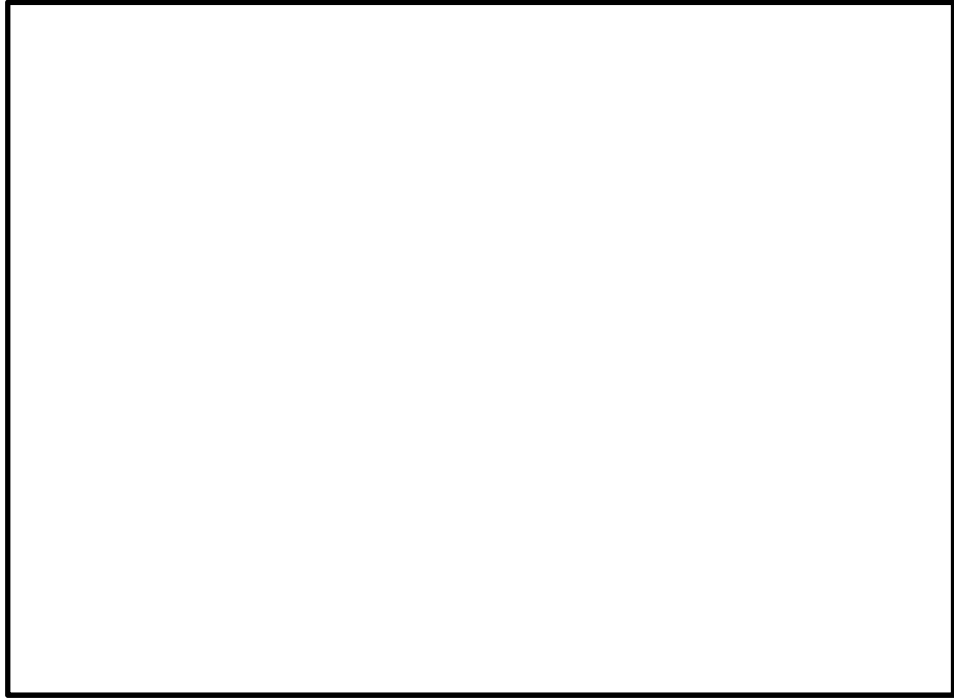
活性化エネルギー: kcal/mol (難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)

※1: 設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル布設箇所環境条件設計値

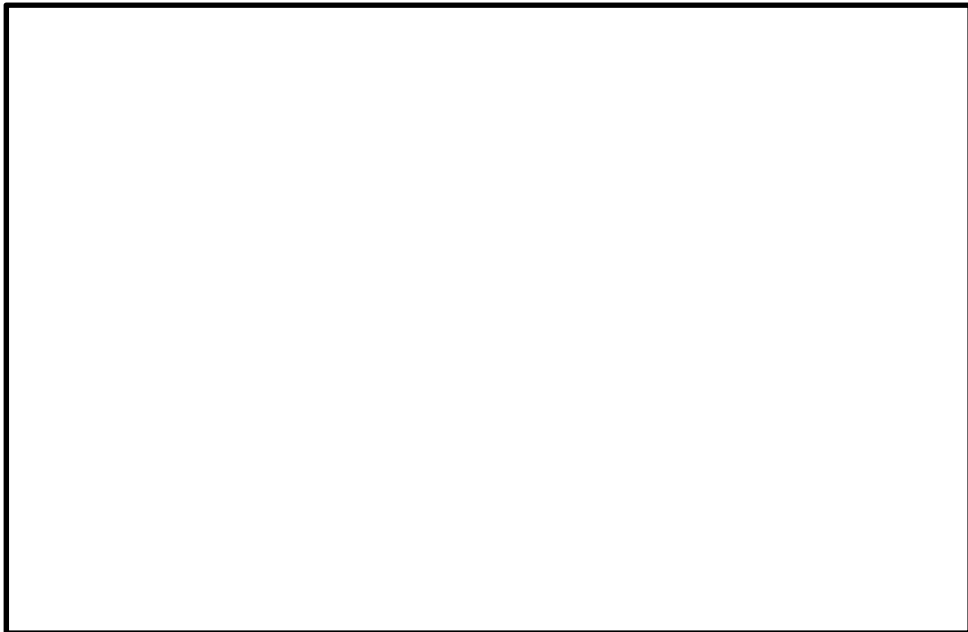
※2: 重大事故等時における原子炉建物内 (トールラス室) の難燃 CV ケーブル布設箇所環境条件設計値 (動作要求がある時間)



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物内重大事故等時条件



難燃 CV ケーブル 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	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>事故時雰囲気での機能要求のある低圧ケーブルの布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="454 638 1366 835"> <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 ケーブル布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 KGB ケーブル布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="454 1122 1404 1368"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> <td>120℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9 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> <td>6.0×10^4 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 ケーブル布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難燃 CV ケーブル布設箇所の環境条件設計値</p> <p>※3：重大事故等時における原子炉建物内（トールラス室）の難燃 CV ケーブル布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}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)	120℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa	放射線	4.5×10^{-2} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)	6.0×10^4 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}	重大事故等時 ^{※3}																												
周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)	120℃ (最高)																												
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa																												
放射線	4.5×10^{-2} Gy/h (最大)	1.8×10^3 Gy (最大積算値)	6.0×10^4 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

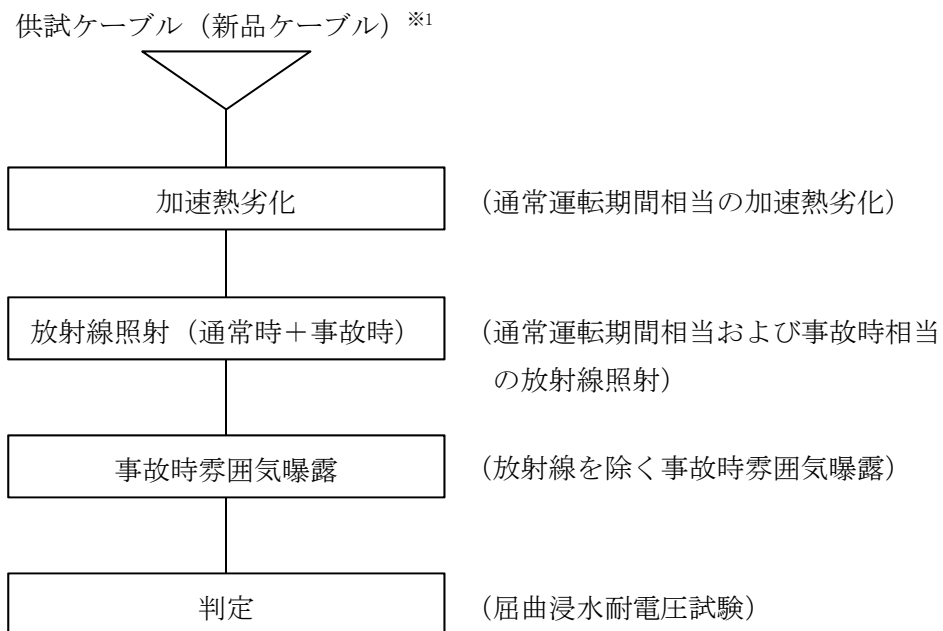
(1) 同軸ケーブル（難燃三重同軸ケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

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。



※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

図 1 同軸ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および事故時雰囲気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，重大事故等）

	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4.44×10 ⁵ Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに事故時線量3.6×10 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事故時雰囲気において，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，重大事故等）

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の状態を，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

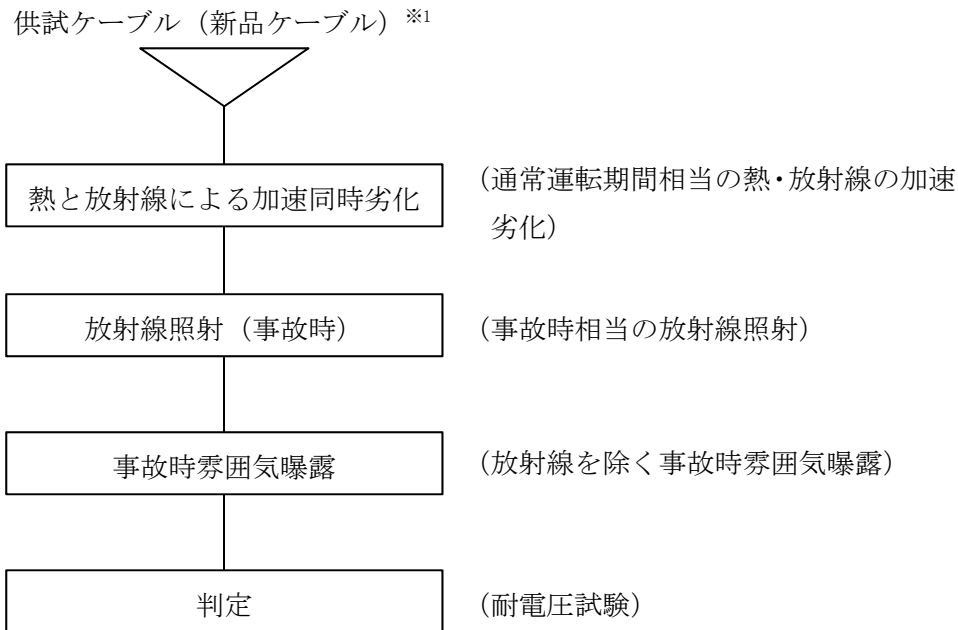
[出典：メーカーデータ]

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

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。



※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

図2 同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および事故時雰囲気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

	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 (線量率)	5.0×10^5 Gy (1.0×10^4 Gy/h)	島根2号炉で想定される事故時の最大積算値 (2.7×10^6 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

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

[出典：共同研究報告書「ケーブル加速劣化試験データの整備に関する研究（ACA評価ケーブル以外）」]

(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) 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電気学会推奨案による健全性評価について、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℃)</p> <p>T2 : 加速温度 : 394 K (=121℃)</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/メーカ提示値)</p>

ACA ガイドによる健全性評価について、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値を用いて、等価損傷簡易手法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。

$$a = \frac{t_1}{t_2} \text{とすると}$$

$$a = \left[\exp \left\{ \frac{E}{R} \left(\frac{1}{273+T_1} - \frac{1}{273+T_2} \right) \right\} \times \frac{D_1}{D_2} \right]^{\tan \theta} \times \left(\frac{D_2}{D_1} \right)$$

a : 加速倍率

t₁ : 実環境年数

t₂ : 加速時間

T₁ : 実環境温度

T₂ : 加速温度

D₁ : 実線量率

D₂ : 加速線量率

R : 気体定数

E : 活性化エネルギー

θ : 等価損傷線量と線量率の傾き

①難燃三重同軸ケーブル

t₁ : 実環境年数 : 60 年以上 (2, 681, 079 時間)

t₂ : 加速時間 : 7, 024 時間

T₁ : 実環境温度 : 336 K (=63 °C)

T₂ : 加速温度 : 373 K (=100 °C)

D₁ : 実線量率 : 0.16 Gy/h

D₂ : 加速線量率 : 98.1 Gy/h

R : 気体定数 : 1.9859 × 10⁻³ kcal/mol · K

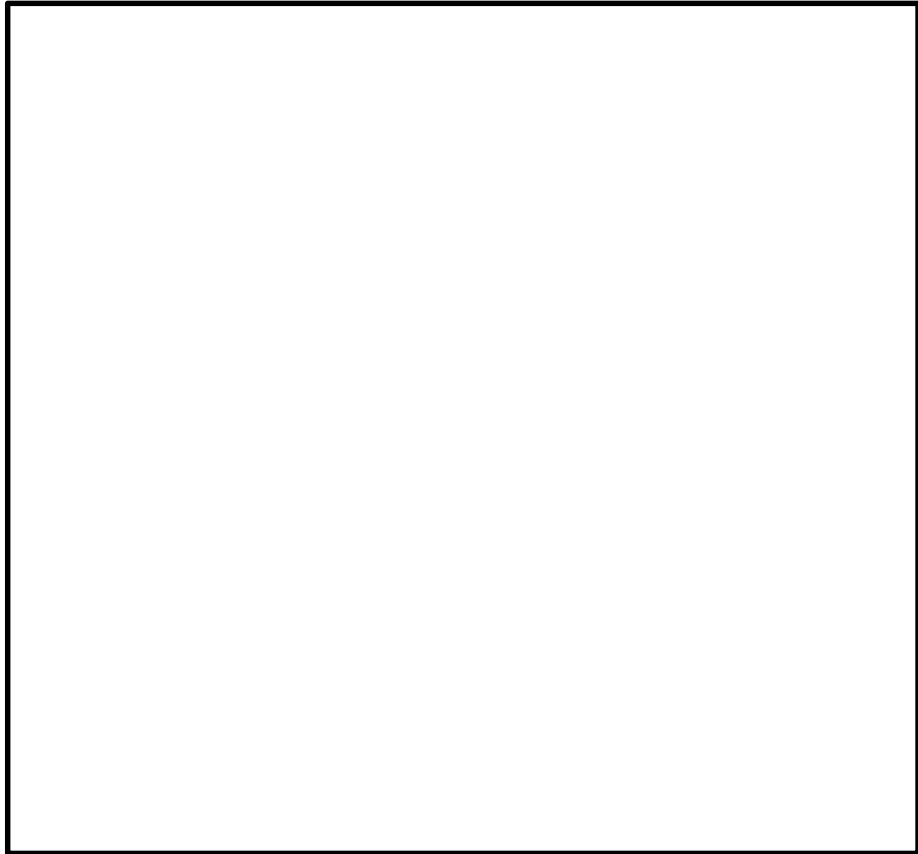
E : 活性化エネルギー : kcal/mol

(架橋ポリエチレン/メーカ提示値)

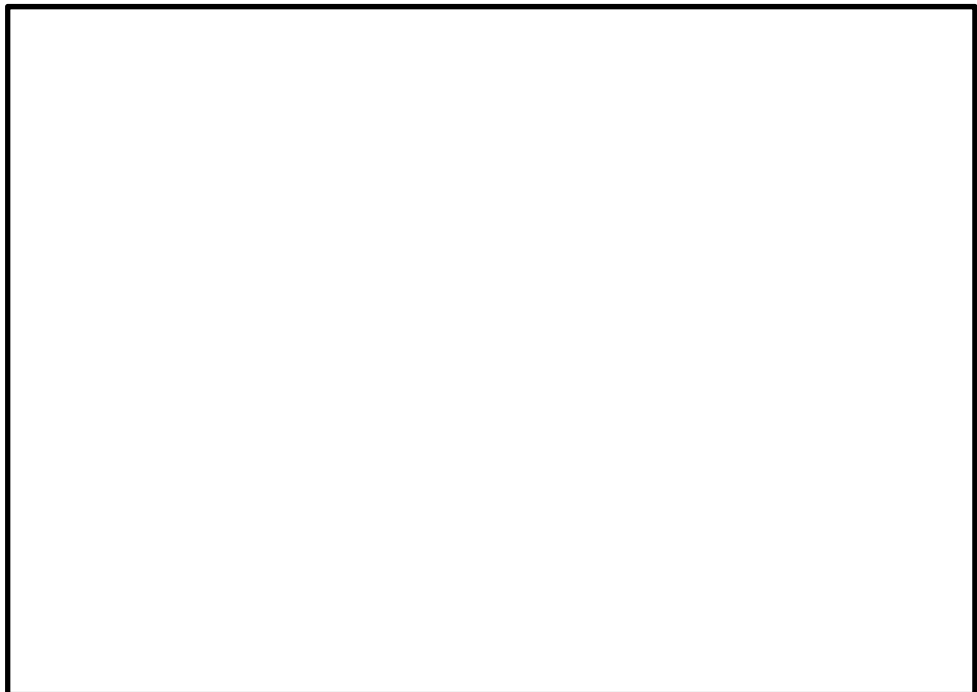
tan θ : 0.5

以 上

タイトル	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			
説 明	<p>難燃三重同軸ケーブルの電気学会推奨案による長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と事故時条件およびそれら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事故時条件を包絡している。</p>			
	a. 難燃三重同軸ケーブル			
	事故時雰囲気 曝露試験	条件	94℃換算時間	合計
			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		
重大事故等時 ※2		6,316 時間	6,316 時間	
活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカ提示値)				
※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 の環境条件設計値。				
※2：重大事故等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 (動作要求がある時間)				



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



難燃三重同軸ケーブル 電気学会推奨案 事故時雰囲気曝露試験条件

難燃三重同軸ケーブルの ACA ガイドによる長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と事故時条件およびそれら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事故時条件を包絡している。

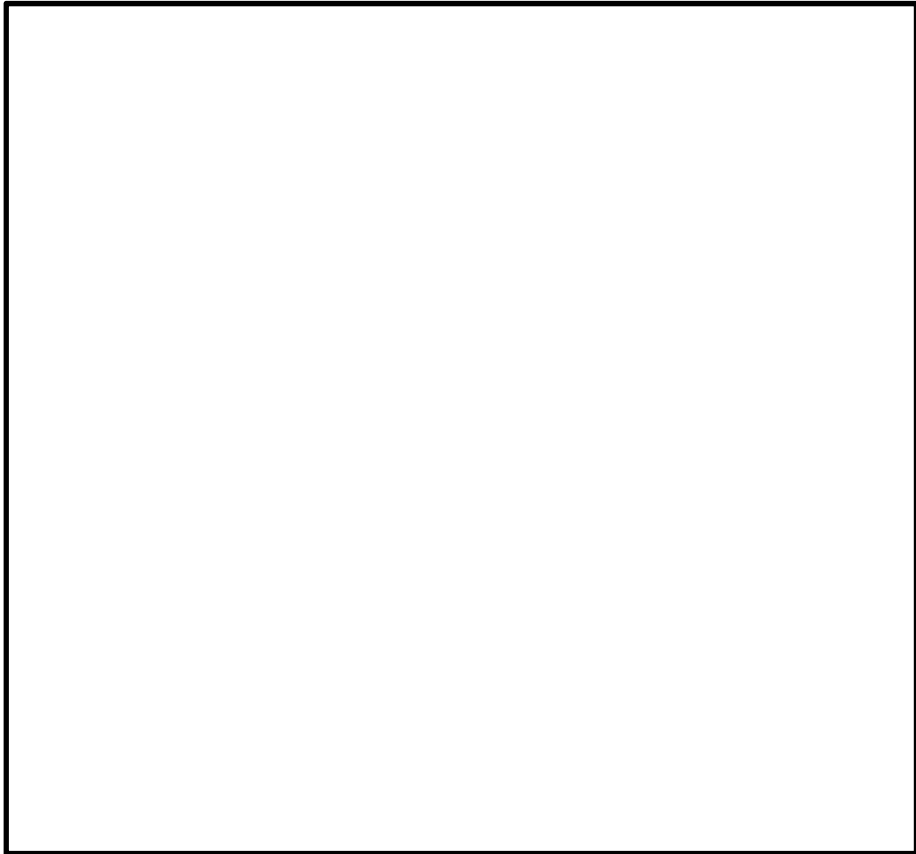
a. 難燃三重同軸ケーブル

	条件	94℃換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		56,839 時間	66,744 時間
		9,905 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	
重大事故等時 ※2		6,316 時間	6,316 時間

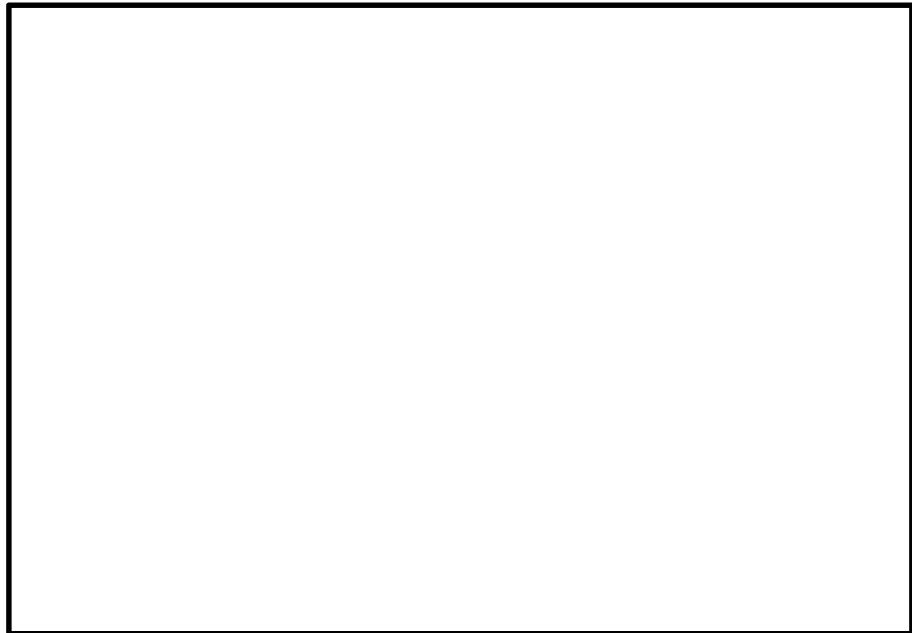
活性化エネルギー： kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカー提示値)

※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

※2：重大事故等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 (動作要求がある時間)



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



難燃三重同軸ケーブル ACA ガイド 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	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																
説明	<p>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="454 589 1366 835"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10⁻¹ Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10⁵ Gy (最大積算値)</td> <td>2.7×10⁵ 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>※3：重大事故等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（動作要求がある時間）</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h (最大)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}														
周囲温度	63℃	171℃ (最高)	171℃ (最高)														
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427 MPa														
放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h (最大)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)														

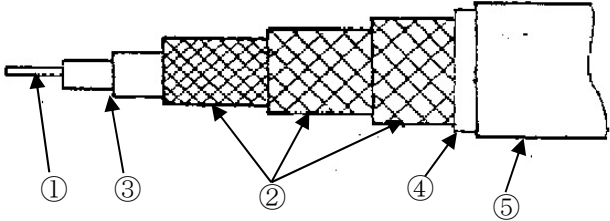
タイトル

同軸ケーブルの構造について

説明

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	架橋ホ [°] リエチレン
④ セハ [°] レータ	難燃テープ [°]
⑤ シース	難燃架橋ホ [°] リエチレン

以上

タイトル	同軸ケーブルの代替評価について											
説 明	1. 電気学会推奨案による健全性評価（事故時）											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="405 448 740 499">評価対象ケーブル</th> <th data-bbox="740 448 1062 499">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 448 1415 499">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="405 499 740 689"> 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 data-bbox="587 645 715 689" type="text"/> </td> <td data-bbox="740 499 1062 689">(同等ケーブルにて評価)</td> <td data-bbox="1062 499 1415 689" style="text-align: center;">/</td> </tr> </tbody> </table>	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 data-bbox="587 645 715 689" type="text"/>	(同等ケーブルにて評価)	/	(同等ケーブルにて評価)	/			
	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 data-bbox="587 645 715 689" 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（事故時）												
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="405 784 740 835">評価対象ケーブル</th> <th data-bbox="740 784 1062 835">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 784 1415 835">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="405 835 740 1025"> 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 data-bbox="587 981 715 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="740 835 1062 1025"> 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 data-bbox="906 981 1034 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="1062 835 1415 1025"> 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。 </td> </tr> </tbody> </table>	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 data-bbox="587 981 715 1025" 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 data-bbox="906 981 1034 1025" 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。	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="740 784 1062 835">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 784 1415 835">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="740 835 1062 1025"> 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 data-bbox="906 981 1034 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="1062 835 1415 1025"> 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。 </td> </tr> </tbody> </table>	代替評価ケーブル	評価	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 data-bbox="906 981 1034 1025" 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。	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。
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 data-bbox="587 981 715 1025" 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 data-bbox="906 981 1034 1025" 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。										
代替評価ケーブル	評価											
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 data-bbox="906 981 1034 1025" 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 |

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

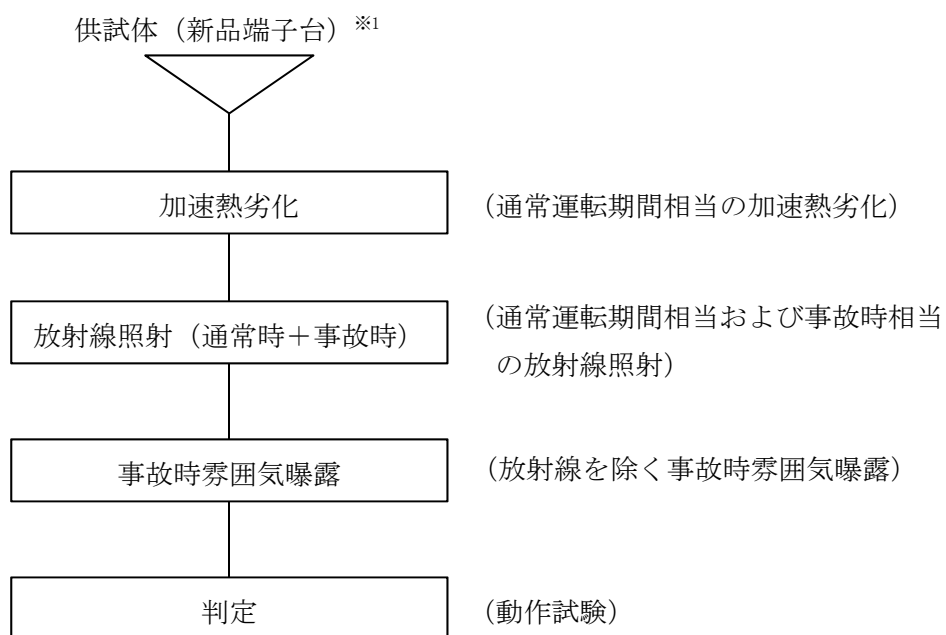
(1) ケーブル接続部（端子台）の評価

1) 端子台接続の健全性の評価

a. 評価手順

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。



※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

図1 端子台接続の長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は、25年間の通常運転期間および事故時雰囲気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，重大事故等）

	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事故時雰囲気において、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、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10定期事業者検査の周期にて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，重大事故時）

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、10定期事業者検査の周期で取替を実施しており、今後も評価期間を超えない期間内で取替を行うことで、運転開始から60年間の通常運転および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

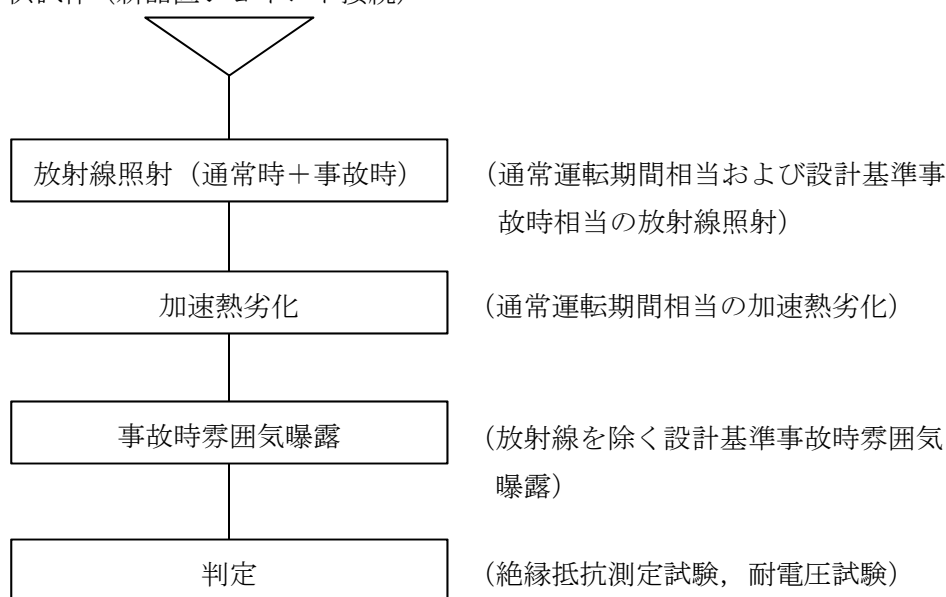
1) 直ジョイント接続の健全性の評価

a. 評価手順

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。

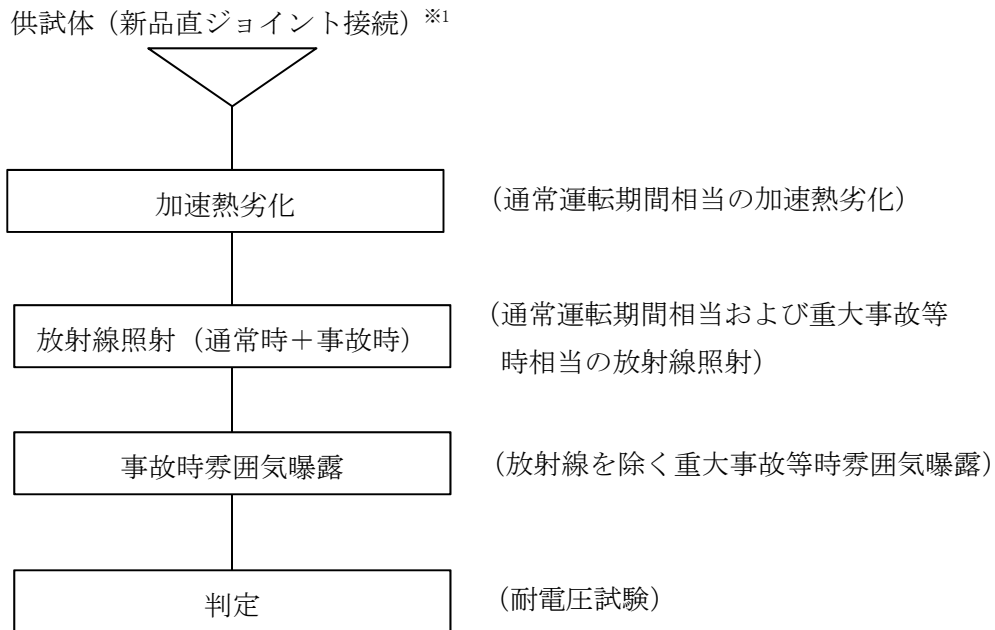
直ジョイント接続の長期健全性試験手順を図2、3に示す。

供試体（新品直ジョイント接続）※1



※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

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

図3 直ジョイント接続の長期健全性試験手順（重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および事故時雰囲気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、4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】

表4 直ジョイント接続の長期健全性試験条件（重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115℃×2,400 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：4.6×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される照射線量4.5×10 ⁵ Gy（60年間の通常運転期間8.4×10 ⁴ Gyに重大事故等時線量3.6×10 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：180℃ 最高圧力：1.0 MPa 曝露時間：約7日間	島根2号炉の重大事故等時の最高温度(178℃)，最高圧力(0.853 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事故時雰囲気において、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5，6に示す。

表5 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

表6 直ジョイント接続の長期健全性試験結果（重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露後試験	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

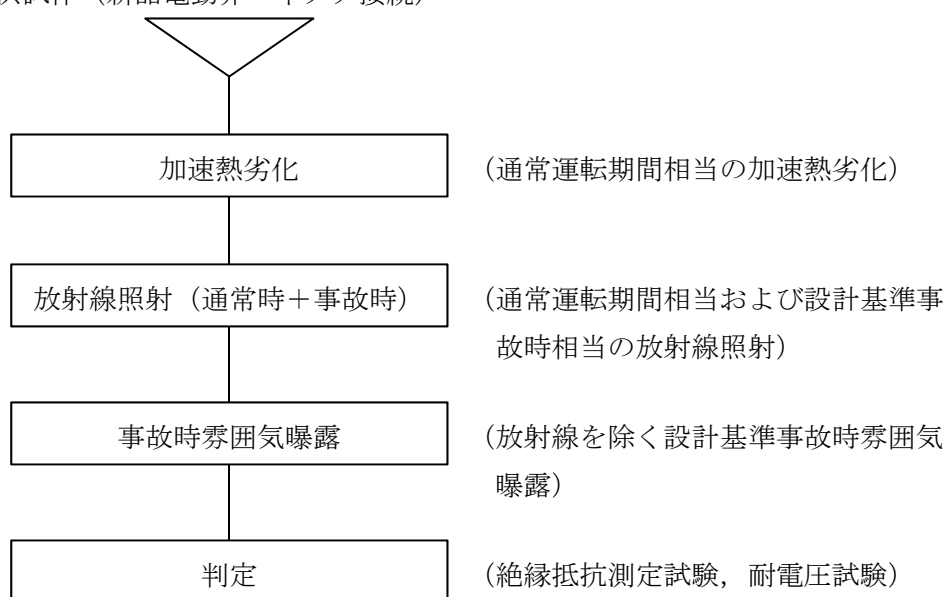
1) 電動弁コネクタ接続の健全性の評価

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4に示す。

供試体（新品電動弁コネクタ接続）※1



※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

図4 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）

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7に示す。

表7 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，重大事故等）

	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 号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9 kPa）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8に示す。

表8 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，重大事故等）

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 メガテスタ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。

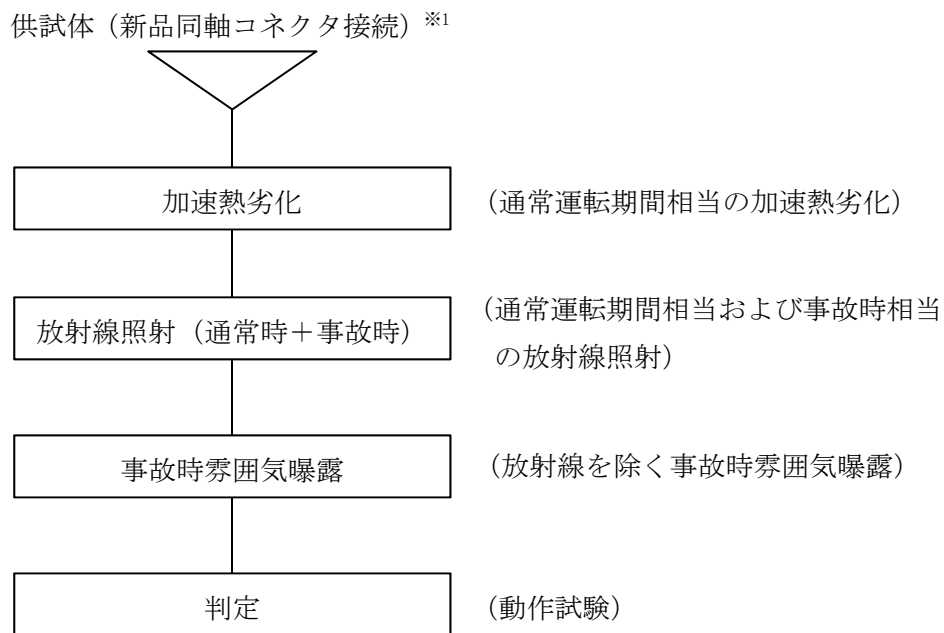
(4) ケーブル接続部（同軸コネクタ接続）の評価

1) 同軸コネクタ接続の健全性の評価

a. 評価手順

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5に示す。



※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と同等のもの

図5 同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は、60年間の通常運転期間および事故時雰囲気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9に示す。

表9 同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	143℃×168 時間	原子炉格納容器内のペデスタ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： 2.7×10^5 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 に事故時照射線量 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：182℃ 最高圧力：0.41 MPa 曝露時間：約15日間	島根2号炉の事故時の最高温度(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事故時雰囲気において，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10に示す。

表10 同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	測定値	結果
機能試験	絶縁抵抗測定試験	$1 \times 10^{10} \Omega$ 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

同軸コネクタの絶縁体の絶縁特性低下に対しては，現状の保全内容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) 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) 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

③電動弁コネクタ接続

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (2, 858, 655 時間)

t2 : 加速時間 : 300 時間

T1 : 実環境温度 : 313 K (=40°C)

T2 : 加速温度 : 411 K (=138°C)

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

E : 活性化エネルギー : kcal/mol

(ジアルルフタレート樹脂/EPRI 文献値)

④同軸コネクタ接続

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (579, 536 時間)

t2 : 加速時間 : 168 時間

T1 : 実環境温度 : 328 K (=55°C)

T2 : 加速温度 : 416 K (=143°C)

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

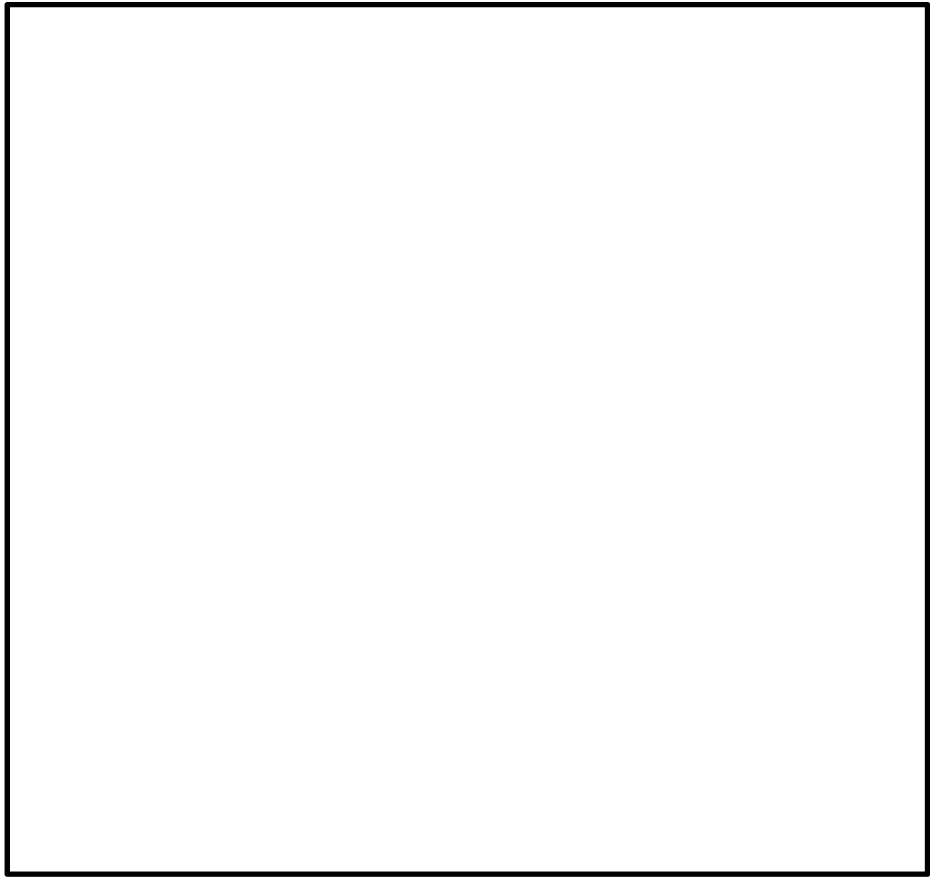
E : 活性化エネルギー : kcal/mol^{※1}

(ポリエーテルエーテルケトン/EPRI 文献値)

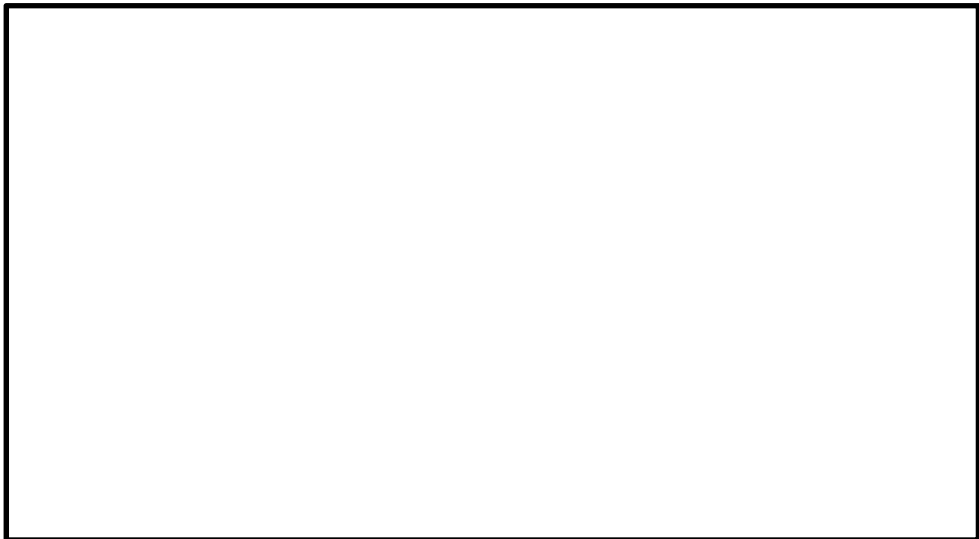
※1 : 活性化エネルギー値は絶縁材だけでなくオリングの材料も考慮して設定した。

以 上

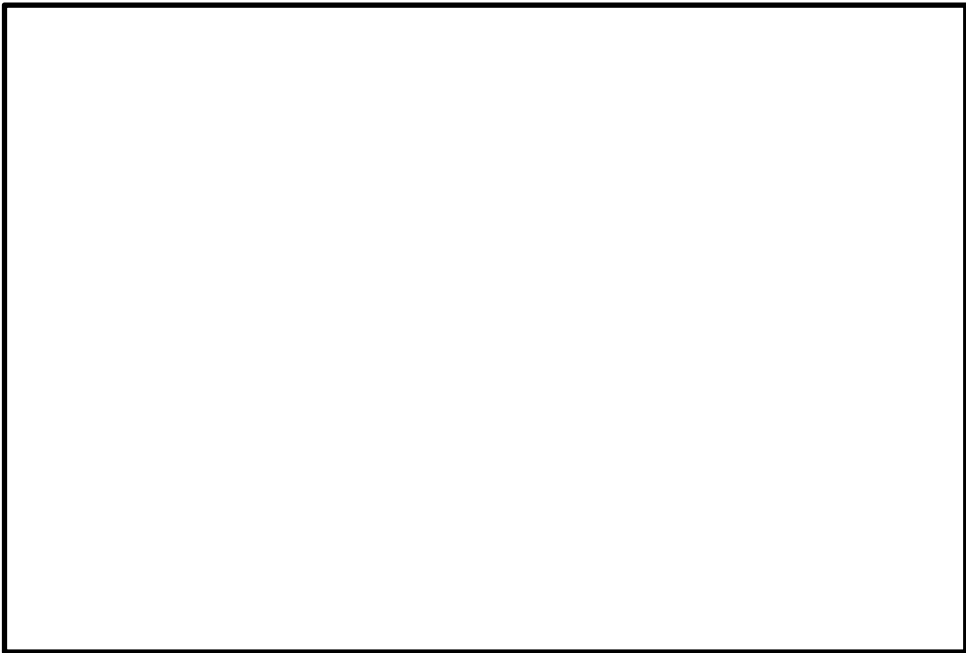
タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																												
説明	<p>ケーブル接続部の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件およびそれらと事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <table border="1" data-bbox="395 640 1378 1178"> <thead> <tr> <th data-bbox="395 640 600 685"></th> <th data-bbox="600 640 847 685">条件</th> <th data-bbox="847 640 1114 685">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1114 640 1378 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="395 685 600 887" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="600 685 847 730"></td> <td data-bbox="847 685 1114 730">988, 891 時間</td> <td data-bbox="1114 685 1378 887" rowspan="4">1, 489, 382 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 730 847 775"></td> <td data-bbox="847 730 1114 775">209, 467 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 775 847 819"></td> <td data-bbox="847 775 1114 819">222, 194 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 819 847 887"></td> <td data-bbox="847 819 1114 887">68, 830 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 887 600 1088" rowspan="4">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="600 887 847 931"></td> <td data-bbox="847 887 1114 931">370, 837 時間</td> <td data-bbox="1114 887 1378 1088" rowspan="4">637, 296 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 931 847 976"></td> <td data-bbox="847 931 1114 976">141, 755 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 976 847 1021"></td> <td data-bbox="847 976 1114 1021">20, 321 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1021 847 1088"></td> <td data-bbox="847 1021 1114 1088">104, 383 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1088 600 1178">重大事故等※2 ※3</td> <td data-bbox="600 1088 847 1178"></td> <td data-bbox="847 1088 1114 1178">226, 501 時間</td> <td data-bbox="1114 1088 1378 1178">226, 501 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー：<input type="text" value=""/> kcal/mol（ジアリルフタレート樹脂／推定値）</p> <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）敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：重大事故等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>※3：重大事故等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）の動作要求がある時間</p>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		988, 891 時間	1, 489, 382 時間		209, 467 時間		222, 194 時間		68, 830 時間	設計基準事故 ※1		370, 837 時間	637, 296 時間		141, 755 時間		20, 321 時間		104, 383 時間	重大事故等※2 ※3		226, 501 時間	226, 501 時間
	条件	66℃換算時間	合計																										
事故時雰囲気 曝露試験		988, 891 時間	1, 489, 382 時間																										
		209, 467 時間																											
		222, 194 時間																											
		68, 830 時間																											
設計基準事故 ※1		370, 837 時間	637, 296 時間																										
		141, 755 時間																											
		20, 321 時間																											
		104, 383 時間																											
重大事故等※2 ※3		226, 501 時間	226, 501 時間																										



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉格納容器内重大事故等時条件



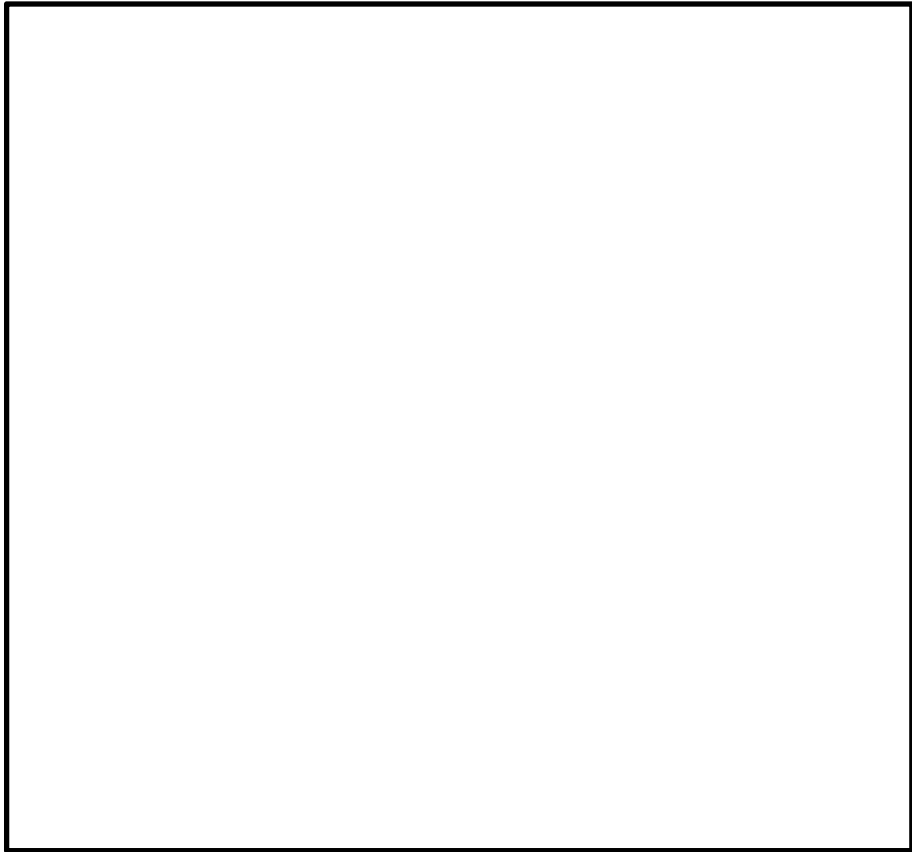
端子台接続（原子炉格納容器内） 事故時雰囲気曝露試験条件

b. 直ジョイント接続（設計基準事故時）

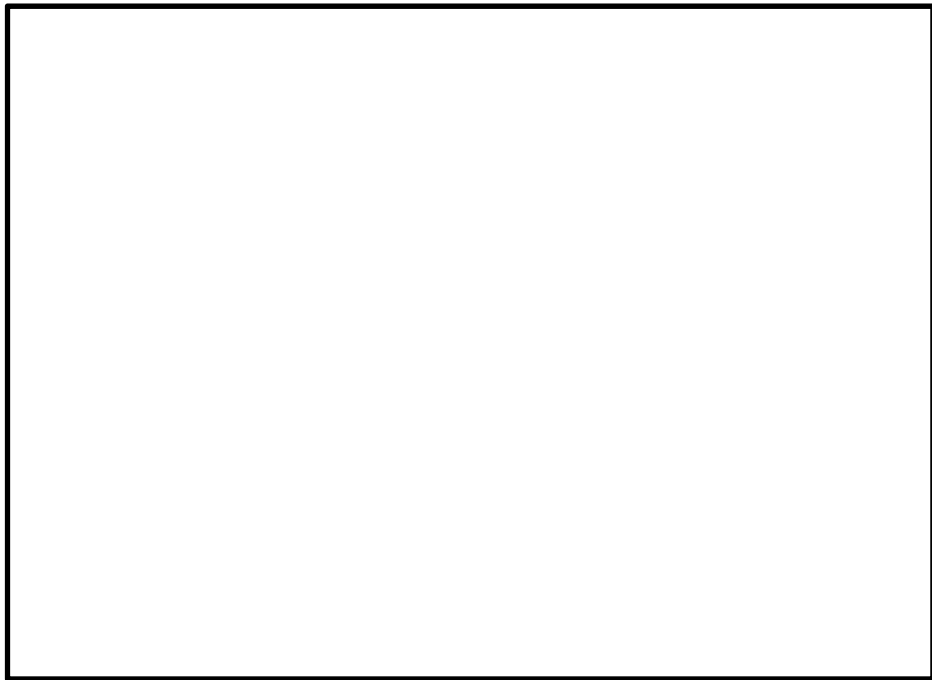
	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		416,317 時間	593,299 時間
		176,982 時間	
設計基準事故 ※1		138,773 時間	283,564 時間
		57,501 時間	
		11,273 時間	
		76,017 時間	

活性化エネルギー： kcal/mol（架橋ポリオレフィン／メーカー提示値）

※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の環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



直ジョイント接続（設計基準事故時） 事故時雰囲気曝露試験条件

(重大事故等時)

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		3,316,860 時間	7,956,559 時間
		3,782,808 時間	
		460,001 時間	
		396,890 時間	
重大事故等 ^{※1}		758,948 時間	5,124,734 時間
		1,411,551 時間	
		1,030,154 時間	
		1,924,081 時間	

活性化エネルギー： kcal/mol (架橋ポリオレフィン/メーカー提示値)

※1：重大事故等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（電気ペネトレーション部）の環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉格納容器内（電気ペネトレーション部）
重大事故等時条件



直ジョイント接続（重大事故等時） 事故時雰囲気曝露試験条件

c. 電動弁コネクタ接続

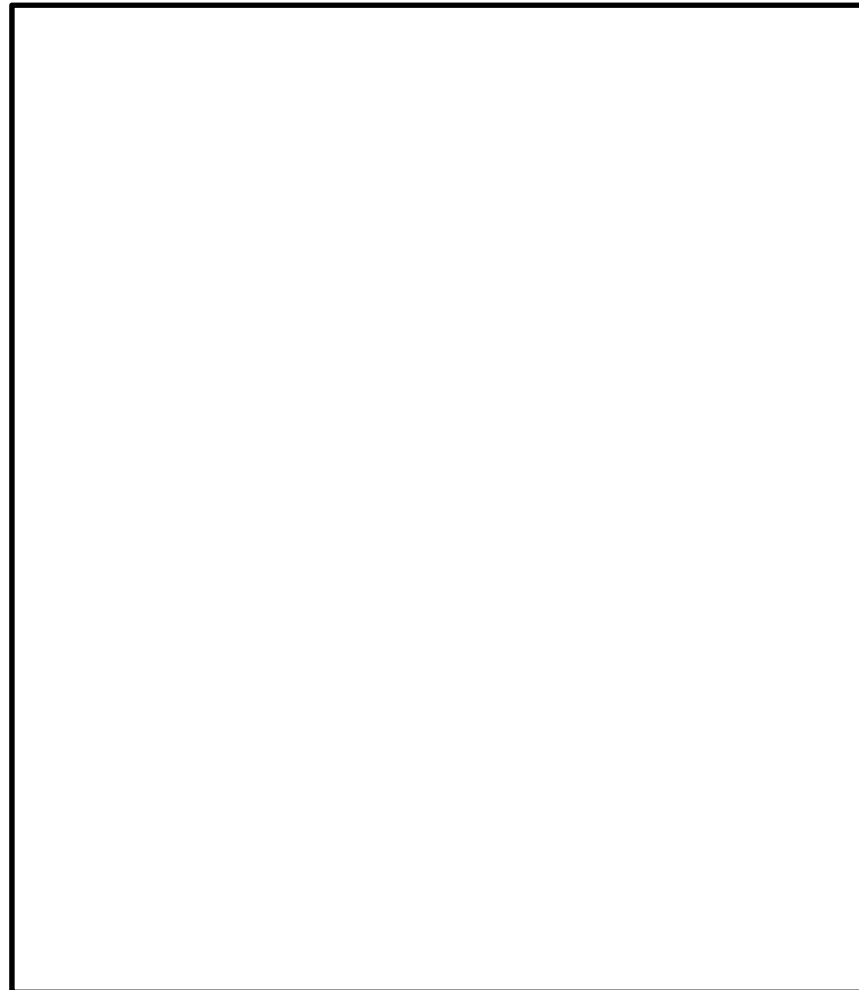
	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		4,402 時間	16,204 時間
		519 時間	
		0 時間	
		1,558 時間	
		9,725 時間	
設計基準事故 ※1		153 時間	2,547 時間
		2,394 時間	
重大事故等※2		4,264 時間	4,264 時間

活性化エネルギー： kcal/mol (ジアリルフタレート樹脂/EPRI 文献値)

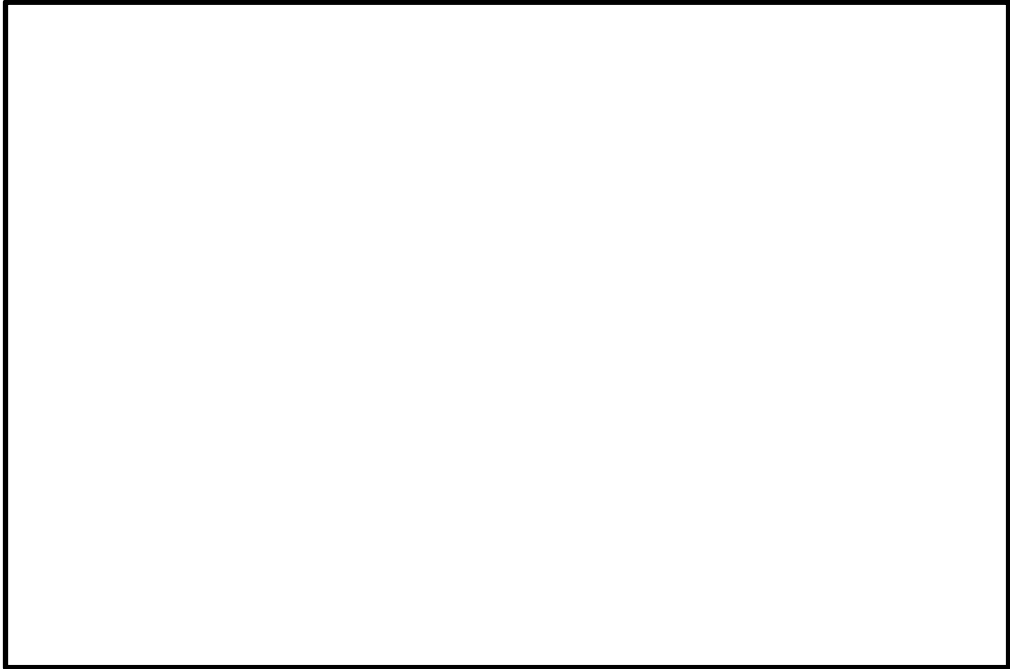
※1：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所
の環境条件設計値

※2：重大事故等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

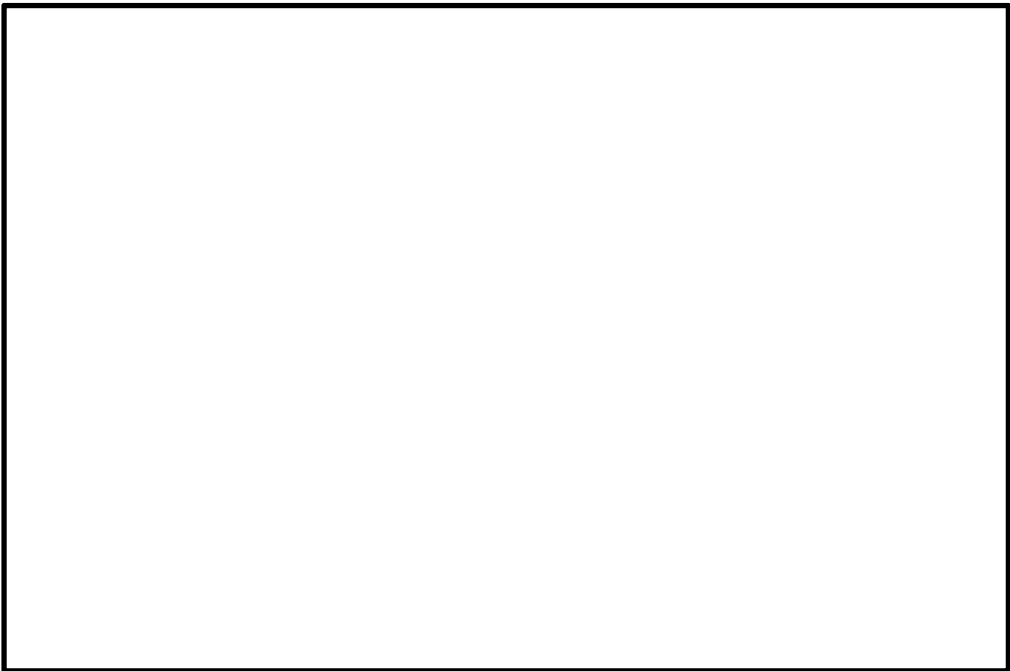
説 明



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物内重大事故等時条件



電動弁コネクタ接続 事故時雰囲気曝露試験条件

d. 同軸コネクタ接続

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		81,059 時間	142,809 時間
		16,912 時間	
		3,341 時間	
		41,497 時間	
設計基準事故 ※1		6,710 時間	6,710 時間
重大事故等※2 ※3		6,710 時間	6,710 時間

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)

※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

※2：重大事故等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

※3：重大事故等時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続の動作要求がある時間



同軸コネクタ接続 事故時雰囲気曝露試験条件

以上

タイトル	事故時雰囲気での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>事故時雰囲気での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="454 589 1401 835"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> <td>150℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> <td>0.427MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10⁻¹ Gy/h （最大）</td> <td>2.7×10⁵ Gy （最大積算値）</td> <td>2.7×10⁵ 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 ※3：重大事故等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="454 1218 1401 1464"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> <td>178℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> <td>0.853MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10⁻¹ Gy/h （最大）</td> <td>2.7×10⁵ Gy （最大積算値）</td> <td>3.6×10⁵Gy （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 ※3：重大事故等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>		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	63℃	171℃（最高）	150℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427MPa	放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h （最大）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	63℃	171℃（最高）	178℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.853MPa	放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h （最大）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）	3.6×10 ⁵ Gy （最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																														
周囲温度	63℃	171℃（最高）	150℃（最高）																														
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427MPa																														
放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h （最大）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）																														
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																														
周囲温度	63℃	171℃（最高）	178℃（最高）																														
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.853MPa																														
放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h （最大）	2.7×10 ⁵ Gy （最大積算値）	3.6×10 ⁵ Gy （最大積算値）																														

c. 電動弁コネクタ接続

	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	100℃ (最高)
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa
放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	1.8×10 ³ Gy (最大積算値)	4.7×10 ² Gy (最大積算値)

※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

※3：重大事故等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

	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}
周囲温度	55℃	171℃ (最高)	171℃ (最高)
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427MPa
放射線	3.0×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	1.8×10 ⁴ Gy (最大積算値)	2.7×10 ⁵ 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

※3：重大事故等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

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（原子炉格納容器内電動弁）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，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（原子炉格納容器内電動弁）の長期健全性試験手順を図1に示す。

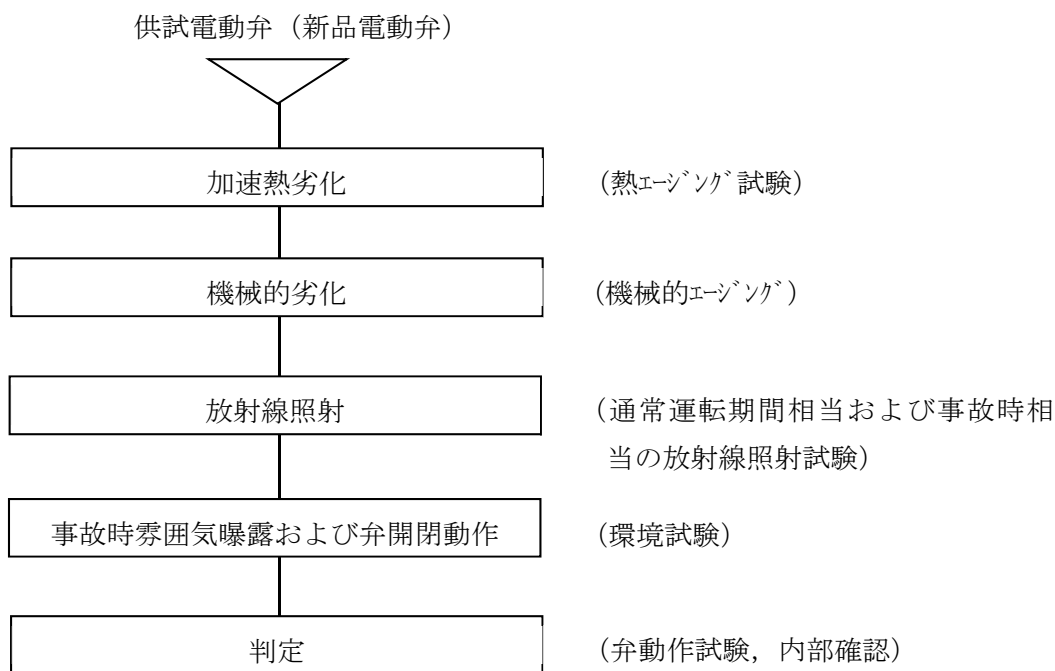


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁）
(設計基準事故，重大事故等)

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（原子炉格納容器内電動弁）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（原子炉格納容器内電動弁）を表1に示す。

表1 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内電動弁）
（設計基準事故，重大事故等）

	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号炉で想定される線量約3.6×10 ⁵ Gy（60年間の通常運転期間約8.4×10 ⁴ Gyに事故時線量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号炉の事故時の最高温度(約171℃)，最高圧力(約0.43 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事故時において、電動弁モータ（原子炉格納容器内電動弁）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（原子炉格納容器内電動弁）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器内電動弁）
（設計基準事故，重大事故等）

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（屋内電動（直流）弁）の評価

a. 評価手順

原子炉建物内において使用されている，事故時雰囲気内で機能要求がある屋内電動（直流）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（屋内電動（直流）弁）の長期健全性試験手順を図2に示す。

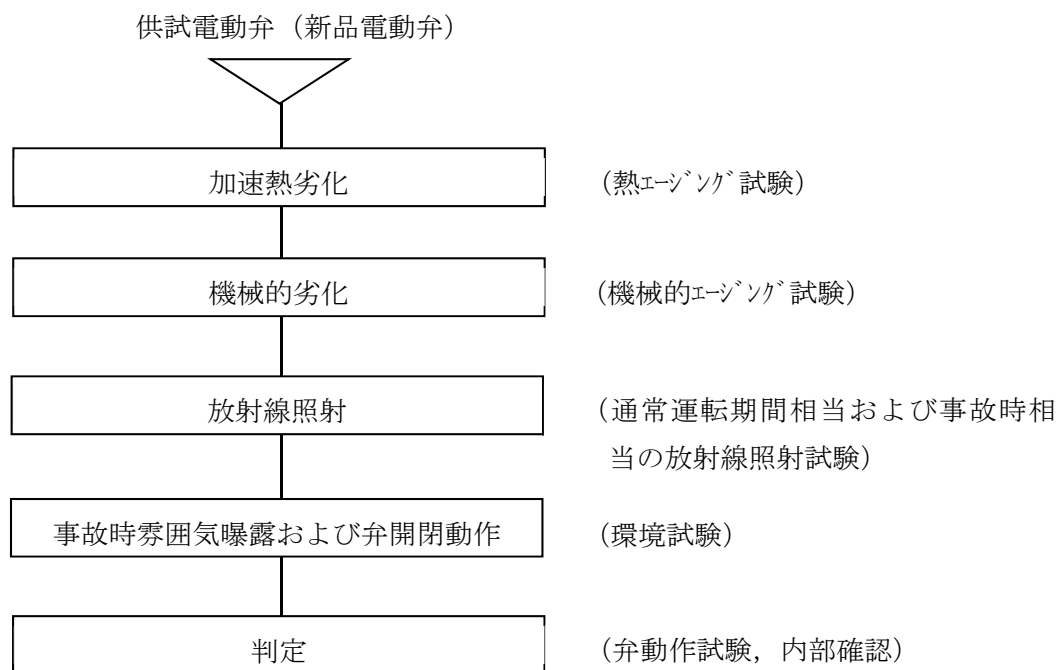


図2 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（屋内電動（直流）弁）
（設計基準事故，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（屋内電動（直流）弁）の60年間の運転期間を想定した熱、放射線、機械的および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（屋内電動（直流）弁）を表3に示す。

表3 電動弁モータの長期健全性試験条件（屋内電動（直流）弁）
（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	原子炉建物内の周囲温度(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60年間の動作回数(約900回)を包絡しないが、動作時間が短いことから機械的劣化はわずかであり、影響は小さい。 【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号炉で想定される線量約2.9×10 ⁵ Gy (60年間の通常運転期間約1.5×10 ² Gy に事故時線量2.8×10 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号炉の事故時の最高温度(約120℃)、最高圧力(約0.0069MPa)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事故時において、電動弁モータ（屋内電動（直流）弁）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（屋内電動（直流）弁）の長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 電動弁モータの長期健全性試験結果（屋内電動（直流）弁）
（設計基準事故，重大事故等）

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

3) 電動弁モータ（屋内電動（交流）弁）の評価

a. 評価手順

原子炉建物内において使用されている、事故時雰囲気内で機能要求がある電動（交流）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（屋内電動（交流）弁）の長期健全性試験手順を図3に示す。

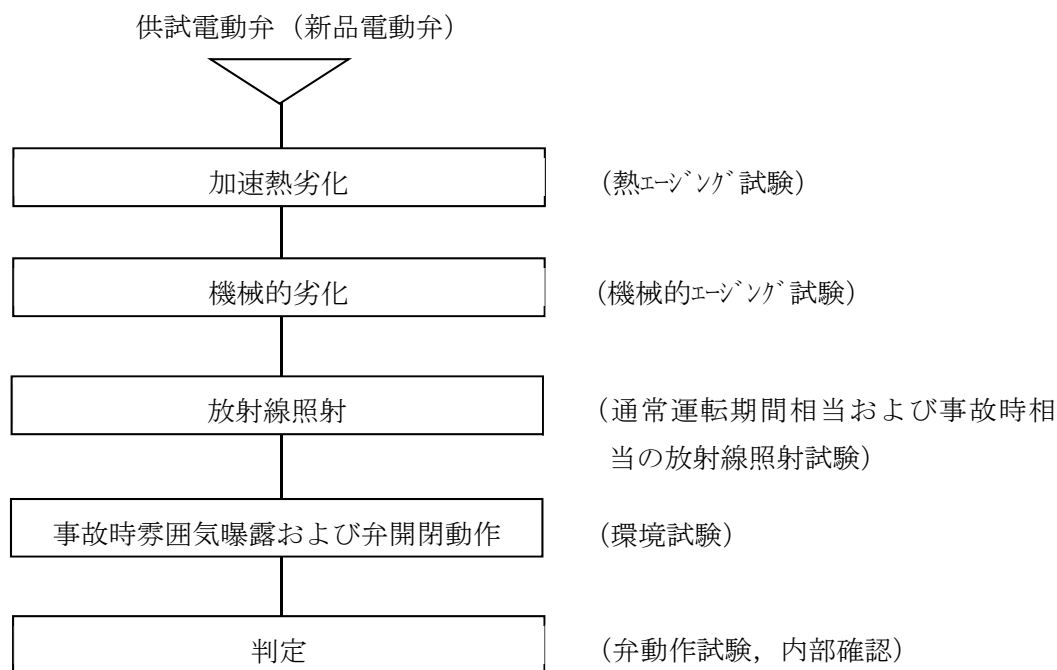


図3 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（屋内電動（交流）弁）
（設計基準事故，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（屋内電動（交流）弁）の60年間の運転期間を想定した熱、放射線、機械的および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（屋内電動（交流）弁）を表5に示す。

表5 電動弁モータの長期健全性試験条件（屋内電動（交流）弁）
(設計基準事故, 重大事故等)

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	電動弁用駆動部設置場所の周囲温度(60℃)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60年間の動作回数(約900回)を包絡しないが、動作時間が短いことから機械的劣化はわずかであり、影響は小さい。 【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号炉で想定される線量約3.0×10 ⁵ Gy(60年間の通常運転期間約1.5×10 ⁴ Gyに事故時線量2.8×10 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号炉の事故時の最高温度(約171℃),最高圧力(約0.014MPa)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事故時において、電動弁モータ（屋内電動（交流）弁）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（屋内電動（交流）弁）の長期健全性試験結果を表6に示す。

表6 電動弁モータの長期健全性試験結果（屋内電動（交流）弁）
(設計基準事故, 重大事故等)

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) 現状保全

電動弁用駆動部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動作試験を実施し、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、電動弁駆動部の補修および取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

電動弁用駆動部については、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。

(4) 高経年化への対応

電動弁用駆動部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) 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) 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
- 7) 電動弁モータの代表評価について
- 8) 電動弁モータの圧力劣化について

<p>タイトル</p>	<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，設置環境等について</p>
<p>説明</p>	<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>使用年数 ：新品</p> <p>製造者 ：明電舎</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

説 明

【屋内電動（直流）弁】

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℃）

T2：加速温度 : 396 K（=123℃）

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℃）

T2：加速温度 : 396 K（=123℃）

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）

【屋内電動（交流）弁】

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（798,018時間）

t2：加速時間 : 120時間

T1：実環境温度 : 333 K（=60℃）

T2：加速温度 : 396 K（=123℃）

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, ポリエステル/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（77,101,779時間）

t2：加速時間 : 120時間

T1：実環境温度 : 333 K（=60℃）

T2：加速温度 : 396 K（=123℃）

R：気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol・K

E：活性化エネルギー : kcal/mol

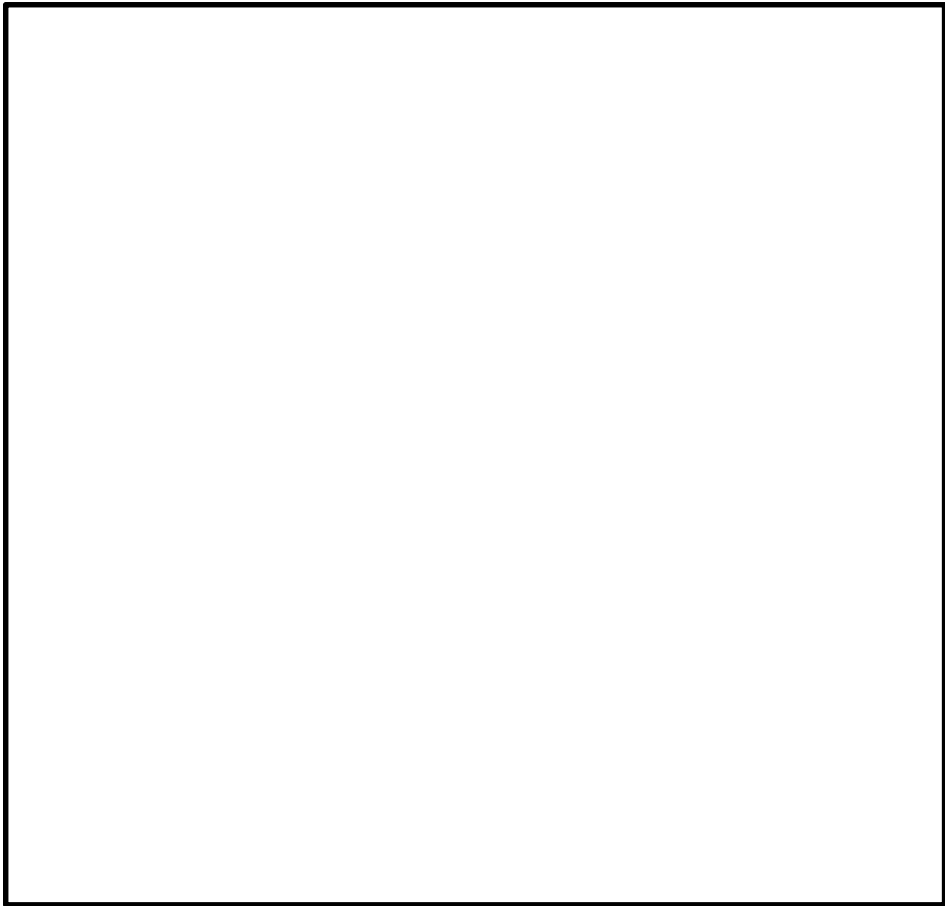
（シリコーンゴム/メーカー提示値）

以 上

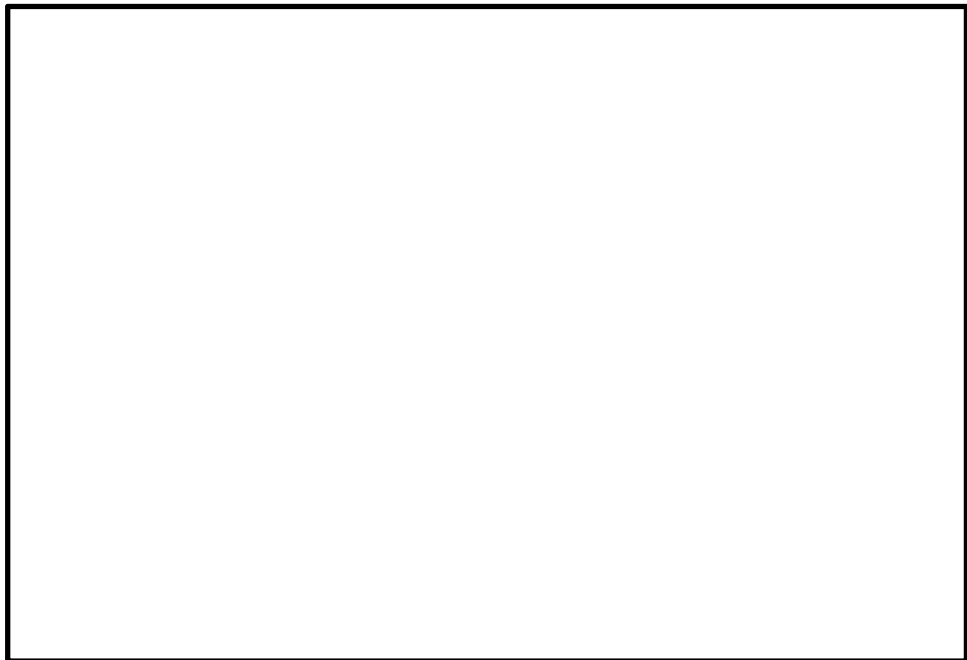
タイトル	電動弁モータの機械的劣化試験の弁開閉往復動作回数について
説明	<p>【弁開閉往復動作回数】</p> <p>電動弁モータの機械劣化試験の動作回数は、プラント定検中のサーベランス（3回×運開から60年までの定検回数41回を想定=123回）、定期点検による電動弁駆動部の開閉5回（運開から60年までの定期点検回数16回=80回）および余裕動作回数100回の約300回は電動弁モータ（原子炉格納容器内）の開閉往復動作回数578回に包絡される。</p> <p>また、プラント運転期間中のサーベランス（1回/月×60年×12ヶ月=60年の定検ヶ月82ヶ月=638回）、プラント定検中のサーベランス（2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事故時条件およびそれらを比較した結果を示す。</p> <p>【原子炉格納容器内電動弁】</p> <p>①固定子コイル/ブレーキコイル</p>			
		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	
重大 事故等時条件 ^{※2}		19,219 時間	26,661 時間	
		6,650 時間		
		648 時間		
		144 時間		
活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (ポリアミドイミド/メーカー提示値)				
②口出線				
	条件	94℃換算時間	合計	
事故時雰囲気 曝露試験		2,949,998 時間	3,729,105 時間	
		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		
重大 事故等時条件 ^{※2}		1,821,163 時間	2,188,633 時間	
		363,165 時間		
		4,161 時間		
		144 時間		
活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (シリコーンゴム/メーカー提示値)				
※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				
※2：重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値				

説 明



島根 2 号炉 原子炉格納容器内事故時条件 (設計基準事故, 重大事故等)



原子炉格納容器内電動弁 事故時雰囲気曝露試験条件

【屋内電動（直流）弁】

①固定子コイル／ブレーキコイル

	条件	66℃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	
重大 事故等時条件※2		2,932 時間	219,350 時間
		193,329 時間	
		23,089 時間	

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）

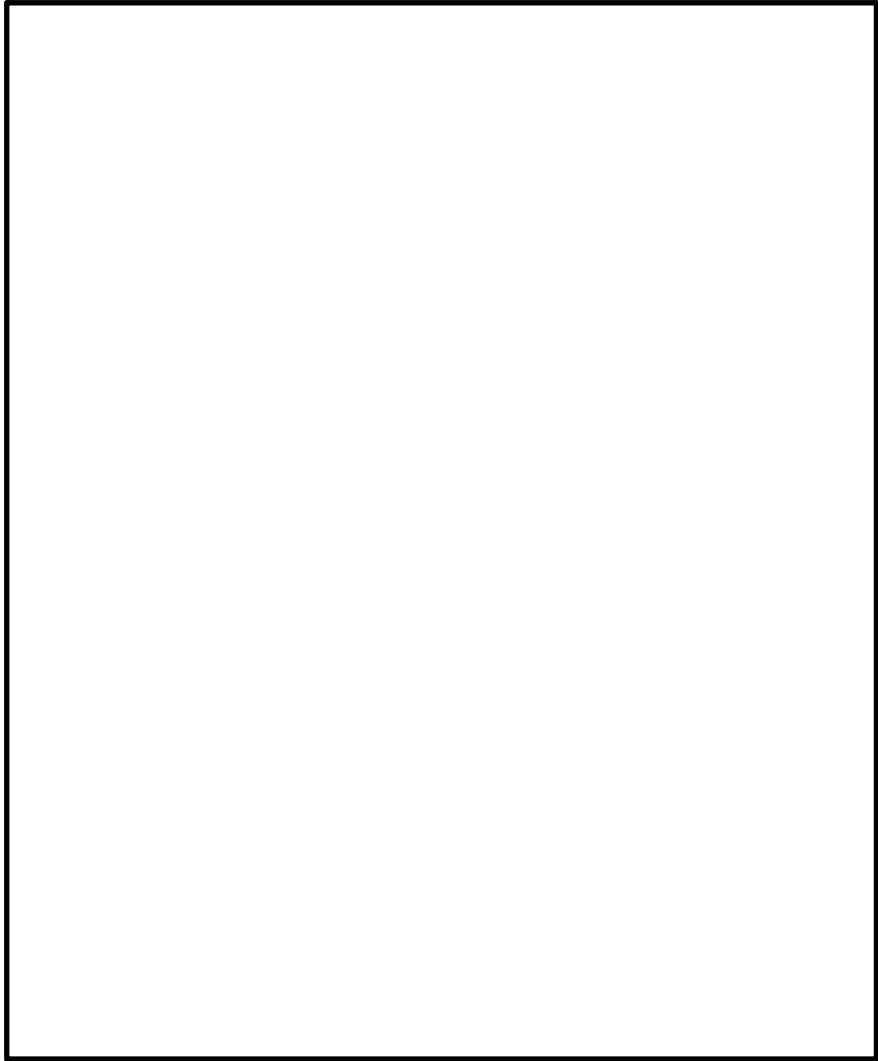
②口出線

	条件	66℃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	
重大 事故等時条件※2		39,068 時間	10,231,238 時間
		9,588,313 時間	
		603,857 時間	

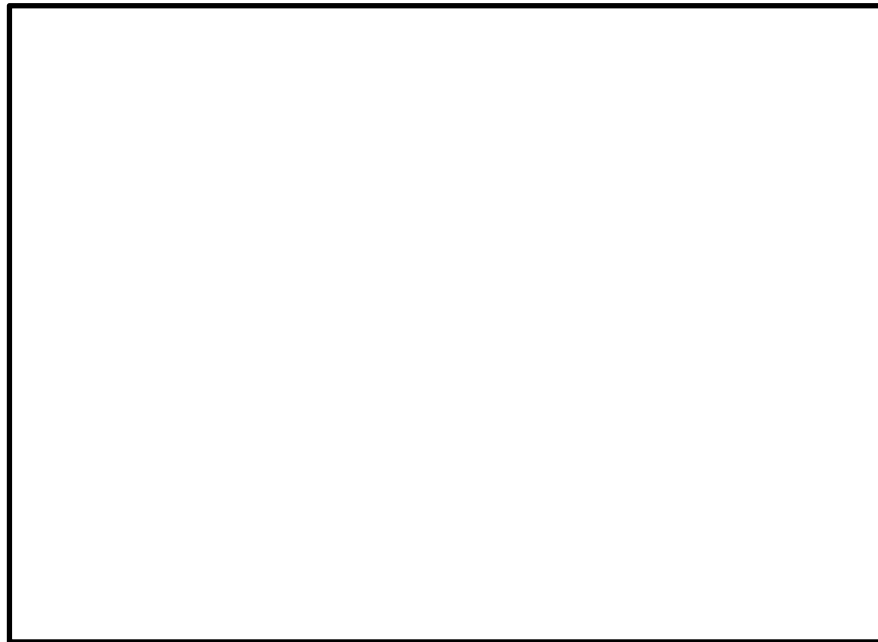
活性化エネルギー： kcal/mol （シリコーンゴム/メーカー提示値）

※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

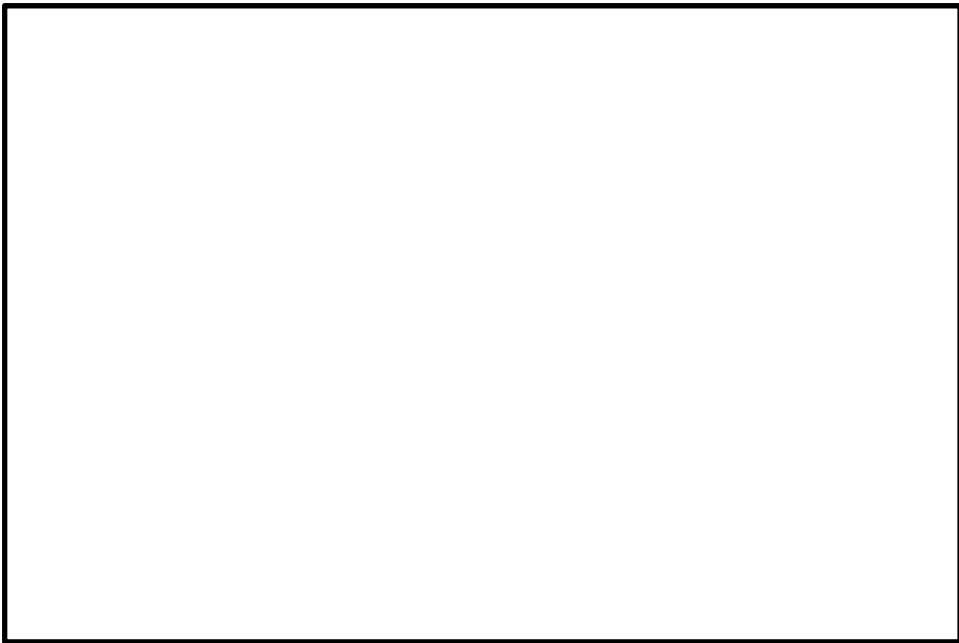
※2：重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物内重大事故等時条件



屋内電動（直流）弁 事故時雰囲気曝露試験条件

【屋内電動（交流）弁】

①固定子コイル/ブレーキコイル

	条件	66℃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		832,900 時間	835,881 時間
		587 時間	
		2,394 時間	
重大 事故等時条件※2		18,103 時間	18,998 時間
		733 時間	
		162 時間	

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)

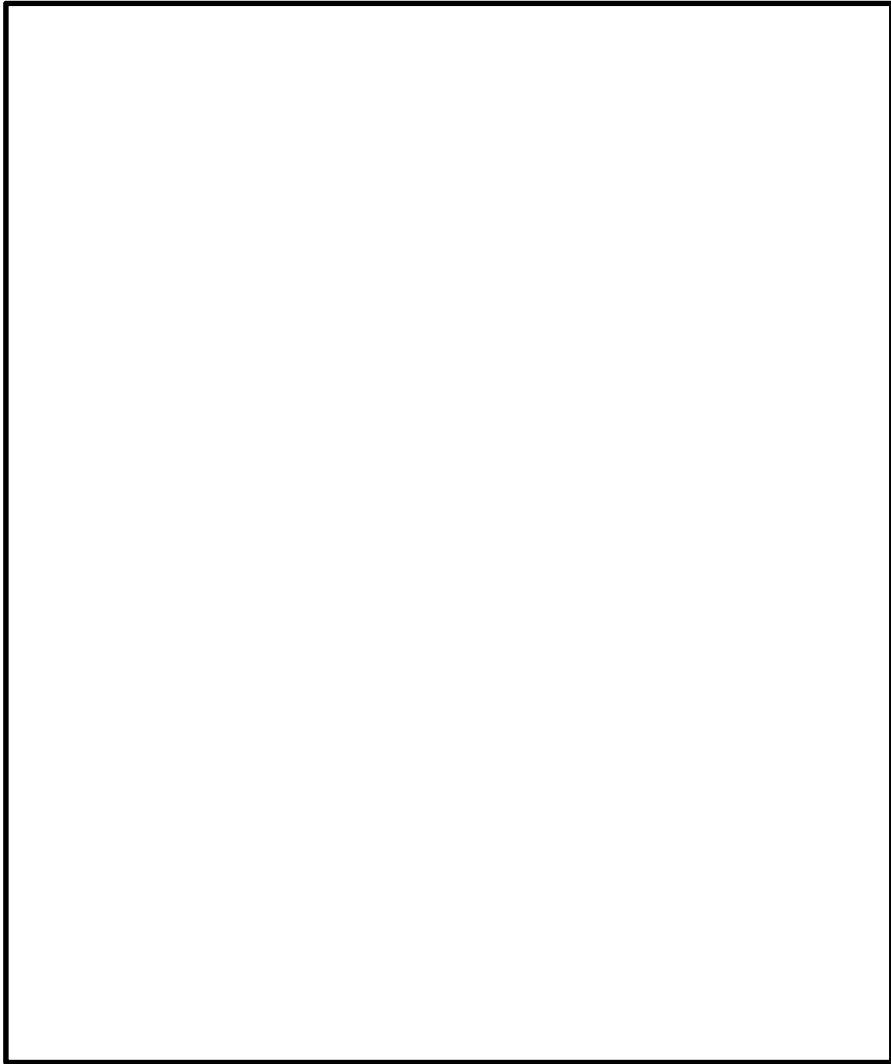
②口出線

	条件	66℃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		6.8×10^8 時間	6.8×10^8 時間
		7,814 時間	
		2,394 時間	
重大 事故等時条件※2		2,941,736 時間	2,951,665 時間
		9,767 時間	
		162 時間	

活性化エネルギー : kcal/mol (シリコンゴム/メーカー提示値)

※1：設計基準事故時における原子炉建物の環境条件設計値

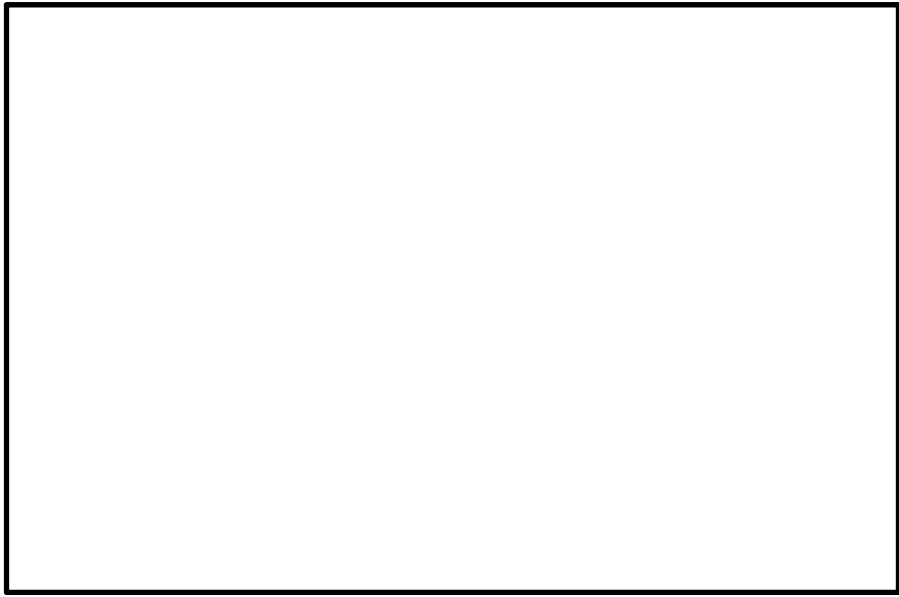
※2：重大事故等時における原子炉建物の環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉建物内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物内重大事故等時条件



屋内電動（交流）弁 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	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>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>【原子炉格納容器内電動弁】</p> <table border="1" data-bbox="464 539 1377 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10⁻¹ Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10⁵ Gy (最大積算値)</td> <td>2.7×10⁵ 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 ※3：重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> <p>【屋内電動（直流）弁】</p> <table border="1" data-bbox="464 1025 1377 1272"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> <td>120℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10⁻⁴ Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10³ Gy (最大積算値)</td> <td>2.8×10⁵ 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 ※3：重大事故等時における原子炉建物の環境条件設計値</p> <p>【屋内電動（交流）弁】</p> <table border="1" data-bbox="464 1512 1377 1758"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>60℃以下</td> <td>171℃ (最高)</td> <td>140℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>14 kPa</td> <td>6.9 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10⁻² Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10³ Gy (最大積算値)</td> <td>2.8×10⁵ 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 ※3：重大事故等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}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427 MPa	放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h (最大)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	120℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa	放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	1.8×10 ³ Gy (最大積算値)	2.8×10 ⁵ Gy (最大積算値)		通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)	140℃ (最高)	最高圧力	大気圧	14 kPa	6.9 kPa	放射線	2.7×10 ⁻² Gy/h (最大)	1.8×10 ³ Gy (最大積算値)	2.8×10 ⁵ Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																																																
周囲温度	63℃	171℃ (最高)	171℃ (最高)																																																
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427 MPa																																																
放射線	1.6×10 ⁻¹ Gy/h (最大)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)	2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値)																																																
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																																																
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	120℃ (最高)																																																
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa																																																
放射線	2.7×10 ⁻⁴ Gy/h (最大)	1.8×10 ³ Gy (最大積算値)	2.8×10 ⁵ Gy (最大積算値)																																																
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																																																
周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)	140℃ (最高)																																																
最高圧力	大気圧	14 kPa	6.9 kPa																																																
放射線	2.7×10 ⁻² Gy/h (最大)	1.8×10 ³ Gy (最大積算値)	2.8×10 ⁵ Gy (最大積算値)																																																

<p>タイトル</p>	<p>電動弁モータの取替実績について</p>										
<p>説明</p>	<p>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。</p> <p>[取替電動弁]</p> <table border="1" data-bbox="403 539 1390 786"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 539 743 591">取替電動弁</th> <th data-bbox="743 539 991 591">実施年</th> <th data-bbox="991 539 1390 591">実施理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 591 743 687">MV222-2A(A-RHR 熱交換ガス 弁用電動機)</td> <td data-bbox="743 591 991 687">2016 年度</td> <td data-bbox="991 591 1390 687">水密化仕様への変更のため駆動部 を更新</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 687 743 786">MV229-100A(A-CAMS ドライウェルサ ンプリング 隔離弁用電動機)</td> <td data-bbox="743 687 991 786">2017 年度</td> <td data-bbox="991 687 1390 786">蒸気対策仕様への変更のため駆動 部を更新</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以 上</p>		取替電動弁	実施年	実施理由	MV222-2A(A-RHR 熱交換ガス 弁用電動機)	2016 年度	水密化仕様への変更のため駆動部 を更新	MV229-100A(A-CAMS ドライウェルサ 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
取替電動弁	実施年	実施理由									
MV222-2A(A-RHR 熱交換ガス 弁用電動機)	2016 年度	水密化仕様への変更のため駆動部 を更新									
MV229-100A(A-CAMS ドライウェルサ 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									

<p>タイトル</p>	<p>電動弁モータの代替評価について</p>		
<p>説明</p>	<p>1. 長期健全性試験による健全性評価（事故時）</p>		
	<p>評価対象電動弁モータ</p> <p>残留熱除去系炉水入口内側 隔離弁用駆動部</p> <p>①型式：SB-4D ②絶縁種別：H種絶縁 ③電源：交流</p>	<p>代替評価電動弁モータ</p> <p>供試体電動弁用電動機</p> <p>①型式：SMB-00 ②絶縁種別：H種絶縁 ③電源：交流</p>	<p>評価</p> <p>絶縁種別は同一であり、 実機と大きさや外観は異 なるものの、絶縁物の使 用材料は同様であること から、耐環境性の観点で 差異はなく、代替電動弁モ ータを用いた評価にて問題 ないと判断する。</p>
	<p>原子炉隔離時冷却系タービン排 気隔離弁用駆動部</p> <p>①型式：SB-00D ②絶縁種別：H種絶縁 ③電源：直流</p>	<p>同上</p>	<p>同上</p>
	<p>残留熱除去系熱交冷却水出 口弁用駆動部</p> <p>①型式：SB-3D ②絶縁種別：H種絶縁 ③電源：交流</p>	<p>同上</p>	<p>同上</p>
<p style="text-align: right;">以上</p>			

<p>タイトル</p>	<p>電動弁モータの圧力劣化について</p>
<p>説明</p>	<p>実機使用条件との比較により，圧力劣化試験条件の妥当性について以下に説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・圧力劣化試験条件：①0.48 MPa×②3分×③45回 <p>①0.48 MPa：国内BWRプラントの包絡条件 島根2号炉の事故時の原子炉格納容器圧力の最高値は，0.427 MPaであり，上記圧力条件に包絡されている。</p> <p>②3分：IEEE Std. 382-1996より設定</p> <p>③45回：下記参照</p> <p>長期健全性試験の加圧回数は，建設から40年相当分の45回（建設試験：2回，運転：40回，事故：1回，余裕：2回）として設定している。</p> <p>島根2号炉の事故時雰囲気機能要求のある電動弁用駆動部が外部加圧に曝露される格納容器全体漏えい試験は，使用前検査にて1回，以降1定検に1回の頻度で実施していることから，第16回定期事業者検査時まで合計17回の実績がある。</p> <p>また，今後予定される使用前検査の1回に加え，運転開始後60年となる2049年まで同じ頻度で漏えい試験を実施した場合，2023年^{※1}～2049年（26年間＝22サイクル^{※2}）の間に22回実施されることとなり，上記実績と合わせて計40回で，試験条件（45回）に包絡される。</p> <p>※1：高経年化技術評価の補正申請を提出した2023年2月28日を再稼働時期と仮定</p> <p>※2：プラント稼働率を90%と仮定</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

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。

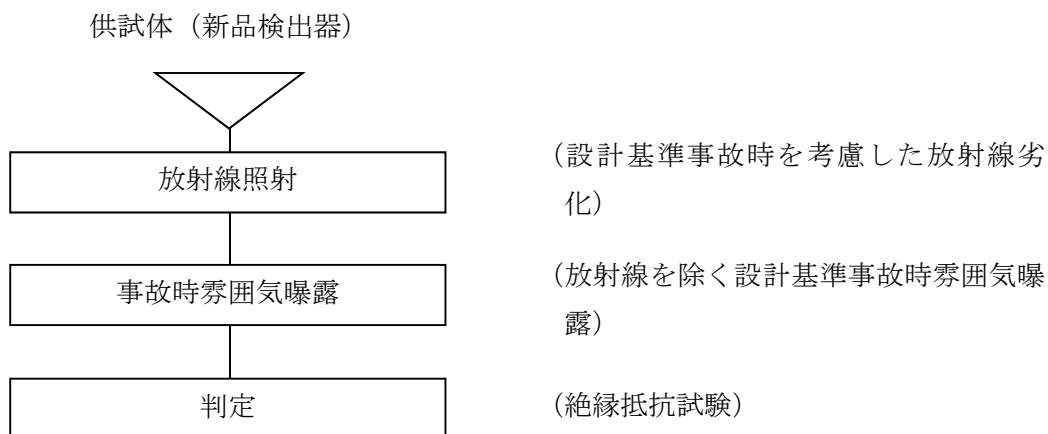


図1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験手順

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）

	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。
事故時雰囲気暴露	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) 高経年化への対応

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（広帯域）計測装置〕の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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。

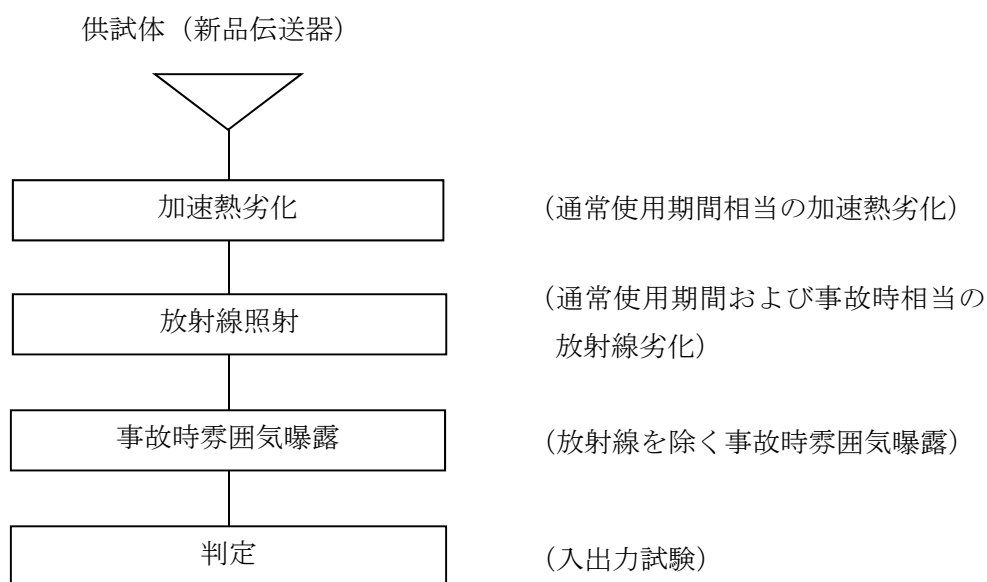


図2 圧力伝送器，差圧伝送器の長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

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 20 年間の運転期間を想定した劣化条件および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，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	95℃×4800 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 20 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	1.9×10^3 Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 1.9×10^3 Gy（20 年間の通常運転期間約 5.0×10^3 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：105℃ 最高圧力：6.9kPa 時間：185 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9 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 20 年間の通常運転期間および事故時雰囲気において、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，重大事故等）

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，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。

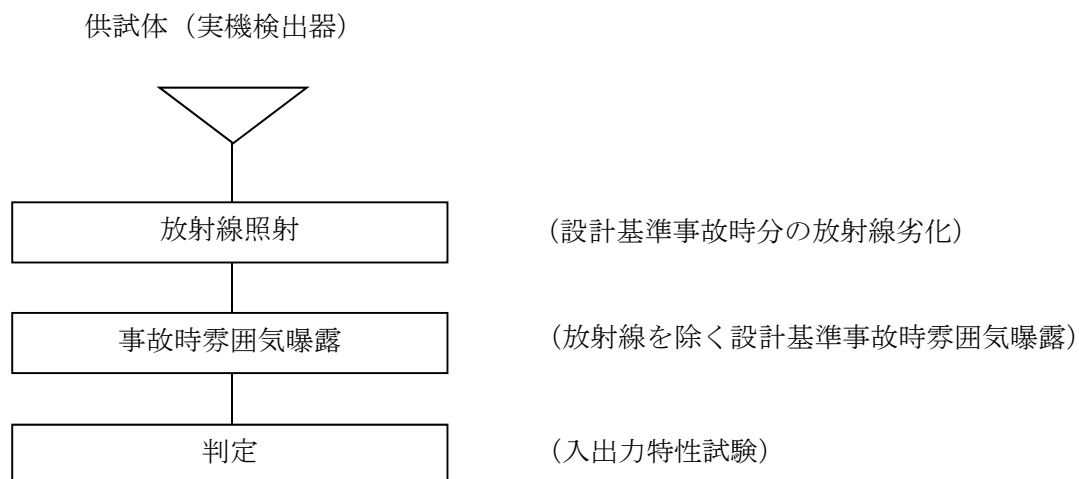


図3 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順（設計基準事故）

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）

	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、運転開始後 29 年（第 17 回定期事象者検査）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）

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、定期的な点検を実施し、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。

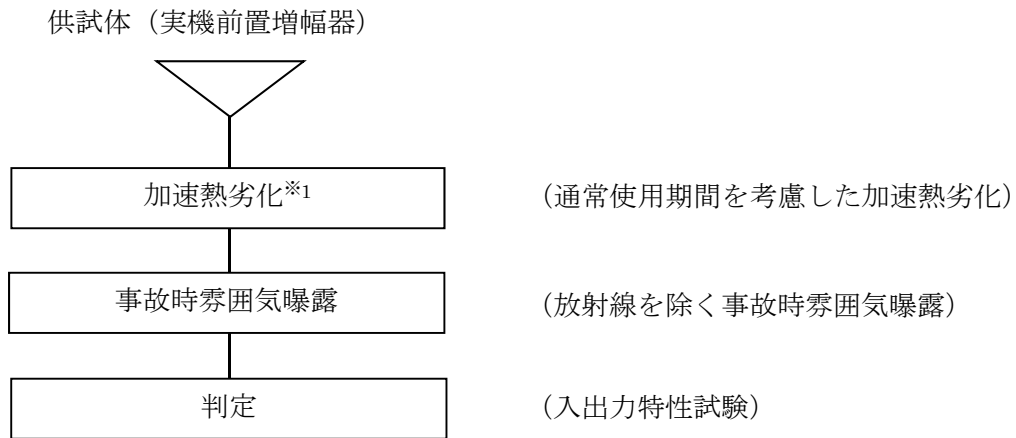
2. 3 中性子源領域計装計測装置（以下，SRM という）および中間領域計装計測装置（以下，IRM という）前置増幅器の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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，重大事故等）

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，重大事故等）

	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：6.9kPa 時間：約 2 時間	島根 2 号炉の事故時雰囲気の最高温度（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事故時雰囲気において、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，重大事故時）

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

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。

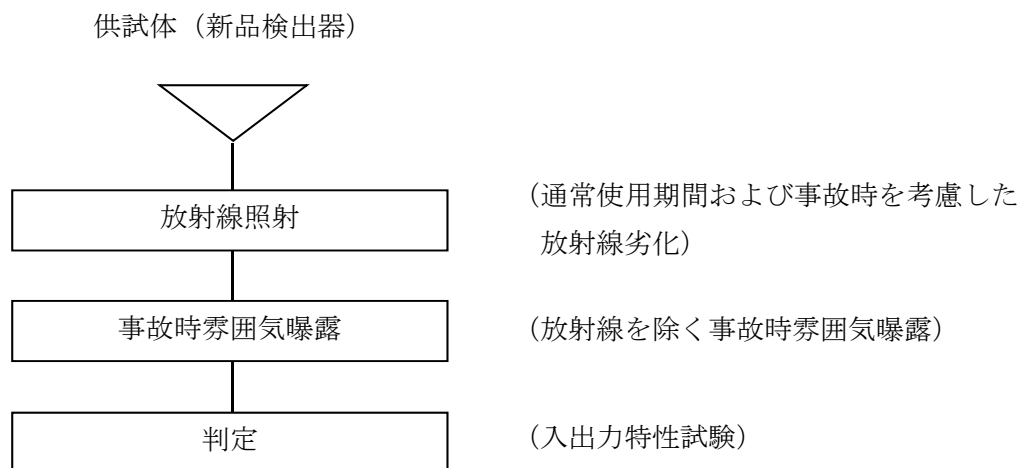


図5 放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順（設計基準事故、重大事故等）

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事故時環境条件を包絡している。

なお、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、重大事故等）

	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 4.5×10^5 Gy（60年間の通常運転時線量約 8.4×10^4 Gy に事故時線量 3.6×10^5 Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：220℃ 最高圧力：約 470kPa 時間：約 180 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(200℃)，最高圧力(6.9kPa)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事故時雰囲気において、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、重大事故等）

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 $1 \times 10^8 \Omega$ 以上であること	良	良
直線性試験	検出器に γ 線を照射した際の実出力電流を測定	各線量率において基準感度の $\pm 20\%$ 以内	良	良
飽和特性試験	検出器に γ 線を照射した際の実出力電流を測定	各印加電圧(600V, 1000V)において電流比 I_{600}/I_{1000} が0.9以上	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

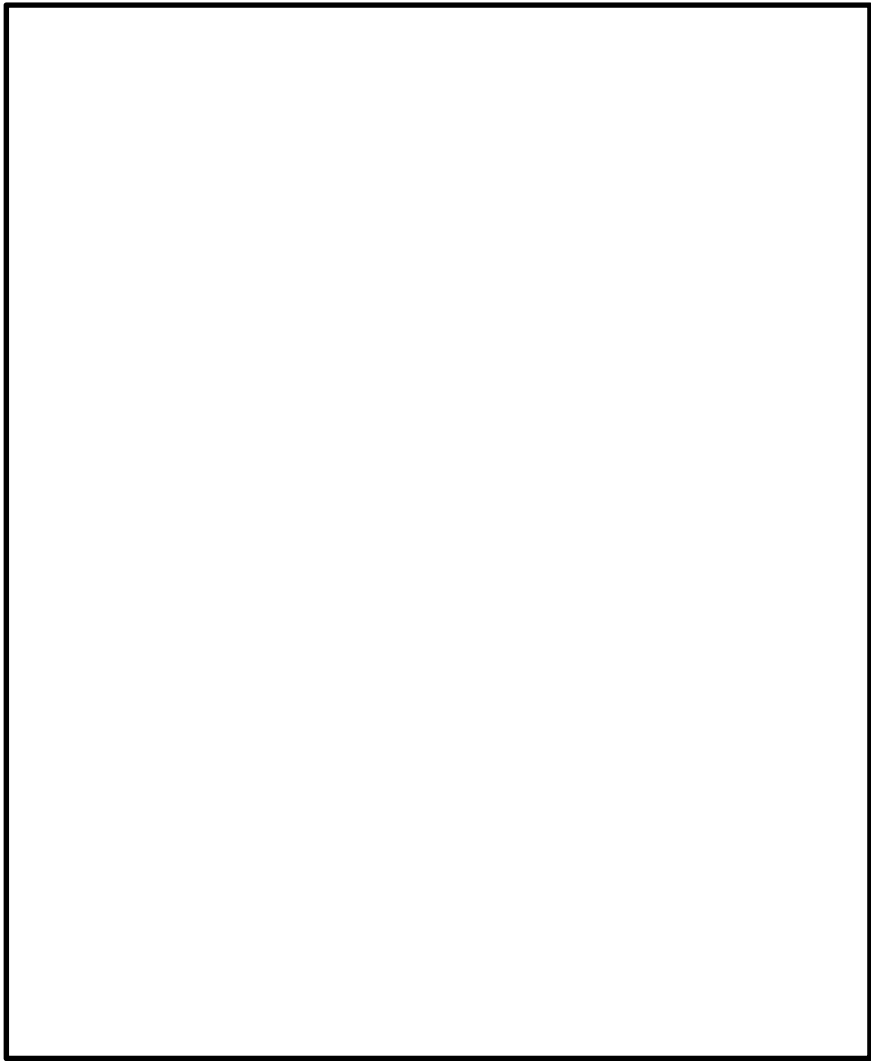
放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

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) 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℃） T2：加速温度 ： 453 K（=180℃） 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／EPRI 文献値） </p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

<p>タイトル</p>	<p>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</p>																
<p>説明</p>	<p>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およびそれら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> <table border="1" data-bbox="421 591 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>事故時雰囲気曝露試験</td> <td></td> <td>964, 119 時間</td> <td>964, 119 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基準事故 ※1</td> <td></td> <td>15, 937 時間</td> <td rowspan="3">18, 459 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>128 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol（エポキシ樹脂／EPRI 文献値）</p> <p>※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</p>		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
	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															



島根 2 号炉 原子炉建物設計基準事故時条件



温度検出器（熱電対式） 事故時雰囲気曝露試験条件

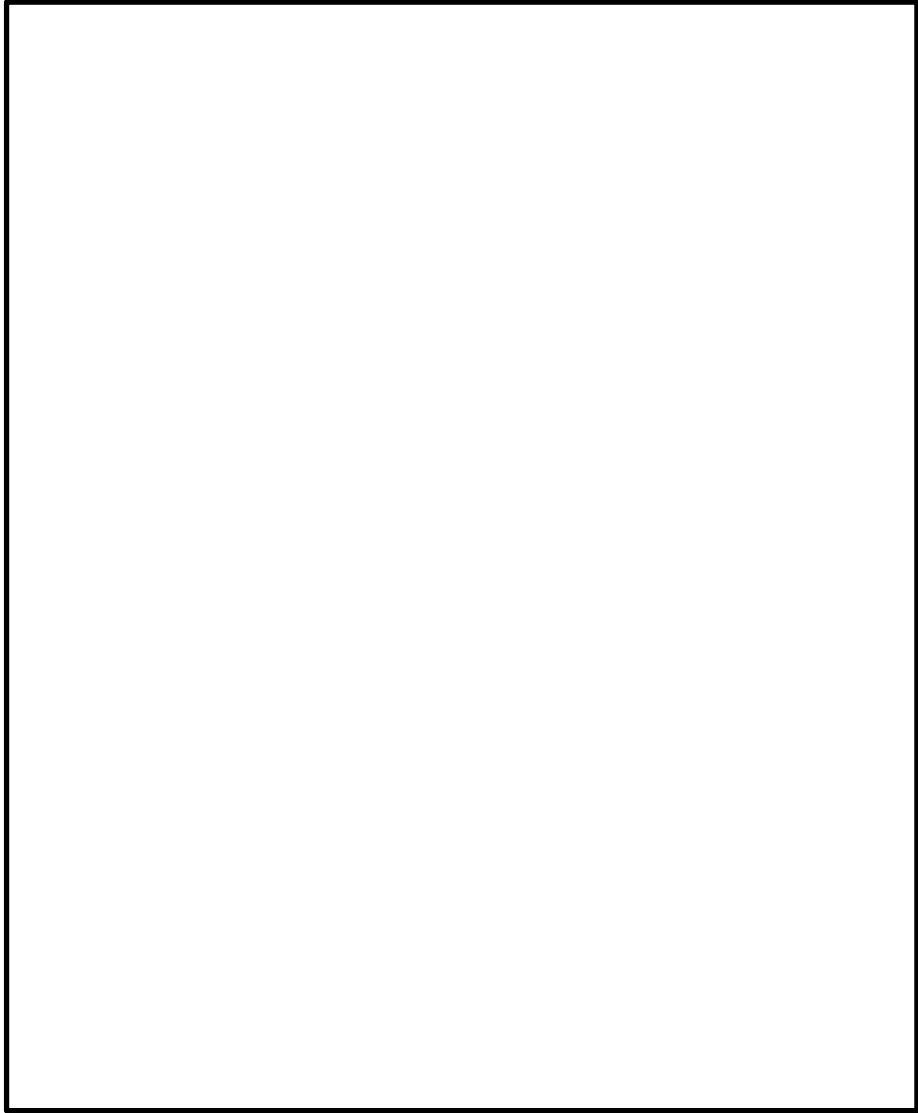
以 上

<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故時雰囲気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</p>												
<p>説明</p>	<p>設計基準事故時雰囲気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。</p> <table border="1" data-bbox="454 542 1369 741"> <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^{-4} Gy/h</td> <td>4.5×10^2 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※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</p> <p>※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</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^{-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	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）											

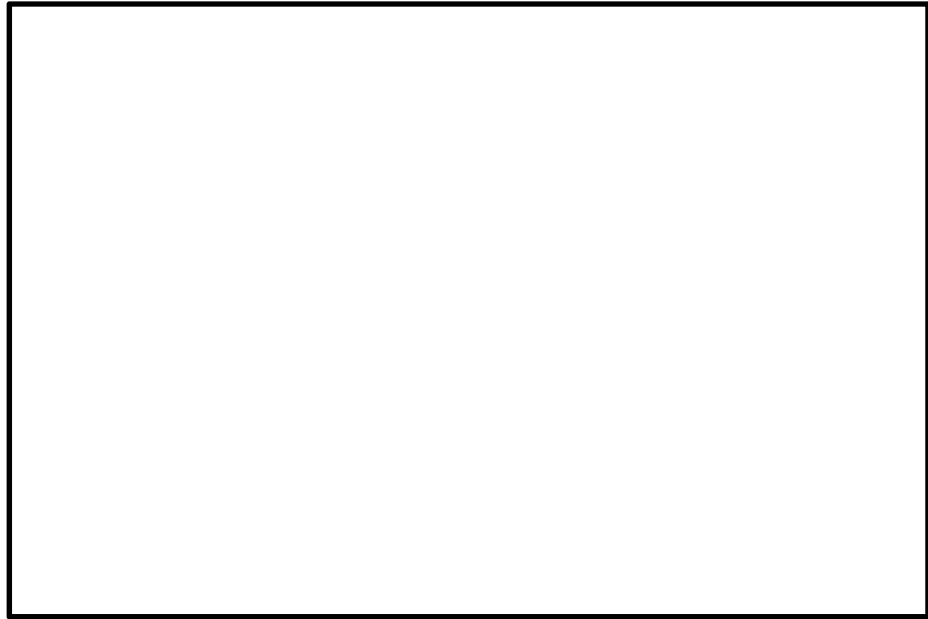
タイトル	計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における評価期間について
説明	<p>計測制御設備（特性変化）の加速熱劣化における実環境年数の算定は有機材料（シール材）の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <p>t1：実環境年数 ：20 年以上（895, 353 時間） t2：加速時間 ：4, 800 時間 T1：実環境温度 ：313 K（=40℃） T2：加速温度 ：368 K（=95℃） R：気体定数 ：1. 98721×10⁻³ kcal/mol・K E：活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol （エチレンプロピレンゴム／推定値）</p> <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> <p>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： <input type="text"/> kcal/mol （エチレンプロピレンゴム／EPRI 文献値）</p>

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>
-----	---

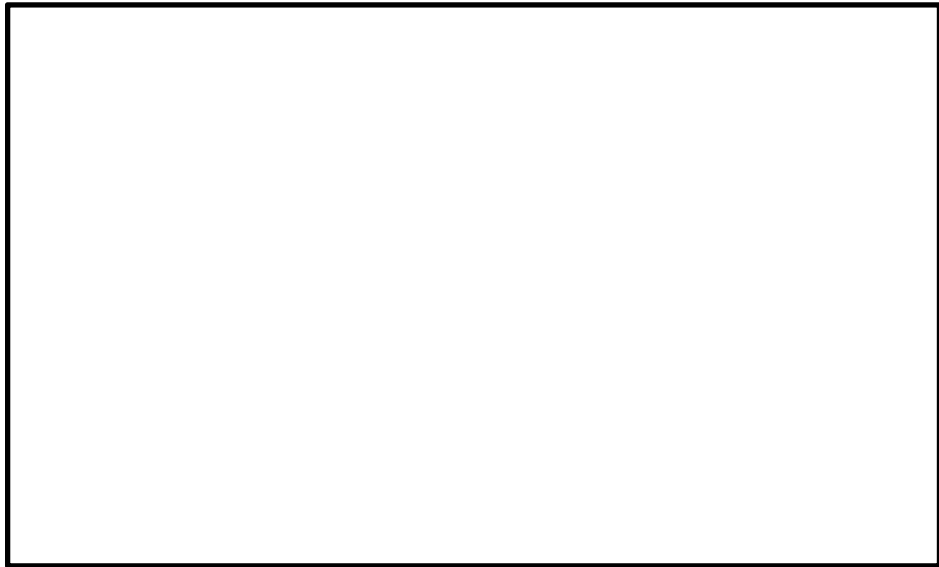
<p>タイトル</p>	<p>計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>																		
<p>説明</p>	<p>計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と事故時条件およびそれらを比較した結果を示す。 事故時雰囲気曝露試験の試験条件は事故時条件を包絡している。</p> <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <table border="1" data-bbox="421 640 1406 936"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>事故時雰囲気曝露試験</td> <td></td> <td>5,182 時間</td> <td>5,182 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td></td> <td>114 時間</td> <td rowspan="2">2,508 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,394 時間</td> </tr> <tr> <td>重大事故等※2</td> <td></td> <td>3,191 時間</td> <td>3,191 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol（エチレンプロピレンゴム／推定値）</p> <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の設計基準事故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の重大事故等時における環境条件設計値</p>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気曝露試験		5,182 時間	5,182 時間	設計基準事故 ※1		114 時間	2,508 時間		2,394 時間	重大事故等※2		3,191 時間	3,191 時間
	条件	66℃換算時間	合計																
事故時雰囲気曝露試験		5,182 時間	5,182 時間																
設計基準事故 ※1		114 時間	2,508 時間																
		2,394 時間																	
重大事故等※2		3,191 時間	3,191 時間																



島根 2 号炉 原子炉建物設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉建物重大事故等時条件



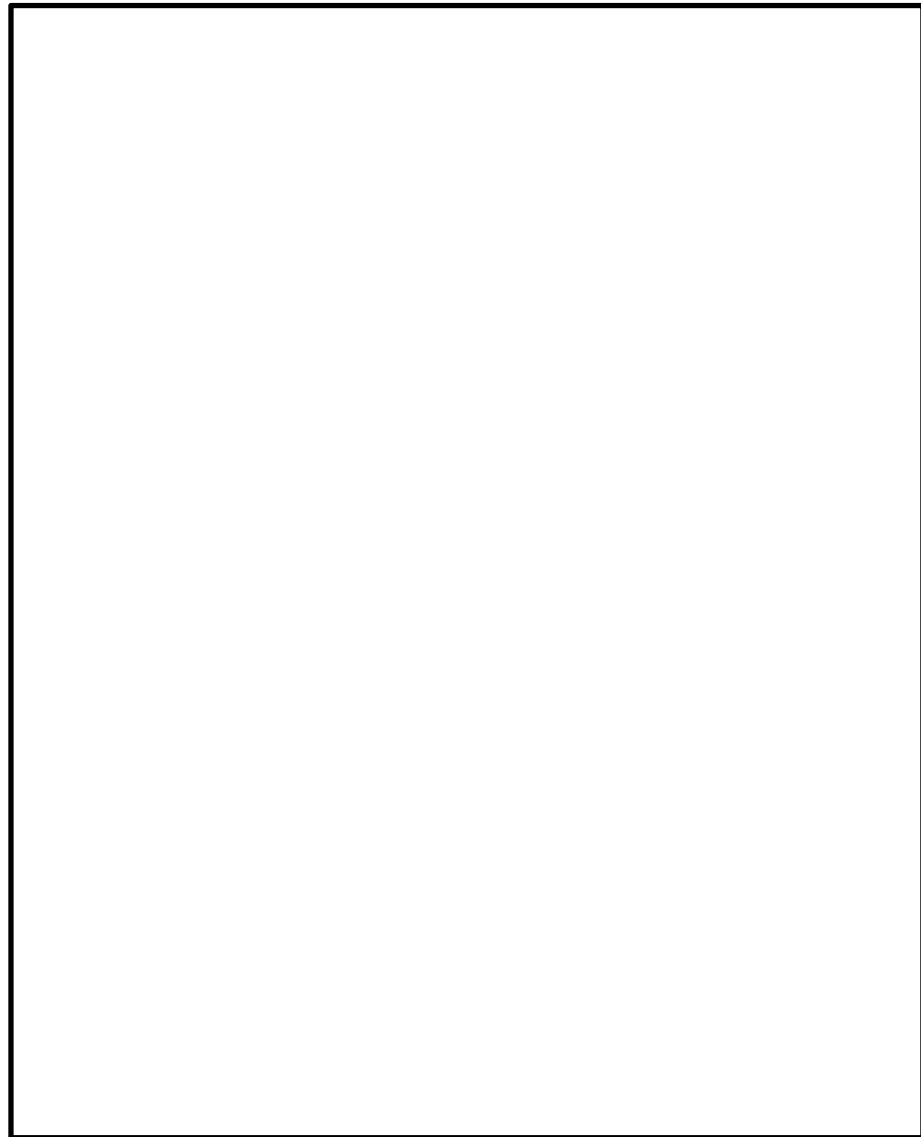
圧力伝送器および差圧伝送器 事故時雰囲気曝露試験条件

②水位検出器（フロート式）

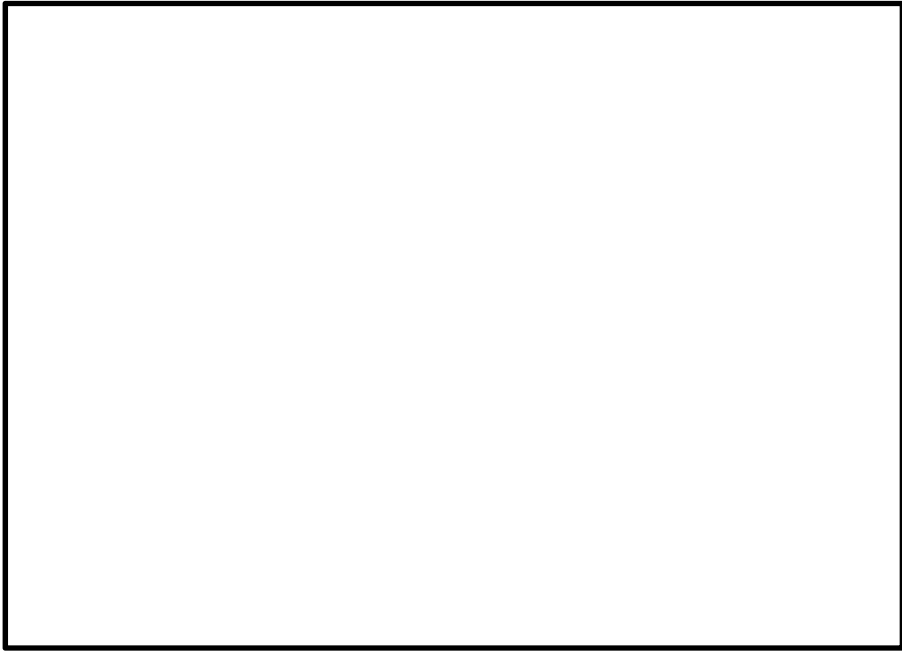
	条件	66℃換算時間 ^{※2}	合計
事故時雰囲気 曝露試験		45 時間	2,484 時間
		6 時間	
		2,433 時間	
設計基準事故 ※1		46 時間	2,440 時間
		2,394 時間	

※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）



島根 2 号炉 原子炉建物設計基準事故時条件



水位検出器（フロート式） 事故時雰囲気曝露試験条件

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	合計
事故時雰囲気曝露試験		2 時間
設計基準事故 ^{※1※3}		1 時間
重大事故等 ^{※2※3}		1 時間

※1：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

※2：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物の重大事故等時における環境条件設計値

※3：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物での事故時における動作要求のある時間

④放射線検出器（イオンチェンバ式）

	条件	合計 ^{※3}
事故時雰囲気曝露試験		180 時間 5 分
設計基準事故 ^{※1※3}		6 時間
重大事故等時 ^{※2}		168 時間

※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）の設置箇所における設計基準事故時の環境条件設計値

※2：放射線検出器（イオンチェンバ式）の設置箇所における重大事故等時の環境条件設計値

※3：機器仕様である °C を超過する時間

以 上

タイトル	事故時雰囲気での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>事故時雰囲気での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 1406 835"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> <th>重大事故等時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> <td>6.9kPa</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> <td>4.7×10^2 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>※3：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重大事故等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 1218 1366 1417"> <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}	重大事故等時 ^{※3}	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa	放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy （最大積算値）	4.7×10^2 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	4.5×10^2 Gy（最大積算値）
	通常運転時 ^{※1}	設計基準事故時 ^{※2}	重大事故等時 ^{※3}																										
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）																										
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa																										
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy （最大積算値）	4.7×10^2 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	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}	重大事故等時 ^{※3}
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	6.2 Gy （最大積算値）	2.8 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

※3：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重大事故等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}	重大事故等時 ^{※3}
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	200℃
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9kPa
放射線	2.7×10^{-4} Gy/h	1.8×10^3 Gy （最大積算値）	3.6×10^5 Gy （最大積算値）

※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）の設置箇所における通常運転時の環境条件設計値

※2：放射線検出器（イオンチェンバ式）の設置箇所における設計基準事故時の環境条件設計値

※3：放射線検出器（イオンチェンバ式）の設置箇所における重大事故等時の環境条件設計値

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	電気設備評価対象機器の製造メーカ，型式等について			
説 明	電気設備の主な技術評価対象機器の代表機器の製造メーカ，型式等を以下に示す。			
	評価設備	代表機器	型式	製造メーカ
	高圧ポンプモータ	残留熱除去ポンプモータ	開放型三相誘導電動機	
	電気ハネトレーション	核計装用電気ハネトレーション	モジュール型	
		高圧動力用電気ハネトレーション		
		高耐熱電気ハネトレーション		
	電動弁駆動部	残留熱除去系炉水入口内側隔離弁用駆動部	SB-4D	
		原子炉隔離時冷却系タービン排気隔離弁用駆動部	SB-00D	
	高圧ケーブル	高圧難燃 CV ケーブル	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	
	低圧ケーブル	KGB ケーブル	シリコンゴム絶縁ガラス編組ケーブル	
		難燃 PN 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ロレンゴムシースケーブル	
		難燃 CV ケーブル	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	
		難燃 FN ケーブル	難燃フロンレックス絶縁 特殊クロロプロレンゴムシースケーブル	
	同軸ケーブル	難燃三重同軸ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁 難燃架橋ポリエチレンシースケーブル	
	ケーブル接続部	端子台接続	TNR	
		直ジョイント接続	—	
		電動弁コネクタ接続	NZD	
		同軸コネクタ接続	LEMO	

以上

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	20 年	原子炉建物内環境温度 40℃のエリアに敷設されている事故時に動作要求の有る圧力伝送器および差圧伝送器。	
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>

電気設備の保全項目，判定基準及び点検頻度

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	潤滑油ユニット(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	
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		1C	
			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	

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
電気へ トレーション	モジュール型核計装用電気へ トレーション	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へ トレーション	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
	モジュール型制御計測用高耐熱電気へ トレーション	シール材および電線	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
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	

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
低圧ケーブル	KGB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
	難燃PNケーブル		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
	難燃CVケーブル		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
	難燃VVケーブル		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
	難燃FNケーブル		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		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
ケーブル接続部	端子台接続(シリアルアライト樹脂)	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	熱収縮チューブ	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
	電動弁コネクタ接続	オス絶縁物 シーリングワッシャー 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(ホリエールエーテルトン)	Oリング(メス側) レセプタクルインシュレータ プラグインシュレータ Oリング(オス側)	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
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	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
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口出線・接続部品	絶縁抵抗測定		5C	
	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	絶縁抵抗測定		2C	
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(測温抵抗体式)	導通試験		1C	
	換気系放射線モニタ計測装置	サンプルポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)	絶縁抵抗測定		1C	
	格納容器水素濃度計測装置		絶縁抵抗測定		1C	
	格納容器酸素濃度計測装置		絶縁抵抗測定		1C	
	格納容器酸素濃度 (SA) 計測装置		絶縁抵抗測定		1C	
ファン	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	絶縁抵抗測定		1C	
空調機	原子炉補機冷却水ポンプ 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	絶縁抵抗測定		2C	
冷凍機	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	
	中央制御室冷凍機の冷却水循環ポンプ		絶縁抵抗測定		1C	

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
非常用ディーゼル機 関付属設備 高圧炉心スプレイ系 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)付属設備のディーゼル燃料移 送ポンプモーター	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	可燃性ガス濃度制御系再結合 装置用電動機(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	
		弁(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	
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	
		ブレーキ電磁コイル	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	
		ブレーキ電磁コイル	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	
原子炉建物燃料取替 階ローアウトハッチ閉止 装置	原子炉建物燃料取替階ローア ウトハッチ閉止装置	固定子コイルおよび口出線・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
高圧閉鎖配電盤	非常用M/C	絶縁操作ロッド [°] , 引外しコイルおよび投入コイル	絶縁抵抗測定		1C	
		支持ポート, 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 絶縁抵抗測定		4C	
動力用変圧器	非常用動力変圧器	コイル	絶縁抵抗測定		1C	
		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	
低圧閉鎖配電盤	非常用L/C	絶縁操作ロッド [°] , 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 絶縁抵抗測定		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	

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
ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電機	固定子コイルおよび口出線・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 絶縁抵抗測定		2C	
ハイトル電源用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 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	コイル(変圧器)	絶縁抵抗測定		1C	
		計器用変圧器	絶縁抵抗測定		1C	
計測用変圧器	計装用変圧器	コイル	絶縁抵抗測定		3C	
		ダクトスペース	絶縁抵抗測定		3C	
		支持碍子	絶縁抵抗測定		3C	
計装用分電盤および配電盤	230V系直流盤	支持碍子	清掃・目視点検 絶縁抵抗測定		3C	

タイトル	電気ペネトレーションおよび電動弁用駆動部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
説明	<p>1) 電気ペネトレーション</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「低圧用および高圧用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」ならびに「高耐熱電気ペネトレーションにおける IEEE Std. 317(1983)の要求事項と長期健全性試験の実施有無」のとおり。</p> <p>2) 電動弁用駆動部</p> <p>電動弁用駆動部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「電動弁用駆動部における IEEE Std. 382-2006 の要求事項と長期健全性試験の実施有無」のとおり。なお、長期健全性試験は主に IEEE Std. 382-1972 を準拠した試験となっているが、一部は IEEE Std. 382-1996 を準拠した試験も取り込んでいる。また、IEEE Std. 382-2006 に規定されている試験内容についても、上記試験が包絡されていることを確認している。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

低圧用および高圧用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 (コア) 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られる。
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>

高耐熱電気ペネトレーションにおける IEEE Std. 317-1983 の要求事項と長期健全性試験の実施有無

No.	IEEE Std. 317-1983		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	6.2.1～6.2.4 及び 6.3.1 初期特性試験	・製造試験に合格していること。	○	—
2	6.2.5 部分放電試験	・中電圧（定格電圧が 1000V 以上）の動力回路の導体は，部分放電（コナ）試験を行うこと。	×	高耐熱電気ペネトレーションは低電圧（定格 600V）の制御計測用回路に対応したものであるため，試験対象外としている。
3	6.2.6 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。	○	—
4	6.2.11 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。
5	6.3.2 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。	○	—
	(2) 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。 ・高耐熱 熱サイクル試験⇒熱放射線同時劣化試験⇒放射線照射試験（事故時）
	(3) 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。	○	
	(4) 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。 ・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。	○	

No.	IEEE Std. 317-1983		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		
6	6.2.7 過負荷電流試験	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	○	—
7	6.2.8 及び 6.3.3 (1) 短絡電流試験	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	○	—
8	6.2.10 及び 6.3.3 (2) 耐震試験	<ul style="list-style-type: none"> 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 ANSI/IEEE Std. 344-1975 (R 1980) 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）に合格するものとする。 	○	—
9	6.3.3 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，導体に定格連続電流を印加するものとする。 試験後，リーク試験に合格するものとする。 試験後，定格短絡電流を印加していない導体は定格電圧に耐えること。 	○	—

電動弁用駆動部における IEEE Std. 382-2006 の要求事項と長期健全性試験の実施有無

No.	IEEE Std. 382-2006		長期健全性試験 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	6.3.2 a) 試験前の検査	<ul style="list-style-type: none"> 次項目に対する試験計画に応じて実施 <ul style="list-style-type: none"> a. 制御装置の設定 b. 留め具の固定具合 c. 原動力の駆動系 d. 試験機器の校正状態 	○	—
2	6.3.2 b) 初期機能試験	<ul style="list-style-type: none"> 初期データについて採取を行うこと。 	○	—
3	6.3.2 c) 通常熱劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> 駆動部性能特性は熱劣化の前後に測定する。 熱劣化分析を行うことにより，劣化時間と温度の試験パラメータを決定する。IEEE 規格 323-2003，IEEE 規格 1205-2000，及び IEEE 規格 101-1987 を指針として参照する。 	○	—
4	6.3.2 d) 通常熱劣化試験後の中間検査	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。 	×	<ul style="list-style-type: none"> 健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
5	6.3.2 e) 通常放射線劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> 設置寿命中に予想される線量に曝すものとする。 	○	—
6	6.3.2 f) 通常放射線劣化試験の中間検査	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。 	×	<ul style="list-style-type: none"> 健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
7	6.3.2 g) 機械劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> アクチュエータは当該の用途に向けての代表的なサイクル数だけ繰り返す。 	○	—

No.	IEEE Std. 382-2006		長期健全性試験 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	6.3.2 h) 機械劣化試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
9	6.3.2 i) 通常加圧サイクル試験	・外部加圧の代表的な回数を駆動部の最大格納容器圧力に曝す。 ・圧力は最大格納容器圧力までゆっくりと高め，一定時間安定を保ち，その後各圧力サイクルについてゆっくりと減圧する。	×	・本試験については，IEEE Std. 382-1996 に準拠し実施した別試験にて健全であることを確認した。 ・当該試験項目の試験条件は，IEEE Std. 382-2006 と相違ないため，健全性は問題ないものと判断する。【別紙 6. 添付 8】
10	6.3.2 j) 通常加圧サイクル試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
11	6.3.2 k) 振動劣化試験	・0.75 G または両振幅で 0.25 G を超えない低周波数で必要な加速度に駆動部を曝し，その周波数を 2 オクターブ/分の速度で，5 Hz から 100 Hz へ，100 Hz から 5 Hz へ掃引させ正弦運動を印加するものとする。 ・各直交軸に沿って 90 分の振動を印加するものとする。 ・15 分毎に模擬負荷を掛けた状態で運転を行うこと。	×	・本試験については，IEEE Std. 382-1996 に準拠し実施した別試験にて健全であることを確認した。 ・当該試験項目の試験条件は，IEEE Std. 382-2006 と相違ないため，健全性は問題ないものと判断する。
12	6.3.2 l) 振動劣化試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・事故時の健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。

No.	IEEE Std. 382-2006		長期健全性試験 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		
13	6.3.2 m) 地震模擬試験	・単周波数試験及び多周波数試験の両方の実施を推奨する。	×	・本試験は，地震振動中及び振動後の運転における検証と考えられる ・JEAG 4623-2008（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）では，地震模擬試験について要求がないため実施していない。
14	6.3.2 n) 地震模擬試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・事故時の健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
15	6.3.2 o) 設計基準事象放射線曝露試験	・駆動部を，設計基準事象中及び設計基準事象以降，安全関連機能を果たす必要がなくなる時まで駆動部が受けると予想される線量に曝すものとする。	○	—
16	6.3.2 p) 設計基準事象放射線曝露試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・事故時の健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。
17	6.3.2 q) 設計基準事象環境試験	・設計基準事象環境の温度，圧力，湿度，またはスプレー環境において運転させることとする。 ・駆動部を定格負荷条件で運転させることとする。	○	—
18	6.3.2 r) 設計基準事象環境試験後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	・事故時の健全性確認が目的であり，中間の機能試験は必ずしも必要ではないため。

タイトル	電気・計装設備の EQ 管理に対する対応について
説明	<p>設計基準対象施設および重大事故等対処設備の EQ 管理については、ケーブル、ケーブル接続部、電気ペネトレーション等、機器それぞれの設置環境と健全性試験結果を基に寿命評価結果等を網羅的にまとめた EQ 管理リストの整備を行っており、実機環境に対して余裕を持った条件での寿命評価を実施している。</p> <p>なお、設計基準対象施設および重大事故等対処設備の EQ 機器のうち、定期取替品としている電気・計装設備の取替管理については、別途定める点検計画にて定める取替周期に従って実施しており、設定周期が上記の機器個別の評価寿命を超過していないことは確認している。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	重大事故等対処設備の事故後 8 日以降の放射線に対する評価について
説明	<p>重大事故等対処設備の耐環境試験条件（740kGy（最大集積線量））は、重大事故等発生後 7 日間の集積線量の解析結果を包括する線量であり、工事計画にて設定している設計条件である。</p> <p>重大事故等時の条件として設定した 7 日間の集積線量の妥当性および重大事故発生から 8 日以降の考え方については、『VI-1-1-7 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書に係る補足説明資料「工事計画に係る補足説明資料（安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書）」のうち添付-12【重大事故等対処設備の事故後 8 日以降の放射線に対する評価について】』に示すとおりである。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

<p>タイトル</p>	<p>原子炉格納容器内の重大事故環境下で機能が要求される計装機器ケーブルについて</p>																																																	
<p>説明</p>	<p>1) 概要</p> <p>NRA 技術報告「重大事故環境下におけるケーブルの絶縁特性の分析 (NTEC-2019-1002)」(以下「NRA 技術報告」という。)において、原子炉格納容器内の重大事故環境を模擬した蒸気曝露試験中のケーブルの絶縁低下が計器誤差に与える影響についての報告されている。</p> <p>NRA 技術報告に対して、ATENA が実機プラントへの影響を調査し、NRA 技術報告内容と事業者試験を踏まえた確認結果を「第 3 回／第 4 回経年劣化管理に係る ATENA との実務レベルの技術的意見交換会 (令和 2 年 5 月 22 日／6 月 1 日)」にて報告している。ATENA の報告書によると、原子炉格納容器内の重大事故環境下で機能が要求される計装機器である熱電対、測温抵抗体、電極式水位計、水位濃度計に対して、MI ケーブルは、ケーブル長約 100m の場合においても、原子炉格納容器内の重大事故環境下で計器誤差に与える影響は小さく、問題ないことが確認されている。</p> <p>ここでは、島根 2 号炉における対象計装機器、ケーブル種別および健全性評価結果を示す。</p> <p>2) 対象計装機器ケーブル種別</p> <p>原子炉格納容器内の重大事故環境下で機能が要求される対象機器およびケーブル種別を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="421 1290 1401 1783"> <thead> <tr> <th>監視パラメータ</th> <th>個数</th> <th>計装機器</th> <th>ケーブル種別</th> <th>ケーブル長 (最大)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉圧力容器温度 (SA)</td> <td>2</td> <td>熱電対</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ドライウェル温度 (SA)</td> <td>7</td> <td>熱電対</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTAL温度 (SA)</td> <td>2</td> <td>熱電対</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTAL水温度 (SA)</td> <td>2</td> <td>熱電対</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>サブレーションチェンバ温度 (SA)</td> <td>2</td> <td>熱電対</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>サブレーションプール水温度 (SA)</td> <td>2</td> <td>測温抵抗体</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ドライウェル水位</td> <td>3</td> <td>電極式水位計</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTAL水位</td> <td>4</td> <td>電極式水位計</td> <td>MI</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>3) 健全性評価結果</p> <p>上記より MI ケーブル長は、最長で「原子炉圧力容器温度 (SA) の約 <input type="text" value="100"/> m であるため、原子炉格納容器内の重大事故環境下で計器誤差に与える影響は小さく、問題ないことを確認した。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>					監視パラメータ	個数	計装機器	ケーブル種別	ケーブル長 (最大)	原子炉圧力容器温度 (SA)	2	熱電対	MI		ドライウェル温度 (SA)	7	熱電対	MI		ペDESTAL温度 (SA)	2	熱電対	MI		ペDESTAL水温度 (SA)	2	熱電対	MI		サブレーションチェンバ温度 (SA)	2	熱電対	MI		サブレーションプール水温度 (SA)	2	測温抵抗体	MI		ドライウェル水位	3	電極式水位計	MI		ペDESTAL水位	4	電極式水位計	MI	
監視パラメータ	個数	計装機器	ケーブル種別	ケーブル長 (最大)																																														
原子炉圧力容器温度 (SA)	2	熱電対	MI																																															
ドライウェル温度 (SA)	7	熱電対	MI																																															
ペDESTAL温度 (SA)	2	熱電対	MI																																															
ペDESTAL水温度 (SA)	2	熱電対	MI																																															
サブレーションチェンバ温度 (SA)	2	熱電対	MI																																															
サブレーションプール水温度 (SA)	2	測温抵抗体	MI																																															
ドライウェル水位	3	電極式水位計	MI																																															
ペDESTAL水位	4	電極式水位計	MI																																															

タイトル	蒸気曝露試験中における課電及び通電の実施状況について
説明	<p>島根原子力発電所 2 号機の高経年化技術評価に用いている電気学会推奨案および ACA ガイドに基づくケーブルの試験一覧（蒸気曝露試験期間中における課電および通電の実施状況）を別紙 8. 8) -2, 3 に示す。</p> <p>電気学会推奨案における蒸気曝露試験期間中の課電および通電の要求は、「蒸気曝露試験期間中にケーブルがその機能を果たしているのを確認すること」が目的である旨の記載がある。</p> <p>課電は、主に絶縁機能を確認することが目的であると考えられる。このため、電気学会推奨案ではケーブルに定格電圧を印加するとされているため、別紙 8. 8) -2 のとおり蒸気曝露試験中の課電を実施している。</p> <p>通電は、主に通電による温度上昇の影響（熱劣化）を確認することが目的である。電気学会推奨案では原則として許容電流を通電するとされているが、使用電流が微弱な計測ケーブルおよび同軸ケーブルは「通電をしなくてもよい」とされているため、同軸ケーブルを除き、別紙 8. 8) -2 のとおり蒸気曝露試験中の通電を実施している。</p> <p>別紙 8. 8) -2 の電気学会推奨案に基づくケーブルの試験一覧において、いずれも電気学会推奨案で規定される必要な課電および通電は実施できている。</p> <p>ACA ガイドにおける蒸気曝露試験期間中の課電の要求については、「蒸気曝露試験期間中にケーブルの機能維持を確認すること」が目的である旨の記載があるため、別紙 8. 8) -3 のとおり蒸気曝露試験中の課電を実施している。</p> <p>通電は、主に通電による温度上昇の影響（熱劣化）を確認することが目的であり、電気学会推奨案と同様に使用電流が微弱な計測ケーブルおよび同軸ケーブルは「通電をしなくてもよい」と考える。なお、動力・制御ケーブルにおいて、接続する機器の負荷電流とこれによる温度上昇が十分小さい場合は、通電による影響（熱劣化）は有意ではないと評価できる。また、その温度上昇が蒸気曝露試験温度のマージンに包絡される場合は、通電をしなくても評価の保守性を担保することができると考える。</p> <p>上記目的のとおり、別紙 8. 8) -3 の ACA ガイドに基づくケーブルの試験一覧において、いずれも ACA ガイドで規定される必要な課電および通電は実施できている。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

電気学会推奨案に基づくケーブルの試験一覧（蒸気曝露試験期間中の課電および通電の実施状況）

別紙 8. 8) -2

No.	分類	名称	絶縁体	用途	対象事故事象	課電電圧		通電電流		出典
1	高圧	高圧難燃 CV ケーブル	架橋ホ [°] リエチレン	動力	設計基準事故/ 重大事故等	○	使用電圧：AC6900V 課電電圧：AC4000V ^{※1}	○	390A	メーカーデータ
2	低圧	KGB ケーブル	シリコンゴム	制御	設計基準事故	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：AC480V ^{※2}	○	41A	メーカーデータ
3	低圧	難燃 PN ケーブル	難燃エチレンプロ ピレンゴム	動力・制 御 ・計測	設計基準事故	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：AC600V ^{※2}	○	23A	メーカーデータ
4	低圧	難燃 CV ケーブル	難燃架橋ホ [°] リ エチレン	動力・制 御 ・計測	設計基準事故/ 重大事故等	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：AC480V ^{※2}	○	31A	メーカーデータ
5	同軸	難燃一重同軸ケーブル	架橋ホ [°] リエチレ ン, 発泡架橋 ホ [°] リエチレン	計測	設計基準事故/ 重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC1500V ^{※3}	—	—	メーカーデータ
6	同軸	難燃二重同軸ケーブル	架橋ホ [°] リエチレ ン, 発泡架橋 ホ [°] リエチレン	計測	設計基準事故/ 重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC1500V ^{※3※4}	—	—	メーカーデータ
7	同軸	難燃三重同軸ケーブル	架橋ホ [°] リエチレ ン, 発泡架橋 ホ [°] リエチレン	計測	設計基準事故/ 重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC1500V ^{※3※4}	—	—	メーカーデータ

※1 使用電圧 6900V において、導体とシールド間に印加される対地電圧 $6900V/\sqrt{3}$ (=3984V) を上回る値として設定した電圧値

※2 使用電圧 460V を上回る値として保守的に設定した電圧値

※3 使用する直流電圧を上回る値として保守的に設定した電圧値

※4 絶縁体が薄いほど保守的な評価となるため、絶縁体が最も薄い難燃一重同軸ケーブルの評価結果に包絡される。

ACA ガイドに基づくケーブルの試験一覧（蒸気曝露試験期間中の課電および通電の実施状況）

別紙 8. 8) -3

No.	分類	名称	絶縁体	用途	対象事故事象	課電電圧		通電電流		出典
						使用電圧	課電電圧	使用電流	課電電流	
1	低圧	KGB ケーブル	シリコンゴム	制御	設計基準事故	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：DC750V ^{※1}	—	— ^{※2}	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-SS レポート）
2	低圧	難燃 PN ケーブル	難燃エチレンプロピレンゴム	動力・制御・計測	設計基準事故	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：DC750V ^{※1}	—	— ^{※2}	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-SS レポート）
3	低圧	難燃 CV ケーブル	難燃架橋ポリエチレン	動力・制御・計測	設計基準事故 ／重大事故等	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：DC750V ^{※1}	—	— ^{※2}	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-SS レポート）
4	低圧	難燃 FN ケーブル	フロンレックス	制御	設計基準事故 ／重大事故等	○	使用電圧：AC460V 課電電圧：AC600V ^{※3}	○	3A	共同研究報告書「BWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II」
5	同軸	難燃一重同軸ケーブル	架橋ポリエチレン、発泡架橋ポリエチレン	計測	設計基準事故 ／重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC600V ^{※4}	—	—	共同研究報告書「ケーブル加速劣化試験データの整備に関する研究（ACA評価ケーブル以外）平成26年度（最終報告書）」
6	同軸	難燃二重同軸ケーブル	架橋ポリエチレン、発泡架橋ポリエチレン	計測	設計基準事故 ／重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC600V ^{※4}	—	—	共同研究報告書「ケーブル加速劣化試験データの整備に関する研究（ACA評価ケーブル以外）平成26年度（最終報告書）」
7	同軸	難燃三重同軸ケーブル	架橋ポリエチレン、発泡架橋ポリエチレン	計測	設計基準事故 ／重大事故等	○	使用電圧：DC350V 課電電圧：AC600V ^{※4}	—	—	共同研究報告書「ケーブル加速劣化試験データの整備に関する研究（ACA評価ケーブル以外）平成26年度（最終報告書）」

※1 課電電圧 DC750V は使用電圧 460V の波高値（ $650.5V (=460\sqrt{2})$ ）以上であり保守的な電圧値。

※2 使用電流による温度上昇値は 1℃程度であり、この温度上昇は蒸気曝露試験に見込んである温度マージンに包絡されている。（別紙 8. 8) -4 参照）

※3 使用電圧 460V を上回る値として保守的に設定した電圧値

※4 使用する直流電圧を上回る値として保守的に設定した電圧値

KGB ケーブル，難燃 PN ケーブルおよび難燃 CV ケーブルの通電による温度上昇評価

1) 温度上昇の計算式

$$\Delta T = T_1 - T_0 = n \times r \times R_{th} \times I^2$$

T_1 : 導体温度 [°C]

T_0 : 周囲温度 [°C]

ΔT : ケーブル通電による温度上昇値 [°C] ($=T_1-T_0$)

I : 通電電流 [A] : 3 [A]

電気学会推奨案にて制御ケーブルの使用電流として示される電流値。

n : ケーブル線芯数 : 3

r : 導体抵抗 [Ω/cm]

KGB ケーブル : 1.6×10^{-4} [Ω/cm]

難燃 PN ケーブル : 1.25×10^{-4} [Ω/cm]

難燃 CV ケーブル : 1.2×10^{-4} [Ω/cm]

R_{th} : ケーブル全熱抵抗 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]

KGB ケーブル : 260.8 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]

難燃 PN ケーブル : 228.7 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]

難燃 CV ケーブル : 237.9 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]

2) ケーブルの温度上昇値

KGB ケーブル : $\Delta T = 1.13^{\circ}C$

難燃 PN ケーブル : $\Delta T = 0.77^{\circ}C$

難燃 CV ケーブル : $\Delta T = 0.77^{\circ}C$

以 上

タイトル	難燃 F N ケーブルの長期健全性評価における等価損傷線量データの重ね合わせ手法の簡易手法の適用について
説明	<p>島根原子力発電所 2 号機の難燃 F N ケーブルの長期健全性評価において、等価損傷線量データの重ね合わせ手法の簡易手法を適用した評価（以下、等価損傷簡易手法）について、考え方を以下に示す。</p> <p>【等価損傷簡易手法の適用性】</p> <p>難燃 F N ケーブルの絶縁体材料はフロンレックスであり、「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド」(JNES-RE-2013-2049)に記載されていない材料であるが、以下の加速倍率$a = \frac{t_{real}}{t_{acc}}$の算出式のうち、$\tan \theta$ 値を設定することができれば、等価損傷簡易手法を適用できる。</p> <p>実機条件（温度・線量率）に対する試験条件の加速倍率$a = \frac{t_{real}}{t_{acc}}$の算出式を以下に示す。</p> $a = \left[\exp \left\{ \frac{E}{R} \left(\frac{1}{273 + T_{real}} - \frac{1}{273 + T_{acc}} \right) \right\} \right]^{\tan \theta} \times \left(\frac{D_{acc}}{D_{real}} \right)^{(1 - \tan \theta)}$ <p>a : 加速倍率 t_{real} : 実環境年数 t_{acc} : 加速時間 T_{real} : 実環境温度 T_{acc} : 加速温度 D_{real} : 実線量率 D_{acc} : 加速線量率 R : 気体定数 E : 活性化エネルギー θ : 等価損傷線量と線量率の傾き</p> <p>【$\tan \theta$ 値の設定値】</p> <p>$\tan \theta$ 値は、劣化における放射線の寄与によって異なり、材料の種類によって異なると考えられ、放射線劣化が支配的になるほど $\tan \theta$ 値は 0 に近づく値となるため、「BWR における過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II」では、材料の劣化が放射線劣化と熱劣化でどちらが支配的であるかを判断して、$\tan \theta$ 値を設定している。</p> <p>難燃 F N ケーブルで使用しているフロンレックスは耐熱性が 200～250℃と高く、また耐放射線性も 10～100MGy まで対応でき、耐熱性および耐放射線性ともに非常に優れており、熱劣化と放射線劣化では有意な差はないと考えられるため、$\tan \theta$ 値は中間値である 0.5 とした。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	長期施設管理方針としている難燃 PN ケーブルの実施状況について				
説明	<p>島根原子力発電所 2 号機の長期施設管理方針としている難燃 PN ケーブルの取替または再評価の実施状況について、対応方針と進捗状況を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="437 573 1385 848"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 573 1206 622">施設管理の項目</th> <th data-bbox="1206 573 1385 622">実施時期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 622 1206 848"> 事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル[*]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。 [*]：難燃 PN ケーブル </td> <td data-bbox="1206 622 1385 848">中長期^{※1}</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：平成 31 年 2 月 10 日から 10 年間</p> <p>(対応方針)</p> <p>原子炉格納容器内の設計基準事故時環境下で機能が要求される難燃 PN ケーブルは全て新品の難燃 PN ケーブルに取替える。</p> <p>なお、再評価（耐環境試験）の実施を検討していたが、耐環境試験は、試験期間を要することや、試験から有用な情報を入手できない可能性があるため、一式取替の方針とした。</p> <p>(進捗状況)</p> <p>現在取替中であり、再稼働までに全て新品の難燃 PN ケーブルおよび難燃 FN ケーブルに取替えを実施する。</p> <p>(参考)</p> <p>原子炉格納容器内の難燃 PN ケーブルのうち、重大事故等時環境下で機能が要求されるケーブルは、健全性を確認した難燃 FN ケーブルに取替を行い、原子炉格納容器外の難燃 PN ケーブルは、60 年以上の評価寿命を有しているため、取替えを行わず継続して使用する。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	施設管理の項目	実施時期	事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル [*] 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。 [*] ：難燃 PN ケーブル	中長期 ^{※1}
施設管理の項目	実施時期				
事故時雰囲気内で機能要求されるケーブル [*] 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。 [*] ：難燃 PN ケーブル	中長期 ^{※1}				

別紙 9. 電気ペネトレーションの評価について

1. 電気ペネトレーションの技術評価

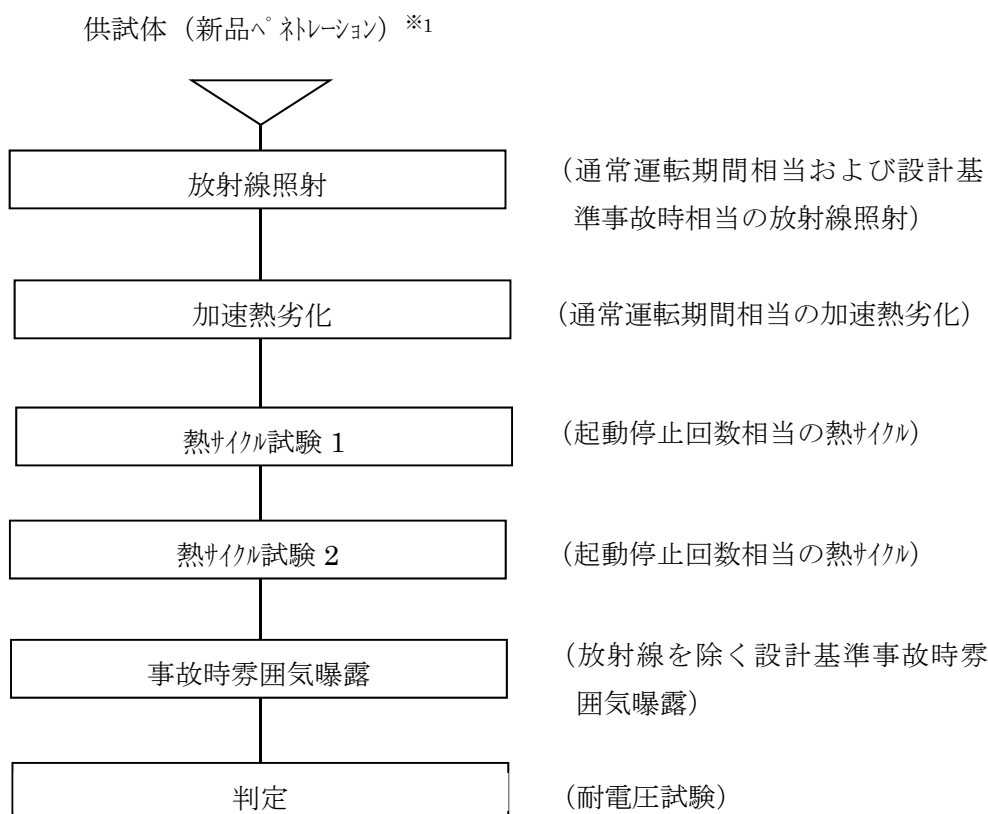
(1) 高圧動力用電気ペネトレーションの評価

1) 高圧動力用電気ペネトレーションの健全性の評価

a. 評価手順

高圧動力用電気ペネトレーションの絶縁特性低下については、長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法が IEEE Std. 317 (1976) , 323 (1974) および 383 (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評価する。

高圧動力用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順を図 1 に示す。



※1 : 供試体は、島根原子力発電所 2 号炉で使用している高圧動力用電気ペネトレーションと同等のもの

図 1 高圧動力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)

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。

高圧動力用電気ペネトレーションの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧動力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）

	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	125℃×228日間	島根2号炉の通常運転時周囲温度最高値（50℃）に通電温度上昇を考慮した温度（55℃）に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙9. 添付-1）参照】
放射線照射	放射線照射線量 5.2×10 ⁵ 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に設計基準事故時線量1.9×10 ⁴ Gy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：0.427 MPa 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℃），最高圧力（0.427 MPa）を包絡する。 【別紙9. 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、高圧動力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。

高圧動力用電気ペネトレーションの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧動力用電気ペネトレーションの長期健全性試験結果（設計基準事故）

試験内容	判定基準 ^{*1}	結果
交流電圧7,920 Vを5分間印加	絶縁破壊しないこと	良

2) 現状保全

高圧動力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。

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。

3) 総合評価

高圧動力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

シール材および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。

(2) 高耐熱電気ペネトレーションの評価

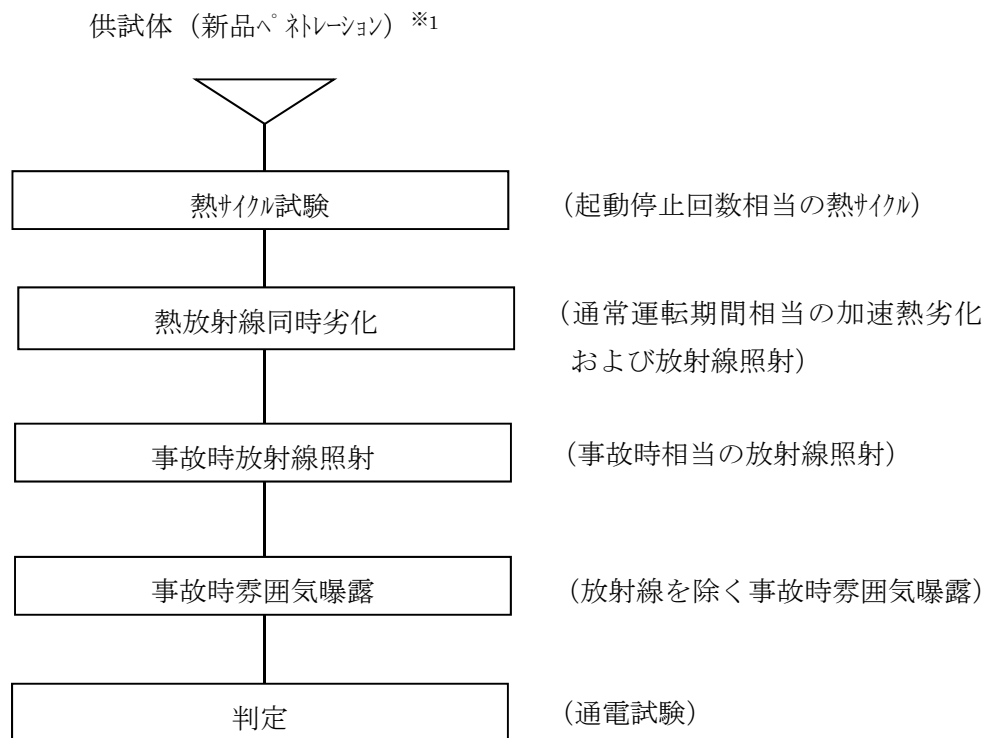
1) 高耐熱電気ペネトレーションの健全性の評価

a. 評価手順

モジュール型制御計測用高耐熱電気ペネトレーションの絶縁特性低下については、長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法がIEEE Std. 317 (1983) , 323 (1974) および383 (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評価する。

また、重大事故等時雰囲気内において信号伝達が求められることから、長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内での健全性を評価する。

高耐熱電気ペネトレーションの長期健全性試験手順を図2に示す。



※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している高耐熱電気ペネトレーションと同等のもの

図2 高耐熱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，重大事故等）

b. 試験条件

試験条件は、30年間の通常運転期間および事故時雰囲気を想定した条件を包絡している。

高耐熱電気ペネトレーションの長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 高耐熱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，重大事故等）

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10°C⇔66°C 175 サイクル -28°C⇔66°C 5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。
熱放射線同時劣化	加速熱劣化 130°C×27 日間 放射線照射線量 6.4×10 ⁴ Gy	島根2号炉の通常運転時周囲温度最高値（50°C）に対して、30年間の運転期間を包絡する。 また、島根2号炉で想定される30年間の通常運転時線量0.9×10 ⁴ Gyを包絡する。 【別紙9. 添付-1）参照】
事故時放射線照射	8.0×10 ⁵ Gy	島根2号炉で想定される事故時線量3.6×10 ⁵ Gyを包括する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：240°C 最高圧力：0.854MPa 曝露時間：13日間	島根2号炉の事故時の最高温度（178°C），最高圧力（0.853 MPa）を包絡する。 【別紙9. 添付-2）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、30年間の通常運転期間および事故時環境条件において、高耐熱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。

また、事故時環境において動作要求のあるモジュール型制御計測用高耐熱電気ペネトレーションについては、運転開始後34年目に設置予定である。

よって、モジュール型制御計測用高耐熱電気ペネトレーションは、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できるものと評価できる。

高耐熱電気ペネトレーションの長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 高耐熱電気ペネトレーションの長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

試験内容	判定基準*1	結果
14Aを10秒間印加 79Aを2秒間印加	絶縁破壊しないこと 異常のないこと	良

2) 現状保全

高耐熱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、健全性を確認することとしている。

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。

3) 総合評価

高耐熱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

シール材および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。

2. 添付資料

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 事故時雰囲気で機能要求のある電気ペネトレーションの環境条件について
- 4) 各電気ペネトレーションにおける長期健全性試験の判定試験の違いについて
- 5) 高圧動力用電気ペネトレーションの接続機器等について

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>高圧動力用電気ペネトレーションの加速熱劣化における実環境年数の算定は高圧動力用電気ペネトレーション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> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①高圧動力用電気ペネトレーション</p> <p>t1：実環境年数 ：60 年以上 (<input type="text"/> 時間)</p> <p>t2：加速時間 ：5472 時間</p> <p>T1：実環境温度 ：328 K (=55℃)</p> <p>T2：加速温度 ：398 K (=125℃)</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 (エチレンプロピレンゴム/推定値^{※1})</p> <p>※1：活性化エネルギー取得試験の結果を踏まえ試験データから推定した値</p>

高耐熱電気ペネトレーションの加速熱劣化における実環境年数の算定は高耐熱電気ペネトレーションの有機材料の活性化エネルギーを用いて等価損傷簡易手法により算出している。

$$a = \frac{t_1}{t_2} \text{とすると}$$

$$a = \left[\exp \left\{ \frac{E}{R} \left(\frac{1}{273 + T_1} - \frac{1}{273 + T_2} \right) \right\} \times \frac{D_1}{D_2} \right]^{\tan \theta} \times \left(\frac{D_2}{D_1} \right)$$

a : 加速倍率

t₁ : 実環境年数

t₂ : 加速時間

T₁ : 実環境温度

T₂ : 加速温度

D₁ : 実線量率

D₂ : 加速線量率

R : 気体定数

E : 活性化エネルギー

θ : 等価損傷線量と線量率の傾き

①高耐熱電気ペネトレーション

t₁ : 実環境年数 : 30 年以上 (時間)

t₂ : 加速時間 : 635 時間

T₁ : 実環境温度 : 323 K (=50 °C)

T₂ : 加速温度 : 403 K (=130 °C)

D₁ : 実線量率 : 0.033Gy/h

D₂ : 加速線量率 : 100 Gy/h

R : 気体定数 : 1.9859 × 10⁻³ kcal/mol · K

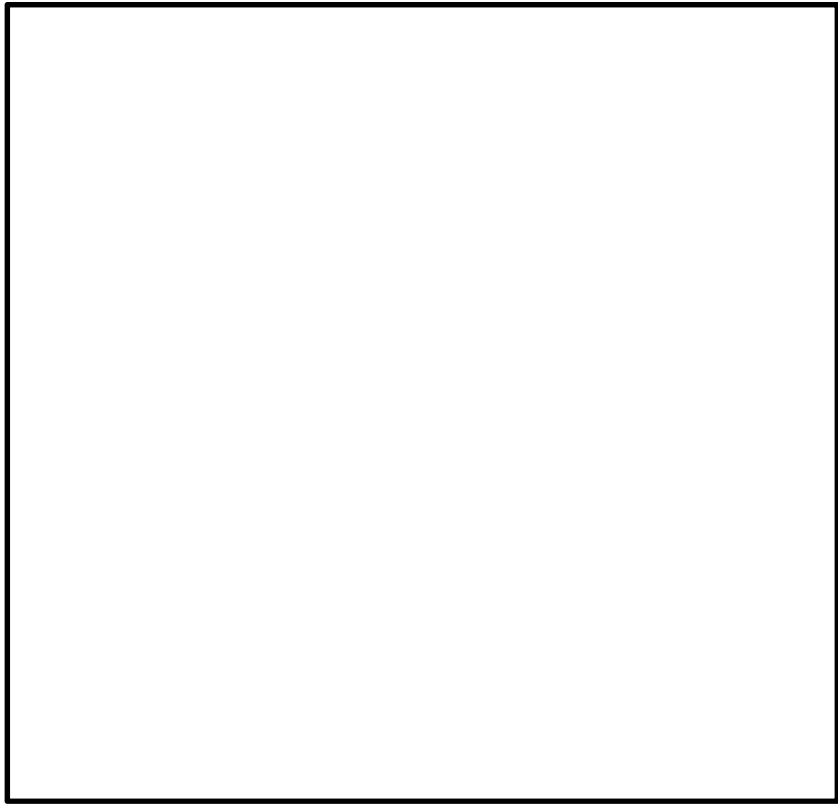
E : 活性化エネルギー^{※1} : kcal/mol

(エポキシ樹脂/メーカー提示値)

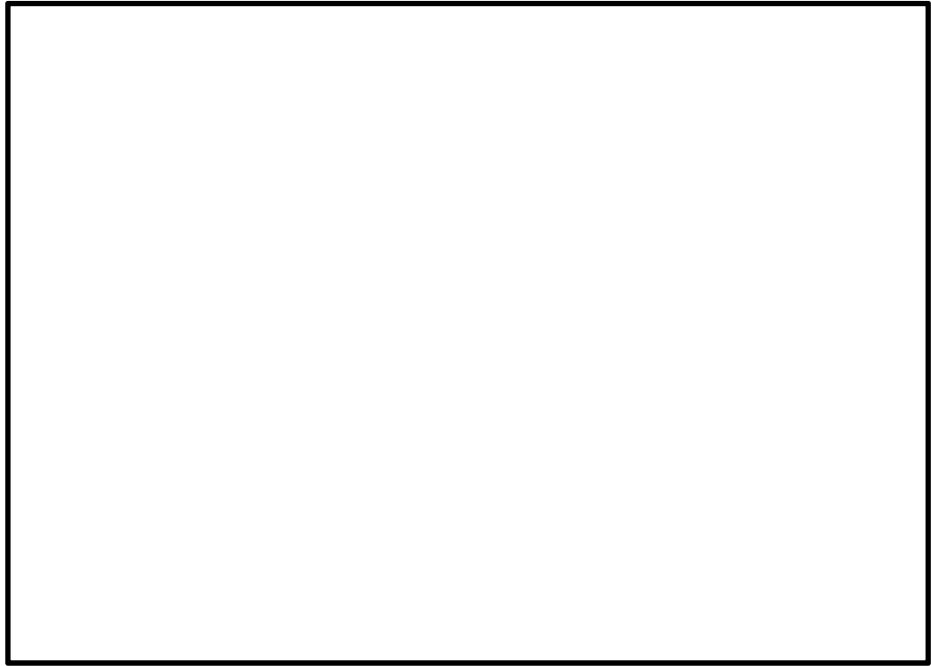
tan θ : 0.5

以 上

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>電気ペネトレーション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事故時条件およびそれらと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事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 高圧動力用電気ペネトレーション</p> <table border="1" data-bbox="411 629 1380 974"> <thead> <tr> <th data-bbox="411 629 647 678"></th> <th data-bbox="647 629 906 678">条件</th> <th data-bbox="906 629 1139 678">66°C換算時間</th> <th data-bbox="1139 629 1380 678">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="411 678 647 779" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="647 678 906 728"></td> <td data-bbox="906 678 1139 728">13, 113 時間</td> <td data-bbox="1139 678 1380 728" rowspan="2">36, 101 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="647 728 906 779"></td> <td data-bbox="906 728 1139 779">22, 988 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 779 647 974" rowspan="4">設計基準事故※¹</td> <td data-bbox="647 779 906 828"></td> <td data-bbox="906 779 1139 828">4, 372 時間</td> <td data-bbox="1139 779 1380 974" rowspan="4">33, 111 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="647 828 906 878"></td> <td data-bbox="906 828 1139 878">2, 406 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="647 878 906 927"></td> <td data-bbox="906 878 1139 927">1, 419 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="647 927 906 974"></td> <td data-bbox="906 927 1139 974">24, 914 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー [] kcal/mol (エチレンプロピレンゴム/推定値※²)</p> <p>※1: 設計基準事故時における高圧動力用電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2: 活性化エネルギー取得試験の結果を踏まえ試験データから推定した値</p>		条件	66°C換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		13, 113 時間	36, 101 時間		22, 988 時間	設計基準事故※ ¹		4, 372 時間	33, 111 時間		2, 406 時間		1, 419 時間		24, 914 時間
	条件	66°C換算時間	合計																		
事故時雰囲気 曝露試験		13, 113 時間	36, 101 時間																		
		22, 988 時間																			
設計基準事故※ ¹		4, 372 時間	33, 111 時間																		
		2, 406 時間																			
		1, 419 時間																			
		24, 914 時間																			



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



高圧動力用電気ペネトレーション 事故時雰囲気曝露試験条件

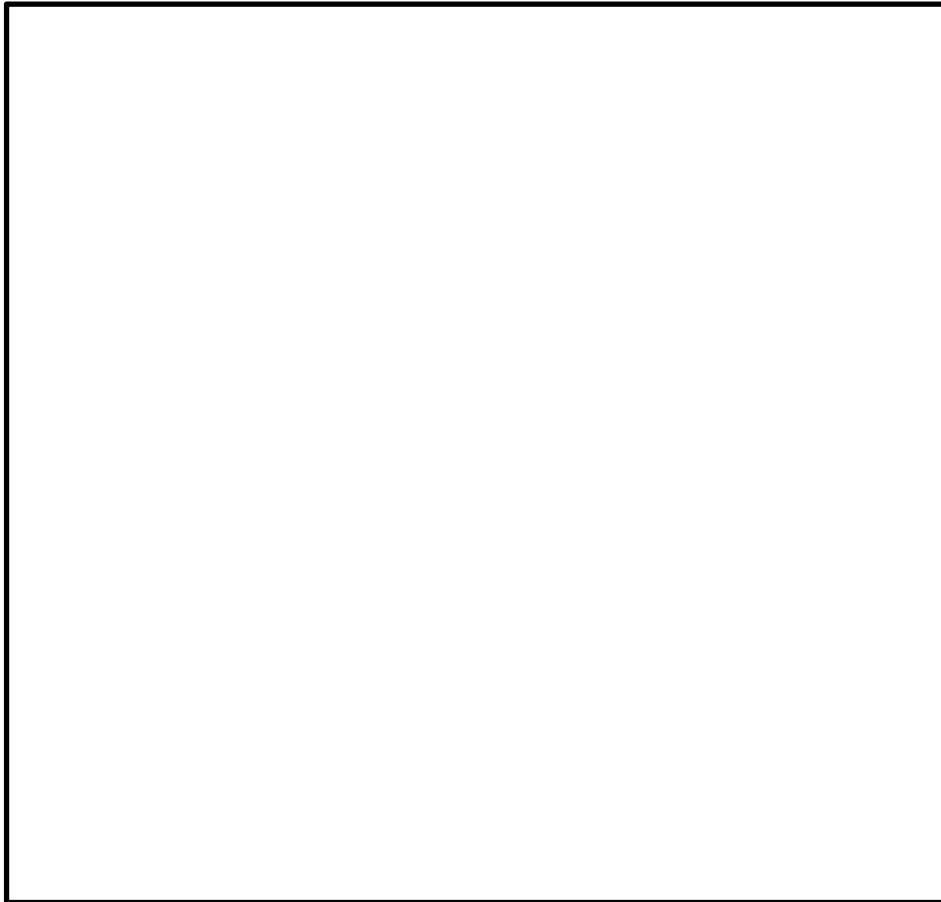
b. 高耐熱電気ペネトレーション

	条件	94°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験条件		404 時間	79,395 時間
		78,050 時間	
		941 時間	
設計基準 事故時条件*1		348 時間	3,046 時間
		196 時間	
		126 時間	
		2,376 時間	
重大事故等時 条件*2		1,754 時間	14,259 時間
		3,633 時間	
		2,141 時間	
		6,731 時間	

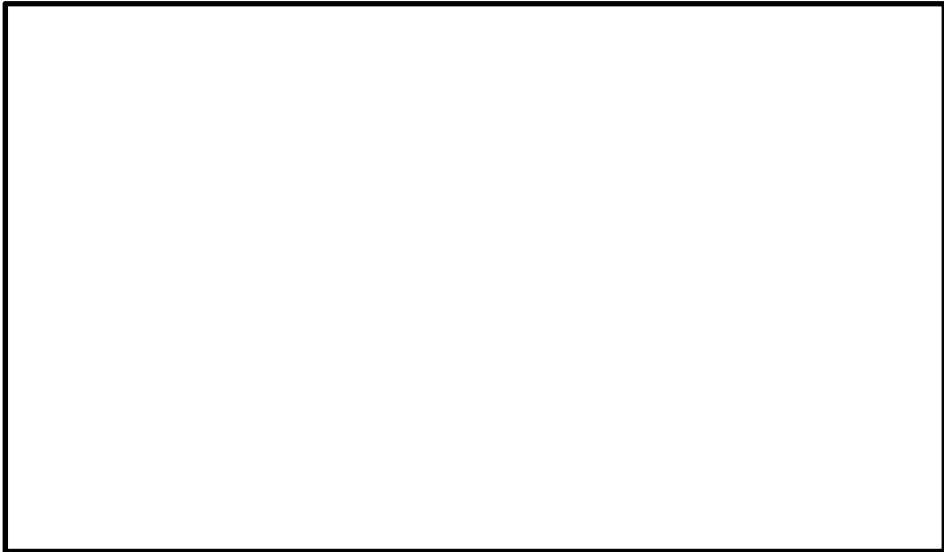
活性化エネルギー： kcal/mol (エポキシ樹脂/メーカー提示値)

※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

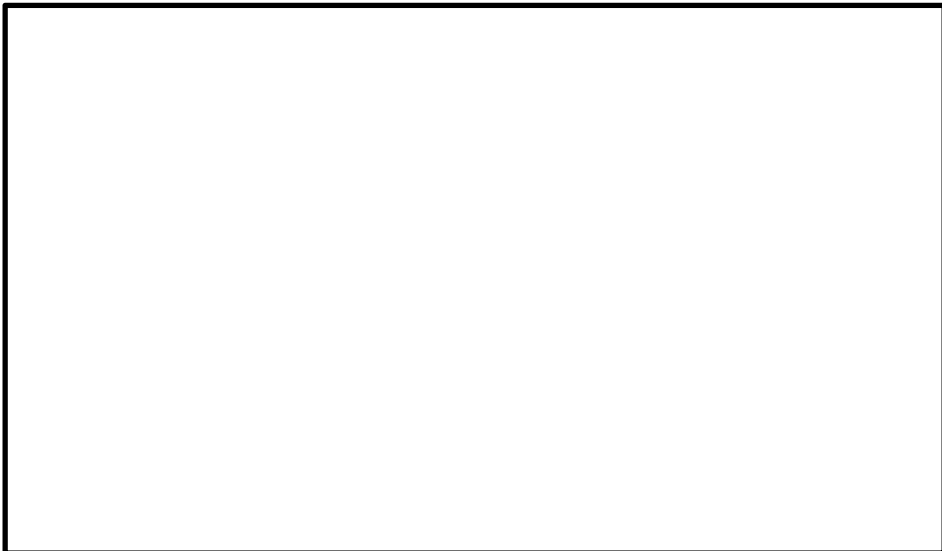
※2：重大事故等時における原子炉格納容器内（電気ペネトレーション部）の環境条件設計値



島根 2 号炉 原子炉格納容器内設計基準事故時条件



島根 2 号炉 原子炉格納容器内（電気ペネトレーション部）
設計基準事故時条件



高耐熱電気ペネトレーション 事故時雰囲気曝露試験条件
以 上

タイトル	事故時雰囲気での機能要求のある電気ペネトレーションの環境条件について																													
説 明	<p>事故時雰囲気での機能要求のある電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p>																													
	<p>a. 高圧動力用電気ペネトレーション</p> <table border="1" data-bbox="461 589 1291 835"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時</th> <th>設計基準事故時^{※3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃ (最高) ^{※1}</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>0.014 MPa^{※2}</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>3.3×10^{-2} Gy/h^{※1}</td> <td>1.9×10^4 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <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: 通常運転時における高圧動力用電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件設計値 ※3: 設計基準事故時における高圧動力用電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 高耐熱電気ペネトレーション</p> <table border="1" data-bbox="461 1216 1390 1462"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時</th> <th>設計基準事故時^{※3}</th> <th>重大事故等時^{※4}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃ (最高) ^{※1}</td> <td>171℃ (最高)</td> <td>178℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>0.014 MPa^{※2}</td> <td>0.427 MPa</td> <td>0.853MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>3.3×10^{-2} Gy/h^{※1}</td> <td>1.9×10^4 Gy (最大積算値)</td> <td>3.6×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <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: 通常運転時における高耐熱電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件設計値 ※3: 設計基準事故時における高耐熱電気ペネトレーションの敷設箇所の環境条件設計値 ※4: 重大事故等時における高耐熱電気ペネトレーションの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	設計基準事故時 ^{※3}	周囲温度	50℃ (最高) ^{※1}	171℃ (最高)	最高圧力	0.014 MPa ^{※2}	0.427 MPa	放射線	3.3×10^{-2} Gy/h ^{※1}	1.9×10^4 Gy (最大積算値)		通常運転時	設計基準事故時 ^{※3}	重大事故等時 ^{※4}	周囲温度	50℃ (最高) ^{※1}	171℃ (最高)	178℃ (最高)	最高圧力	0.014 MPa ^{※2}	0.427 MPa	0.853MPa	放射線	3.3×10^{-2} Gy/h ^{※1}	1.9×10^4 Gy (最大積算値)
	通常運転時	設計基準事故時 ^{※3}																												
周囲温度	50℃ (最高) ^{※1}	171℃ (最高)																												
最高圧力	0.014 MPa ^{※2}	0.427 MPa																												
放射線	3.3×10^{-2} Gy/h ^{※1}	1.9×10^4 Gy (最大積算値)																												
	通常運転時	設計基準事故時 ^{※3}	重大事故等時 ^{※4}																											
周囲温度	50℃ (最高) ^{※1}	171℃ (最高)	178℃ (最高)																											
最高圧力	0.014 MPa ^{※2}	0.427 MPa	0.853MPa																											
放射線	3.3×10^{-2} Gy/h ^{※1}	1.9×10^4 Gy (最大積算値)	3.6×10^5 Gy (最大積算値)																											

タイトル	各電気ペネトレーションにおける長期健全性試験の判定試験の違いについて								
説明	<p>各電気ペネトレーションの長期健全性判定試験は下記のとおり実施している。</p> <table border="1" data-bbox="448 539 1385 689"> <thead> <tr> <th>対象設備</th> <th>試験内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>核計装用電気ペネトレーション</td> <td>耐電圧試験</td> </tr> <tr> <td>高圧動力用電気ペネトレーション</td> <td>耐電圧試験</td> </tr> <tr> <td>制御計測用高耐熱電気ペネトレーション</td> <td>通電試験</td> </tr> </tbody> </table> <p>核計装用電気ペネトレーションおよび高圧動力用電気ペネトレーションは、従来からプラントに設置されている設備であるが、制御計測用高耐熱電気ペネトレーションは新規開発品である。</p> <p>電気ペネトレーションの適用規格（IEEE-317）の判定基準は、「従来品の健全性試験に対しては、定格電圧に耐えることができること。」、「新規開発品の健全性試験に対しては、短絡電流を印加した通電に耐えることができること。」と規定されている。</p> <p>適用規格に従い、従来からプラントに設置されている設備である核計装用電気ペネトレーションおよび高圧動力用電気ペネトレーションに対する長期健全性試験については、耐電圧試験を実施している。</p> <p>一方、新規開発品である制御計測用高耐熱電気ペネトレーションに対する長期健全性試験については、短絡電流を印加した通電試験を実施している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	対象設備	試験内容	核計装用電気ペネトレーション	耐電圧試験	高圧動力用電気ペネトレーション	耐電圧試験	制御計測用高耐熱電気ペネトレーション	通電試験
対象設備	試験内容								
核計装用電気ペネトレーション	耐電圧試験								
高圧動力用電気ペネトレーション	耐電圧試験								
制御計測用高耐熱電気ペネトレーション	通電試験								

タイトル	高圧動力用電気ペネトレーションの接続機器等について
説明	<p>高圧動力用電気ペネトレーションの接続機器等については、下記のとおりである。</p> <p>【原子炉格納容器内の接続機器】 原子炉再循環ポンプモータ</p> <p>【原子炉格納容器内の接続ケーブル】 6600V 架橋ポリエチレン絶縁難燃性特殊耐熱ビニルシース電力ケーブル (高圧難燃 CV ケーブル)</p> <p>【定格電圧／使用電圧】 6600V／5000V</p> <p>【設計基準事故時の電氣的機能の使命期間】 無し（原子炉再循環ポンプモータは、事故時に安全機能としての運転要求が無いため）</p> <p>原子炉再循環ポンプモータは、事故時に安全機能としての運転要求が無いことから、高圧動力用電気ペネトレーションは事故時雰囲気曝露試験中の課電状態を模擬する試験については実施していない。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

別紙 10. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の評価
について

1. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の技術評価

(1) 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の評価

1) 電動駆動部の健全性の評価

a. 評価手順

電動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 (1996) , 323 (2016) 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重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

電動駆動部の長期健全性試験手順を図1に示す。

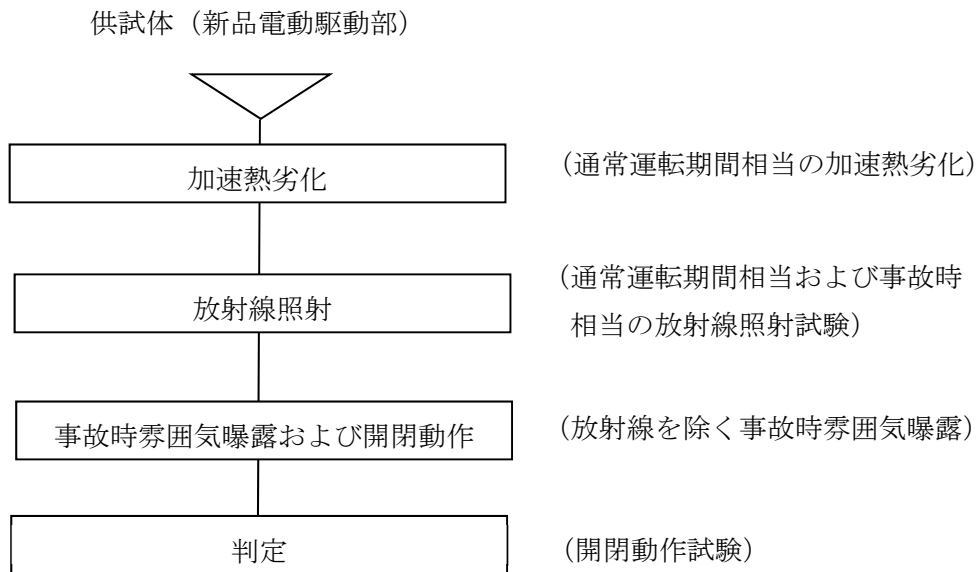


図1 電動駆動部の長期健全性試験手順（重大事故等時）

b. 試験条件

試験条件は、60年間の通常運転および事故時雰囲気を想定した条件を包絡している。
電動駆動部の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 電動駆動部の長期健全性試験条件（重大事故等時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	104℃×600時間	燃料取替階（原子炉建物内）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10. 添付-1）参照】
放射線照射	2.4×10^6 Gy	島根2号炉で想定される線量約 4.8×10^2 Gy（60年間の通常運転期間約5.3 Gyに事故時線量 4.7×10^2 Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：220℃ 最高圧力：600 kPa 曝露時間：1,344時間	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の機能要求がある重要事故シーケンス等において想定される原子炉建物燃料取替階の最高温度（66℃），最高圧力（63 Pa）を包絡する。 【別紙10. 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事故時において、電動駆動部の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動駆動部の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 電動駆動部の長期健全性試験結果（重大事故等時）

試験内容	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後、ダンパ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

電動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、絶縁機能に有意な変化がないことを確認することとしている。

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、目視確認、洗浄・乾燥または電動駆動部の補修・取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

電動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年間の通常運転期間および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。

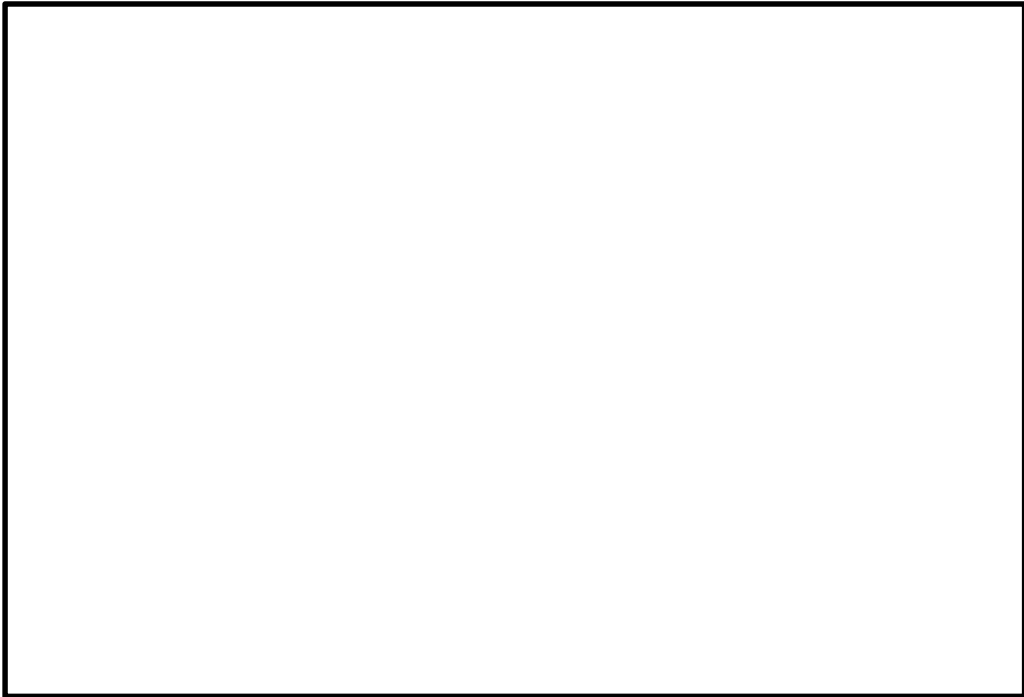
4) 高経年化への対応

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。

2. 添付資料

- 1) 電動駆動部の長期健全性試験における評価期間について
- 2) 電動駆動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) 事故時雰囲気中で機能要求のある電動駆動部の環境条件について

<p>タイトル</p>	<p>電動駆動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</p>																												
<p>説明</p>	<p>電動駆動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事故時条件およびそれら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事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 電動駆動部</p> <table border="1" data-bbox="432 640 1441 1133"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 640 655 689"></th> <th data-bbox="655 640 927 689">条件</th> <th data-bbox="927 640 1171 689">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1171 640 1441 689">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 689 655 741" rowspan="8">事故時雰囲気曝露試験</td> <td data-bbox="655 689 927 741"></td> <td data-bbox="927 689 1171 741">12, 436, 260 時間</td> <td data-bbox="1171 689 1441 741" rowspan="8">34, 927, 538 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 741 927 792"></td> <td data-bbox="927 741 1171 792">303, 387 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 792 927 844"></td> <td data-bbox="927 792 1171 844">12, 436, 260 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 844 927 896"></td> <td data-bbox="927 844 1171 896">2, 390, 218 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 896 927 947"></td> <td data-bbox="927 896 1171 947">3, 787, 021 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 947 927 999"></td> <td data-bbox="927 947 1171 999">1, 823, 949 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 999 927 1050"></td> <td data-bbox="927 999 1171 1050">1, 747, 718 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 1050 927 1102"></td> <td data-bbox="927 1050 1171 1102">2, 725 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1102 655 1133">重大事故等時^{※1}</td> <td data-bbox="655 1102 927 1133"></td> <td data-bbox="927 1102 1171 1133">168 時間</td> <td data-bbox="1171 1102 1441 1133">168 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー：<input type="text" value=""/> kcal/mol (ポリイミドエナメル/メーカ提示値)</p> <p>※1: 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の機能要求がある重要事故シーケンス等において想定される原子炉建物燃料取替階の環境条件設計値</p>				条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気曝露試験		12, 436, 260 時間	34, 927, 538 時間		303, 387 時間		12, 436, 260 時間		2, 390, 218 時間		3, 787, 021 時間		1, 823, 949 時間		1, 747, 718 時間		2, 725 時間	重大事故等時 ^{※1}		168 時間	168 時間
	条件	66℃換算時間	合計																										
事故時雰囲気曝露試験		12, 436, 260 時間	34, 927, 538 時間																										
		303, 387 時間																											
		12, 436, 260 時間																											
		2, 390, 218 時間																											
		3, 787, 021 時間																											
		1, 823, 949 時間																											
		1, 747, 718 時間																											
		2, 725 時間																											
重大事故等時 ^{※1}		168 時間	168 時間																										



島根 2 号炉 原子炉建物内事故時条件（重大事故等）



原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置 事故時雰囲気曝露試験条件

以 上

タイトル	事故時雰囲気で機能要求のある原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の環境条件について												
説明	<p>事故時雰囲気で機能要求のある原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置</p> <table border="1" data-bbox="461 638 1291 884"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>重大事故等時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃ (最高)</td> <td>66℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>245.2 Pa</td> <td>63 Pa^{※3}</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>8.9×10^{-6} Gy/h</td> <td>4.7×10^2 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燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2: 重大事故等時における原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※3: ダンパ閉止状態の差圧</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>		通常運転時 ^{※1}	重大事故等時 ^{※2}	周囲温度	40℃ (最高)	66℃ (最高)	最高圧力	245.2 Pa	63 Pa ^{※3}	放射線	8.9×10^{-6} Gy/h	4.7×10^2 Gy (最大積算値)
	通常運転時 ^{※1}	重大事故等時 ^{※2}											
周囲温度	40℃ (最高)	66℃ (最高)											
最高圧力	245.2 Pa	63 Pa ^{※3}											
放射線	8.9×10^{-6} Gy/h	4.7×10^2 Gy (最大積算値)											