

島根原子力発電所 2 号炉 高経年化技術評価
(電気・計装設備の絶縁特性低下)

補足説明資料

平成 30 年 12 月 19 日

中国電力株式会社

目 次

| | |
|--|----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 基本方針 | 1 |
| 3. 評価対象と評価手法 | 3 |
| (1) 評価対象 | 3 |
| (2) 評価手法 | 3 |
| 4. 代表機器の技術評価 | 6 |
| 4.1 低圧ケーブル（難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロprenゴムシースケーブル）の評価 | 6 |
| (1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時） | 6 |
| (2) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時） | 8 |
| (3) 現状保全 | 10 |
| (4) 総合評価 | 10 |
| (5) 高経年化への対応 | 10 |
| 4.2 電気ペネトレーションの評価 | 11 |
| (1) モジュール型核計装用電気ペネトレーションの健全性評価（設計基準事故時） | 11 |
| (2) 現状保全 | 13 |
| (3) 総合評価 | 13 |
| (4) 高経年化への対応 | 13 |
| 5. 代表機器以外の技術評価 | 14 |
| 6. まとめ | 27 |
| (1) 審査ガイド適合性 | 27 |
| (2) 保守管理に関する方針として策定する事項 | 29 |
| 7. 添付資料 | 30 |
| 別紙1. 高圧ポンプモータの評価について | |
| 別紙2. 高圧ケーブルの評価について | |
| 別紙3. 低圧ケーブルの評価について | |
| 別紙4. 同軸ケーブルの評価について | |
| 別紙5. ケーブル接続部の評価について | |
| 別紙6. 電動弁用駆動部の評価について | |
| 別紙7. 計測制御設備の評価について | |
| 別紙8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について | |

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第82条第1項に基づき実施した高経年化技術評価のうち、電気・計装設備の絶縁特性低下の評価結果（重大事故等時の耐環境評価を除く）について、補足説明するものである。

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

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

2. 基本方針

評価対象機器において絶縁特性低下の発生の可能性について評価し、その可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドに定める要求事項に適合することを確認する。

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

表 1(1/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項

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

表 1(2/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項

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

3. 評価対象と評価手法

(1) 評価対象

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

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

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

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

(2) 評価手法

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

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

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

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

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

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

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

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

4. 代表機器の技術評価

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

(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

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

難燃PNケーブルの長期健全性試験手順を図1に示す。

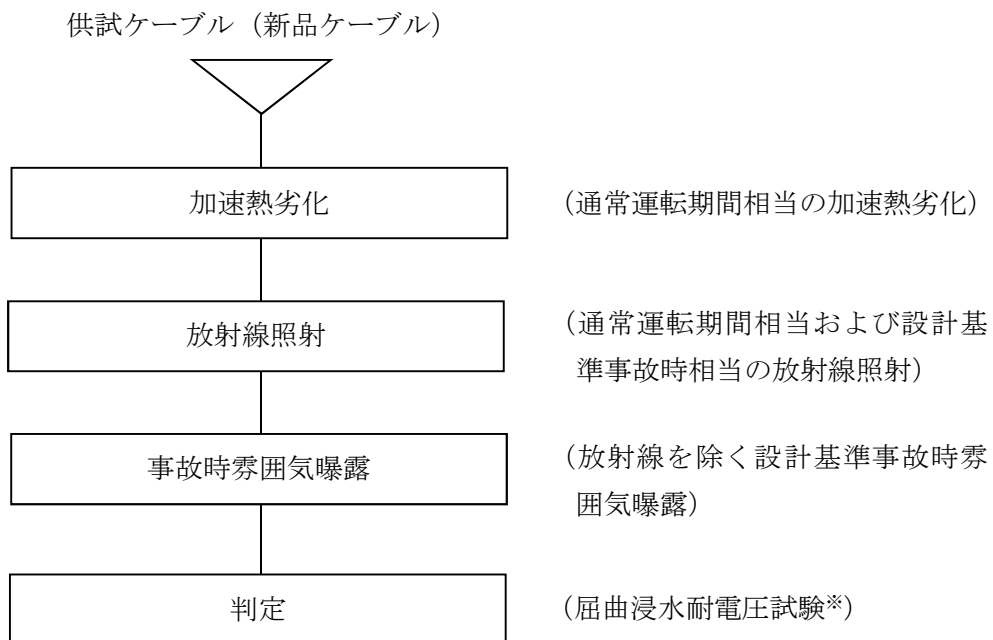


図1 難燃PNケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故時）

※：屈曲浸水耐電圧試験の試験手順は以下のとおり

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

b. 試験条件

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

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件を表 3 に示す。

表 3 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故時）

| | 試験条件 | 説明 |
|----------|---|---|
| 加速熱劣化 | 121℃×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を維持できることを確認した。

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果を表 4 に示す。

表 4 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故時）

| 項目 | 判定基準 | 結果 |
|-----------|-----------|----|
| 屈曲浸水耐電圧試験 | 絶縁破壊しないこと | 良 |

(2) ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

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

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

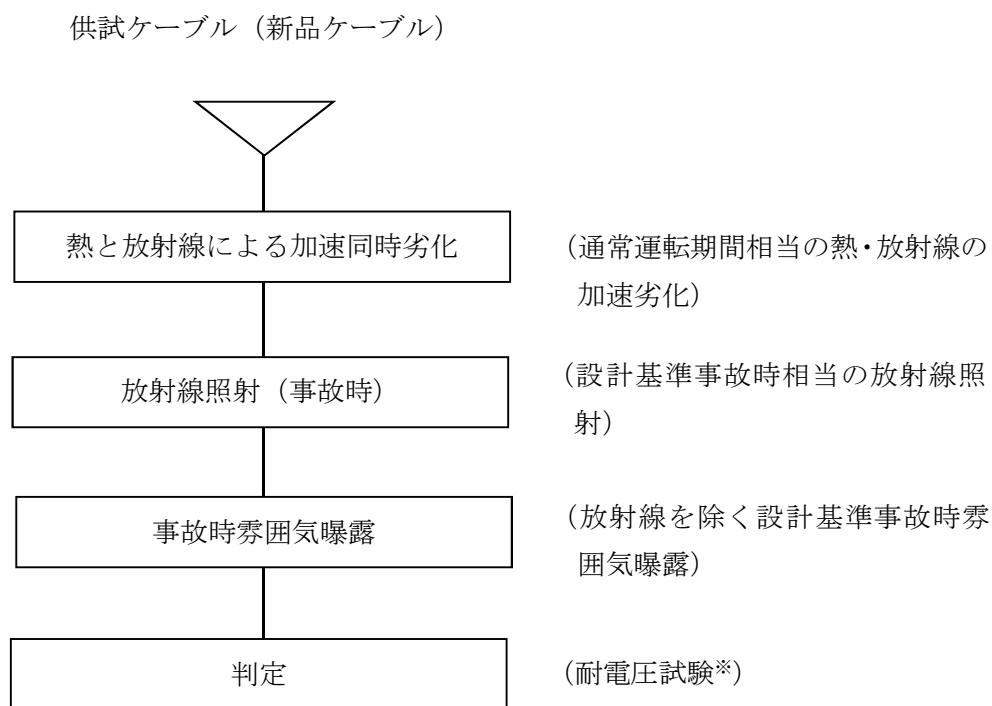


図 2 難燃 PN ケーブルの ACA ガイドに基づく試験手順

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

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

b. 試験条件

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

難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件を表 5 に示す。

表 5 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験条件 (ACA ガイド)

| | 試験条件 | 説明 |
|----------------|--|---|
| 熱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 (ACA ガイド)

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

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

(3) 現状保全

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

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

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

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

(4) 総合評価

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

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

(5) 高経年化への対応

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

4. 2 電気ペネトレーションの評価

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

a. 評価手順

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

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順を図3に示す。

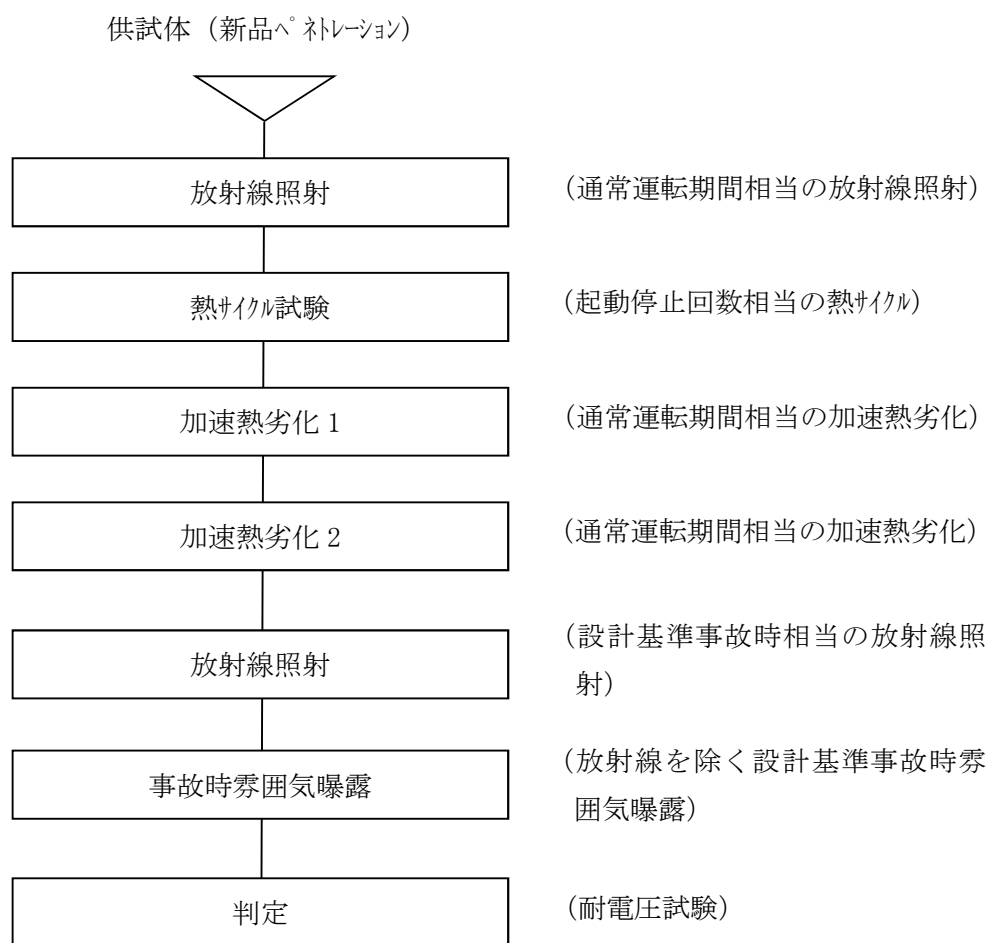


図3 モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順
(設計基準事故時)

b. 試験条件

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

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験条件を表7に示す。

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

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

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

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

※3：原子炉格納容器内で電気ペネトレーションが設置されている区域の通常運転時における実測放射線量率の最大値が3.3×10⁻²Gy/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

c. 評価結果

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

モジュール型核計装用電気ペネトレーションの長期健全性試験結果を表8に示す。

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

| 試験内容※ | 判定基準※ | 結果 |
|------------|-----------|----|
| 720Vを4秒間印加 | 絶縁破壊しないこと | 良 |

※：試験内容および判定基準はIEEE Std. 317(1976)に基づく

(2) 現状保全

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

モジュール型核計装用電気ペネトレーションのシール材および同軸ケーブル・電線の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

5. 代表機器以外の技術評価

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 |
|---|--|----------------------------------|---|------|------|----------|
| 往復ボンプ | ほう酸水注入ボンプ | 潤滑油エレクトロニクスボンプ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。 原子炉補機海水ボンプモータについては、設置環境の温度、放射線量とも低く、また、屋内空調環境に設置していることから塵埃付着により影響も小さいと考えられるが、長時間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。また、原子炉補機海水ボ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可能性は否定できない。絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を行ったことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | 原子炉補機海水ボンプモータ 原子炉補機海水ボンプモータ | 固定子コイルおよび口出線・接続部品 | 長期健全性試験の結果、固定子コイル及び口出線・接続部品絶縁物は、60年間の運転期間を想定した熱および設計基準時雰囲気において絶縁性を維持できると評価できる。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 低圧ボンプモータ | 残留熱除去ボンプモータ 低圧炉心X71ボンプモータ 高圧炉心X71ボンプモータ | 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、長時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、絶縁特性低下またはその兆候等が確認できる。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | 高圧炉心X71補機海水ボンプモータ 高圧炉心X71補機海水ボンプモータ ほう酸水注入ボンプモータ | 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・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、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・乾燥および絶縁部修復(絶縁物にリペアを注入)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。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 電気ベネロファン | モジュール型高圧動力用電気ベネロファン | ファン材および電線 | 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ロファンの通常運転および設計基準時雰囲気において絶縁性を維持できるものと評価できる。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | モジュール型高圧動力用電気ベネロファン | ファン材および電線 | モジュール型高圧動力用電気ベネロファン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、健全性を確認している。また、定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査により、原子炉格納容器全体の漏えい率基準を満たし、漏えい率が増加傾向にないことを確認している。なお、電気ベネロファ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。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 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ーキ電線コイル | 長期健全性試験の結果、熱・放射線による劣化、機械的劣化および設計想定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設計想定事故時雰囲気にあって絶縁性を維持できると評価できる。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | 原子炉隔離時冷却系(RCC-M)排気隔離弁用駆動部 | 固定子コイル、口出線・接続部品 | 電動弁用駆動部絶縁物の絶縁特性低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、健全性を確認している。また、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、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。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 原子炉補機冷却系熱交換海水出口弁用駆動部 原子炉補機海水ボンプ出口弁用駆動部 | 原子炉補機冷却系熱交換海水出口弁用駆動部 原子炉補機海水ボ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 | 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設計想定事故時雰囲気による劣化が認められ、目視確認および清掃を実施している。また、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、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。 | 同左 | 同左 | 同左 |

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

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢化への対応 |
|--------|--|-----|--|--|--|---|
| 同軸ケーブル | 難燃一重回軸ケーブル 難燃二重回軸ケーブル 難燃三重回軸ケーブル | 絶縁体 | <p>電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、難燃一重回軸ケーブル、難燃二重回軸ケーブルおよび難燃三重回軸ケーブルの絶縁体については、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。</p> <p>また、ACAVT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、難燃一重回軸ケーブルおよび難燃二重回軸ケーブルの絶縁体については174年の通常運転および設計基準事故時雰囲気において、難燃三重回軸ケーブルの絶縁体については、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。</p> | <p>絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。</p> <p>また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。</p> <p>なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。</p> | <p>難燃一重回軸ケーブル、難燃二重回軸ケーブルおよび難燃三重回軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。</p> | <p>絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。</p> |
| | 複合同軸ケーブル | 絶縁体 | <p>複合同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性については、長期間の使用を考慮すると低下する可能性は否定できない。</p> <p>ただし、絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。</p> | | <p>複合同軸ケーブルの絶縁体については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。</p> | |

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高経年化への対応 |
|---------|----------------------------|---|--|--|---|---|
| ケーブル接続部 | 端子台接続(ｼﾞﾌﾞﾘﾝｸﾞﾌﾙｰﾄﾞ樹脂) | 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設計基準事故時環境において動作要求のある端子台については運転開始後29年(第17回定期検査(2017年度))に取替えを行っている。 よって、端子台の絶縁物は54年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。 | 端子台の絶縁物の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下が無いことを確認している。さらに、点検時に実施する機器の動作試験においても、端子台の絶縁機能の健全性を確認している。 なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、端子台の取替えを行うこととしている。 | 端子台の絶縁体については、使用開始から54年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁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。 |
| | 直ｼﾞｮｲﾝﾄ接続 | 熱収縮ｼﾞｬｯﾌﾟ | 長期健全性試験の結果、60年間の通常運転および設計基準事故時環境条件において絶縁性能を維持できると評価できる。 | 直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。 |
| | 電動ｺﾝﾄﾗｰ接続 | オス絶縁物 ｼｰﾘﾝｸﾞﾌﾗﾝｼﾞ ｽｽ絶縁物 | 長期健全性試験の結果、電動ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。 | 電動ｺﾝﾄﾗｰ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、電動ｺﾝﾄﾗｰ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、電動ｺﾝﾄﾗｰの取替えを行うこととしている。 | 電動ｺﾝﾄﾗｰの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。 | 設計基準事故時雰囲気において機能要求される同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁体については、型式等が同一の実機同等品を用いて60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を行うこととし、その評価手順については、日本電気協会の「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」を活用していく。 |
| | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ接続(ﾎﾞﾘｴｰﾓｰﾙﾌﾞﾗｯｸ) | 0ﾘﾝｸﾞ(ｽｽ側) ﾚｲﾌﾞ ｶﾙﾄﾝｼﾝｼﾞｭｰﾙ ﾌﾞﾗｯｸ ｲﾝｼﾞｭｰﾙ 0ﾘﾝｸﾞ(ｽｽ側) | 実機相当品による長期健全性試験の結果、同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ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、同軸ｺﾝﾄﾗｰの取替えを行うこととしている。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。 | 設計基準事故時雰囲気において機能要求される同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁体については、型式等が同一の実機同等品を用いて60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を行うこととし、その評価手順については、日本電気協会の「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」を活用していく。 |
| | 端子台接続(ﾎﾞﾘｴｰﾓｰﾙﾌﾞﾗｯｸ樹脂) | 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ﾄﾗｰ接続の絶縁物は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。 | 端子台接続および同軸ｺﾝﾄﾗｰ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ﾄﾗｰの絶縁物については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。 | 端子台接続および同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高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。 |
| | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ接続(架橋ﾌﾟﾘｴﾝ、ﾌﾟﾗｽチック) | 絶縁物 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物は、有機物(ｼﾞﾌﾞﾘﾝｸﾞﾌﾙｰﾄﾞ樹脂)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忌む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。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ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。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物については、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験で検知可能であり、引き続き現状保全を継続できると判断する。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高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。 |
| | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ接続(ｼﾞﾌﾞﾘﾝｸﾞﾌﾙｰﾄﾞ樹脂) | 絶縁物 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物は、有機物(ｼﾞﾌﾞﾘﾝｸﾞﾌﾙｰﾄﾞ樹脂)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忌む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。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰ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。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物については、系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験で検知可能であり、引き続き現状保全を継続できると判断する。 | 同軸ｺﾝﾄﾗｰの絶縁物の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 |
|-----------|---|---|---|--|--|---|
| カセツ制御装置 | 制御油ポンプモータ | ポンプモータ(低圧、交流、全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品 | 低圧ポンプモータの評価と同様。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気ヒートンおよび付属装置の主要止弁 | 電動弁用駆動部の回転子コイル、固定子コイルおよび口出線・接続部品 | 電動弁用駆動部の評価と同様。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 非常用系カセツ設備 | 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気ヒートンおよび付属装置の真空ポンプモータ、復水ポンプモータ | ポンプモータ(低圧、直流、全閉)の回転子コイル、固定子コイルおよび口出線・接続部品 | 低圧ポンプモータの評価と同様。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| | 主蒸気管周回温度計測装置(設計基準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齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| 計測装置 | 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置(設計基準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、ポパ樹脂の経年劣化により、封止性が低下し、絶縁材へ水分が侵入して発生するポパ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られるが、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、機能確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | 温度検出器の絶縁特性低下については、定期的な動作試験を実施し、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。 | 温度検出器については、長期間の使用を考慮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。 | 温度検出器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | 換気系放射線計測装置 水素濃度計測装置 酸素濃度計測装置 | ポンプモータ(低圧、交流、全閉) | 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 |

| 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 |
|----------------|--|--|---|--|--|---|
| | 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、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ている。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。なお、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥および絶縁補修（絶縁物にリコスを注入）または、固定子コイルおよび口出線・接続部品またはモータの取替えを行うこととしている。 | 固定子コイルおよび口出線・接続部品については、定期的な絶縁抵抗測定を実施しているが、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および目視確認により確認可能であるため、引き続き現状保全を継続することと、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。 |
| 777 | 非常用ガス処理系排風機 中央制御室非常用再循環送風機 中央制御室排風機 A-非常用アイゼン室送風機 B-非常用アイゼン室送風機 高圧炉心SV1ライオン室送風機 非常用電気室送風機 非常用電気室排風機 高圧炉心SV1電気室送風機 高圧炉心SV1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SV1ボンプ室冷却機 高圧炉心SV1ボンプ室冷却機 残留熱除去ボンプ室冷却機 原子炉補機冷却ボンプ熱交換器室冷却機 | ファンモータの固定子コイル、口出線・接続部品 | 低圧ボンプモータの評価と同様。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 冷凍機 | 中央制御室冷凍機の圧縮機 中央制御室冷凍機の冷水循環ボンプ | モータの固定子コイル、口出線・接続部品 モータの固定子コイル、口出線・接続部品 | 高圧ボンプモータの評価と同様。 低圧ボンプモータの評価と同様。 | 同左 同左 | 同左 同左 | 同左 同左 |
| 非常用ディーゼル機関付風設備 | 非常用アイゼン機関(A, B号機) 付属設備の燃料移送ボンプモータ 高圧炉心スプレイスライオンセル機関付属設備の燃料移送ボンプモータ | モータの固定子コイル、口出線・接続部品 | 低圧ボンプモータの評価と同様。 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 可燃性ガス濃度制御系設備 | 可燃性ガス濃度制御系設備 | ブロー用電動機(低圧、交流、全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品 弁(電動弁駆動部)の固定子コイル、口出線・接続部品 | 低圧ボンプモータの評価と同様。 電動弁駆動部の評価と同様。 | 同左 同左 | 同左 同左 | 同左 同左 |

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 |
|-----------------|-------------|-------------------------------------|--|------|------|---|
| 燃料取扱機 | 燃料取扱機 | モータの固定子コイル、 口出線・接続部品 アレイ電磁コイル | 低圧ボンプモータの評価と同様。 アレイ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | 同左 | 同左 | 同左 アレイ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齢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 井ブレーン | 原子炉建物天井ブレーン | 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 |
| | | アレイ電磁コイル | アレイ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | 同左 | 同左 | 同左 アレイ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齢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 |
| | | 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。熱的要因と絶縁特性が低下し、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。 | 同左 | 同左 | 同左 コイル(変圧器)の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策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。 |

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

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 |
|---------|-----------------------|---|---|---|---|---|
| 低圧閉鎖配電盤 | 非常用L/C | 絶縁操作ロッド、投入コイル、引外しコイル、断路器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。 | 絶縁操作ロッド、投入コイル、引外しコイル、断路器および絶縁支持板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、健全性を確認している。また、計器用変圧器については、定期的な絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。 | 絶縁操作ロッド、投入コイル、引外しコイル、断路器および絶縁支持板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、健全性を確認している。また、計器用変圧器については、定期的な絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。 | 絶縁操作ロッド、投入コイル、引外しコイル、断路器および絶縁支持板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、健全性を確認している。また、計器用変圧器については、定期的な絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。 | 絶縁操作ロッド、投入コイル、引外しコイル、断路器、計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては、高齢年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | | 絶縁支持板 | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も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が、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下の可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、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が、長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下の可能性は否定できない。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については、定期的な絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合は、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、これまで定期的な目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。 |
| コントロール | 非常用C/C 高圧炉心x71系C/C | 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うえに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。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | 貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、定期的な目視確認を実施し、異常がないことを確認している。また、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の絶縁特性低下については、定期的な目視確認を実施し、異常がないことを確認している。また、点検で異常が認められた場合は、取替えを行うこととしている。 | 貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的な目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。 | 貫通形計器用変流器については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、目視確認により検知可能である。また、これまで定期的な目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することによって60年間の健全性は維持できると判断する。 |
| | | 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。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | コイル(変圧器)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。絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。 | コイル(変圧器)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、健全性を確認している。また、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)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、健全性を確認している。また、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。 |
| コントロール | 非常用C/C 高圧炉心x71系C/C | 限流アクトおよび絶縁支持板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。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。 | 限流アクトおよび絶縁支持板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。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。 | 限流アクトおよび絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 | 限流アクトおよび絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 | 限流アクトおよび絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 |
| | | 絶縁支持板 | 絶縁支持板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。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。 | 絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 | 絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 | 絶縁支持板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、健全性を確認している。また、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。 |

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 | | |
|---|--|--|--|------|------|----------|----|--|
| デーゼル発電設備 デーゼル発電機 非常用ディーゼル発電機 高圧炉心ブレイクシステム 発電機 | 固定子コイルおよび 口出線・接続部品 回転子コイル 励磁用可飽和変流器、 整流器用変圧器 計器用変圧器 | 高圧ボルトモータの同様。 | 高圧ボルトモータの同様。 | 同左 | 同左 | 同左 | | |
| | | 回転子コイルの絶縁特性低下については、保守実績より絶縁劣化の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劣化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。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。 | 同左 | 同左 | 同左 | 同左 | 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齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | | 励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および炉外の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁劣化の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劣化の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炉外の絶縁特性低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。また、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。 | 同左 | 同左 | 同左 | 同左 | 励磁用可飽和変流器、整流器用変圧器および炉外の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁劣化の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劣化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、定期的な絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、計器用変圧器については、目視確認および清掃を実施している。また、点検で異常が認められた場合には、取替えを行うこととしている。 | 同左 | 同左 | 同左 | 同左 | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | | 貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁劣化の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ことから塵埃付着の可能性は小さい。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的劣化による劣化が進行する可能性は小さい。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁劣化の可能性は否定できない。ただし、目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | 貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁劣化の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ことから塵埃付着の可能性は小さい。また、貫通形計器用変流器については、コイルへの通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的劣化による劣化が進行する可能性は小さい。貫通形計器用変流器については、長期間の使用を考慮すると絶縁劣化の可能性は否定できない。ただし、目視確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | 同左 | 同左 | 同左 | 同左 | 貫通形計器用変流器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |

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

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 健全性評価 | 現状保全 | 総合評価 | 高齢年化への対応 |
|--------|--|---|--|--|--|--|
| 直流電源設備 | 220V系充電器盤 115V系充電器 高圧炉心A71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と、今後も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齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | 計器用変圧器 | 計器用変圧器 | 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と判断する。 | 計器用変圧器の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| 計装用変圧器 | 計装用変圧器 | コイル | コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。 | コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと、60年間の健全性は維持できると判断する。 | コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| | | グランドバース | グランドバースの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。 | グランドバースの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。 | グランドバースについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと、60年間の健全性は維持できると判断する。 | グランドバースの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 |
| 計装用変圧器 | 計装用変圧器 | 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行うこととしている。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。 | 支持碍子については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することと、60年間の健全性は維持できると判断する。 | 支持碍子の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高齢年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。 | |

6. まとめ

(1) 審査ガイド適合性

「2. 基本方針」で示した要求事項について技術評価を行った結果、全ての要求を満足しており、審査ガイドに適合していることを確認した。電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項との対比を表9に示す。

表9(1/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項との対比

| ガイド | 要求事項 | 技術評価対象事象 |
|---------------------------|--|---|
| 実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド | <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド 3. 1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> <p>(2) 長期保守管理方針の審査</p> <p>①長期保守管理方針の策定 すべての追加保全策について長期保守管理方針として策定されているかを審査する。</p> | <p>「4.1(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）」、「4.1(2) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時）」および「4.2(1) モジュール型核計装用電気パネーションの健全性評価」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、各電気・計装設備に応じた健全性評価を実施した。</p> <p>「4.1(3) 現状保全」、「4.2(2) 現状保全」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、現状保全の評価結果から、現状の保全策が妥当であることを確認した。</p> <p>「4.1(5) 高経年化への対応」、「4.2(4) 高経年化への対応」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、現状保全の評価結果から、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。</p> <p>「4.1(5) 高経年化への対応」、「4.2(4) 高経年化への対応」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、保守管理に関する方針（長期保守管理方針）に、長期健全性評価結果から得られた評価期間を経過するまでに取替え、または実機同等品を用いて、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施することを記載した。</p> |

表 9(2/2) 電気・計装設備の絶縁特性低下についての要求事項との対比

| が 付 | 要求事項 | 技術評価対象事象 |
|----------------------------------|--|---|
| <p>实用発電用原子炉施設における高経年化対策実施が 付</p> | <p>3.1 高経年化技術評価の実施及び見直し高経年化技術評価の実施及び見直しに当たっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>⑤抽出された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象について、以下に規定する期間の満了日までの期間について機器・構造物の健全性評価を行うとともに、必要に応じ現状の保守管理に追加すべき保全策（以下「追加保全策」という。）を抽出すること。</p> <p>イ 実用炉規則第 82 条第 1 項の規定に基づく高経年化技術評価プラントの運転を開始した日から 60 年間</p> <p>3.2 長期保守管理方針の策定及び変更 長期保守管理方針の策定及び変更にあたっては、以下の要求事項を満たすこと。</p> <p>①高経年化技術評価の結果抽出された全ての追加保全策（発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提として抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提として抽出されたものの全て。）について、発電用原子炉ごとに、保守管理の項目及び当該項目ごとの実施時期を規定した長期保守管理方針を策定すること。</p> <p>なお、高経年化技術評価の結果抽出された追加保全策について、発電用原子炉の運転を断続的に行うことを前提とした評価から抽出されたものと冷温停止状態が維持されることを前提とした評価から抽出されたもの間で、その対象の経年劣化事象及び機器・構造物の部位が重複するものについては、双方の追加保全策を踏まえた保守的な長期保守管理方針を策定すること。</p> | <p>「4.1(5) 高経年化への対応」、 「4.2(4) 高経年化への対応」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、高経年化技術評価の結果、抽出された追加保全策はなかった。</p> <p>「4.1(5) 高経年化への対応」、 「4.2(4) 高経年化への対応」および「5. 代表機器以外の技術評価」に示すとおり、高経年化技術評価の結果、抽出された追加保全策はなかった。</p> |

(2) 保守管理に関する方針として策定する事項

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

表10 電気・計装設備の長期保守管理方針

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

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

※2：難燃PNケーブル

※3：同軸コネクタ（ポリエーテルエーテルケトン）

7. 添付資料

添付-1 難燃 PN ケーブルの構造について

添付-2 難燃 PN ケーブルの長期健全性試験における評価期間について

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

添付-4 原子炉格納容器内の難燃 PN ケーブルの環境条件について

添付-5 電気ペネトレーションの構造について

添付-6 電気ペネトレーションの熱サイクル試験について

添付-7 電気ペネトレーションの長期健全性試験における評価期間について

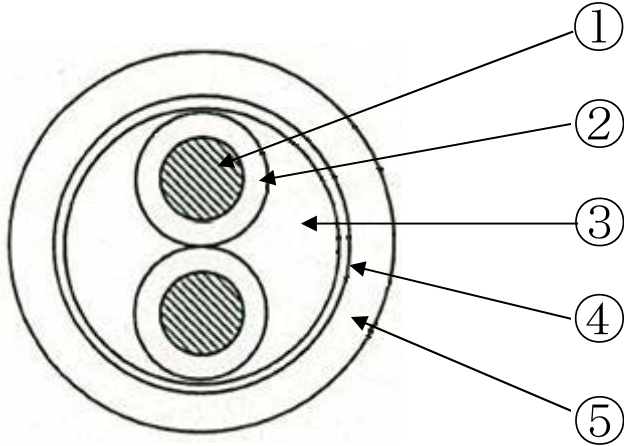
添付-8 電気ペネトレーションの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について

添付-9 電気ペネトレーションの取替実績について

タイトル 難燃 PN ケーブルの構造について

説 明

難燃 PN ケーブルの構造は以下のとおり。



| No. | 部 位 | 材 料 |
|-----|--------|--------------|
| ① | 導体 | 錫メッキ軟銅より線 |
| ② | 絶縁体 | 難燃エチレンポロレンゴム |
| 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／メーカー提示値）

説明

※：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

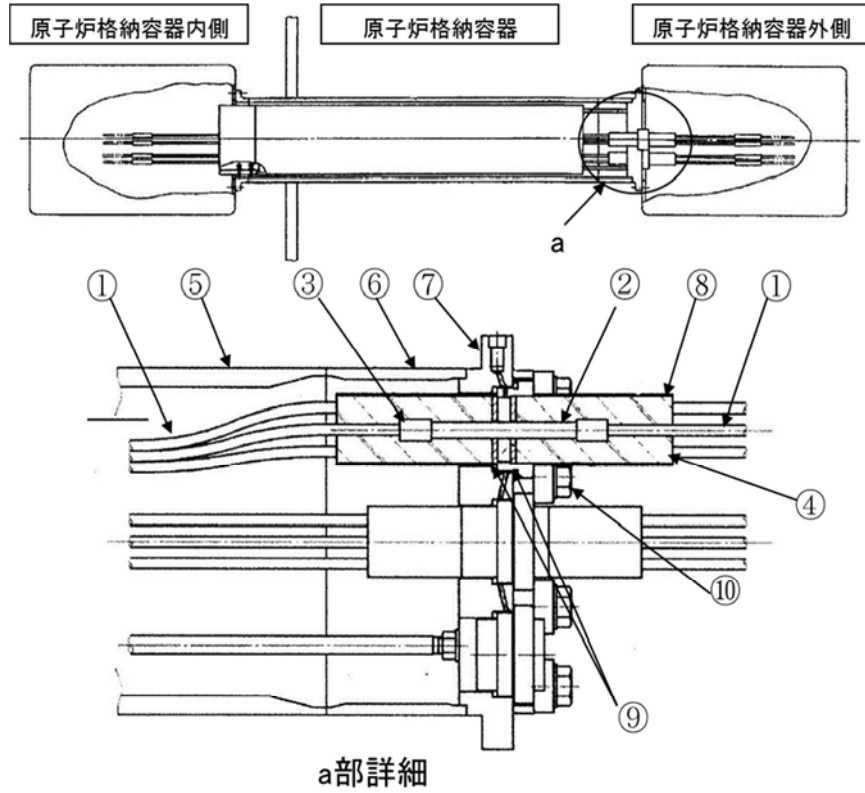
以上

| タイトル | 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 1406"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時</th> <th>設計基準事故時※</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63°C</td> <td>171°C (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14kPa</td> <td>0.427MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> | | 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 電気ペネトレーションの構造について

電気ペネトレーションの構造は以下のとおり



説明

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

以上

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

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

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

長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。
事故時雰囲気曝露試験条件は、設計基準時事故条件を包絡している。

【核計装用電気ペネトレーション シール材】

| | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 |
|------------------|----|----------|----------|
| 事故時雰囲気 曝露試験条件 | | 1,099 時間 | 3,182 時間 |
| | | 2,083 時間 | |
| 設計基準 事故時条件※ | | 367 時間 | 3,077 時間 |
| | | 205 時間 | |
| | | 129 時間 | |
| | | 2,376 時間 | |

活性化エネルギー： kcal/mol (エポキシ樹脂/メーカー提示値)

【核計装用電気ペネトレーション 同軸ケーブル・電線】

| | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 |
|------------------|----|-----------|-----------|
| 事故時雰囲気 曝露試験条件 | | 25,323 時間 | 32,519 時間 |
| | | 7,196 時間 | |
| 設計基準 事故時条件※ | | 8,442 時間 | 14,508 時間 |
| | | 3,227 時間 | |
| | | 463 時間 | |
| | | 2,376 時間 | |

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)

※：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

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 <p style="text-align: right;">以上</p> |

別紙 1. 高圧ポンプモータの評価について

1. 高圧ポンプモータの技術評価

(1) 高圧炉心スプレイポンプモータの評価

a. 評価手順

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

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

高圧ポンプモータの長期健全性試験手順を図1に示す。

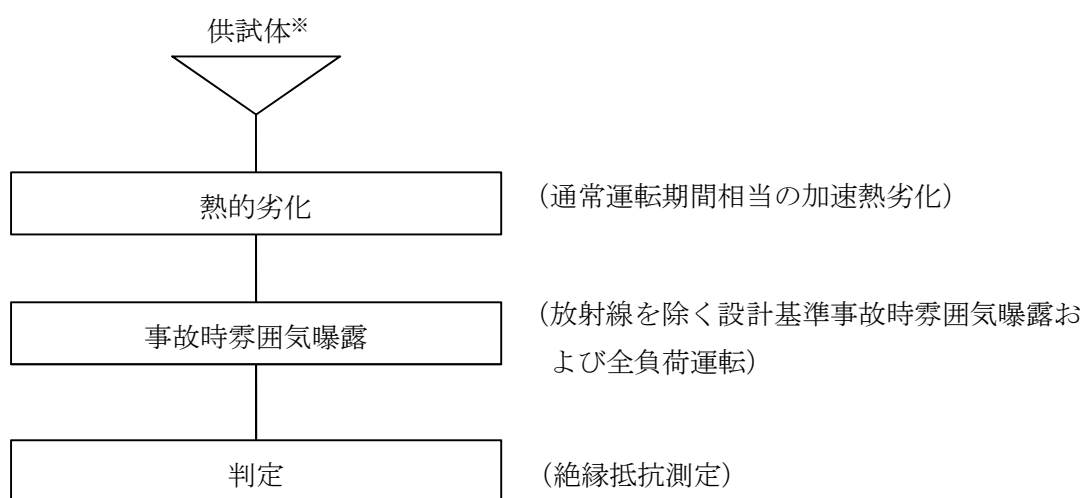


図1 高圧ポンプモータの長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

※1：周囲温度100℃に定格出力時のコイル温度上昇55℃を加えた値

c. 評価結果

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

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

※1：判定基準はメーカー判定目安値

(2) 現状保全

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

なお，これらの点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合には，洗浄，乾燥および絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または固定子コイルおよび口出線・接続部品を取替えることとしている。【別紙1. 添付-6）参照】

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 添付資料

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

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

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

高圧ポンプモータ試験機および評価対象高圧ポンプモータ仕様比較

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

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

【口出線】

高圧炉心スプレイポンプモータ

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (56,837,030 時間)

t2 : 加速時間 : 576 時間

T1 : 実環境温度 : 343 K (=70 °C) ※1

T2 : 加速温度 : 428 K (=155 °C) ※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°Cに口出線の温度上昇限度 30°Cを加えた温度

※2 : 全負荷運転時の固定子最高温度 155°C

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暴露試験条件と設計基準事故時条件との比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、設計基準事故時条件を包絡できている。</p> <p>【固定子コイル，口出線】 高圧炉心スプレイポンプモータ</p> <table border="1" data-bbox="421 734 1385 1025"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66°C換算時間</th> <th>合計^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時雰囲気暴露試験条件</td> <td rowspan="3"></td> <td>1,251 時間</td> <td rowspan="3">2,602 時間</td> </tr> <tr> <td>1,251 時間</td> </tr> <tr> <td>100 時間</td> </tr> <tr> <td>設計基準事故時条件^{※1※2}</td> <td></td> <td>1,252 時間</td> <td>1,252 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text" value=""/> kcal/mol (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</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：絶縁種別から特殊な運転条件となる時間</p> <p style="text-align: right;">以上</p> | | 条件 | 66°C換算時間 | 合計 ^{※2} | 事故時雰囲気暴露試験条件 | | 1,251 時間 | 2,602 時間 | 1,251 時間 | 100 時間 | 設計基準事故時条件 ^{※1※2} | | 1,252 時間 | 1,252 時間 |
| | 条件 | 66°C換算時間 | 合計 ^{※2} | | | | | | | | | | | | |
| 事故時雰囲気暴露試験条件 | | 1,251 時間 | 2,602 時間 | | | | | | | | | | | | |
| | | 1,251 時間 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 100 時間 | | | | | | | | | | | | | |
| 設計基準事故時条件 ^{※1※2} | | 1,252 時間 | 1,252 時間 | | | | | | | | | | | | |

| タイトル | 設計基準事故時に機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件について | | | | | | | | | | | | |
|------|--|------------------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|-----------|------|-----|---------|-----|--------------------------------|------------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧炉心スプレイポンプモータの環境条件は下記のとおり。</p> <p>高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="454 542 1367 739"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h (最大)</td> <td>4.5×10^2 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃ (最高) | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h (最大) | 4.5×10^2 Gy (最大積算値) |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃ (最高) | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h (最大) | 4.5×10^2 Gy (最大積算値) | | | | | | | | | | | |

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

別紙 2. 高圧ケーブルの評価について

1. 高圧ケーブルの技術評価

(1) 高圧ケーブルの評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

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

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順を図1に示す。

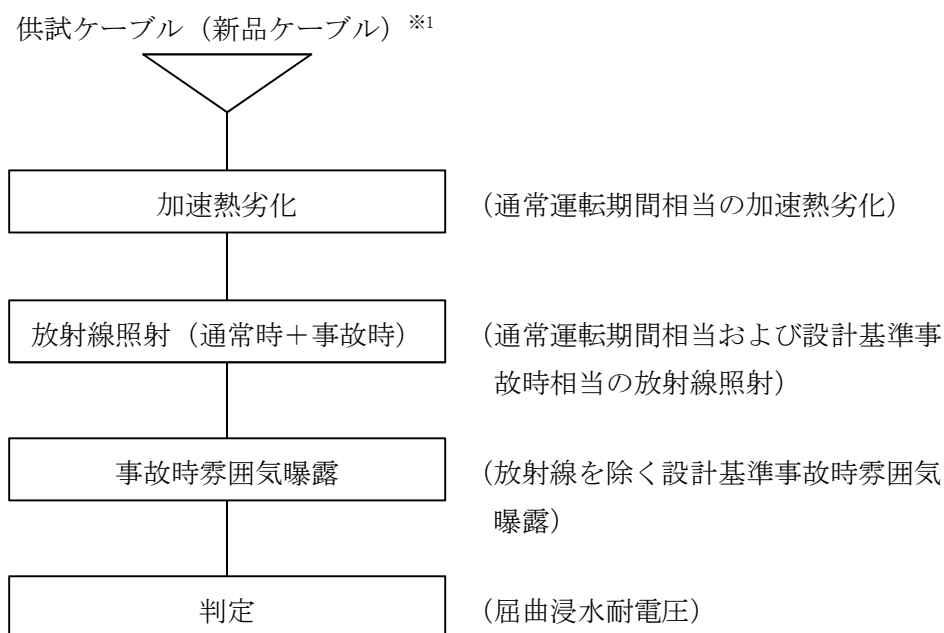


図1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

(2) 現状保全

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 添付資料

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

| | |
|------|--|
| タイトル | 高压ケーブルの長期健全性試験における評価期間について |
| 説明 | <p> 高压難燃 CV ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。 </p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p> t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (32, 190, 523 時間) t2 : 加速時間 : 168 時間 T1 : 実環境温度 : 313 K (=40℃) 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 : 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> |

| タイトル | 高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|------------|------------|---------|----|----------------|--|------------|------------|-----------|--------------|--|--------|----------|----------|--|----|---------|----|----------------|--|------------|------------|-----------|--------------|--|--------|----------|----------|
| 説明 | <p>高圧難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ</p> <table border="1" data-bbox="421 638 1402 884"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td rowspan="2"></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td rowspan="2"></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td>2,394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>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="421 1025 1402 1272"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td rowspan="2"></td> <td>407,769 時間</td> <td rowspan="2">456,966 時間</td> </tr> <tr> <td>49,197 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td rowspan="2"></td> <td>873 時間</td> <td rowspan="2">3,267 時間</td> </tr> <tr> <td>2,394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>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 style="text-align: right;">以 上</p> | | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 407,769 時間 | 456,966 時間 | 49,197 時間 | 設計基準事故 ※1 | | 873 時間 | 3,267 時間 | 2,394 時間 | | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 407,769 時間 | 456,966 時間 | 49,197 時間 | 設計基準事故 ※1 | | 873 時間 | 3,267 時間 | 2,394 時間 |
| | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事故時雰囲気 曝露試験 | | 407,769 時間 | 456,966 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 49,197 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計基準事故 ※1 | | 873 時間 | 3,267 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2,394 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事故時雰囲気 曝露試験 | | 407,769 時間 | 456,966 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 49,197 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計基準事故 ※1 | | 873 時間 | 3,267 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2,394 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| タイトル | 設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの環境条件について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|----------|------|-----|---------|-----|-------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-------|----------|------|-----|---------|-----|-------------------------------|-----------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの布設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="454 591 1367 788"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>4.5×10^2 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. ケーブル通過エリア</p> <table border="1" data-bbox="454 884 1367 1081"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 4.5×10^2 Gy（最大積算値） | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 4.5×10^2 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

別紙 3. 低圧ケーブルの評価について

1. 低圧ケーブルの技術評価

(1) 低圧ケーブル（KGBケーブルおよび難燃CVケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

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

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

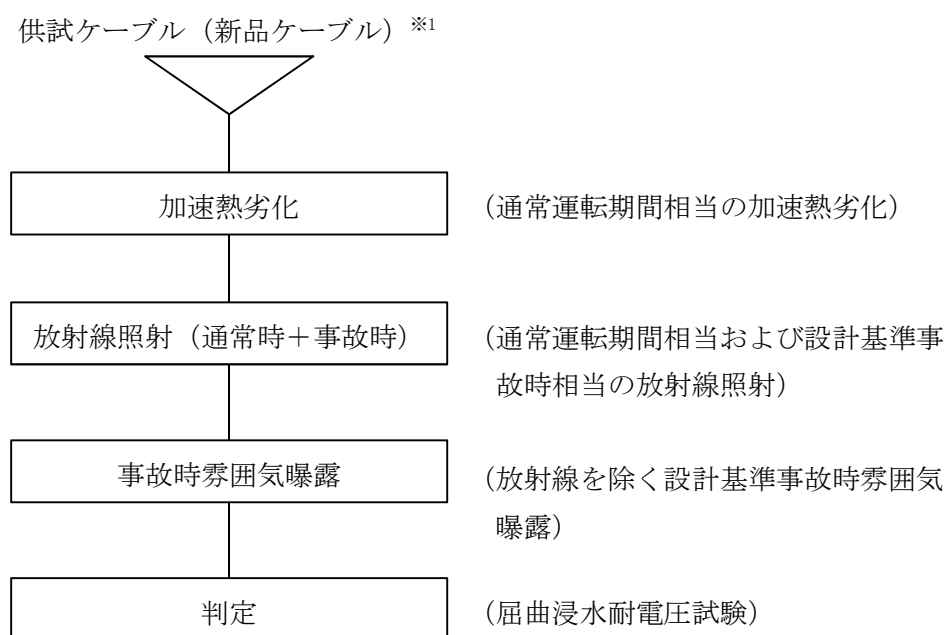


図1 低圧ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

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

表1 KGBケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

表2 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

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

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

表3 KGBケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

表4 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

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

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

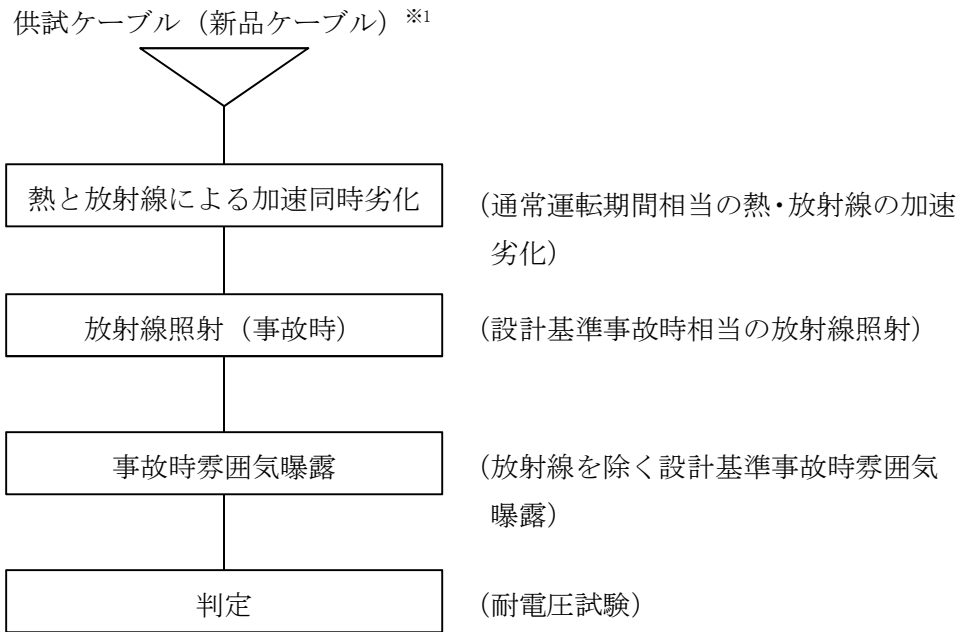


図2 低圧ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

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

b. 試験条件

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

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

表5 KGBケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

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

表6 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件 (ACAガイド)

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

c. 評価結果

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

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

表7 KGBケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

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

表8 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

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

(2) 現状保全

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

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

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

(3) 総合評価

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

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 添付資料

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

| | |
|------|---|
| 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>①KGB 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設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | a. KGB ケーブル | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 642 624 685"></th> <th data-bbox="624 642 874 685">条件</th> <th data-bbox="874 642 1139 685">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1139 642 1406 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 685 624 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 874 728" rowspan="4"></td> <td data-bbox="874 685 1139 728">795, 617 時間</td> <td data-bbox="1139 685 1406 882" rowspan="4">1, 340, 590 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 728 1139 770">151, 191 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 770 1139 813">80, 085 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 813 1139 882">313, 697 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 882 624 1032" rowspan="3">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 882 874 925" rowspan="3"></td> <td data-bbox="874 882 1139 925">265, 206 時間</td> <td data-bbox="1139 882 1406 1032" rowspan="3">267, 978 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 925 1139 967">378 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 967 1139 1032">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table> | | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 795, 617 時間 | 1, 340, 590 時間 | 151, 191 時間 | 80, 085 時間 | 313, 697 時間 | 設計基準事故 ※1 | | 265, 206 時間 | 267, 978 時間 | 378 時間 | 2, 394 時間 |
| | | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 795, 617 時間 | 1, 340, 590 時間 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 151, 191 時間 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 80, 085 時間 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 313, 697 時間 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 設計基準事故 ※1 | | 265, 206 時間 | 267, 978 時間 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 378 時間 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2, 394 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ※1：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. 難燃 CV ケーブル | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 1223 624 1265"></th> <th data-bbox="624 1223 874 1265">条件</th> <th data-bbox="874 1223 1139 1265">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1139 1223 1406 1265">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 1265 624 1417" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 1265 874 1417" rowspan="2"></td> <td data-bbox="874 1265 1139 1308">123, 612 時間</td> <td data-bbox="1139 1265 1406 1417" rowspan="2">147, 932 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1308 1139 1350">24, 320 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1417 624 1518" rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 1417 874 1518" rowspan="2"></td> <td data-bbox="874 1417 1139 1460">551 時間</td> <td data-bbox="1139 1417 1406 1518" rowspan="2">2, 945 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="874 1460 1139 1518">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table> | | 条件 | 66℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 123, 612 時間 | 147, 932 時間 | 24, 320 時間 | 設計基準事故 ※1 | | 551 時間 | 2, 945 時間 | 2, 394 時間 | | | | |
| | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ※1：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 以 上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| タイトル | 設計基準事故時雰囲気での機能要求のある低圧ケーブルの環境条件について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|------------------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|-----------|------|-----|--------|-----|--------------------------------|------------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-------|-----------|------|-----|---------|-----|--------------------------------|------------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある低圧ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. KGB ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="454 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>60℃以下</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>14 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-2} Gy/h (最大)</td> <td>4.5×10^2 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 難燃 CV ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="454 1072 1366 1270"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>4.5×10^{-2} Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10^3 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 60℃以下 | 171℃ (最高) | 最高圧力 | 大気圧 | 14 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-2} Gy/h (最大) | 4.5×10^2 Gy (最大積算値) | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 50℃以下 | 100℃ (最高) | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 4.5×10^{-2} Gy/h (最大) | 1.8×10^3 Gy (最大積算値) |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 60℃以下 | 171℃ (最高) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 14 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-2} Gy/h (最大) | 4.5×10^2 Gy (最大積算値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 50℃以下 | 100℃ (最高) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 4.5×10^{-2} Gy/h (最大) | 1.8×10^3 Gy (最大積算値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

別紙 4. 同軸ケーブルの評価について

1. 同軸ケーブルの技術評価

(1) 同軸ケーブル（難燃三重同軸ケーブル）の評価

1) 電気学会推奨案による健全性評価

a. 評価手順

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

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

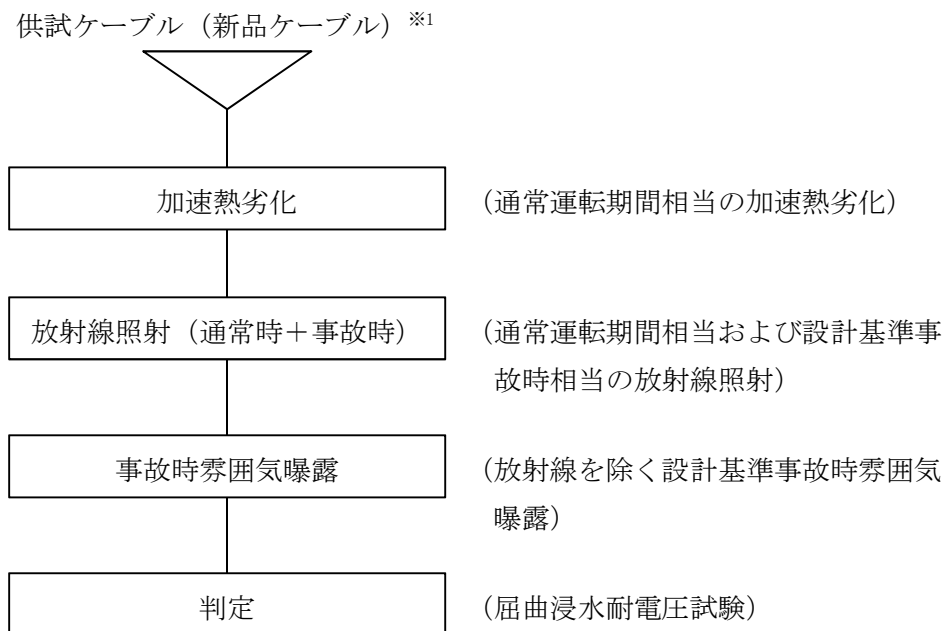


図 1 同軸ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

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

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

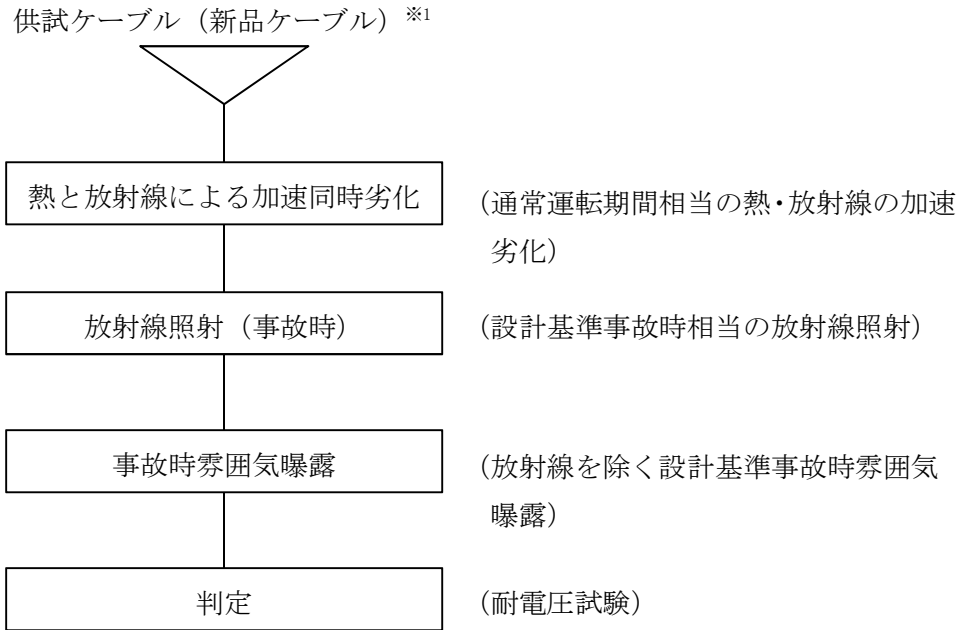


図2 同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

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

b. 試験条件

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

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

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

c. 評価結果

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

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（ACAガイド）

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

(2) 現状保全

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

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 添付資料

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

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

| 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長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 難燃三重同軸ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="419 638 1401 1081"> <thead> <tr> <th data-bbox="419 638 624 685"></th> <th data-bbox="624 638 874 685">条件</th> <th data-bbox="874 638 1137 685">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 638 1401 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="419 685 624 884" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 874 732"></td> <td data-bbox="874 685 1137 732">37,892 時間</td> <td data-bbox="1137 685 1401 732" rowspan="4">57,072 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 732 874 779"></td> <td data-bbox="874 732 1137 779">6,566 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 779 874 826"></td> <td data-bbox="874 779 1137 826">3,185 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 826 874 884"></td> <td data-bbox="874 826 1137 884">9,429 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 884 624 1081" rowspan="4">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 884 874 931"></td> <td data-bbox="874 884 1137 931">18,947 時間</td> <td data-bbox="1137 884 1401 931" rowspan="4">28,534 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 931 874 978"></td> <td data-bbox="874 931 1137 978">6,567 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 978 874 1025"></td> <td data-bbox="874 978 1137 1025">644 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1025 874 1081"></td> <td data-bbox="874 1025 1137 1081">2,376 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難燃三重同軸ケーブル敷設箇所環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p> | | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 37,892 時間 | 57,072 時間 | | 6,566 時間 | | 3,185 時間 | | 9,429 時間 | 設計基準事故 ※1 | | 18,947 時間 | 28,534 時間 | | 6,567 時間 | | 644 時間 | | 2,376 時間 |
| | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事故時雰囲気 曝露試験 | | 37,892 時間 | 57,072 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6,566 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3,185 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 9,429 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計基準事故 ※1 | | 18,947 時間 | 28,534 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6,567 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 644 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2,376 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

タイトル 設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの環境条件について

説 明

設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。

a. 難燃三重同軸ケーブル

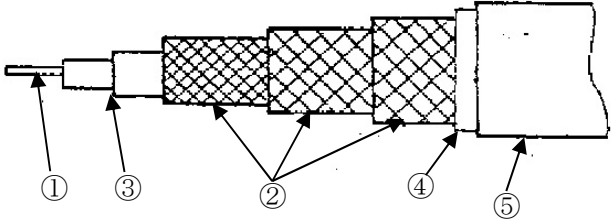
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} |
|------|--------------------------------|--------------------------------|
| 周囲温度 | 63℃ | 171℃ (最高) |
| 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa |
| 放射線 | 1.6×10 ⁻¹ Gy/h (最大) | 2.7×10 ⁵ Gy (最大積算値) |

※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
 ※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

以 上

タイトル 同軸ケーブルの構造について

同軸ケーブルの構造は以下の通り。
 ①難燃三重同軸ケーブル



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

説明

以上

| タイトル | 同軸ケーブルの代替評価について | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----------|---|--|---|---|--------------|----|--|---|---|
| 説 明 | 1. 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時） | | | | | | | | | | | |
| | <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 1418 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="584 640 715 685" 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 1418 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="584 640 715 685" 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="584 640 715 685" type="text"/> | (同等ケーブルにて評価) | / | | | | | | | | | |
| 2. ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時） | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="405 788 740 840">評価対象ケーブル</th> <th data-bbox="740 788 1062 840">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 788 1418 840">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="405 840 740 1028"> 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="584 981 715 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="740 840 1062 1028"> 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="903 981 1034 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="1062 840 1418 1028"> 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="584 981 715 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="903 981 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="740 788 1062 840">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 788 1418 840">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="740 840 1062 1028"> 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="903 981 1034 1025" type="text"/> </td> <td data-bbox="1062 840 1418 1028"> 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="903 981 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="584 981 715 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="903 981 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="903 981 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

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

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

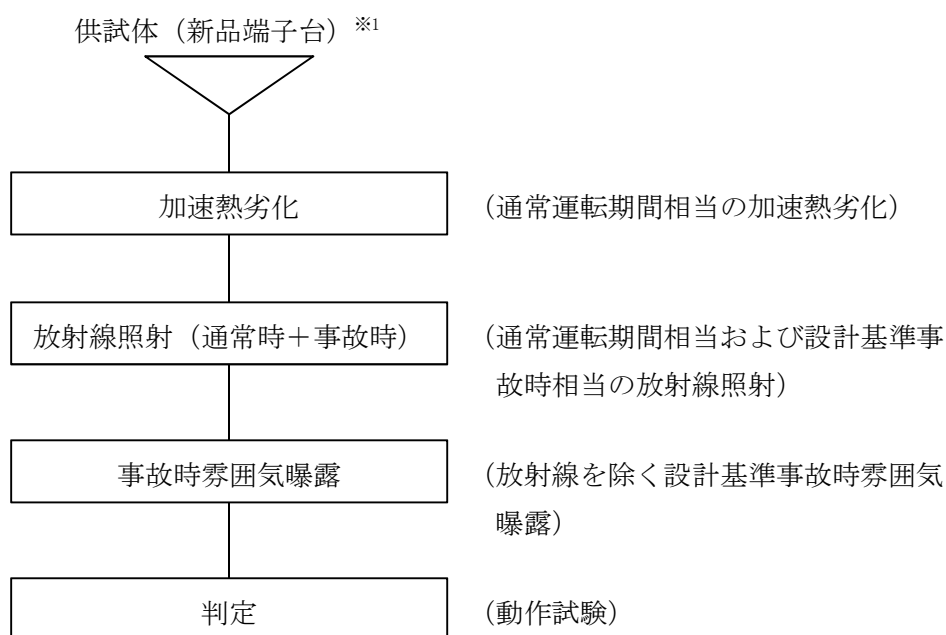


図1 端子台接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

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

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

2) 現状保全

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

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

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

3) 総合評価

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

4) 高経年化への対応

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

(2) ケーブル接続部（直ジョイント接続）の評価

1) 直ジョイント接続の健全性の評価

a. 評価手順

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

直ジョイント接続の長期健全性試験手順を図2に示す。

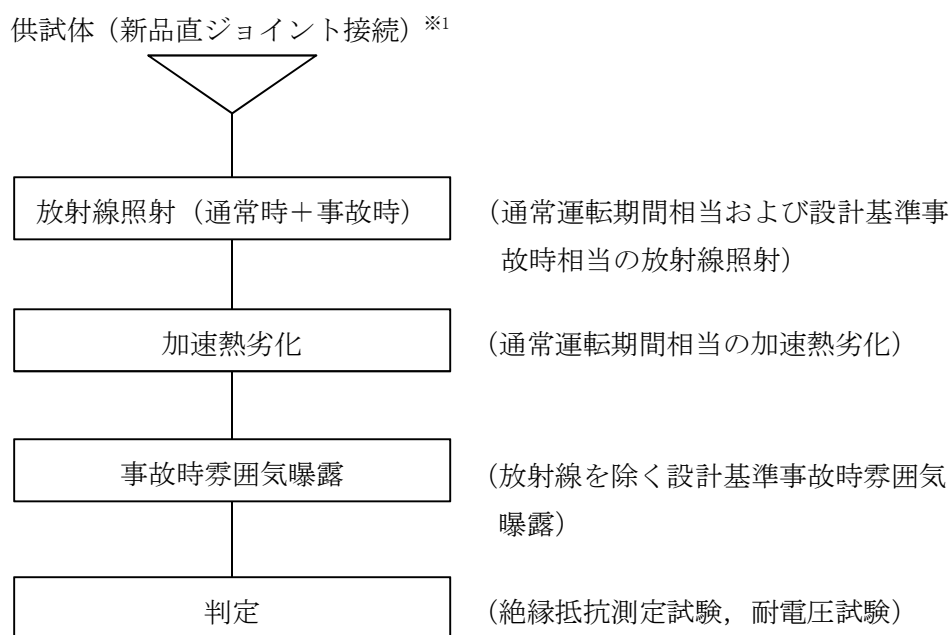


図2 直ジョイント接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

直ジョイント接続の長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 直ジョイント接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

直ジョイント接続の長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 直ジョイント接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

2) 現状保全

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

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

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

3) 総合評価

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

4) 高経年化への対応

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

(3) ケーブル接続部（電動弁コネクタ接続）の評価

1) 電動弁コネクタ接続の健全性の評価

a. 評価手順

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

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順を図3に示す。

供試体（新品電動弁コネクタ接続）※1

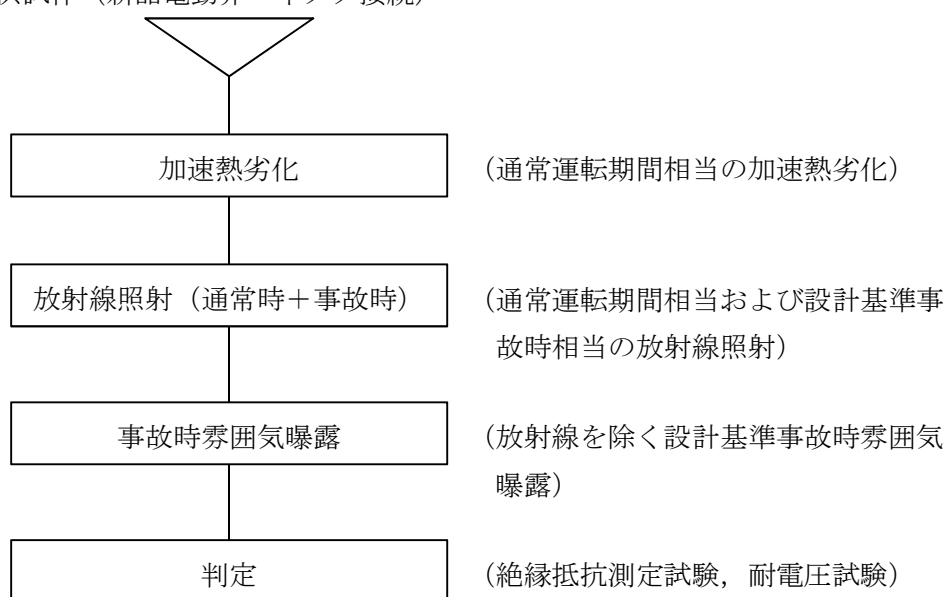


図3 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果を表6に示す。

表6 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

| 項目 | 試験手順 | 判定基準 | 結果 |
|----------|--------------------------------------|---|----|
| 絶縁抵抗測定試験 | 環境試験終了後、常温にてDC500Vメガテス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設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

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

(4) ケーブル接続部（同軸コネクタ接続）の評価

1) 同軸コネクタ接続の健全性の評価

a. 評価手順

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

同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順を図4に示す。

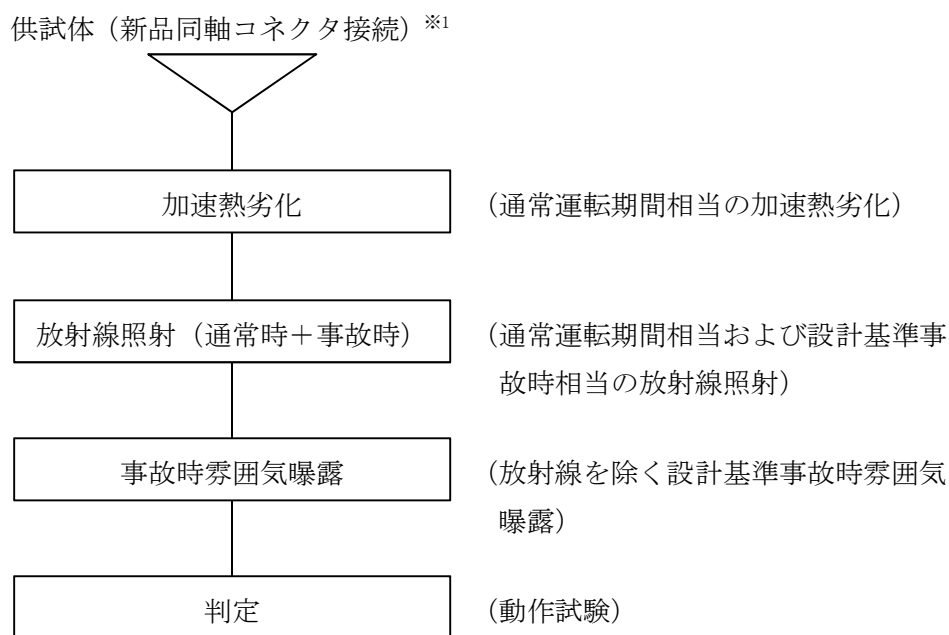


図4 同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

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

b. 試験条件

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

同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件を表7に示す。

表7 同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

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

c. 評価結果

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

同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

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

2) 現状保全

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

また、出力信号測定においても絶縁機能の健全性を確認している。

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

3) 総合評価

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

4) 高経年化への対応

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

2. 添付資料

- 1) ケーブル接続部の長期健全性試験における評価期間について
- 2) ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について
- 4) 同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）の長期健全性試験に使用した供試体（実機相当品）について

説 明

④同軸コネクタ接続

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (1, 262, 139 時間)

t2 : 加速時間 : 241 時間

T1 : 実環境温度 : 328 K (=55°C)

T2 : 加速温度 : 422 K (=149°C)

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

E : 活性化エネルギー : kcal/mol^{※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と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> | | | |
| | a. 端子台接続（原子炉格納容器内） | | | |
| | | 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 | | |
| 活性化エネルギー： <input type="text"/> kcal/mol（ジアリルフタレート樹脂／推定値） | | | | |
| ※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 | | | | |
| b. 直ジョイント接続 | | | | |
| | 条件 | 66℃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： <input type="text"/> 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 | | | | |

説 明

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 | |

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

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 | | 20,256 時間 | 71,883 時間 |
| | | 9,770 時間 | |
| | | 3,293 時間 | |
| | | 38,564 時間 | |
| 設計基準事故 ※1 | | 6,710 時間 | 6,710 時間 |

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

以 上

| タイトル | 設計基準事故時雰囲気で機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------|-----|----------|------|--------|-----------|-----|-------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-----|----------|------|--------|-----------|-----|-------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-------|----------|------|-----|---------|-----|-------------------------------|-----------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のあるケーブル接続部の敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <table border="1" data-bbox="454 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h（最大）</td> <td>2.7×10^5 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 直ジョイント接続</p> <table border="1" data-bbox="454 1075 1366 1272"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h（最大）</td> <td>2.7×10^5 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>c. 電動弁コネクタ接続</p> <table border="1" data-bbox="454 1561 1366 1758"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h（最大）</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 63℃ | 171℃（最高） | 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h（最大） | 2.7×10^5 Gy（最大積算値） | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 63℃ | 171℃（最高） | 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h（最大） | 2.7×10^5 Gy（最大積算値） | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 63℃ | 171℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h（最大） | 2.7×10^5 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 63℃ | 171℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h（最大） | 2.7×10^5 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h（最大） | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

説 明

d. 同軸コネクタ接続

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

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

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

以 上

| | |
|------|---|
| タイトル | 同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）の長期健全性試験に使用した供試体（実機相当品）について |
| 説明 | <p>同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）の長期健全性試験に使用した供試体についての評価内容は下記の通り。</p> <p>1. 長期健全性試験に使用した供試体（実機相当品）の評価内容</p> <p>図 1，図 2 および表 1 に示す通り，実機品と供試体（実機相当品）は概ね同じ構造であり，同一材料を使用している。</p> <p>絶縁特性低下は熱的，環境的要因による影響が大きいことから，耐熱性，耐放射線性，耐蒸気性の観点から，実機品と供試体（実機相当品）の差異による長期健全性への影響を評価している。</p> <p>a. 耐熱性</p> <p>コネクタに使用の有機物（インシュレータ及び O リング）の材料は，両コネクタ共に同一であり，これら有機物はボディに覆われている。両コネクタのボディは同一材料であることから，外部からの熱伝導は同等であり，ボディに内包される有機物に対する熱の影響も同等である。</p> <p>b. 耐放射線性</p> <p>両コネクタのボディは同一材料であり放射線透過は同等であることから，内包される有機物に対する放射線の影響も同等である。</p> <p>c. 耐蒸気性</p> <p>ボディとインシュレータ間，及び検出器側コネクタとケーブル側コネクタの嵌合部においては両コネクタ共に O リングでシールしており，インシュレータへの水分の浸入を防止している。</p> <p>このため，両コネクタは，蒸気環境下においても絶縁特性低下の要因となるインシュレータへの水分付着は考え難く同等である。</p> <p>以上の事から，絶縁特性低下の評価において実機品と供試体（実機相当品）は同等であり，供試体として実機相当品を用いることは妥当であると判断している。</p> |

説 明

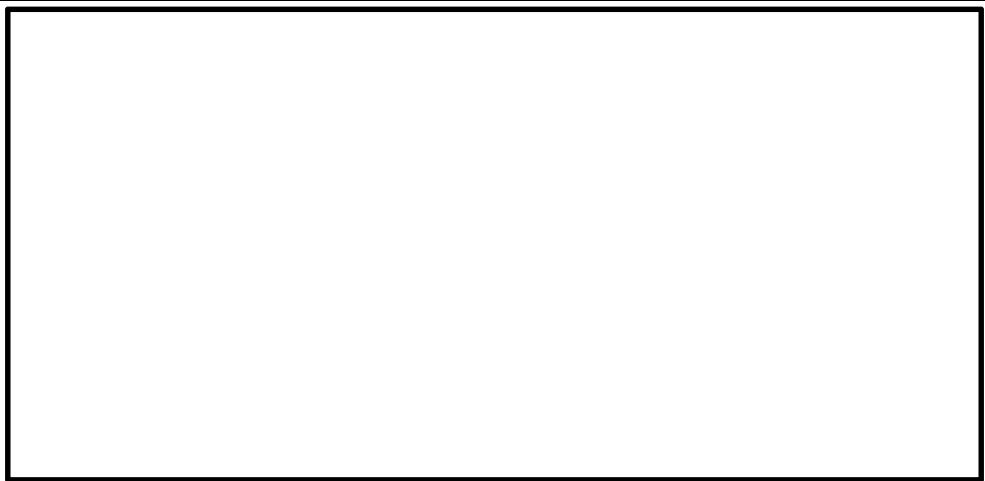


図1 実機品のコネクタ構造図



図2 供試体（実機相当品）のコネクタ構造図

表1 実機同等品と実機相当品の使用材料

| 名称 | | 使用材料 | |
|---------------|---------|------|------------|
| | | 実機品 | 供試体(実機相当品) |
| 検出器側 コネクタ | ボディ | | 同左 |
| | コンタクト | | 同左 |
| | インシュレータ | | 同左 |
| | Oリング | | 同左 |
| ケーブル側 コネクタ | ボディ | | 同左 |
| | コンタクト | | 同左 |
| | インシュレータ | | 同左 |
| | Oリング | | 同左 |

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）の評価

a. 評価手順

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

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

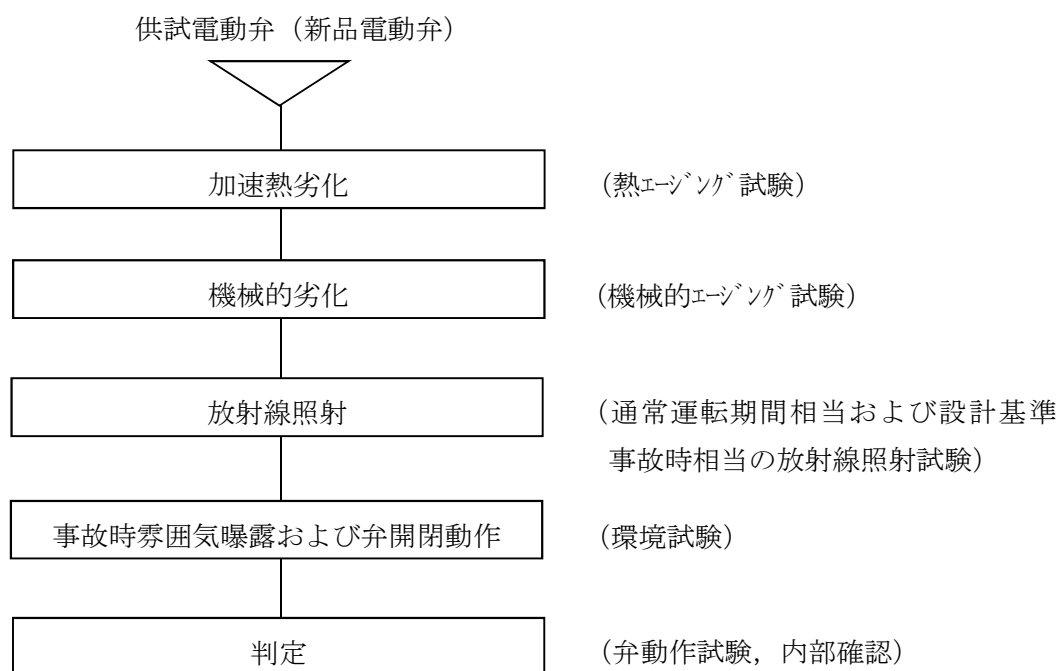


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁）

b. 試験条件

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

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内）を表1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）

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

c. 評価結果

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

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表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）

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

2) 電動弁モータ（原子炉格納容器外／原子炉建物）の評価

a. 評価手順

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

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験手順を図2に示す。

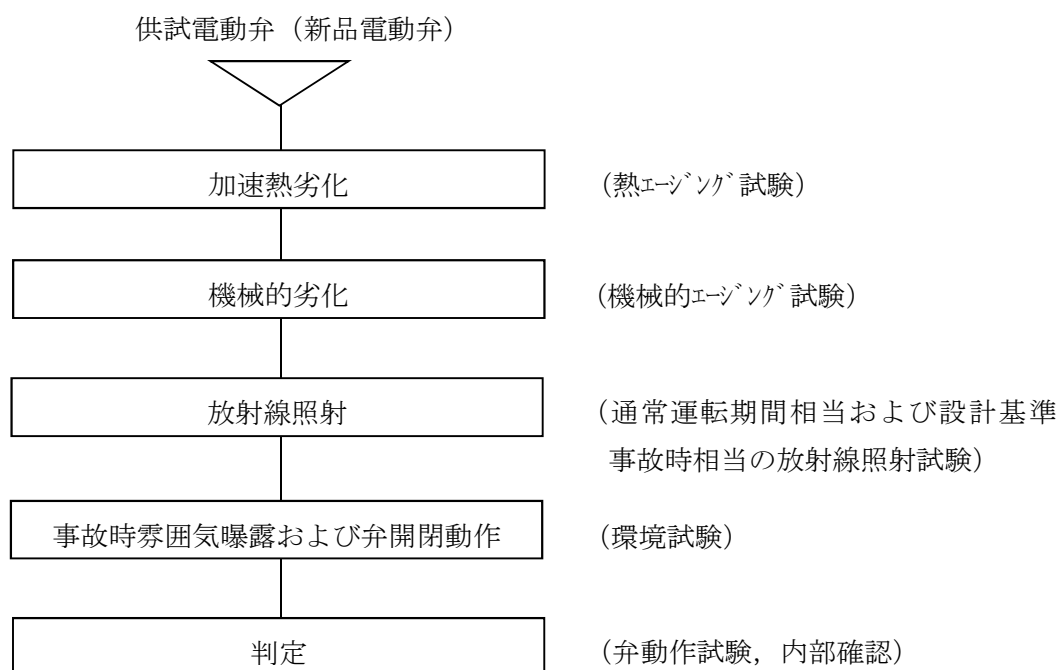


図2 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器外電動弁）

b. 試験条件

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

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）を表3に示す。

表3 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）

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

c. 評価結果

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

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器外）

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

2. 添付資料

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

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

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

【原子炉格納容器外】

①電動弁モータ（固定子コイル／電磁ブレーキコイル）

t1：実環境年数 : 60 年以上 (28,038,576 時間)

t2：加速時間 : 120 時間

T1：実環境温度 : 313 K (=40 °C)

T2：加速温度 : 396 K (=123 °C)

R：気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol・K

E：活性化エネルギー : kcal/mol

(ポリアミドイミド/メーカー提示値)

②電動弁モータ（口出線）

t1：実環境年数 : 60 年以上 (1.7×10^{10} 時間)

t2：加速時間 : 120 時間

T1：実環境温度 : 313 K (=40 °C)

T2：加速温度 : 396 K (=123 °C)

R：気体定数 : 1.98721×10^{-3} kcal/mol・K

E：活性化エネルギー : kcal/mol

(シリコーンゴム/メーカー提示値)

説 明

以 上

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

| タイトル | 電動弁モータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|-----------|----------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|------------|----------|----------|--------|----------|--|---|
| 説 明 | <p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件の比較した結果を示す。</p> <p>【原子炉格納容器内】</p> <p>①固定子コイル/ブレーキコイル</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 636 643 687"></th> <th data-bbox="643 636 887 687">条件</th> <th data-bbox="887 636 1118 687">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1118 636 1366 687">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 687 643 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="643 687 887 736"></td> <td data-bbox="887 687 1118 736">26,399 時間</td> <td data-bbox="1118 687 1366 882" rowspan="4">46,032 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 736 887 786"></td> <td data-bbox="887 736 1118 786">10,231 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 786 887 835"></td> <td data-bbox="887 786 1118 835">7,677 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 835 887 882"></td> <td data-bbox="887 835 1118 882">1,725 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 882 643 1081" rowspan="4">設計基準 事故時条件※1</td> <td data-bbox="643 882 887 931"></td> <td data-bbox="887 882 1118 931">19,219 時間</td> <td data-bbox="1118 882 1366 1081" rowspan="4">28,893 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 931 887 981"></td> <td data-bbox="887 931 1118 981">6,650 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 981 887 1030"></td> <td data-bbox="887 981 1118 1030">648 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1030 887 1081"></td> <td data-bbox="887 1030 1118 1081">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table> | | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 26,399 時間 | 46,032 時間 | | 10,231 時間 | | 7,677 時間 | | 1,725 時間 | 設計基準 事故時条件※1 | | 19,219 時間 | 28,893 時間 | | 6,650 時間 | | 648 時間 | | 2,376 時間 | 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) |
| | | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 1182 643 1234"></th> <th data-bbox="643 1182 887 1234">条件</th> <th data-bbox="887 1182 1118 1234">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1118 1182 1366 1234">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 1234 643 1471" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="643 1234 887 1283"></td> <td data-bbox="887 1234 1118 1283">2,949,998 時間</td> <td data-bbox="1118 1234 1366 1471" rowspan="4">3,729,105 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1283 887 1332"></td> <td data-bbox="887 1283 1118 1332">698,920 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1332 887 1382"></td> <td data-bbox="887 1332 1118 1382">77,248 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1382 887 1471"></td> <td data-bbox="887 1382 1118 1471">2,939 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1471 643 1666" rowspan="4">設計基準 事故時条件※1</td> <td data-bbox="643 1471 887 1520"></td> <td data-bbox="887 1471 1118 1520">1,821,163 時間</td> <td data-bbox="1118 1471 1366 1666" rowspan="4">2,190,865 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1520 887 1570"></td> <td data-bbox="887 1520 1118 1570">363,165 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1570 887 1619"></td> <td data-bbox="887 1570 1118 1619">4,161 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1619 887 1666"></td> <td data-bbox="887 1619 1118 1666">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table> | | 条件 | 94℃換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気 曝露試験 | | 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 | 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) | |
| | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

説 明

【原子炉格納容器外】

①固定子コイル/ブレイキコイル

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

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

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格納容器内の環境条件設計値

以 上

| タイトル | 設計基準事故時で機能要求のある電動弁の環境条件について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|------------------------------|---------------------|-----------------------|------|-----|-----------|------|--------|-----------|-----|--------------------------------|------------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-------|-----------|------|-----|---------|-----|--------------------------------|------------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある電動弁の環境条件は下記のとおり。</p> <p>【原子炉格納容器内】</p> <table border="1" data-bbox="453 539 1366 739"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>1.6×10^{-1} Gy/h (最大)</td> <td>2.7×10^5 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> <p>【原子炉建物】</p> <table border="1" data-bbox="453 929 1366 1128"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h (最大)</td> <td>1.8×10^3 Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物の環境条件設計値 ※2：設計基準事故時における原子炉建物の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 63℃ | 171℃ (最高) | 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h (最大) | 2.7×10^5 Gy (最大積算値) | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃ (最高) | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h (最大) | 1.8×10^3 Gy (最大積算値) |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 63℃ | 171℃ (最高) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 14 kPa | 0.427 MPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 1.6×10^{-1} Gy/h (最大) | 2.7×10^5 Gy (最大積算値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃ (最高) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h (最大) | 1.8×10^3 Gy (最大積算値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| タイトル | 電動弁モータの取替実績について | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------------|--|-------|-----|------|------------------------------|---------|--------------------|---|---------|---------------------|
| 説明 | <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="419 542 1402 786"> <thead> <tr> <th data-bbox="419 542 759 591">取替電動弁</th> <th data-bbox="759 542 1007 591">実施年</th> <th data-bbox="1007 542 1402 591">実施理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="419 591 759 689">MV222-2A (A-RHR 熱交換ハイス弁用電動機)</td> <td data-bbox="759 591 1007 689">2016 年度</td> <td data-bbox="1007 591 1402 689">水密化仕様への変更のため駆動部を更新</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 689 759 786">MV229-100A (A-CAMS トライウェルサンプリンク隔離弁用電動機)</td> <td data-bbox="759 689 1007 786">2017 年度</td> <td data-bbox="1007 689 1402 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 熱交換ハイス弁用電動機) | 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 トライウェルサンプリンク隔離弁用電動機) | 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 熱交換ハイス弁用電動機) | 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 トライウェルサンプリンク隔離弁用電動機) | 2017 年度 | 蒸気対策仕様への変更のため駆動部を更新 | | | | | | | | | | |

別紙 7. 計装制御設備の評価について

1. 計装制御設備の絶縁特性低下の技術評価

(1) 温度検出器（熱電対式）の評価〔主蒸気管周囲温度計測装置〕

a. 評価手順

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

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図1に示す。

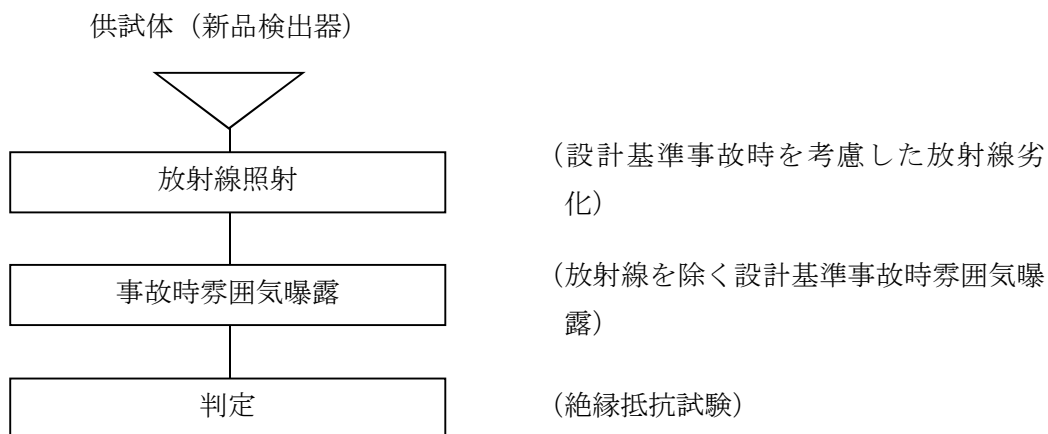


図1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験手順

b. 試験条件

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

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験条件（設計基準事故時）

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

c. 評価結果

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

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 温度検出器（熱電対式）の健全性試験結果

| 項目 | 判定基準 | 結果 |
|--------|-------|----|
| 絶縁抵抗測定 | 5MΩ以上 | 良 |

(2) 現状保全

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

(3) 総合評価

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

(4) 総合評価

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

2. 計測装置の特性変化の技術評価

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

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

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図2に示す。

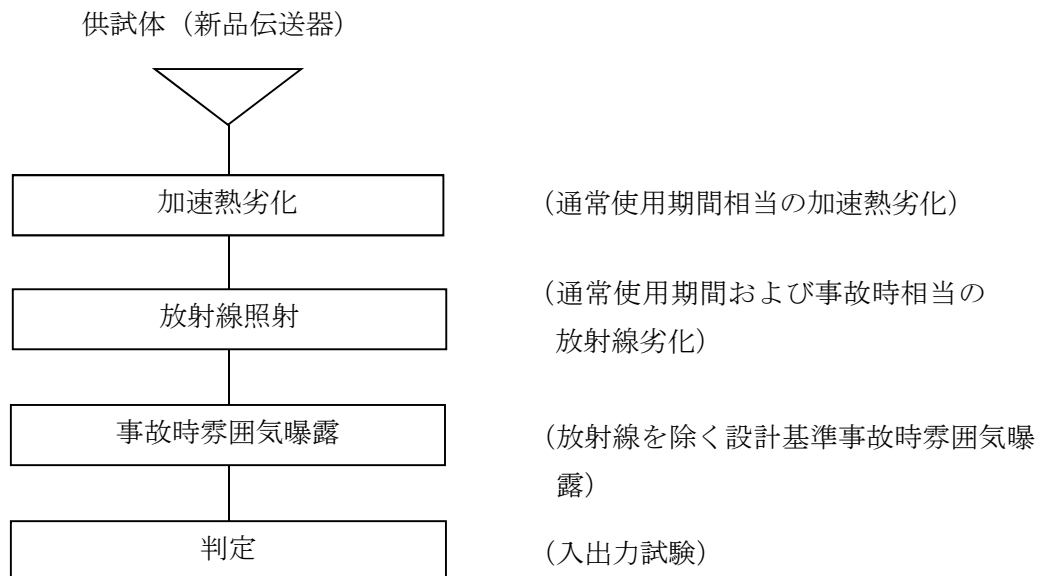


図2 圧力伝送器，差圧伝送器の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

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

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件を表 3 に示す。

表 3 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

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

c. 評価結果

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

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果を表 4 に示す。

表 4 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

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

(2) 現状保全

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 2 水位検出器（フロート式）の特性変化〔水位計測装置〕の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順を図3に示す。

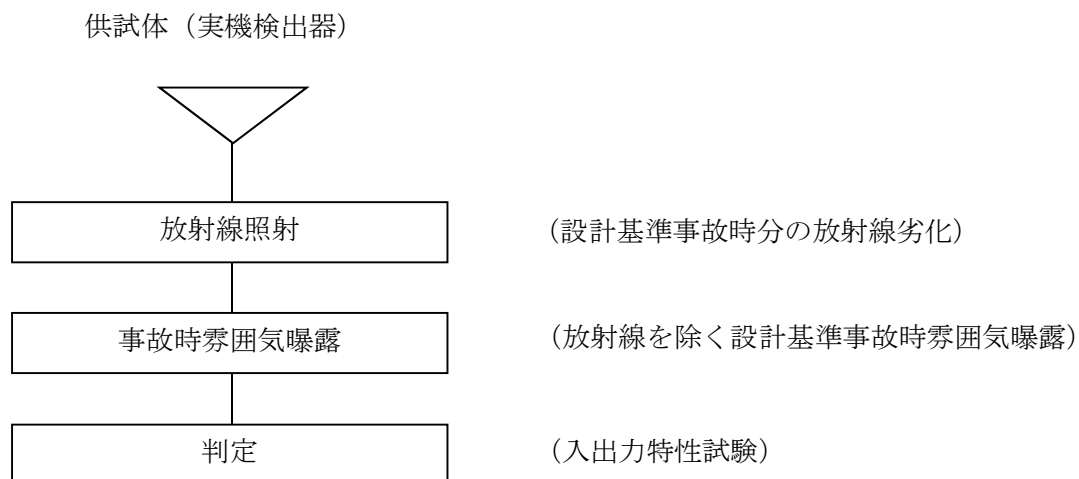


図3 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

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

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

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

c. 評価結果

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

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果を表 6 に示す。

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

表 6 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

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

(2) 現状保全

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

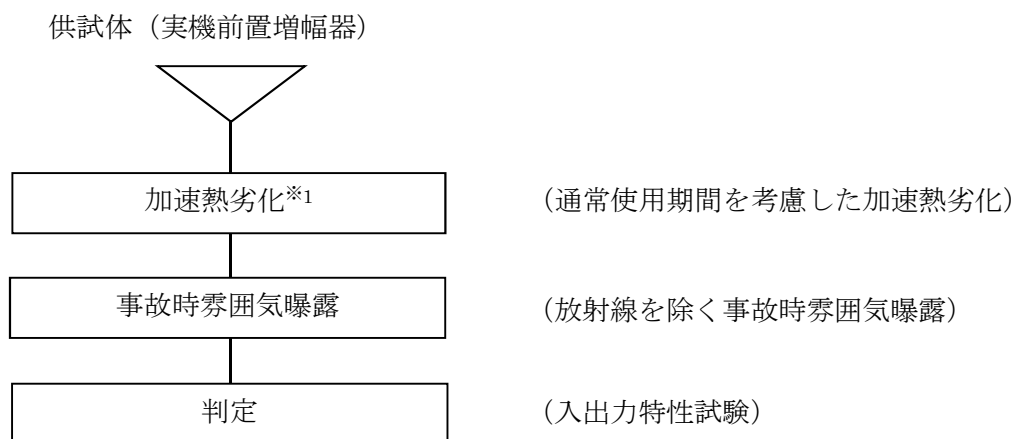
2. 3 中性子源領域計測装置（以下，SRM という）および中間領域計測装置（以下，IRM という）
前置増幅器の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順を図 4 に示す。



※1: SRM/IRM 前置増幅器盤を対象とした加速熱劣化

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

b. 試験条件

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

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

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件を表 7 に示す。

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

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

c. 評価結果

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

SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

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

(2) 現状保全

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

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

2. 4 放射線検出器（イオンチェンバ式）の評価〔放射線計測装置〕

(1) 健全性評価

a. 評価手順

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

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順を図5に示す。

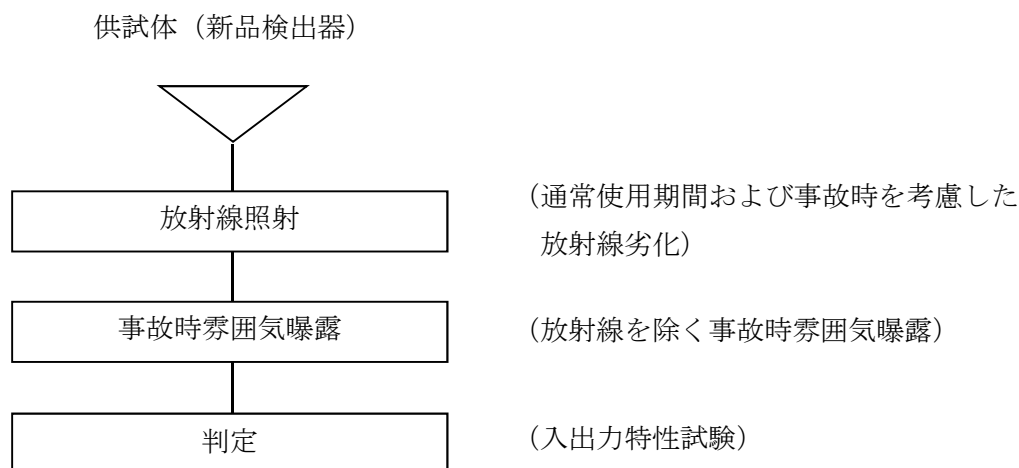


図5 放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

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

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

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験条件を表8に示す。

表8 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験条件（設計基準事故時）

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

c. 評価結果

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

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験結果を表9に示す。

表9 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験結果（設計基準事故時）

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

(2) 現状保全

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

(3) 総合評価

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

(4) 高経年化への対応

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

4. 添付資料

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

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

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

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

活性化エネルギー： kcal/mol（エポキシ樹脂／EPRI 文献値）
 ※1：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の設計基準事故時における環境条件設計値

以上

説明

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

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

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

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

以上

説明

| | |
|------|---|
| 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 ：4.3 年以上（76,291 時間） t2：加速時間 ：409 時間 T1：実環境温度 ：313 K（=40℃） T2：加速温度 ：368 K（=95℃） R：気体定数 ：1.98721×10⁻³ kcal/mol・K E：活性化エネルギー： <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> |
|-----|---|

| タイトル | 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|------------|----------|----------|----|------------|--|----------|----------|---------|--------|--|--|----------|--|--|----|------------|----|------------|--|-------|----------|------|----------|----------|--|-------|----------|----------|
| 説明 | <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設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <table border="1" data-bbox="421 636 1402 882"> <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>事故時雰囲気曝露試験</td> <td rowspan="2"></td> <td>2,735 時間</td> <td rowspan="2">2,735 時間</td> </tr> <tr> <td>設計基準事故※</td> <td>114 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2,394 時間</td> <td></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>※：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水位検出器（フロート式）</p> <table border="1" data-bbox="421 1169 1402 1464"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66°C換算時間※2</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時雰囲気曝露試験</td> <td rowspan="3"></td> <td>45 時間</td> <td rowspan="3">2,484 時間</td> </tr> <tr> <td>6 時間</td> </tr> <tr> <td>2,433 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計基準事故※1</td> <td rowspan="2"></td> <td>46 時間</td> <td rowspan="2">2,440 時間</td> </tr> <tr> <td>2,394 時間</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の設計基準事故時における環境条件設計値</p> <p>※2：活性化エネルギー <input type="text"/> 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）</p> | | 条件 | 66°C換算時間 | 合計 | 事故時雰囲気曝露試験 | | 2,735 時間 | 2,735 時間 | 設計基準事故※ | 114 時間 | | | 2,394 時間 | | | 条件 | 66°C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 |
| | 条件 | 66°C換算時間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事故時雰囲気曝露試験 | | 2,735 時間 | 2,735 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計基準事故※ | | 114 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2,394 時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 条件 | 66°C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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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 時間 |

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

④放射線検出器（イオンチェンバ式）

| | 条件 | 合計※2 |
|------------|----|--------|
| 事故時雰囲気曝露試験 | | 444 時間 |
| 設計基準事故※1※2 | | 6 時間 |

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

※2：機器仕様である °C を超過する時間

以 上

| タイトル | 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の環境条件について | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|----------|------|-----|---------|-----|---------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-----------------------|------|-------|----------|------|-----|---------|-----|---------------------------|-----------------------------|
| 説明 | <p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の設置箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <table border="1" data-bbox="454 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h</td> <td>1.8×10^3 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p> <p>②水位検出器（フロート式）</p> <table border="1" data-bbox="454 1122 1366 1319"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時^{※1}</th> <th>設計基準事故時^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>2.7×10^{-4} Gy/h</td> <td>4.5×10^2 Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p> | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） | | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h | 4.5×10^2 Gy（最大積算値） |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h | 1.8×10^3 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通常運転時 ^{※1} | 設計基準事故時 ^{※2} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 周囲温度 | 40℃以下 | 100℃（最高） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高圧力 | 大気圧 | 3.4 kPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線 | 2.7×10^{-4} Gy/h | 4.5×10^2 Gy（最大積算値） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

説 明

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

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

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

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

④放射線検出器（イオンチェンバ式）

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

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

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

以 上

別紙 8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について

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

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

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

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

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 保全項目(作業内容) | 判定基準 | 点検頻度 | 備考 |
|------------|--|--|------------|------|------------------|------------------|
| 同軸ケーブル | 難燃三重同軸ケーブル | 絶縁体 | 絶縁抵抗測定 | | 絶縁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 | | 絶縁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(シリアルアクリル樹脂) | 絶縁物 | 絶縁抵抗測定 | | 絶縁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 | 熱収縮テープ | 絶縁抵抗測定 | | 絶縁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 シリングアッシュ メス絶縁物 | 絶縁抵抗測定 | | 絶縁機器の点検周期に合わせて実施 | 絶縁抵抗の判定値は接続機器による |
| | 同軸コネクタ接続(ボリエルエテル外シールド) | 0リング(メス側) レセプタクルインシュレータ アラックインシュレータ 0リング(オス側) | 絶縁抵抗測定 | | 絶縁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出口出線・接続部品 | 絶縁抵抗測定 | | 2C | |
| 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出口出線・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出口出線・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 |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------|------|------|----|
| 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 | |
| | 換気系放射線計測装置 | サンプホップモータ(低圧, 交流, 全閉) | 絶縁抵抗測定 | | 1C | |
| | 水素濃度計測装置 | ファンモータの固定子コイル, 口出線・接続部品 | 絶縁抵抗測定 | | 1C | |
| | 酸素濃度計測装置 | 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 | |
| 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 | 原子炉補機冷却水ホッ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 | | |
| | 中央制御室冷凍機の圧縮機 | モータの固定子コイル, 口出線・接続部品 | 絶縁抵抗測定 | 4C | | |
| 冷凍機 | 中央制御室冷凍機の冷却水循環ホップ | モータの固定子コイル, 口出線・接続部品 | 絶縁抵抗測定 | 1C | | |
| | 非常用ディーゼル機関付属設備 高圧炉心スプレッドモーター | 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 | ブロー用電動機(低圧, 交流, 全閉)の固定子コイルおよび口出線・接続部品 | 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 | |

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

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

| 評価対象設備 | 評価対象機器 | 部位 | 保全項目(作業内容) | 判定基準 | 点検頻度 | 備考 |
|------------|--------------|--|------------|------|------|----|
| MGセット | 原子炉保護系MGセット | 発電機, 励磁機および駆動モータの固定子コイルおよび発電機および駆動モータの口出線・接続部品 | 絶縁抵抗測定 | | 1C | |
| | | 発電機の回転子コイル | 絶縁抵抗測定 | | 1C | |
| | 励磁機の回転子コイル | 絶縁抵抗測定 | 1C | | | |
| バタリ電源用CVCF | 計装用無停電交流電源装置 | 貫通形計器用変流器 | 清掃・目視点検 | | 1C | |
| | | コイル(変圧器) | 絶縁抵抗測定 | | 1C | |
| 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 | |
| | | ダクトセンサー | 絶縁抵抗測定 | | 3C | |
| | | 支持磚子 | 絶縁抵抗測定 | | 3C | |

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

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

| No. | IEEE Std. 317-1976 | | 長期健全性試験時 実施有無 (○：有，×：無) | IEEE の試験項目に対して， 試験で実施していない理由等 |
|-----|-------------------------------|--|-------------------------------|---|
| | 試験項目 | 試験内容の概要 | | |
| 1 | 6. 4. 1～6. 4. 5 初期特性試験 | ・製造試験に合格していること。 | ○ | — |
| 2 | 6. 4. 6 部分放電試験 | ・導体は，部分放電 (コナ) 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> |