

玄海原子力発電所 3号炉

高経年化技術評価

(電気・計装品の絶縁低下)

2023年 ●月●日

1. 概要	2
2. 基本方針	2
3. 評価対象と評価方法	3
4. 選定機器の技術評価	
4. 1 低圧ケーブル（難燃PHケーブル）の技術評価	6
4. 2 電気ペネトレーション（LV型モジュール）の技術評価	13
5. 選定機器以外の技術評価	17
6. まとめ	24

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第82条第1項の規定に基づき実施した高経年化技術評価のうち、電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果を説明するものである。

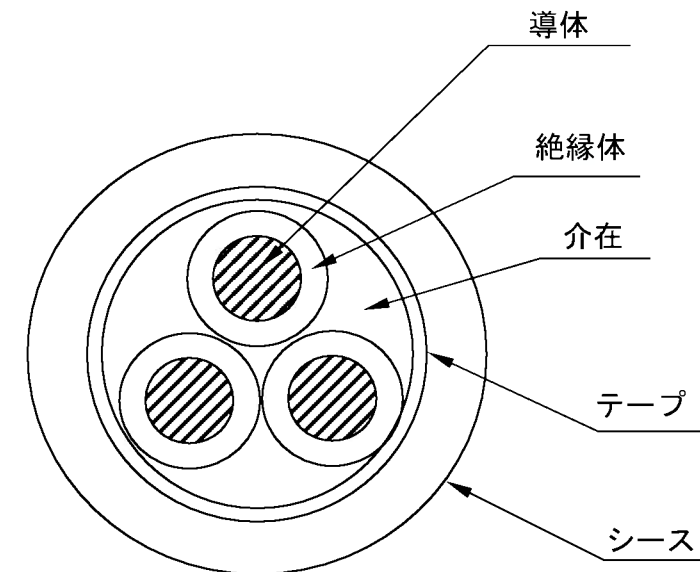
2. 基本方針

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下に対する評価の基本方針は、対象機器について絶縁低下及び気密性低下に対する技術評価を行い、運転開始後60年時点までの期間において「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」及び「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」の要求事項を満たすことを確認することである。

(1) 評価対象

(a) 絶縁低下

- 電気・計装品には、その諸機能を達成するために、種々の部位にゴム、プラスチック等の高分子材料が使用されている。
- 絶縁低下は、これら高分子材料が機械的、電氣的及び環境的（熱・放射線等）な要因で劣化することにより、電気抵抗が低下し、絶縁性が維持できなくなる劣化事象である。
- 絶縁低下が想定される機器は多数存在するため、これらの機器のうち、設計基準事故及び重大事故等時に環境条件が著しく悪化する環境においても機能要求がある機器*1の中から、低圧ケーブル（難燃PHケーブル）及び電気ペネトレーション（LV型モジュール）を選定して評価の詳細を説明する。

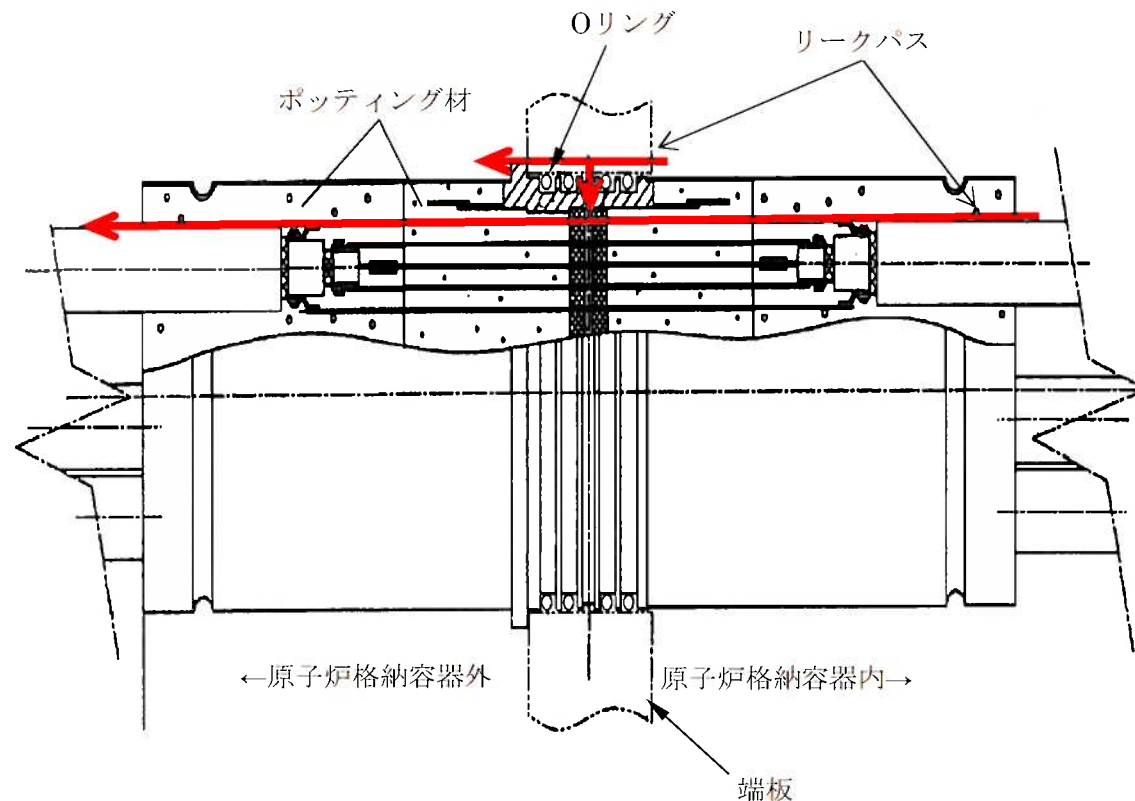


代表的なケーブルの構造

*1：環境条件が著しく悪化する設計基準事故及び重大事故当時において、その事象の拡大を防止し、又はこれを速やかに収束するために、設計基準事故又は重大事故当時の環境条件においても、期待される安全機能を発揮し、維持できることが要求される機器。

(b) 気密性低下

- 電気ペネトレーションに使用しているポッティング材（エポキシ樹脂）及びOリング（EPゴム）は有機物であり、熱及び放射線により経年劣化が進行し、気密性が低下した場合、リークパスが原子炉格納容器内より電気ペネトレーション内部を通り、原子炉格納容器外まで至ることによって、原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下を起こす可能性がある。
- 原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下が想定される電気ペネトレーション（LV型モジュール）の評価の詳細を説明する。



(2) 評価方法

(a) 評価に用いる環境条件

評価に用いる環境条件については、30年目の評価前に自主的に実施した環境調査結果及び原子力安全・保安院指示文書*1に基づき実施した環境調査結果から厳しい条件を選定し、さらに、玄海4号炉の環境調査結果も包絡する厳しい条件にて設定している。

*1：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実施について
(平成19・07・30 原院第5号 平成19年10月30日 NISA-167b-07-1)

(b) 評価に用いる規格等

(b-1) 低圧ケーブル（難燃PHケーブル）

- ・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並びに耐延焼性試験方法に関する推奨案」
- ・原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）
- ・原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903）

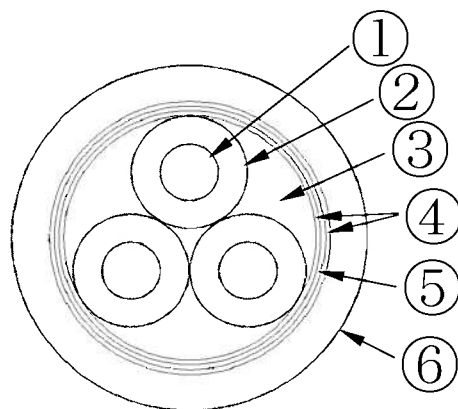
(b-2) 電気ペネトレーション（LV型モジュール）

- ・IEEE Std. 317-2013「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」

4. 選定機器の技術評価（低圧ケーブル）

4.1 低圧ケーブル（難燃PHケーブル）の技術評価

4.1.1 健全性評価



難燃PHケーブル構造図

主要部位の使用材料

No.	部 位	材 料
①	導 体	銅（錫メッキ）
②	絶 縁 体	難燃エチレンプロピレンゴム
③	介 在	ジュート
④	テ ー プ	布
⑤	遮へい層	銅テープ（錫メッキ）
⑥	シ ー ス	難燃クロロスルホン化ポリエチレン

使用条件*1

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
使用環境	原子炉格納容器内		
周囲温度	約50°C*2	約144°C*4（最高温度）	約144°C*4（最高温度）
圧 力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.392MPa [gage] *4（最高圧力）	約0.444MPa [gage] *4（最高圧力）
放 射 線	0.3Gy/h*3	824kGy*5（最大集積線量）	500kGy*4（最大集積線量）

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内ケーブルの条件を代表として記載

*2：難燃PHケーブル布設エリアの周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度

*3：難燃PHケーブル布設エリアの周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率

*4：新規基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」記載値

*5：IEEEに記載された、典型的なPWRプラントにおける事故時照射量を基に、玄海3号炉の原子炉出力及び原子炉格納容器自由体積から算出した値

(1) 準拠する規格

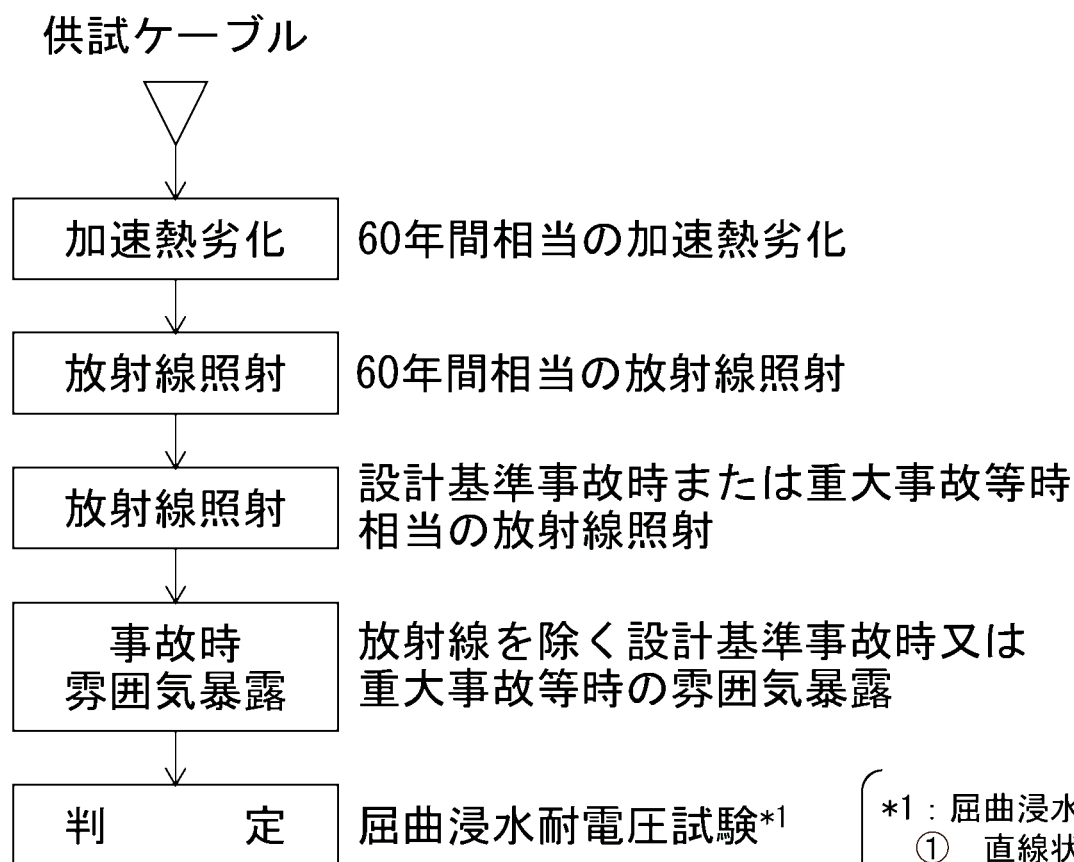
低圧ケーブル（難燃PHケーブル）の健全性評価は以下に示す規格等に準拠した方法により実施した。

	電気学会推奨案に基づく健全性評価	ACAガイドに基づく健全性評価
評価概要	IEEE Std. 323-1974及び383-1974の規格を根幹にした、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並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。）に従った試験結果に基づき評価を行う。	平成26年2月に、原子力安全基盤機構により取りまとめられた「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。）に従った試験結果に基づき評価を行う。
評価事故事象	設計基準事故、重大事故等	設計基準事故

(2) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時、重大事故等時）

(a) 試験手順

電気学会推奨案に基づく試験手順を以下に示す。



長期健全性試験手順

*1： 屈曲浸水耐電圧試験の試験手順は以下のとおりである。

- ① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径の約40倍のマンドレルに巻き付ける。
- 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分間印加し、絶縁破壊が生じるか否かを調べる。

4. 選定機器の技術評価（低圧ケーブル）

（b）試験条件、試験結果

難燃PHケーブルの試験条件及び試験結果を以下に示す。

試験条件は、実機環境に基づいて60年間の運転期間及び事故時雰囲気想定した劣化条件を包絡している。

長期健全性試験条件

		設計基準事故時		重大事故等時	
		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件又は設計基準事故時の環境条件	試験条件	60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件又は重大事故等時の環境条件
通常 相当 運転	温度	140℃－9日	111℃－9日 (=56℃*1－60年)	140℃－11h	137℃－11h (=56℃*1－60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (7.3kGy/h)	158kGy*2	500kGy (10kGy/h)	158kGy*2
事故時 雰囲気 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (7.3kGy/h)	824kGy	500kGy (10kGy/h)	500kGy
	温度	最高温度：190℃	最高温度：約144℃	最高温度：150℃	最高温度：約144℃
	圧力	最高圧力： 0.41MPa[gage]	最高圧力： 約0.392MPa[gage]	最高圧力： 0.5MPa[gage]	最高圧力： 約0.444MPa[gage]

*1：原子炉格納容器内難燃PHケーブル布設エリア（通電による温度上昇を考慮するケーブルトレイ部）の周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）（約38℃）に通電による温度上昇（約18℃）を加えた温度（評価上の最大値）

*2：原子炉格納容器内難燃PHケーブル布設エリアの周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率から算出した集積線量（0.3[Gy/h]×（24×365.25）[h/y]×60[y]=158kGy）

長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
屈曲浸水 耐電圧試験	供試体外径：11.5mm マンドレル径：400mm(DB) 供試体外径の約40倍(SA) 絶縁厚さ：0.8mm 課電電圧：2.6kV／5分間	良

（c）評価結果

長期健全性試験の結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。

[出典：DB：九州電力研究データ、SA：電力共同委託]

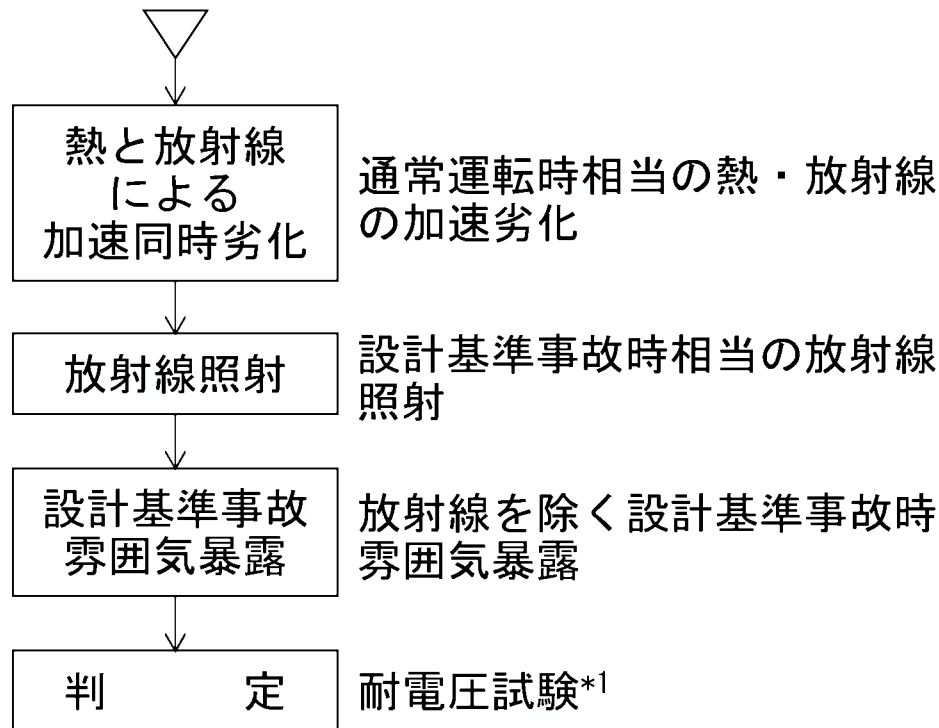
(3) A C Aガイドによる健全性評価（設計基準事故時）

(a) 試験手順、試験条件及び試験結果

A C Aガイドに基づく試験手順、試験条件及び試験結果を以下に示す。

なお、評価にあたっては「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-SS-0903）」の試験結果を用いた。

供試ケーブル



長期健全性試験条件

		試験条件
通常 相当 運転	温度 放射線	100°C—94.8Gy/h—4,003h
	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h以下)
事故時 雰囲気 相当	温度	最高温度：190°C
	圧力	最高圧力：0.41MPa[gage]

長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	良

*1：耐電圧試験は、日本工業規格「ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」（JIS C 3005:2000）の試験

長期健全性試験手順

[出典：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-SS-0903）]

(b) 評価結果

ACAガイドに基づく長期健全性試験評価結果を以下に示す。

ループ室以外に布設されているケーブルは、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断する。また、ループ室内に布設されているケーブルは、評価期間に至る前に取替の措置を講じることで健全性に影響を与えるものは無いと考える。

ACAガイドに基づく実布設環境での長期健全性試験評価結果

布設区分	実布設環境条件		評価期間 [年]*1,2
	温度 [°C]	放射線量率[Gy/h]	
ループ室	45	0.3	48
加圧器上部	45	5×10^{-3}	129
通路部	45	5×10^{-3}	129
通路部ケーブルトレイ内	56*3	1×10^{-3}	64
主蒸気管室	50	—	102

*1：稼働率100%での評価期間

*2：時間依存データの重ね合わせ手法により評価

*3：周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）（約38°C）に通電による温度上昇（約18°C）を加えた温度

4.1.2 現状保全

電力用ケーブルについては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

制御・計装用のケーブルについては、定期的な計測制御系統設備の機能検査等により、系統機器の動作又は計器の指示値等に異常のないことを確認し、絶縁低下による機能低下のないことを確認している。

なお、絶縁低下を確認した場合には、必要に応じて保全を実施する。

4.1.3 総合評価

健全性評価結果から判断して、絶縁体の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。

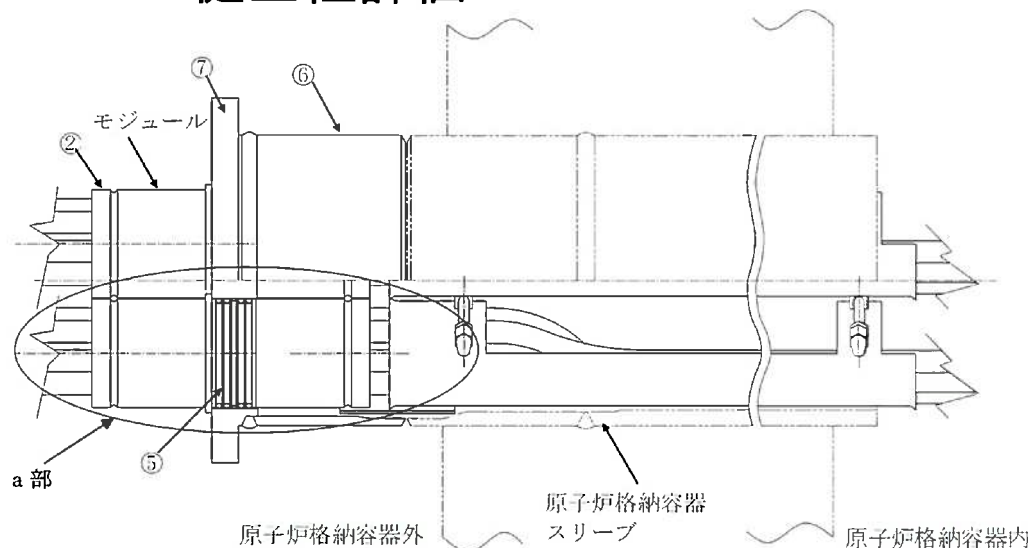
絶縁低下は、絶縁抵抗測定、系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等で検知可能であり、点検手法として適切であると考ええる。

4.1.4 高経年化への対応

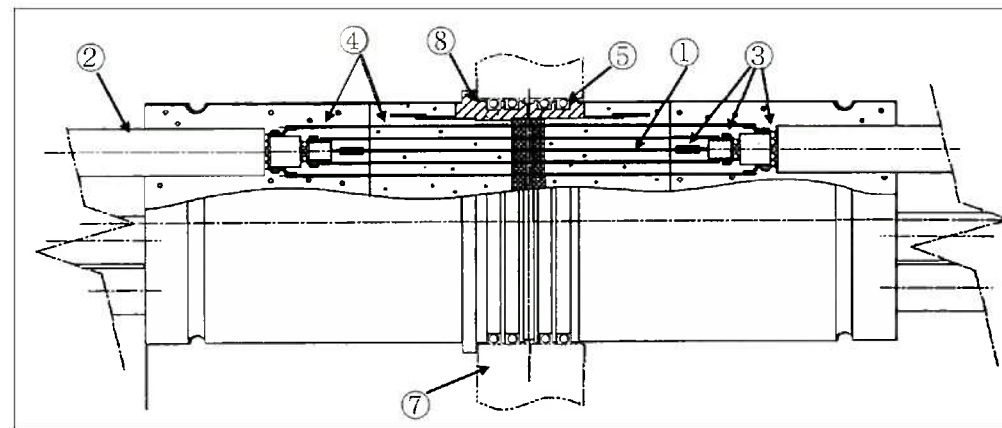
現状保全項目に高経年化対策の観点から、追加すべきものはないと判断する。

4.2 電気ペネトレーション（LV型モジュール）の技術評価

4.2.1 健全性評価



構造図



a部詳細図

使用条件

主要部位の使用材料

No.	部 位	材 料
①	銅棒	銅
②	外部リード	銅、難燃EPゴム、架橋ポリエチレン
③	接続金具	銅
④	ポッティング材	エポキシ樹脂
⑤	Oリング	EPゴム
⑥	本体	炭素鋼
⑦	端板	ステンレス鋼
⑧	ヘッダー	ステンレス鋼

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
使用環境	原子炉格納容器内		
周囲温度	約32°C*1	約144°C*3（最高温度）	約144°C*3（最高温度）
圧 力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.392MPa [gage] *3（最高圧力）	約0.444MPa [gage] *3（最高圧力）
放 射 線	1 × 10 ⁻³ Gy/h*2	824kGy*4（最大集積線量）	500kGy*3（最大集積線量）

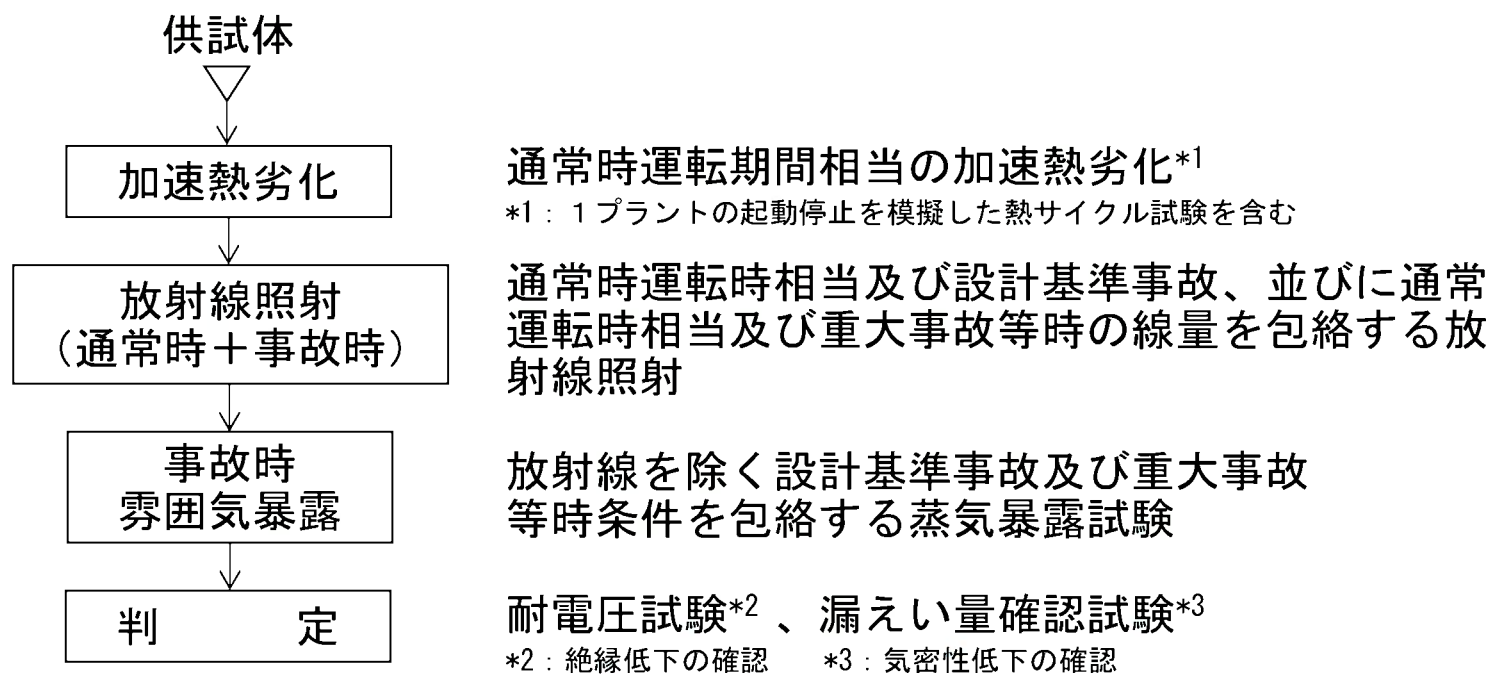
*1：電気ペネトレーション設置エリアの周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度
 *2：電気ペネトレーション設置エリアの周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率
 *3：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」記載値
 *4：IEEEに記載された、典型的なPWRプラントにおける事故時照射量を基に、玄海3号炉の原子炉出力及び原子炉格納容器自由体積から算出した値

電気ペネトレーションの絶縁低下及び原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下の健全性評価については、IEEE Std. 317-2013に準拠して実施する。

なお、外部リードについては、運転開始後60年時点において、絶縁機能を維持できることを確認しているが、前述のケーブルの健全性評価の部分と同様の説明となることから、本項では省略する。

（1）試験手順

電気ペネトレーションの試験手順を以下に示す。



長期健全性試験手順

（2）試験条件及び試験結果

電気ペネトレーションの試験条件及び試験結果を以下に示す。試験条件は、実機環境に基づいて60年間の運転期間及び事故時雰囲気想定した劣化条件を包絡している。

長期健全性試験条件

	試験条件	60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件、設計基準事故及び重大事故等の環境条件
加速熱劣化	熱劣化： 110°C—218日間*1 熱サイクル： 71~107°C—20日間	38°C*2—60年
放射線照射	1,500kGy（10kGy/h以下）	通常運転時相当：0.6kGy*3 設計基準事故時線量：824kGy 重大事故等時線量：500kGy
事故時雰囲気暴露	最高温度：190°C 最高圧力：0.45MPa[gage] 試験時間：7日間	設計基準事故時：約144°C（最高温度） ：約0.392MPa[gage]（最高圧力） 重大事故等時：約144°C（最高温度） ：約0.444MPa[gage]（最高圧力）

- *1：熱サイクル試験による劣化に、40°C—60年に相当する熱劣化となるよう、通常の熱劣化を加えた
- *2：電気ペネトレーション設置エリアの周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）（約32°C）に通電による温度上昇（約6°C）を加えた温度
- *3：電気ペネトレーション設置エリアの周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率から算出した集積線量
 $(1 \times 10^{-3} [\text{Gy/h}] \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 0.6 \text{ kGy})$

長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	課電電圧： C-1S間 1,500V/1分間 1S-2S間 500V/1分間	良

項目	判定基準	測定値	判定
漏えい量確認試験	$1 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 以下	$0.67 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{sec}$	良

（3）評価結果

長期健全性試験の結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能及び原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性を維持できると判断する。

4.2.2 現状保全

絶縁低下に対しては、定期的にケーブルを含めた絶縁抵抗測定又は系統機器の動作確認を実施し、有意な絶縁低下がないことを確認している。

また、原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下に対しては、定期的に原子炉格納容器漏えい率検査及び電気ペネトレーションに封入している窒素ガスの圧力確認を実施し、機器の健全性を確認している。

なお、絶縁低下及び気密性低下を確認した場合には、必要に応じて保全を実施する。

4.2.3 総合評価

健全性評価結果から判断して、絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。また、原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下の可能性はないと考える。

絶縁低下及び気密性低下は、絶縁抵抗測定又は原子炉格納容器漏えい率検査等で検知可能であり、点検手法として適切である。

4.2.4 高経年化への対応

現状保全項目に高経年化対策の観点から、追加すべきものはないと判断する。

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(1/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
高圧ポンプ用電動機	<ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ用電動機 高圧注入ポンプ用電動機 充てんポンプ用電動機 格納容器スプレイポンプ用電動機 余熱除去ポンプ用電動機 原子炉補機冷却水ポンプ用電動機 電動補助給水ポンプ用電動機 	固定子コイル、口出線・接続部品	ヒートサイクル方法により評価した絶縁寿命と、経年機の運転年数とコイル破壊電圧との関係による評価結果から、固定子コイル等の運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、運転年数で18.5年と判断。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施。 点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施する。	絶縁低下は、18.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定、絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施していくとともに、運転年数及び点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
低圧ポンプ用電動機	<ul style="list-style-type: none"> ほう酸ポンプ用電動機 燃料取替用水ポンプ用電動機 常設電動注入ポンプ用電動機 	固定子コイル、口出線	ヒートサイクル方法により評価した絶縁寿命と、経年機の設置経過年数とコイル破壊電圧との関係による評価結果から、固定子コイル等の運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は16.5年又は16年と判断。	絶縁抵抗測定を実施。 絶縁抵抗測定の結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを行う。	絶縁低下は、16.5年又は16年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
電気ペネトレーション	<ul style="list-style-type: none"> LV型モジュール (外部リード) 	外部リード	1-1 1-2 2-1 電気学会推奨案に基づく長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。 また、ACAガイドに従った長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定又は系統機器の動作確認を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は絶縁抵抗測定又は系統機器の動作確認で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
		2-2 電気学会推奨案に基づく長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。				
	<ul style="list-style-type: none"> MV型モジュール 	ポットिंग材、Oリング	長期健全性試験の結果、ポットिंग材及びOリングの原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下については、運転開始後60年間の通常運転とその後の設計基準事故又は重大事故等時においても健全性が維持できると判断。	原子炉格納容器漏えい率検査及び電気ペネトレーションに封入されている窒素ガスの圧力確認を実施。	ポットिंग材及びOリングの原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下は、原子炉格納容器漏えい率検査及び電気ペネトレーションに封入されている窒素ガスの圧力確認で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。

*1: 下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(2/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
弁電動装置	・余熱除去ラインループ高温側 出口弁電動装置	固定子コイル、 口出線・接続部品	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転後においても絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
	・T/D AFWP駆動蒸気入口 弁電動装置	主極コイル、 補極コイル、 電機子コイル、 電磁ブレーキ、 口出線・接続部品				
高圧ケーブル	・難燃高圧CSHVケーブル	絶縁体（水トリー 劣化を除く）	長期健全性試験の結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
	・難燃高圧CSHVケーブル （屋外布設）	絶縁体（水トリー 劣化）	トレンチ内部の溜まり水による多湿度環境を考慮すると、水トリー劣化による絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定、ケーブル絶縁診断及びトレンチ内の目視確認を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、水トリーによる絶縁低下は絶縁抵抗測定及びケーブル絶縁診断で、浸水状態は目視確認で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定及びケーブル絶縁診断を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により取替等を実施していく。また、トレンチ内の目視確認を実施していく。
低圧ケーブル	・難燃SHVVケーブル	絶縁体	実機同等品による電気学会推奨案に基づく長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。	電力用ケーブルについては、絶縁抵抗測定を実施。 制御・計装用ケーブルについては、系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は絶縁抵抗測定、系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
	・FPTFケーブル			系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等で検知可能であり、点検手法として適切。	
	・難燃SHVVケーブル （製造メーカーが異なるケーブル）			絶縁体材料が同一である類似品を用いて電気学会推奨案に基づく長期健全性試験結果により評価した結果、60年間の運転期間後においても絶縁低下の可能性は小さい。	絶縁低下の可能性は小さい。 絶縁低下は系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等で検知可能であり、点検手法として適切。	

*1：下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(3/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
同軸ケーブル	・難燃三重同軸ケーブル1	絶縁体、 内部シース	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。 また、ACAガイドに従った長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
	・難燃三重同軸ケーブル2		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験を行った結果、運転開始後60年時点においても絶縁低下の可能性はない。			
ケーブル接続部	・気密端子箱接続	Oリング、 LCモールド	実機同等品による長期健全性試験結果により評価した結果、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると判断。	電力用ケーブル接続部については、絶縁抵抗測定を実施。 制御・計装用ケーブル接続部については、系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。 絶縁低下は絶縁抵抗測定、系統機器の動作確認又は計器の指示値確認等で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
	・直ジョイント	熱収縮チューブ				
	・電動弁コネクタ接続1	絶縁物、Oリング、 シーリングブッシュ、 ゴムブッシュ				
	・三重同軸コネクタ接続	絶縁物、Oリング				
	・一般端子接続 ・端子台接続 ・高圧コネクタ接続 ・電動弁コネクタ接続2 ・加圧器ヒータコネクタ接続 ・複合同軸コネクタ接続 ・三重同軸コネクタ接続 (製造メーカーが異なる三重同軸コネクタ接続)	絶縁物等				

*1：下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(4/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応	
メタルクラッド開閉装置 (メタクラ)	・メタクラ (安全系)	ばね蓄勢用モータ (低圧モータ)	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。	
		計器用変流器 (巻線形)	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転後においても絶縁機能を維持できると判断。		絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。	
	計器用変圧器	ばね蓄勢用モータ (低圧モータ)			使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。
	・重大事故等対処用変圧器受電盤	計器用変流器 (巻線形)	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転後においても絶縁機能を維持できると判断。		絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。		現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
動力変圧器		・動力変圧器 (安全系)	コイル	実機コイルのポリアミド紙平角銅線は、60年相当の絶縁性能を長期特性試験で確認した変圧器コイルの2重ガラス平角銅線に比べ、熱劣化特性で優れていることから、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
	・重大事故等対処用変圧器盤	コイルの絶縁物は熱劣化特性の優れた絶縁物であり、急激な絶縁低下の可能性は小さい。					
パワーセンタ	・パワーセンタ (安全系)	保護リレー (静止形)	同種の保護リレーの絶縁低下に対する健全性試験による評価の結果、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。絶縁抵抗測定結果に基づき、必要により取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、絶縁抵抗測定結果に基づき必要により取替えを実施していく。	
		ばね蓄勢用モータ (低圧モータ)	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。		絶縁抵抗測定を実施していく。	
		計器用変圧器	急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。				

*1：下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(5/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
プロセス計測制御設備	空調用冷凍機温度	测温抵抗体	絶縁物には酸化マグネシウム及びシリコンワニスガラス編組を使用しており、絶縁性能の低下を起こす可能性は小さい。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施している。
制御設備	・ディーゼル発電機制御盤	計器用変流器、計器用変圧器	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転後においても絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はない。絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断。
		保護リレー（静止形、機械式）	同種の保護リレーの絶縁低下に対する健全性試験による評価の結果、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。絶縁抵抗測定結果に基づき、必要により取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、絶縁抵抗測定結果に基づき必要により取替えを実施していく。
		励磁装置	過去に実施した精密点検（tanδ測定、直流吸収測定）の結果から、熱的、電気的要因により設備の納入後30年前後より絶縁抵抗の低下が生じる可能性が考えられる。	絶縁抵抗測定を実施。適切な頻度で精密点検を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定及び精密点検で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定並びに適切な頻度で精密点検を実施していく。
	・制御用空気除湿装置制御盤 ・空調用冷凍機制御盤	変圧器	屋内に設置された制御盤筐体内に内蔵されているため、塵埃が付着しにくい環境にあることから急激な絶縁低下の可能性は小さいと考える。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
空調設備	・空調用冷凍機用電動機 ・中間補機棟空調ファン用電動機 ・安全補機開閉器室空調ファン用電動機	固定子コイル、口出線・接続部品		低圧ポンプ用電動機の評価と同様。		
	・アニュラス空気浄化ファン用電動機 ・安全補機室空気浄化ファン用電動機 ・安全補機室冷却ファン用電動機 ・ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 ・ほう酸ポンプ室空調ファン用電動機 ・中央制御室循環ファン用電動機 ・中央制御室空調ファン用電動機 ・中央制御室非常用循環ファン用電動機 ・空調用冷水ポンプ用電動機	固定子コイル、口出線				
空気圧縮装置	・制御用空気圧縮機用電動機 ・制御用空気除湿装置送風機用電動機	固定子コイル、口出線・接続部品		低圧ポンプ用電動機の評価と同様。		

*1：下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(6/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
燃料取扱設備	・燃料取替クレーン	電動機固定子コイル	低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は16.5年と判断。しかしながら、低圧ポンプ用電動機と設置場所が異なることから、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
		電磁ブレーキ固定鉄心	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。		絶縁抵抗測定を実施していく。
		回転数発電機				
	・使用済燃料ピットクレーン	電動機固定子コイル	低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は16.5年と判断。しかしながら、低圧ポンプ用電動機と設置場所が異なることから、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施。		絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
		電磁ブレーキ固定鉄心	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。		絶縁抵抗測定を実施していく。
	変圧器					
・燃料移送装置	変圧器					
ディーゼル発電設備	・ディーゼル発電機	固定子コイル（高圧）、口出線・接続部品（高圧）	高圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は18.5年と判断。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定、絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施していくとともに、運転年数及び点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
		回転子コイル（低圧）、口出線・接続部品（低圧）	低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は16年と判断。	絶縁抵抗測定を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施。		絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
		回転計発電機	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。		絶縁抵抗測定を実施していく。

*1：下線部は、評価書中の代表機器

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下の評価結果一覧(7/7)

評価対象設備	評価対象機器*1	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
ディーゼル発電設備	<ul style="list-style-type: none"> 温水循環ポンプ用電動機 潤滑油プライミングポンプ用電動機 燃料油移送ポンプ用電動機 燃料弁冷却水ポンプ用電動機 	固定子コイル、口出線		低圧ポンプ用電動機の評価と同様。		
直流電源設備	・直流コントロールセンタ	保護リレー（機械式）	同種の保護リレーの絶縁低下に対する健全性試験による評価の結果、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。絶縁抵抗測定結果に基づき、必要により取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、絶縁抵抗測定結果に基づき必要により取替えを実施していく。
	・充電器盤（3系統目蓄電池用）	変圧器、計器用変圧器	屋内に設置された制御盤筐体内に内蔵されているため、塵埃が付着しにくい環境にあることから急激な絶縁低下の可能性は小さいと考える。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
計器用電源設備	<ul style="list-style-type: none"> 計装電源盤 計装電源盤（3系統目蓄電池用） 	変圧器	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。絶縁抵抗測定結果に基づき、必要により取替えを実施する。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、絶縁抵抗測定結果に基づき必要により取替えを実施していく。
制御棒駆動装置用電源設備	・原子炉トリップ遮断器盤	ばね蓄勢用モータ（低圧モータ）	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
大容量空冷式発電機	・大容量空冷式発電機	固定子巻線、主回路端子、主回路端子ケーブル	運転回数は年間数回であるが、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定、絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、絶縁診断を実施していくとともに、点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
		回転子巻線、励磁機固定子巻線、励磁機回転子巻線		絶縁抵抗測定を実施。点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。
	・大容量空冷式発電機用給油ポンプ電動機	固定子コイル、口出線				

*1：下線部は、評価書中の代表機器

6.1 審査ガイド適合性

「2. 基本方針」で示した要求事項について技術評価を行った結果、全ての要求事項を満足していることを確認した。

6.2 長期施設管理方針として策定する項目

電気・計装品の絶縁低下及び気密性低下に関する評価結果より、長期施設管理に関する方針は抽出されなかった。

健全性評価において、ACAガイドによる評価期間が60年未満 (48年) となったループ室内の難燃PHケーブルについては、下表に示す用途で使用されている。

今後も適切に保全を実施した上で、評価期間に至る前に計画的に取替える方針とする。

ケーブル種類	用途	負 荷	保全内容	保守管理方針
難燃PHケーブル	低圧動力	余熱除去ラインループ高温側出口弁	定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 保全の結果を踏まえて劣化傾向を把握し、必要に応じて取替を計画する。 ○ ACAガイドに基づく健全性評価結果を踏まえて、評価期間に至る前に取替の措置を講じる。
	制御	余熱除去ラインループ高温側出口弁	機器の動作に異常のないことを確認している。	
	計装	1次冷却材高温側温度 (広域) 1次冷却材高温側温度 (狭域) 1次冷却材低温側温度 (広域) 1次冷却材低温側温度 (狭域)	定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。	