

東海第二発電所
運転期間延長認可申請
(電気・計装品の絶縁特性低下)
(その他劣化事象)

平成30年5月17日

本資料のうち、枠囲みの範囲は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

目次

1. 概要	3
2. 基本方針(電気・計装品の絶縁特性低下)	4
3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)	5
4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)	10
5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)	28
6. 基本方針(その他劣化事象)	36
7. 評価対象と評価手法(その他劣化事象)	37
8. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)	39
9. まとめ	43

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（昭和53年通商産業省令第77号。以下「実用炉規則」という。）第114条の規定に基づく，劣化状況評価の補足として電気・計装品の絶縁特性低下及び**評価対象事象以外の事象**（以下「**その他劣化事象**」という。）の評価結果が適切であることを説明するとともに，評価内容の補足資料をとりまとめたものである。

2. 基本方針(電気・計装品の絶縁特性低下)

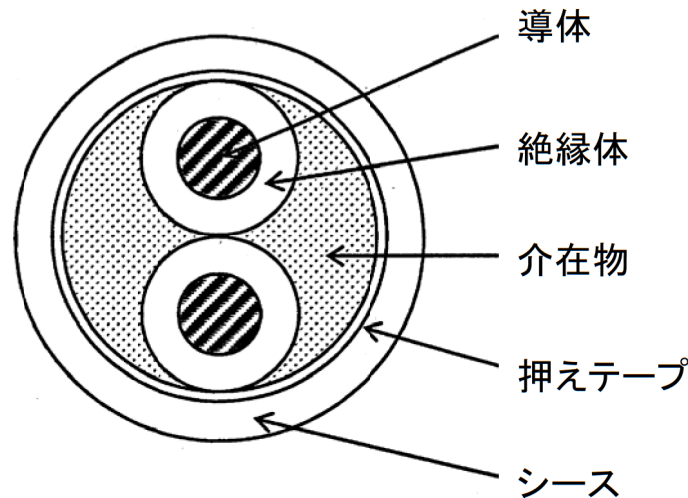
電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項を以下に示す。

審査基準	要求事項
実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準	<p>○点検検査結果による健全性評価の結果, 評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁特性低下が生じないこと。</p> <p>○長期健全性評価試験による健全性評価の結果, 設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等時環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁特性低下が生じないこと。</p>

3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)(1/5)

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。

これら材料は、環境的(熱・放射線等)、電氣的及び機械的な要因による劣化の進展で、絶縁特性が低下し、電気・計装品の機能が維持できなくなる可能性がある。



代表的なケーブルの構造

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高分子絶縁材料が、環境的、電氣的及び機械的な要因で劣化するため、電気抵抗が低下し、絶縁性を確保できなくなる現象である。

3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)(2/5)

- 電気・計装品の絶縁特性低下に対する評価は、絶縁特性低下の可能性のある全ての機器に対して行う。
- 電気・計装品の絶縁特性低下に対する可能性のある機器を抽出する。
抽出した機器を「表1 東海第二 電気・計装品絶縁特性低下評価対象機器」に示す。
- 絶縁特性低下の可能性のある機器の中で、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を抽出する。
- 代表機器は、環境条件が著しく悪化する環境にて機能要求のある機器の中から、電気・計装品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(難燃性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)」(以下「難燃PNケーブル」という)及び「**低圧用**電気ペネトレーション」を代表に選定する。
- 評価にあたっては、IEEE Std.323-1974, IEEE Std.317-1976, **IEEE Std.383-1974**, 「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(電気学会技術報告Ⅱ部第139号)」(以下「電気学会推奨案」という。)及び「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及び各機器の点検実績等から健全性について評価する。

3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)(3/5)

表1 東海第二 電気・計装品絶縁特性低下評価対象機器(1/3)

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も機能要求のある機器	
			設計基準事故	重大事故等
ポンプモータ	高圧ポンプモータ	固定子コイル, 口出線・接続部品	○	○
	低圧ポンプモータ	固定子コイル, 口出線・接続部品		
容器	<u>低圧用電気ペネトレーション</u>	シール部, 電線	○	○
弁	電動弁用駆動部	固定子コイル他	○	○
ケーブル	高圧ケーブル	絶縁体	○	○
	<u>低圧ケーブル</u>	絶縁体	○	○
	同軸ケーブル	絶縁体	○	○
	ケーブル接続部	絶縁物	○	○

3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)(4/5)

表1 東海第二 電気・計装品絶縁特性低下評価対象機器(2/3)

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も機能要求のある機器	
			設計基準事故	重大事故等
電源設備	高圧閉鎖配電盤	主回路導体支持碍子他		
	動力用変圧器	変圧器コイル他		
	低圧閉鎖配電盤	気中遮断機絶縁支持板他		
	コントロールセンタ	変圧器コイル他		
	ディーゼル発電設備	固定子コイル他		
	MGセット	固定子コイル他		
	無停電電源装置	変圧器コイル		
	直流電源設備	変圧器コイル		
	計測用分電盤	主回路導体支持板		
	計測用変圧器	変圧器コイル		
計測制御設備	計測装置	固定子コイル, 口出線・接続部品	○	○

3. 評価対象と評価手法(電気・計装品の絶縁特性低下)(5/5)

表1 東海第二 電気・計装品絶縁特性低下評価対象機器(3/3)

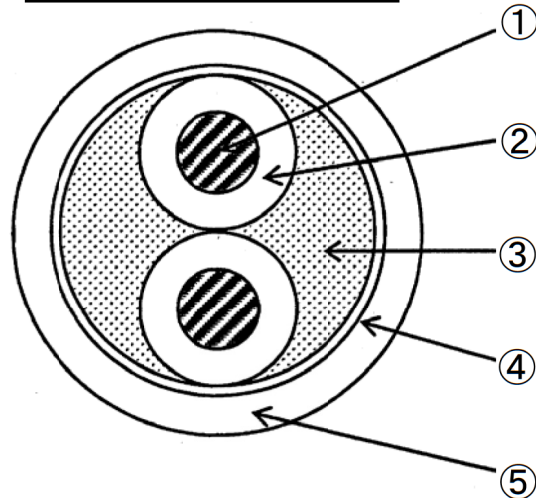
機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	環境条件が著しく悪化する環境においても機能要求のある機器	
			設計基準事故	重大事故等
タービン設備	制御装置及び保安装置	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	非常用系タービン設備	固定子コイル, 口出線・接続部品		
空調設備	ファン	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	空調機	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	冷凍機	固定子コイル, 口出線・接続部品		
機械設備	ディーゼル機関付属設備	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	燃料取替機	ブレーキ電磁コイル		
		固定子コイル, 口出線・接続部品		
	燃料取扱クレーン	固定子コイル, 口出線・接続部品他		
	制御用圧縮空気系設備	固定子コイル, 口出線・接続部品		
	廃棄物処理設備	加熱ヒータ		

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(1/18)

4.1 難燃PNケーブルの絶縁特性低下の評価

4.1.1 難燃PNケーブルの使用材料, 使用条件

難燃PNケーブル構造図



難燃PNケーブル主要部位の使用材料

No.	部位	材料
①	導体	すずメッキ軟銅
②	絶縁体	難燃エチレンプロピレンゴム
③	介在物	難燃性介在物
④	押えテープ	難燃テープ
⑤	シース	特殊クロロプロレンゴム

難燃PNケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時*1	重大事故等時*2
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	65.6 °C(最高)	171 °C(最高)	235 °C(最高)
最高圧力	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線	0.250 Gy/h(最大)	2.6 × 10 ² kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

*1: 設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(2/18)

4. 1. 2 難燃PNケーブルの評価方法

難燃PNケーブルの健全性評価は、以下に示す健全性評価方法で得られた結果をもとに東海第二の実環境条件に展開して評価を実施する。

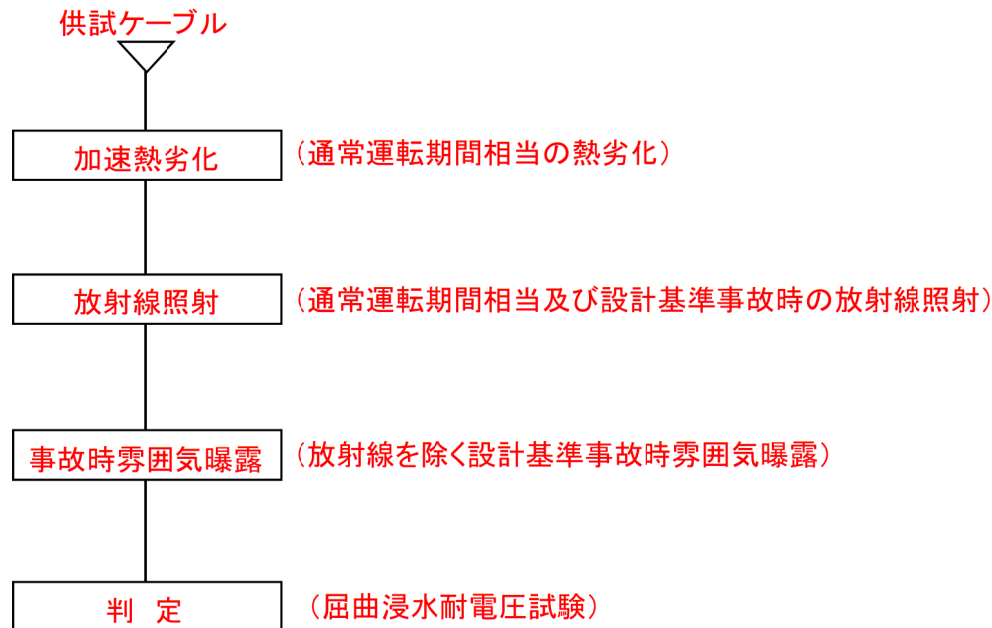
	電気学会推奨案による健全性評価	ACAガイドによる健全性評価
概要	IEEE Std.323-1974及びIEEE Std.383-1974の規格を根幹にした、電気学会推奨案に基づき評価を行う。	平成26年2月に原子力安全基盤機構により取りまとめられたACAガイドに基づき評価を行う。
評価事故 事象	設計基準事故, 重大事故等	設計基準事故

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(3/18)

4.1.3 電気学会推奨案による健全性評価(設計基準事故時)

(1) 試験手順

事故時雰囲気内で機能要求がある難燃PNケーブルの電気学会推奨案に基づく試験手順及び判定方法を以下に示す。



難燃PNケーブルの長期健全性試験手順

【屈曲浸水耐電圧試験手順】

- 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。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(4/18)

(2) 試験条件, 試験結果

試験条件は, 60年の運転期間及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

		試験条件	通常運転時及び設計基準事故時の環境条件
通常運転相当	温度	121 °C × 532時間	65.6 °C
	放射線 (集積線量)	—	132 kGy
事故時雰囲気相当	温度	171 °C(最高温度)	171 °C(最高温度)
	放射線 (集積線量)	1,010 kGy(通常時+事故時)	260 kGy(事故時)
	圧力	0.427 MPa(最高圧力)	0.31 MPa(最高圧力)

難燃PNケーブルの長期健全性試験結果

対象ケーブル	項目	試験条件	判定
難燃PNケーブル	屈曲浸水耐電圧試験	供試体外径: 10.46 mm マンドレル径: 400 mm 絶縁体厚さ: 0.68 mm 課電電圧: 2,600 V/5分間	良

(3) 健全性評価結果

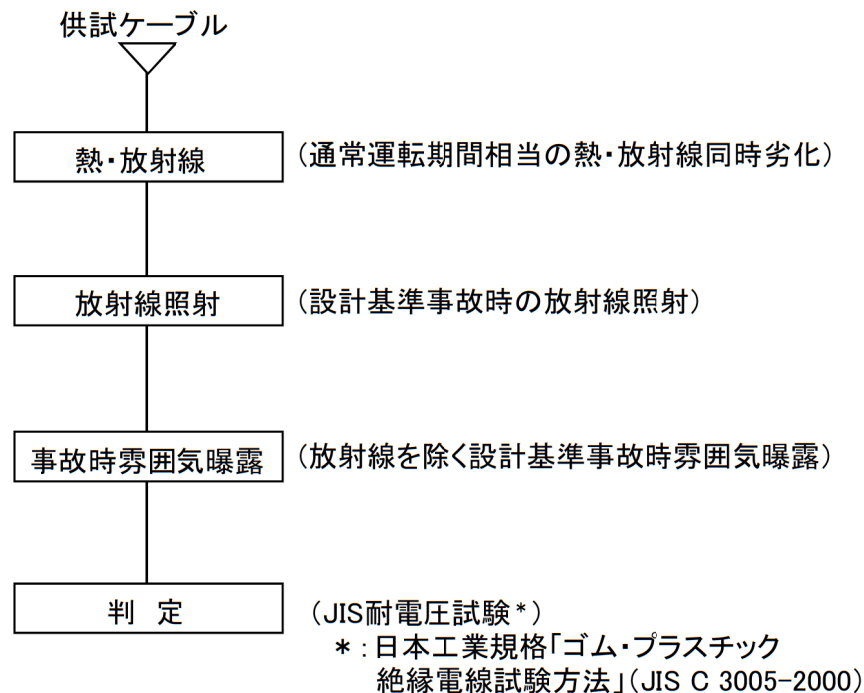
健全性評価の結果, 難燃PNケーブルは60年間, 絶縁機能を維持できることを確認した。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(5/18)

4. 1. 4 ACAガイドによる健全性評価(設計基準事故時)

(1) 試験手順

事故時雰囲気内で機能要求がある難燃PNケーブルのACAガイドに基づく試験手順及び判定方法を以下に示す。



難燃PNケーブルの長期健全性試験手順

【JIS耐電圧試験手順】

- ① あらかじめ設置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及び導体と清水の間に周波数50 Hzまたは60 Hz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。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(6/18)

(2) 試験条件, 試験結果

試験条件は、運転期間及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

		試験条件	通常運転時及び設計基準事故時の環境条件
通常運転相当	温度, 放射線	100 °C—94.7 Gy/h—6,990時間 (集積線量:661 kGy)	温度:65.6 °C 放射線:132 kGy
設計基準事故相当	放射線 (集積線量)	放射線照射線量 :260 kGy	260 kGy
	温度	171 °C(最高温度)	171 °C(最高温度)
	圧力	0.31 MPa(最高圧力)	0.31 MPa(最高圧力)

難燃PNケーブルの長期健全性試験結果

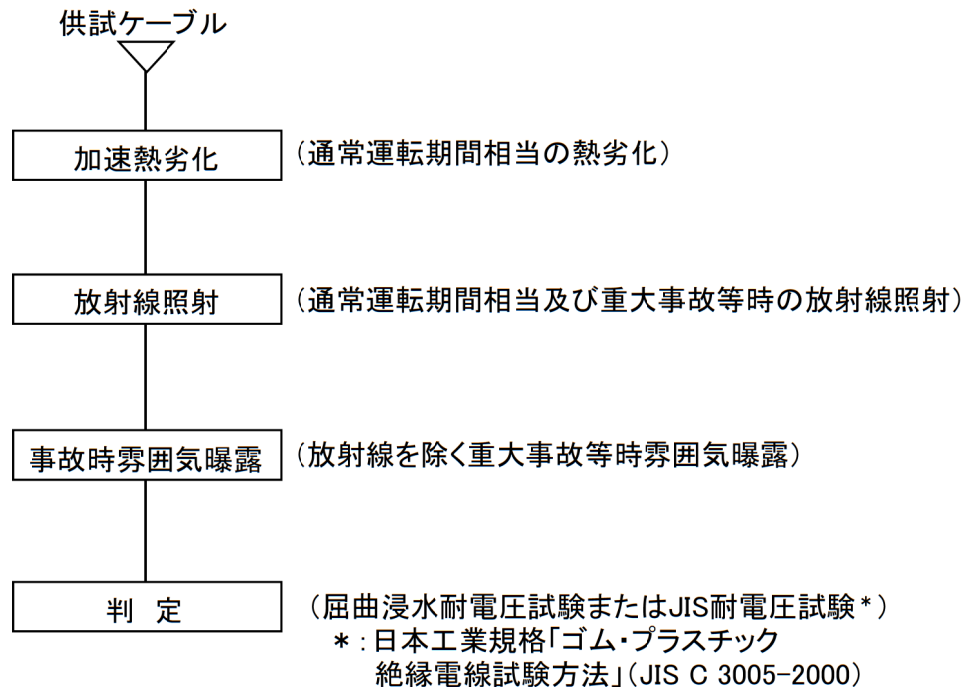
項目	試験条件	判定
JIS耐電圧試験	AC 1,500 V—1分間	良

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(7/18)

4.1.5 電気学会推奨案による健全性評価(重大事故等時)

(1) 試験手順

事故時雰囲気内で機能要求がある難燃PNケーブルの電気学会推奨案に基づく試験手順及び判定方法を以下に示す。



難燃PNケーブルの長期健全性試験手順

【屈曲浸水耐電圧試験手順】

- 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つける。
- ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。
- ③ ②の状態では、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。

【JIS耐電圧試験手順】

- ① あらかじめ設置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及び導体と清水の間に周波数50 Hzまたは60 Hz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。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(8/18)

(2) 試験条件, 試験結果

試験条件は, 15年と30年の運転期間及び重大事故等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

		試験条件	重大事故等時の環境条件
通常運転相当	温度	制御ケーブル: 121 °C × 126時間 計測ケーブル, 補償導線: 121 °C × 251時間	制御ケーブル: 121 °C × 126時間 (= 65.6 °C- 15年) 計測ケーブル, 補償導線: 121 °C × 251時間 (= 65.6 °C- 30年)
	放射線 (集積線量)	制御ケーブル: 188 kGy 計測ケーブル, 補償導線: 375 kGy	制御ケーブル: 33 kGy (15年) 計測ケーブル, 補償導線: 66 kGy (30年)
事故時雰囲気相当	温度	235 °C (最高温度)	235 °C (最高温度)
	放射線 (集積線量)	800 kGy	640 kGy
	圧力	0.62 MPa	0.62 MPa

難燃PNケーブルの長期健全性試験結果

対象ケーブル	項目	試験条件	判定
補償導線	屈曲浸水耐電圧試験	供試体外径: 7.8 mm マンドレル径: 400 mm 絶縁体厚さ: 0.6 mm 課電電圧: 1,920 V/5分間	良
制御ケーブル 計測ケーブル	JIS耐電圧試験	課電電圧: AC 2,000 V/1分間	良

(3) 健全性評価結果

健全性評価の結果, 難燃PNケーブルの電力ケーブル*, 制御ケーブルは15年間, 計測ケーブル, 補償導線は30年間, 絶縁機能を維持できることを確認した。

*: 電力ケーブルは, 制御ケーブルと同構造のため制御ケーブルにて試験を実施

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(9/18)

4. 1. 5 健全性評価結果

電気学会推奨案及びACAガイドをもとに実施した長期健全性試験の結果から評価した。評価結果は以下のとおり。

事故条件	評価手法	評価エリア	環境温度	評価期間	対象ケーブル
設計基準事故時*1	電気学会推奨案	原子炉格納容器内全域	65.6 °C*3	60年	電力, 制御, 計測用ケーブル, 補償導線
		原子炉格納容器内EL.26.4 mに敷設されている一部のケーブル*2	66.3 °C~76.5 °C*4	14年~60年	
	ACAガイド	原子炉格納容器内全域	65.6 °C*3	28年	電力, 制御, 計測用ケーブル, 補償導線
		原子炉格納容器内EL.26.4 mに敷設されている一部のケーブル*2	66.3 °C~76.5 °C*4	17年~27年	制御ケーブル
重大事故等時	電気学会推奨案	原子炉格納容器内全域	65.6 °C*3	15年	電力ケーブル 制御ケーブル
				30年	計測用ケーブル 補償導線
		原子炉格納容器内EL.26.4 mに敷設されている一部のケーブル*2	66.3 °C~76.5 °C*4	3年~14年	制御ケーブル

*1: 設計基準事故時における評価は、電気学会推奨案とACAガイドをもとに健全性評価を行い、評価期間が短く算出されたACAガイドの結果を保守的に採用した(ケーブルの取替周期に設定する)

*2: 原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの敷設環境等の調査にて原子炉格納容器内設計温度を超過したケーブルEL.26.4 mレベルにケーブル以外に温度の影響を受ける電気・計装品の設置はない

*3: 原子炉格納容器内の通常運転時における設計温度

*4: 原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの敷設環境等の調査による実測値

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(10/18)

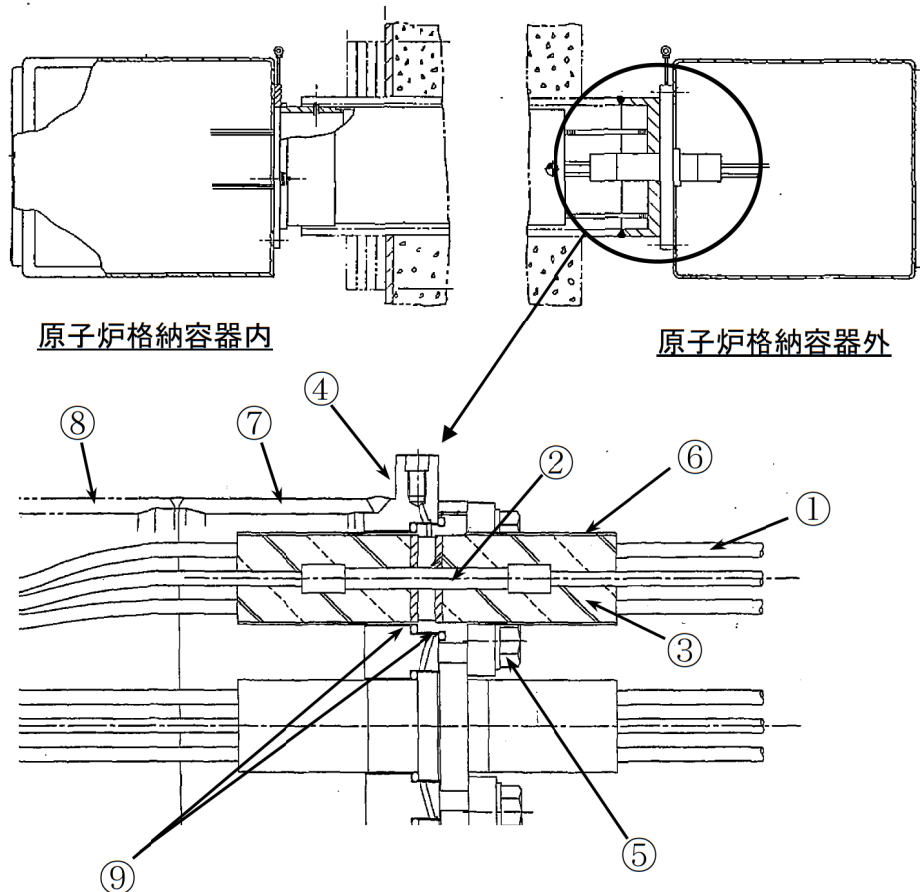
4.2 低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下の評価

4.2.1 低圧用電気ペネトレーションの使用材料, 使用条件

低圧用電気ペネトレーション主要部位の使用材料

No.	部位	材料
①	電線	銅, 架橋ポリエチレン
②	接続部	銅
③	シール部	エポキシ樹脂
④	ヘッダ	ステンレス鋼
⑤	取付ボルト	ステンレス鋼
⑥	モジュール	ステンレス鋼
⑦	アダプタ	炭素鋼
⑧	スリーブ	炭素鋼
⑨	Oリング	エチレンプロピレンゴム

低圧用電気ペネトレーション構造図



低圧用電気ペネトレーションの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時*1	重大事故等時*2
周囲温度	65.6 °C (最高)	171 °C (最高)	235 °C (最高)
最高圧力	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線	0.040 Gy/h (最大)	2.6 × 10 ² kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

*1: 設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(11/18)

4. 2. 2 低圧用電気ペネトレーションの評価方法

低圧用電気ペネトレーションの健全性評価は、以下に示す健全性評価方法で得られた結果をもとに評価を実施する。

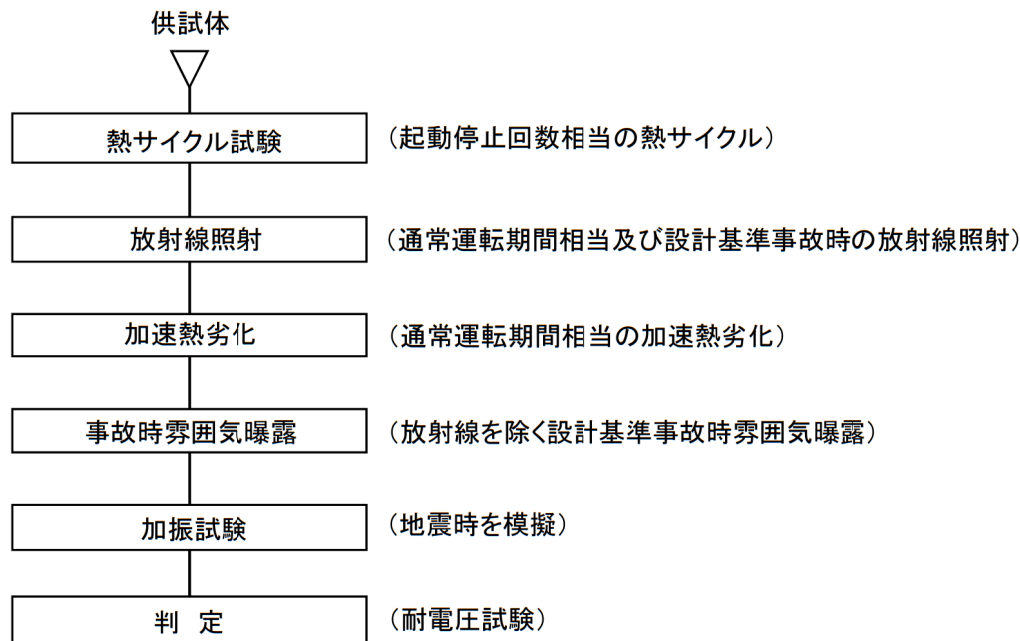
	IEEEによる健全性評価	温度解析による健全性評価
概要	IEEE Std.323-1974及びIEEE Std.317-1974の規格をもとに健全性評価を行う。	低圧用電気ペネトレーションの構造体の解析モデルを作成し、各部位の物理特性値を用いて、重大事故等時の解析条件にて評価部位の温度を算出し、設計基準事故時条件に包絡されることを確認する。
評価事故事象	設計基準事故	重大事故等時

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(12/18)

4. 2. 3 低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する健全性評価(設計基準事故時)

(1) 試験手順

低圧用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順を以下に示す。



低圧用電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(13/18)

(2) 試験条件, 試験結果

試験条件は, 加振試験条件を除き60年間の通常運転期間及び設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

低圧用電気ペネトレーションの長期健全性試験条件

試験項目	試験条件	60年間の通常運転時及び設計基準事故時条件
熱サイクル	10 °C⇔66 °C/120サイクル	110回
放射線 (通常時+事故時)	800 kGy	281 kGy (通常時:21 kGy 事故時:260 kGy)
温度	171 °C(最高温度)	171 °C
圧力	0.43 MPa	0.31 MPa
加振*	1,332 Gal(最大加振値)	9,500 Gal

*: 東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.50×10^3 Galに対しては, 同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて, 加速度 19.6×10^3 Galにて健全性を確認している。

低圧用電気ペネトレーションの 長期健全性試験結果(絶縁特性低下)*

試験項目	試験条件	結果
耐電圧	AC 720 Vを4秒間印加	良

*: 核計装用モジュール型電気ペネトレーションの試験結果

(3) 健全性評価結果

健全性評価の結果, 60年の通常運転期間及び設計基準事故時において絶縁機能を維持できることを確認した。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(14/18)

4. 2. 4 低圧用電気ペネトレーションの健全評価(重大事故等時)

(1) 評価手順

原子炉格納容器破損防止対策の有効性評価で想定した重大事故等時条件を包絡する温度解析条件を設定して、低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する評価部位であるシール部及び電線部の温度を解析により求め、長期健全性試験の条件に包絡されることを確認する。

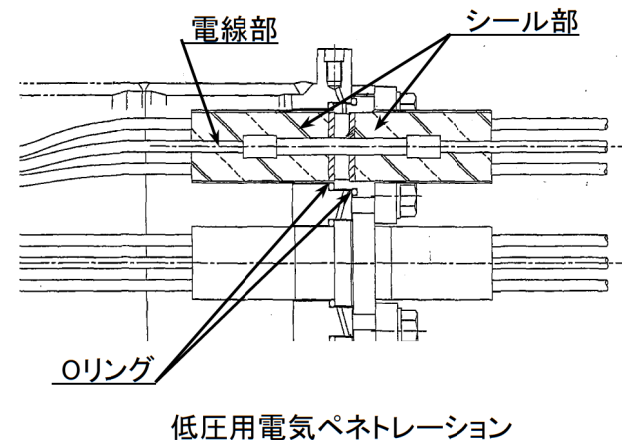
【低圧用電気ペネトレーション長期健全性試験条件】

試験項目	試験条件	60年間の通常運転時 及び重大事故等時条件
熱サイクル	10℃⇔66℃/ 120サイクル	110回
放射線 (通常時+事故時)	800 kGy	661 kGy 通常時: 21 kGy 事故時: 640 kGy
温度	171℃ (最高温度)	235℃ (最高温度)
圧力*1	0.43 MPa	0.62 MPa
加振*2	1,332 Gal (最大加振値)	9,500 Gal

*1: 東海第二で想定される重大事故等時の最高圧力0.62MPaは、同等の電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて、0.62MPaを上回る圧力にて健全性を確認している。

*2: 東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.50×10^3 Galに対しては、同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて、9,500 Galを上回る加振値にて健全性を確認している。

【低圧用電気ペネトレーション評価部位】



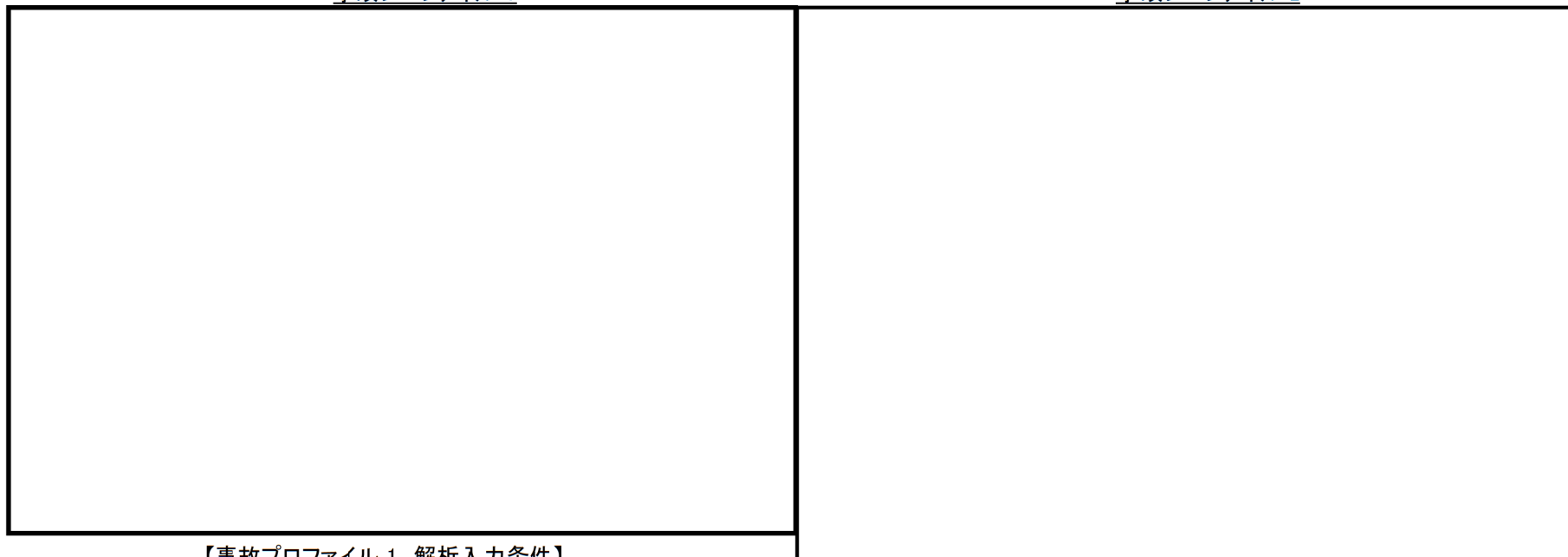
4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(15/18)

(2) 評価条件

原子炉格納容器破損防止対策の有効性評価で想定した重大事故等時条件を包絡する重大事故等時の解析入力条件は以下のとおり。

事故プロファイル 1

事故プロファイル 2



【事故プロファイル 1 解析入力条件】

時間[h]	
格納容器内雰囲気温度[°C]	

【事故プロファイル 2 解析入力条件】

時間[h]	
格納容器内雰囲気温度[°C]	

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(16/18)

(3) 解析条件

解析にあたっては、低圧用電気ペネトレーションの構造体の解析モデルを作成し、各部位の物理特性値を用いて重大事故等時の解析入力条件に対する評価部位の温度を解析により算出する。

(4) 解析結果

重大事故等時の解析結果は以下のとおり。

重大事故等時の解析結果まとめ表

	部位	0~3	3~6	6~10	10~168
設計基準事故時雰囲気 曝露試験条件	電線部/シール部				
事故時条件1	電線部				
	シール部				
事故時条件2	電線部				
	シール部				

(5) 健全性評価結果

解析結果より、重大事故等時の解析結果が設計基準事故時雰囲気曝露試験の条件に包絡されることを確認した。

健全性評価の結果、60年の通常運転期間及び重大事故等時において絶縁機能を維持できることを確認した。

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(17/18)

4.3 震災時原子炉格納容器内温度上昇に伴う設置機器の評価

東北地方太平洋沖地震発生にともなう発電所停止操作の過程で、原子炉格納容器内の一部ケーブル敷設箇所¹に設計温度を超えた箇所が確認された。原子炉格納容器内に設置されている設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気²で機能要求のある機器について、評価機器設置エリアの超過時間、平均温度をもとに評価を行った。

機器の取替周期設定にあたっては、設計温度における評価年数から超過期間における評価年数を引いた年数を設定する。

原子炉格納容器内設計温度超過期間中の評価年数

評価機器	評価機器設置エリア	設計温度 超過期間 (時間)*1	超過期間中 平均温度 (°C)*1	評価に用いた 活性化エネルギー (kcal/mol)	設計温度 における 評価年数(年)	超過期間 における評価 年数(年)*2
難燃PNケーブル	PCV EL.23.3 m (電気ハネ) ~EL.36.0 m (E51-F066)	36	86.6	[Redacted]	28.8	0.01
KGBケーブル	PCV EL.23.3 m (電気ハネ) ~EL.36.0 m (E51-F066)	36	86.6		73.9	0.01
電動弁モータ	PCV EL.23.7 m	32	77.4		60.1	0.03
端子台	PCV EL.23.7 m	32	77.4		38.0	0.03
電動弁コネクタ	PCV EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		45.04	0.02
電気ハネトレーション	PCV EL.17.0 m , EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		3,679	2.1
スプライス接続	PCV EL.17.0 m , EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		335.0	0.02
同軸コネクタ	PCV EL.14.0 m (ハネスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		86.1	0.03
難燃一重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハネスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		41.9	0.03
難燃六重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハネスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	77.4		41.9	0.03

*1: 評価機器設置エリアの超過期間、平均温度は、そのエリアにおいて超過期間における評価年数が厳しくなるケーブル敷設箇所の値を保守的に用いた(EL.14.0m, EL.17.0m及びハネスタルは設計温度の超過は確認されていない)

*2: 設計温度を超過した期間の評価年数について、超過期間、最高温度をもとに超過期間中における評価年数を算出

4. 代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)(18/18)

4.4 現状保全

[難燃PNケーブル, 低圧用電気ペネトレーション]

絶縁特性低下に対しては, 系統機器の点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施している。

4.5 総合評価

[難燃PNケーブル, 低圧用電気ペネトレーション]

健全性評価の結果, 絶縁特性低下が発生する可能性は低いと考える。

点検時に絶縁抵抗測定を行うことで, 異常の有無を把握可能であり, 現状の保全は点検手法として適切であると考ええる。

4.6 高経年化への対応

[難燃PNケーブル]

今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施していくとともに, 必要に応じて取替を行うものとする。なお, 難燃PNケーブルについては, 健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。

[低圧用電気ペネトレーション]

今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施していくとともに, 必要に応じて補修を行うものとする。

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(1/8)

表2 東海第二 電気・計装品の絶縁特性低下評価結果

評価対象設備	グループ内の代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
高圧ポンプモータ	・残留熱除去系海水系ポンプモータ ・高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	固定子コイル 口出線・接続部品	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。	点検時に絶縁抵抗測定、絶縁診断試験、目視確認及び清掃を実施し、有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、絶縁診断試験、目視確認及び清掃を実施していくとともに、必要に応じて洗浄、乾燥及び絶縁補修又は取替を実施する。
低圧ポンプモータ	・ほう酸水注入系ポンプモータ ・非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ ・原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	固定子コイル 口出線・接続部品	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化である。 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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施していくとともに、必要に応じて洗浄、乾燥及び絶縁補修又は取替を実施する。
電動弁用駆動部	・残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(内側)駆動部	固定子コイル 口出線・接続部品 電磁ブレーキコイル	新品の電動弁モータを供試体に、長期健全性試験を実施した結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。	点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施し、有意な絶縁特性低下が認められた場合には、モータの補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修又は取替を実施する。
	・残留熱除去系注入弁駆動部	固定子コイル 回転子コイル 口出線・接続部品 電磁ブレーキコイル	38年間使用した実機モータを供試体に、22年の劣化付与を行い、60年を想定した長期健全性試験を実施した結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。			
高圧ケーブル	・高圧難燃CVケーブル	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。	電動機用ケーブルについては、絶縁抵抗測定、絶縁診断試験及びシステム機器の点検時に動作試験、その他負荷用ケーブルについては絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下が認められた場合には、取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定、絶縁診断試験及びシステム機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて取替を実施する。
低圧ケーブル	・CVケーブル ・難燃CVケーブル ・KGBケーブル(原子炉格納容器内)	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。 また、ACAガイドに従った評価を実施し、60年の通常運転期間及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。	点検時に絶縁抵抗測定及びシステム機器の点検時に動作試験を実施し、有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定及びシステム機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて取替を実施する。

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(2/8)

評価対象設備	グループ内の代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
同軸ケーブル	・難燃一重同軸ケーブル (絶縁体材料が架橋ポリエチレン)	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。また、ACAガイドに従った評価を実施し、30年間の通常運転とその後の設計基準事故後において絶縁性能を維持できると評価。	点検時に絶縁抵抗測定及び系統機器の点検時に動作試験を実施し、有意な絶縁特性低下が認められた場合には、取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さい。現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定及び系統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、必要に応じて取替を実施する。
	・難燃六重同軸ケーブル		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、41年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。また、ACAガイドに従った評価を実機相当品(架橋ポリエチレンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル)により実施し、30年間の通常運転とその後の設計基準事故後において絶縁性能を維持できると評価。			絶縁抵抗測定及び系統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、必要に応じて取替を実施する。 なお、難燃六重同軸ケーブル(原子炉格納容器内)については、追加保全項目として、健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。
	・難燃一重同軸ケーブル (絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。また、37年間実機環境下で使用した実機同等品によるACAガイドに従った長期健全性試験で、23年間の健全性が確認できていることから運転開始後60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。			絶縁抵抗測定及び系統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、必要に応じて取替を実施する。
	・難燃三重同軸ケーブル		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。また、37年間実機環境下で使用した実機相当品(架橋ポリオレフィンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル)によるACAガイドに従った長期健全性試験で、23年間の健全性が確認できていることから運転開始後60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価。			絶縁抵抗測定及び系統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、必要に応じて取替を実施する。

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(3/8)

評価対象設備	グループ内の代表機器	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 (原子炉格納容器内)	絶縁部	38年間使用した実機品をもとに、設計基準事故時を想定した蒸気曝露試験を実施した結果、38年時点において絶縁機能を維持できることを確認。 また、重大事故等時条件は、長期健全性試験条件に包絡されていることから重大事故等時雰囲気においても絶縁性能を維持できることを確認した。	点検時に絶縁抵抗測定及び系統機器の点検時に動作試験を実施し、有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定及び系統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、必要に応じて取替を実施する。
	・電動弁コネクタ接続 (原子炉格納容器内)		長期健全性試験の結果、45年間の通常運転期間及び設計基準事故時において絶縁性能を維持できると評価。 運転開始18年目に設置しており、長期健全性試験で確認のとれている45年間を加えると、電動弁コネクタ接続(原子炉格納容器内)は、運転開始後60年間の通常運転期間及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。			
	・同軸コネクタ接続 (中性子束計測用) (原子炉格納容器内)		長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁機能を維持できると評価。			
	・スプライス接続 (原子炉格納容器内)					

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(4/8)

評価対象設備	グループ内の代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	・高圧閉鎖配電盤 (非常用M/C)	主回路導体支持碍子 主回路断路部 真空遮断器の断路部・ 絶縁フレーム・絶縁支柱	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は通電による熱的劣化である。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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認し、有意な絶縁特性の低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修又は取替を実施する。
		計器用変圧器コイル				
	・動力用変圧器 (非常用動力変圧器2C,2D)	変圧器コイル				
		固定子コイル 口出線・接続部品	同左	同左	同左	
	・低圧閉鎖配電盤 (非常用P/C、計測用P/C)	気中遮断器絶縁支持板 (非常用P/C) 主回路導体絶縁支持板 (非常用P/C) 主回路断路部 (非常用P/C) 支持碍子 (計測用P/C)	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は通電による熱的劣化である。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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認し、有意な絶縁特性の低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修又は取替を実施する。
		計器用変圧器コイル (非常用P/C)	高圧閉鎖配電盤の評価と同様	同左	同左	同左

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(5/8)

評価対象設備	代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	・コントロールセンタ (480 V非常用MCC)	変圧器コイル, 制御用変圧器コイル 計器用変圧器コイル	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は通電による熱的劣化である。 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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認し、有意な絶縁特性の低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修又は取替を実施する。
		水平母線・垂直母線サポート 断路器取付台				
	・ディーゼル発電設備 (非常用ディーゼル発電設備)	固定子コイル 口出線・接続部品	高圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		計器用変圧器コイル	高圧閉鎖配電盤の評価と同様。	同左	同左	同左
		回転子コイル	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化である。 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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下がないことを確認し、有意な絶縁特性の低下が確認された場合は、洗浄、乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は否定できないが、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて補修又は取替を実施する。
		可飽和変流器コイル 整流器用変圧器コイル リアクトルコイル	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は通電による熱的劣化である。 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。			

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(6/8)

評価対象設備	代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	・MGセット (原子炉保護系MGセット)	駆動モータの固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		発電機電機子コイル 発電機界磁コイル 励磁機電機子コイル 励磁機界磁コイル 発電機、励磁機の口出線・ 接続部品	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化である。 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。	点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認し、有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は、洗浄・乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて洗浄・乾燥及び絶縁補修又は取替を実施する。
		計器用変圧器コイル	高圧閉鎖配電盤の評価と同様。	同左	同左	同左
	・無停電電源装置 (バイタル電源用無停電電源装置)	変圧器コイル	動力用変圧器の評価と同様。	同左	同左	同左
	・直流電源設備 (125 V充電器盤 2A)	変圧器コイル	動力用変圧器の評価と同様。	同左	同左	同左
	・計測用分電盤 (交流計測用分電盤A系、B系)	主回路導体支持板	低圧閉鎖配電盤の評価と同様。	同左	同左	同左
	・計測用変圧器 (計測用変圧器)	変圧器コイル	動力用変圧器の評価と同様。	同左	同左	同左

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(7/8)

評価対象設備	代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応	
計測制御設備	・計測装置	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	
タービン設備	・制御装置及び保安装置	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	
	・非常用タービン設備						
空調設備	・非常用ガス再循環系排風機 ・緊急時対策所非常用送風機 ・中央制御室排気ファン ・ディーゼル室換気系ルーフトファン	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	
	・残留熱除去系ポンプ室空調機 ・中央制御室エアハンドリングユニットファン						
	・中央制御室チラーユニット						
機械設備	・非常用ディーゼル機関(2C2D号機)付属設備	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	
	・可燃性ガス濃度制御系再結合装置	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	
		加熱器エレメント	配管の腐食やシール部の劣化により外気中の湿分がヒータ内部に浸入することでヒータの絶縁特性低下を発生させる可能性は否定できない。	ヒータの外観点検及び絶縁抵抗測定を行い、外観上の異常及び絶縁特性に変化のないことを確認し、有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	外観点検及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて取替等を実施する。	
	燃料取替機	・主ホイスト用、マスト旋回用、ブリッジ走行用、トロリ横行用	ブレーキ電磁コイル	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は経年的な劣化が進行し、外表面、内部等から絶縁特性を低下させる環境的劣化であるが、環境的要因は清掃を実施することにより健全性の維持は可能。	目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下がないことを確認し、有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はない。
		・主ホイスト用、ブリッジ走行用、トロリ横行用	回転子コイル 固定子コイル 口出線・接続部品	これまでの点検結果において、有意な絶縁特性低下は確認されていないが、絶縁特性が変化する可能性は否定できない。			
	・マスト旋回用	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左	

5. 代表機器以外の評価結果(電気・計装品の絶縁特性低下)(8/8)

評価対象設備	代表機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
機械設備	・燃料取扱クレーン	回転子コイル 固定子コイル 口出線・接続部品	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は外表面、内部等から絶縁特性を低下させる環境的劣化である。 環境的要因は清掃を実施することにより健全性の維持は可能。 これまでの点検結果において、有意な絶縁特性低下は確認されていないが、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。	目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下がないことを確認し、有意な絶縁特性低下が確認された場合には、洗浄・乾燥及び絶縁補修又は取替を実施。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	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。
		ブレーキ電磁コイル	長期間の使用を想定した設計となっており、動作時間が短いことから、機械的、熱的及び電気的要因による劣化は発生し難く、また、構造的に埃等の異物が混入し難く環境的劣化の可能性も小さいが、振動等による機械的劣化、通電電流による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電等による電気的劣化及び埃等の異物・吸湿による環境的劣化が生じる可能性は否定できない。	目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下がないことを確認し、有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替を実施。		
		計器用変圧器				
	・制御用圧縮空気系設備	固定子コイル 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
・廃棄物処理設備 (セメント混練固化系設備)	加熱ヒータ	これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は経年的な劣化が進行し、外表面、内部等から絶縁特性を低下させる環境的劣化であるが、環境的要因は清掃を実施することにより健全性の維持は可能。 当該機器は現在長期停止中であり、運転を再開する前に、外観点検、絶縁抵抗測定及び機器の動作確認を実施することとしている。 これらのことから、今後も急激な絶縁特性低下が起こる可能性は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低下の可能性は否定できない。	運転開始後の累計運転時間が約60時間と短く、設備停止時は100℃未満の温度で保管している。 また、当該機器は現在長期停止中であり、運転を再開する前に外観点検、絶縁抵抗測定及び機器の動作確認を行うこととしている。	絶縁特性低下の可能性は小さく、現状保全を維持することにより絶縁特性の低下は把握可能であり、点検手法として適切。	高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はない。	

6. 基本方針(その他劣化事象)

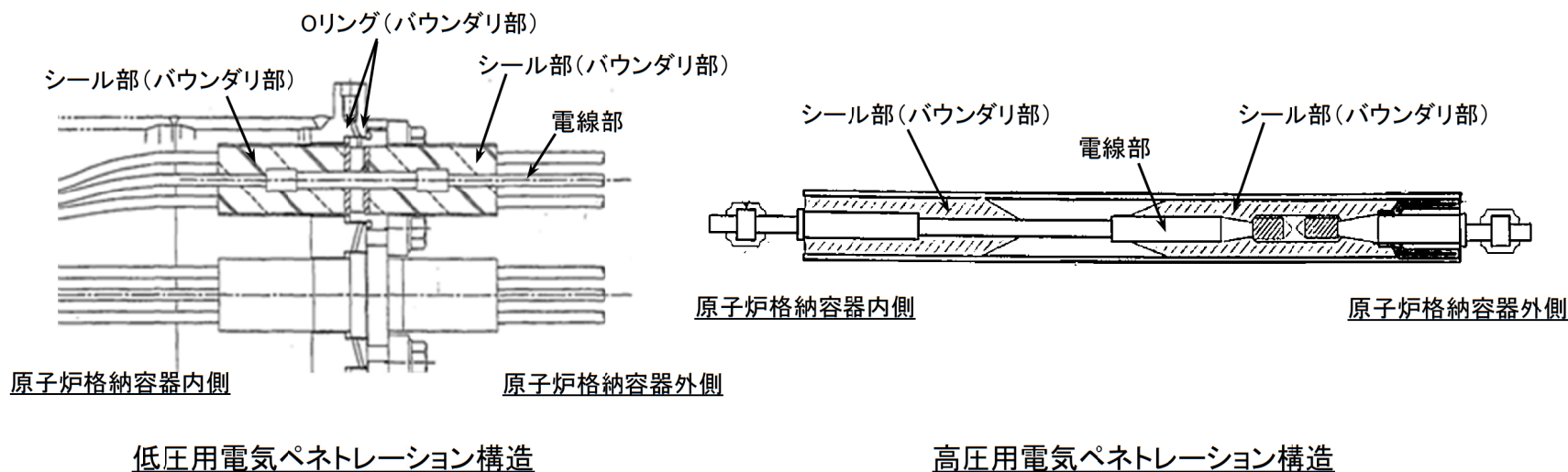
その他劣化事象の要求事項を以下に示す。

審査基準	要求事項
実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準	○劣化傾向監視等劣化管理がなされていない事象について、当該事象が発生又は進展しているもしくはその可能性が認められる場合は、その発生及び進展を前提とした健全性評価を行い、その結果、技術基準規則に定める基準に適合すること。

7. 評価対象と評価手法(その他劣化事象) (1/2)

その他劣化事象は、低圧用及び高圧用電気ペネトレーション(以下「電気ペネトレーション」という。)の気密性の低下事象のみが対象となる。

機器の気密性を維持するために、バウンダリ部にゴム、プラスチック等の高分子材料が使用されている。これら材料は、環境的(熱・放射線等)、電氣的及び機械的な要因による劣化の進展により気密性が低下し、バウンダリ機能を維持できなくなる可能性がある。



機器の気密性の低下は、バウンダリ部に使用されているゴム、プラスチック等の高分子材料が劣化の進展により、亀裂等が発生し、バウンダリ部の気密性を維持できなくなる事象である。

7. 評価対象と評価手法(その他劣化事象) (2/2)

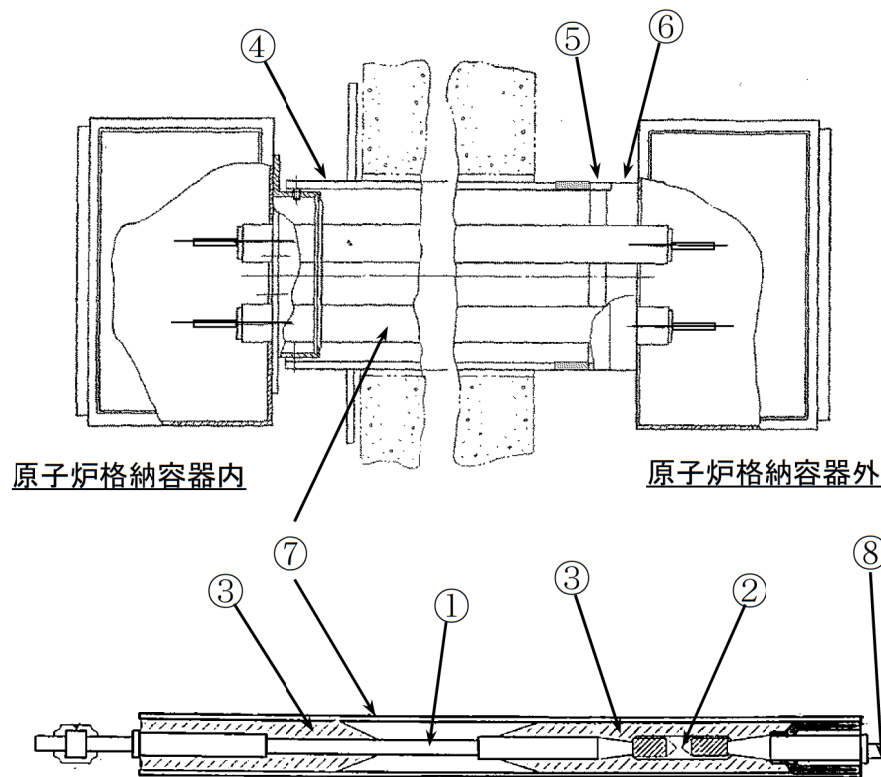
- 電気ペネトレーションの健全性評価は、通常運転期間及び設計基準事故時を想定した長期健全性試験にて評価する。
重大事故等時に対する健全性の評価は、格納容器破損防止対策の有効性評価で想定した重大事故等時条件を包絡する温度解析条件を設定し、低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する評価部位であるシール部及び電線部の温度を解析により求め、長期健全性試験条件に包絡されることを確認する。
- 評価にあたっては、IEEE Std.323-1974及びIEEE Std.317-1976等をもとに実施した長期健全性試験の結果及び低圧用及び高圧用電気ペネトレーションの点検実績等から健全性について評価する。

8. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)(1/4)

8.1 電気ペネトレーションの気密性の低下の評価

8.1.1 電気ペネトレーションの使用材料, 使用条件

高圧用電気ペネトレーション構造図



高圧用電気ペネトレーション主要部位の使用材料

No.	部位	材料
①	電線	銅, エチレンプロピレンゴム
②	接続スリーブ	銅
③	シール部	エチレンプロピレンゴム
④	スリーブ	炭素鋼
⑤	アダプタ	炭素鋼
⑥	ヘッド	ステンレス鋼
⑦	パイプ	ステンレス鋼
⑧	導体	銅

高圧用電気ペネトレーションの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時*1	重大事故等時*2
周囲温度	65.6 °C (最高)	171 °C (最高)	235 °C (最高)
最高圧力	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線	0.040 Gy/h (最大)	2.6 × 10 ² kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

○低圧用電気ペネトレーションの使用材料, 使用条件については, 4.2.1項 低圧用電気ペネトレーションの使用材料, 使用条件を参照。

*1: 設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

8. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)(2/4)

8. 1. 2 電気ペネトレーションの評価方法

気密性の低下に対する健全性評価方法は、絶縁特性低下の評価方法と同様のため、4. 2. 2項「低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する評価方法」を参照。

8. 1. 3 電気ペネトレーションの健全評価(設計基準事故時)

(1) 試験手順

試験手順は、判定に用いる試験項目に違いがあるだけで、絶縁特性低下の試験手順と同様のため、4. 2. 3項「低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する健全評価(設計基準事故時)」の(1)試験手順を参照。

なお、判定は気密試験にて確認をしている。

(2) 試験条件, 試験結果

試験条件は、絶縁特性低下の試験条件と同様のため、4. 2. 3項「低圧用電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する健全評価(設計基準事故時)」の(2)試験条件, **試験結果**を参照。試験結果は、以下のとおり。

電気ペネトレーションの
長期健全性試験結果(気密性の低下)

試験項目	試験条件	結果
気密試験	0.42MPa(差圧)を15分間	良

(3) 健全性評価結果

健全性評価の結果、60年の通常運転期間、設計基準事故時において気密性能を維持できることを確認した。

8. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)(3/4)

8. 1. 4 電気ペネトレーションの健全評価(重大事故等時)

電気ペネトレーションの健全性評価(重大事故等時)の「評価手順」,「評価条件」,「解析条件」,「解析結果」は,絶縁特性低下と同様のため,4. 2. 4項「電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する健全評価(重大事故等時)」の(1)から(4)を参照。

解析結果より,重大事故等時の解析結果が設計基準事故時雰囲気曝露試験の条件に包絡されることを確認した。

健全性評価の結果,60年の通常運転期間及び重大事故等時において絶縁機能を維持できることを確認した。

8. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)(4/4)

8. 2 現状保全

気密性の低下に対しては、定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し、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。

8. 3 総合評価

健全性評価の結果、気密性の低下が発生する可能性は低いと考える。

気密性の低下は定期検査時に実施する原子炉格納容器漏えい率検査により把握は可能と考える。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査による漏えい率の傾向管理を行うことにより、気密性の低下は把握可能であり、現状の保全は点検手法として適切であると考える。

8. 4 高経年化への対応

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を確認していくとともに、必要に応じて補修を行うものとする。

9. まとめ(1/2)

(1) 審査基準適合性

[電気・計装品の絶縁特性低下]

審査基準	要求事項	技術評価結果
実用発電用原子炉の 運転の期間の延長の 審査基準	○点検検査結果による健全性評価の結果, 評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁特性低下が生じないこと。	「4.代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)」, 「5.代表機器以外の技術評価」ほか劣化状況評価書に示す通り, 健全性評価結果に応じ絶縁抵抗測定等の現状保全を継続し, 確認した結果に応じて速やかに対策を施すこととしており, 評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁特性低下が生じないことを確認。
	○環境認定試験による健全性評価の結果, 設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁特性低下が生じないこと。	「4.代表機器の技術評価(電気・計装品の絶縁特性低下)」, 「5.代表機器以外の技術評価」ほか劣化状況評価書に示す通り, 設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備については, IEEE Std.323やACAガイド等に準じた環境認定試験による健全性評価を考慮した上で, 延長しようとする期間において, 有意な絶縁特性低下が生じないことを確認。

[その他劣化事象]

審査基準	要求事項	技術評価結果
実用発電用原子炉の 運転の期間の延長の 審査基準	○劣化傾向監視等劣化管理がなされていない事象について, 当該事象が発生又は進展しているもしくはその可能性が認められる場合は, その発生及び進展を前提とした健全性評価を行い, その結果, 技術基準規則に定める基準に適合すること。	「9. 代表機器の技術評価(その他劣化事象)」に示す通り, 低圧用及び高圧用電気ペネトレーションは, 60年間の通常運転期間, 設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できることを確認。

9. まとめ(2/2)

(2) 保守管理に関する方針として策定する事項

No.	保守管理に関する方針	実施時期*
1	低圧ケーブル及び同軸ケーブルの絶縁特性低下については、「原子力発電所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(電気学会技術報告 第Ⅱ-139号 1982年11月)」及び「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド JNES-RE-2013-2049(原子力安全基盤機構)」に従った長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。	長期
2	同軸コネクタ接続の絶縁特性低下については、IEEE Std.323-1974に従った長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。	中長期

*:実施時期については、平成30年11月28日からの5年間を「短期」、平成30年11月28日からの10年間を「中長期」、平成30年11月28日からの20年間を「長期」とする。