

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK 審-18 改1
提出年月日	平成30年4月26日

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4月26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。

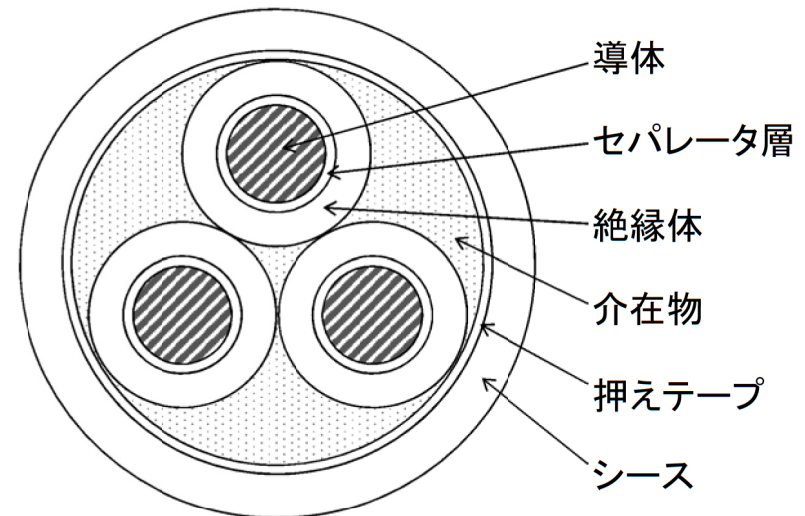
# 目次

---

1. 電気・計装品の絶縁特性低下について	3
2. 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項	4
3. 審査会合における代表機器の選定	5
4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価	9
5. 代表機器以外の評価結果	24
6. その他劣化事象について	25
7. その他劣化事象についての要求事項	26
8. その他劣化事象の評価	27
9. まとめ	31

# 1. 電気・計装品の絶縁低下について

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(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、電気抵抗が低下することで絶縁性を確保できなくなる事象である。

## 2. 電気・計装品の絶縁特性低下についての要求事項

電気・計装品の経年劣化に関する技術評価の要求事項は以下のとおり。

審査基準, ガイド	要求事項
实用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="745 651 1861 756">○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。</li> <li data-bbox="745 852 1877 1027">○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。</li></ul>

### 3. 審査会合における代表機器の選定(1/4)

---

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すべての機器に対して行い、絶縁特性低下に対する説明にあたっては、代表機器を選定して説明する。

- 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、過酷な事故時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、過酷な事故時環境においても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「電気ペネトレーション」を代表に選定する。

### 3. 審査会合における代表機器の選定(2/4)

表1 東海第二 電気・計装品絶縁特性低下評価対象機器

機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	過酷な事故時環境においても機能要求のある機器	
			設計基準事故*1	重大事故等*2
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	電気ペネトレーション	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	○	○
	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	○	○

### 3. 審査会合における代表機器の選定(3/4)

機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	過酷な事故時環境においても機能要求のある <b>機器</b>	
			設計基準事故*1	重大事故等*2
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. 審査会合における代表機器の選定(4/4)

機器・設備	評価対象機器	評価対象部位	過酷な事故時環境においても機能要求のある機器	
			設計基準事故*1	重大事故等*2
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		

\*1: 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則第十二条(安全施設)第3項の要求を踏まえ選定

\*2: 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則第四十三条(重大事故等対処設備)の要求を踏まえ選定(常設備)

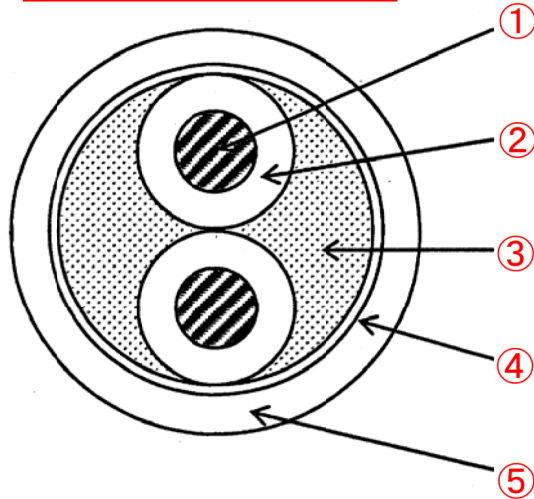


# 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

## 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 <sup>2</sup> 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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 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、以下に示す健全性試験等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。

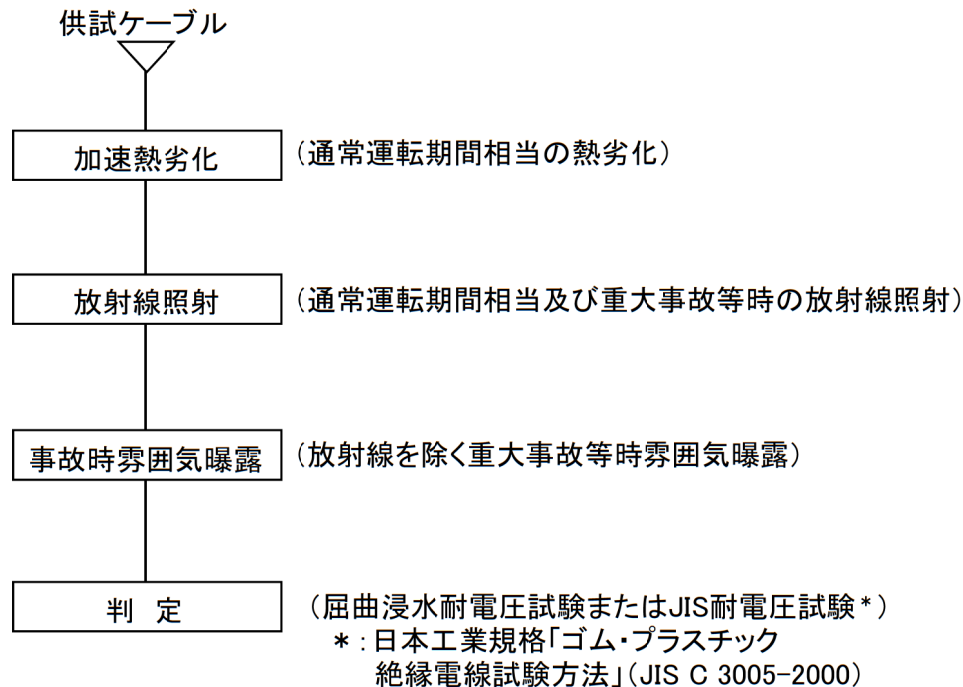
	電気学会推奨案による健全性評価	ACAガイドによる健全性評価
概要	IEEE Std.323-1974及びIEEE Std. 383-1974の規格を根幹にした、電気学会技術報告Ⅱ部第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」(以下「電気学会推奨案」という。)に基づき評価を行う。	平成26年2月に原子力安全基盤機構により取りまとめられた「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」(以下「ACAガイド」という。)に基づき評価を行う。

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 4. 1. 3 電気学会推奨案による健全性評価

#### (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。

##### 【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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### (2) 試験条件, 試験結果

試験条件は、実機環境に基づいて、難燃PNケーブルのうち電力、制御ケーブルは15年、計測ケーブル、補償導線は30年の運転期間を想定した劣化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	15年, 30年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件	
			設計基準事故時の環境条件	重大事故等時の環境条件
通常運 転相当	温度	電力, 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	電力, 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)	電力, 制御ケーブル: 188 kGy 計測ケーブル, 補償導線: 375 kGy	電力, 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)	171 °C (最高温度)	235 °C (最高温度)
	放射線 (集積線量)	800 kGy	260 kGy	640 kGy
	圧力	0.62 MPa	0.31 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

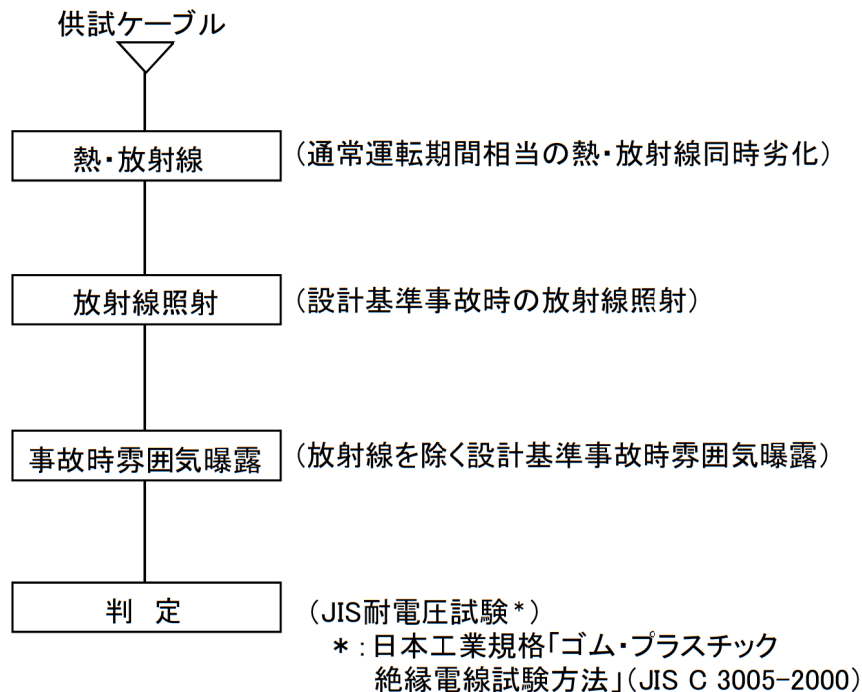
健全性評価の結果、難燃PNケーブルの電力ケーブル、制御ケーブルは15年間、計測ケーブル、補償導線は30年間、絶縁機能を維持できることを確認した。

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 4. 1. 4 ACAガイドによる健全性評価

#### (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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### (2) 試験条件, 試験結果

難燃PNケーブルの試験条件, 試験結果は以下のとおり。

難燃PNケーブルの長期健全性試験条件

		試験条件
通常運 転相当	温度, 放射線	100 °C－94.7 Gy/h－6,990時間
設計基 準事故 相当	放射線 (集積線量)	放射線照射線量 : 260 kGy
	温度	最高温度: 171 °C
	圧力	最高圧力: 0.31 MPa

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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 4.1.5 健全性評価結果

電気学会推奨案及びACAガイドをもとに得られた試験結果から評価した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	ACAガイド	PCV全域	65.6 °C *2		電力, 制御, 計測用ケーブル, 補償導線
		PCV EL.26.4 mに敷設されている一部のケーブル *1	65.8 °C ~ 76.5 °C *3		制御ケーブル
重大事故等時	電気学会推奨案	PCV全域	65.6 °C *2		電力ケーブル 制御ケーブル
					計測用ケーブル 補償導線
		PCV EL.26.4 mに敷設されている一部のケーブル *1	65.8 °C ~ 76.5 °C *3		制御ケーブル

- \*1: 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
- \*2: 原子炉格納容器内の通常運転時における設計温度
- \*3: 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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

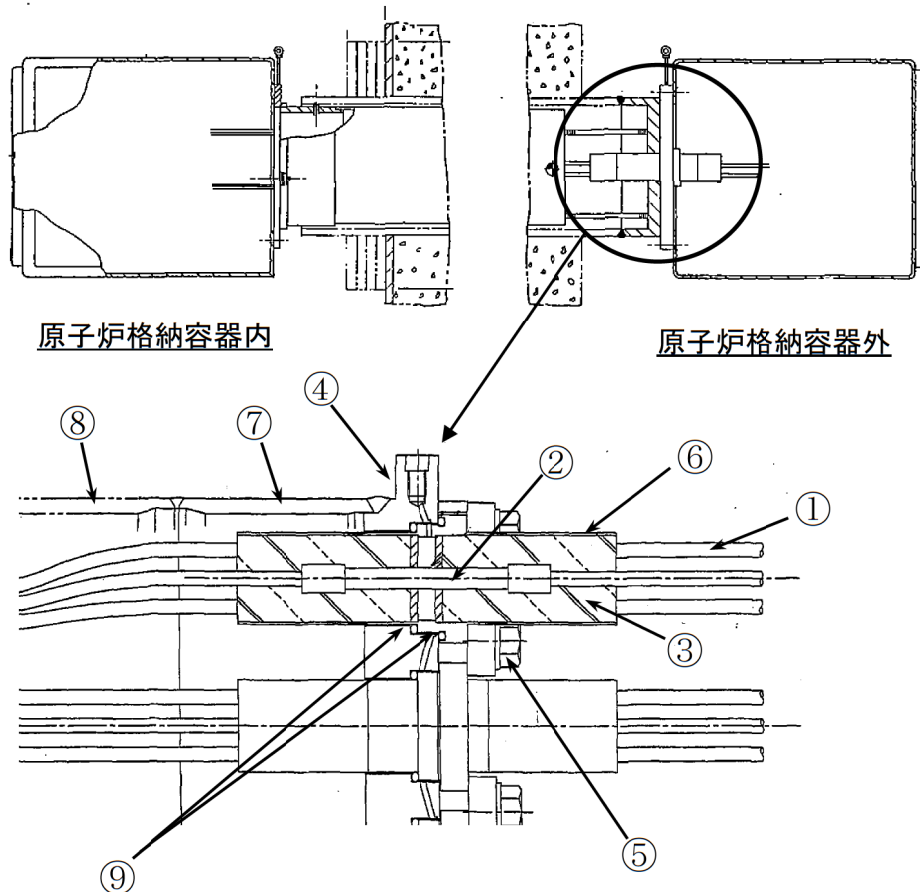
## 4.2 電気ペネトレーションの絶縁特性低下の評価

### 4.2.1 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 <sup>2</sup> 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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

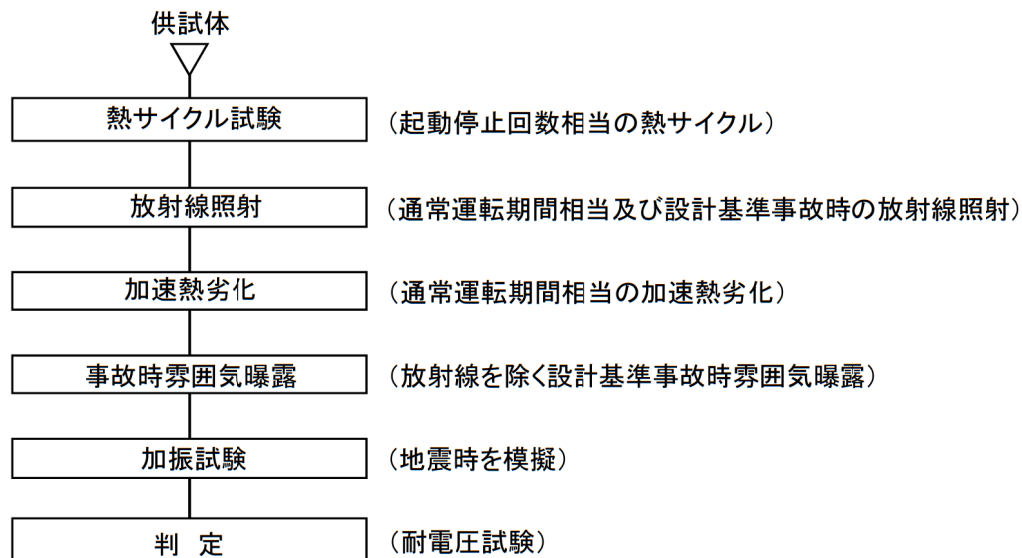
### 4.2.2 電気ペネトレーションの絶縁特性低下に対する評価方法

電気ペネトレーションの健全性評価は、通常運転期間と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確認は、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重大事故等時のプロファイルを用いて、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、長期健全性試験で実施した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する。

### 4.2.3 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

電気ペネトレーションの健全性評価試験手順を以下に示す。



電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### (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 $9.50 \times 10^3$  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 $19.6 \times 10^3$  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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

## 4.2.4 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重大事故等時のプロフィールを用いて、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、長期健全性試験で実施した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する。

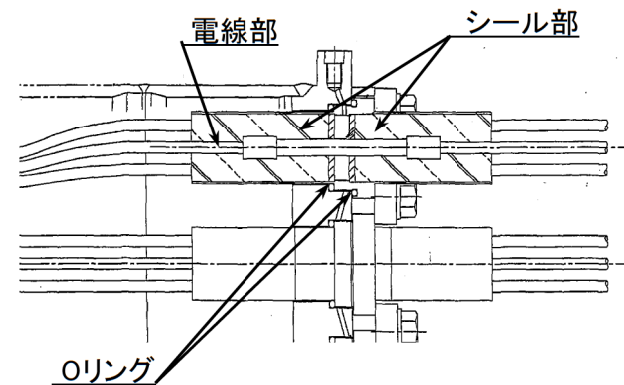
【電気ペネトレーション長期健全性試験条件】

試験項目	試験条件	重大事故等時条件
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	661 kGy 通常時: 21 kGy 事故時: 640 kGy
温度	171 °C (最高温度)	235 °C (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

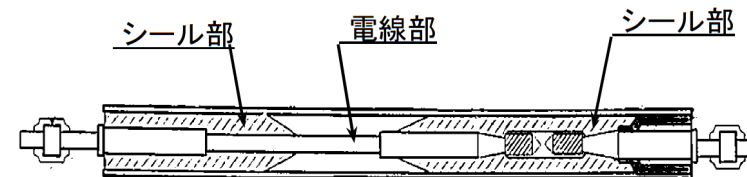
\*1: 東海第二で想定される重大事故等時の最高圧力0.62MPaは、同等の電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて、0.62MPaを上回る圧力にて健全性を確認している。

\*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 $9.50 \times 10^3$  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。

【電気ペネトレーション評価部位】



低圧用電気ペネトレーション


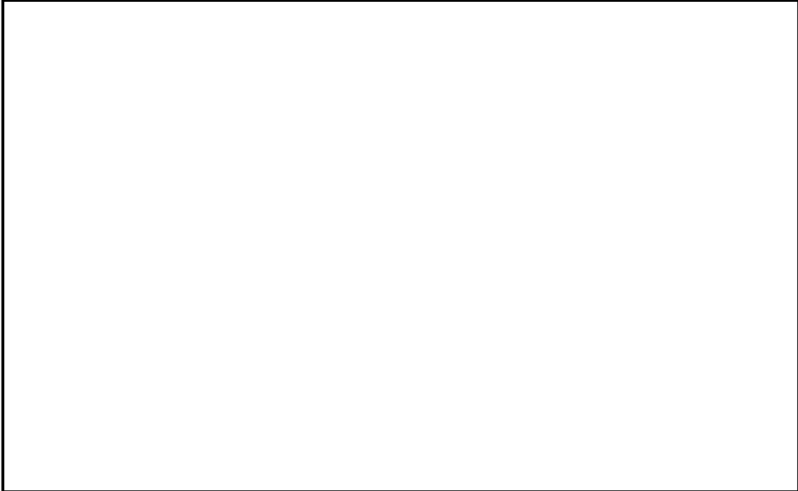


高圧用電気ペネトレーション

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### (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]	<input type="text"/>
格納容器内雰囲気温度[°C]	<input type="text"/>

【事故プロファイル 2 解析入力条件】

時間[h]	<input type="text"/>
格納容器内雰囲気温度[°C]	<input type="text"/>

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### (3) 解析条件

解析にあたっては、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	
蒸気曝露試験条件	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. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 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エリアに設計温度を超えた箇所が確認されたため、原子炉格納容器内に設置された機器に対して評価を行った。

機器の取替周期設定にあたっては、設計温度超過期間中の評価年数を考慮した期間を設定する。

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	評価エリア	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)
難燃PNケーブル	PCV EL.23.3 m (電気ハネ) ~EL.36.0 m (E51-F066)			0.01
KGBケーブル	PCV EL.23.3 m (電気ハネ) ~EL.36.0 m (E51-F066)			0.01
電動弁モータ	PCV EL.23.7 m			0.03
端子台	PCV EL.23.7 m			0.03
電動弁コネクタ	PCV EL.23.7 m (電気ハネ)			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)			2.1
スプライス接続	PCV EL.17.0 m , EL.23.3 m (電気ハネ)			0.02
同軸コネクタ	PCV EL.14.0 m (ハテスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)			0.03
難燃一重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハテスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)			0.03
難燃六重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハテスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)			0.03

## 4. 電気・計装品の絶縁特性低下の評価

### 4.4 現状保全

[難燃PNケーブル, 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, 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。

[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

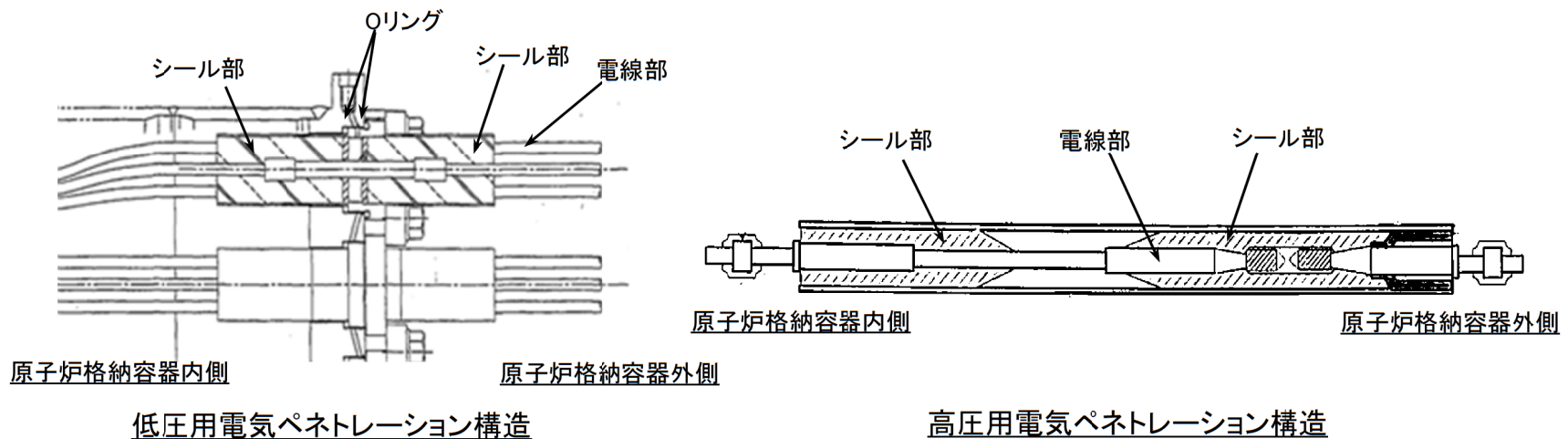
---

追而



## 6. その他劣化事象について

その他劣化事象は、電気ペネトレーションの気密性の低下事象のみが対象となる。電気ペネトレーションの気密性能を維持するために、バウンダリ部にゴム、エポキシ樹脂等の高分子材料等が使用されている。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、電気ペネトレーションのバウンダリ機能を維持できなくなる可能性がある。



低圧用、高圧用電気ペネトレーションの気密性の低下は、シール部、電線部及びOリングの劣化の進展により、シール部等に亀裂等が発生し、気密性を維持できなくなる事象である。

## 7. その他劣化事象についての要求事項

その他劣化事象に関する技術評価の要求事項は以下のとおり。

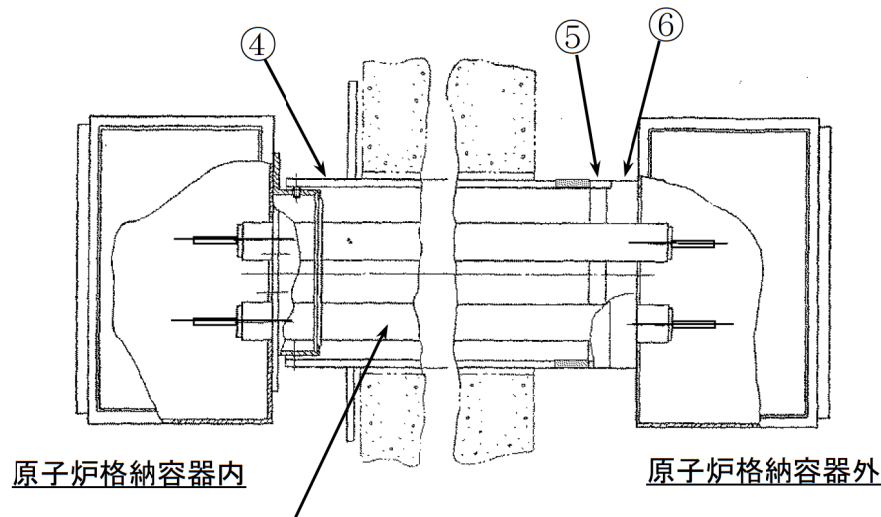
審査基準, ガイド	要求事項
実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準	[評価対象事象以外の事象] 劣化傾向監視等劣化管理がなされていない事象について, 当該事象が発生又は進展しているもしくはその可能性が認められる場合は, その発生及び進展を前提とした健全性評価を行い, その結果, 技術基準規則に定める基準に適合すること。

# 8. その他劣化事象の評価

## 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 <sup>2</sup> 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使用材料, 使用条件については, 4.2.1項 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. その他劣化事象の評価

### 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「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「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「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)試験条件を参照。試験結果は、以下のとおり。

低圧用及び高圧用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. その他劣化事象の評価

---

### 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. その他劣化事象の評価

---

### 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。

### 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) 審査基準適合性

	要求事項	健全性評価結果
電気・計装品の 絶縁特性低下	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。	「4.1 難燃PNケーブルの絶縁特性低下の評価」、 「4.2 電気ペネトレーションの絶縁特性低下の評価」及び「5.代表機器以外の評価」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低下が生じないことを確認。
	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。	「4.1 難燃PNケーブルの絶縁特性低下の評価」、 「4.2 電気ペネトレーションの絶縁特性低下の評価」及び「5.代表機器以外の評価」に示すとおり、設計基準事故時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要求される電気・計装設備については、IEEE Std.317や、ACAガイドや電気学会推奨案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	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。	「8.1 電気ペネトレーションの気密性の低下の評価」に示すとおり、事故時環境(設計基準事故、重大事故等)下で機能要求される電気ペネトレーションについては、IEEE Std. 317等に準じた環境認定試験による健全性評価の結果、有意な気密性の低下が生じないことを確認。

## 9. まとめ

### (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。