

東海第二発電所 審査資料

資料番号 TKK審-18 改5

提出年月日 平成30年5月31日

# 東海第二発電所 劣化状況評価 (電気・計装設備の絶縁低下)

平成30年5月31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	4
3. 評価対象と評価手法	5
4. 代表機器の技術評価	11
5. 代表機器以外の技術評価	27
6. まとめ	39

# 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・計装設備の絶縁低下の評価結果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・計装設備の絶縁低下に対する評価の基本方針は、対象部位において電気・計装設備の絶縁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発生することが否定できない場合は、その発生及び進展を前提としても今後60年時点までの期間において実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準に適合することを確認することである。
- ・ 電気・計装設備の絶縁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低下が生じないこと。</p> <p>○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低下が生じないこと。</p>

### 3. 評価対象と評価手法 – 評価対象機器の選定(1/4)

---

#### (1) 評価対象機器の選定

- 電気・計装設備の絶縁低下に対する評価は、絶縁低下の可能性のある全ての機器に対して行う。
- 電気・計装設備の絶縁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 電気・計装設備絶縁低下評価対象機器」に示す。
- 絶縁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(難燃性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)及び「低圧用電気ペネトレーション」を代表に選定する。

### 3. 評価対象と評価手法 – 評価対象機器の選定(2/4)

表1 電気・計装設備絶縁低下評価対象機器(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	
			設計基準事故時	重大事故等時
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	低圧用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	○	○

■: 評価対象となる機器の中からの代表機器

### 3. 評価対象と評価手法 – 評価対象機器の選定(3/4)

表1 電気・計装設備絶縁低下評価対象機器(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	
			設計基準事故時	重大事故等時
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 – 評価対象機器の選定(4/4)

表1 電気・計装設備絶縁低下評価対象機器(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	
			設計基準事故時	重大事故等時
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			



### 3. 評価対象と評価手法－評価手法(1/2)

#### (2) 評価手法

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並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。

#### 難燃PNケーブルの評価について

	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	設計基準事故時、重大事故等時	設計基準事故時

### 3. 評価対象と評価手法－評価手法(2/2)

#### (2) 評価手法(続き)

##### 低圧用電気ペネトレーションの評価及び確認について

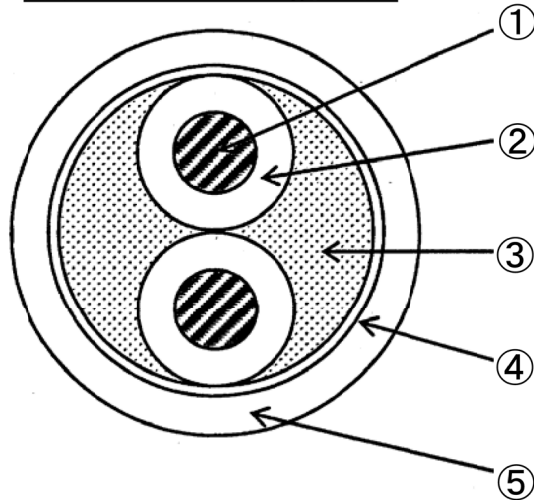
	IEEEによる健全性評価	温度解析による健全性評価
概要	IEEE Std.323-1974及びIEEE Std.317-1976の規格をもとに健全性評価を行う。	低圧用電気ペネトレーションの構造体の解析モデルを作成し、各部位の物理特性値を用いて、重大事故等時の解析条件にて評価部位の温度を算出し、設計基準事故時条件に包絡されることを確認する。
評価事故事象	設計基準事故時	重大事故等時

## 4. 代表機器の技術評価－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(1/8)

### (1) 難燃PNケーブルの絶縁低下の評価

#### ① 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 <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

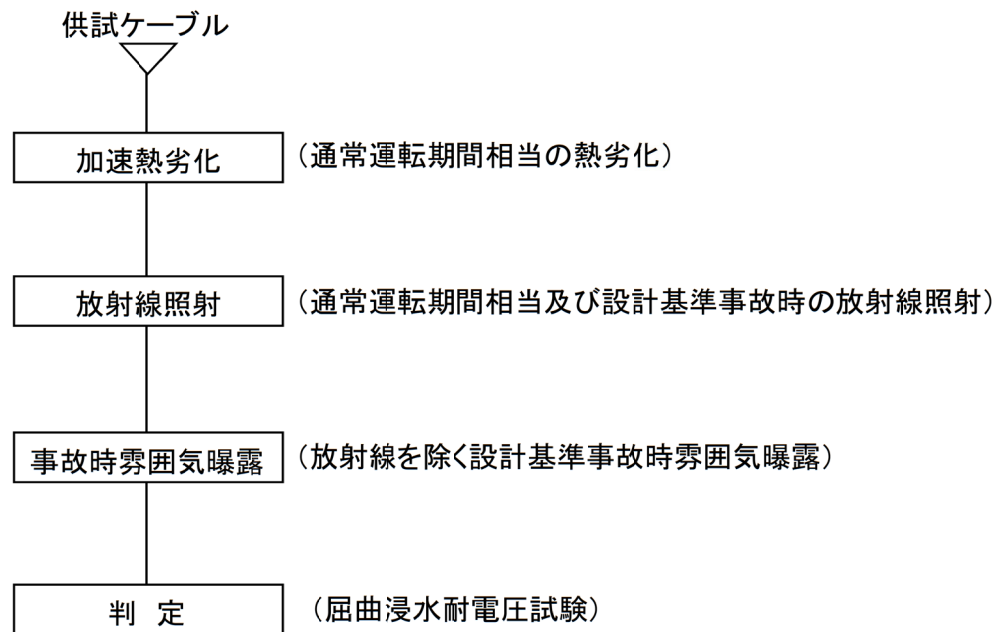
\*2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

## 4. 代表機器の技術評価－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(2/8)

### ② 電気学会推奨案による健全性評価(設計基準事故時)

#### a. 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－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(3/8)

### ② 電気学会推奨案による健全性評価(設計基準事故時)(続き)

#### b. 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	判定
難燃PNケーブル	屈曲浸水耐電圧試験	良

#### c. 健全性評価結果

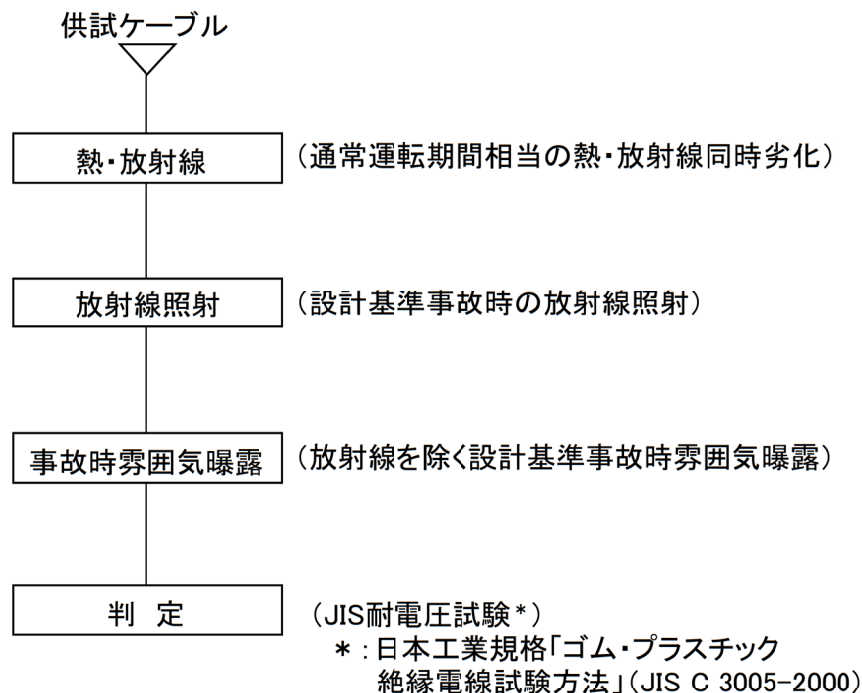
健全性評価の結果, 難燃PNケーブルは60年間, 絶縁を維持できることを確認した。

## 4. 代表機器の技術評価－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(4/8)

### ③ ACAガイドによる健全性評価(設計基準事故時)

#### a. 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】

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－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(5/8)

### ③ ACAガイドによる健全性評価(設計基準事故時)(続き)

#### b. 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 :500 kGy	260 kGy
	温度	171 °C(最高温度)	171 °C(最高温度)
	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	判定
難燃PNケーブル	JIS耐電圧試験	良

#### c. 健全性評価結果

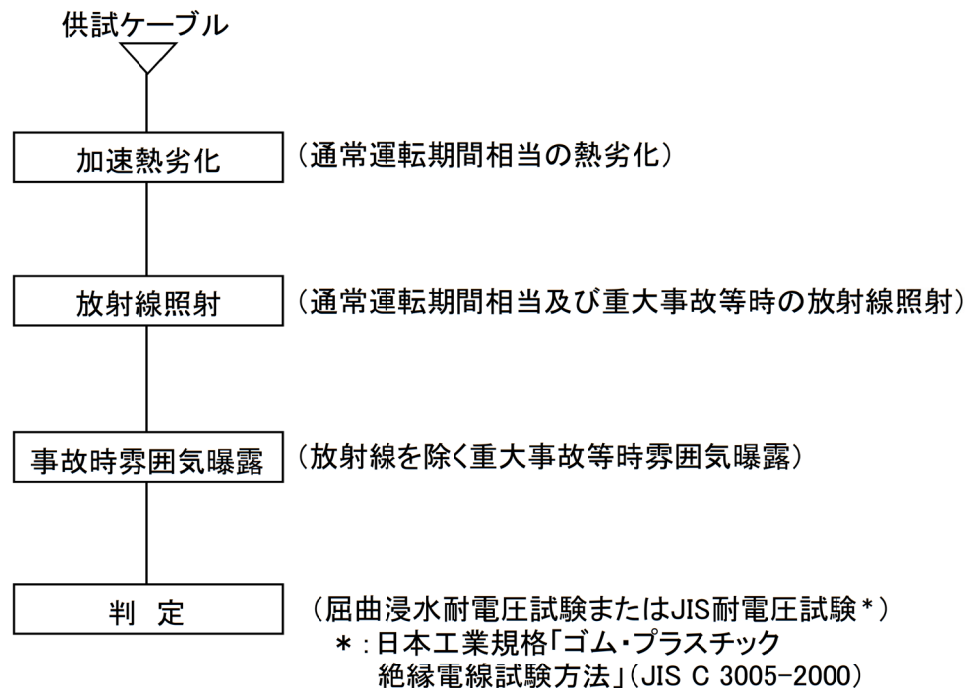
健全性評価の結果, 難燃PNケーブルは28年間, 絶縁を維持できることを確認した。

## 4. 代表機器の技術評価－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(6/8)

### ④ 電気学会推奨案をもとにした健全性評価(重大事故等時)

#### a. 試験手順

**重大事故等**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をもとにした試験手順を以下に示す。



#### 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】

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－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(7/8)

### ④ 電気学会推奨案をもとにした健全性評価(重大事故等時)(続き)

#### b. 試験条件, 試験結果

試験条件は、15年及び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	通常運転時及び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	65.6 °C
	放射線 (集積線量)	—	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)	制御ケーブル: 988 kGy(通常時+事故時) 計測ケーブル, 補償導線: 1,175 kGy(通常時+事故時)	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	判定
補償導線	屈曲浸水耐電圧試験	良
制御ケーブル 計測ケーブル	JIS耐電圧試験	良

#### c. 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－難燃PNケーブルの絶縁低下の評価(8/8)

### 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・計装設備の設置はない

\*3: 原子炉格納容器内の通常運転時における設計温度

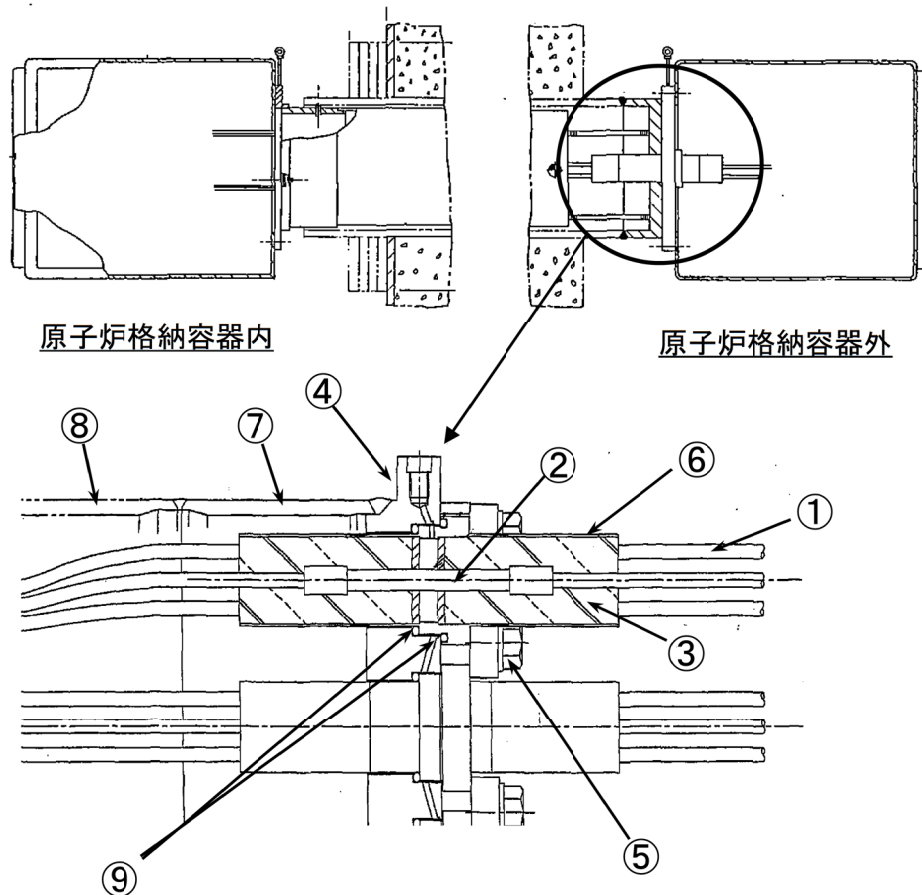
\*4: 原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの敷設環境等の調査による実測値

# 4. 代表機器の技術評価－低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(1/6)

## (2) 低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価

### ① 使用材料, 使用条件

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	ヘッド	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

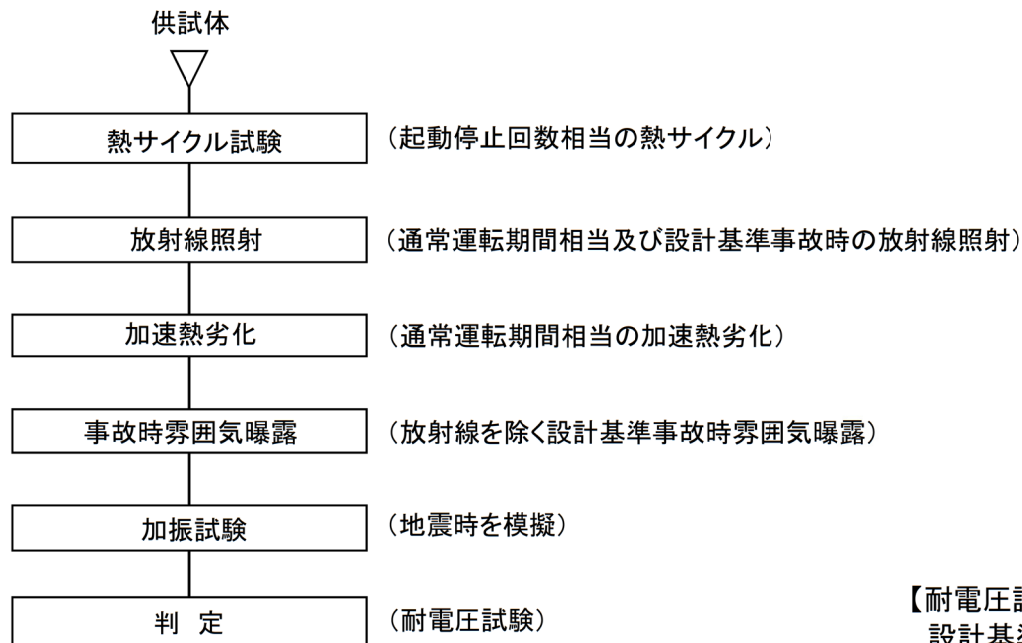
\*2: 重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

## 4. 代表機器の技術評価－低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(2/6)

### ② IEEEによる健全性評価(設計基準事故時)

#### a. 試験手順

低圧用電気ペネトレーションのIEEEに基づく試験手順を以下に示す。



#### 【耐電圧試験手順】

設計基準事故時雰囲気曝露試験後、交流720 Vを4秒間印加する。

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－低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(3/6)

### ② IEEEによる健全性評価(設計基準事故時)(続き)

#### b. 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*	1.36 G	9.69 G

\*: 想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度9.69 G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20 G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(絶縁低下)

対象機器	項目	結果
低圧用電気ペネトレーション	耐電圧試験	良

#### c. 健全性評価結果

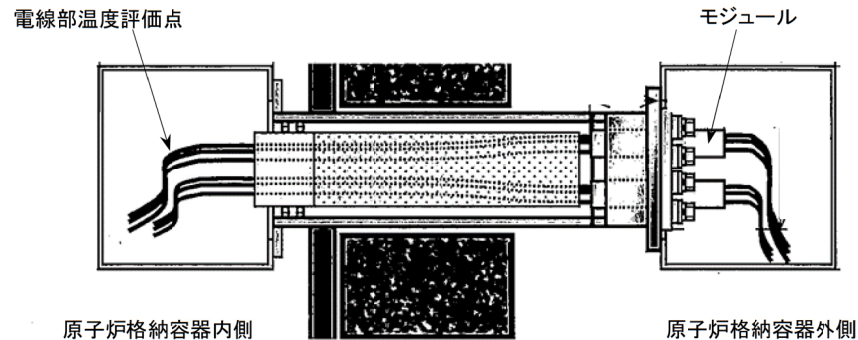
健全性評価の結果, 60年の通常運転期間及び設計基準事故時において絶縁を維持できることを確認した。

## 4. 代表機器の技術評価－低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(4/6)

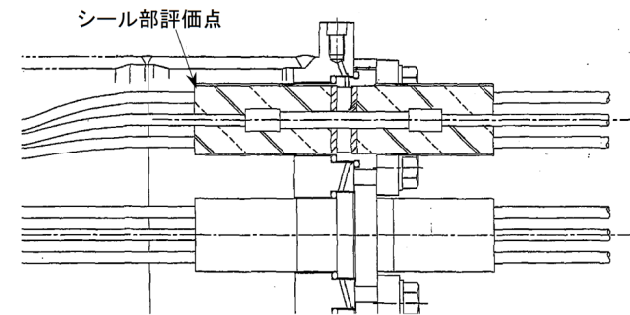
### ③ 温度解析による健全性評価(重大事故等時)

#### a. 解析手順

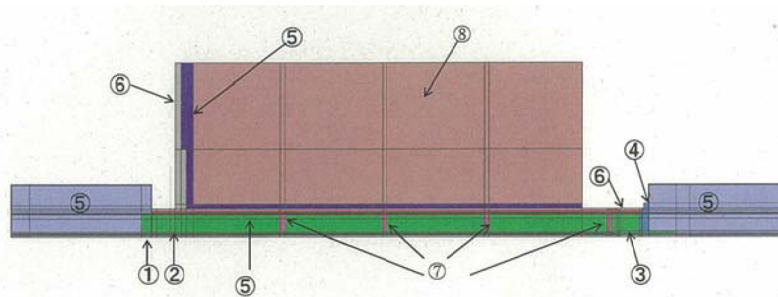
解析は、低圧用電気ペネトレーションの構造体の解析モデルを作成し、各部位の物理特性値(熱伝導率, 比熱, 密度, 表面放散熱抵抗)を用いて重大事故等時の解析入力条件に対する評価部位の温度を解析により算出する。



低圧用電気ペネトレーション構造図



モジュール拡大図



低圧用電気ペネトレーション解析モデル

解析モデル設定項目

番号	項目	番号	項目
①	銅	⑤	空気
②	ポリエチレン	⑥	鉄
③	エポキシ	⑦	ペークライト
④	ステンレス	⑧	コンクリート

## 4. 代表機器の技術評価－低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(5/6)

### ③ 温度解析による健全性評価(重大事故等時)(続き)

#### b. 解析条件

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。


--

#### 【重大事故等時条件 1 解析入力条件】

時間[h]	
原子炉格納容器内温度[°C]	

原子炉格納容器外の温度は、時間の間°C

#### 【重大事故等時条件 2 解析入力条件】

時間[h]	
原子炉格納容器内温度[°C]	

原子炉格納容器外の温度は、時間の間°C

#### 【重大事故等時(原子炉格納容器内)+主蒸気管破断事故時(原子炉格納容器外)条件 1 解析入力条件】

時間[h]	
原子炉格納容器内温度[°C]	

原子炉格納容器外の温度は、時間～時間は°C、時間から時間は°C

## 4. 代表機器の技術評価 – 低圧用電気ペネトレーションの絶縁低下の評価(6/6)

### ③ 温度解析による健全性評価(重大事故等時)(続き)

#### c. 解析結果

解析の結果、重大事故等時条件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。

重大事故等時の解析結果まとめ表

時間[年]		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				
重大事故等時条件 1	電線部				
	シール部				
重大事故等時条件 2	電線部				
	シール部				
重大事故等時(原子 炉格納容器内)+主 蒸気管破断事故時 (原子炉格納容器外) 条件 1	電線部				
	シール部				

#### d. 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重大事故等時において絶縁を維持できることを確認した。



## 4. 代表機器の技術評価－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

### (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期間、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、超過期間における評価年数を設計温度の評価年数より引いた年数で設定する。

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)	超過期間 における評価 年数(年)*2	設計温度 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)	36	83.1		0.01	28.8
KGBケーブル	PCV EL.23.3 m (電気ハネ) ~EL.36.0 m (E51-F066)	36	83.1		0.01	73.9
電動弁モータ	PCV EL.23.7 m	32	73.8		0.02	60.1
端子台	PCV EL.23.7 m	32	73.8		0.01	38.0
電動弁コネクタ	PCV EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		0.01	45.04
電気ハネトレジョン	PCV EL.17.0 m , EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		1.2	100年以上
スプライス接続	PCV EL.17.0 m , EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		0.02	100年以上
同軸コネクタ	PCV EL.14.0 m (ハデスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		0.01	86.1
難燃一重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハデスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		0.02	41.9
難燃六重同軸ケーブル	PCV EL.14.0 m (ハデスタル) ~EL.23.3 m (電気ハネ)	32	73.8		0.02	41.9

\*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及びハデ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－現状保全，総合評価，高経年化への対応

### (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。

### (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。

### (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，健全性評価で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. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(1/12)

## 表2 電気・計装設備の絶縁低下評価結果

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
高圧ポンプモータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・残留熱除去系海水系ポンプモータ</li> <li>・高圧炉心スプレイ系ポンプモータ</li> <li>・低圧炉心スプレイ系ポンプモータ</li> <li>・残留熱除去系ポンプモータ</li> <li>・緊急用海水ポンプモータ</li> </ul>	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほう酸水注入系ポンプモータ</li> <li>・非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ</li> <li>・原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ</li> <li>・ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ</li> <li>・原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ</li> <li>・常設低圧代替注水系ポンプモータ</li> <li>・代替燃料プール冷却系ポンプモータ</li> <li>・代替循環冷却系ポンプモータ</li> <li>・格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ</li> </ul>	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		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、50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を維持できると評価。			
	・残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(外側)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を維持できると評価。			

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(2/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
高圧ケーブル	・高圧難燃CVケーブル	絶縁体	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、絶縁診断試験及び系統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、有意な絶縁低下が認められた場合には、取替を実施。	絶縁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、絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより絶縁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	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、有意な絶縁低下が認められた場合には、ケーブルの取替を実施。	絶縁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することにより絶縁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CVケーブル					
	・KGBケーブル (原子炉格納容器内)					
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) (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、有意な絶縁低下が認められた場合には、取替を実施。	絶縁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。
	・難燃六重同軸ケーブル(原子炉格納容器内)		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を維持できると評価。			

■ : 保守管理に関する方針に反映する評価対象機器

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(3/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
同軸ケーブル	・難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)	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、有意な絶縁低下が認められた場合には、取替を実施。	絶縁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を維持できると評価。			
	・難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリエチレン) (原子炉格納容器外)		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を維持できると評価。			
	・難燃六重同軸ケーブル(原子炉格納容器外)		また、ACAガイドに従った評価を実施し、60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を維持できると評価。			
	・難燃二重同軸ケーブル					

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(4/12)

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(原子炉格納容器内)	絶縁部	38年間使用した端子台に、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を維持できると評価。 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、有意な絶縁低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁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を維持できると評価。			
	・スプライス接続(原子炉格納容器内)					
	・端子台接続(原子炉格納容器外)		端子台接続(原子炉格納容器外)は、12年間使用した端子台に48年分の劣化付与を行い、設計基準事故時を想定した長期健全性試験を実施した結果、60年時点において絶縁を維持できると評価。			
	・電動弁コネクタ接続(原子炉格納容器外)		長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間及び設計基準事故時において絶縁を維持できると評価。			

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(5/12)

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	・同軸コネクタ接続(中性子束計測用)(放射線計測用)(原子炉格納容器外)	絶縁部	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間及び設計基準事故時において絶縁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、有意な絶縁低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁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。
	・同軸コネクタ接続(放射線計測用)(原子炉格納容器外)		長期健全性試験の結果、6年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時において絶縁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、追加保全項目として、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行うことを継続していくこととする。
	・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において絶縁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。
	・同軸コネクタ接続(中性子束計測用)(原子炉格納容器外)					
	・スプライス接続(原子炉格納容器外)					

■ : 保守管理に関する方針に反映する評価対象機器

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(6/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用M/C</li> <li>・常設代替高圧電源装置遮断器盤</li> <li>・緊急用M/C</li> <li>・緊急時対策所用M/C</li> </ul>	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、有意な絶縁低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁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				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用動力変圧器(2C,2D)</li> <li>・非常用動力用変圧器(HPCS)</li> <li>・緊急用動力変圧器</li> <li>・緊急時対策所用動力変圧器</li> </ul>	変圧器コイル	低圧ポンプモータの評価と同様。	同左	同左	同左
		固定子コイル 口出線・接続部品				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用P/C、計測用P/C</li> <li>・緊急用P/C</li> <li>・緊急時対策所用P/C</li> <li>・125V直流P/C</li> <li>・計測用P/C</li> </ul>	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、有意な絶縁低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁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				



## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(7/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・480 V非常用MCC</li> <li>・緊急用MCC</li> <li>・緊急時対策所用MCC</li> <li>・125 V直流MCC</li> <li>・緊急用直流125 V MCC</li> </ul>	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、有意な絶縁低下がないことを確認し、有意な絶縁の低下が確認された場合は、補修又は取替を実施。	絶縁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				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電設備</li> <li>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備</li> <li>・常設代替高圧電源装置</li> <li>・緊急時対策所用発電設備</li> </ul>	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、有意な絶縁低下がないことを確認し、有意な絶縁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低下の可能性は否定できない。			

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(8/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	・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
	・バイタル電源用無停電電源装置 ・緊急用無停電電源装置 ・非常用無停電電源装置 ・緊急時対策用無停電電源装置	変圧器コイル	動力用変圧器の評価と同様。	同左	同左	同左
	・125 V充電器盤 2A ・125 V充電器盤 2B ・125 V充電器盤 予備 ・125 V充電器盤 HPCS ・緊急用125 V充電器盤 ・緊急時対策用充電器盤 ・±24 V充電器盤 2A, 2B ・緊急時対策用直流 24 V充電器盤	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. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(9/12)

評価対象設備	評価対象機器	部位	健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
電源設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交流計測用分電盤A系, B系</li> <li>・交流計測用分電盤 HPCS系</li> <li>・直流分電盤</li> <li>・バイタル分電盤</li> <li>・中性子モニタ用分電盤</li> <li>・緊急用計装交流主母線盤</li> <li>・緊急用直流分電盤</li> <li>・緊急用無停電計装分電盤</li> <li>・非常用無停電計装分電盤</li> <li>・緊急時対策所用分電盤</li> <li>・緊急時対策所用直流分電盤</li> </ul>	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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測用変圧器</li> <li>・原子炉保護系MGセットバイパス変圧器</li> <li>・緊急用計測用変圧器</li> </ul>	変圧器コイル	動力用変圧器の評価と同様。	同左	同左	同左
計測制御設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器内水素濃度計測装置サンプルポンプモータ</li> <li>・格納容器内酸素濃度計測装置サンプルポンプモータ</li> <li>・濃度計測装置サンプルポンプモータ</li> </ul>	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービン高圧制御油ポンプモータ</li> <li>・原子炉隔離時冷却系真空ポンプモータ</li> <li>・原子炉隔離時冷却系復水ポンプモータ</li> <li>・常設高圧代替注水系真空ポンプモータ</li> <li>・常設高圧代替注水系復水ポンプモータ</li> </ul>	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. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(10/12)

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
空調設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ガス再循環系排風機モータ</li> <li>・緊急時対策所非常用送風機モータ</li> <li>・中央制御室排気ファンモータ</li> <li>・ディーゼル室換気系ルーフトファンモータ</li> <li>・非常用ガス処理系排風機モータ</li> <li>・中央制御室ブースターファンモータ</li> </ul>	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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・残留熱除去系ポンプ室空調機モータ</li> <li>・中央制御室エアハンドリングユニットファンモータ</li> <li>・高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機モータ</li> <li>・低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機モータ</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中央制御室チラーユニット冷水ポンプモータ</li> </ul>					
機械設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル機関(2C, 2D号機)燃料油系燃料移送ポンプモータ</li> <li>・高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関燃料油系燃料移送ポンプモータ</li> <li>・常設代替高圧電源装置(ディーゼル機関燃料油系燃料移送ポンプモータ)</li> <li>・緊急時対策所用発電機ディーゼル機関燃料油系給油ポンプモータ</li> </ul>	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. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(11/12)

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	
機械設備	・可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウモータ	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電動弁駆動部	固定子コイル 口出線・接続部品 ブレーキ電磁コイル	電動弁駆動部(屋内、交流)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加熱器	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に変化のないことを確認し、有意な絶縁低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁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、トリック横行用	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、有意な絶縁低下がないことを確認し、有意な絶縁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、トリック横行用	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、有意な絶縁低下は確認されていないが、絶縁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。			
	・原子炉建屋6階天井走行クレーンモータ ・DC建屋天井クレーンモータ	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低下に影響を及ぼす要因は外表面、内部等から絶縁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、有意な絶縁低下がないことを確認し、有意な絶縁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。	
	・DC建屋天井クレーン速度検出器						

## 5. 代表機器以外の技術評価－電気・計装設備の絶縁低下評価結果(12/12)

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
機械設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋6階天井走行クレーン(主巻125 ton)ブレーキ</li> <li>・原子炉建屋6階天井走行クレーン(補巻5 ton)ブレーキ</li> <li>・原子炉建屋6階天井走行クレーン(補巻1 ton)ブレーキ</li> <li>・原子炉建屋6階天井走行クレーンブレーキ(走行用, 横行用)</li> <li>・DC建屋天井クレーンブレーキ(巻上げ, 走行用, 横行用)</li> </ul>	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、熱的及び電氣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、絶縁物中のポイド等での放電等による電氣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、有意な絶縁低下がないことを確認し、有意な絶縁低下が認められた場合は、取替を実施。	絶縁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。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋6階天井走行クレーン計器用変圧器</li> <li>・DC建屋天井クレーン計器用変圧器</li> </ul>	変圧器コイル				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御用空気圧縮機モータ</li> </ul>	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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸発固化体乾燥機</li> </ul>	加熱ヒータ	これまでの点検実績から最も絶縁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. まとめ－審査基準適合性

### (1) 審査基準適合性

要求事項*	技術評価の結果
<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低下が生じないこと。</p>	<p>「4.(1)② 電気学会推奨案による健全性評価(設計基準事故時)」、 「4.(1)③ ACAガイドによる健全性評価(設計基準事故時)」、 「4.(1)④ 電気学会推奨案をもとにした健全性評価(重大事故等時)」、 「4.(2)② IEEEによる健全性評価(設計基準事故時)」、温度解析による健全性評価(重大事故等時)及び「5.代表機器以外の技術評価」に示すとおり、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することで、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した。 なお、現状保全において有意な絶縁低下が見られた場合、対策を施すこととしている。</p>
<p>○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低下が生じないこと。</p>	<p>「4.(1)② 電気学会推奨案による健全性評価(設計基準事故時)」、 「4.(1)③ ACAガイドによる健全性評価(設計基準事故時)」、 「4.(1)④ 電気学会推奨案をもとにした健全性評価(重大事故等時)」、 「4.(2)② IEEEによる健全性評価(設計基準事故時)」、温度解析による健全性評価(重大事故等時)及び「5.代表機器以外の技術評価」に示すとおり、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、有意な絶縁低下が生じないことを確認した。</p>

\*:「实用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」に規定される延長しようとする期間における要求事項

## 6. まとめ－保守管理に関する方針として策定する事項

### (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。	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。



---

## 参考資料

# 震災影響について

・震災時のプラント停止操作により原子炉格納容器内の温度が上昇したが、サプレッション・プールの冷却を継続したため、原子炉格納容器の温度が設計値以内であった。

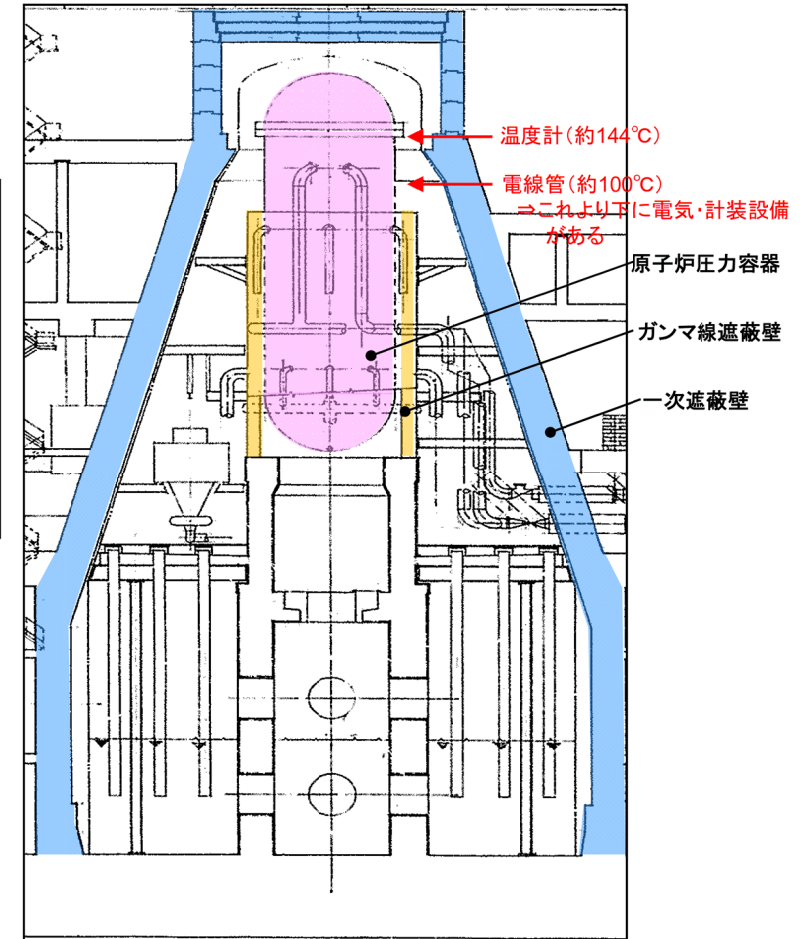
震災時の原子炉格納容器内の圧力・温度の概要

	ドライウェル圧力	ドライウェル温度	サプレッション・プール温度
震災前	約3 kPa	約45 °C(コンクリート周り) 約40 °C※1(格納容器上部)	約22 °C
震災時	約12 kPa	約62 °C(コンクリート周り) 約100 °C※1(格納容器上部) 約144 °C※2(格納容器頂部)	約55 °C
設計値	310 kPa	171 °C	104 °C

※1: 電線管温度

※2: 原子炉压力容器ベロースील部周辺温度

- ・温度上昇によるコンクリート構造物の強度低下及び遮蔽能力低下、電気・計装設備の絶縁特性低下の影響が考えられるため、影響評価を行う。
- ・コンクリート構造物は約144°C、電気・計装設備の絶縁特性低下等は83.1°C(最高平均温度)等で評価を行う。



ガンマ線遮蔽壁，一次遮蔽壁の概要