

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK 補-III-5 改17
提出年月日	平成30年6月21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)

補足説明資料

平成30年6月21日
日本原子力発電株式会社

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	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	4
(1) 評価対象	4
(2) 評価手法	4
4. 代表機器の技術評価	7
(1) 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ブレンゴムシース）の評価	7
1)-1 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）	7
1)-2 ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）	10
1)-3 電気学会推奨案をもとにした健全性評価（重大事故等時）	13
2) 現状保全	17
3) 総合評価	17
4) 高経年化への対応	17
(2) 電気ペネトレーションの評価	18
1) 核計装用電気ペネトレーションの健全性評価	18
2) 現状保全	21
3) 総合評価	21
4) 高経年化への対応	21
5. 代表機器以外の技術評価	22
6. まとめ	33
(1) 審査基準適合性	33
(2) 保守管理に関する方針として策定する事項	36
7. 添付資料	36
別紙 1. 高圧ポンプモータの評価について	69
別紙 2. 高圧ケーブルの評価について	86
別紙 3. 低圧ケーブルの評価について	95
別紙 4. 同軸ケーブルの評価について	111
別紙 5. ケーブル接続部の評価について	142
別紙 6. 電動弁用駆動部の評価について	166
別紙 7. 計測制御設備の評価について	197
別紙 8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について	214

説 明

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温度調査に用いた温度検出器の仕様は下記のとおり。

1. 温度検出器外観



2. 温度検出器の仕様

	仕様
チャンネル数	1 チャンネル
センサータイプ	NTC サーミスタ
寸法	φ18 mm×長さ 127 mm
材質	アルミニウム
動作環境	+10 °C ~ +135 °C (防水)
センサー精度	±0.5 °C/25 °C

3. 温度検出器のセンサー

温度検出器のセンサー部に使用している NTC サーミスタ (Negative Temperature Coefficient Thermistor) は、温度が上がると抵抗値が下がる電子部品である。

NTC サーミスタの材料は、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)などを成分とする酸化物を焼成したセラミックスである。

このセラミックスに電極が取付けられており、抵抗の変化を検出している。

以 上

*：JIS 耐電圧試験（日本工業規格（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。

b. 試験条件

試験条件は、実機環境条件に基づいて CV ケーブル、難燃 CV ケーブル及び KGB ケーブルの 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。

CV ケーブル、難燃 CV ケーブル及び KGB ケーブルの試験条件を表 1.1、表 1.2 及び表 1.3 に示す。

表 1.1 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・放射線同時劣化	100 °C－89.3 Gy/h－805 時間	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、原子炉建屋の周囲最高温度 40 °C*1 で評価した結果、60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量 : 260 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy*2 を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171 °C 最高圧力 : 0.427 MPa 曝露時間 : 13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 °C*2, 最高圧力 0.001744 MPa*2 を包絡する。

*1:通常運転時における CV ケーブル敷設箇所(原子炉建屋)の環境条件設計値

*2:設計基準事故時における CV ケーブル敷設箇所(原子炉建屋)の環境条件設計値

*1, *2 は【別紙 3. 添付-1) 参照】

表 1.2 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・放射線同時劣化	100 °C－99.3 Gy/h－2,500 時間	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原子炉建屋の周囲最高温度 40 °C ^{*1} で評価した結果、60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量 : 100 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 7.0 kGy ^{*2} を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171 °C 最高圧力 : 0.177 MPa 曝露時間 : 25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 °C ^{*2} , 最高圧力 0.001744 MPa ^{*2} を包絡する。

*1:通常運転時における難燃 CV ケーブル敷設箇所(原子炉建屋)の環境条件設計値

*2:設計基準事故時における難燃 CV ケーブル敷設箇所(原子炉建屋)の環境条件設計値

*1, *2 は【別紙 3. 添付-1) 参照】

表 1.3 KGB ケーブル (原子炉格納容器内) の長期健全性試験条件 (ACA ガイド)

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 °C－99.7 Gy/h－6,241 時間	ACA 研究報告書の試験結果をもとに等価損傷線量データの重ね合わせ手法を用いて原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 °C ^{*1} で評価した結果、60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量 : 500 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 約 2.6×10^2 kGy ^{*2} を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171 °C 最高圧力 : 0.427 MPa 曝露時間 : 13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 °C ^{*2} , 最高圧力 0.31 MPa ^{*2} を包絡する。

*1:通常運転時における KGB ケーブル敷設箇所(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 KGB ケーブル敷設箇所(原子炉格納容器内)の環境条件設計値

*1, *2 は【別紙 3. 添付-1) 参照】

b. 試験条件

試験条件は、スプライス接続（原子炉格納容器内）の60年間の通常運転期間における使用条件及び設計基準事故時条件を想定した条件を包絡している。

また、試験条件は、スプライス接続（原子炉格納容器内）の重大事故等時の放射線、最高圧力を除いて包絡している。

スプライス接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件を表4.1に示す。

表4.1 スプライス接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 (通常時+事故時)	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy (60年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy ^{*1} に設計基準事故時の最大積算値約 260 kGy ^{*2} を加えた線量) を包絡する。 なお、重大事故等時の集積線量 640 kGy ^{*3} を包絡していないが、スプライス接続の絶縁材である架橋ポリオレフィンと同等の絶縁材であるCVケーブル（架橋ポリエチレン）の長期健全性試験にて、重大事故等時の放射線量を上回る値にて健全性が確認されていることから、スプライス接続においても健全性は維持できると評価する。【別紙5.添付-5)参照】
加速熱劣化	① 115 °C×283 日 ② 115 °C×136.8 日	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 °C ^{*1} では、60年間の通常運転期間を包絡する。 【別紙5.添付-4)参照】
熱サイクル試験	① 10 °C⇔66 °C/120 サイクル ② 10 °C⇔66 °C/ 60 サイクル	東海第二の60年間の起動停止回数を包絡する。【別紙5.添付-6)参照】
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 °C 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 °C ^{*2} 、最高圧力 0.31 MPa ^{*2} 及び重大事故等時の最高温度約 135 °C ^{*4} を包絡する。 【別紙5.添付-2)参照】

*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

通常運転時線量 約 21 [kGy]=0.04 [Gy/h]×24 [h]×365.25 [d]×60 [y]

*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

*3：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：重大事故等時におけるスプライス接続部（電気ペネトレーション電線部）の環境条件解析値

*1～*4 は【別紙5.添付-3)参照】

説 明

③ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）			
原子炉格納容器内	条件	93.3℃換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験条件		1,315 時間	4,534 時間 (0.5 年)
		634 時間	
		209 時間	
		2,376 時間	
設計基準 事故時条件*1		877 時間	877 時間 (0.1 年)
重大 事故等時条件*2		14 時間	14 時間 (0.1 年)

活性化エネルギー： [cal/mol]

(エチレンプロピレンゴム/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

*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 スプライス接続（原子炉格納容器内）

スプライス接続			
原子炉格納容器内	条件	93.3℃換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験条件		12,214 時間	17,871 時間 (2.0 年)
		5,657 時間	
設計基準 事故時条件*1		4,072 時間	8,495 時間 (1.0 年)
		1,717 時間	
		330 時間	
		2,376 時間	
重大 事故等時条件*2		11,347 時間	11,347 時間 (1.3 年)

活性化エネルギー： [cal/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環境条件設計値

*2：重大事故等時におけるスプライス接続部（電気ペネトレーション
電線部）の環境条件解析値

以 上

説 明

④ スプライス接続（原子炉格納容器内）

	通常運転時*1	設計基準事故時*2	重大事故等時
周囲温度	65.6 °C (最高)	171 °C (最高)	135 °C*3 (最高)
最高圧力	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa*4
放射線	0.04 Gy/h (最大)	260 kGy (最大積算値)	640 kGy*4 (最大積算値)

*1: 通常運転時における原子炉格納容器内（電気ペネトレーション設置場所）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環境条件設計値

*3: 重大事故等時におけるスプライス接続部（電気ペネトレーション電線部）の環境条件解析値

*4: 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

以 上