

別紙

- 別紙 1. 弁電動装置の評価について
- 別紙 2. 同軸ケーブルの評価について
- 別紙 3. ケーブル接続部の評価について
- 別紙 4. 計測制御設備の評価について
- 別紙 5. 電気・計装品の評価（共通項目）について
- 別紙 6. 屋外ケーブルの水トリーに対する現状保全内容について
- 別紙 7. 電気ペネトレーションの製造メーカーによる構造等の相違について
- 別紙 8. 通電による温度上昇、余裕について
- 別紙 9. I S L O C A 環境下における機器への影響について

別紙 1. 弁電動装置の評価について

1. 健全性評価

a. 評価手順

原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置については、絶縁物の温度、放射線、機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した評価を、実機同等品による長期健全性試験【別紙 1. 添付-1) 参照】において、判定基準を除き、IEEE Std. 382-1996の規格に準じて実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

図1. 1に長期健全性試験手順を示す。

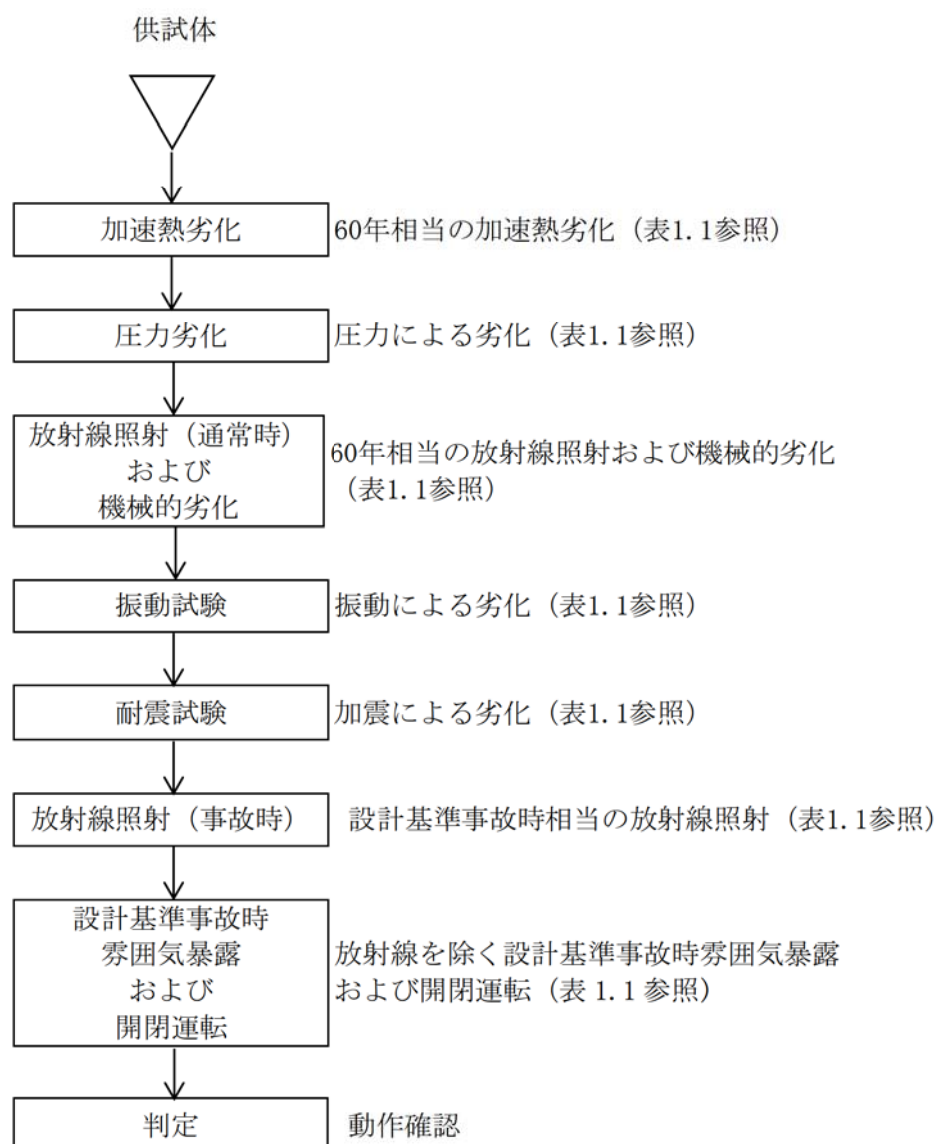


図1. 1 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験手順

また、原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置については、絶縁物の温度、機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した評価を、実機同等品による長期健全性試験【別紙1. 添付-7)参照】において、判定基準を除き、IEEE Std. 382-1996の規格に準じて実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

図1.2に長期健全性試験手順を示す。

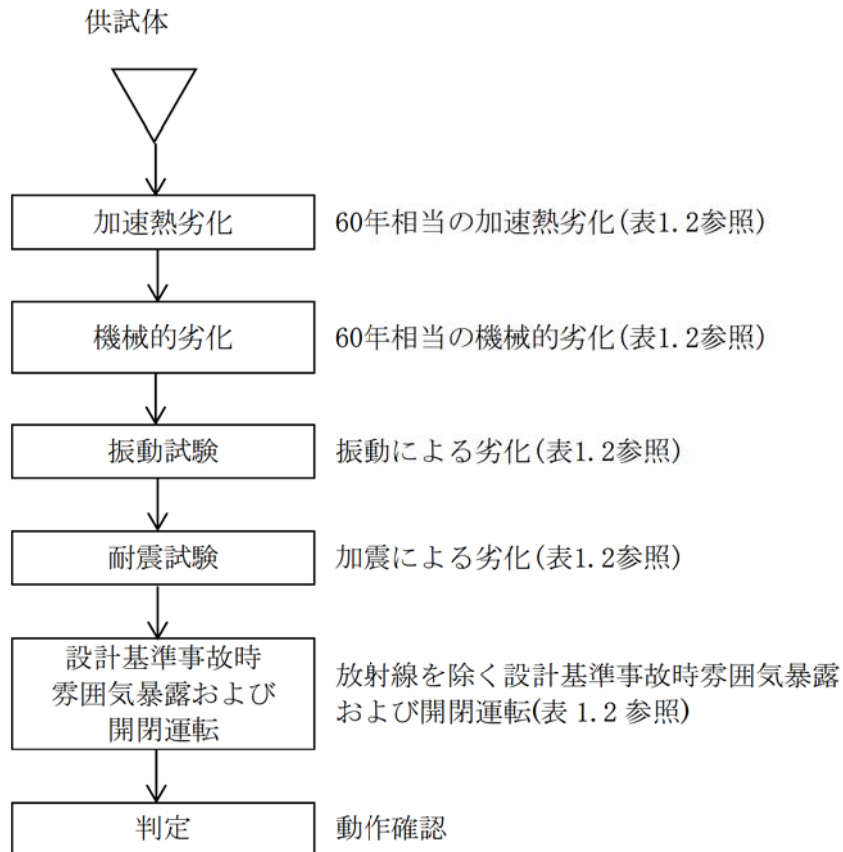


図1.2 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験手順

b. 試験条件

表1.1および表1.2に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および設計基準事故を想定した劣化条件を包絡している。

表 1.1 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の絶縁低下に関する長期健全性試験条件*1

	試験条件	妥当性説明
加速熱劣化	130℃×475 時間*3 および 115℃×139 時間*4	伊方3号炉の原子炉格納容器内の環境条件に余裕をみた温度(50℃)【別紙1. 添付-2)参照】で、60年間運転を包絡している。【別紙1. 添付-3)参照】
圧力劣化	0.45MPa×3分×23回	伊方3号炉の60年間運転を包絡している。【別紙1. 添付-4)参照】
放射線照射 (通常時) および 機械的劣化	放射線照射量：500kGy (10kGy/h以下) 機械劣化：3,000回開閉操作	伊方3号炉の60年間の通常時線量135kGy*2を包絡している。 伊方3号炉の60年間の動作回数(約1,000回)を包絡している。 【別紙1. 添付-5)参照】
振動試験	0.75G-5~100~5Hz×135分	IEEE Std. 382-1996に基づく。
耐震試験	加振波形：正弦波 加速度：水平方向 6G 鉛直方向 6G	「日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針追補版 (JEAG 4601-1991)」に基づく。
放射線照射 (事故時)	放射線照射量：1,500kGy (10kGy/h以下)	伊方3号炉の設計基準事故時線量675kGyを包絡している。
設計基準事故時 雰囲気暴露 および 開閉運転	温度：最高温度 190℃ 圧力：最高圧力 0.41MPa 時間：360時間 開閉往復運動回数：13回*5	伊方3号炉の設計基準事故時の最高圧力、最高温度を包絡している。 【別紙1. 添付-6)参照】 IEEE Std. 382-1996に基づく。

*1：電磁ブレーキ付き交流モータの電動装置で実施

*2：原子炉格納容器内の空間線量率 0.256Gy/h×(24h×365.25日×60年)=135kGy

*3：モータ単体での加速熱劣化試験条件

*4：モータ等を組み込んだ弁電動装置一式での加速熱劣化試験条件

*5：IEEE Std. 382-1996 要求(最高・最低温度条件時各1回、化学薬品噴霧中1回の計3回)を含む実施ポイントを自主的に設定

表 1.2 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の絶縁低下に関する長期健全性試験条件*1

	試験条件	妥当性説明
加速熱劣化	110℃×100 時間*2 および 110℃×575 時間*3	通常運転時の主蒸気管室の環境条件に余裕をみた温度(40℃)で、60年間運転を包絡している。【別紙1. 添付-8)参照】
機械的劣化	機械劣化：3,000 回開閉操作	伊方3号炉の60年間の動作回数(約1,000回)を包絡している。【別紙1. 添付-9)参照】
振動試験	加速度：0.75G 周波数：5～100～5Hz 時間：135分	IEEE Std. 382-1996 に基づく。
耐震試験	加振波形：正弦波 加速度：水平方向 6G 鉛直方向 6G	「日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針追補版 (JEAG 4601-1991)」に基づく。
設計基準事故時 雰囲気暴露 および 開閉運転	温度：最高温度 175℃ 圧力：最高圧力 0.2MPa 時間：24 時間 開閉往復運動回数：6 回	伊方3号炉の設計基準事故時の最高圧力、最高温度を包絡している。【別紙1. 添付-10)参照】 IEEE Std. 382-1996 に基づく。

*1：電磁ブレーキ付き直流電動機の電動装置で実施

*2：電動機単体での加速熱劣化試験条件

*3：部品を組み込んだ弁電動装置一式での加速熱劣化試験条件

c. 評価結果

試験結果は、表1.3および表1.4に示すとおり判定基準を満足しており、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する。

表1.3 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験結果

項目	判定 (メーカー基準)
動作確認	良

表1.4 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験結果

項目	判定 (メーカー基準)
動作確認	良

2. 現状保全

固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、管理値以上であることの

確認を行っている。【別紙 5 参照】

3. 総合評価

健全性評価結果から判断して、耐環境性能を要求される弁電動装置の固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキおよび口出線・接続部品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。

4. 高経年化への対応

耐環境性能を要求される弁電動装置の固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキおよび口出線・接続部品の絶縁低下については、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。

5. 添付資料

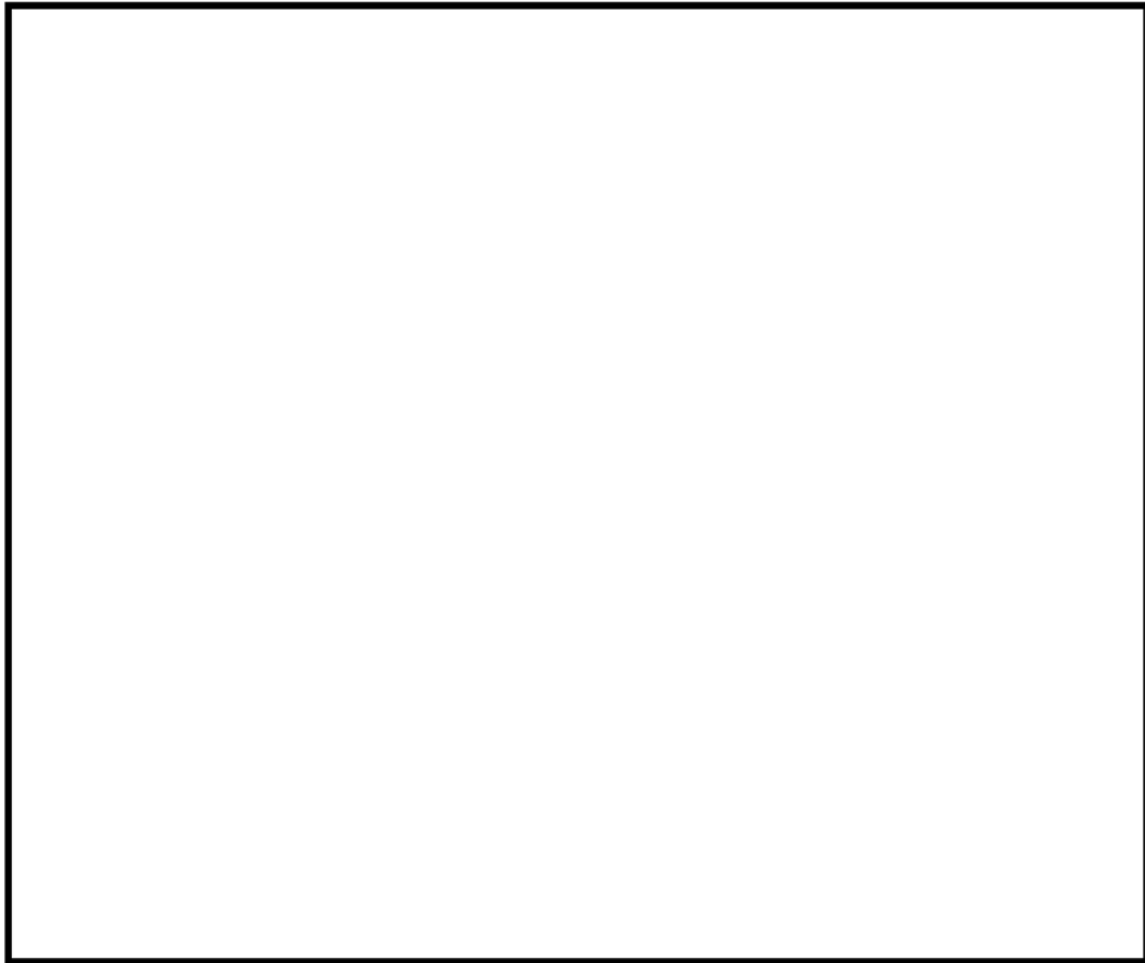
- 1) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について
- 2) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の環境条件について
- 3) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における評価期間について
- 4) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における圧力劣化試験条件の妥当性について
- 5) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における機械的劣化試験条件の妥当性について
- 6) 原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について
- 7) 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について
- 8) 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における評価期間について
- 9) 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における機械的劣化試験条件の妥当性について
- 10) 原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について

タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について																																																		
概要	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について、以下に示す。																																																		
説明	<p>原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の弁名称、台数および型式を以下に示す。絶縁物の絶縁種別は全て「H種絶縁」、電源は全て交流である。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>弁名称</th> <th>台数</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>余熱除去系第1入口弁</td> <td>2</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>余熱除去系第2入口弁</td> <td>2</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>余熱除去系出口連絡ライン弁</td> <td>2</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>余熱除去ラインループ高温側注入弁</td> <td>2</td> <td>SMB-2</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし元弁</td> <td>2</td> <td>SMB-1</td> </tr> <tr> <td>高圧注入ポンプ出口連絡弁</td> <td>2</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>高温側高圧注入ライン止弁</td> <td>2</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>ループ高温側サンプリング第1隔離弁</td> <td>2</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>封水戻りライン第1隔離弁</td> <td>1</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>格納容器水素パージ給気ライン第1隔離弁</td> <td>2</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>格納容器水素パージ排気ライン第1隔離弁</td> <td>2</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>制御用空気供給ヘッダ隔離弁</td> <td>2</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気モニタリング第1隔離弁</td> <td>1</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>蓄圧タンク出口弁</td> <td>3</td> <td>SB-4D</td> </tr> <tr> <td>RCP冷却水出口第1隔離弁</td> <td>1</td> <td>SB-0D</td> </tr> </tbody> </table> <p>長期健全性試験で用いた供試体の弁電動装置の型式・絶縁仕様・電源はSMB-000、H種絶縁、交流であり、一部の実機と大きさや外観は異なるものの、シール部の構造やモータの構造、絶縁物の使用材料は同様であることから、耐環境性の観点で差異はなく、上記耐環境性能を要求される弁電動装置全てについて、代表性があると考えます。</p> <p>なお、原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の設置箇所を別紙 1. 添付-1)-2~5 の配置図に示す。</p>			弁名称	台数	型式	余熱除去系第1入口弁	2	SMB-3	余熱除去系第2入口弁	2	SMB-3	余熱除去系出口連絡ライン弁	2	SMB-3	余熱除去ラインループ高温側注入弁	2	SMB-2	加圧器逃がし元弁	2	SMB-1	高圧注入ポンプ出口連絡弁	2	SMB-0	高温側高圧注入ライン止弁	2	SMB-0	ループ高温側サンプリング第1隔離弁	2	SMB-00	封水戻りライン第1隔離弁	1	SMB-000	格納容器水素パージ給気ライン第1隔離弁	2	SMB-000	格納容器水素パージ排気ライン第1隔離弁	2	SMB-000	制御用空気供給ヘッダ隔離弁	2	SMB-000	格納容器空気モニタリング第1隔離弁	1	SMB-000	蓄圧タンク出口弁	3	SB-4D	RCP冷却水出口第1隔離弁	1	SB-0D
弁名称	台数	型式																																																	
余熱除去系第1入口弁	2	SMB-3																																																	
余熱除去系第2入口弁	2	SMB-3																																																	
余熱除去系出口連絡ライン弁	2	SMB-3																																																	
余熱除去ラインループ高温側注入弁	2	SMB-2																																																	
加圧器逃がし元弁	2	SMB-1																																																	
高圧注入ポンプ出口連絡弁	2	SMB-0																																																	
高温側高圧注入ライン止弁	2	SMB-0																																																	
ループ高温側サンプリング第1隔離弁	2	SMB-00																																																	
封水戻りライン第1隔離弁	1	SMB-000																																																	
格納容器水素パージ給気ライン第1隔離弁	2	SMB-000																																																	
格納容器水素パージ排気ライン第1隔離弁	2	SMB-000																																																	
制御用空気供給ヘッダ隔離弁	2	SMB-000																																																	
格納容器空気モニタリング第1隔離弁	1	SMB-000																																																	
蓄圧タンク出口弁	3	SB-4D																																																	
RCP冷却水出口第1隔離弁	1	SB-0D																																																	



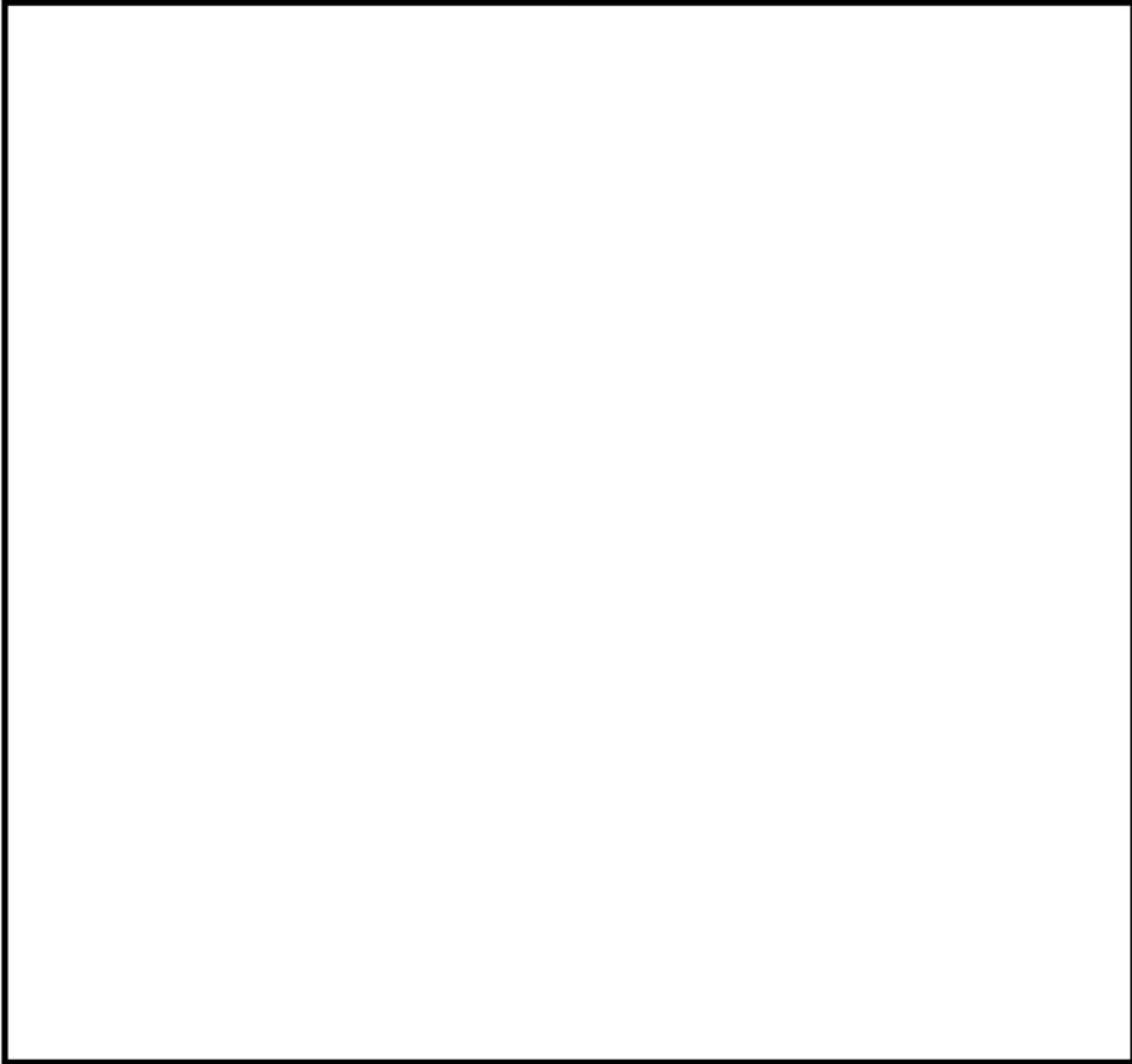
原子炉格納容器 EL. 10. 0m

弁番号	名称
RH-002A	ループ 3C 余熱除去系第 2 入口弁
RH-002B	ループ 3B 余熱除去系第 2 入口弁



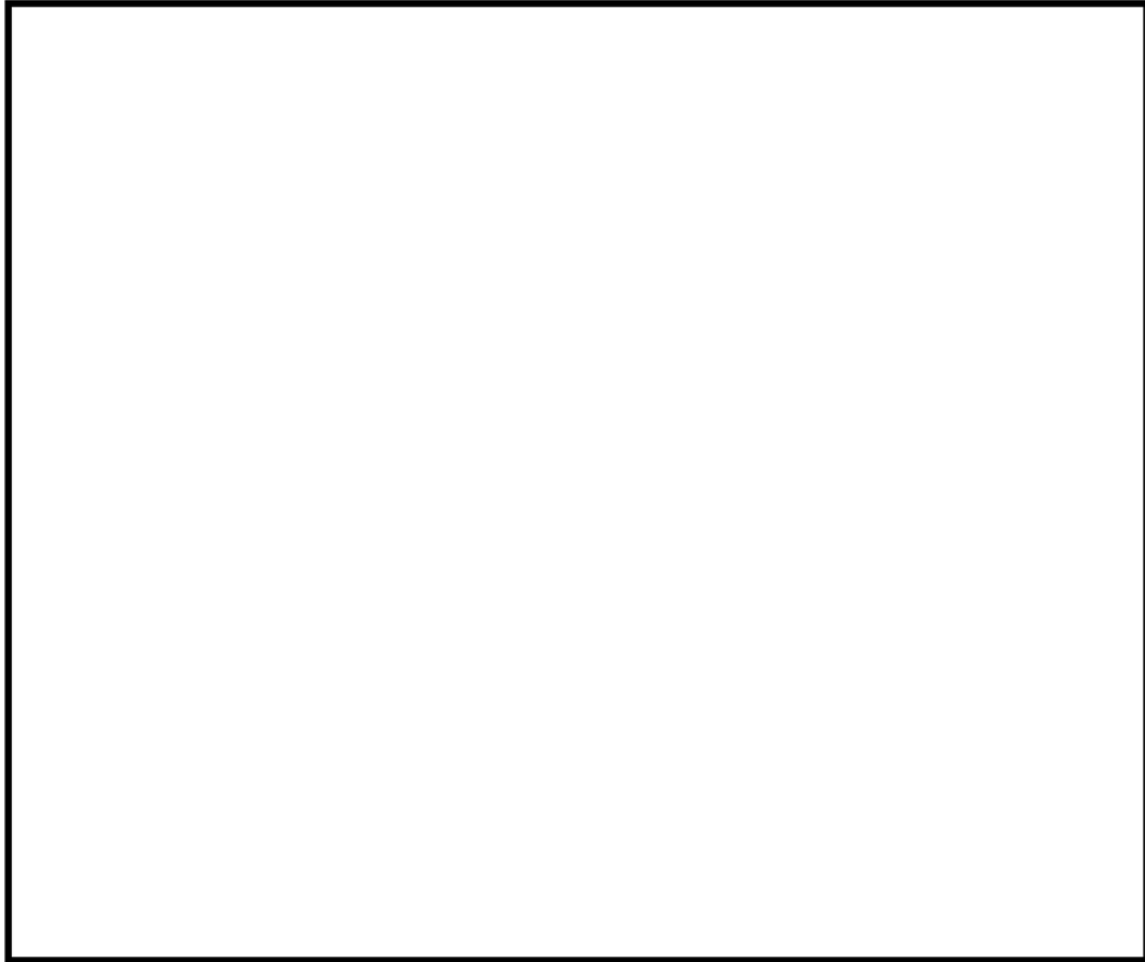
原子炉格納容器 EL. 17. 0m

弁番号	名称
SI-066A	高圧注入ポンプ 出口連絡弁 3A
SI-066B	高圧注入ポンプ 出口連絡弁 3B
SI-067A	高温側高圧注入ライン止弁 3A
SI-067B	高温側高圧注入ライン止弁 3B
RH-051A	余熱除去系出口連絡ライン弁 3A
RH-051B	余熱除去系出口連絡ライン弁 3B
RH-052A	余熱除去ラインループ 3A 高温側注入弁
RH-052B	余熱除去ラインループ 3B 高温側注入弁
CS-213	封水戻りライン第 1 隔離弁 3 号
SS-543A	ループ 3A 高温側サブリング 隔離弁
SS-543B	ループ 3B 高温側サブリング 第 1 隔離弁
IA-510A	制御用空気供給ヘッド 3A 隔離弁
IA-510B	制御用空気供給ヘッド 3B 隔離弁
PCV-420	ループ 3B 余熱除去系第 1 入口弁
PCV-430	ループ 3C 余熱除去系第 1 入口弁



原子炉格納容器 EL. 24. 0m

弁番号	名称
SI-132A	蓄圧タンク 3A 出口弁
SI-132B	蓄圧タンク 3B 出口弁
SI-132C	蓄圧タンク 3C 出口弁
CC-427	RCP 冷却水出口第 1 隔離弁 3 号
HC-305A	CV 水素ハートジ 給気ライン第 1 隔離弁 3A
HC-305B	CV 水素ハートジ 給気ライン第 1 隔離弁 3B
HC-311A	CV 水素ハートジ 排気ライン第 1 隔離弁 3A
HC-311B	CV 水素ハートジ 排気ライン第 1 隔離弁 3B



原子炉格納容器 EL. 32. 3m

弁番号	名称
RC-054A	加圧器逃がし元弁 3A
RC-054B	加圧器逃がし元弁 3B
RM-001	CV 空気モニタリング 第 1 隔離弁 3 号

タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の環境条件について																														
概要	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の評価期間を算定するために用いた環境条件の根拠について、以下に示す。																														
説明	<p>伊方3号炉の原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置は、添付-1)で示した以下のエリアに設置されており、それぞれのエリアの環境条件で評価を実施し、評価結果に応じた保全を実施している。</p> <p>弁電動装置の技術評価書において、代表機器（余熱除去系第1入口弁電動装置：2台）の通常運転時の使用条件として、弁設置エリア（B-2、B-3）の最大の環境条件である 38℃-0.256Gy/h を記載している。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>設置場所</th> <th>エリア</th> <th>温度[℃]</th> <th>線量率[Gy/h]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ループ室</td> <td>B-2</td> <td>37</td> <td>0.227</td> </tr> <tr> <td>B-3</td> <td>38</td> <td>0.256</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">通路部</td> <td>A-1</td> <td>31</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>B-5</td> <td>34</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>C-5</td> <td>38</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>D-2</td> <td>40</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>加圧器室上部</td> <td>D-5</td> <td>39</td> <td>0.001</td> </tr> </tbody> </table>			設置場所	エリア	温度[℃]	線量率[Gy/h]	ループ室	B-2	37	0.227	B-3	38	0.256	通路部	A-1	31	0.001	B-5	34	0.001	C-5	38	0.001	D-2	40	0.001	加圧器室上部	D-5	39	0.001
設置場所	エリア	温度[℃]	線量率[Gy/h]																												
ループ室	B-2	37	0.227																												
	B-3	38	0.256																												
通路部	A-1	31	0.001																												
	B-5	34	0.001																												
	C-5	38	0.001																												
	D-2	40	0.001																												
加圧器室上部	D-5	39	0.001																												

タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における評価期間について																																
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。																																
説明	<p>原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件は、固定子コイル（ポリイミド/ポリアミドイミドおよびエポキシ樹脂）、口出線・接続部品（シリコーンゴム）の絶縁材の活性化エネルギーを用いて、アレニウス則により算出している。</p> <p>長期健全性試験の条件を、実環境温度（45℃）に余裕をみた50℃に換算した結果を運転時間（60年）と比較した結果を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="418 763 1350 1187"> <thead> <tr> <th>絶縁材</th> <th>試験条件 (T2-L2)</th> <th>T1[℃]</th> <th>L1[年]</th> <th>合計[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ポリイミド/ ポリアミドイミド</td> <td>130℃-475時間*1</td> <td>50</td> <td>4,908</td> <td rowspan="2">100年以上</td> </tr> <tr> <td>115℃-139時間*2</td> <td>50</td> <td>241</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">エポキシ樹脂</td> <td>130℃-475時間*1</td> <td>50</td> <td>2,992</td> <td rowspan="2">100年以上</td> </tr> <tr> <td>115℃-139時間*2</td> <td>50</td> <td>159</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">シリコーンゴム</td> <td>130℃-475時間*1</td> <td>50</td> <td>1,454,010</td> <td rowspan="2">100年以上</td> </tr> <tr> <td>115℃-139時間*2</td> <td>50</td> <td>29471</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：駆動装置一式で加熱する前に予め当該部位に加えた熱劣化条件 *2：駆動装置一式に加えた熱劣化条件 活性化エネルギー [] (ポリイミド/ポリアミドイミド)、 [] (エポキシ樹脂)、 [] (シリコーンゴム) [kcal/mol] (いずれもメーカーデータ)での換算値。(L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度) なお、ポリアミドイミドの活性化エネルギーは [] [kcal/mol] (メーカーデータ)であり、より保守的なポリイミドの活性化エネルギーで評価する。</p> <p>固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁材について、試験条件を実環境温度（50℃）で換算した実環境年数は、運転期間60年を包絡する。</p>				絶縁材	試験条件 (T2-L2)	T1[℃]	L1[年]	合計[年]	ポリイミド/ ポリアミドイミド	130℃-475時間*1	50	4,908	100年以上	115℃-139時間*2	50	241	エポキシ樹脂	130℃-475時間*1	50	2,992	100年以上	115℃-139時間*2	50	159	シリコーンゴム	130℃-475時間*1	50	1,454,010	100年以上	115℃-139時間*2	50	29471
絶縁材	試験条件 (T2-L2)	T1[℃]	L1[年]	合計[年]																													
ポリイミド/ ポリアミドイミド	130℃-475時間*1	50	4,908	100年以上																													
	115℃-139時間*2	50	241																														
エポキシ樹脂	130℃-475時間*1	50	2,992	100年以上																													
	115℃-139時間*2	50	159																														
シリコーンゴム	130℃-475時間*1	50	1,454,010	100年以上																													
	115℃-139時間*2	50	29471																														

タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における圧力劣化試験条件の妥当性について
概要	実機使用条件との比較により、圧力劣化試験条件の妥当性について以下に説明する。
説明	<p>・圧力劣化試験条件：①0.45MPa×②3分×③23回</p> <p>①0.45MPa：国内PWRプラントの包絡条件 伊方3号炉の設計基準事故時の原子炉格納容器圧力の最高値は、約0.22MPa(設計基準事故の安全解析結果)であり、上記の圧力条件に包絡されている。</p> <p>②3分：IEEE Std. 382-1996 より設定</p> <p>③23回：下記参照 IEEE Std. 382-1996 PartIII3.3に記載の15回(40年相当)を60年に換算した回数として23回と設定している。 伊方3号炉の事故時雰囲気機能要求のある電動弁駆動装置が外部加圧に暴露される格納容器全体漏洩試験は、使用前検査にて1回、以降3定検に1回の頻度で実施していることから、第16回定期検査時までに合計8回の実績がある。 また、今後、運転開始後60年となる2054年まで同じ頻度で漏洩試験を実施した場合、2024年～2054年(31年間=28サイクル^{※1})の間に10回実施されることとなり、上記実績と合わせて計18回で、試験条件(23回)に包絡される。</p> <p>※1：プラント稼働率を90%と仮定</p>

タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における機械的劣化試験条件の妥当性について															
概要	実機使用条件との比較により、機械的劣化試験条件の妥当性について以下に説明する。															
説明	<p>・機械劣化試験条件：3,000 回開閉操作</p> <p>原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の代表機器である余熱除去系第1入口弁の動作回数は、プラント起動・停止に伴う開閉、1次系の漏えい試験に伴う開閉、停止中の余熱除去系保守隔離に伴う開閉ならびに弁の点検および動作確認に伴う開閉等の設計想定を60年で1,000回としている。</p> <p>具体的には下記の通り。</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">・プラント起動・停止に伴う開閉</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 15%; text-align: right;">回</td> </tr> <tr> <td>・1次系の漏えい試験に伴う開閉</td> <td></td> <td style="text-align: right;">回</td> </tr> <tr> <td>・停止中の余熱除去系保守隔離に伴う開閉</td> <td></td> <td style="text-align: right;">回</td> </tr> <tr> <td>・弁の点検および動作確認に伴う開閉</td> <td></td> <td style="text-align: right;">回</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">合計</td> <td style="border-top: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">回 (約1,000 回)</td> </tr> </table>	・プラント起動・停止に伴う開閉		回	・1次系の漏えい試験に伴う開閉		回	・停止中の余熱除去系保守隔離に伴う開閉		回	・弁の点検および動作確認に伴う開閉		回	合計		回 (約1,000 回)
・プラント起動・停止に伴う開閉		回														
・1次系の漏えい試験に伴う開閉		回														
・停止中の余熱除去系保守隔離に伴う開閉		回														
・弁の点検および動作確認に伴う開閉		回														
合計		回 (約1,000 回)														

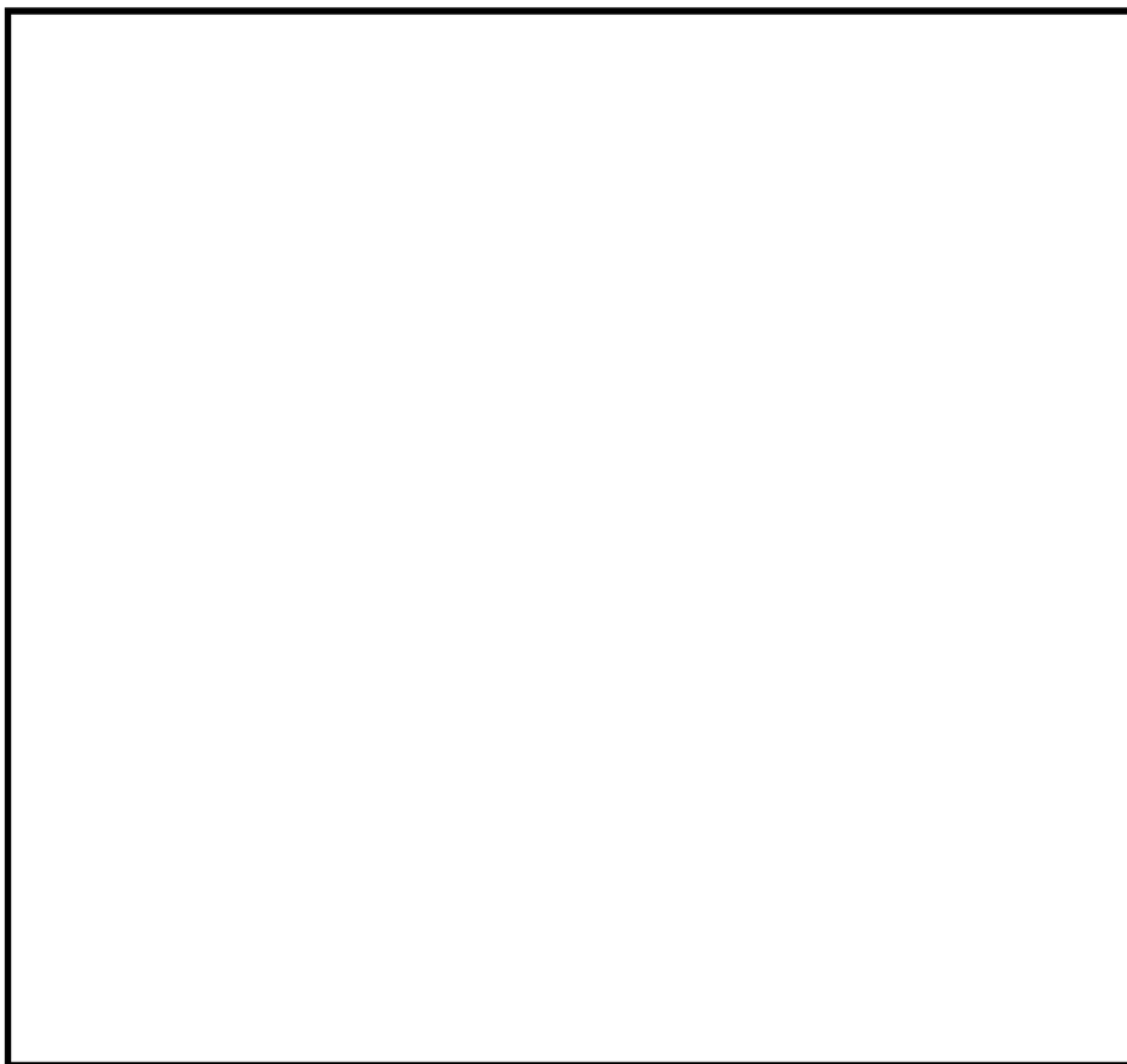
タイトル	原子炉格納容器内で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について			
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される設計基準事故時条件を包絡していることを以下に示す。			
説明	<p>別紙1. 添付-6)-3に弁電動装置の事故時雰囲気暴露の試験条件を添付する。</p> <p>以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>なお、設計基準事故（1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失）の安全解析結果は添付-4)-2を参照のこと。</p> <p>(1) 固定子コイル（ポリイミド）</p>			
	事故時 雰囲気 暴露 試験	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
			230,613 時間	1,528,103 時間
			181,858 時間	
			1,115,632 時間	
		設計 基準 事故*2		26,581 時間
			1,852 時間	
	161 時間			
	1,928 時間			
*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値				
*2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件				

説明	(2) 固定子コイル (エポキシ樹脂)		
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		121,214 時間	1,020,902 時間
		112,674 時間	
		787,014 時間	
設計 基準 事故*2		17,923 時間	21,661 時間
		1,525 時間	
		155 時間	
	2,058 時間		
*1: 活性化エネルギー [kcal/mol] (メーカーデータ) での換算値			
*2: 1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件			
(3) 口出線・接続部品 (シリコンゴム)			
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		375,999,983 時間	482,425,787 時間
		44,736,170 時間	
		61,689,634 時間	
設計 基準 事故*2		2,471,367 時間	2,489,794 時間
		17,276 時間	
		240 時間	
	911 時間		
*1: 活性化エネルギー [kcal/mol] (メーカーデータ) での換算値			
*2: 1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件			

説 明

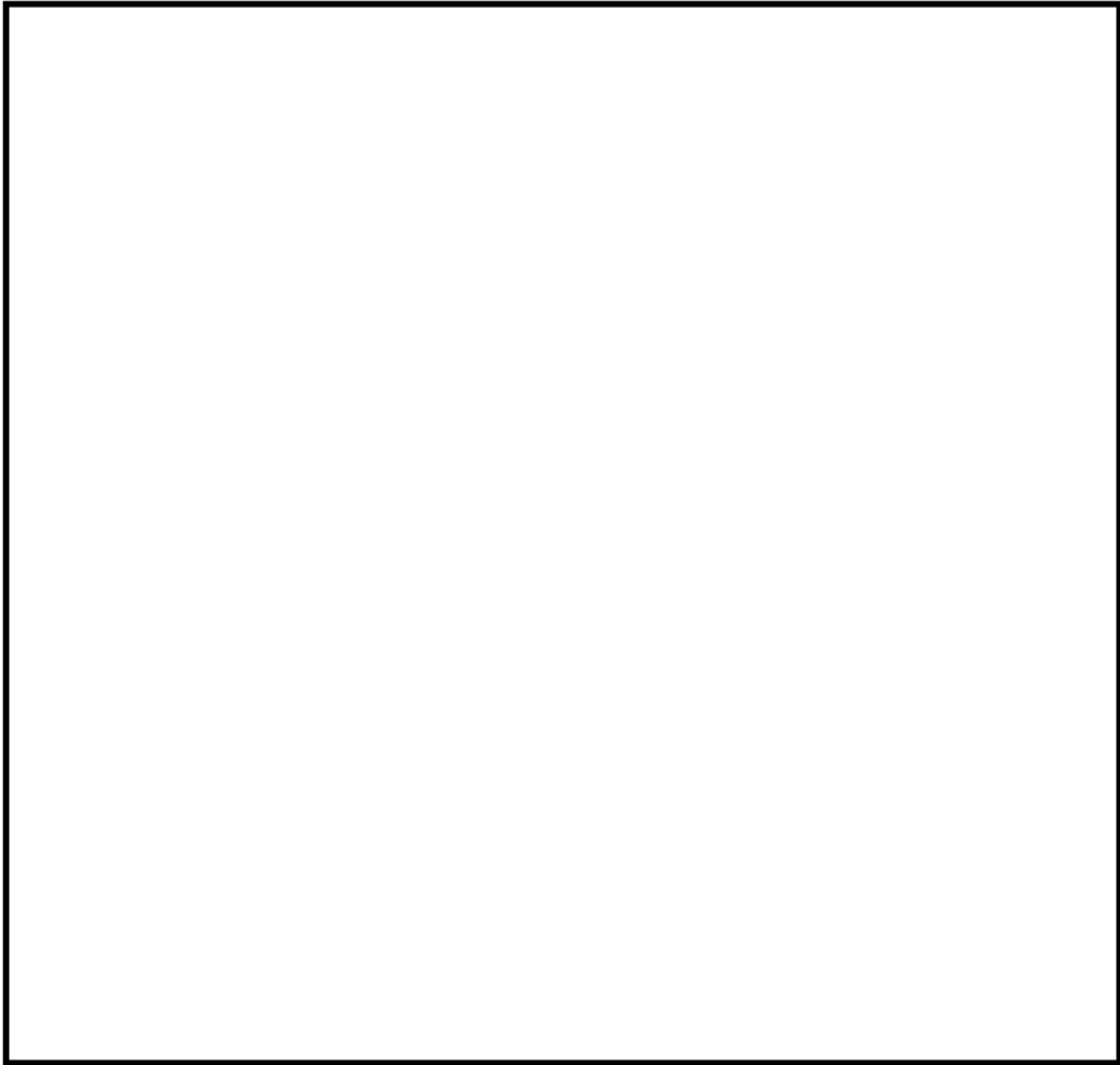
弁電動装置 事故時雰囲気暴露試験条件

タイトル	原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について																												
概要	原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置および長期健全性試験で用いた供試体の型式について、以下に示す。																												
説明	<p>原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の弁名称、台数および型式を以下に示す。絶縁物の絶縁種別は全て「H種絶縁」である。</p> <table border="1" data-bbox="445 577 1334 931"> <thead> <tr> <th>弁名称</th> <th>台数</th> <th>型式</th> <th>電源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁</td> <td>2</td> <td>SMB-1</td> <td>直流</td> </tr> <tr> <td>補助給水隔離弁</td> <td>3</td> <td>SMB-0</td> <td>交流</td> </tr> <tr> <td>主蒸気逃がし弁元弁</td> <td>3</td> <td>SMB-0</td> <td>交流</td> </tr> <tr> <td>主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止め弁</td> <td>3</td> <td>SMB-00</td> <td>交流</td> </tr> <tr> <td>T/D補助給水ポンプ駆動蒸気タービン ランド蒸気供給弁</td> <td>1</td> <td>SMB-00</td> <td>交流</td> </tr> <tr> <td>主給水隔離弁</td> <td>3</td> <td>SB-4D</td> <td>交流</td> </tr> </tbody> </table> <p>長期健全性試験で用いた供試体の弁電動装置の型式・絶縁仕様・電源はSMB-000、H種絶縁、直流であり、実機と絶縁種や材料が同一で、構造的には交流モータより複雑な直流モータであることから、耐環境性の観点で差異はなく、上記の交流モータを使用している弁電動装置についても、代表性があると考えられる。</p> <p>なお、原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の設置箇所を別紙 1. 添付-7)-2~4 の配置図に示す。</p>	弁名称	台数	型式	電源	T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁	2	SMB-1	直流	補助給水隔離弁	3	SMB-0	交流	主蒸気逃がし弁元弁	3	SMB-0	交流	主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止め弁	3	SMB-00	交流	T/D補助給水ポンプ駆動蒸気タービン ランド蒸気供給弁	1	SMB-00	交流	主給水隔離弁	3	SB-4D	交流
弁名称	台数	型式	電源																										
T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁	2	SMB-1	直流																										
補助給水隔離弁	3	SMB-0	交流																										
主蒸気逃がし弁元弁	3	SMB-0	交流																										
主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止め弁	3	SMB-00	交流																										
T/D補助給水ポンプ駆動蒸気タービン ランド蒸気供給弁	1	SMB-00	交流																										
主給水隔離弁	3	SB-4D	交流																										



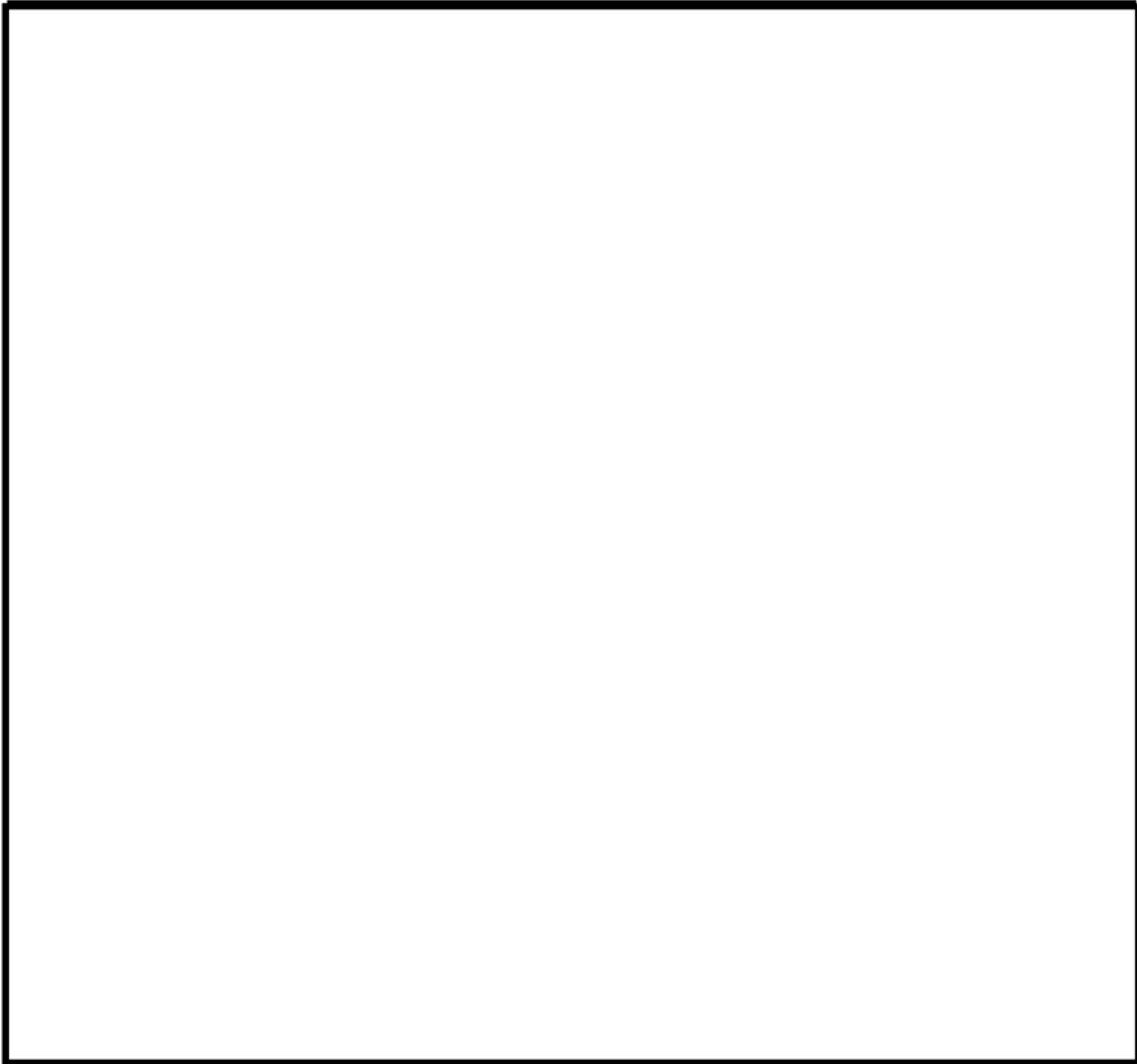
原子炉建屋 EL. 17.0M

弁番号	名称
MS-601B	主蒸気隔離弁上流側トレンライン止弁 3B
MS-579	T/D補助給水ポンプ駆動蒸気タービンクランク蒸気供給弁



原子炉建屋 EL. 24. 0M

弁番号	名称
MS-518B	主蒸気逃がし元弁 3B
MS-518C	主蒸気逃がし元弁 3C
MS-575A	T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁 3A
MS-575B	T/D補助給水ポンプ主蒸気元弁 3B
MS-601C	主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止弁 3C
FW-527B	主給水隔離弁 3B
FW-527C	主給水隔離弁 3C
FW-576B	補助給水隔離弁 3B
FW-576C	補助給水隔離弁 3C



原子炉建屋 EL. 28. 5M

弁番号	名称
MS-518A	主蒸気逃がし元弁 3A
MS-601A	主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止弁 3A
FW-527A	主給水隔離弁 3A
FW-576A	補助給水隔離弁 3A

タイトル	原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における評価期間について																		
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。																		
説明	<p>原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の 60 年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件は、主極、補極、電機子コイルおよび電磁ブレーキ（ポリアミドイミド）、口出線・接続部品（シリコーンゴム）の絶縁材の活性化エネルギーを用いて、アレニウス則により算出している。</p> <p>長期健全性試験の条件を、主蒸気管室内の実環境温度（33℃）に余裕をみた 40℃に換算した結果を運転時間（60 年）と比較した結果を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="421 763 1350 1039"> <thead> <tr> <th data-bbox="421 763 667 824">絶縁材</th> <th data-bbox="667 763 932 824">試験条件 (T2-L2)</th> <th data-bbox="932 763 1054 824">T1[℃]</th> <th data-bbox="1054 763 1177 824">L1[年]</th> <th data-bbox="1177 763 1350 824">合計[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="421 824 667 931">ポリアミドイミド</td> <td data-bbox="667 824 932 931">110℃－100 時間*1</td> <td data-bbox="932 824 1054 931">40</td> <td data-bbox="1054 824 1177 931">4, 441</td> <td data-bbox="1177 824 1350 931">100 年以上</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 931 667 1039">シリコーンゴム</td> <td data-bbox="667 931 932 1039">110℃－100 時間*1</td> <td data-bbox="932 931 1054 1039">40</td> <td data-bbox="1054 931 1177 1039">130, 391</td> <td data-bbox="1177 931 1350 1039">100 年以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：駆動装置一式で加熱する前に予め当該部位に加えた熱劣化条件</p> <p>活性化エネルギー：<input type="text"/> (ポリアミドイミド)、<input type="text"/> (シリコーンゴム) [kcal/mol] (いずれもメーカーデータ) での換算値。(L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度)</p> <p>主極、補極、電機子コイル、電磁ブレーキおよび口出線・接続部品の絶縁材について、試験条件を環境温度（40℃）で換算した実環境年数は、運転期間 60 年を包絡する。</p>				絶縁材	試験条件 (T2-L2)	T1[℃]	L1[年]	合計[年]	ポリアミドイミド	110℃－100 時間*1	40	4, 441	100 年以上	シリコーンゴム	110℃－100 時間*1	40	130, 391	100 年以上
絶縁材	試験条件 (T2-L2)	T1[℃]	L1[年]	合計[年]															
ポリアミドイミド	110℃－100 時間*1	40	4, 441	100 年以上															
シリコーンゴム	110℃－100 時間*1	40	130, 391	100 年以上															

タイトル	原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験における機械的劣化試験条件の妥当性について						
概要	実機使用条件との比較により、機械的劣化試験条件の妥当性について以下に説明する。						
説明	<p>・機械劣化試験条件：3,000 回開閉操作</p> <p>原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の代表機器である T/D 補助給水ポンプ主蒸気元弁の動作回数は、停止中の主蒸気系保守隔離に伴う開閉ならびに弁の点検および動作確認に伴う開閉等の設計想定を 60 年で 1,000 回としている。</p> <p>具体的には下記の通り。</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> ・停止中の主蒸気系保守隔離に伴う開閉 ・弁の点検および動作確認に伴う開閉 </td> <td style="width: 5%; border: none; text-align: center;"> <div style="border: 2px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> </td> <td style="width: 35%; border: none; vertical-align: middle;"> 回 回 回 (約 1,000 回) </td> </tr> <tr> <td style="border: none; text-align: center;"> 合計 </td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> ・停止中の主蒸気系保守隔離に伴う開閉 ・弁の点検および動作確認に伴う開閉 	<div style="border: 2px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>	回 回 回 (約 1,000 回)	合計		
<ul style="list-style-type: none"> ・停止中の主蒸気系保守隔離に伴う開閉 ・弁の点検および動作確認に伴う開閉 	<div style="border: 2px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>	回 回 回 (約 1,000 回)					
合計							

タイトル	原子炉格納容器外で耐環境性能を要求される弁電動装置の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について			
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される設計基準事故時条件を包絡していることを以下に示す。			
説明	<p>別紙 1 . 添付-10)-2 に弁電動装置の事故時雰囲気暴露の試験条件を添付する。</p> <p>以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>なお、設計基準事故（主蒸気管破断）条件は添付-4)-3 を参照のこと。</p>			
	(1) 主極、補極、電機子コイルおよび電磁ブレーキ（ポリアミドイミド）			
		条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
	事故時 雰囲気 暴露 試験		36,011,542 時間	36,011,729 時間
			187 時間	
	設計 基準 事故*2		4,147,387 時間	4,147,398 時間
			1 時間	
			10 時間	
	*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値			
	*2：主蒸気管破断事故包絡条件			
(2) 口出線・接続部品（シリコンゴム）				
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	
事故時 雰囲気 暴露 試験		2,411,925,355 時間	2,411,925,691 時間	
		336 時間		
設計 基準 事故*2		206,824,367 時間	206,824,370 時間	
		1 時間		
		2 時間		
*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値				
*2：主蒸気管破断事故包絡条件				

説 明	
	弁電動装置 事故時雰囲気暴露試験条件 (主蒸気管破断)

別紙 2. 同軸ケーブルの評価について

1. 健全性評価

1.1 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルー1は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。難燃三重同軸ケーブルー1の電気学会推奨案に基づく試験手順および判定方法を図1.1に示す。

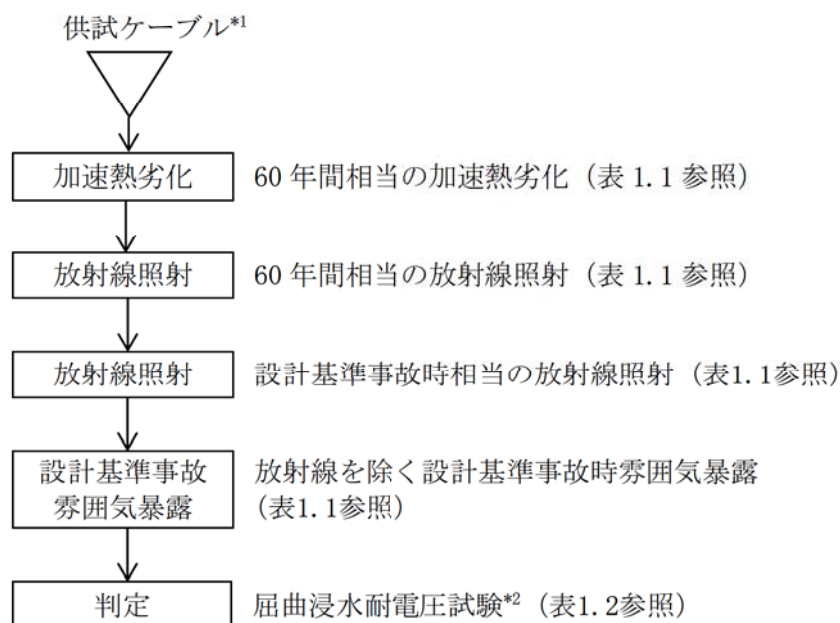


図1.1 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験手順および判定方法

*1：伊方3号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルー1と製造メーカーおよび絶縁材料が同等の難燃三重同軸ケーブルを供試ケーブルとしている。

*2：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、絶縁破壊を生じるか否かを調べる。

b. 試験条件

表1.1に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および設計基準事故を想定した劣化条件を包絡している。

表1.1 難燃三重同軸ケーブル-1の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙2. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙2. 添付-2) 参照】または設計基準事故時の環境条件【別紙2. 添付-3) 参照】
通常運 転相当	温度	121℃-7日	81℃-7日 (=44℃-60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	136kGy*1
設計基 準事故 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h以下)	675kGy
	温度	最高温度： 190℃	約120℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力： 0.41MPa[gage]	約0.22MPa[gage] (最高圧力)

*1 : $0.257 [\text{Gy/h}] \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 136\text{kGy}$

c. 評価結果

難燃三重同軸ケーブル-1の長期健全性試験結果を表1.2に示す。電気学会推奨案に基づく評価の結果、伊方3号炉の難燃三重同軸ケーブル-1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。

表1.2 難燃三重同軸ケーブル-1の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 : 11.7mm マンドレル径 : 500mm 絶縁厚さ : 2.9mm 課電電圧 : 9.7kV/5分間	良

[出典：メーカーデータ]

1.2 電気学会推奨案による健全性評価（重大事故等時）

a. 評価手順

重大事故等時雰囲気中で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルー1は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。難燃三重同軸ケーブルー1の電気学会推奨案に基づく試験手順および判定方法を図1.2に示す。

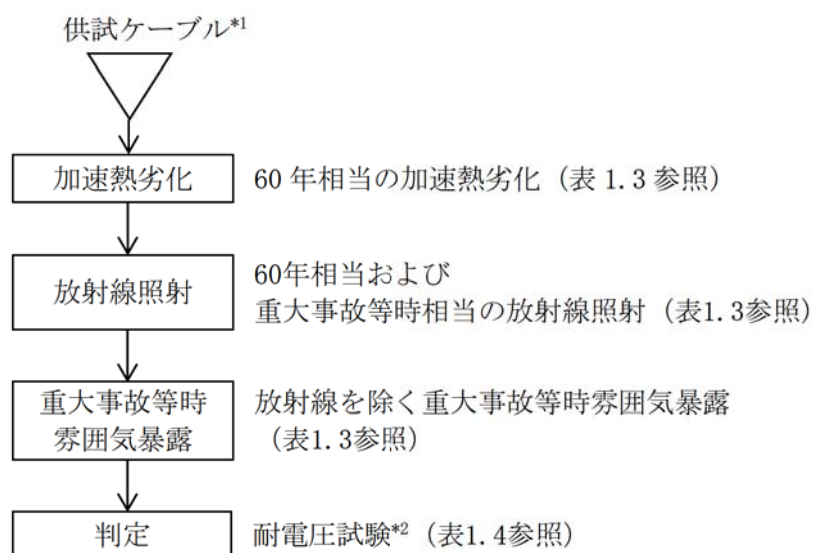


図1.2 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験手順および判定方法

*1：伊方3号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルー1と製造メーカーおよび絶縁材料が同等の難燃三重同軸ケーブルを供試ケーブルとしている。

*2：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

b. 試験条件

難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験条件を表1.3に示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および重大事故等時を想定した劣化条件を包絡している。

c. 評価結果

難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験結果を表1.4に示す。電気学会推奨案に基づく評価の結果、伊方3号炉の難燃三重同軸ケーブルー1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。

表1.3 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験条件（重大事故等時）

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙2．添付-1）参照】に基づく劣化条件【別紙2．添付-2）参照】または重大事故等時の環境条件【別紙2．添付-3）参照】
通常運 転相当	温度	113℃－255h	79℃－255 h (=44℃－60年)
	放射線 (集積線量)	750kGy (10kGy/h以下)	136kGy*1
重大事 故等時 相当	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	500kGy
	温度	最高温度： 150℃	約 138℃（最高温度）
	圧力	最高圧力： 0.5MPa[gage]	約 0.35MPa[gage]（最高圧力）

*1 : $0.257[\text{Gy/h}] \times (24 \times 365.25)[\text{h/y}] \times 60[\text{y}] = 136\text{kGy}$

表1.4 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験結果

項目	試験条件	測定値
耐電圧試験	C-I 間 DC3,000V 1分 I-O 間 DC 500V 1分	良

[出典：電力共同委託「高レンジエリアモニタ及び三重同軸ケーブル・コネクタに関わる耐環境性能評価委託2014年度」]

1.3 ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時）

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルー1は、ACAガイドに従った長期健全性についても評価する。評価にあたっては、ACAの試験結果を用いている。

難燃三重同軸ケーブルー1のACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図1.3に示す。

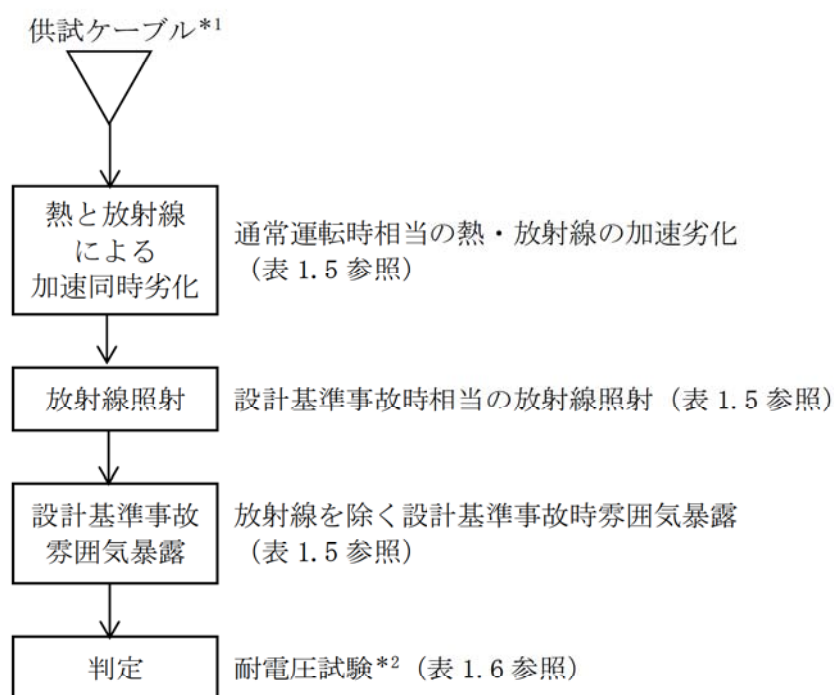


図1.3 難燃三重同軸ケーブルー1のACAガイドに基づく試験手順および判定方法

*1：伊方3号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルー1と製造メーカーおよび絶縁材料が同等の難燃三重同軸ケーブルを供試ケーブルとしている。

*2：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

b. 試験条件

表1.5に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および設計基準事故を想定した劣化条件を包絡している。

表 1.5 難燃三重同軸ケーブルー1のACA試験条件

		試験条件
通常運転相当 【別紙 2. 添付-4 参照】	温度 放射線	100°C-98.9Gy/h-5,686h
設計基準事故相当 【別紙 2. 添付-5 参照】	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h 以下)
	温度	最高温度：190°C
	圧力	最高圧力：0.41MPa[gage]

c. 評価結果

長期健全性試験結果を表1.6に示す。また、ACAガイドに基づく評価の結果を表1.7に示す。評価結果から、伊方3号炉の難燃三重同軸ケーブルー1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。

表 1.6 難燃三重同軸ケーブルー1のACA試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	課電電圧： C-1S間 10kV/1分間 1S-2S間 2kV/1分間	良

[出典：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)]

表 1.7 難燃三重同軸ケーブル 1 の実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実布設環境条件【別紙 2. 添付-1) 参照】		評価期間[年] *1,2
	温度[°C]	放射線量率[Gy/h]	
ループ室	44	0.026	155
	38	0.257	124
蒸気発生器上部	39	0.001	248

*1：時間稼働率 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。

1.4 ACAガイドによる健全性評価（重大事故等時）

a. 評価手順

使用済燃料ピット内の重大事故等時雰囲気中で機能要求がある難燃同軸ケーブルについては、絶縁体種類が同一で構造が異なる難燃性信号対ケーブルのACAガイドに基づく長期健全性試験結果を用いて重大事故等時雰囲気での健全性を評価する。また、難燃同軸ケーブルと絶縁体種類が同一で構造が異なる難燃性信号対ケーブルのACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図1.4に示す。

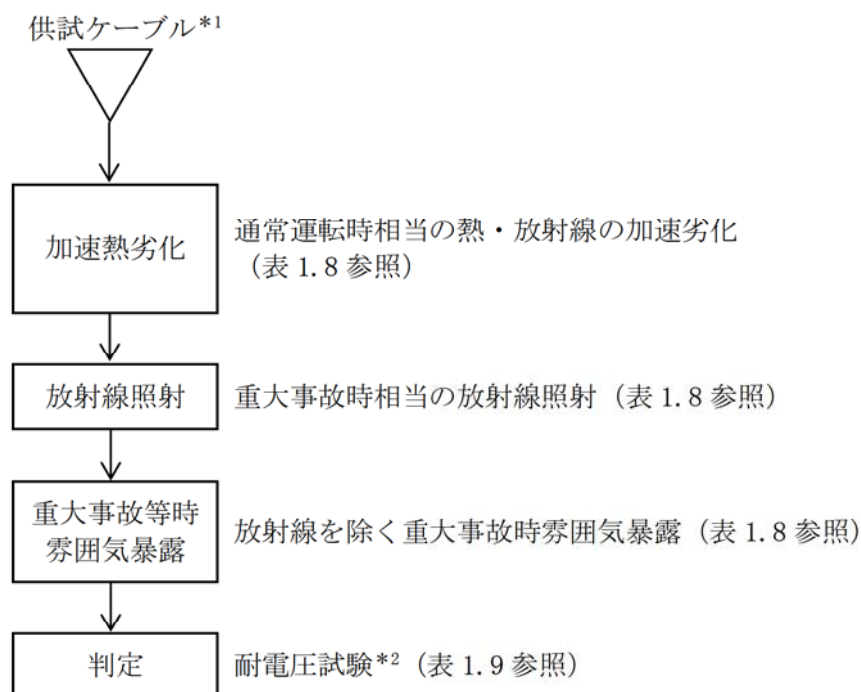


図1.4 難燃同軸ケーブルと絶縁体種類が同一で構造が異なる難燃性信号対ケーブルのACAガイドに基づく試験手順および判定方法

*1：伊方3号炉で使用している難燃同軸ケーブル絶縁体種類が同一で構造が異なる難燃性信号対ケーブルを供試ケーブルとしている。

*2：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

b. 試験条件

表1.8に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および重大事故等時を想定した劣化条件を包絡している。

表 1.8 難燃性信号対ケーブルの ACA 試験条件

		試験条件
通常運転相当 【別紙 2. 添付-6 参照】	温度	110℃-3,600h
重大事故等時相当 【別紙 2. 添付-7 参照】	放射線 (集積線量)	300kGy (10kGy/h 以下)
	温度	最高温度：100℃

c. 評価結果

長期健全性試験結果を表1.9に示す。また、ACAガイドに基づく評価の結果を表1.10に示す。評価結果から、伊方3号炉の難燃同軸ケーブルは、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。

表 1.9 難燃性信号対ケーブルの ACA 試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	課電電圧：350V/1分間	良

[出典：電力共同研究「PWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II（ケーブル）令和元年度」]

表 1.10 難燃性信号対ケーブルの実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実布設環境条件	評価期間[年] *1	備考
	温度[℃]		
使用済燃料ピットエリア	22	175	

*1：時間稼働率 100%での評価期間。

2. 現状保全

絶縁体および内部シースの絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を行い、管理値以上であることの確認を行っている。【別紙5参照】

3. 総合評価

健全性評価結果から判断して、絶縁体および内部シース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、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法としては適切である。

4. 高経年化への対応

絶縁体および内部シースの絶縁低下については、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。

5. 添付資料

- 1) 原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブルー1の環境条件について
- 2) 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験（電気学会推奨案）における評価期間について
- 3) 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験（電気学会推奨案）の事故時条件の包絡性について
- 4) 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験（ACA）における評価期間について
- 5) 難燃三重同軸ケーブルー1の長期健全性試験（ACA）の事故時条件の包絡性について
- 6) 難燃同軸ケーブルの長期健全性試験（ACA）における評価期間について
- 7) 難燃同軸ケーブルの長期健全性試験（ACA）の事故時条件の包絡性について


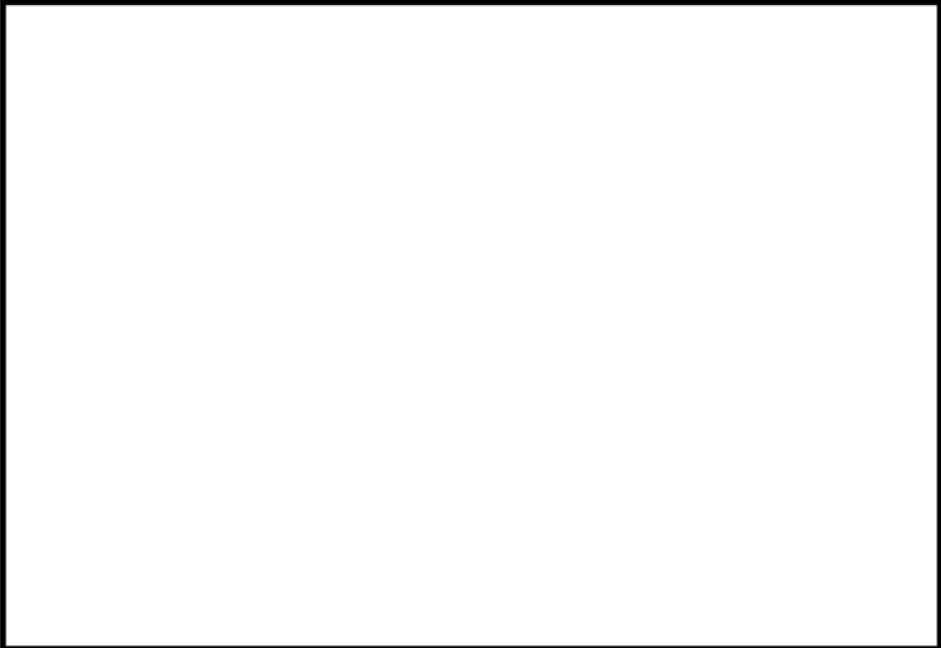
タイトル	原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル-1の環境条件について																																							
概要	難燃三重同軸ケーブル-1の評価期間を算定するために用いた環境条件の根拠について、以下に示す。																																							
説明	<p>ケーブルについては、1本のケーブルが複数のエリアに布設されているが、それぞれのエリアの環境条件のうち、最も厳しい環境条件で当該ケーブルの評価を実施し、評価結果に応じた保全を実施している。</p> <p>同軸ケーブルの技術評価書において、難燃三重同軸ケーブル-1については、安全機能を有する難燃三重同軸ケーブル-1布設箇所の環境条件(下表のエリア)を代表するように、以下の条件を選定して評価書に記載している。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>エリア</th> <th>測定場所</th> <th>温度 [°C]</th> <th>線量率 [Gy/h]</th> <th>ACA 評価選定理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C-1</td> <td rowspan="5">ループ室</td> <td>44</td> <td>0.026</td> <td>最高温度</td> </tr> <tr> <td>C-3</td> <td>35</td> <td>0.046</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B-1</td> <td>38</td> <td>0.257</td> <td>最高線量率</td> </tr> <tr> <td>B-2</td> <td>37</td> <td>0.227</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B-3</td> <td>38</td> <td>0.256</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B-5</td> <td>通路部</td> <td>34</td> <td>0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D-6</td> <td>蒸気発生器 上部</td> <td>39</td> <td>0.001</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				エリア	測定場所	温度 [°C]	線量率 [Gy/h]	ACA 評価選定理由	C-1	ループ室	44	0.026	最高温度	C-3	35	0.046		B-1	38	0.257	最高線量率	B-2	37	0.227		B-3	38	0.256		B-5	通路部	34	0.001		D-6	蒸気発生器 上部	39	0.001	
エリア	測定場所	温度 [°C]	線量率 [Gy/h]	ACA 評価選定理由																																				
C-1	ループ室	44	0.026	最高温度																																				
C-3		35	0.046																																					
B-1		38	0.257	最高線量率																																				
B-2		37	0.227																																					
B-3		38	0.256																																					
B-5	通路部	34	0.001																																					
D-6	蒸気発生器 上部	39	0.001																																					

タイトル	難燃三重同軸ケーブル 1 の長期健全性試験 (電気学会推奨案) における評価期間について								
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。								
説明	<p>難燃三重同軸ケーブル 1 の 60 年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件は、ケーブル絶縁材の活性化エネルギーを用いて、アレニウス則により算出している。</p> <p>長期健全性試験による評価においては、別紙 2. 添付-1) で整理した各環境条件を包絡する温度として、44℃で評価する。</p> <p>実機使用条件 (44℃-60 年) を、長期健全性試験条件 (121℃-7 日) との比較を容易にするため、加速時間 (L2) を試験条件と同じ 7 日として換算した結果を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="509 837 1272 931"> <thead> <tr> <th>T2[℃]</th> <th>L2[日]</th> <th>T1[℃]</th> <th>L1[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>81</td> <td>7</td> <td>44</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： <input type="text" value=""/> [kcal/mol] (メーカーデータ) での換算値 (L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度)</p> <p>実機使用条件を換算した加速温度 (T2=81℃) は、長期健全性試験条件の温度 (121℃) に包絡される。</p>	T2[℃]	L2[日]	T1[℃]	L1[年]	81	7	44	60
T2[℃]	L2[日]	T1[℃]	L1[年]						
81	7	44	60						

タイトル	難燃三重同軸ケーブル 1 の長期健全性試験 (電気学会推奨案) の事故時条件の包絡性について																										
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される設計基準事故時および重大事故等時条件を包絡していることを以下に示す。																										
説明	<p>別紙 2. 添付-3)-3 に事故時雰囲気暴露の試験条件を添付する。 設計基準事故 (1 次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失) の安全解析結果は添付-4)-2、重大事故等時の安全解析結果は添付-4)-3 を参照のこと。</p> <p>以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時および重大事故等時条件を包絡している。</p> <table border="1" data-bbox="419 763 1351 1182"> <thead> <tr> <th data-bbox="419 763 568 813"></th> <th data-bbox="568 763 871 813">条件 (温度-時間)</th> <th data-bbox="871 763 1118 813">65°C換算*1</th> <th data-bbox="1118 763 1351 813">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="419 813 568 1003" rowspan="4">事故時 雰囲気 暴露 試験</td> <td data-bbox="568 813 871 862"></td> <td data-bbox="871 813 1118 862">197, 181, 846 時間</td> <td data-bbox="1118 813 1351 1003" rowspan="4">229, 570, 697 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 862 871 911"></td> <td data-bbox="871 862 1118 911">8, 777, 700 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 911 871 960"></td> <td data-bbox="871 911 1118 960">8, 915, 088 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 960 871 1003"></td> <td data-bbox="871 960 1118 1003">14, 696, 063 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 1003 568 1182" rowspan="4">設計基準 事故*2</td> <td data-bbox="568 1003 871 1052"></td> <td data-bbox="871 1003 1118 1052">523, 581 時間</td> <td data-bbox="1118 1003 1351 1182" rowspan="4">533, 009 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 1052 871 1102"></td> <td data-bbox="871 1052 1118 1102">8, 041 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 1102 871 1151"></td> <td data-bbox="871 1102 1118 1151">209 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="568 1151 871 1182"></td> <td data-bbox="871 1151 1118 1182">1, 178 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1: 活性化エネルギー <input type="text"/> [kcal/mol] (メーカーデータ) での換算値 *2: 1 次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件</p>				条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計	事故時 雰囲気 暴露 試験		197, 181, 846 時間	229, 570, 697 時間		8, 777, 700 時間		8, 915, 088 時間		14, 696, 063 時間	設計基準 事故*2		523, 581 時間	533, 009 時間		8, 041 時間		209 時間		1, 178 時間
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計																								
事故時 雰囲気 暴露 試験		197, 181, 846 時間	229, 570, 697 時間																								
		8, 777, 700 時間																									
		8, 915, 088 時間																									
		14, 696, 063 時間																									
設計基準 事故*2		523, 581 時間	533, 009 時間																								
		8, 041 時間																									
		209 時間																									
		1, 178 時間																									

説 明	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
	事故時 雰囲気 暴露 試験		391, 245, 210 時間
重大事故 等*3		1 時間	36, 316, 299 時間
		59 時間	
		941 時間	
		48, 450 時間	
		358, 854 時間	
		546, 178 時間	
		538, 281 時間	
		1, 092, 355 時間	
		1, 466, 934 時間	
		1, 698, 113 時間	
		5, 401, 901 時間	
		3, 820, 753 時間	
		2, 567, 133 時間	
		3, 482, 381 時間	
		2, 730, 887 時間	
		2, 118, 609 時間	
		1, 824, 895 時間	
	1, 919, 796 時間		
	1, 801, 309 時間		
	2, 064, 175 時間		
	1, 883, 510 時間		
	950, 784 時間		

*1 : 活性化エネルギー [kcal/mol] (メーカーデータ) での換算値
 *2 : 1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件
 *3 : 格納容器過温破損の包絡条件

<p>説 明</p>	
	<p>難燃三重同軸ケーブルー 1 事故時雰囲気暴露試験条件 (設計基準事故時)</p>  <p>難燃三重同軸ケーブルー 1 事故時雰囲気暴露試験条件 (重大事故時)</p>

タイトル	難燃三重同軸ケーブル 1 の長期健全性試験 (ACA) における評価期間について																			
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた、計算式、実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。																			
説明	<p>難燃三重同軸ケーブル 1 の劣化条件は、時間依存データの重ね合わせ手法を用いて算出している。</p> <p>長期健全性試験 (ACA) による評価においては、別紙 2. 添付-1) で整理した各環境条件を代表する実布設環境条件で評価する。</p> <p>長期健全性試験条件 (100℃-98.9Gy/h-5,686h) をそれぞれの実布設環境条件で換算した結果を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">難燃三重同軸ケーブル 1 の実布設環境での長期健全性評価結果</p> <table border="1" data-bbox="467 801 1313 1171"> <thead> <tr> <th rowspan="2">布設区分</th> <th colspan="2">実布設環境条件</th> <th rowspan="2">評価期間[年] *1,2</th> </tr> <tr> <th>温度[℃]</th> <th>放射線量率 [Gy/h]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ループ室</td> <td>44</td> <td>0.026</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>0.257</td> <td>124</td> </tr> <tr> <td>蒸気発生器上部</td> <td>39</td> <td>0.001</td> <td>248</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：時間稼働率 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：活性化エネルギー：<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/> [kcal/mol] (ACA) での換算値</p>			布設区分	実布設環境条件		評価期間[年] *1,2	温度[℃]	放射線量率 [Gy/h]	ループ室	44	0.026	155	38	0.257	124	蒸気発生器上部	39	0.001	248
布設区分	実布設環境条件		評価期間[年] *1,2																	
	温度[℃]	放射線量率 [Gy/h]																		
ループ室	44	0.026	155																	
	38	0.257	124																	
蒸気発生器上部	39	0.001	248																	

タイトル	難燃三重同軸ケーブル-1の長期健全性試験(ACA)の事故時条件の包絡性について																			
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される設計基準事故時条件を包絡していることを以下に示す。																			
説明	<p>別紙 2. 添付-5)-2 に事故時雰囲気暴露の試験条件を添付する。 設計基準事故の安全解析結果は添付-4)-2、重大事故等時の安全解析結果は添付-4)-3 を参照のこと。 以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件 (温度-時間)</th> <th>65°C換算*1</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時 雰囲気 暴露 試験</td> <td rowspan="3"></td> <td>34 時間</td> <td rowspan="3">9,697 時間</td> </tr> <tr> <td>259 時間</td> </tr> <tr> <td>9,404 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">設計基準 事故*2</td> <td rowspan="4"></td> <td>121 時間</td> <td rowspan="4">5,055 時間</td> </tr> <tr> <td>130 時間</td> </tr> <tr> <td>100 時間</td> </tr> <tr> <td>4,704 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1: 活性化エネルギー <input type="text"/> [kcal/mol] (ACA) での換算値 *2: 1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件</p>				条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計	事故時 雰囲気 暴露 試験		34 時間	9,697 時間	259 時間	9,404 時間	設計基準 事故*2		121 時間	5,055 時間	130 時間	100 時間	4,704 時間
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計																	
事故時 雰囲気 暴露 試験		34 時間	9,697 時間																	
		259 時間																		
		9,404 時間																		
設計基準 事故*2		121 時間	5,055 時間																	
		130 時間																		
		100 時間																		
		4,704 時間																		

説 明



難燃三重同軸ケーブルー 1 事故時雰囲気暴露試験条件
(設計基準事故時)

タイトル	難燃同軸ケーブルの長期健全性試験（ACA）の評価期間について								
概要	難燃同軸ケーブルの評価期間を算定するために用いた環境条件の根拠および試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。								
説明	<p>使用済燃料ピットでの重大事故等時雰囲気内で機能要求がある難燃同軸ケーブルについては、使用済燃料ピットエリアの環境条件（22℃）で評価を実施し、評価結果に応じた保全を実施している。</p> <p>長期健全性試験条件（110℃-3, 600h）を実布設環境条件で換算した結果を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="509 763 1272 857"> <thead> <tr> <th>T2[℃]</th> <th>L2[時間]</th> <th>T1[℃]</th> <th>L1[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110</td> <td>3, 600</td> <td>22</td> <td>175</td> </tr> </tbody> </table> <p>活性化エネルギー： [kcal/mol] (ACA) での換算値 (L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度)</p>	T2[℃]	L2[時間]	T1[℃]	L1[年]	110	3, 600	22	175
T2[℃]	L2[時間]	T1[℃]	L1[年]						
110	3, 600	22	175						

タイトル	難燃同軸ケーブルの長期健全性試験（ACA）の事故時条件の包絡性について					
概要	難燃同軸ケーブルの試験条件の事故時条件が、実機に想定される重大事故等時条件を包絡していることを以下に示す。					
説明	<p data-bbox="421 510 1356 577">以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。</p> <table border="1" data-bbox="523 613 1262 819"> <thead> <tr> <th data-bbox="523 613 876 669"></th> <th data-bbox="876 613 1262 669">条件（温度－時間）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="523 669 876 745">事故時雰囲気暴露試験</td> <td data-bbox="876 669 1262 819" rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 745 876 819">重大事故等時*1</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="533 826 1273 893">*1：使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故包絡条件</p>		条件（温度－時間）	事故時雰囲気暴露試験		重大事故等時*1
	条件（温度－時間）					
事故時雰囲気暴露試験						
重大事故等時*1						

別紙 3. ケーブル接続部の評価について

1. 健全性評価

1.1 設計基準事故時雰囲気で機能要求があるケーブル接続部の健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気で機能要求があるケーブル接続部（気密端子箱接続、直ジョイント、三重同軸コネクタ接続－1 および電動弁コネクタ接続－1）については、絶縁物の温度、放射線および設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した評価を、実機同等品による長期健全性試験において、IEEE Std. 323-1974およびIEEE Std. 383-1974の規格に準拠して実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

試験手順および判定方法を図 1.1 に示す。

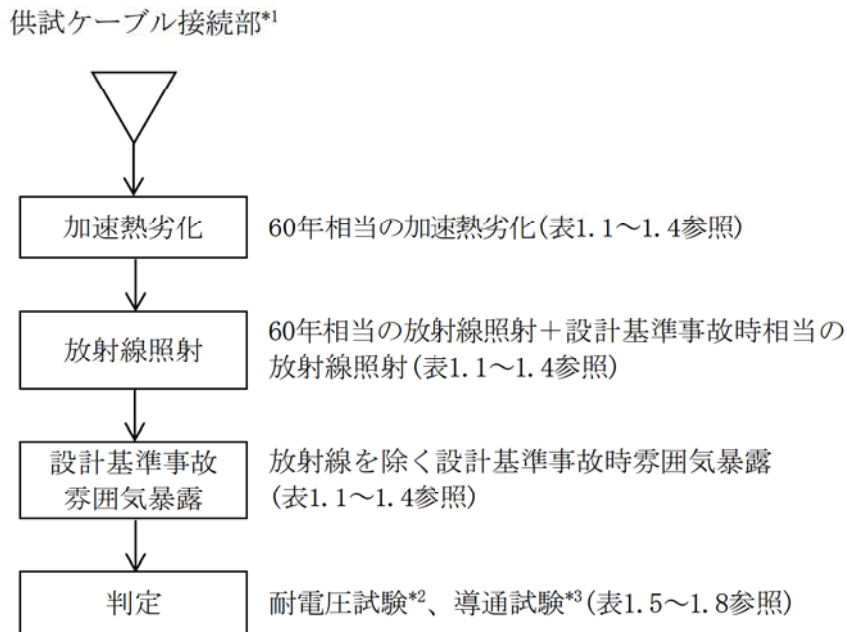


図1.1 ケーブル接続部の長期健全性試験手順および判定方法

*1：伊方3号炉で使用しているケーブル接続部と製造メーカーおよび絶縁材料が同等のケーブル接続部を供試接続部としている。

*2：耐電圧試験：規定電圧を規定時間印加し、絶縁破壊を生じるか否かを調べる。

*3：導通試験：試験後導通不良がないかを調べる。

b. 試験条件

表1.1～1.4に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および設計基準事故を想定した劣化条件を包絡している。

表1.1 気密端子箱接続の長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-2) 参照】または設計基準事故時の環境条件【別紙3. 添付-3) 参照】
通常 運転 相当	温度	121℃－7日	90℃－7日 (=40℃*2－60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h)	136kGy*3
設計 基準 事故 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h)	675kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度： 190℃	約120℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力： 0.41MPa[gage]	約0.22MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内気密端子箱接続の使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内気密端子箱接続周囲の平均温度の最大実測値。

*3： $0.257[\text{Gy/h}]^{\ast 4} \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 136\text{kGy}$

*4：通常運転時の原子炉格納容器内気密端子箱接続周囲の平均線量率の最大実測値。

表1.2 直ジョイントの長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-2) 参照】または設計基準事故時の環境条件【別紙3. 添付-3) 参照】
通常 運転 相当	温度	121℃－7日	96℃－7日 (=40℃*2－60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	136kGy*3
設計 基準 事故 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h以下)	675kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度： 190℃	約120℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力： 0.41MPa[gage]	約0.22MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内直ジョイントの使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内直ジョイント周囲の平均温度の最大実測値。

*3： $0.257[\text{Gy/h}]^{\ast 4} \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 136\text{kGy}$

*4：通常運転時の原子炉格納容器内直ジョイント周囲の平均線量率の最大実測値。

表1.3 三重同軸コネクタ接続－1の長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-2) 参照】または設計基準事故時の環境条件【別紙3. 添付-3) 参照】
通常 運転 相当	温度	121℃－7日	88℃-7日*3 (=39℃*2-60年) 58℃-7日*4 (=39℃*2-60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	1kGy*5
設計 基準 事故 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h以下)	675kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度： 190℃	約120℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力： 0.41MPa[gage]	約0.22MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続－1の使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続－1周囲の平均温度の最大実測値。

*3：Oリングの気密材料に対する試験条件

*4：絶縁物に対する試験条件

*5： $0.001[\text{Gy/h}] \times 24 \times 365.25 [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 1\text{kGy}$

*6：通常運転時の原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続－1周囲の平均線量率の最大実測値。

表1.4 電動弁コネクタ接続-1の長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-2) 参照】または設計基準事故時の環境条件【別紙3. 添付-3) 参照】
通常 運転 相当	温度	138℃-12.5日	86℃-12.5日*3(=40℃*2-60年) 116℃-12.5日*4(=40℃*2-60年)
	放射線 (集積線量)	700kGy (10kGy/h以下)	135kGy*5
設計 基準 事故 相当	放射線 (集積線量)	1,500kGy (10kGy/h以下)	675kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度：215℃	約120℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力： 0.496MPa[gage]	約0.22MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続-1の使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続-1周囲の平均温度の最大実測値。

*3：Oリングの気密材料に対する試験条件

*4：絶縁物に対する試験条件

*5： $0.256[\text{Gy/h}] \times 24 \times 365.25 [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 135\text{kGy}$

*6：通常運転時の原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続-1周囲の平均線量率の最大実測値。

c. 評価結果

長期健全性試験結果を表1.5～1.8に示す。評価の結果、伊方3号炉の気密端子箱接続、直ジョイント、三重同軸コネクタ接続-1および電動弁コネクタ接続-1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。

表1.5 気密端子箱接続の長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	AC 2,000V 1分	良

[出典：メーカーデータ]

表1.6 直ジョイントの長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	AC 2,600V 5分	良

[出典：メーカーデータ]

表1.7 三重同軸コネクタ接続-1の長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	DC 3,000V 1分	良

[出典：メーカーデータ]

表1.8 電動弁コネクタ接続-1の長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
導通試験	通電が可能なこと	良

[出典：メーカーデータ]

1.2 重大事故等時雰囲気での機能要求があるケーブル接続部の健全性評価

a. 評価手順

重大事故等時雰囲気での機能要求があるケーブル接続部（気密端子箱接続、直ジョイントおよび三重同軸コネクタ接続－1）については、絶縁物の温度、放射線および重大事故等時雰囲気による劣化を考慮した評価を、実機同等品による長期健全性試験において、IEEE Std. 323-1974およびIEEE Std. 383-1974の規格に準拠して実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

図1.2に長期健全性試験手順を示す。

供試ケーブル接続部

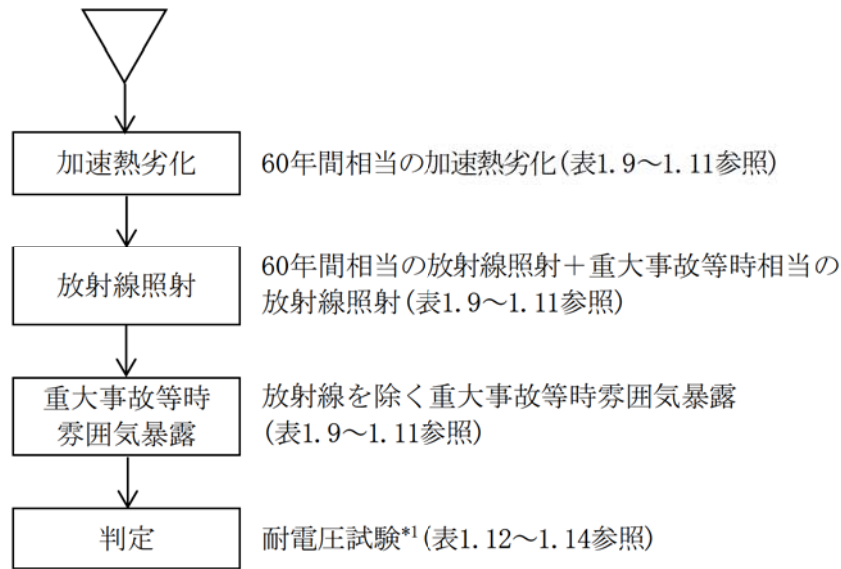


図1.2 ケーブル接続部の長期健全性試験手順および判定方法

*1 耐電圧試験：規定電圧を規定時間印加し、絶縁破壊を生じるか否かを調べる。

b. 試験条件

表1.9～1.11に長期健全性試験条件を示す。試験条件は、伊方3号炉の実機環境に基づいて60年間の運転期間および重大事故等時を想定した劣化条件を包絡している。

表1.9 気密端子箱接続の長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-4) 参照】または重大事故等時の環境条件【別紙3. 添付-5) 参照】
通常 運転 相当	温度	140℃-8h	112℃-8h (=40℃*2-60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	136kGy*3
重大 事故 等時 相当	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	500kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度：150℃	約138℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力：0.5MPa[gage]	約0.35MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内気密端子箱接続の使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内気密端子箱接続周囲の平均温度の最大実測値。

*3： $0.257[\text{Gy/h}] *4 \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 136\text{kGy}$

*4：通常運転時の原子炉格納容器内気密端子箱接続周囲の平均線量率の最大実測値。

表1.10 直ジョイントの長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-4) 参照】または重大事故等時の環境条件【別紙3. 添付-5) 参照】
通常 運転 相当	温度	140℃-21h	114℃-21h (=40℃*2-60年)
	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	136kGy*3
重大 事故 等時 相当	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	500kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度：150℃	約138℃ (最高温度)
	圧力	最高圧力：0.5MPa[gage]	約0.35MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内直ジョイントの使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内直ジョイント周囲の平均温度の最大実測値。

*3： $0.257 [\text{Gy/h}] *4 \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 136\text{kGy}$

*4：通常運転時の原子炉格納容器内直ジョイント周囲の平均線量率の最大実測値。

表1.11 三重同軸コネクタ接続-1の長期健全性試験条件*1

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件【別紙3. 添付-1) 参照】に基づく劣化条件【別紙3. 添付-4) 参照】または重大事故等時の環境条件【別紙3. 添付-5) 参照】
通常 運転 相当	温度	113°C-255h	85°C-255h*3 (=39°C*2-60年) 57°C-255h*4 (=39°C*2-60年)
	放射線 (集積線量)	750kGy (10kGy/h以下)	1kGy*5
重大 事故 等時 相当	放射線 (集積線量)	500kGy (10kGy/h以下)	500kGy (最大集積線量)
	温度	最高温度：150°C	約138°C (最高温度)
	圧力	最高圧力：0.5MPa [gage]	約0.35MPa [gage] (最高圧力)

*1：環境条件が厳しい原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続-1の使用条件を代表として記載。

*2：通常運転時の原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続-1周囲の平均温度の最大実測値。

*3：Oリングの気密材料に対する試験条件

*4：絶縁物に対する試験条件

*5： $0.001 [\text{Gy/h}] *6 \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times 60 [\text{y}] = 1\text{kGy}$

*6：通常運転時の原子炉格納容器内三重同軸コネクタ接続-1周囲の平均線量率の最大実測値。

c. 評価結果

長期健全性試験結果を表1.12～1.14に示す。評価の結果、伊方3号炉の気密端子箱接続、直ジョイントおよび三重同軸コネクタ接続-1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。

表1.12 気密端子箱接続の長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	AC 1,500V 1分	良

[出典：電力共同委託「S A時の計装品の耐環境性能評価委託2014年度」]

表1.13 直ジョイントの長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	AC 1,500V 1分	良

[出典：電力共同委託「S A時の計装品の耐環境性能評価委託2014年度」]

表1.14 三重同軸コネクタ接続－1の長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	C-I 間 DC3,000V 1分 I-O 間 DC 500V 1分	良

[出典：電力共同委託「高レンジエリアモニタ及び三重同軸ケーブル・コネクタに関わる耐環境性能評価委託2014年度」]

2. 現状保全

制御・計装用ケーブル接続部については、定期的に系統機器の動作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。

電力用ケーブル接続部については、定期的に絶縁抵抗測定を行い、管理値以上であることの確認を行っている。【別紙5参照】

3. 総合評価

健全性評価結果から判断して、絶縁物等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。

また、絶縁低下は系統機器の動作確認または絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

4. 高経年化への対応

ケーブル接続部の絶縁体の絶縁低下については、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。

5. 添付資料

- 1) 耐環境性能を要求されるケーブル接続部の環境条件について
- 2) ケーブル接続部の長期健全性試験（設計基準事故）における評価期間について
- 3) ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について
- 4) ケーブル接続部の長期健全性試験（重大事故等時）における評価期間について
- 5) ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件（重大事故等時）の包絡性について

タイトル	耐環境性能を要求されるケーブル接続部の環境条件について																
概要	ケーブル接続部の評価期間を算定するために用いた環境条件の根拠について、以下に示す。																
説明	<p>ケーブル接続部については、それぞれ設置されているエリアの環境条件で評価を実施し、評価結果に応じた保全を実施している。</p> <p>ケーブル接続部評価書において、事故時雰囲気内で機能要求があるケーブル接続部設置箇所の環境条件（別紙 3. 添付-1)-2）を代表するように、以下の条件の中から温度、線量率を考慮して通常運転時の使用条件として評価書に記載している。</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">対象機器</th> <th style="padding: 5px;">温度[°C]</th> <th style="padding: 5px;">線量率[Gy/h]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="padding: 5px;">気密端子箱接続、直ジョイント</td> <td style="padding: 5px;">40</td> <td style="padding: 5px;">0.001</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">38</td> <td style="padding: 5px;">0.257</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">三重同軸コネクタ接続-1</td> <td style="padding: 5px;">39</td> <td style="padding: 5px;">0.001</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="padding: 5px;">電動弁コネクタ接続-1</td> <td style="padding: 5px;">40</td> <td style="padding: 5px;">0.001</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">38</td> <td style="padding: 5px;">0.256</td> </tr> </tbody> </table>	対象機器	温度[°C]	線量率[Gy/h]	気密端子箱接続、直ジョイント	40	0.001	38	0.257	三重同軸コネクタ接続-1	39	0.001	電動弁コネクタ接続-1	40	0.001	38	0.256
対象機器	温度[°C]	線量率[Gy/h]															
気密端子箱接続、直ジョイント	40	0.001															
	38	0.257															
三重同軸コネクタ接続-1	39	0.001															
電動弁コネクタ接続-1	40	0.001															
	38	0.256															

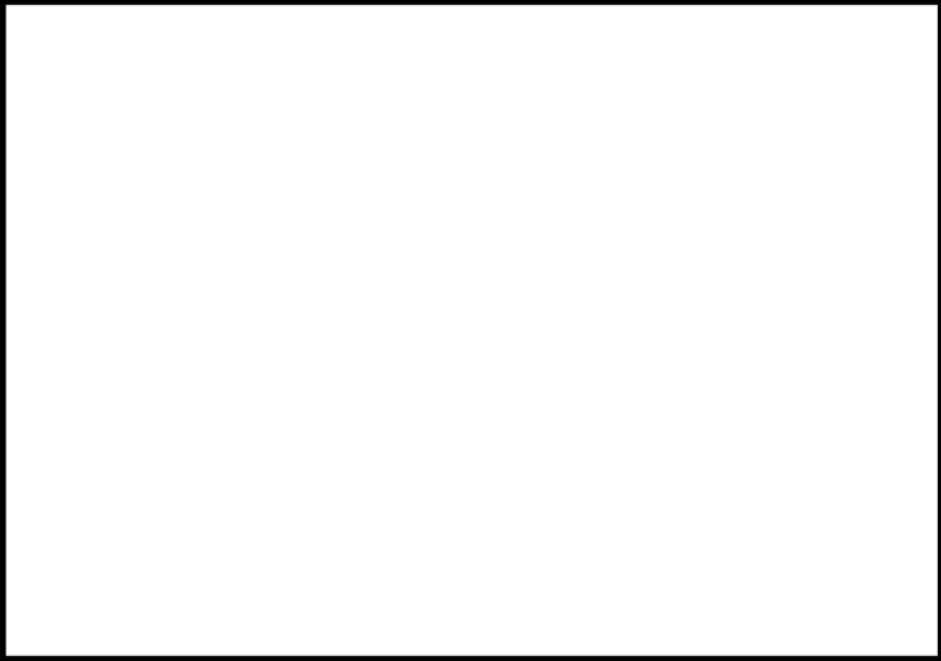
事故時雰囲気内で機能要求があるケーブル接続部設置エリア

エリア	測定場所	温度 [°C]	線量率 [Gy/h]	①	②	③	④	選定
D-2	通路部	40	0.001	○	○		○	①②④
D-3	通路部	40	0.001	○	○			
D-4	通路部	40	0.001	○	○			
D-5	加圧器室上部	39	0.001	○	○		○	
D-6	蒸気発生器上部	39	0.001			○		③
C-4	加圧器室	35	0.001		○			
C-5	通路部	38	0.001	○	○		○	
B-1	ループ室	38	0.257	○	○			①②
B-2	ループ室	37	0.227				○	
B-3	ループ室	38	0.256				○	④
B-5	通路部	34	0.001	○		○	○	
A-1	通路部	31	0.001	○	○		○	
—	主蒸気管室	33	0.001	○	○		○	

注：表中の①～④は、それぞれ①→気密端子箱接続、②→直ジョイント、③→三重同軸コネクタ接続-1、④電動弁コネクタ接続-1を示す。

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験（設計基準事故）における評価期間について																																												
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた、計算式、実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。																																												
説明	<p>ケーブル接続部の 60 年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件は、ケーブル絶縁材の活性化エネルギーを用いて、アレニウス則により算出している。</p> <p>長期健全性試験による評価においては、別紙 3. 添付-1)で整理した各環境条件で評価する。</p> <p>実機使用条件 (T1℃-60 年) を、長期健全性試験条件 (気密端子箱接続、直ジョイントおよび三重同軸コネクタ接続-1 : 121℃-7 日、電動弁コネクタ接続-1 : 138℃-12.5 日) との比較を容易にするため、加速時間(L2)を試験条件と同じ 7 日または 12.5 日として換算した結果を以下に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>絶縁物</th> <th>T2[℃]</th> <th>L2[日]</th> <th>T1[℃]</th> <th>L1[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>エチレンプロピレンゴム</td> <td>90</td> <td>7</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>難燃架橋ポリエチレン</td> <td>96</td> <td>7</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③</td> <td>エチレンプロピレンゴム</td> <td>88</td> <td>7</td> <td>39</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>架橋ポリスチレン</td> <td>58</td> <td>7</td> <td>39</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④</td> <td>エチレンプロピレンゴム</td> <td>86</td> <td>12.5</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>ジアリルフタレート樹脂</td> <td>116</td> <td>12.5</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：表中の①～④は、それぞれ①→気密端子箱接続、②→直ジョイント、③→三重同軸コネクタ接続-1、④電動弁コネクタ接続-1を示す。</p> <p>活性化エネルギー： エチレンプロピレンゴム：[] [kcal/mol]（メーカーデータ）、 難燃架橋ポリエチレン：[] [kcal/mol]（メーカーデータ）、 架橋ポリスチレン：[] [kcal/mol]（メーカーデータ） ジアリルフタレート樹脂：[] [kcal/mol]（メーカーデータ） での換算値（L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度）</p> <p>実機使用条件を換算した加速温度(T2)は、長期健全性試験条件の温度(121℃または138℃)に包絡される。</p>					機器	絶縁物	T2[℃]	L2[日]	T1[℃]	L1[年]	①	エチレンプロピレンゴム	90	7	40	60	②	難燃架橋ポリエチレン	96	7	40	60	③	エチレンプロピレンゴム	88	7	39	60	架橋ポリスチレン	58	7	39	60	④	エチレンプロピレンゴム	86	12.5	40	60	ジアリルフタレート樹脂	116	12.5	40	60
機器	絶縁物	T2[℃]	L2[日]	T1[℃]	L1[年]																																								
①	エチレンプロピレンゴム	90	7	40	60																																								
②	難燃架橋ポリエチレン	96	7	40	60																																								
③	エチレンプロピレンゴム	88	7	39	60																																								
	架橋ポリスチレン	58	7	39	60																																								
④	エチレンプロピレンゴム	86	12.5	40	60																																								
	ジアリルフタレート樹脂	116	12.5	40	60																																								

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件（設計基準事故）の包絡性について																									
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される設計基準事故時条件を包絡していることを以下に示す。																									
説明	<p>①気密端子箱接続 事故時雰囲気暴露の試験条件を別紙 3. 添付-3)-2 に添付する。 また、設計基準事故（1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失）の安全解析結果は添付-4)-2 を、設計基準事故（主蒸気管破断）条件は添付-4)-3 を参照のこと。 以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件（温度－時間）</th> <th>65℃換算*1</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時 雰囲気 暴露 試験</td> <td rowspan="3">[]</td> <td>461, 226 時間</td> <td rowspan="3">1, 758, 716 時間</td> </tr> <tr> <td>181, 958 時間</td> </tr> <tr> <td>1115, 632 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">設計基準 事故*2</td> <td rowspan="4">[]</td> <td>26, 581 時間</td> <td rowspan="4">30, 522 時間</td> </tr> <tr> <td>1, 852 時間</td> </tr> <tr> <td>161 時間</td> </tr> <tr> <td>1, 928 時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基準 事故*3</td> <td rowspan="3">[]</td> <td>397, 264 時間</td> <td rowspan="3">397, 293 時間</td> </tr> <tr> <td>1 時間</td> </tr> <tr> <td>28 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー [] [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値 *2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件 *3：主蒸気管破断事故包絡条件</p>				条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 暴露 試験	[]	461, 226 時間	1, 758, 716 時間	181, 958 時間	1115, 632 時間	設計基準 事故*2	[]	26, 581 時間	30, 522 時間	1, 852 時間	161 時間	1, 928 時間	設計基準 事故*3	[]	397, 264 時間	397, 293 時間	1 時間	28 時間
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																							
事故時 雰囲気 暴露 試験	[]	461, 226 時間	1, 758, 716 時間																							
		181, 958 時間																								
		1115, 632 時間																								
設計基準 事故*2	[]	26, 581 時間	30, 522 時間																							
		1, 852 時間																								
		161 時間																								
		1, 928 時間																								
設計基準 事故*3	[]	397, 264 時間	397, 293 時間																							
		1 時間																								
		28 時間																								

<p>説 明</p>	 <p>気密端子箱接続 設計基準事故時雰囲気暴露試験条件</p>
------------	--

説 明

②直ジョイント

事故時雰囲気暴露の試験条件を別紙 3. 添付-3)-4 に添付する。

また、設計基準事故（1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失）の安全解析結果は添付-4)-2 を、設計基準事故（主蒸気管破断）条件は添付-4)-3 を参照のこと。

以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機的设计基準事故時条件を包絡している。

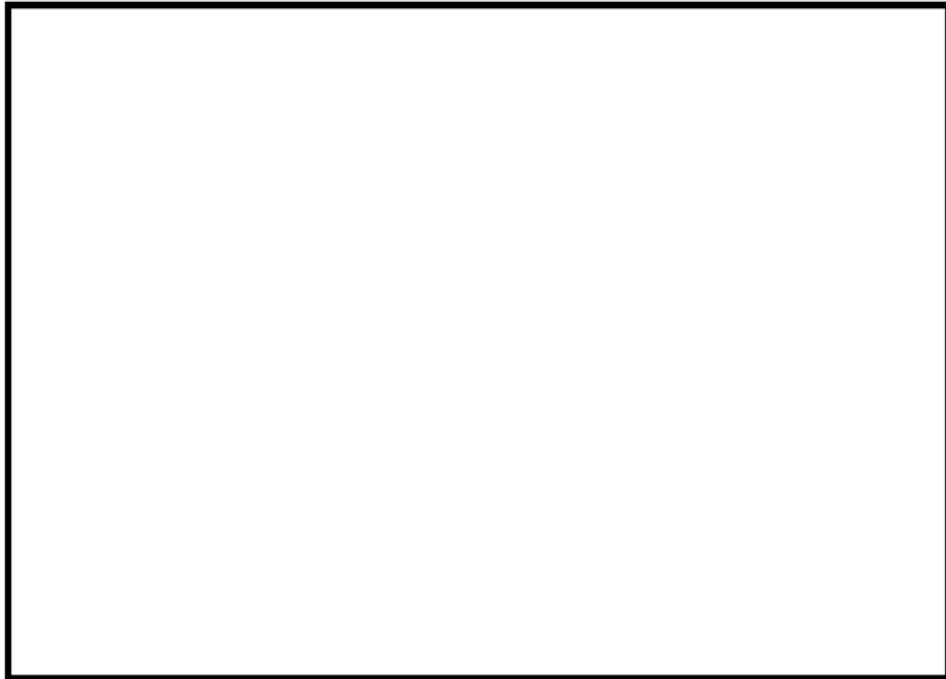
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		108,497 時間	679,247 時間
		61,935 時間	
		508,815 時間	
設計基準 事故*2		10,951 時間	14,528 時間
		1,196 時間	
		149 時間	
		2,232 時間	
設計基準 事故*3		116,839 時間	116,890 時間
		1 時間	
		50 時間	

*1：活性化エネルギー [] [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値

*2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

*3：主蒸気管破断事故包絡条件

説 明



直ジョイント 設計基準事故時雰囲気暴露試験条件

説明

③三重同軸コネクタ接続-1

事故時雰囲気暴露の試験条件を別紙3. 添付-3)-6に添付する。

また、設計基準事故（1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失）の安全解析結果は添付-4)-2を参照のこと。

以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

エチレンプロピレンゴム（Oリング）

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		1,522,047 時間	3,147,799 時間
		212,352 時間	
		363,393 時間	
		1,050,007 時間	
設計基準 事故*2		26,581 時間	30,522 時間
		1,852 時間	
		161 時間	
		1,928 時間	

*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値

*2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

架橋ポリスチレン（絶縁物）

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		920,213,506,853,629 時間	921,604,177,267,234 時間
		1,112,123,360,769 時間	
		217,568,238,992 時間	
		60,978,813,844 時間	
設計基準 事故*2		6,389,936,048 時間	6,390,766,745 時間
		829,970 時間	
		478 時間	
		249 時間	

*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値

*2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

説 明



三重同軸コネクタ接続-1 設計基準事故時雰囲気暴露試験条件

説 明

④電動弁コネクタ接続-1

事故時雰囲気暴露の試験条件を別紙 3. 添付-3)-8 に添付する。

また、設計基準事故（1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失）の安全解析結果は添付-4)-2 を、設計基準事故（主蒸気管破断）条件は添付-4)-3 参照のこと。

以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

エチレンプロピレンゴム（Oリング）

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		2,159,980 時間	2,815,267 時間
		655,287 時間	
設計基準 事故*2		26,581 時間	30,522 時間
		1,852 時間	
		161 時間	
		1,928 時間	
設計基準 事故*3	397,264 時間	397,293 時間	
	1 時間		
	28 時間		

*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値

*2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

*3：主蒸気管破断事故包絡条件

説 明	ジアリルフタレート樹脂（絶縁物）		
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		5,893 時間	50,459 時間
		44,566 時間	
1,109 時間		4,878 時間	
387 時間			
122 時間			
3,260 時間			
設計基準 事故*2		4,950 時間	5,160 時間
		1 時間	
		209 時間	
設計基準 事故*3			

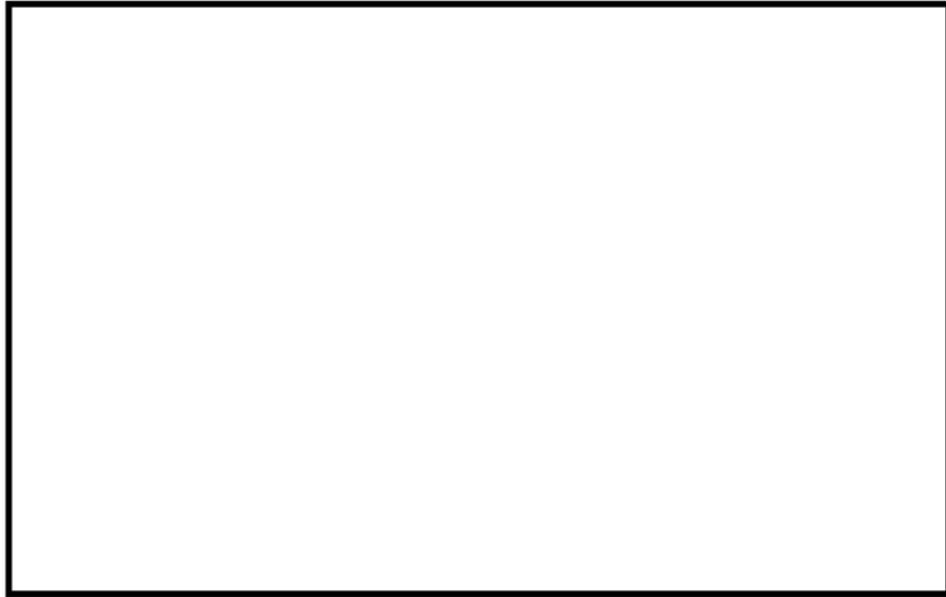
*1：活性化エネルギー [kcal/mol]（メーカーデータ）での換算値
 *2：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件
 *3：主蒸気管破断事故包絡条件

<p>説 明</p>	<div data-bbox="421 353 1362 1084" style="border: 2px solid black; height: 326px; width: 590px; margin-bottom: 10px;"></div> <p data-bbox="507 1093 1299 1124">電動弁コネクタ接続-1 設計基準事故時雰囲気暴露試験条件</p>
------------	---

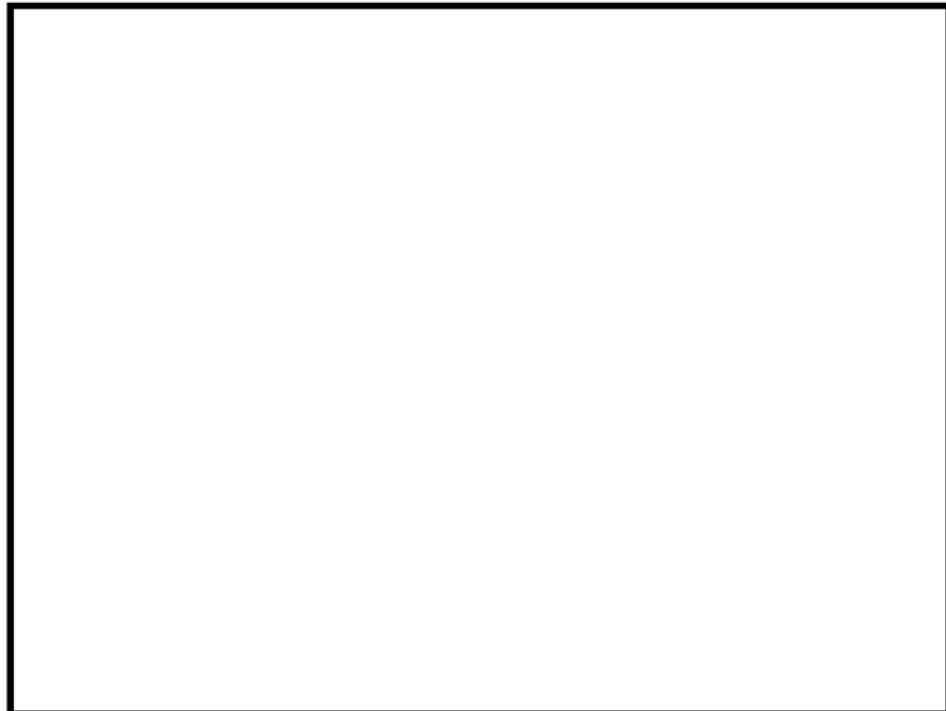
タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験（重大事故等時）における評価期間について																																	
概要	試験条件と実機の使用条件に基づく劣化条件との比較に用いた、計算式、実環境温度および活性化エネルギー等を以下に示す。																																	
説明	<p>ケーブル接続部の60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件は、ケーブル絶縁材の活性化エネルギーを用いて、アレニウス則により算出している。</p> <p>長期健全性試験による評価においては、別紙3. 添付-1)で整理した各環境条件で評価する。</p> <p>実機使用条件（T1℃-60年）を、長期健全性試験条件（気密端子箱接続：140℃-8時間、直ジョイント：140℃-21時間、三重同軸コネクタ接続-1：113℃-255時間）との比較を容易にするため、加速時間(L2)を試験条件と同じ時間として換算した結果を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="418 824 1366 1088"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>絶縁物</th> <th>T2[℃]</th> <th>L2[時間]</th> <th>T1[℃]</th> <th>L1[年]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>エチレンプロピレンゴム</td> <td>112</td> <td>8</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>難燃架橋ポリエチレン</td> <td>114</td> <td>21</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③</td> <td>エチレンプロピレンゴム</td> <td>85</td> <td>255</td> <td>39</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>架橋ポリスチレン</td> <td>57</td> <td>255</td> <td>39</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：表中の①～③は、それぞれ①→気密端子箱接続、②→直ジョイント、③→三重同軸コネクタ接続-1を示す。</p> <p>活性化エネルギー： エチレンプロピレンゴム：[] [kcal/mol]（メーカーデータ）、 難燃架橋ポリエチレン：[] [kcal/mol]（メーカーデータ）、 架橋ポリスチレン：[] [kcal/mol]（メーカーデータ） での換算値（L1:実環境年数、L2:加速時間、T1:実環境温度、T2:加速温度）</p> <p>実機使用条件を換算した加速温度(T2)は、長期健全性試験条件の温度（140℃または113℃）に包絡される。</p>					機器	絶縁物	T2[℃]	L2[時間]	T1[℃]	L1[年]	①	エチレンプロピレンゴム	112	8	40	60	②	難燃架橋ポリエチレン	114	21	40	60	③	エチレンプロピレンゴム	85	255	39	60	架橋ポリスチレン	57	255	39	60
機器	絶縁物	T2[℃]	L2[時間]	T1[℃]	L1[年]																													
①	エチレンプロピレンゴム	112	8	40	60																													
②	難燃架橋ポリエチレン	114	21	40	60																													
③	エチレンプロピレンゴム	85	255	39	60																													
	架橋ポリスチレン	57	255	39	60																													

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件（重大事故等時）の包絡性について					
概要	試験条件の事故時条件が、実機に想定される重大事故等時条件を包絡していることを以下に示す。					
説明	<p>事故時雰囲気暴露の試験条件を別紙 3. 添付-5)-2 に添付する。 健全性評価上、最も厳しい条件となる重大事故等時（格納容器過温破損）の安全解析結果（事故後 7 日間までの解析を実施）および事故時雰囲気暴露の試験条件は、添付-6)-2 を参照のこと。 以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。</p> <table border="1" data-bbox="520 763 1262 969"> <thead> <tr> <th data-bbox="520 763 876 815"></th> <th data-bbox="876 763 1262 815">条件（温度－時間）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="520 815 876 891">事故時雰囲気暴露試験</td> <td data-bbox="876 815 1262 969" rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="520 891 876 969">重大事故等時*1</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：格納容器過温破損事故包絡条件</p>		条件（温度－時間）	事故時雰囲気暴露試験		重大事故等時*1
	条件（温度－時間）					
事故時雰囲気暴露試験						
重大事故等時*1						

説 明



気密端子箱接続および直ジョイント 重大事故等時雰囲気暴露試験条件



三重同軸コネクタ接続-1 重大事故等時雰囲気暴露試験条件

別紙 4. 計測制御設備の評価について

1. 耐環境性能を要求されるプロセス計測制御設備について

設計基準事故または重大事故等時に耐環境性能を要求される計測制御設備の機能要求分類を表 1.1 に示す。

表 1.1 計測制御設備の事故時環境下における機能要求分類

計測対象	対象機器	機器名称	重要度	設置場所*1	事故時環境下において機能要求のある機器	
					設計基準事故	重大事故等時
圧力		1次冷却材圧力	MS-1, 重	①	○	○
		加圧器圧力	MS-1	①	○	—
水位	伝送器 (ダイヤフラム)	加圧器水位	MS-1, 重	①	○	○
		格納容器再循環サンプ水位 (広域・狭域)	MS-2, 重	①	○	○
		蒸気発生器(狭域)水位	MS-1, 重	①	○	○
		蒸気発生器(広域)水位	MS-2, 重	①	○	○
		原子炉容器水位	重	①	—	○
		伝送器 (電波式)	使用済燃料ピット水位 (AM)	重	②	—
	電極式水位計*2	格納容器水位	重	①	—	○
		原子炉下部キャビティ水位	重	①	—	○
温度	測温抵抗体	1次冷却材高温側温度(広域)	MS-2, 重	①	○	○
		1次冷却材低温側温度(広域)	MS-2, 重	①	○	○
		1次冷却材高温側温度(狭域)	MS-1	①	○	—
		1次冷却材低温側温度(狭域)	MS-1	①	○	—
		格納容器内温度	MS-2, 重	①	○	○
		使用済燃料ピット温度 (AM)	重	②	—	○
	熱電対	静的触媒式水素再結合装置温度	重	①	—	○
		イグナイタ作動温度	重	①	—	○
放射線	放射線検出器*2	格納容器高レンジエリアモニタ	MS-2, 重	①	○	○

*1：設置場所 ①：原子炉格納容器内、②：使用済燃料ピットエリア

*2：無機物で構成されており、熱や放射線による劣化は想定されない。

2. 定期取替品の取替周期の妥当性について

表 1.1 で示した各機器のうち、定期取替品の取替周期と、その期間内において、設計基準事故または重大事故等時においても健全性が維持できることの根拠を以下に示す。

2.1 伝送器（1次冷却材圧力等）

伝送器（1次冷却材圧力等）に適用される環境条件を表2.1.1および表2.1.2に示す。

表 2.1.1 伝送器（1次冷却材圧力等）に適用される通常運転時の環境条件
および機能要求分類

機器名称	エリア	温度 [°C]	線量率 [Gy/h]	事故時環境下において機能要求のある機器	
				設計 基準事故	重大 事故等
1次冷却材圧力	CV 通路部	45*1	0.0005	○	○
加圧器圧力				○	—
加圧器水位				○	○
格納容器再循環サンプ水位（広域・狭域）				○	○
蒸気発生器（狭域）水位				○	○
蒸気発生器（広域）水位				○	○
原子炉容器水位				—	○

*1：通路部の環境温度調査に実測した値に若干の余裕を加えた温度として設定

表 2.1.2 事故時環境条件

事故の種類	温度	放射線	圧力
設計基準事故*1	約 120°C (最高温度)	675kGy (最大集積線量)	約 0.22MPa[gage] (最高圧力)
重大事故等*2	約 138°C (最高温度)	500kGy (最大集積線量)	約 0.35MPa[gage] (最高圧力)

*1：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失

*2：健全性評価上、最も厳しい重大事故等における使用条件

設計基準事故または重大事故等時に耐環境性能を要求される伝送器（1次冷却材圧力等）の取替周期および根拠を表2.1.3に、事故時雰囲気暴露試験の包絡性を表2.1.4および表2.1.5に、事故時雰囲気暴露試験後の健全性試験結果を表2.1.6に示す。

表 2.1.3 伝送器（1次冷却材圧力等）の取替周期および根拠

取替周期	対象	根拠
□年以内	設計基準事故	伝送器の耐環境性評価研究（H17 電共研） <加速熱劣化> ・90℃×2,085時間のエージング →アレニウス換算 □ [eV] *1（EPRI）、通常運転時 45℃*2で □年相当と評価 <放射線照射> ・積算線量 150Gy+500kGy（10kGy/h以下） →想定される通常運転時 □ Gy*3+伝送器周囲の設計基準事故時積算線量約 301 kGy*4を包絡
	重大事故等	電力共同委託「SA時の計装品の耐環境性能評価委託2014年度」 <加速熱劣化> ・128℃×4.5日のエージング →アレニウス換算 □ [eV] *1（EPRI）、通常運転時 45℃*2で □年相当と評価 <放射線照射> ・積算線量 150Gy+500kGy（10kGy/h以下） →想定される通常運転時 □ Gy*3+重大事故等時積算線量約 300 kGy*5を包絡

*1：伝送器構成品のうち、活性化エネルギーの最小値

*2：通路部の環境温度調査に実測した値に若干の余裕を加えた温度として設定した。

*3： $0.0005[\text{Gy/h}] \times (24 \times 365.25) [\text{h/y}] \times \square [\text{y}] = \square \text{Gy}$

*4：675kGy（最大集積線量）は遮蔽を考慮していない原子炉格納容器内中心部における設計基準事故時の集積線量であり、原子炉格納容器内のコンクリート壁等の遮蔽により放射線は減衰し、伝送器が設置されている通路部では、実際の設計基準事故時の集積線量は約301kGyである。

*5：500kGy（最大集積線量）は原子炉格納容器内での重大事故等時集積線量の解析値を包絡するように設定した設計値であるが、実際の解析値は約300kGyであることが確認されている。

表 2.1.4 伝送器（1次冷却材圧力等）の事故時雰囲気暴露試験（設計基準事故）の包絡性

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時雰囲気暴露試験 【図 2.1.1 参照】	[Redacted]	*2 3,897 時間	42,841 時間
		10,562 時間	
		28,382 時間	
設計基準事故*3 【添付-3)-2 参照】	[Redacted]	985 時間	4,794 時間
		365 時間	
		120 時間	
		3,324 時間	

*1：活性化エネルギー： [Redacted] [eV] (EPRI) での換算値

*3：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

表 2.1.5 伝送器（1次冷却材圧力等）の事故時雰囲気暴露試験（重大事故等時）の包絡性

	条件（温度－時間）
事故時雰囲気暴露試験 【図 2.1.2 参照】	[Redacted]
重大事故等時 【添付-6)-2 参照】	

表2.1.6 伝送器（1次冷却材圧力等）の長期健全性試験結果

項目	判定
性能試験	良

以上のとおり、事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、実機の設計基準事故または重大事故等時条件を包絡し、事故時雰囲気暴露試験後の長期健全性試験結果も判定基準を満足していることから、事故時環境下で健全性を維持できると判断する。

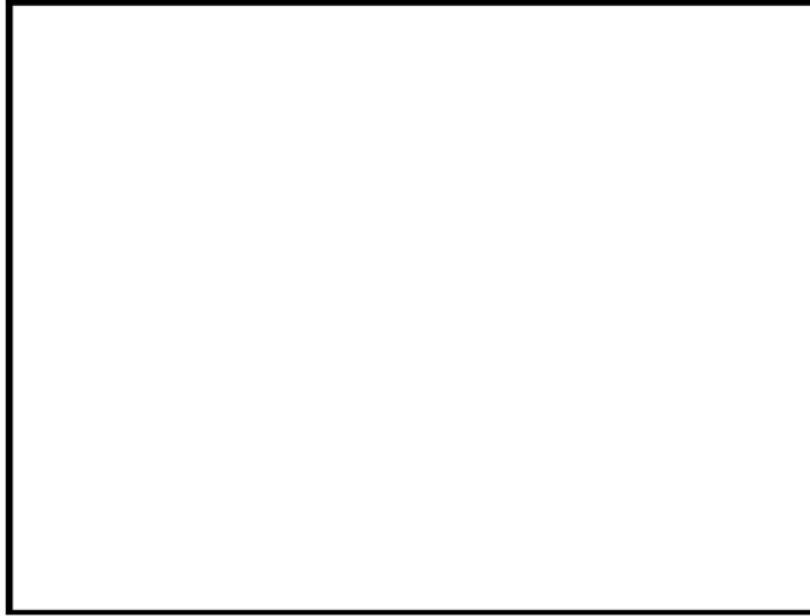


図 2.1.1 伝送器（1次冷却材圧力等） 設計基準事故時雰囲気暴露試験条件

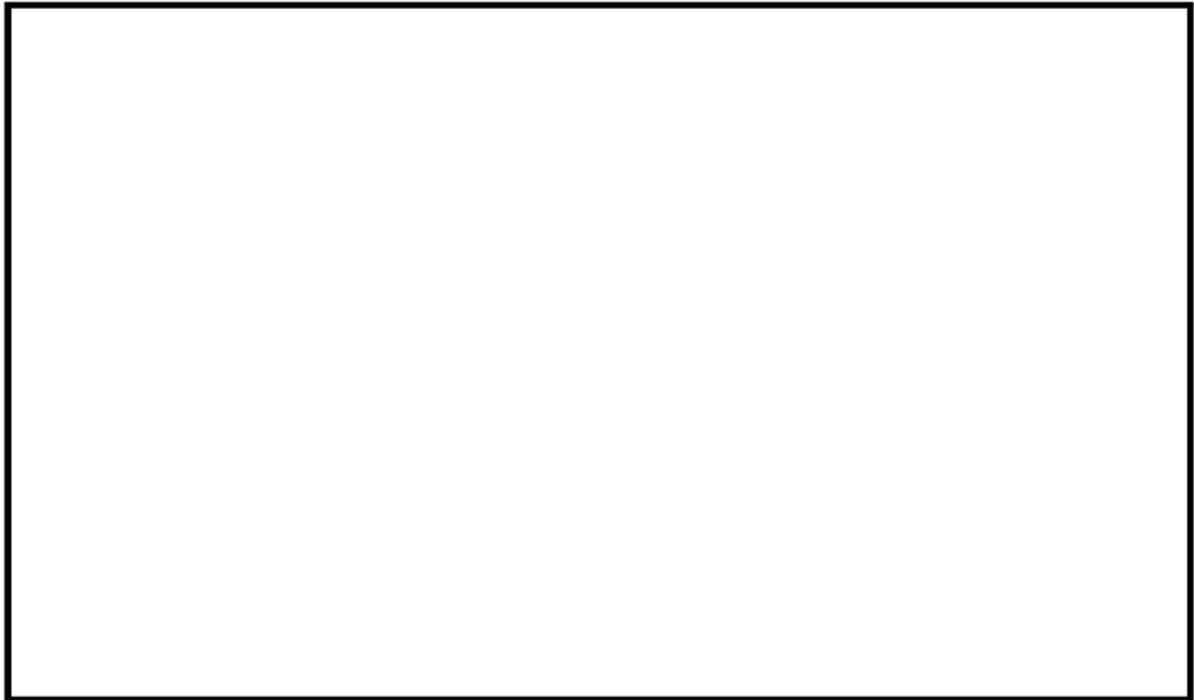


図 2.1.2 伝送器（1次冷却材圧力等） 重大事故等時雰囲気暴露の試験条件

2.2 伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））

伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））に適用される使用環境条件を表2.2.1に示す。

表 2.2.1 伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））の使用環境条件

	周囲温度	線量率
通常運転時	約 30°C*2	0.15mGy/h 以下*3
重大事故等時*1	約 100°C（最高温度）	

*1：使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故

*2：通常運転時の使用済み燃料ピットエリアにおける実測値に若干の余裕を加えた値

*3：原子炉周辺建屋の遮蔽設計基準値

重大事故等時に耐環境性能を要求される伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））の取替周期および根拠を表2.2.2に、事故時雰囲気気暴露試験の包絡性を表2.2.3に、事故時雰囲気気暴露試験後の健全性試験結果を表2.2.4に示す。

表 2.2.2 伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））の取替周期および根拠

取替周期	根拠
□年 以内	<p>メーカー試験 <加速熱劣化> ・ 75°C×90日 のエージング →アレニウス換算（□[eV]（EPRI）、通常運転時 30°Cで□年相当と評価</p> <p><放射線照射> ・ 積算線量 100Gy（10Gy/h） →想定される通常運転時□Gy*1+伝送器周囲の重大事故等時積算線量約 0.03 Gy*2を包絡</p>

*1：0.15[mGy/h]×(24×365.25)[h/y]×□[y]=□Gy

*2：0.15[mGy/h]×24[h/d]×7[d]=0.03 Gy

表 2.2.3 伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））の事故時雰囲気気暴露試験（重大事故等時）の包絡性

	条件（温度－時間）
事故時雰囲気気暴露試験	□
重大事故等時*1	

*1：使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故包絡条件

表2.2.4 伝送器（使用済燃料ピット水位（AM））の長期健全性試験結果

項目	判定
性能試験	良

以上のとおり、事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡し、事故時雰囲気暴露試験後の長期健全性試験結果も判定基準を満足していることから、事故時環境下で健全性を維持できると判断する。

2.3 測温抵抗体（1次冷却材高温側温度等）

1次冷却材高温側温度等の原子炉格納容器内に設置されている測温抵抗体に適用される環境条件を表2.3.1および表2.3.2に示す。

表 2.3.1 測温抵抗体に適用される通常運転時の環境条件および機能要求分類

機器名称	エリア	温度 [°C]	線量率 [Gy/h]	事故時環境下において機能要求のある機器	
				設計基準事故	重大事故等時
1次冷却材高温側温度（広域） 1次冷却材低温側温度（広域）	CV ループ室	48	0.248	○	○
1次冷却材高温側温度（狭域） 1次冷却材低温側温度（狭域）				○	—
格納容器内温度	CV 通路部	40	0.001	○	○

表 2.3.2 事故時環境条件

事故の種類	温度	放射線	圧力
設計基準事故*1	約 120°C (最高温度)	675kGy (最大集積線量)	約 0.22MPa[gage] (最高圧力)
重大事故等時*2	約 138°C (最高温度)	500kGy (最大集積線量)	約 0.35MPa[gage] (最高圧力)

*1：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失

*2：健全性評価上、最も厳しい重大事故等における使用条件

設計基準事故または重大事故等時に耐環境性能を要求される測温抵抗体の取替周期および根拠を表2.3.3に、事故時雰囲気暴露試験の包絡性を表2.3.4に、事故時雰囲気暴露試験後の健全性試験結果を表2.3.5に示す。

表2.3.3 測温抵抗体（CVループ室設置）の取替周期および根拠

取替周期	対象	根拠
□年以内	設計基準事故または重大事故等時	<p>電力共同研究「PWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II（ケーブル以外）令和元年度」</p> <p><熱・放射線同時劣化></p> <ul style="list-style-type: none"> ・107°C-145.4Gy/h-215日間のエージング <p>→アレニウス換算 □ [kcal/mol] (ACA)、 □ [kcal/mol] (ACA)、実機温度を包絡する温度として48°Cの温度領域で、稼働率を考慮して□年相当と評価。</p> <p>→積算線量 750 kGy^{*1}</p> <p><事故時放射線照射></p> <ul style="list-style-type: none"> ・積算線量 500 kGy (10kGy/h) <p>→積算線量 500 kGy に熱・放射線同時劣化による線量 750 kGy を加えた線量は、想定される通常運転時 □ kGy^{*2}+設計基準事故時積算線量 675 kGy または重大事故等時積算線量 500 kGy を包絡</p>

*1 : 145.4[Gy/h] × (215[d] × 24[h/d]) = 750 kGy

*2 : 0.248[Gy/h] × (24 × 365.25) [h/y] × □ [y] = □ kGy

2.3.4 測温抵抗体（CV通路部設置）の取替周期および根拠

取替周期	対象	根拠
□年以内	設計基準事故または重大事故等時	<p>電力共同研究「PWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II（ケーブル以外）令和元年度」</p> <p><熱・放射線同時劣化></p> <ul style="list-style-type: none"> ・107°C-145.4Gy/h-215日間のエージング <p>→アレニウス換算 □ [kcal/mol] (ACA)、 □ [kcal/mol] (ACA)、実機温度を包絡する温度として40°Cの温度領域で、稼働率を考慮して□年相当と評価。</p> <p>→積算線量 750 kGy^{*1}</p> <p><事故時放射線照射></p> <ul style="list-style-type: none"> ・積算線量 500 kGy (10kGy/h) <p>→積算線量 500 kGy に熱・放射線同時劣化による線量 750 kGy を加えた線量は、想定される通常運転時 □ kGy^{*2}+設計基準事故時積算線量 675 kGy または重大事故等時積算線量 500 kGy を包絡</p>

*1 : 145.4[Gy/h] × (215[d] × 24[h/d]) = 750 kGy

*2 : 0.001[Gy/h] × (24 × 365.25) [h/y] × □ [y] = □ kGy

表 2.3.5 測温抵抗体の事故時雰囲気暴露試験（設計基準事故時または重大事故等時）の
包絡性

	条件（温度－時間）	100℃換算*1	合計
事故時雰囲気 暴露試験 【図 2.3.1 参照】		1,378 時間	3,803 時間
		651 時間	
		550 時間	
		464 時間	
		413 時間	
		347 時間	
設計基準事故*3 【添付-3)-2 参照】		25 時間	282 時間
		15 時間	
		7 時間	
		235 時間	
重大事故等時*4 【添付-5)-2 参照】		1 時間	1,459 時間
		1 時間	
		1 時間	
		11 時間	
		33 時間	
		20 時間	
		49 時間	
		40 時間	
		46 時間	
		48 時間	
		142 時間	
		109 時間	
		80 時間	
		118 時間	
		101 時間	
		86 時間	
		81 時間	
		93 時間	
95 時間			
119 時間			
119 時間			
66 時間			

*1：活性化エネルギー [kcal/mol] (ACA) での換算値

*2

*3：1次冷却材管の破断による原子炉冷却材喪失事故包絡条件

*4：格納容器過温破損事故包絡条件

表2.3.6 測温抵抗体の長期健全性試験結果

項目	判定
性能試験	良

以上のとおり、事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、実機的设计基準事故または重大事故等時条件を包絡し、事故時雰囲気暴露試験後の長期健全性試験結果も判定基準を満足していることから、事故時環境下で健全性を維持できると判断する。



図 2.3.1 測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件

2.4 測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））

測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））に適用される環境条件を表2.4.1に示す。

表 2.4.1 測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））の使用環境条件

	周囲温度	線量率
通常運転時	約 30°C*2	0.15mGy/h 以下*3
重大事故等時*1	約 100°C（最高温度）	

*1：使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故

*2：通常運転時の使用済み燃料ピットエリアにおける実測値に若干の余裕を加えた値

*3：原子炉周辺建屋の遮蔽設計基準値

重大事故等時に耐環境性能を要求される測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））の取替周期および根拠を表2.4.2に、事故時雰囲気暴露試験の包絡性を表2.4.3に、事故時雰囲気暴露試験後の健全性試験結果を表2.4.4に示す。

表 2.4.2 測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））の使用環境条件

取替周期	根拠
□年 以内	<p>電力共同研究「PWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II（ケーブル以外）令和元年度」</p> <p><加速熱劣化></p> <p>・90°C×146日のエージング</p> <p>→アレニウス換算 □[kcal/mol]（ACA）、通常運転時 30°Cで□年相当と評価</p> <p><放射線照射></p> <p>・積算線量 100Gy（10Gy/h）</p> <p>→想定される通常運転時 □Gy*1+伝送器周囲の重大事故等時積算線量約 0.03 Gy*2を包絡</p>

*1：0.15[mGy/h]×(24×365.25)[h/y]×□[y]=□Gy

*2：0.15[mGy/h]×24[h/d]×7[d]=0.03 Gy

表 2.4.3 測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））の事故時雰囲気暴露試験（重大事故等時）の包絡性

	条件（温度－時間）
事故時雰囲気暴露試験	
重大事故等時*1	

*1：使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故包絡条件

表2.4.4 測温抵抗体（使用済燃料ピット温度（AM））の長期健全性試験結果

項目	判定
性能試験	良

以上のとおり、事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡し、事故時雰囲気暴露試験後の長期健全性試験結果も判定基準を満足していることから、事故時環境下で健全性を維持できると判断する。

2.5 熱電対（静的触媒式水素再結合装置温度等）

重大事故等時に耐環境性能を要求される静的触媒式水素再結合装置およびイグナイタの熱電対に適用される環境条件を表2.5.1および表2.5.2に示す。

表 2.5.1 熱電対（静的触媒式水素再結合装置温度等）の使用環境条件

機器名称	エリア	温度[°C]	線量率[Gy/h]
静的触媒式水素再結合装置温度	CV 通路部	34	0.001
	蒸気発生器上部	39	0.001
イグナイタ作動温度	CV ループ室以外	39	0.001
	CV ループ室	44	0.046

表 2.5.2 事故時環境条件

事故の種類	温度	放射線	圧力
重大事故等時*1	約 138°C (最高温度)	500kGy (最大集積線量)	約 0.35MPa[gage] (最高圧力)

*1：健全性評価上、最も厳しい重大事故等における使用条件

重大事故等時に耐環境性能を要求される熱電対の取替周期および根拠を表2.5.3に、事故時雰囲気暴露試験の包絡性を表2.5.4に、事故時雰囲気暴露試験後の健全性試験結果を表2.5.5に示す。

表2.5.3 熱電対の取替周期および根拠

取替周期	根拠
□年 以内	電力共同研究「PWRにおける過酷事故用電気計装品に関する経年劣化評価研究 Phase II（ケーブル以外）令和元年度」 <加速熱劣化> ・120℃×101日のエージング →アレニウス換算 □ [kcal/mol] (ACA)、□ [kcal/mol] (ACA)、通常運転時 46℃*1で、□年相当と評価 <放射線照射> ・積算線量 1,200kGy (10kGy/h) →想定される通常運転時 □ kGy*2 + 重大事故等時積算線量約 300 kGy*3 を包絡

*1：熱電対周囲の最大実測値 44℃に若干の余裕を見た温度として設定

*2：0.046[Gy/h] × (24×365.25) [h/y] × □ [y] = □ kGy

*3：500kGy（最大集積線量）は原子炉格納容器内での重大事故等時集積線量の解析値を包絡するように設定した設計値であるが、実際の解析値は300kGy以下であることが確認されている。

表 2.5.4 熱電対の事故時雰囲気暴露試験（重大事故等時）の包絡性

	条件（温度－時間）	100℃換算*1	合計
事故時雰囲気 暴露試験 【図 2.5.1 参照】		*2 1,378 時間	3,803 時間
		651 時間	
		550 時間	
		464 時間	
		413 時間	
		347 時間	
重大事故等時*3 【添付-6）-2 参照】		1 時間	1,459 時間
		1 時間	
		1 時間	
		11 時間	
		33 時間	
		20 時間	
		49 時間	
		40 時間	
		46 時間	
		48 時間	
		142 時間	
		109 時間	
		80 時間	
		118 時間	
		101 時間	
		86 時間	
	81 時間		
	93 時間		
	95 時間		
	119 時間		
	119 時間		
	66 時間		

*1：活性化エネルギー □ [kcal/mol] (ACA) での換算値

*2：□

*3：格納容器過温破損事故包絡条件

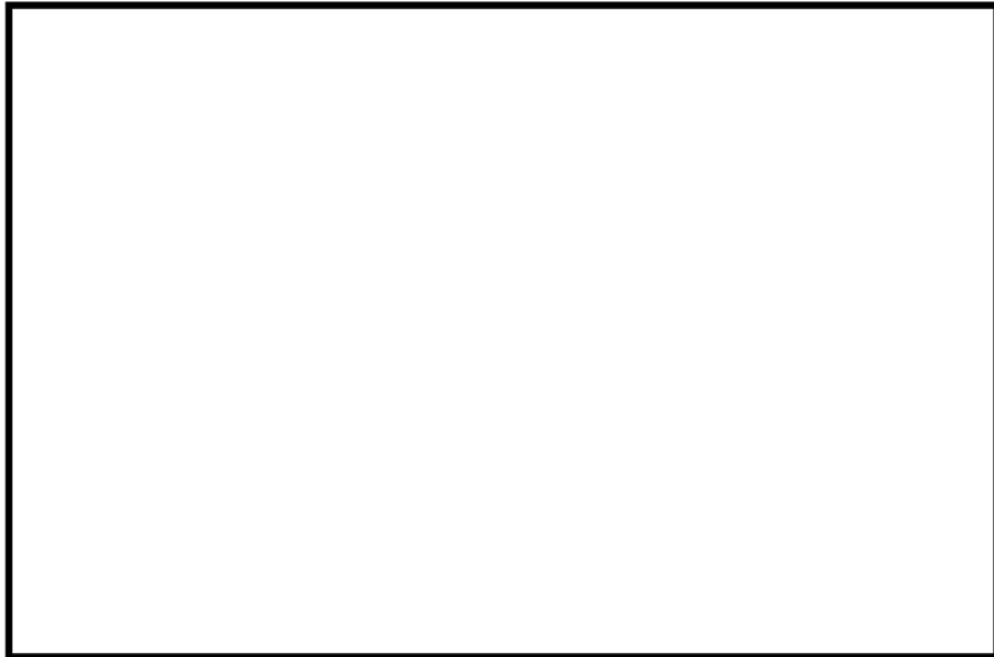


図 2.5.1 熱電対 重大事故等時雰囲気暴露試験条件

表2.5.5 熱電対の長期健全性試験結果

項目	判定
性能試験	良

以上のとおり、事故時雰囲気暴露試験の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡し、事故時雰囲気暴露試験後の長期健全性試験結果も判定基準を満足していることから、事故時環境下で健全性を維持できると判断する。

タイトル	電気・計装品の評価（共通項目）について
概要	電気・計装品の評価（共通項目）について以下に示す。
説明	添付-1) 電気設備評価対象機器の製造メーカー、型式等について 添付-2) 評価対象機器の保全内容および保全実績等について 添付-3) JEAG4623-2018で要求される試験項目の実施の有無について 添付-4) 電気計装設備のEQ管理に対する対応について

タイトル	電気設備評価対象機器の製造メーカー、型式等について			
概要	電気設備の主な技術評価対象機器の代表機器の製造メーカー、型式等を以下に示す。			
説明	評価設備	代表機器	型式	製造メーカー
	高圧ポンプモータ	海水ポンプモータ	全閉型三相誘導電動機	
		電動補助給水ポンプモータ	開放型三相誘導電動機	
		高圧注入ポンプモータ	全閉型三相誘導電動機	
	低圧ポンプモータ	原子炉補機冷却水ポンプモータ	全閉型三相誘導電動機	
	電気ペネトレーション	LV型モジュール	モジュラー型	
	弁電動装置	余熱除去系第1入口弁電動装置	SMB-3	
	高圧ケーブル	難燃高圧CSHVケーブル	高圧架橋ポリエチレン絶縁難燃低塩酸特殊耐熱ビニルシース	
	低圧ケーブル	難燃PHケーブル	難燃エチレンプロピレンゴム絶縁難燃クロロスルホン化ポリエチレンシース	
	同軸ケーブル	難燃三重同軸ケーブル-1	架橋ポリエチレン絶縁架橋ポリエチレン内部シース・難燃架橋ポリエチレン外部シース	
	ケーブル接続部	気密端子箱接続	タイプS型、タイプD型	
		直ジョイント	LC-N、LC-S	
		三重同軸コネクタ接続-1	TRC-3SJ/TRC-3SP	
		電動弁コネクタ接続-1	NTG	

タイトル	評価対象機器の保全内容および保全実績等について
概要	絶縁低下に関連する主な保全内容および保全実績について以下に示す。
説明	<p>(1) 代表機器の保全内容</p> <p>技術評価を実施した代表機器の機器名、評価対象部位、保全項目、判定基準および点検頻度を別紙 5. 添付-2)-1に示す。</p> <p>(2) 主な保全実績</p> <p>技術評価を実施した機器の主な補修・取替実績、実施時期および取替理由を別紙 5. 添付-2)-2に示す。</p>

代表機器の機器名、評価対象部位、保全項目、判定基準および点検頻度(1/4)

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	保全項目	判定基準	点検頻度	備考
高圧ポンプモータ	①海水ポンプモータ ②電動補助給水ポンプモータ ③高圧注入ポンプモータ	固定子コイル、口出線・接続部品	絶縁抵抗測定			
			直流吸収試験			
			tan δ			
			部分放電試験			
低圧ポンプモータ	・原子炉補機冷却水モータ	固定子コイル、口出線・接続部品	絶縁抵抗測定			
電気ペネトレーション	・LV型モジュール	ポットティング材、 Oリング、外部リード	絶縁抵抗測定または 系統機器の動作確認			
		ポットティング材、Oリング	原子炉格納容器局部 漏えい率試験			
			N ₂ ガス圧力確認			
弁電動装置	・余熱除去系第1入口弁 電動装置	口出線・接続部品、固定子コイル	絶縁抵抗測定			
	・T/D補助給水ポンプ主蒸 気元弁電動装置	口出線・接続部品、主極、補極、 電機子コイル、電磁ブレーキ	絶縁抵抗測定			
高圧ケーブル	・難燃高圧 CSHV ケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定			
			直流漏洩電流試験			
			tan δ			
			シース絶縁抵抗測定			
	遮蔽層抵抗測定					
・難燃高圧 3PNCT ケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定				

代表機器の機器名、評価対象部位、保全項目、判定基準および点検頻度(2/4)

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	保全項目	判定基準	点検頻度	備考
低圧ケーブル	・ 難燃 PH ケーブル ・ FPET ケーブル ・ FPTF ケーブル	絶縁体	絶縁抵抗測定または系統機器の動作確認			
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	絶縁抵抗測定			
ケーブル接続部	・ 気密端子箱接続 ・ 直ジョイント	絶縁物等	絶縁抵抗測定または系統機器の動作確認			
	・ 三重同軸コネクタ接続- 1	絶縁物等	絶縁抵抗測定			
	・ 電動弁コネクタ接続- 1	絶縁物等	絶縁抵抗測定または系統機器の動作確認			
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 (遮断器)	絶縁抵抗測定			
		計器用変流器、計器用変圧器	絶縁抵抗測定			
		保護リレー (静止形)	絶縁抵抗測定			
動力変圧器	・ 動力変圧器 (安全系)	コイル	絶縁抵抗測定			
パワーセンタ	・ パワーセンタ (安全系)	ばね蓄勢用モータ (遮断器)	絶縁抵抗測定			
		計器用変圧器	絶縁抵抗測定			
		保護リレー (静止形)	絶縁抵抗測定			

代表機器の機器名、評価対象部位、保全項目、判定基準および点検頻度(3/4)

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	保全項目	判定基準	点検頻度	備考
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	絶縁抵抗測定			
		保護リレー（静止形）	絶縁抵抗測定			
		励磁装置	絶縁抵抗測定			
			絶縁抵抗測定（絶縁試験）			
			tan δ			
			直流吸収試験			
		巻線抵抗測定				
空調モータ	①安全補機開閉器室空調ファンモータ ②空調用冷水ポンプモータ	①固定子コイル、口出線、接続部品 ②固定子コイル、口出線	絶縁抵抗測定			
	・空調用冷凍機モータ	固定子コイル、口出線・接続部品	絶縁抵抗測定			
空気圧縮装置	・制御用空気圧縮機モータ	固定子コイル、口出線・接続部品	絶縁抵抗測定			
燃料取扱設備 (クレーン関係)	①燃料取替クレーン ②燃料移送装置	①②モータ（低圧）の固定子コイル	絶縁抵抗測定			
		①②電磁ブレーキ固定鉄心	絶縁抵抗測定			
		①指速発電機	絶縁抵抗測定			
		①②変圧器	絶縁抵抗測定			

代表機器の機器名、評価対象部位、保全項目、判定基準および点検頻度(4/4)

評価対象設備	グループ内代表機器	評価対象部位	保全項目	判定基準	点検頻度	備考
非常用発電設備 発電機	・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）	絶縁抵抗測定			
			直流吸収試験			
			tan δ			
			部分放電試験			
		回転子コイル（低圧）	絶縁抵抗測定			
口出線・接続部品（低圧）	絶縁抵抗測定					
非常用発電設備内 燃機関付属設備	・燃料弁冷却水ポンプ ・燃料油移送ポンプ ・潤滑油プライミングポンプ ・非常用ガスタービン発電機 燃料油移送ポンプ	モータ固定子コイルおよび口出線	絶縁抵抗測定			
計器用電源設備	・計装用インバータ盤	変圧器	絶縁抵抗測定			
制御棒駆動装置用 電源設備	・原子炉トリップ遮断器	ばね蓄勢用モータ（遮断器）	絶縁抵抗測定			

技術評価を実施した機器の主な補修・取替実績、実施時期および取替理由

評価対象設備	機器名	補修・取替実績	実施時期	取替理由
高圧ポンプモータ	海水ポンプモータ	固定子取替 (1台/4台)	第16回定期検査時 (2023年度)	予防保全

タイトル	JEAG4623-2018 で要求される試験項目の実施の有無について
概要	電気ペネトレーションおよび弁電動装置駆動部の長期健全性試験について、JEAG4623-2018 で要求される試験項目の実施有無について以下に示す。
説明	<p>1) 電気ペネトレーション</p> <p>電気ペネトレーションの長期健全性試験は、JEAG4623-2018（日本電気協会 原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針）（以下、「JEAG4623」という。）で呼び込んでいる IEEE Std. 317-2013 に準拠した手順で実施している（別紙 5. 添付-3)-1）。</p> <p>2) 弁電動装置</p> <p>弁電動装置の長期健全性試験は、IEEE Std. 382-1996 に準拠した手順で実施している。JEAG4623 で呼び込んでいる IEEE Std. 382-2006 の要求事項の実施の有無について確認し、実施していない場合はその理由を整理した（別紙 5. 添付-3)-2）。</p>

IEEE Std. 317-2013 の長期健全性試験に関する要求事項と電共委の実施有無(1/4)

No	IEEE Std. 317-2013 要求事項		2015年度 電共研 実施有無	IEEE Std. 317-2013 の要求に対して、 電共委で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
1	6.3.1 初期特性試験	各供試体は製造試験に合格していること。	○	
2	6.3.2 1) 輸送・保管の 模擬	供試体は輸送・保管の最も厳しい環境条件に曝すものとする。	×	PWR プラントでの輸送・保管時は厳しい条件に曝されることはないため、実施しない。 温度変化による熱膨張の影響は熱サイクル試験で評価可能である。熱サイクル試験の温度差は 55℃であるが、PWR の輸送・保管時に 55℃を超過する温度差は発生しないものと考えられるためである。
3	6.3.2 2) 運転熱サイク ルの模擬	供試体は、供用期間中の運転サイクルを模擬した熱サイクル試験を行うこと。	○	—
4	6.3.2 3) 熱劣化の模擬	<ul style="list-style-type: none"> 供試体は、設置寿命期間中の設計通常使用温度での運転を模擬するために熱劣化処理を受けるものとする。 加速劣化時間及び温度はアレニウスのデータから算出するか、正当化することができる他の方法を用いても良い。 	○	—
5	6.3.2 4) 放射線照射の 模擬	設計通常使用環境の放射線を設置寿命期間中模擬した放射線を供試体に照射するものとする。設計基準事象による最大累積放射線量をこの時点で含めても良い。	○	—
		6.3.2 1)～4)の事前処理後、供試体は、漏えい試験及び電気試験（導通、絶縁抵抗試験、耐電圧試験）に合格するものとする。		

IEEE Std. 317-2013 の長期健全性試験に関する要求事項と電共委の実施有無(2/4)

No	IEEE Std. 317-2013 要求事項		2015年度 電共研 実施有無	IEEE Std. 317-2013 の要求に対して、 電共委で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
6	6.3.3 (1) 短絡電流および短絡熱容量試験	<p>短絡電流および短絡熱容量試験を行うこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置状態を模擬し、短絡状態時に応力を受けるすべての構成部品を含むものとする。 試験は室温で実施してよいが、試験開始時の導体温度は、定格連続電流試験時の最高温度以上とすること。 短絡電流試験は、定格短絡電流以上で、継続時間は0.033秒以上とする。短絡熱容量試験は、定格短絡熱容量と同様の電流の二乗×時間(秒)とする。 短絡熱容量試験は短絡電流試験と組み合わせても良い。 <p>・試験後、漏えい試験及び電気試験(導通、耐電圧試験)に合格するものとする。</p>	×	<p>本試験の目的は、大電流通電による熱と電磁力に対する検証と考えられる。</p> <p>実際の電源系統では、過負荷短絡電流等の保護回路により、短絡電流等は瞬時遮断[0.02秒程度]されるため、短時間許容温度および熱劣化に対して影響は無いと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱に対する影響は、電流の継続時間が非常に短く、ポッティング材やケーブルの絶縁体の短時間許容温度および熱劣化に対して影響は無いと考えられる。 電磁力に対しては、ポッティング材内のケーブル間で吸引、反発力が働き、ポッティング材に力が加わるが、電流の継続時間が非常に短く、ポッティング材の健全性に対して影響は無いと考えられる。
7	6.3.3 (2) 耐震試験	<ul style="list-style-type: none"> 供試体は、設計使用条件に裕度を加えた条件の人力振動スペクトルで ANSI/IEEE Std 344-1975(1980年改訂)に準じて耐震試験を行う。 試験中、供試体の全ての導体は、連続性を維持し、定格電圧に裕度を加えたものに耐えるものとする。 <p>・試験後、漏えい試験及び電気試験(耐電圧試験)に合格するものとする。</p>	×	<p>JEAG4623には耐震試験の要求はなく、また、電気ペネトレーションは原子炉格納容器の貫通スリーブに直接溶接で取付けられており、剛構造である。両側にケーブルが接続されているが、電気ペネトレーションが取付けられている原子炉格納容器とケーブルが接続されている他の建屋との間に地震動により相対変位が生じてもケーブルは柔軟であるため、電気ペネトレーションには反力は作用しない。従って、電気ペネトレーションに作用する荷重は原子炉格納器内の圧力と電気ペネトレーションの自重に起因する荷重のみであり、有意な応力は発生しないため、耐震性に問題はない。</p> <p>したがって、耐震試験を実施しなくても問題ないと判断する。</p>

IEEE Std. 317-2013 の長期健全性試験に関する要求事項と電共委の実施有無(3/4)

No	IEEE Std. 317-2013 要求事項		2015年度 電共研 実施有無	IEEE Std. 317-2013 の要求に対して、 電共委で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
8	6.3.3 (3) 最過酷 DBE 環 境条件の模擬 試験	<ul style="list-style-type: none"> 設計最大想定事故時の環境条件（圧力、温度、湿度、放射線（放射線照射の模擬に含まれない場合）化学スプレー）に対する健全性を実証すること。 試験中、導体に定格電圧を連続的に印加するものとする。 試験後、漏えい試験に合格するものとする。 	○	—
9	6.3.3 (4) 最過酷 DBE 環 境条件での定 格短時間過負 荷電流試験	<ul style="list-style-type: none"> 最も厳しい DBE 環境条件時の定格連続電流通電時に、供試体の1回路が定格短時間過負荷電流および継続時間を通電できるものとする。 定格短時間過負荷電流とは最高通常環境温度で定格電流を通電している状態で、1つの回路が、導体温度が短時間過負荷設計温度限度を超過せずに、規程の時間通電することができる過負荷電流で、定格連続電流の7倍以上で継続時間は10秒以上とする。 環境条件で、温度は6.3.3(3)の試験中の最高温度以上、圧力は設計圧力以上（二重導体シールの場合は内側を加圧してもよい。）化学スプレー、蒸気は必要はない。 試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。 	×	<p>本来の目的は、事故時の温度、圧力が高い状態で、大電流通電による熱に対する検証と考えられる。</p> <p>実際の電源系統では、過負荷・短絡電流等の保護回路により、定格短絡時間過負荷・短絡電流等の保護回路により、定格短時間過負荷試験電流は影響の少ない時間で遮断されるため、短時間許容温度および熱劣化に対して影響は無いと考えられる。</p>

IEEE Std. 317-2013 の長期健全性試験に関する要求事項と電共委の実施有無(4/4)

No	IEEE Std. 317-2013 要求事項		2015年度 電共研 実施有無	IEEE Std. 317-2013 の要求に対して、 電共委で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
10	6.3.3 (5) 最過酷 DBE 環境条件での定格短絡電流試験	<ul style="list-style-type: none"> 最も厳しい DBE 環境条件時の定格連続電流通電時に、供試体の 1 回路が定格短絡電流を通电できるものとする。 電流値および継続時間は、短絡電流試験は、定格短絡電流以上で、継続時間は 0.033 秒以上とする。 環境条件は 6.3.3(4) と同じ。 	×	<p>本試験の目的は、事故時の温度、圧力が高い状態で、大電流通電による熱と電磁力に対する検証と考えられる。</p> <p>実際の電源系統では、過負荷短絡電流等の保護回路により、短絡電流等は瞬時遮断[0.02 秒程度]されるため、短時間許容温度および熱劣化に対して影響は無いと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱に対する影響は、電流の継続時間が非常に短く、ポッティング材やケーブルの絶縁体の短時間許容温度および熱劣化に対して影響は無いと考えられる。 電磁力に対しては、ポッティング材内のケーブル間で吸引、反発力が働き、ポッティング材に力が加わるが、電流の継続時間が非常に短く、ポッティング材の健全性に対して影響は無いと考えられる。
		<ul style="list-style-type: none"> 試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。 		
11	6.3.3 (6) 最過酷 DBE 環境条件での定格短絡熱容量 (I ² t) 試験	<ul style="list-style-type: none"> 最も厳しい DBE 環境条件時の定格連続電流通電時に、定格短絡熱容量 (I²t) と同等の電流 (A) の二乗×時間 (秒) を発生させる短絡電流を通电させる。 環境条件は 6.3.3(4) と同じ。 6.3.3(5) で試験された導体は 6.3.3(6) の試験を受ける必要はなく、別々の供試体で実施する 短絡熱容量試験は短絡電流試験と組み合わせても良い。 	×	同上
		<ul style="list-style-type: none"> 試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。 		

IEEE Std. 382-2006 の長期健全性試験に関する要求事項と電共研の実施有無(1/3)

No	IEEE Std 382-2006 要求事項		H19 年度電共研 実施有無	IEEE Std 382-2006 の要求に対して、 電共研で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
1	6. 3. 2a) 試験前の検査	<ul style="list-style-type: none"> 次項目に対する試験計画に応じて実施 a. 制御装置の設定 b. 留め具の固定具合 c. 原動力の駆動系 d. 試験機器の校正状態 	○	—
2	6. 3. 2b) 初期機能試験	<ul style="list-style-type: none"> 初期データについて採取を行うこと。 	○	—
3	6. 3. 2c) 通常熱劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> 駆動部性能特性は熱劣化の前後に測定する。 熱劣化分析を行うことにより、劣化時間と温度の試験パラメータを決定する。IEEE規格323-2003、IEEE規格1205-2000、及びIEEE規格101-1987を指針として参照する。 	○	—
4	6. 3. 2d) 通常熱劣化試験後の中間検査	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。 	○	—
5	6. 3. 2e) 通常放射線劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> 設置寿命中に予想される線量に曝すものとする。 	○	—
6	6. 3. 2f) 通常放射線劣化試験後の中間検査	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。 	○	—
7	6. 3. 2g) 機械劣化試験	<ul style="list-style-type: none"> アクチュエータは当該の用途に向けての代表的なサイクル数だけ繰り返す。 	○	—

IEEE Std. 382-2006 の長期健全性試験に関する要求事項と電共研の実施有無(2/3)

No	IEEE Std 382-2006 要求事項		H19 年度電共研 実施有無	IEEE Std 382-2006 の要求に対して、 電共研で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
8	6. 3. 2h) 機械劣化試験 後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	○	—
9	6. 3. 2i) 通常加圧サイ クル試験	・外部加圧の代表的な回数 (e. g. 15回) を駆動部の最大格納容器圧力に曝す (e. g. 448 k Pag (65psig))。 ・圧力は最大格納容器圧力までゆっくりと高め、一定時間 (e. g. 3~5 分) 安定を保ち、その後各圧力サイクルについてゆっくりと減圧する。	○	—
10	6. 3. 2j) 通常加圧サイ クル試験後の 中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	○	—
11	6. 3. 2k) 振動劣化試験	・0. 75Gまたは両振幅で0. 025を超えない低周波数で必要な加速度に駆動部を曝し、その周波数を2 オクターブ/分の速度で、5Hzから100Hzへ、100Hzから5Hzへ掃引させ正弦運動を印加するものとする。 ・各直交軸に沿って90分の振動を印加するものとする。 ・15分毎に模擬負荷を掛けた状態で運転を行うこと。	○	—
12	6. 3. 2l) 振動劣化試験 後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	×	事故時の健全性確認が目的であり、中間・終了後の機能試験は必ずしも必要ではないため。
13	6. 3. 2m) 地震模擬試験	・単周波数試験及び多周波数試験の両方の実施を推奨する。	○	—

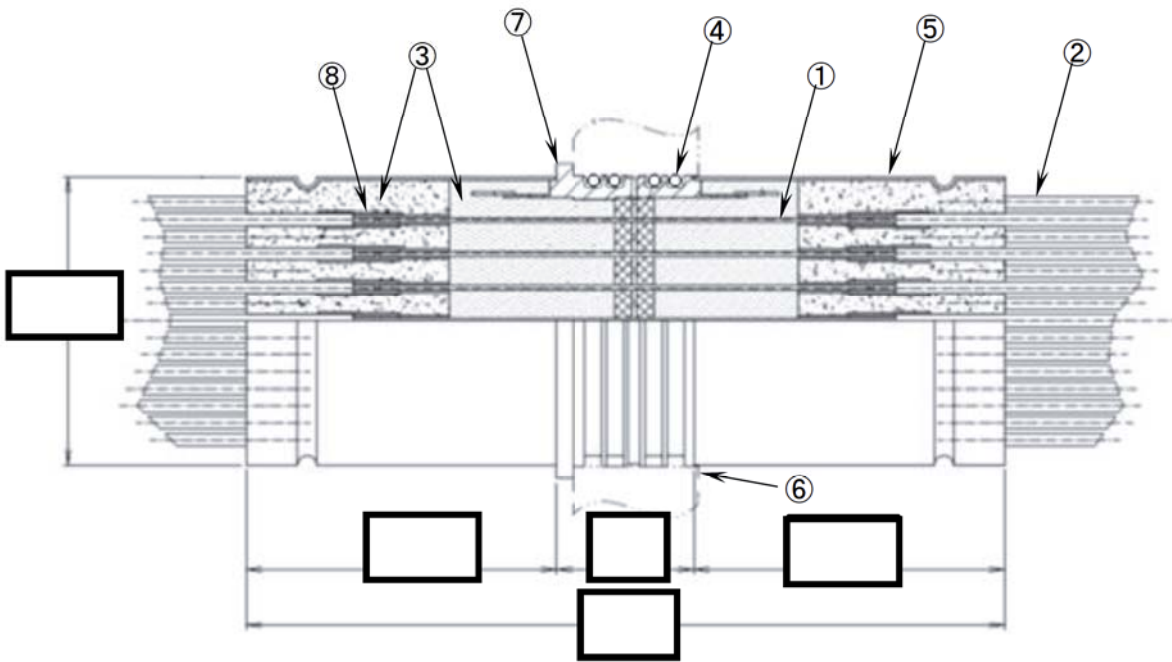
IEEE Std. 382-2006 の長期健全性試験に関する要求事項と電共研の実施有無(3/3)

No	IEEE Std 382-2006 要求事項		H19 年度電共研 実施有無	IEEE Std 382-2006 の要求に対して、 電共研で実施していない場合の理由等
	試験項目	試験内容		
14	6. 3. 2n) 地震模擬試験 後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	○	—
15	6. 3. 2o) 設計基準事象 放射線曝露試験	・駆動部を、設計基準事象中及び設計基準事象以降、安全関連機能を果たす必要がなくなる時までに駆動部が受けると予想される線量に曝すものとする。	○	—
16	6. 3. 2p) 設計基準事象 放射線曝露試験 後の中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	○	—
17	6. 3. 2q) 設計基準事象 環境試験	・設計基準事象環境の温度、圧力、湿度、またはスプレ環境において運転させることとする。 ・駆動部を定格負荷条件で運転させることとする。	○	—
18	6. 3. 2r) 設計基準事象 環境試験後の 中間検査	・必要に応じて初期機能試験と同様の検査を行うこと。	○	—

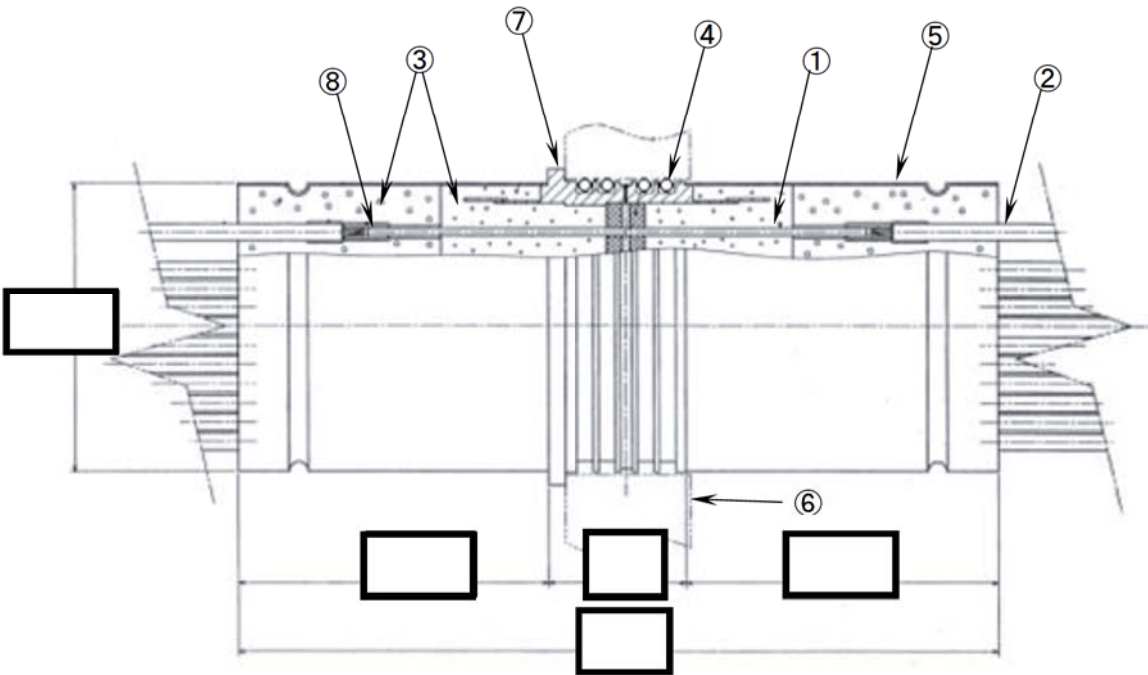
タイトル	電気計装設備の EQ 管理に対する対応について
概要	伊方 3 号炉の EQ 管理について以下に示す。
説明	<p>設計基準事故対処設備の EQ 機器については、対象機器、ケーブル、接続部、電気ペネも含めて、それぞれの設置環境と健全性試験結果を基に寿命評価結果等を網羅的にまとめた EQ 管理リストの整備が完了しており、EQ 機器個々の評価寿命を確認する目的でリスト管理を実施している状況である。</p> <p>また、重大事故等対処設備の EQ 機器については、現在、設計基準事故対処設備の EQ 機器と同様の EQ 管理リストを整備中であるが、実機環境に対して余裕を持った条件での寿命評価は実施している。</p> <p>なお、設計基準事故対処設備および重大事故等対処設備の EQ 機器のうち、定期取替品としている計装品本体の取替管理については、別途定める保全指針にて定める取替周期に従って取替管理を実施しており、設定周期が上記の機器個別の評価寿命を超過していないことは確認している。</p>

タイトル	屋外ケーブルの水トリーに対する現状保全内容について
概要	屋外ケーブルの水トリーに対する現状保全内容について、以下に示す。
説明	<p>高圧ケーブルの屋外布設箇所のうち埋設電路については、雨水等が自然排水されないことから、水が溜まった際に自動的に排水する排水ポンプを設置している。排水ポンプの保全内容については以下のとおり。</p> <p>点検項目：運転状態確認（異音、振動確認） 点検頻度 <input type="text"/></p> <p>また、埋設電路内の水溜まりの有無を定期的を目視確認することとしている。目視確認の実施頻度・確認項目は以下のとおり。 実施頻度 <input type="text"/> 確認項目：高圧ケーブルが浸水状態にないこと等</p>

タイトル	電気ペネトレーションの製造メーカーによる構造等の相違について
概要	電気ペネトレーションの製造メーカーによる構造等の相違について以下示す。
説明	<p>伊方3号炉には、とのモジュラー型電気ペネトレーションが使用されている。2つの製造メーカーの電気ペネトレーションに構造上（寸法含む）の相違は無い。</p> <p>また、各構成部材についても相違なく、ポッティング材にはエポキシ樹脂、OリングにはEPゴムを使用している。</p> <p>添付-1) 2つの製造メーカーの電気ペネトレーションの構造図</p>



伊方 3号炉 LV型モジュール構造図



伊方 3号炉 LV型モジュール構造図

No.	部位	No.	部位
①	銅棒	⑤	本体
②	外部リード	⑥	端板
③	ポッティング材	⑦	ヘッダー
④	Oリング	⑧	接続金具

タイトル	通電による温度上昇、余裕について
概要	通電による温度上昇、余裕について、以下に示す。
説明	添付-1) 難燃PHケーブルの健全性評価で設定した温度について 添付-2) 難燃SHVVケーブルの健全性評価で設定した温度について 添付-3) モジュラー型電気ペネトレーションの健全性評価で設定した温度について 添付-4) 難燃高圧CSHVケーブルの健全性評価で設定した温度について 添付-5) ケーブルの健全性評価で設定した温度について

タイトル	難燃PHケーブルの健全性評価で設定した温度について
概要	難燃PHケーブルの健全性評価で設定した温度 (52℃) の根拠について、以下に示す。
説明	<p>補足説明資料P.9 表4.1-5</p> <p>「*3：原子炉格納容器内でのケーブル布設箇所周囲の平均温度の実測値に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度として設定。」の「通電による温度上昇」と「若干の余裕」の考え方は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通電による温度上昇：約10℃ 電力用ケーブルトレイに布設されるケーブルの通電電流による温度上昇として、通常運転時に使用されるモータ等の運転状況やケーブルの布設状況を考慮し、別紙8. 添付-1)-1のように算出した。 ・若干の余裕：2℃ 実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。

低圧ケーブルの通電電流による温度上昇計算について

1. 検討対象とするケーブルについて

事故時機能要求のあるケーブル（以下、「EQケーブル」という）には、電力・制御・計装の3種類の用途のケーブルがある。これらのうち、制御・計装ケーブルについては通電電流値が小さく、通電による温度上昇は極めて小さいと考えられる。

また、電力ケーブルについては、通電電流による温度上昇が想定されるが、事故時機能要求のある電力ケーブルは、電動弁の駆動モータのみであり、運転期間の動作時間はごく僅かであり、通常運転期間中における劣化を考慮する際には影響は無視できると考えられる。

しかしながら、原子炉格納容器内の通路部の一部EQケーブルについては、ケーブルトレイ（以下、「トレイ」という）内に布設しているため、EQケーブル以外の周辺ケーブルの通電による温度影響を考慮する必要があると考える。なお、トレイは、制御用、計装用、電力用に分かれていることから、通電時の電流が大きい電力用トレイに関して、通電による温度上昇を考慮する。

2. 温度上昇計算について

IEEEのサマーミーティングにてストーピー氏により発表された論文[※]によると、トレイの中に布設されている各ケーブルを一つの塊として捉えると、この中に含まれるケーブル導体、絶縁体、シースは同一の温度のものに晒されると考えられている。

上記の考え方に基づき、トレイの周囲温度と絶縁体の許容温度およびケーブルの布設形態（ケーブル占積率）から許容できる総発生熱量を求め、これから単位断面積当たりの許容熱発生強度を算出し、この値を基にサイズごとの許容電流を導き出し、実験による値と差がないことが確認されている。したがって、トレイの周囲温度とトレイの中の総発生熱量およびケーブルの布設形態から、トレイ中の最高温度（絶縁体の最高使用温度）を求めることが可能と考え、温度上昇値の計算を行った。なお、トレイはAトレイとBトレイに分けて施工されているが、ケーブル1本あたりの発熱量が大きい設備である原子炉容器冷却ファン等の台数は同じであることから、Aトレイを代表として評価を行った。

※：J. Stolpe Southern California Edison Co. (1970). Ampacities for Cables in Randomly Filled Trays: IEEE 70 TP 557 - PWR

3. 計算結果について

計算には、一般的なモデルトレイ形状、実機相当のケーブル布設本数を想定した上で、実機の通常運転時の負荷状況を想定して算出する。なお、ケーブルはランダムに布設されるものとして発熱量を算出する。

以上を踏まえ、周辺温度を40℃、発熱量を [] [watt/m] として計算を行い、ケーブル表面温度は [] °C、絶縁体温度は [] °C となったことから、温度上昇値は9.62℃となる。

なお寿命評価においては、さらに若干の余裕を見込み温度上昇値を12℃として計算を行っている。

具体的には、(1) 式より、周囲温度 T_a と総発熱量 W からケーブル総体の平均表面温度 T_c を求め、そこから(2) 式より、絶縁体温度 T_m を求める。

$$W = hA_s(T_c - T_a) + \delta A_s \varepsilon [(T_c + 273)^4 - (T_a + 273)^4] \quad \dots (1)$$

W : 単位長さ当りのトレイの中での総発熱量 [watt/cm] = []

h : トレイの総括対流伝熱係数 [watt/cm²・°C] = []

T_c : ケーブル総体の平均表面温度 [°C] = []

T_a : 周囲温度 [°C] ⇒ 40

δ : ステファン・ボルツマン定数 [watt/cm²・K⁴] ⇒ 5.67×10^{-12}

ε : ケーブル総体とトレイ表面の熱放射 (輻射率) = []

A_s : トレイ単位長さ当たりのケーブル表面積 [cm²] = []

$$T_m = T_c + \Delta T_c \quad \dots (2)$$

T_m : ケーブルの絶縁体の最高温度 [°C] = []

ΔT_c : ケーブル総体の中での温度降下 [°C] = []

なお、

$$\Delta T_c = W \rho d / 8w \quad \dots (3)$$

ρ : ケーブル総体の中での熱抵抗 [°C・cm/watt] ⇒ 400

d : ケーブル総体深さ [cm] = []

w : ケーブル総体の幅 (トレイの幅) [cm] = []

計算には、一般的なモデルトレイ形状、実機相当のケーブル布設本数を想定し、実機の通常運転時の負荷電流が流れていると想定して算出する。

発熱量の計算においては、ケーブルはランダムにトレイに布設されているものとして扱い、平均的な通電電流値を求めた上で、トレイ内の発熱量を計算する。そこから求めた発熱量 [] [watt/m] を計算上のトレイ発熱量として設定している (表 1 参照)。

表 1 原子炉格納容器内低圧電力トレイ（モデルトレイ）の発熱量

--

表 2 原子炉格納容器内低圧電力ケーブルの通電状況(1/1)

ケーブル サイズ [mm ²]	負荷 電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	101		○			原子炉容器冷却ファン 3A
	61		○			制御棒ガス駆動装置冷却ファン 3A
	61		○			制御棒ガス駆動装置冷却ファン 3A
	39				○	蓄圧タンク 3A 出口弁
	39				○	蓄圧タンク 3C 出口弁
	31				○	ループ 3C 余熱除去系第 2 入口弁
	13				○	余熱除去系出口連絡ライン弁 3A
	13				○	余熱除去ラインループ 3A 高温側注入弁
	6.0				○	RCP 冷却水出口第 1 隔離弁
	5.8				○	加圧器逃がし元弁 3A
	5.8				○	高圧注入ポンプ出口連絡弁 3A
	5.8				○	高温側高圧注入ライン止弁 3A
	2.0				○	ループ 3A 高温側サンプリング隔離弁
	1.4				○	制御用空気供給ヘッド隔離弁 3A
	0.64				○	格納容器空気モニタリング第 1 隔離弁 3 号
	0.64				○	CV 水素バージ給気ライン第 1 隔離弁
	0.64				○	CV 水素バージ排気ライン第 1 隔離弁

タイトル	難燃SHVVケーブルの健全性評価で設定した温度について
概要	難燃SHVVケーブルの健全性評価で設定した温度（58℃）の根拠について、以下に示す。
説明	<p>技術評価書（低圧ケーブル） P. 16 表2. 3-3</p> <p>「*1：原子炉格納容器外での設計平均温度（40℃）に通電による温度上昇と余裕を加えた温度として設定。」の「通電による温度上昇」と「余裕」の考え方は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通電による温度上昇：約16℃ 電力用ケーブルトレイに布設されるケーブルの通電電流による温度上昇として、通常運転時に使用されるモータ等の運転状況やケーブルの布設状況を考慮し、別紙8. 添付-2)-1のように算出した。 ・余裕：2℃ 実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。

低圧ケーブルの通電電流による温度上昇計算について

1. 検討対象とするケーブルについて

事故時機能要求のあるケーブル（以下、「EQケーブル」という）には、電力・制御・計装の3種類の用途のケーブルがある。これらのうち、制御・計装ケーブルについては通電電流値が小さく、通電による温度上昇は極めて小さいと考えられる。

また、電力ケーブルについては、通電電流による温度上昇が想定されるが、事故時機能要求のある電力ケーブルは、電動弁の駆動モータのみであり、運転期間の動作時間はごく僅かであり、通常運転期間中における劣化を考慮する際には影響は無視できると考えられる。

しかしながら、原子炉格納容器外の通路部の一部EQケーブルについては、ケーブルトレイ（以下、「トレイ」という）内に布設しているため、EQケーブル以外の周辺ケーブルの通電による温度影響を考慮する必要があると考える。なお、トレイは、制御用、計装用、電力用に分かれていることから、通電時の電流が大きい電力用トレイに関して、通電による温度上昇を考慮する。

2. 温度上昇計算について

IEEEのサマーミーティングにてストーピー氏により発表された論文[※]によると、トレイの中に布設されている各ケーブルを一つの塊として捉えると、この中に含まれるケーブル導体、絶縁体、シースは同一の温度のものに晒されると考えられている。

上記の考え方に基づき、トレイの周囲温度と絶縁体の許容温度およびケーブルの布設形態（ケーブル占積率）から許容できる総発生熱量を求め、これから単位断面積当たりの許容熱発生強度を算出し、この値を基にサイズごとの許容電流を導き出し、実験による値と差がないことが確認されている。したがって、トレイの周囲温度とトレイの中の総発生熱量およびケーブルの布設形態から、トレイ中の最高温度（絶縁体の最高使用温度）を求めることが可能と考え、温度上昇値の計算を行った。なお、トレイはAトレイとBトレイに分けて施工されているが、ケーブル1本あたりの発熱量が大きい設備である原子炉コントロールセンタ3C1等の台数は同じであることから、Aトレイを代表として評価を行った。

※：J. Stolpe Southern California Edison Co. (1970). Ampacities for Cables in Randomly Filled Trays: IEEE 70 TP 557 - PWR

3. 計算結果について

計算には、一般的なモデルトレイ形状、実機相当のケーブル布設本数を想定した上で、実機の通常運転時の負荷状況を想定して算出する。なお、ケーブルはランダムに布設されるものとして発熱量を算出する。

以上を踏まえ、周辺温度を40℃、発熱量を [] [watt/m] として計算を行い、ケーブル表面温度は [] °C、絶縁体温度は [] °C となったことから、温度上昇値は15.28℃となる。

なお寿命評価においては、さらに若干の余裕を見込み温度上昇値を18℃として計算を行っている。

具体的には、(1)式より、周囲温度 T_a と総発熱量 W からケーブル総体の平均表面温度 T_c を求め、そこから(2)式より、絶縁体温度 T_m を求める。

$$W = hA_s(T_c - T_a) + \delta A_s \varepsilon [(T_c + 273)^4 - (T_a + 273)^4] \quad \dots (1)$$

W : 単位長さ当りのトレイの中での総発熱量 [watt/cm] = []

h : トレイの総括対流伝熱係数 [watt/cm²・°C] = []

T_c : ケーブル総体の平均表面温度 [°C] = []

T_a : 周囲温度 [°C] ⇒ 40

δ : ステファン・ボルツマン定数 [watt/cm²・K⁴] ⇒ 5.67×10^{-12}

ε : ケーブル総体とトレイ表面の熱放射 (輻射率) = []

A_s : トレイ単位長さ当たりのケーブル表面積 [cm²] = []

$$T_m = T_c + \Delta T_c \quad \dots (2)$$

T_m : ケーブルの絶縁体の最高温度 [°C] = []

ΔT_c : ケーブル総体の中での温度降下 [°C] = []

なお、

$$\Delta T_c = W \rho d / 8w \quad \dots (3)$$

ρ : ケーブル総体の中での熱抵抗 [°C・cm/watt] ⇒ 400

d : ケーブル総体深さ [cm] = []

w : ケーブル総体の幅 (トレイの幅) [cm] = []

計算には、一般的なモデルトレイ形状、実機相当のケーブル布設本数を想定し、実機の通常運転時の負荷電流が流れていると想定して算出する。

発熱量の計算においては、ケーブルはランダムにトレイに布設されているものとして扱い、平均的な通電電流値を求めた上で、トレイ内の発熱量を計算する。そこから求めた発熱量 [] [watt/m] を計算上のトレイ発熱量として設定している (表1参照)。

表 1 原子炉格納容器外低圧電力トレイ（モデルトレイ）の発熱量

実機プラントケーブル本数*	モデルトレイ（300mm×150mm）ケーブル状況、発熱量

表 2 原子炉格納容器外低圧電力ケーブルの通電状況(1/4)

ケーブル サイズ [mm ²]	負荷 電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	88	○				ディーゼルコントロールセンタ 3A
	247	○				原子炉コントロールセンタ 3C1
	247	○				原子炉コントロールセンタ 3C1
	247	○				原子炉コントロールセンタ 3C1
	152	○				原子炉コントロールセンタ 3C2
	152	○				原子炉コントロールセンタ 3C2
	152	○				原子炉コントロールセンタ 3C2
	213	○				ヒートトレーシング変圧器 3A
	201		○			原子炉補機冷却水ポンプ 3A
	201		○			原子炉補機冷却水ポンプ 3A
	201		○			原子炉補機冷却水ポンプ 3B
	201		○			原子炉補機冷却水ポンプ 3B
	196				○	余熱除去ポンプ 3A
	196				○	余熱除去ポンプ 3A
	177				○	加圧器後備ヒータ 3A1
	177				○	加圧器後備ヒータ 3A1
	155		○			安全補機開閉器室空調ファン 3A
	155		○			安全補機開閉器室空調ファン 3A
	137		○			使用済燃料ピットポンプ 3A
	137		○			使用済燃料ピットポンプ 3A
	177				○	加圧器後備ヒータ 3A2

表 2 原子炉格納容器外低圧電力ケーブルの通電状況(2/4)

ケーブル サイズ [mm ²]	負荷 電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	177				○	加圧器後備ヒータ 3A2
	143		○			空調用冷凍機 3A
	143		○			空調用冷凍機 3A
	143		○			空調用冷凍機 3B
	143		○			空調用冷凍機 3B
	109		○			制御用空気圧縮機 3A
	109		○			制御用空気圧縮機 3A
	58	○				充電器盤 3A
	53				○	アニュラス排気フィルタ用電気加熱コイル 3A
	39				○	予備充電器盤 3A
	53		○			空調用冷水ポンプ 3A
	53		○			空調用冷水ポンプ 3B
	39				○	蓄圧タンク 3A 出口弁
	39				○	蓄圧タンク 3C 出口弁
	39				○	主給水隔離弁 3A
	39				○	主給水隔離弁 3C
	38				○	アニュラス排気ファン 3A
	48			○		制御用空気除湿装置制御盤 3A
	31				○	ループ 3C 余熱除去系第 2 入口弁
	26	○				計装用インバータ 3A
	26	○				計装用インバータ 3C
	20	○				火災防護設備用電源 3A-1
	20	○				火災防護設備用電源 3A-2
	34		○			中央制御室空調ファン 3A
	26				○	格納容器再循環サンプ 3A 隔離弁
	26		○			燃料取替用水タンクポンプ 3A
	25				○	中央制御室非常用給気フィルタ用電気加熱コイル 3A
	16				○	ループ 3C 余熱除去系第 1 入口弁
	15			○		電動補助給水ポンプ室給気ファン 3A
	13				○	余熱除去系出口連絡ライン弁 3A
	13				○	余熱除去ラインループ 3A 高温側注入弁
	9.8	○				放射線監視設備サンプリングパッケージ分電盤 3A
	20				○	余熱除去冷却器 3A 出口弁
	18		○			中央制御室再循環ファン 3A
	15				○	ほう酸ポンプ 3A
	14				○	安全補機室冷却ファン 3A
	13				○	余熱除去ポンプ 3A 再循環サンプ, RWST 側入口弁
	13				○	高圧注入ポンプ入口弁 3A
	13				○	補機冷却水戻りヘッダ 3C 止弁
	12				○	安全補機室排気フィルタ用電気加熱コイル 3A

表 2 原子炉格納容器外低圧電力ケーブルの通電状況(3/4)

ケーブル サイズ [mm ²]	負荷 電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	9.0				○	高圧注入ライン隔離弁 3A
	9.0				○	格納容器スプレイポンプ 3A 入口弁
	9.0				○	格納容器スプレイ冷却器 3A 出口弁
	9.0				○	RHR 冷却器冷却水出口弁 3A
	9.0				○	スプレイクーラ 3A 冷却水出口弁
	8.4				○	安全補機室排気ファン 3A
	7.9			○		タービン動補助給水ポンプ室給気ファン 3A
	6.9			○		制御用空気圧縮機室給気ファン 3A
	6.0				○	充てんライン第 1 隔離弁
	6.0				○	SFP クーラ 3A 冷却水入口弁
	6.0				○	SFP クーラ 3B 冷却水入口弁
	6.0				○	RCP 冷却水入口第 1 隔離弁
	6.0				○	RCP 冷却水出口第 1 隔離弁
	6.0				○	B A および WD エバポ冷却水戻り第 2 止弁 3 号
	5.8				○	主蒸気逃がし元弁 3A
	5.8				○	主蒸気逃がし元弁 3C
	5.8				○	加圧器逃がし元弁 3A
	5.8				○	高圧注入ポンプ出口連絡弁 3A
	5.8				○	高温側高圧注入ライン止弁 3A
	3.9				○	C/V 再循環ユニット 3C, 3D 冷却水入口隔離弁
	3.7				○	補助給水隔離弁 3B
	3.7				○	高圧注入ポンプ 3A ミニマムフロー第 1 弁
	3.7				○	高圧注入ポンプ 3B ミニマムフロー第 1 弁
	3.7				○	高圧注入ポンプ 3A 封水注入ライン止弁
	3.7				○	電動補助給水ポンプ出口電動弁 3A
	3.7				○	電動補助給水ポンプ出口電動弁 3C
	3.7				○	C/V 再循環ユニット 3A 冷却水出口隔離弁
	3.7				○	C/V 再循環ユニット 3B 冷却水出口隔離弁
	3.7				○	CRDM および余剰抽出クーラ冷却水入口隔離弁 3 号
	3.5				○	CCW 冷却器海水出口弁 3A
	3.5				○	CCW 冷却器海水出口弁 3B
	2.9				○	主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止弁 3A
	2.9				○	主蒸気隔離弁上流側ドレンライン止弁 3C
	2.9				○	M/D 補助給水ポンプ 2 次系純水タンク側入口弁 3A
	2.9				○	空調用冷水 A ヘッド入口分岐弁 3 号
	2.6				○	体積制御タンク出口弁
	2.6				○	非常用補給水弁
	2.0				○	RCP-3A 封水注入ライン隔離弁
	2.0				○	RCP-3C 封水注入ライン隔離弁
	2.0				○	M/D 補助給水ポンプ補助給水タンク側入口弁

表 2 原子炉格納容器外低圧電力ケーブルの通電状況(4/4)

ケーブル サイズ [mm ²]	負荷 電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	2.0				○	ループ 3A 高圧側サンプリング隔離弁
	2.0				○	空調用冷水 C ヘッド入口止弁 3 号
	1.4				○	封水戻りライン第 2 隔離弁
	1.4				○	余熱除去ポンプ 3A ミニマムフロー弁
	1.4				○	制御用空気供給ヘッド連絡管ヘッド側隔離弁 3A
	1.4				○	制御用空気供給ヘッド 3A 主蒸気逃がし弁等空気供給元弁
	1.4				○	制御用空気供給ヘッド格納容器隔離弁 3A
	1.4				○	制御用空気供給ヘッド隔離弁 3A
	0.64				○	よう素除去薬品タンク出口第 1 弁 3A
	0.64				○	よう素除去薬品タンク出口第 2 弁 3A
	0.64				○	格納容器空気モニタリング第 1 隔離弁 3 号
	0.64				○	格納容器水素パージ給気ライン第 1 隔離弁 3A
	0.64				○	格納容器水素パージ排気ライン第 1 隔離弁 3A
	28			○		ほう酸タンクヒータ 3A1
	28			○		ほう酸タンクヒータ 3B1
	12				○	中央制御室非常用給気ファン 3A
	9.3	○				M/C-3C 補機スペースヒータ電源
	2.9				○	充てんポンプ補助油ポンプ 3A
	2.9				○	充てんポンプ補助油ポンプ 3B1
	2.6	○				空調用冷凍機 3A 制御盤
	2.6	○				P/C-3C1 補機スペースヒータ電源
	2.6	○				P/C-3C2 補機スペースヒータ電源
	2.6	○				空調用冷凍機 3B 制御盤
	1.5		○			蓄電池室排気ファン 3A
	1.4	○				高圧注入ポンプ補助油ポンプ 3A

タイトル	モジュラー型電気ペネトレーションの健全性評価で設定した温度について
概要	モジュラー型電気ペネトレーションの健全性評価で設定した温度の根拠について、以下に示す。
説明	<p>①補足説明資料P. 49「モジュラー型電気ペネトレーションの各部位の環境条件は、上記の使用条件の温度38℃に、通常運転時の電流値から算出した発熱による温度上昇および裕度を加えた以下の温度としている。」の「温度上昇」と「裕度」の考え方は、以下の通り。</p> <p>温度上昇（下記算出方法による）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポッティング材およびOリング：約4℃ ・外部リード：約6℃（低圧電力用のみ考慮） <p>裕度：2℃</p> <p>実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。</p> <p><温度上昇値の算出方法></p> <p>供試体を用いた通電試験時の温度測定値から、単位長さあたりの総発熱量と温度上昇値との相関関係を得て、各モジュール型式の通常運転時の通電電流値や導体断面積等から温度上昇値が最大となるものを求めた結果、実機の電気ペネトレーションの型式のうち、200LP型の温度上昇値が最大で、下記の温度上昇値であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・供試体の単位長さあたりの総発熱量：[] [W/mm] ・供試体（ポッティング材、Oリング）の温度上昇値：[] [℃] ・供試体（外部リード）の温度上昇値：[] [℃] ・200LP型の単位長さあたりの総発熱量：[] [W/mm] <p>ポッティング材、Oリングの温度上昇値</p> $= [] [℃] \times [] [W/mm] \div [] [W/mm] = [] [℃]$ <p>外部リードの温度上昇値</p> $= [] [℃] \times [] [W/mm] \div [] [W/mm] = [] [℃]$ <p>以上により、ポッティング材およびOリングの温度上昇値を約4℃、外部リードの温度上昇値を約6℃とした。</p>

説 明	<p>②補足説明資料P. 16 表4. 2-3 「*1：電気ペネトレーションの周囲温度（約38℃）に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度」の「通電による温度上昇」と「若干の余裕」の考え方は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通電による温度上昇：約6℃（算出方法は①と同じ。） ・若干の余裕：2℃ 実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。 <p>③補足説明資料P. 19 表4. 2-5 「*1：電気ペネトレーションの周囲温度（約38℃）に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度」の「通電による温度上昇」と「若干の余裕」の考え方は②と同じ。</p> <p>④補足説明資料P. 20 表4. 2-7 「*2：電気ペネトレーションの周囲温度（約38℃）に若干の余裕を加えた温度とし、実機での劣化分も加味して換算した。」の「若干の余裕」と「実機での劣化分も加味して換算」の考え方は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・若干の余裕：2℃ 実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。 ・実機での劣化分も加味して換算 補足説明資料添付-10)に記載の通り、45. 1℃－2. 2mGy/hの布設環境で18. 9年間（稼働率を考慮した年数）使用したケーブルを供試体としており、45. 1℃－18. 9年は実環境温度40℃で約27. 9年の劣化に相当するため、60年から27. 9年を引いた40℃－32. 1年を換算して109℃-154日とした。
-----	---

タイトル	難燃高圧CSHVケーブルの健全性評価で設定した温度について
概要	難燃高圧CSHVケーブルの健全性評価で設定した温度 (56℃) の根拠について、以下に示す。
説明	<p>技術評価書 (高圧ケーブル) P.12 表2.3-1</p> <p>「*1: 原子炉格納容器外でのケーブル周囲温度 (約40℃) に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度として設定した。」の「通電による温度上昇」と「若干の余裕」の考え方は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none">・通電による温度上昇: 約14℃ ケーブルの通電電流による温度上昇として、通常運転時の通電状況を考慮し、別紙 8. 添付-4)-1のように算出した。・若干の余裕: 2℃ 実機での周囲温度の計測誤差を含む余裕として設定した。

高圧ケーブルの通電電流による温度上昇計算について

一般に、通電電流と導体温度との間には以下の関係がある。

$$T_1 - T_0 = \frac{n \cdot \gamma \cdot R_{th} \cdot I^2}{\eta^2}$$

ここで、

T_1 : 導体温度 [°C]

T_0 : 周囲温度 [°C]

I : 通電電流 [A]

n : ケーブル線芯数

γ : 導体抵抗 [Ω/cm]

R_{th} : ケーブル全熱抵抗 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]

η : 多条布設の場合の電流低減値

である。

導体温度は絶縁体温度と同じであるとみなせ、上式により通電電流による絶縁体温度が算出できる。

ここで、高圧ケーブルの諸定数は表 1 に示す通りである。

表 1 高圧ケーブル諸定数

導体サイズ [mm ²]	導体抵抗 [Ω/cm at 60°C]	全熱抵抗 [$^{\circ}C \cdot cm/W$]	電流低減値
		難燃高圧 CSHV ケーブル	
	7.08×10^{-7}	94.8	0.75*1
	9.01×10^{-7}	74.1	
	2.17×10^{-6}	68.6	

*1 : 日本電線工業会規格 JCS 第 168 号 (2004 年) では、2 本密着布設で 0.85、3 本密着布設で 0.80、6 本以上の密着布設で 0.7 と規定されており、これより実機のケーブル布設状態 (数本のケーブルが若干の間隔を持って布設) を考慮して 0.75 とした。

なお、実機プラントの高圧電力ケーブルの通常運転時における通電状況を表 2 に示す。

表 2 安全系高圧電力ケーブルの通電状況

ケーブルサイズ [mm ²]	負荷電流 [A]	通常時の運転の負荷状況				負荷名称
		連続	切替	間欠	停止	
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	339				○	非常用ディーゼル発電機 3A
	182	○				動力変圧器 3C1
	193	○				動力変圧器 3C2
	112				○	高圧注入ポンプ 3A
	62				○	格納容器スプレイポンプ 3A
	49	○				充てんポンプ 3A
	49	○				充てんポンプ 3B
	37	○				海水ポンプ 3A
	37	○				海水ポンプ 3B
	35				○	電動補助給水ポンプ 3A
	33		○			補助建屋排気ファン 3A

表 2 に示す高圧ケーブルのうち、通常運転時の温度上昇が最大であると考えられる以下の 2 つのケーブルについて、導体温度と周囲温度の差 (= 温度上昇値) を求める。なお、高圧電力ケーブルは A トレンと B トレンに分けて施工されているが、ケーブル 1 本あたりの発熱量が大きい設備である動力変圧器の台数は同じであることから、A トレンを代表として評価を行った。

① 動力変圧器 3C1

$$T_1 - T_0 = \frac{3 \times 9.01 \times 10^{-7} \times 74.1 \times 182^2}{0.75^2} = 11.8 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

② 動力変圧器 3C2

$$T_1 - T_0 = \frac{3 \times 9.01 \times 10^{-7} \times 74.1 \times 193^2}{0.75^2} = 13.3 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

以上により、ケーブルの温度上昇値は約 14 [°C] とする。

タイトル	ケーブルの健全性評価で設定した温度について
概要	通電による温度上昇等の考え方について、以下に示す。
説明	<p>補足説明資料P.7 表4.1-1の「*2:通常運転時の難燃PHケーブル布設箇所周囲の平均温度の実測値に、通電による温度上昇等を考慮した温度として設定」の考え方の詳細は補足説明資料添付-2)に記載の通りで、概要を以下に示す。</p> <p>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難燃PHケーブルは、補足説明資料P.41添付-2)の表に示すエリアに布設されており、そのうち、通電による温度上昇を考慮する必要があるものは、「*1:安全系ケーブルトレイ布設ケーブルの通電による温度上昇を考慮するエリア」で示している。</p> <p>表に示すエリアのうち、温度上昇を考慮するエリアでの最高温度は40℃のエリアであり、40℃に通電による温度上昇等(温度上昇約10℃、余裕2℃)を考慮した52℃は、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難燃PHケーブルの各布設エリアの温度を包絡する温度として設定することは妥当であると考えます。</p> <p>なお、通路部最高温度である40℃のエリア等の温度上昇欄が「-」となっているエリアについては、制御または計装用ケーブルのみが布設されているため、通電による発熱量はごく僅かであり、温度上昇の考慮が不要である。</p>

タイトル	I S L O C A環境下における機器への影響について
概要	I S L O C A環境下における機器の経年劣化評価への影響について以下に示す
説明	<p>伊方3号炉のI S L O C A環境下で使用する電気計装品には、余熱除去流量計、高圧注入流量計、余熱除去ポンプモータ、高圧注入ポンプモータがある。設計段階における、これらの機器がI S L O C A環境下にさらされた場合の健全性確認は、許認可等で審査いただいている通りとなっている。</p> <p>許認可等で評価している伊方3号炉のI S L O C A環境下において機能要求のある機器の設置環境におけるI S L O C Aプロファイルを次項に示す。同プロファイルでは、最高温度123℃まで上昇するが、事象発生から□時間後には□℃まで低下する。なお、同プロファイルは余熱除去ポンプ入口弁の閉操作を考慮していないものとなっているが、事故時の操作としては7時間後に当該弁の閉操作が完了（漏えい停止）することとしている。</p> <p>このプロファイルの解析期間におけるI S L O C A時の機器の劣化量は次頁に記載の通り、通常時環境（原子炉格納容器外の設計平均温度である40℃）での劣化量に換算※すると、約18.9日分の劣化量に相当することになる。</p> <p>この劣化量については、点検間隔（法定13ヵ月）からすると考慮を要する劣化量ではなく、通常の点検間隔での現状保全により機器の健全性の維持は可能であると考ええる。</p> <p>なお、このプロファイルの解析期間以降については、プロファイル最終時点の環境温度が□℃まで低下しており、対象機器の中で最も耐熱性が低い伝送器を考慮しても、メーカー設計仕様の最高温度（□℃）以下になっており、対象機器の機能要求のある期間（SA 7日間）の健全性に影響を与えるレベルではないと考える。</p> <p>※：対象機器に使用されている有機物の活性化エネルギーを□kcal/molとする。</p>



図1 ISLOCA時の各機器の設置区画における雰囲気温度の推移

表1 ISLOCA時の通常環境温度への劣化量換算

蒸気暴露時間	温度	通常環境温度への換算時間
		約6.5日
		約4.3日
		約2.0日
		約6.1日
		Total : 約18.9日