

美浜発電所3号炉 劣化状況評価
(電気・計装品の絶縁低下)

補足説明資料

平成28年7月21日

関西電力株式会社

目次

1. はじめに.....	1
2. 代表機器の選定.....	1
3. 代表機器の技術評価	4
(1) 高圧ポンプモータ（海水ポンプモータ）の評価	4
1-1) ヒートサイクル試験による健全性評価.....	4
2-1) 経年機のコイル破壊電圧測定試験による健全性評価.....	6
3) 現状保全	8
4) 総合評価	8
5) 高経年化への対応.....	8
(2) 低圧ケーブル（難燃PHケーブル）	9
1-1) 電気学会推奨案による健全性評価.....	9
1-2) A C Aガイドによる健全性評価.....	11
2) 現状保全	13
3) 総合評価	13
4) 高経年化への対応.....	13
4. 代表機器以外の技術評価	14
5. まとめ	19

別紙 1～23

【美浜3号炉】

別紙 1 各ポンプモータの固定子取替実績について.....	22
別紙 2 事故時環境下で機能要求のある電機・計装設備の健全性評価を行う上で考慮した 事故シナリオについて.....	23
別紙 3 高圧ケーブル並びに事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・ 同軸ケーブルの取替実績について.....	24
別紙 4 長期健全性試験を実施した各代表ケーブル及びケーブル接続部の絶縁体等の活性化 エネルギーについて.....	25
別紙 5 各種ケーブル等の電気学会推奨案に基づく健全性評価のC V内設計基準事故包絡 性について.....	26
別紙 6 劣化状況評価書に示すA C A評価結果の代表性について.....	39
別紙 7 A C Aガイドに基づく評価における、ケーブルトレイ温度上昇の考え方につい て.....	40
別紙 8 屋外ケーブル水トリーに対する現状保全内容について.....	44

別紙 9	ピッグテイル型電気ペネトレーションの評価にかかる製造メーカーの相違について	45
別紙 10	ピッグテイル型電気ペネトレーションの長期健全性試験における加速熱劣化条件を算定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギーについて	46
別紙 11	ピッグテイル型電気ペネトレーション（外部リード含む）の設計基準事故時条件及び重大事故等時を包絡性について	47
別紙 12	三重同軸型電気ペネトレーションの評価について	50
別紙 13	ブッシング型電気ペネトレーションの構造及び使用材料について	59
別紙 14	設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置の取替実績について	61
別紙 15	設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について	63
別紙 16	弁電動装置の長期健全性試験のうち、加速熱劣化条件の妥当性について	69
別紙 17	弁電動装置の長期健全性試験のうち、圧力劣化の試験条件の妥当性について	70
別紙 18	弁電動装置の長期健全性試験条件のうち機械的劣化における、余熱除去ポンプ入口弁電動装置の想定動作回数（約1000回）の妥当性について	71
別紙 19	弁電動装置の長期健全性試験のうち、設計基準事故時雰囲気暴露試験の妥当性について	72
別紙 20	弁電動装置の長期健全性試験結果の判定に係るメーカー基準の内容及びその妥当性について	74
別紙 21	代表機器以外の設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある弁電動装置の評価について	75
別紙 22	保護リレーの評価に用いているサンプリング調査結果に供した保護リレーの絶縁材料、絶縁種別の同等性について	80
別紙 23	設計基準事故又は重大事故時の環境条件下で機能要求のある伝送器等の取替周期の妥当性について	81

1. はじめに

本資料は、電気・計装品の絶縁低下の劣化状況評価の補足として、高圧ポンプモータ（海水ポンプモータ）及び低圧ケーブル（難燃PHケーブル）の評価例を代表機器として、代表機器以外の評価結果については一覧表として示すと共に、評価内容の補足資料をとりまとめたものである。なお、機種毎の劣化状況評価については劣化状況評価書に取りまとめている。

電気・計装品には、その諸機能を達成するために、種々の部位にゴム、プラスチック等の高分子材料及びプロセス油等の有機化合物材料が使用されている。

これら材料は、環境的（熱・放射線等）、電氣的及び機械的な要因で劣化するため、絶縁特性が低下し、電気・計装設備の機能が維持できなくなる可能性がある。

絶縁低下は、通電部位と大地間、あるいは通電部位と他の通電部位間の電氣的独立性（絶縁性）を確保するため介在されている高分子絶縁材料が、環境的（熱・放射線等）、電氣的及び機械的な要因で劣化するため、電気抵抗が低下し、絶縁性を確保できなくなる現象である。

2. 代表機器の選定

電気・計装品の絶縁低下が想定される機器は多数存在するため、劣化状況評価では、評価対象となる機器の中から代表機器を選定して評価を行う。評価対象機器、代表機器は、以下の手順にて選定する。

①絶縁低下に係る評価対象設備

絶縁低下の評価では、電気・計装設備の機能維持に必要な絶縁性能を考慮すべき設備を評価対象として抽出している。抽出した設備を「表 2.1 評価対象設備（電気・計装設備）」に示す。

②評価対象機器の選定とグループ化

劣化状況評価書では、評価対象機器を電圧区分（高圧・低圧）、型式、設置場所（屋内・屋外）、絶縁材料等によりグループ化を実施した。

③代表機器の選定

グループ化した評価対象機器について、設備の重要度、使用条件等を考慮して代表機器を選定した。

以下の説明では、この手順で選ばれた絶縁低下が想定されるグループ内代表機器のうち、下記2機器を例に挙げて評価の詳細を説明する。

絶縁低下評価においては、設備の重要度及び絶縁低下への影響が大きいと考えられる設置環境（熱・放射線、事故時環境）を考慮し、屋外に設置されており、点検検査結果により健全性評価を行っている「高圧ポンプモータ（海水ポンプモータ）」及び事故時環境下で機能が要求され、環境認定試験による健全性評価を行っている「難燃PHケーブル」を

代表例として選定し、具体的な評価内容を説明する。なお、「高圧ポンプモータ（海水ポンプモータ）」及び「難燃PHケーブル」以外の評価結果は「4. 代表機器以外の技術評価」に示す。

表 2.1 美浜 3 号炉 評価対象設備（電気・計装設備）

機器・構造物	評価対象設備	評価対象部位	過酷な事故時環境においても機能要求のある設備*	
			設計基準事故	重大事故等
ポンプモータ	高圧モータ	固定子コイル、口出線他		
	低圧モータ	固定子コイル、口出線		
容器	電気ペネトレーション	ポッティング材、外部リード	○	○
弁	弁電動装置	固定子コイル他	○	
ケーブル	高圧ケーブル	絶縁体		
	低圧ケーブル	絶縁体	○	○
	同軸ケーブル	絶縁体、内部シース	○	○
	ケーブル接続部	絶縁物他	○	○
電気設備	メタルクラッド開閉装置	ばね蓄勢用モータ他		
	動力変圧器	コイル		
	パワーセンタ	保護リレー他		
計測制御設備	制御設備	計器用変流器他		
空調設備	空調モータ	固定子コイル他		
機械設備	空気圧縮装置	固定子コイル		
	燃料取扱設備	変圧器他		
	燃料移送設備	変圧器他		
電源設備	非常用ディーゼル発電設備	固定子コイル他		
	計器用電源設備	変圧器		
	制御棒駆動装置用電源設備	ばね蓄勢用モータ		

*：JEAG4623-2008「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」に基づき、適用範囲(対象設備)を検討

3. 代表機器の技術評価

(1) 高圧ポンプモータ（海水ポンプモータ）の評価

1-1) ヒートサイクル試験による健全性評価

・評価手順及び試験条件

高圧ポンプモータと同種の一般的な固定子コイルの絶縁低下に対する評価方法を用いる。ここでは、IEEE（米国電気電子学会）Std.275-1981 の規格に基づき実施した評価試験（ヒートサイクル試験）結果より固定子コイルの長期健全性を評価した。

IEEE Std.275-1981 では、熱、機械、環境および電気の各劣化要因について個々に試験条件が述べられているが、モータはこれらの劣化要因が複合するため、複合劣化の試験条件で固定子コイルの長期健全性を評価する。

ヒートサイクル試験の試験手順、試験条件およびヒートサイクル方法例を以下に示す。

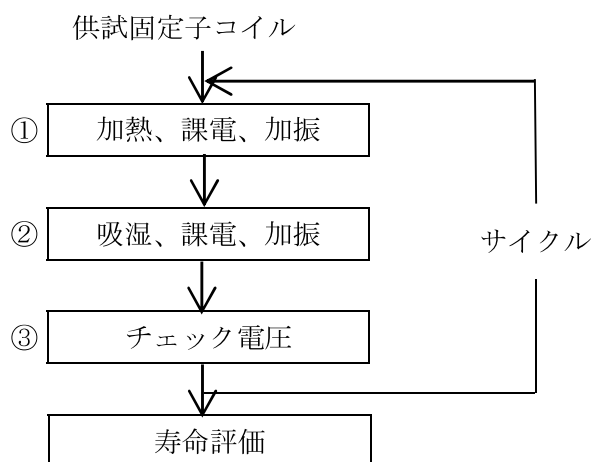
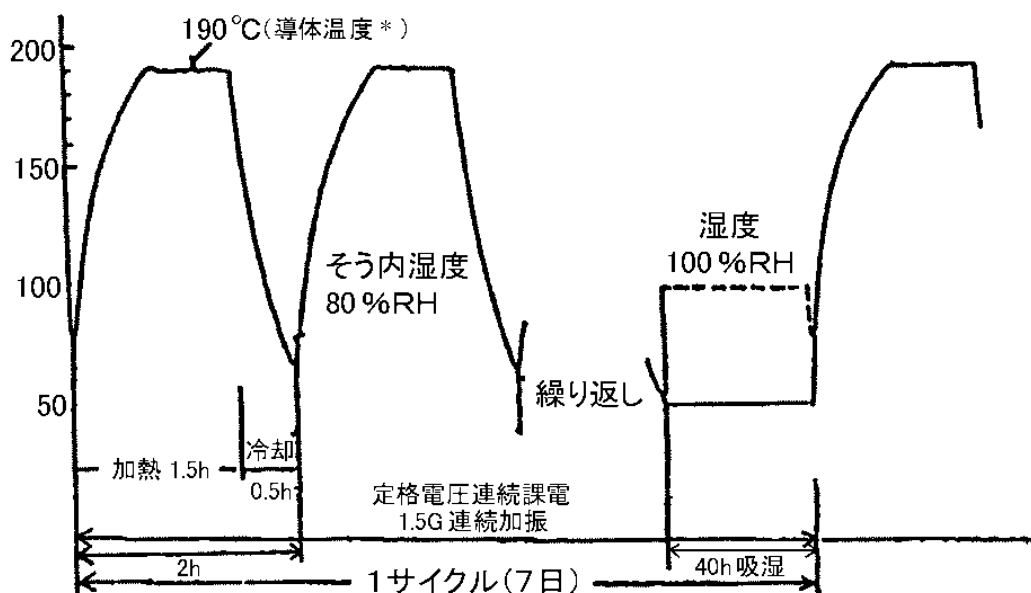


図 3.1.1 ヒートサイクル長期健全性評価手順

表3.1.1 ヒートサイクル試験条件

手順	試験項目	試験条件 1	試験条件 2	実機設計条件
①	温度	170℃×2時間 (加熱1.5h、冷却0.5h、at80%RH)	190℃×2時間 (加熱1.5h、冷却0.5h、at80%RH)	最大145℃
	電圧	6.6kV—常時印加	6.6kV—常時印加	6.6kV
	振動	1.5G—常時加振	1.5G—常時加振	1G以下
②	湿度	100%RH—40時間 (at 50℃)	100%RH—40時間 (at 50℃)	最大RH100% (at 40℃)
	電圧	6.6kV—常時印加	6.6kV—常時印加	6.6kV
	振動	1.5G—常時加振	1.5G—常時加振	1G以下
③	チェック電圧	対地間 1.5×E=9.9kV-1分間 線間 150V-1分間	対地間 1.5×E=9.9kV-1分間 線間 150V-1分間	——

RH: relative humidity (相対湿度)



*:絶縁体温度 170℃×2時間相当)

図 3.1.2 ヒートサイクル方法例 (試験条件 1)

・試験結果

供試高圧ポンプモータの固定子コイルについて、図 3.1.1 の評価手順①（6 4 回程度の繰返し）、②、③を 1 サイクルとし、コイル絶縁がチェック電圧で破壊するまで繰り返して、1 7 0℃および 1 9 0℃での耐熱寿命を基にアレニウス則*1 が成り立つと仮定して定数 A、B を求め、耐熱寿命曲線を得る。

*1：アレニウス則

$$\log Y = -A + \frac{B}{273 + t} \quad (1)$$

Y：寿命時間 (hr)
t：運転温度 (℃)
A、B：定数
log Y：自然対数

この耐熱寿命曲線は、モータに適用している絶縁固有の特性を表す。

この (1) 式に当該モータの運転温度*2 t (℃) を代入して、寿命を求める。

この寿命で耐用期間（管理強化の目安）を決定する。

*2：運転温度

運転温度は、使用最高温度を用いる。

使用最高温度 = 周囲温度 + 固定子コイルの温度上昇

+ 測定ポイントとホットスポットとの差（マージン）

これらの結果、耐用期間（管理強化の目安）は、評価結果より、約 2 0 年（稼働率 1 0 0 % で 1 9 . 9 5 年）と判断する。

2-1) 経年機のコイル破壊電圧測定試験による健全性評価

・試験方法及び試験条件

実機で使用されていた高圧モータ（6 . 6 k V 級）で、固定子コイル破壊電圧を測定し、安全運転下限に低下するまでの期間を評価する。ここでは、JEC-2100 の規格に基づき安全運転下限値*を決定し、固定子コイルの長期健全性を評価した。

$$* : 2 E + 1 = 2 \times 6 . 6 [k V] + 1 [k V] = 1 4 . 2 [k V]$$

・試験結果

コイル破壊電圧の測定値を評価した結果が、運転年数*と絶縁破壊値の関係として、図 3.1.3 のように求められる。

$$* : \text{稼働率等を考慮に入れた年数} = \text{運転時間 (年)} + \text{休止時間 (年)} / \text{休止係数}$$

この評価からコイル破壊電圧の平均値と 9 5 % 信頼下限が安全運転下限に低下するのが 1 8 . 5 ~ 2 4 年となるため、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、運転年数で 1 8 . 5 年と判断する。

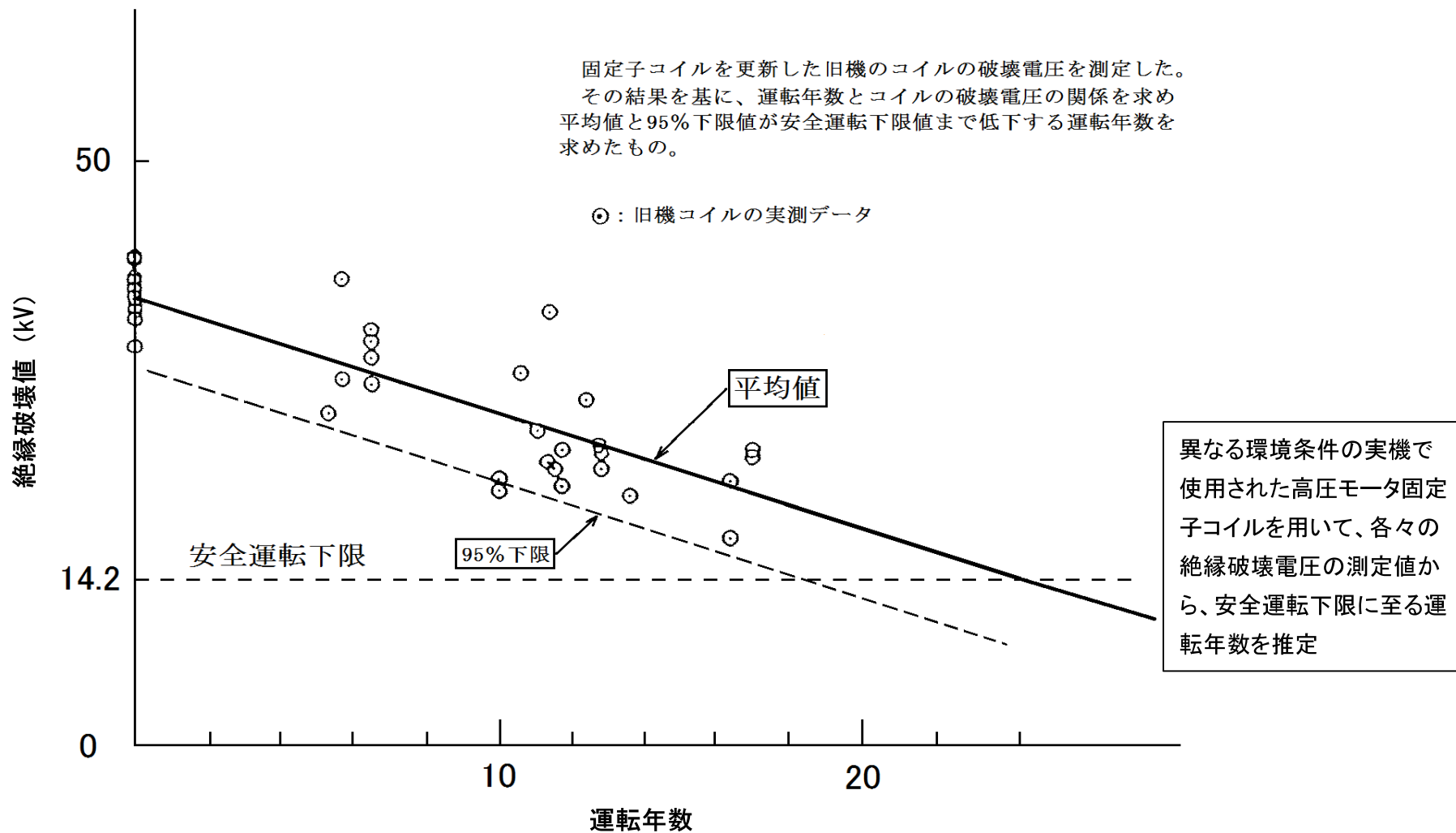


図 3.1.3 運転年数と絶縁破壊値の関係

3) 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁診断として絶縁抵抗測定および直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験、部分放電試験により、管理範囲に収まっていることの確認を行うとともに、傾向管理を行っている。

また、運転年数に基づき、直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験、部分放電試験の周期を短縮し、点検結果に基づき取替を実施することとしている。

なお、予防保全のため、海水ポンプモータについては第18回定期検査時（2000年度）および第21回定期検査時（2004～2006年度）に全台（4台）の固定子の取替を行っている。

4) 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下については機器の運転年数で18.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁診断による傾向管理を強化し健全性を確保している。また、絶縁低下は絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切である。

5) 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下については、定期的に絶縁診断を実施していくとともに、機器の運転年数と絶縁診断に基づいた取替を実施していく。

(2) 低圧ケーブル（難燃PHケーブル）

1-1) 電気学会推奨案による健全性評価

・試験手順

事故時雰囲気内で機能要求がある難燃PHケーブルの電気学会推奨案*¹に基づく試験手順及び判定方法を図 3.2.1 に示す。

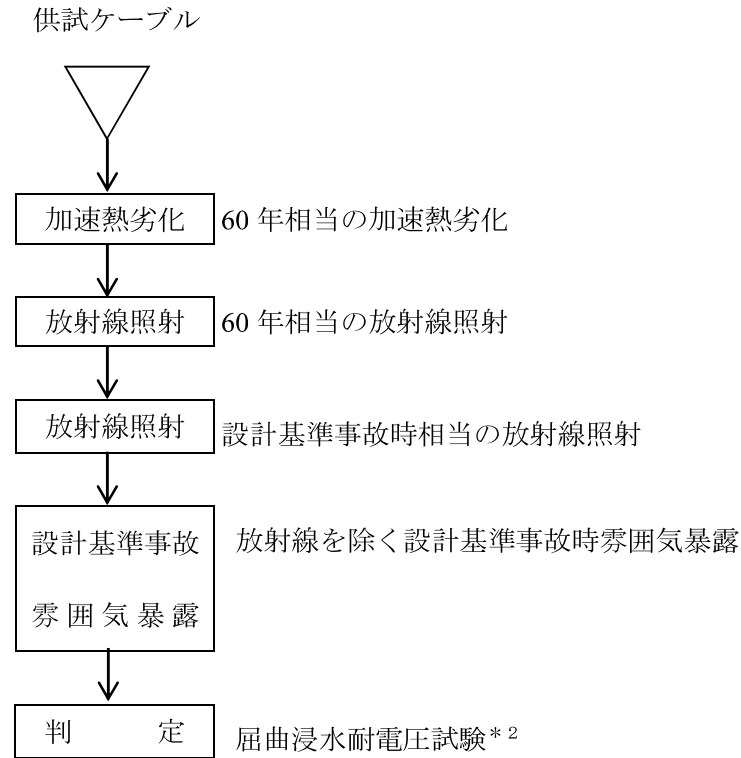


図 3.2.1 難燃PHケーブルの長期健全性試験手順

*1：電気学会技術報告Ⅱ部第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法並びに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の略称。IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹にした、ケーブルの加速劣化方法を含む試験条件、試験手順、並びに判定方法が述べられている。

*2：屈曲浸水耐電圧試験の試験手順は以下のとおり

- ① 直線状に供試ケーブルを伸ばした後供試ケーブルの外径の約40倍のマンドレル（円筒状の器具）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。

・試験条件、試験結果

試験条件は、実機環境に基づいて 60 年間の運転期間を想定した劣化条件を包絡している。難燃 PH ケーブルの長期健全性試験条件並びに長期健全性試験結果を表 3.2.1 及び表 3.2.2 に示す。

電気学会推奨案による 60 年間の運転期間を想定した劣化条件を包絡した試験（長期健全性試験）の結果、難燃 PH 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ことを確認した。

表 3.2.1 難燃 PH ケーブルの長期健全性試験条件

		試験条件	60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件 又は 設計基準事故時の環境条件	60年間の通常運転時の使用条件に基づく劣化条件 又は 重大事故等時の環境条件
通常 運 転 相	温 度	140℃－9日	107℃－9日 (=53℃*1－60年)	
	放 射 線 (集積線量)	500kGy (7.3kGy/h 以下)	206kGy*2	
事 故 時 雰 囲 気 相 当	放 射 線 (集積線量)	1500kGy (7.3kGy/h 以下)	607kGy	500kGy
	温 度	最高温度： 190℃	最高温度： 約122℃	最高温度：約138℃
	圧 力	最高圧力：0.41 MPa[gage]	最高圧力：約0.26 MPa[gage]	最高圧力：約0.305 MPa[gage]

*1：原子炉格納容器内でのケーブル周囲温度（約41℃）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。なお、布設環境が厳しい一部の難燃 PH ケーブルについては、使用条件に基づき温度メモリによる実測値（約51℃）に若干の余裕を加えた温度（53℃）で劣化条件を考慮しても、試験条件（140℃－9日）に包絡される。

*2：0.39[Gy/h] × (24×365.25) [h/y] × 60[y] = 206kGy

表 3.2.2 難燃 PH ケーブルの長期健全性試験結果

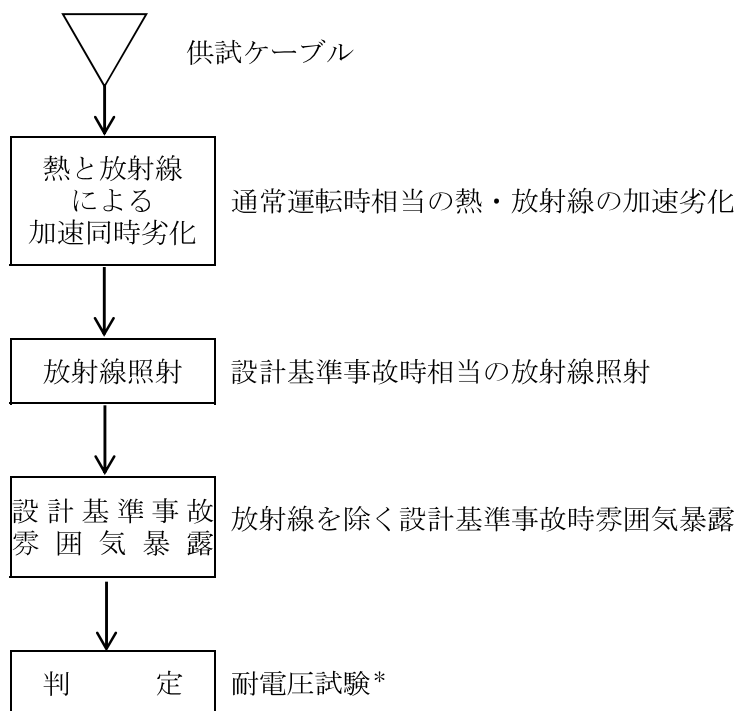
項 目	試 験 条 件	判 定
屈 曲 浸 水 耐電圧試験	供試体外径：11.5mm マンドレル径：400mm 絶縁厚さ：0.8mm 課電電圧：2.6kV/5分間	良

1-2) ACAガイドによる健全性評価

・試験手順並びに試験条件及び試験結果

原子力安全基盤機構により取りまとめられた「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド (JNES-RE-2013-2049)」(以下「ACAガイド」という。)に基づく試験手順を図 3.2.2 に、試験条件及び試験結果を表 3.2.3 及び表 3.2.4 に示す。

なお、評価にあたっては「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 レポート)」の試験結果を用いた。



*：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

図 3.2.2 難燃PHケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表 3.2.3 難燃PHケーブルの長期健全性試験条件 (ACA 試験条件：最大事前劣化条件)

		試験条件
通常運転相当	温度 放射線	100℃—94.8Gy/h—4003h
設計基準事故 相当	放射線 (集積線量)	1500kGy (10kGy/h 以下)
	温度	最高温度：190℃
	圧力	最高圧力：0.41MPa[gage]

表 3.2.4 難燃PHケーブルの長期健全性試験結果

項目	試験条件	判定
耐電圧試験	課電電圧：1500V/1分間	良

・健全性評価結果

前述の評価結果を、実布設環境に置き換え、健全性が確認できた評価期間の確認を行った結果を表 3.2.5 に示す。

難燃 PH 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 3.2.5 美浜 3 号炉 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、2	備考
	温度 [°C]	放射線量率 [Gy/h]		
ループ室	31	0.3882	75	
	51	0.0085	82	温度環境が厳しい箇所として参考に記載
加圧器室上部	51	0.0016	90	
通路部	41	0.0014	78*3	
MS 区画*4	40	0.0013	200*3	

*1：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：ケーブルトレイの温度上昇値（8°C）を考慮して評価している

*4：主蒸気配管・主給水配管中間建屋区画および主蒸気配管ディーゼル建屋区画

2) 現状保全

制御・計装用ケーブルについては、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がないことを確認している。また、電力用ケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることを確認している。

3) 総合評価

健全性評価結果から判断して、絶縁体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

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。

4. 代表機器以外の技術評価

評価対象設備	グループ内 代表機器	部位	グループ内 代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
高圧ポンプモータ	充てん／高圧注入 ポンプモータ	固定子コイル 口出線・接続部品	ヒートサイクル試験により評価した耐用期間と経年機によるコイル破壊電圧の測定値を評価した耐用期間から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、運転年数で18.5年と判断。運転年数で、18.5年以降に絶縁診断による傾向管理を強化し、健全性を確保。	絶縁診断を実施。また、運転年数に基づき、直流吸収試験、tan δ 試験、部分放電試験の周期を短縮し、点検結果に基づき取替を実施。	絶縁低下は運転年数で18.5年以降において発生の可能性は否定できないが、現状保全を継続することにより、健全性の維持可能。	絶縁診断を実施していくとともに、運転年数と絶縁診断に基づいた取替を実施していく。
低圧ポンプモータ	ほう酸ポンプモータ	固定子コイル 口出線	ヒートサイクル試験により評価した耐用期間と経年機によるコイル破壊電圧の測定値を評価した耐用期間から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、運転年数で16.5年と判断。過去の絶縁抵抗測定の結果に基づき、絶縁抵抗の監視強化し、健全性を確保。	絶縁抵抗測定を実施。また、過去の点検結果に基づき、絶縁抵抗測定の周期を短縮し、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施。	絶縁低下は運転年数で16.5年以降において発生の可能性は否定できないが、現状保全を継続することにより、健全性の維持可能。	絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき、必要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施していく。
電気 ペネトレーション	ビッグテイル型電気 ペネトレーション	ポッティング材 外部リード	長期健全性試験の結果、運転開始後60年間の通常運転とその後の設計基準事故後、または60年間の通常運転とその後の重大事故等時においても、絶縁機能を維持できると判断。	ケーブルおよび機器を含めた絶縁抵抗測定または機器の動作確認を実施。	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。	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。
弁電動装置	余熱除去ポンプ 入口弁	固定子コイル 口出線・接続部品	長期健全性試験の結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
高圧ケーブル	難燃高圧CSHVケー ブル	絶縁体	長期健全性試験の結果、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。	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
		絶縁体 (水トリー劣化)(屋外布 設ケーブルのみ)	ケーブルが長時間浸水する可能性は低いが、トレンチ底部の溜まり水によって高湿度環境となることを考慮すると、水トリー劣化による絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁診断を実施。 ケーブルトレンチの水溜り有無の 目視確認を実施。	高湿度環境となることを考慮すると、絶縁体の絶縁低下(水トリー劣化)の可能性は否定できないが、水トリー劣化による絶縁低下は絶縁診断で、浸水状態は目視確認で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁診断を実施していくとともに、点検結果の傾向に基づき取替等を検討していく。さらに、トレンチ内の目視確認を実施していく。

評価対象設備	グループ内 代表機器	部位	グループ内 代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
低圧ケーブル	難燃KKケーブル	絶縁体	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後、または60年間の通常運転とその後の重大事故等時においても、絶縁機能を維持できると判断。 また、ACAガイドに従った評価を実施し、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できると判断。	系統機器の動作確認または絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
	SHVVケーブル		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、運転開始後60年間において、絶縁機能を維持できると判断。		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。	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。
	VVケーブル		絶縁低下の可能性は小さいと考える。制御・計装用ケーブルについては電圧・電流値が電力用と比較して小さく、さらに問題となる可能性は小さいと考える。		絶縁低下の可能性は小さく、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。	系統機器の動作確認または絶縁抵抗測定を実施していく。
同軸ケーブル	難燃三重同軸ケーブル2	絶縁体 内部シース	電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後、または60年間の通常運転とその後の重大事故等時においても、絶縁機能を維持できると判断。 また、ACAガイドに従った評価を実施し、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できると判断。	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
	三重同軸ケーブル		電気学会推奨案に基づく長期健全性試験の結果、運転開始後60年間において、絶縁機能を維持できると判断。			
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-1 接続	絶縁物等	長期健全性試験の結果、運転開始後60年の通常運転とその後の設計基準事故後、または60年間の通常運転とその後の重大事故等時においても絶縁機能を維持できると判断。	系統機器の動作確認または絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
	原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続		長期健全性試験の結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できると判断。			
	高圧コネクタ接続		長期健全性試験を実施していないため、絶縁低下の可能性は否定できない。			

評価対象設備	グループ内 代表機器	部位	グループ内 代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
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	設置環境、作動時間から使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用していることから、絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
		計器用変流器 計器用変圧器	長期健全性試験の結果、運転開始後60年までの使用においても絶縁性能は維持できると評価できる。	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
		保護リレー	同種保護リレーのサンプリング調査結果による評価の結果、保護リレーの入力トランスが試験の判定基準を満たす期間は約47年であり、絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。 2019年度までに取替予定。	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。	2019年度までに保護リレーの更新を行う。
動力変圧器	動力変圧器(安全系)	コイル	長期健全性試験の結果から、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
パワーセンタ	パワーセンタ(安全系)	保護リレー	メタクラの評価と同様	同左	同左	同左
		計器用変圧器	メタクラの計器用変圧器の評価結果から、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
制御設備	非常用ディーゼル発電機制御盤	計器用変流器	メタクラの評価と同様	同左	同左	同左
		保護リレー	メタクラの評価と同様	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。
		励磁装置	設備の納入後20年前後より絶縁抵抗の低下を生じる可能性が考えられ、60年間の供用を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施し、10年経過後は精密点検としてtan δ測定、直流吸収比測定およびコイルの目視点検も実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は、絶縁抵抗測定および精密点検で検知可能であり、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定および精密点検としてtan δ測定、直流吸収比測定およびコイルの目視点検を実施していく。

評価対象設備	グループ内 代表機器	部位	グループ内 代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
空調モータ	補助建屋よう素除去 排気ファンモータ、制 御建屋送気ファン モータ (低圧モータ)	固定子コイル 口出線	ヒートサイクル試験により評価した耐用期間と経年 機によるコイル破壊電圧の測定値を評価した耐用 期間から、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力 を保有する期間は、運転年数で16～16.5年と判 断。過去の絶縁抵抗測定の結果に基づき、絶縁抵 抗の監視強化し、健全性を確保。	絶縁抵抗測定を実施。また、過 去の点検結果に基づき、絶縁抵 抗測定の周期を短縮し、必要に より洗浄、乾燥、絶縁補修処理 もしくは取替を実施。	絶縁低下は運転年数で16～16.5年以 降において発生の可能性は否定できない が、現状保全を継続することにより、健全 性の維持可能。	絶縁抵抗測定を実施していくと ともに、点検結果に基づき、必 要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補 修処理もしくは取替を実施して いく。
	チラーユニット用圧縮 機モータ (高圧モータ)	固定子コイル 口出線・接続部品	高圧ポンプモータの評価と同様	同左	同左	同左
空気圧縮装置	計器用空気圧縮機	固定子コイル 口出線	空調モータ(低圧モータ)の評価と同様	同左	同左	同左
燃料取扱設備	燃料取換クレーン	固定子コイル	低圧ポンプモータの評価と同様の評価を適用できる と考えられるが、設置環境は低圧ポンプモータより も厳しいため、それ以前での絶縁低下の可能性も 否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。また、過 去の点検結果に基づき、絶縁抵 抗測定の周期を短縮し、必要に より洗浄、乾燥、絶縁補修処理 もしくは取替を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶 縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であ り、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
		電磁ブレーキ	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用し ていることから、絶縁低下の発生の可能性は小さい と考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下 が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶 縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であ り、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
		指速発電機	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用し ていることから、絶縁低下の発生の可能性は小さい と考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下 が生じる可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶 縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であ り、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
		変圧器	長期健全性試験の結果、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。	絶縁抵抗測定を実施。	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。	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。

評価対象設備	グループ内 代表機器	部位	グループ内 代表機器の健全性評価	現状保全	総合評価	高経年化への対応
燃料移送装置	燃料移送装置	モータ(低圧)の固定子 コイル	燃料取換クレーンの評価と同様	同左	同左	同左
		電磁ブレーキ	燃料取換クレーンの評価と同様	同左	同左	同左
		変圧器	燃料取換クレーンの評価と同様	同左	同左	同左
ディーゼル 発電設備	非常用ディーゼル発 電機	固定子コイル(高圧) 口出線・接続部品	高圧ポンプモータの評価と同様。 運転時間は年間約30時間であるが、長期間の運 転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できな い。	絶縁診断(絶縁抵抗測定、直流 吸収試験、tan δ 試験、部分放 電試験)により傾向管理を実施。 また、絶縁診断の結果に基づき 取替を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶 縁低下は絶縁診断で検知可能であり、点 検手法として適切。	絶縁診断を実施していくととも に、点検結果に基づき取替を実 施していく。
		回転子コイル(低圧) 口出線・接続部品	低圧ポンプモータの評価と同様。 運転時間は年間約30時間であるが、長期間の運 転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できな い。	絶縁抵抗測定を実施。また、過 去の点検結果に基づき、必要に より洗浄、乾燥、絶縁補修処理 もしくは取替を実施。	絶縁低下は運転年数で16.5年以降にお いて発生の可能性は否定できないが、現 状保全を継続することにより、健全性の維 持可能。	絶縁抵抗測定を実施していくと ともに、点検結果に基づき、必 要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補 修処理もしくは取替を実施して いく。
	非常用ディーゼル機 関(ポンプ)	固定子コイル 口出線	低圧ポンプモータの評価と同様	同左	同左	同左
計器用電源設備	安全系インバータ	変圧器	使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種を使用し ていることから、絶縁低下の発生の可能性は小さい と考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下 の可能性は否定できない。	絶縁抵抗測定を実施。	絶縁低下の可能性は否定できないが、絶 縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であ り、点検手法として適切。	絶縁抵抗測定を実施していく。
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	メタクラの評価と同様	同左	同左	同左

5. まとめ

以上の評価結果について、原子力規制委員会「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」に規定されている延長しようとする期間における要求事項との対比を下表に示す。

表5 延長しようとする期間における要求事項との対比

評価対象事象 または 評価事項	要求事項	健全性評価結果
電気・計装設備の絶縁低下	点検検査結果による健全性評価の結果、評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。	「3. 代表機器の技術評価」、「4. 代表機器以外の技術評価」ほか劣化状況評価書に示す通り、健全性評価結果に応じ絶縁抵抗測定等の現状保全を継続し、確認した結果に応じて速やかに対策を施すこととしており、評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないことを確認。
	環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。	「3. 代表機器の技術評価」、「4. 代表機器以外の技術評価」ほか劣化状況評価書に示す通り、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備については、ACAガイドやIEEE323等に準じた環境認定試験による健全性評価及び保守管理に関する方針に定める取替えの実施を考慮した上で、延長しようとする期間において、有意な絶縁低下が生じないことを確認。

以上

別紙

【美浜3号炉】

- 別紙1 各ポンプモータの固定子取替実績について
- 別紙2 事故時環境下で機能要求のある電機・計装設備の健全性評価を行う上で考慮した事故シナリオについて
- 別紙3 高圧ケーブル並びに事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・同軸ケーブルの取替実績について
- 別紙4 長期健全性試験を実施した各代表ケーブル及びケーブル接続部の絶縁体等の活性化エネルギーについて
- 別紙5 各種ケーブル等の電気学会推奨案に基づく健全性評価のC V内設計基準事故包絡性について
- 別紙6 劣化状況評価書に示すA C A評価結果の代表性について
- 別紙7 A C Aガイドに基づく評価における、ケーブルトレイ温度上昇の考え方について
- 別紙8 屋外ケーブル水トリーに対する現状保全内容について
- 別紙9 ピッグテイル型電気ペネトレーションの評価にかかる製造メーカーの相違について
- 別紙10 ピッグテイル型電気ペネトレーションの長期健全性試験における加速熱劣化条件を算定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギーについて
- 別紙11 ピッグテイル型電気ペネトレーション（外部リード含む）の設計基準事故時条件及び重大事故等時を包絡性について
- 別紙12 三重同軸型電気ペネトレーションの評価について
- 別紙13 ブッシング型電気ペネトレーションの構造及び使用材料について
- 別紙14 設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置の取替実績について
- 別紙15 設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について
- 別紙16 弁電動装置の長期健全性試験のうち、加速熱劣化条件の妥当性について
- 別紙17 弁電動装置の長期健全性試験のうち、圧力劣化の試験条件の妥当性について
- 別紙18 弁電動装置の長期健全性試験条件のうち機械的劣化における、余熱除去ポンプ入口弁電動装置の想定動作回数（約1000回）の妥当性について
- 別紙19 弁電動装置の長期健全性試験のうち、設計基準事故時雰囲気暴露試験の妥当性について
- 別紙20 弁電動装置の長期健全性試験結果の判定に係るメーカー基準の内容及びその妥当性について
- 別紙21 代表機器以外の設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある弁電動装置の評価について
- 別紙22 保護リレーの評価に用いているサンプリング調査結果に供した保護リレーの絶縁材料、絶縁種別の同等性について

別紙 23 設計基準事故又は重大事故時の環境条件下で機能要求のある伝送器等の 取替周期
の妥当性について

タイトル	各ポンプモータの固定子取替実績について。
説明	<p>各ポンプモータの固定子取替実績は以下の通り。</p> <p>①電動補助給水ポンプモータ（２台）：取替実績なし</p> <p>②内部スプレポンプモータ（４台）：取替実績なし</p> <p>③１次系冷却水ポンプモータ（４台）：固定子取替実績あり 取替理由：予防保全のため 取替時期：第１８回定検時（２０００年度）に２台取替 第１９回定検時（２００１年度）に１台取替 第２１回定検時（２００４～２００６年度）に１台取替</p> <p>④余熱除去ポンプモータ（２台）：取替実績なし</p> <p>⑤ほう酸ポンプモータ（３台）：モータ取替実績あり 取替理由：予防保全のため 取替時期：第２４回定検時（２００９年度）に１台取替 第２５回定検時（２０１１年度～）に２台取替</p> <p>⑥燃料取替用水ポンプモータ（２台）：モータ取替実績あり 取替理由：予防保全のため 取替時期：第２４回定検時（２００９年度）に１台取替 第２５回定検時（２０１１年度～）に１台取替</p> <p>⑦海水ポンプモータ※（４台）：固定子取替実績あり 取替理由：予防保全のため 取替時期：第１８回定期検査時（２０００年度）に２台取替 第２１回定期検査時（２００４～２００６年度）に２台取替</p> <p>⑧充てん／高圧注入ポンプモータ※（３台）：固定子取替実績あり 取替理由：予防保全のため 取替時期：第１８回定期検査時（２０００年度）に１台取替 第１９回定期検査時（２００１年度）に１台取替 第２１回定期検査時（２００４～２００６年度）に１台取替</p> <p>※：劣化状況評価書にも記載あり</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	<p>事故時環境下で機能要求のある電気・計装設備の健全性評価を行う上で考慮した事故シナリオについて。</p>
説明	<p>劣化状況評価において考慮している事故シナリオは、下記の通り。なお、劣化状況評価書では、設計基準事故としてCV内LOCAが、SA条件としてCV内の圧力、温度、放射線それぞれ条件の最も厳しいシナリオ（格納容器過温破損、格納容器加圧破損）が、厳しい環境条件となることから、これらを代表として記載している。</p> <p>設計基準事故シナリオ 原子炉格納容器内 ○圧力、温度及び放射線 格納容器内LOCA^{※1} MS区画^{※2} ○圧力及び温度 MSLB^{※3}</p> <p>重大事故等シナリオ 原子炉格納容器内 ○圧力 格納容器過温破損（全交流動力電源喪失＋補助給水失敗） ○温度 格納容器過温破損（全交流動力電源喪失＋補助給水失敗） ○放射線 格納容器過圧破損（大破断LOCA時＋ECCS^{※4}注入失敗＋格納容器スプレイ失敗）</p> <p>使用済み燃料ピットエリア ○温度 使用済み燃料ピットにおける重大事故に至る恐れがある事故</p> <p>※1：原子炉冷却材喪失事故 ※2：主蒸気管室・主給水配管中間建屋区画および主蒸気配管ディーゼル建屋区画) ※3：主蒸気配管破断事故 ※4：非常用炉心冷却系</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	<p>高圧ケーブル及び事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・同軸ケーブルの取替実績について</p>
説明	<p>高圧ケーブル及び事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・同軸ケーブルについては、予防保全、火災防護対策又は主設備取替に伴い、以下の通り取替えを行っている。なお、これらの他に、MS区画及びCV内で使用される重大事故等対処設備等のケーブルについても、事故時機能要求があり、長期健全性試験等による健全性が確認できていないケーブルについては今定検(第25回定検)中に、ACAガイドに基づく環境認定試験を実施した難燃PHケーブルに取替えを行う。</p> <p>(1) 高圧ケーブル</p> <p>A. 難燃高圧CSHVケーブル</p> <p>a. 海水ポンプモーターケーブル 第8回定期点検(1986～1987年度)、4セット</p> <p>b. 非常用DG制御盤ケーブル 第21回定検(2004～2006年度)、6セット</p> <p>c. 充てん/高圧注入ポンプモーターケーブル、一次冷却材ポンプモーターケーブル、チラーユニット用圧縮機モーターケーブル 第25回定検(2011年度～)^{*1}、9セット</p> <p>(2) 低圧ケーブル</p> <p>A. 難燃PHケーブル (ACAガイドに基づく環境認定試験を実施したもの) 第11回定検、4本 第12回定検、1本 第15回定検、2本 第17回定検、15本 第18回定検、14本 第21回定検、7本 第23回定検、10本 第25回定検、55本</p> <p>B. 難燃KKケーブル (ACAガイドに基づく環境認定試験を実施したもの) 第10回定検、24本 第13回定検、1本</p> <p>(3) 同軸ケーブル</p> <p>A. 難燃三重同軸ケーブル (ACAガイドに基づく環境認定試験を実施したもの) 第25回定検、8本</p> <p>※1:既に取替方針等が決まっているケーブルを含む</p>

タイトル	長期健全性試験を実施した各代表ケーブル及びケーブル接続部の絶縁体等の活性化エネルギーについて。			
説明	長期健全性試験を実施した各代表ケーブル及びケーブル接続部の絶縁体等の活性化エネルギーとその根拠は以下の通り。			
No.	代表ケーブル または ケーブル接続部	絶縁体等		
		名称	活性化エネルギー (kcal/mol)	根拠
1	難燃高圧CSHV ケーブル	架橋ポリエチレン		メーカーデータ
2	難燃KKケーブル	シリコンゴム		メーカーデータ
3	難燃PHケーブル	難燃EPゴム		メーカーデータ
4	SHVVケーブル	特殊耐熱ビニル		メーカーデータ
5	VVケーブル*1	ビニル		メーカーデータ
6	三重同軸ケーブル	ポリエチレン		メーカーデータ
7	難燃三重同軸 ケーブル-2	架橋ポリエチレン		メーカーデータ
8	気密端子箱接続	エチレンプロピレンゴム		メーカーデータ
9	直ジョイント	難燃架橋ポリエチレン		メーカーデータ
10	原子炉格納容器内 電動弁コネクタ接 続	エチレンプロピレンゴム (リング、ブッシュ)		メーカーデータ
		ジアルフルレート樹脂 (絶縁物)		EPRI
11	三重同軸コネクタ -1 接続	エチレンプロピレンゴム (リング)		メーカーデータ
		架橋ポリスチレン (絶縁物)		メーカーカタログ 値

* 1 : 長期健全性試験を実施した製造メーカーのケーブル

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

タイトル	各種ケーブル等の電気学会推奨案等に基づく健全性評価のCV内事故包絡性について																				
説明	<p>設計基準事故時の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を①～⑦に示す。</p> <p>①難燃KKケーブル</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%;">条件（温度－時間）</th> <th style="width: 20%;">65℃換算*1</th> <th style="width: 20%;">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">事故時 雰囲気 曝露 試験</td> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">456007時間</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">1744547時間 (100年以上)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">180263時間</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">1108277時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">設計基 準事故 包絡条 件</td> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">8271時間</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">20632時間 (約2.4年)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">3625時間</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td style="text-align: center;">8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。</p>		条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 曝露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)		180263時間		1108277時間	設計基 準事故 包絡条 件		8271時間	20632時間 (約2.4年)		3625時間		8736時間
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																		
事故時 雰囲気 曝露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)																		
		180263時間																			
		1108277時間																			
設計基 準事故 包絡条 件		8271時間	20632時間 (約2.4年)																		
		3625時間																			
		8736時間																			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説 明	②難燃PHケーブル			
		条件 (温度-時間)	6 5℃換算*1	合計
	事故時 雰囲気 曝露 試験		281601時間	1260796時間 (100年以上)
			125922時間	
			853273時間	
	設計基 準事故 包絡条 件		6393時間	18195時間 (約2.1年)
			3066時間	
			8736時間	
	* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。			
	③難燃三重同軸ケーブル-2			
	条件 (温度-時間)	6 5℃換算*1	合計	
事故時 雰囲気 曝露 試験		194224014時間	226387669時間 (100年以上)	
		8673101時間		
		8923024時間		
		14567530時間		
設計基 準事故 包絡条 件		111110時間	139476時間 (約16年)	
		19630時間		
		8736時間		
* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。				
④気密端子箱接続				
	条件 (温度-時間)	6 5℃換算*1	合計	
事故時 雰囲気 曝露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)	
		180263時間		
		1108277時間		
設計基 準事故 包絡条 件		8271時間	20632時間 (約2.4年)	
		3625時間		
		8736時間		
* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説 明	⑤直ジョイント			
		条件 (温度-時間)	6.5℃換算*1	合計
	事故時 雰囲気 曝露 試験		107389時間	674621時間 (約77年)
			61446時間	
			505786時間	
	設計基 準事故 包絡条 件		3819時間	14748時間 (約1.7年)
			2193時間	
			8736時間	
	* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。			
	⑥原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続 (絶縁物)			
	条件 (温度-時間)	6.5℃換算*1	合計	
事故時 雰囲気 曝露 試験		2562時間	73034時間 (約8.3年)	
		3811時間		
		66661時間		
設計基 準事故 包絡条 件		519時間	9854時間 (約1.1年)	
		599時間		
		8736時間		
* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。				
(Oリング、ブッシュ)				
	条件 (温度-時間)	6.5℃換算*1	合計	
事故時 雰囲気 曝露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)	
		180263時間		
		1108277時間		
設計基 準事故 包絡条 件		8271時間	20632時間 (約2.4年)	
		3625時間		
		8736時間		
* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑦三重同軸コネクタ-1接続 (絶縁物)		
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験	[Redacted]	895792360537071時間	37381543045197 日 (100年以上)
		1088648579443時間	
		215991022229時間	
		60032945978時間	
設計基 準事故 包絡条 件	[Redacted]	404965645時間	17043221日 (100年以上)
		4062934時間	
		8736時間	
*1 : 活性化エネルギー [Redacted] kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。			
(Oリング)			
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験	[Redacted]	1520021時間	3137865時間 (100年以上)
		210444時間	
		364315時間	
		1043084時間	
設計基 準事故 包絡条 件	[Redacted]	8271時間	20632時間 (約2.4年)
		3625時間	
		8736時間	
*1 : 活性化エネルギー [Redacted] kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明

また、重大事故等時解析結果の包絡条件（重大事故等包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を⑧～に示す。

なお、重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉 原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

⑧難燃KKケーブル

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)
		180263時間	
		1108277時間	
重大事故 等包絡条 件		1時間	698934時間 (約80年)
		21時間	
		173時間	
		10632時間	
		128187時間	
		26494時間	
		202283時間	
		70061時間	
		61253時間	
		48572時間	
		45414時間	
		24814時間	
		19538時間	
		17050時間	
		14695時間	
	11484時間		
	8138時間		
	10124時間		

*1：活性化エネルギー [kcal/mol] での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑨難燃PHケーブル		
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		281601時間	1260796時間 (100年以上)
		125922時間	
	853273時間		
重大事故 等包絡条 件		1時間	525952時間 (約60年)
		19時間	
		146時間	
		8447時間	
		92691時間	
		20166時間	
		150554時間	
		52532時間	
		46272時間	
		36970時間	
		34830時間	
		19179時間	
		15218時間	
		13386時間	
		11628時間	
9161時間			
6544時間			
8208時間			

*1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値
以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑩難燃三重同軸ケーブルー 2		
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		194224014時間	226387669時間 (100年以上)
		8673101時間	
	8923024時間		
	14567530時間		
重大事故 等包絡条 件		1時間	12800455時間 (100年以上)
		59時間	
		935時間	
		108165時間	
		3369812時間	
		415327時間	
		3974889時間	
		1277788時間	
		1036109時間	
		761434時間	
		659268時間	
		333329時間	
		242659時間	
		195644時間	
		155647時間	
	112193時間		
	73270時間		
	83926時間		

* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値
 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	①気密端子箱接続		
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験	-	456007時間	1744547時間 (100年以上)
		180263時間	
重大事故 等包絡条 件	-	1108277時間	698934時間 (約80年)
		1時間	
		21時間	
		173時間	
		10632時間	
		128187時間	
		26494時間	
		202283時間	
		70061時間	
		61253時間	
		48572時間	
		45414時間	
		24814時間	
		19538時間	
		17050時間	
14695時間			
11484時間			
8138時間			
10124時間			

* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値
以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑫直ジョイント		
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		107389時間	674621時間 (約77年)
		61446時間	
重大事故 等包絡条 件		505786時間	298521時間 (約34年)
		1時間	
		16時間	
		104時間	
		5332時間	
		48466時間	
		11683時間	
		83398時間	
		29533時間	
		26405時間	
		21418時間	
		20488時間	
		11456時間	
		9233時間	
		8250時間	
		7281時間	
5829時間			
4232時間			
5396時間			

* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値
 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑬原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続 (絶縁物)		
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		2562時間	73034時間 (約8.3年)
		3811時間	
	66661時間		
重大事故 等包絡条 件		1時間	34297時間 (約3.9年)
		7時間	
		29時間	
		896時間	
		3928時間	
		1409時間	
		8454時間	
		3170時間	
		3004時間	
		2583時間	
		2621時間	
		1556時間	
		1332時間	
		1265時間	
	1187時間		
	1011時間		
	782時間		
	1062時間		

*1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値
以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説 明	⑭原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続 (Oリング、ブッシュ)			
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計	
	事故時 雰囲気 暴露 試験		456007時間	1744547時間 (100年以上)
			180263時間	
			1108277時間	
	重大事故 等包絡条 件		1時間	698934時間 (約80年)
			21時間	
			173時間	
			10632時間	
			128187時間	
			26494時間	
			202283時間	
			70061時間	
			61253時間	
			48572時間	
			45414時間	
			24814時間	
			19538時間	
			17050時間	
			14695時間	
	11484時間			
	8138時間			
	10124時間			
* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑮三重同軸コネクタ-1接続 (絶縁物)		
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験	-	102189409142年	102345087050年 (100年以上)
		124189890年	
		24639633年	
		6848385年	
重大事故 等包絡条 件	-	1年	20944025年 (100年以上)
		1年	
		22年	
		18702年	
		11668956年	
		281190年	
		5491759年	
		1395117年	
		891874年	
		515515年	
		350213年	
		138592年	
		78772年	
		49460年	
		30565年	
	17069年		
	8614年		
	7603年		
<p>* 1 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。</p>			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	⑩三重同軸コネクタ-1 接続 (Oリング)		
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		1520021時間	3137865時間 (100年以上)
		210444時間	
		364315時間	
		1043084時間	
重大事故 等包絡条 件		1時間	698934時間 (約80年)
		21時間	
		173時間	
		10632時間	
		128187時間	
		26494時間	
		202283時間	
		70061時間	
		61253時間	
		48572時間	
		45414時間	
		24814時間	
		19538時間	
		17050時間	
		14695時間	
	11484時間		
	8138時間		
	10124時間		

* 1 : 活性化エネルギー [kcal/mol]での換算値
以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。


タイトル	劣化状況評価書に示す A C A 評価結果の代表性について。
説明	<p>A C A 評価においては、平成21年 関原発561号「美浜発電所 3号機 原子炉格納容器内ケーブルの布設環境調査結果報告書の提出について」に示す通り、原子炉格納容器内において、「事故時環境下においても健全性を確保する必要のあるケーブル」が布設されている箇所を、布設環境（温度／放射線線量率）の観点で区分し、各区分において温度あるいは放射線線量率が高い箇所を含めた、機器／弁／配管の近傍付近および比較的環境条件の緩やかな箇所の環境測定を実施し、それらの結果に基づき A C A 評価を実施している。</p> <p>劣化状況評価書に記載する際には、環境測定実績等を踏まえて、下記の通り 3～4 区画にまとめた上で、その中でそれぞれ評価結果が厳しいケーブルを代表として選定し、記載している。</p> <p>【C V 内】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加圧器室上部：局所的な高温・高放射線の環境になる可能性が高い箇所 ・ループ室内：加圧器室上部を除く、高温・高放射線環境となる箇所 ・通路部：格納容器内で周辺環境が比較的穏やかである箇所 <p>【C V 外】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MS 室：高温であるが、低放射線の環境にある箇所 (設置許可・工認側での検討結果を踏まえて検討) <p>また、評価結果が厳しいケーブルは、具体的には下記（1）及び（2）の考えに基づき選定している。</p> <p>（1）温度・放射線環境を踏まえ、評価期間が最も短くなるケーブルを選定し、評価する（なお、評価期間が60年未満の場合には、ケーブル更新実績を確認し、更新実績を踏まえた評価も実施する）。</p> <p>（2）（1）にて、更新実績踏まえた評価を実施した場合、取替時期を踏まえた上でケーブル評価年数が最も短くなるケーブルについても選定する。</p> <p>なお、美浜発電所 3号炉においては、（1）の時点で60年以上の評価期間を確認したことから、（2）に基づき選定したケーブルはない。</p> <p>以上のことから、劣化状況評価書に示した A C A 評価結果については、他のケーブルの A C A 評価結果を包絡する代表ケーブルであり、妥当と考える。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	ACAガイドに基づく評価における、ケーブルトレイ温度上昇の考え方について。
説明	<p>1. 検討対象とするケーブルについて</p> <p>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。</p> <p>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、加圧器後備ヒータ用があるが、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。</p> <p>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。</p> <p>2. 温度上昇計算について</p> <p>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。</p> <p>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及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。</p> <p>※：J. Stolpe Southern California Edison Co. (1970). Ampacities for Cables in Randomly Filled Trays: IEEE 70 TP 557 - PWR</p> <p>3. 計算結果について</p> <p>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が、温度上昇計算には、その発熱量から余裕を加えた値を使用する。</p> <p>以上を踏まえ、周辺温度を41℃、発熱量を□□[W/m]に余裕を加えた□□[W/m]として計算を行い、ケーブル表面温度は□□℃、絶縁体温度は□□℃となったことから、温度上昇値は約8℃となる。</p> <p>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。</p>


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

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


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] ⇒ 41


σ : 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。



なお、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  [W/m] に余裕を加えた  [W/m] を計算上のトレイ発熱量として設定している(表1、2参照)。

表1. 格納容器内低圧電力トレイの発熱量に関する詳細検討内容



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表2. 格納容器内低圧電力ケーブルの通電状態 (Aトレン)

負荷名称	通常時の負荷の運転状況				負荷電流 [A]※
	連続	切換	間欠	停止	
A加圧器ヒータ (後備)				○	-
A加圧器ヒータ (後備)				○	-
A加圧器ヒータ (後備)				○	-
加圧器ヒータ (制御)	○				175.0
加圧器ヒータ (制御)	○				175.0
加圧器ヒータ (制御)	○				175.0
A格納容器循環ファン	○				142.5
A格納容器循環ファン	○				142.5
C格納容器循環ファン	○				142.5
C格納容器循環ファン	○				142.5
格納容器内動力分電盤	○				16.4
格納容器内動力分電盤	○				16.4
格納容器ポーラクレーン				○	-
格納容器ポーラクレーン				○	-
格納容器内空調電源				○	-
格納容器内空調電源				○	-
A制御棒駆動装置冷却ファン	○				81.0
A制御棒駆動装置冷却ファン	○				81.0
C制御棒駆動装置冷却ファン	○				81.0
C制御棒駆動装置冷却ファン	○				81.0
A原子炉しゃへい冷却ファン	○				87.0
RCP OLPモータ 試験回路電源				○	-
CV小型クレーン				○	-
A RCP起動油ポンプ				○	-
C RCP起動油ポンプ				○	-
A格納容器内保修用ブースタファン				○	-
キャビティ排気ファン				○	-
A原子炉容器冷却材ドレンポンプ			○		-
炉内計装用駆動装置電源			○		-
A格納容器サンプポンプ			○		-
キャビティ送気ファン				○	-
A格納容器浄化ファン				○	-
A 余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材 ループ連絡第2弁)				○	-
A 余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材 ループ連絡第1弁)				○	-
A CRDM空調冷却水入口弁				○	-
A 格納容器循環空調冷却水入口弁				○	-
加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入 口止弁				○	-
A 格納容器浄化ファン				○	-
B ループ高温側サンプル格納容器第 1 隔離弁				○	-
格納容器R-11/12入口隔離弁				○	-

※：プラント運転中に連続運転している機器の値を記載

4. 発熱量計算の妥当性について

実際のケーブル布設状況の確認を行った結果、EQケーブルが布設されているトレイについては、下記グラフに示す通り、最大[] [W/m] (約5℃の温度上昇)の発熱量となることを確認した。この結果は、前ページで求めた発熱量[] [W/m] (約6℃の温度上昇)とほぼ同等であり、発熱量の計算結果は妥当であることを確認した。

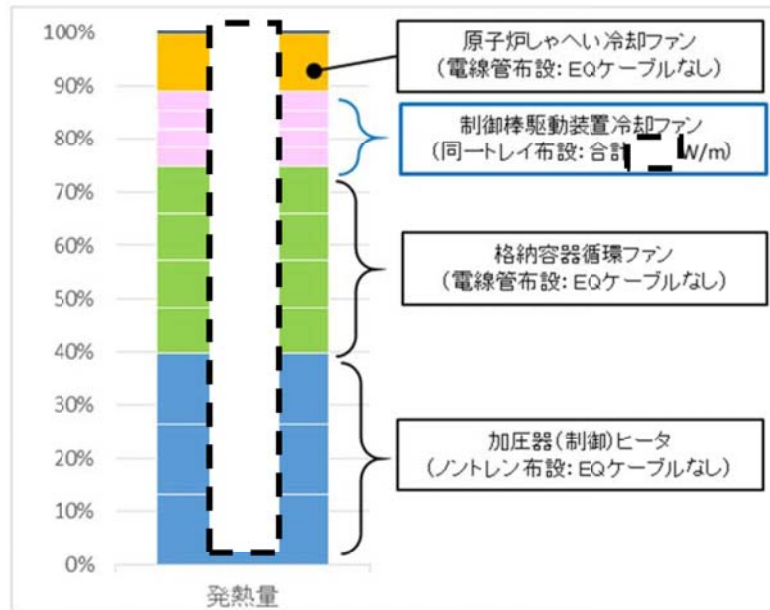


図. CV内の発熱ケーブル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

タイトル	屋外ケーブル水トリーに対する現状保全内容について。
説明	<p>1. ケーブルの浸水対策について</p> <p>屋外ケーブルトレンチ内については、定期的に水溜りの有無を確認している。</p> <p>なお、ケーブルトレイは、コンクリート製のトレンチ内の高所に布設されており、ケーブルが浸水する状況になることは考え難く、さらに当該トレンチと繋がっている排水ピットには、水位を感知して自動起動する恒設の排水ポンプが設置され、また水位高になると警報が中央制御室および現地盤に発信し、現場確認することになる。</p> <p>2. 恒設排水ポンプの保全について</p> <p>恒設の排水ポンプについては、必要に応じて分解点検等を実施しており、点検の際には、天候等の状況により、仮設のポンプを設置してから実施することとしている。</p>

タイトル	ピッグテイル型電気ペネトレーションの評価にかかる製造メーカーの相違について。
説明	<p>美浜3号炉の全てのピッグテイル型電気ペネトレーションおよび長期健全性試験に供試されたピッグテイル型電気ペネトレーションの製造メーカーは同じものである。</p> <p>なお、これまでに美浜3号炉の電気ペネトレーションの取替実績はない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	<p>ピッグテイル型電気ペネトレーションの長期健全性試験における加速熱劣化条件を算定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギーについて。</p>
説明	<p>60年間の運転期間に相当する条件を算定する際に考慮した部位はポッティング材および外部リードの絶縁物であり、その材料、活性化エネルギー値およびその根拠は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポッティング材 <ul style="list-style-type: none"> 材料：シリコン樹脂 活性化エネルギー：■ kcal/mol (メーカーデータ) 根拠：共同研究報告書「電気・計装機器の耐環境実証試験に関する研究 (Step-3) 昭和58年度上半期 (最終報告書)」のピッグテイル型のシリコン樹脂のアレニウスプロットより算出。 なお、エポキシ樹脂はケーブルの保持、シリコン樹脂は裸電部に使用しており、絶縁性能が要求されるシリコン樹脂について評価を実施。 ・外部リード絶縁物 <ul style="list-style-type: none"> 材料：シリコンゴム 活性化エネルギー：■ kcal/mol (メーカーデータ) 根拠：共同研究報告書「電気・計装機器の耐環境実証試験に関する研究 (Step-3) 昭和58年度上半期 (最終報告書)」の絶縁物がシリコンゴムの難燃KKケーブルのアレニウスプロットより算出。 <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">以 上</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

コメント	ビッグテイル型電気ペネトレーション（外部リード含む）の設計基準事故時条件及び重大事故等時を包絡性について																																								
説明	<p>①設計基準事故時条件の包絡性について 設計基準事故時の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を以下に示す。</p> <p>（ポッティング材：シリコン樹脂）</p> <table border="1" data-bbox="424 741 1361 1133"> <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 曝露 試験</td> <td></td> <td>628824時間</td> <td rowspan="3">2177128時間 (100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>228969時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1319335時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基 準事故 包絡条 件</td> <td></td> <td>9821時間</td> <td rowspan="3">22611時間 (約2.6年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4054時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー 1 kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。</p> <p>（外部リード：シリコンゴム）</p> <table border="1" data-bbox="424 1323 1361 1715"> <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 曝露 試験</td> <td></td> <td>305157時間</td> <td rowspan="3">1330119時間 (100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>133681時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>891281時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基 準事故 包絡条 件</td> <td></td> <td>6673時間</td> <td rowspan="3">18562時間 (約2.1年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3153時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー 1 kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。</p>		条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 曝露 試験		628824時間	2177128時間 (100年以上)		228969時間		1319335時間	設計基 準事故 包絡条 件		9821時間	22611時間 (約2.6年)		4054時間		8736時間		条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 曝露 試験		305157時間	1330119時間 (100年以上)		133681時間		891281時間	設計基 準事故 包絡条 件		6673時間	18562時間 (約2.1年)		3153時間		8736時間
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																																						
事故時 雰囲気 曝露 試験		628824時間	2177128時間 (100年以上)																																						
		228969時間																																							
		1319335時間																																							
設計基 準事故 包絡条 件		9821時間	22611時間 (約2.6年)																																						
		4054時間																																							
		8736時間																																							
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																																						
事故時 雰囲気 曝露 試験		305157時間	1330119時間 (100年以上)																																						
		133681時間																																							
		891281時間																																							
設計基 準事故 包絡条 件		6673時間	18562時間 (約2.1年)																																						
		3153時間																																							
		8736時間																																							

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明

②重大事故等時条件の包絡性について

重大事故等時解析結果の包絡条件（重大事故等包絡条件）と事故時雰
 囲気曝露試験の条件とを比較した結果を以下に示す。

なお、重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただい
 ている美浜3号炉 原子炉設置許可申請書の添付書類10の第
 7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破
 損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失
 し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事
 故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

（ポッティング材：シリコーン樹脂）

	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		628824時間	2177128時間 (100年以上)
		228969時間	
		1319335時間	
重大事故 等包絡条 件		1時間	845175時間 (約97年)
		23時間	
		193時間	
		12394時間	
		159115時間	
		31781時間	
		246304時間	
		84888時間	
		73848時間	
		58266時間	
		54201時間	
		29464時間	
		23079時間	
		20036時間	
		17176時間	
	13352時間		
	9411時間		
	11643時間		

*1：活性化エネルギー [cal/mol]での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条
 件を包絡している。

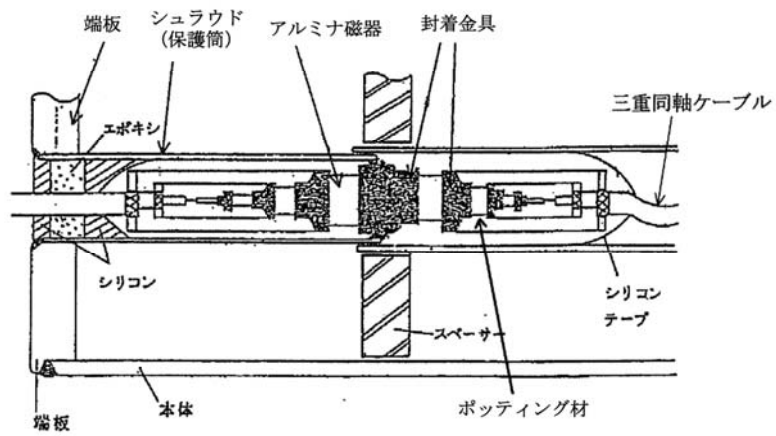
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説明	(外部リード：シリコーンゴム)		
	条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		305157時間	1330119時間 (100年以上)
		133681時間	
891281時間			
重大事故 等包絡条 件		1時間	551448時間 (約62.9年)
		20時間	
		150時間	
		8777時間	
		97838時間	
		21104時間	
		158150時間	
		55114時間	
		48486時間	
		38691時間	
		36405時間	
		20020時間	
		15865時間	
		13937時間	
		12091時間	
9512時間			
6787時間			
8500時間			

* 1 : 活性化エネルギー 1 kcal/molでの換算値
 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

タイトル	三重同軸型電気ペネトレーションの評価について
説明	<p>1. 製造メーカーについて 美浜3号炉の三重同軸型電気ペネトレーションの製造メーカーは、全て長期健全性試験に供試された三重同軸型電気ペネトレーションの製造メーカーと同一である。</p> <p>2. 構造図及び劣化を考慮すべき部位について 構造図を添付-1に示す。アルミナ磁器、封着金具、シュラウドでバウンダリを形成している。また、劣化を考慮すべき部位の使用材料は以下の通り。</p> <p>着目すべき経年劣化事象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポッティング材：シリコーン樹脂 ・外部リード：架橋ポリエチレン <p>着目すべき経年劣化事象でない事象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶接リング：炭素鋼 ・アルミナ磁器：アルミナ磁器 ・封着金具：ニッケル合金 ・シュラウド：ステンレス鋼 ・端板：ステンレス鋼 <p>3. 長期健全性試験の内容及びその妥当性について 長期健全性試験の内容及びその妥当性を添付-2に示す。</p>



(1) 長期健全性試験の内容について

①試験手順

代表機器（ピッグテイル型）と同様、下記手順で実施している。

供試体→加速熱劣化→放射線照射→加振試験→事故時雰囲気曝露→判定

②試験条件 下表に示す条件で実施した。加速熱劣化の試験条件を除き、代表機器（ピッグテイル型）と同じである。

	試験条件	説明
加速熱劣化	条件： 105℃×7日間	試験条件は、ポッティング材について、電気ペネトレーションの周囲温度（約40℃）に若干の余裕を加えた温度（約47℃）で60年間の運転に相当する条件（98℃×7日）を包絡している。また、外部リードについては、60年間の運転に相当する条件（104℃×7日）を包絡している。
放射線照射	平常時における集積線量と事故時の放射線量を照射 条件：0.5MGy（平常時）＋ 1.5MGy（事故時）	美浜3号炉の60年間の運転に予想される集積線量* 1に設計基準事故時線量0.607MGyを加えた線量を包絡している。
加振試験	実機プラントにSd地振動を想定して求めた最大加速度 1.8Gで加振	美浜3号炉に想定される最大加速度（0.65G）を包絡している。
事故時 雰囲気曝露	温度 Max 190℃ 圧力 Max 0.414MPa 時間 ～15日間	美浜3号炉の設計基準事故時の最高温度、最高圧力を包絡している。

*1：原子炉格納容器内電気ペネトレーション近傍で最も放射線レベルが高い区域の空間線量率は約1.1mGy/hであり、この値より60年間の平常時の集積線量を評価すると、
1.1 [mGy/h] × (24×365.25) h/y×60 [y] =0.579kGy となる。

[出典（試験条件）：電力共通研究「電気・計装機器の耐環境実証試験に関する研究(Step-3)」1983年度]

(2) 長期健全性試験内容の妥当性について

当該試験はIEEE 323-1974に準拠した手順で実施している。その妥当性については、JEAG 4623-2008で呼び込んでいるIEEE 317-1983の要求事項から見て、不足しているいずれの項目についても、耐環境試験で付与した劣化条件から見た影響は非常に軽微と考えられることから、妥当性はあるものとする（添付-3参照）。

(3) 事故時雰囲気曝露試験の妥当性について

設計基準事故時の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を添付-4に示す。

また、重大事故等時解析結果の包絡条件（重大事故等包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を添付-5、6に示す。

なお、重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉 原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

IEEE Std 317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(1/3)

No	IEEE-317-1983 要求事項		IEEE-317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	6.3.1 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。	本試験は、輸送中の温度や振動に対する検証と考えられる。 輸送・保管中の温度はほぼ常温と考えられ、厳しい環境条件 に曝されることはないため、劣化への影響は非常に小さいと 考えられる。また、輸送中の振動に対しても、梱包をしてお り、劣化への影響は非常に小さいと考えられる。
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。	本試験は、温度変化による熱応力に対する検証と考えられ る。 温度変化は、定検中のC/V内最低温度と運転中の最高温度が 定検毎に1回あるとして、約10℃～約60℃で60サイクル程度 である。電気ベネトレーションを常温(20℃)で製作、 20℃→60℃の温度変化に対して、ポツテイング材の熱応力、 シユラウド、導体との接着面のせん断応力を求めた。その結 果、熱応力は1MPa程度で、引張強度は1MPaに対して 非常に小さい。また、接着面のせん断応力も1MPa程度で 引張せん断接着強度は1MPaに対して非常に小さく、ポツテ イング材の割れや剥がれに対して問題ないレベルと考えられ る。また、サイクル数も60回程度と少ないことから、熱応力 による劣化への影響は非常に小さいと考えられる。
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。 	—

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

IEEE317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(2/3)

No	IEEE-317-1983 要求事項		S58年電共研 実施有無	IEEE-317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		
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。	○	—
6	6.3.3 (1) 短絡電流および短絡熱容量試験	短絡電流および短絡熱容量試験を行うこと。 ・ 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。 ・ 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。	×	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。 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[秒程度]されるため、短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。 ・ 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及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。 ・ 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ないと考えられる。
7	6.3.3 (2) 耐震試験	・ 供試体は、設計使用条件に裕度を加えた条件の入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。 ・ 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。	○	—
8	6.3.3 (3) 最過酷DBE環境条件の模擬試験	・ 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) 化学スプレイ)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。	○	—

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

IEEE317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(3/3)

No	IEEE-317-1983 要求事項		IEEE-317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	
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えずに、規程の時間通電することができ、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に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>IEEE-317の要求に対して、電共研で実施していない場合の理由等</p> <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、短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。</p> <p>熱に対する影響は、電流の継続時間が非常に短く、ポットテイング材やケーブルの短時間許容温度及び絶縁体の熱劣化に対して影響はないと考えられる。</p>
10	6.3.3 (5) 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を通電できるものとする。 電流値および継続時間は、短絡電流試験は、定格短時間過負荷電流以上で、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。 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[秒程度]されるため、短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。</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、ポットテイング材やケーブルの絶縁体の短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。 電磁力に対しては、ポットテイング材内のケーブル間で吸引、反発力が働き、ポットテイング材に力が加わるが、電流の継続時間が非常に短く、ポットテイング材の健全性に対して影響はないと考えられる。
11	6.3.3 (6) 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、定格短時間過負荷電流(A)の二乗×時間(秒)を発生させる短絡電流を通電させる。 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い。 別々の供試体で実施する。 短絡電流試験は短絡電流試験と組み合わせても良い。 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>同上</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(ポッティング材：シリコン樹脂)

	条件 (温度－時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		628824時間	2177128時間 (100年以上)
		228969時間	
		1319335時間	
設計基 準事故 包絡条 件		9821時間	22611時間 (約2.6年)
		4054時間	
		8736時間	

*1：活性化エネルギー [] kcal/mol (メーカー) での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

(外部リード：架橋PEゴム)

	条件 (温度－時間)	65℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		148087時間	828243時間 (約94年)
		78048時間	
		602108時間	
設計基 準事故 包絡条 件		4534時間	15722時間 (1.8年)
		2452時間	
		8736時間 (364日)	

*1：活性化エネルギー [] kcal/mol (メーカー) での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(ポッティング材：シリコン樹脂)

	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		628824時間	2177128時間 (100年以上)
		228969時間	
		1319335時間	
重大事故 等包絡条 件		1時間	845175時間 (約97年)
		23時間	
		193時間	
		12394時間	
		159115時間	
		31781時間	
		246304時間	
		84888時間	
		73848時間	
		58266時間	
		54201時間	
		29464時間	
		23079時間	
		20036時間	
	17176時間		
	13352時間		
	9411時間		
	11643時間		

*1：活性化エネルギー [kcal/mol]での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(外部リード：架橋PEゴム)

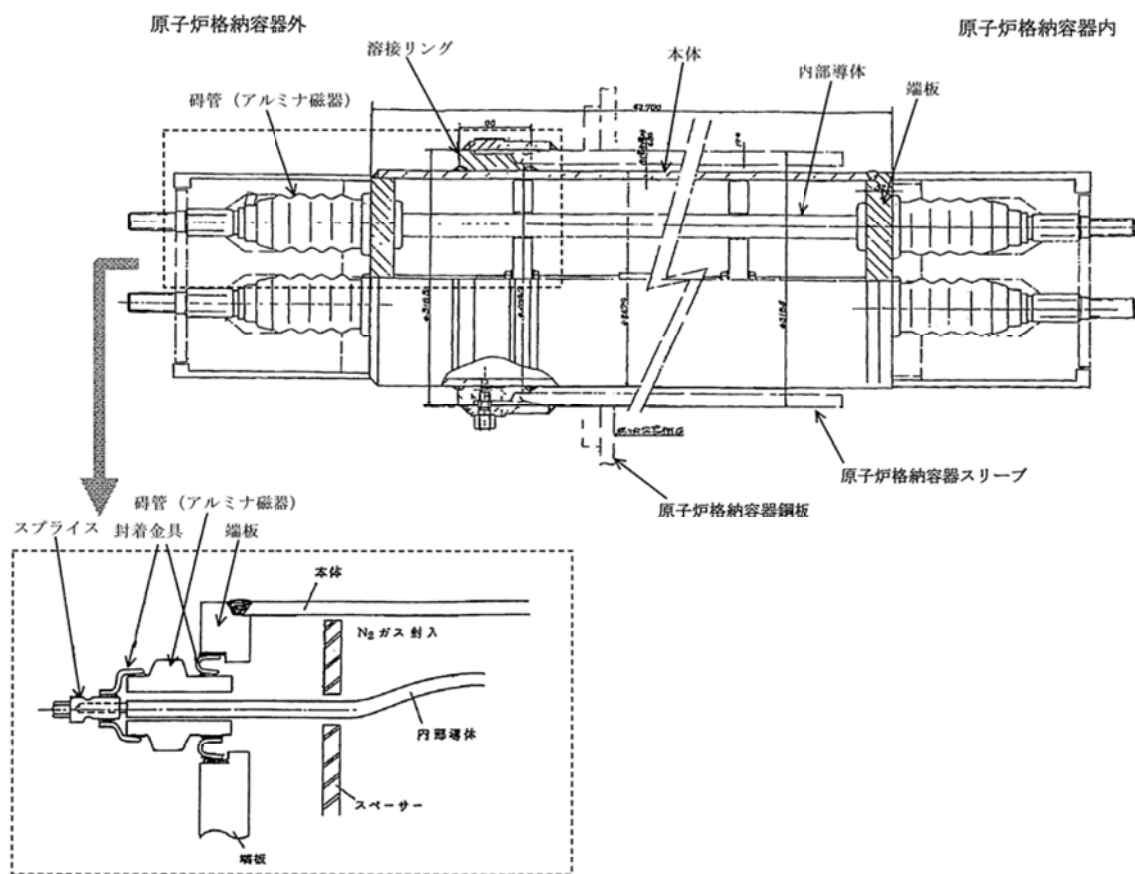
	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露 試験		148866時間	831041時間 (約94.8年)
		78353時間	
		603822時間	
重大事故 等包絡条 件		1時間	360425時間 (約41.1年)
		17時間	
		117時間	
		6216時間	
		60159時間	
		14014時間	
		101547時間	
		35783時間	
		31835時間	
		25692時間	
		24452時間	
		13603時間	
		10907時間	
		9694時間	
		8511時間	
	6777時間		
	4894時間		
	6206時間		

*1：活性化エネルギー \square kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

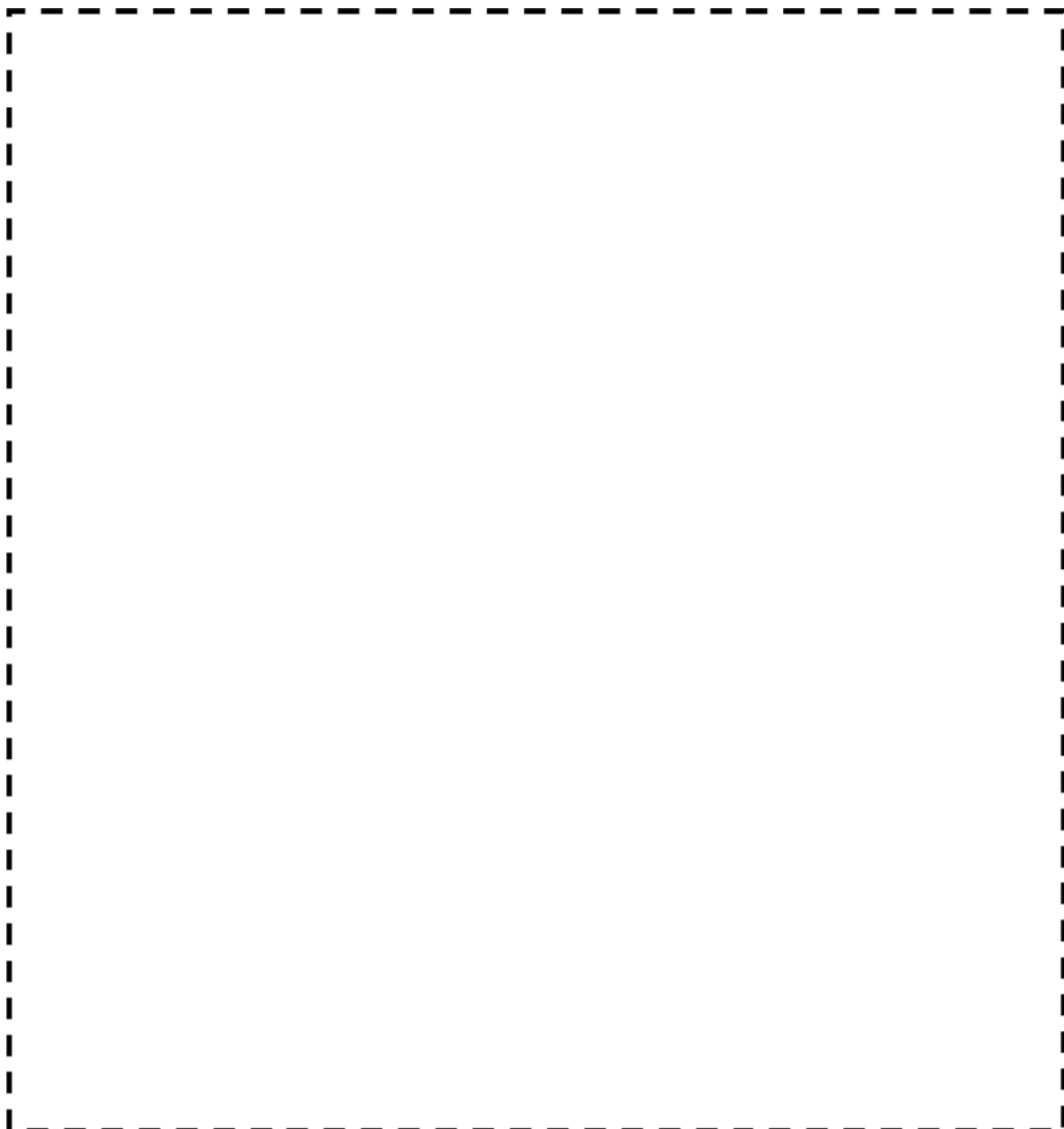
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<p>タイトル</p>	<p>ブッシング型電気ペネトレーションの構造及び使用材料について。</p>
<p>説明</p>	<p>美浜3号炉のブッシング型電気ペネトレーションの構造図を添付-1に示す。また、使用材料は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 碍管：アルミナ磁器 ・ 端板：ステンレス鋼 ・ 封着金具：ニッケル合金 ・ スプライス：銅 ・ 溶接リング：炭素鋼 <p style="text-align: right;">以上</p>



タイトル	設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について、これまでに取替実績がある場合は、その型式、取替理由、機器数、取替時期を提示すること。																																																												
説明	<p>事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置のうち、取替実績がある弁電動装置は以下の通り。取替理由は全て「弁の耐環境化」である。</p> <table border="1" data-bbox="422 640 1291 1440"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>取替時期</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>封水戻り第1隔離弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)</td> <td>1 7 回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)</td> <td>1 7 回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)</td> <td>1 9 回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)</td> <td>1 7 回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>Aアキュムレータ出口電動弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>Bアキュムレータ出口電動弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>Cアキュムレータ出口電動弁</td> <td>1 8 回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁</td> <td>1 7 回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁</td> <td>1 7 回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、工事計画を受け、MS区画が明確になったことから下記の弁については耐環境性の弁電動装置に取替え予定である。</p> <table border="1" data-bbox="422 1594 1291 1939"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>取替時期</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁 (A)</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁 (B)</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>A格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>B格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>2 5 回定検予定</td> <td>SMB-000</td> </tr> </tbody> </table>	名 称	取替時期	型式	封水戻り第1隔離弁	1 8 回定検	SMB-00	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)	1 7 回定検	SMB-3	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)	1 7 回定検	SMB-3	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)	1 9 回定検	SMB-3	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)	1 7 回定検	SMB-3	冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁	1 8 回定検	SMB-00	冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁	1 8 回定検	SMB-0	Aアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4	Bアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4	Cアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4	加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁	1 7 回定検	SMB-0	加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁	1 7 回定検	SMB-0	名 称	取替時期	型式	ほう酸注入タンク出口弁 (A)	2 5 回定検予定	SMB-0	ほう酸注入タンク出口弁 (B)	2 5 回定検予定	SMB-0	冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁	2 5 回定検予定	SMB-00	冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁	2 5 回定検予定	SMB-00	A格納容器行計器用空気隔離弁	2 5 回定検予定	SMB-000	B格納容器行計器用空気隔離弁	2 5 回定検予定	SMB-000
名 称	取替時期	型式																																																											
封水戻り第1隔離弁	1 8 回定検	SMB-00																																																											
A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)	1 7 回定検	SMB-3																																																											
B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)	1 7 回定検	SMB-3																																																											
A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)	1 9 回定検	SMB-3																																																											
B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)	1 7 回定検	SMB-3																																																											
冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁	1 8 回定検	SMB-00																																																											
冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁	1 8 回定検	SMB-0																																																											
Aアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4																																																											
Bアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4																																																											
Cアキュムレータ出口電動弁	1 8 回定検	SMB-4																																																											
加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁	1 7 回定検	SMB-0																																																											
加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁	1 7 回定検	SMB-0																																																											
名 称	取替時期	型式																																																											
ほう酸注入タンク出口弁 (A)	2 5 回定検予定	SMB-0																																																											
ほう酸注入タンク出口弁 (B)	2 5 回定検予定	SMB-0																																																											
冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁	2 5 回定検予定	SMB-00																																																											
冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁	2 5 回定検予定	SMB-00																																																											
A格納容器行計器用空気隔離弁	2 5 回定検予定	SMB-000																																																											
B格納容器行計器用空気隔離弁	2 5 回定検予定	SMB-000																																																											

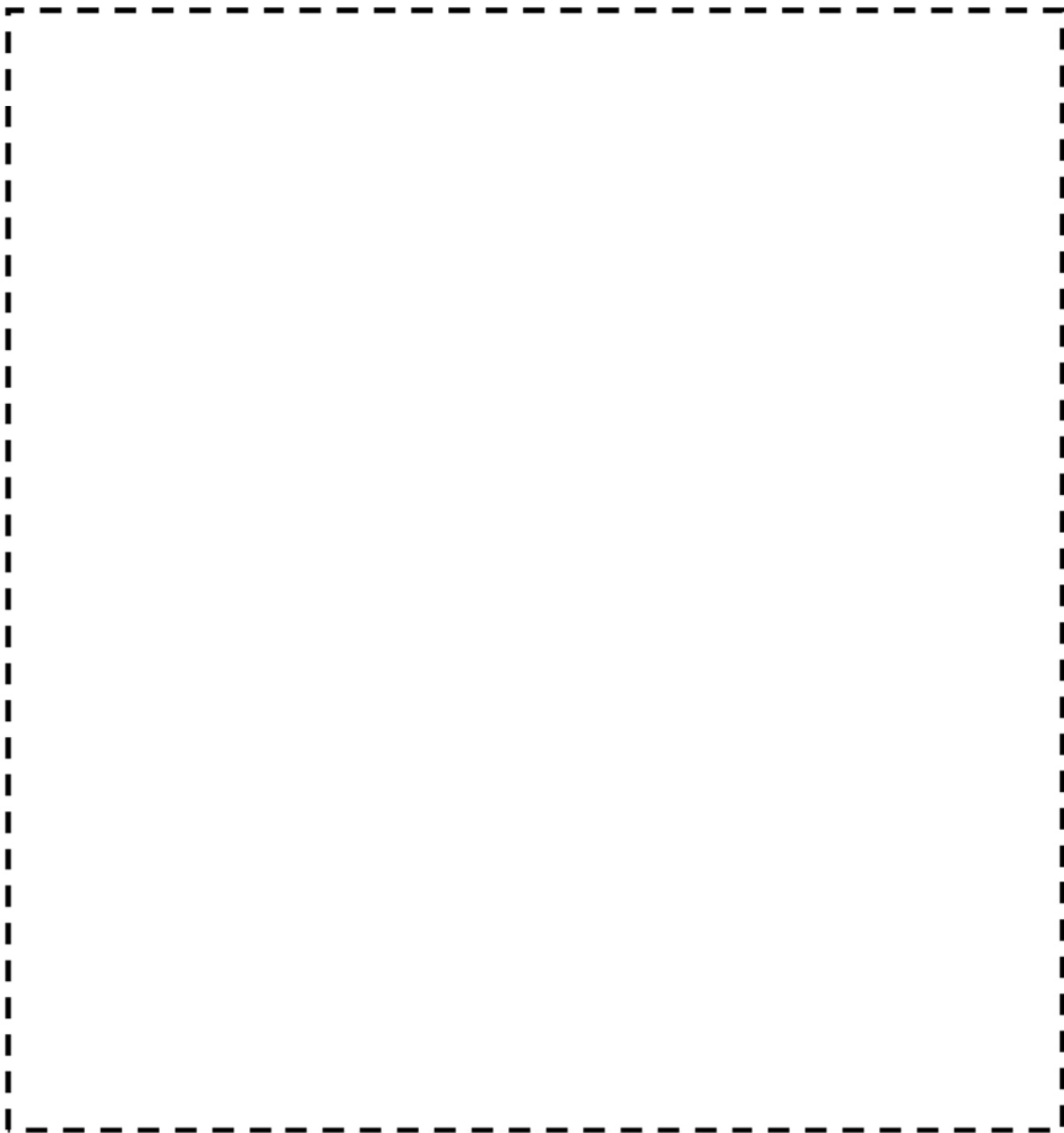
タイトル	設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について。																												
説明	<p>設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある電動弁の名称および台数については以下の通り。電源は全て交流である。 なお、電動弁の設置箇所は添付-1～5の配置図に示す。</p> <table border="1" data-bbox="513 622 1270 1160"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>台数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁入口止弁</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>アキュムレータ出口電動弁</td> <td>3台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>封水戻り第1隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>格納容器R-11・12隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>2台</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以 上</p>	名 称	台数	余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）	2台	余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）	2台	加圧器逃がし弁入口止弁	2台	アキュムレータ出口電動弁	3台	冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁	1台	冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁	1台	封水戻り第1隔離弁	1台	B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁	1台	格納容器R-11・12隔離弁	1台	ほう酸注入タンク出口弁	2台	冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁	1台	冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁	1台	格納容器行計器用空気隔離弁	2台
名 称	台数																												
余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）	2台																												
余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）	2台																												
加圧器逃がし弁入口止弁	2台																												
アキュムレータ出口電動弁	3台																												
冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁	1台																												
冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁	1台																												
封水戻り第1隔離弁	1台																												
B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁	1台																												
格納容器R-11・12隔離弁	1台																												
ほう酸注入タンク出口弁	2台																												
冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁	1台																												
冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁	1台																												
格納容器行計器用空気隔離弁	2台																												



弁電動装置機器配置図（1）

弁番号	名 称
MOV-8112	封水戻り第1隔離弁
MOV-8701A	A余熱除去ポンプ入口弁（A冷却材ループ連絡第2弁）
MOV-8701B	B余熱除去ポンプ入口弁（B冷却材ループ連絡第2弁）
MOV-8702A	A余熱除去ポンプ入口弁（A冷却材ループ連絡第1弁）
MOV-8702B	B余熱除去ポンプ入口弁（B冷却材ループ連絡第1弁）

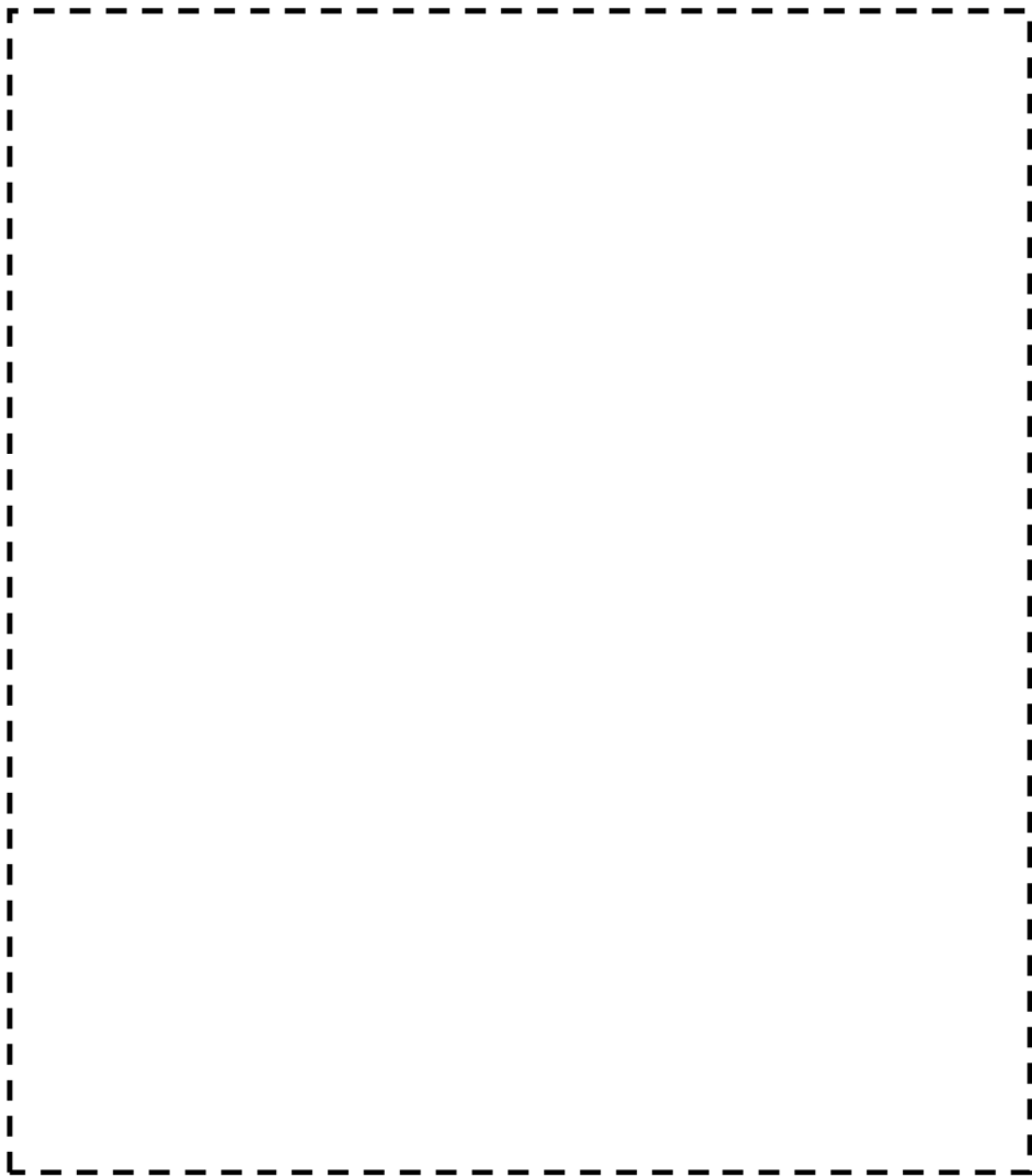
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（2）

弁番号	名 称
MOV-5004B	B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁
MOV-5298	冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁
MOV-5299	冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁
MOV-8808A	Aアキュムレータ出口電動弁
MOV-8808B	Bアキュムレータ出口電動弁
MOV-8808C	Cアキュムレータ出口電動弁

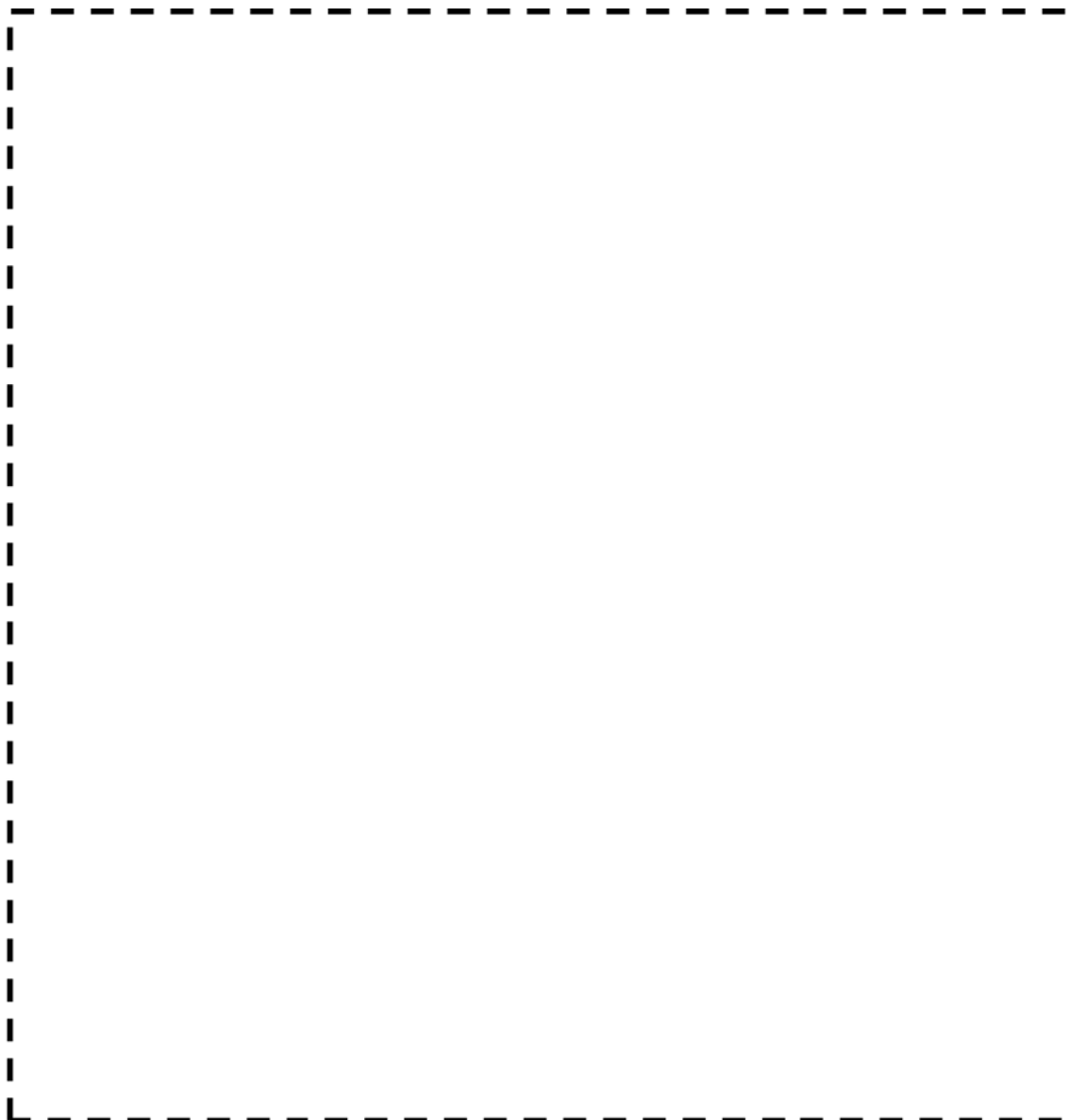
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図 (3)

弁番号	名 称
MOV-6756A	格納容器R-11・12隔離弁
MOV-8000A	加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁
MOV-8000B	加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁

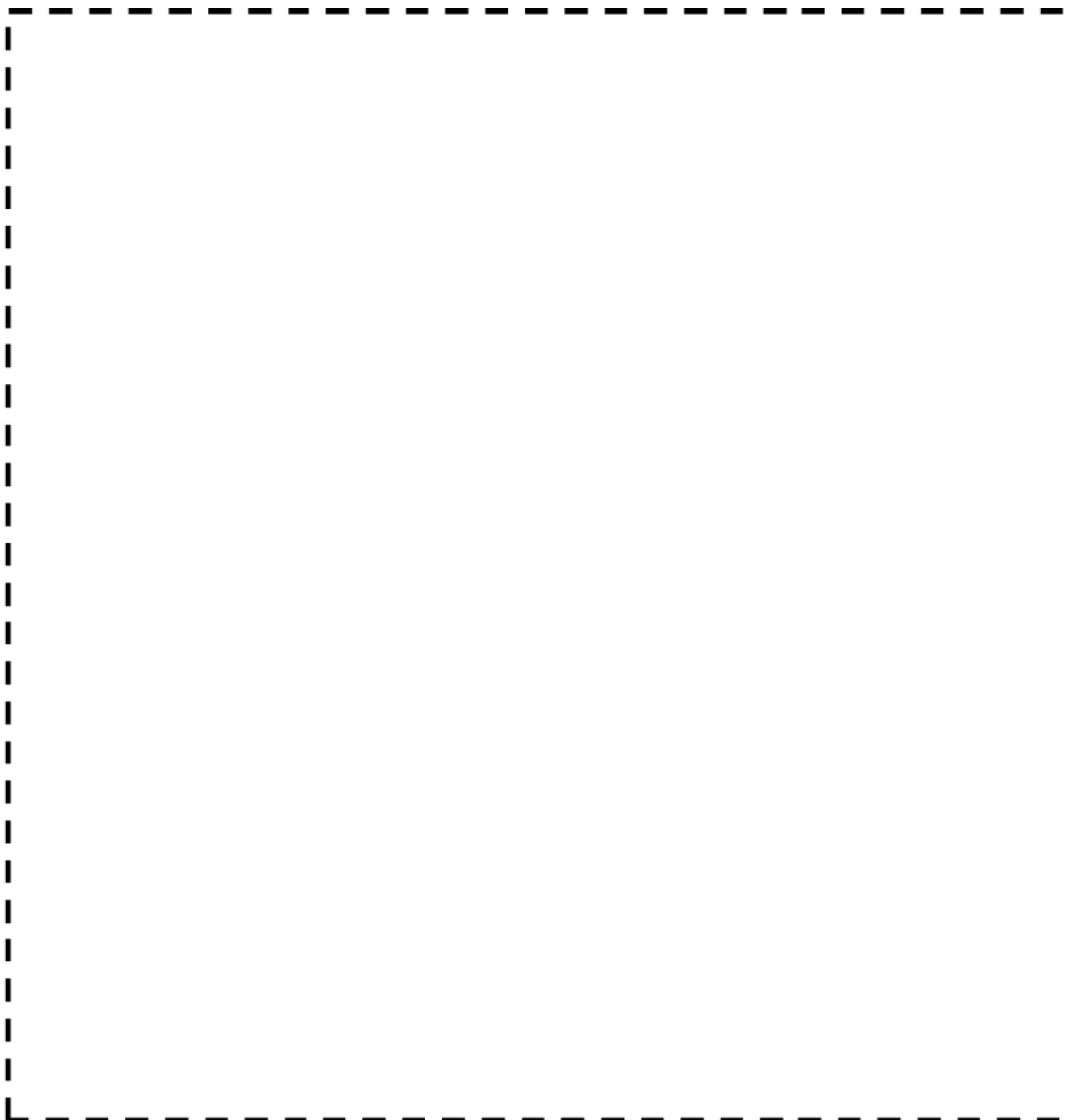
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（4）

弁番号	名 称
MOV-8801A	ほう酸注入タンク出口弁（A）
MOV-8801B	ほう酸注入タンク出口弁（B）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（5）

弁番号	名 称
MOV-5141B	冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁
MOV-5155	冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁
MOV-6202	A格納容器行計器用空気隔離弁
MOV-6203	B格納容器行計器用空気隔離弁

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<p>タイトル</p>	<p>弁電動装置の長期健全性試験のうち、加速熱劣化条件の妥当性について</p>																									
<p>説明</p>	<p>各部の試験条件は、下表に示すように、美浜3号炉の環境条件に余裕をみた75℃-60年間の運転を包絡しており、運転年数60年相当以上での健全性を確認している。</p> <table border="1" data-bbox="421 546 1359 1095"> <thead> <tr> <th>対象部位</th> <th>加速熱劣化試験条件 (温度-時間)</th> <th>75℃換算</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">固定子コイル (ポリイミド/ ポリイミドイミド)</td> <td>*1</td> <td>28075日 (77年)</td> <td rowspan="2">29548日 (80年)</td> </tr> <tr> <td>*2</td> <td>1392日 (3年)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">固定子コイル (エポキシ樹脂)</td> <td>*1</td> <td>20886日 (57.2年)</td> <td rowspan="2">21999日 (60.2年)</td> </tr> <tr> <td>*2</td> <td>1113日 (3.0年)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">口出線・接続部品 (シリコーンゴム)</td> <td>*1</td> <td>1078460日 (2953年)</td> <td rowspan="2">1100364日 (3013年)</td> </tr> <tr> <td>*2</td> <td>21904日 (60年)</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</p> <p>②試験条件を設定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギー、およびその根拠は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定子コイル：ポリイミド/ポリイミドイミド、1.5×10^5 kcal/mol、メーカーデータ (なお、1.5×10^5 kcal/molはポリイミドの活性化エネルギーで、ポリイミドイミドの活性化エネルギーは1.5×10^5 kcal/molであるが、保守的なポリイミドの活性化エネルギーを使用して算出することとしている。) エポキシ樹脂、1.5×10^5 kcal/mol、メーカーデータ 口出線・接続部品：シリコーンゴム、1.5×10^5 kcal/mol、メーカーデータ <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p>				対象部位	加速熱劣化試験条件 (温度-時間)	75℃換算	合計	固定子コイル (ポリイミド/ ポリイミドイミド)	*1	28075日 (77年)	29548日 (80年)	*2	1392日 (3年)	固定子コイル (エポキシ樹脂)	*1	20886日 (57.2年)	21999日 (60.2年)	*2	1113日 (3.0年)	口出線・接続部品 (シリコーンゴム)	*1	1078460日 (2953年)	1100364日 (3013年)	*2	21904日 (60年)
対象部位	加速熱劣化試験条件 (温度-時間)	75℃換算	合計																							
固定子コイル (ポリイミド/ ポリイミドイミド)	*1	28075日 (77年)	29548日 (80年)																							
	*2	1392日 (3年)																								
固定子コイル (エポキシ樹脂)	*1	20886日 (57.2年)	21999日 (60.2年)																							
	*2	1113日 (3.0年)																								
口出線・接続部品 (シリコーンゴム)	*1	1078460日 (2953年)	1100364日 (3013年)																							
	*2	21904日 (60年)																								

タイトル	弁電動装置の長期健全性試験のうち、圧力劣化の試験条件の妥当性について。
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0.45MPa：国内PWRプラントの包絡条件 美浜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0.26MPa(2.67kg/cm²G)（工事計画認可申請書の記載値）であり、上記の圧力条件に包絡されている。 ・ 3分：IEEE Std. 382-1996より設定 ・ 23回：下記参照 IEEE Std. 382-1996 Part III 3.3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。 美浜3号炉の設計基準事故時に機能要求がある弁電動装置は全て第11回定検以降取替え実績があることから、それ以降の期間において、事故時雰囲気中で機能要求のある電動弁駆動装置が外部加圧に曝露される格納容器全体漏洩試験は、第24回定期検査時までに合計6回の実績がある。 また、今後、運転開始後60年となる2036年まで（2016年～2036年（20年間＝17サイクル^{※1}））の間に6回実施されることが想定され、上記実績と合わせて計12回で、試験条件（23回）に包絡される。 <p>※1：プラント稼働率を85%と仮定</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	<p>弁電動装置の長期健全性試験条件のうち機械的劣化における、余熱除去ポンプ入口弁電動装置の想定動作回数（約1000回）の妥当性について。</p>
説明	<p>余熱除去ポンプ入口弁電動装置の第22回定期検査解列日（2006.11）から第25回定期検査解列日前日（2011.3）までの3保全サイクル^{※1}における開閉回数の平均値は約13回/保全サイクルであり、これまでと同じ頻度で定期検査を実施すると仮定すると、下記の計算により、60年間の開閉回数は559回となる。</p> <p>よって、保守的に想定動作回数を約1000回と設定していることは妥当である。</p> $13 \text{ (回/保全サイクル)} \times \{ (24 \text{ (保全サイクル)} / 33.5 \text{ (年)}^{※2}) \times 60 \text{ (年)} \}$ $= 559 \text{ (回)}$ <p>※1：定期検査解列日から次回定期検査解列日前日までの期間 ※2：第1回定期検査解列日から第25回定期検査解列日前日までの美浜3号炉の運転年数</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	弁電動装置の長期健全性試験のうち、設計基準事故時雰囲気暴露試験の妥当性について。																																										
説明	<p>設計基準事故時の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気暴露試験の条件とを比較した結果を以下に示す。</p> <p>(1) 口出線・接続部品（シリコンゴム）</p> <table border="1" data-bbox="422 640 1353 1070"> <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></td> <td>369640765時間 (15401699日)</td> <td rowspan="3">19775791日 (100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>43897153時間 (1829048日)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>61081063時間 (2545044日)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基 準事故 包絡条 件</td> <td></td> <td>429682時間 (17903日)</td> <td rowspan="3">20238日 (55.4年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>47300時間 (1971日)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間 (364日)</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー $\frac{1}{kT}$ kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。</p> <p>(2) 固定子コイル（ポリイミド/ポリイミド）</p> <table border="1" data-bbox="422 1256 1353 1697"> <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></td> <td>219026時間 (9126日)</td> <td rowspan="3">1477369時間 (100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>173954時間 (7248日)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1084388時間 (45183日)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基 準事故 包絡条 件</td> <td></td> <td>8096時間 (337日)</td> <td rowspan="3">20407時間 (約2.3年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3575時間 (149日)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間 (364日)</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー $\frac{1}{kT}$ kcal/molでの換算値 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。</p>				条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 暴露 試験		369640765時間 (15401699日)	19775791日 (100年以上)		43897153時間 (1829048日)		61081063時間 (2545044日)	設計基 準事故 包絡条 件		429682時間 (17903日)	20238日 (55.4年)		47300時間 (1971日)		8736時間 (364日)		条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計	事故時 雰囲気 暴露 試験		219026時間 (9126日)	1477369時間 (100年以上)		173954時間 (7248日)		1084388時間 (45183日)	設計基 準事故 包絡条 件		8096時間 (337日)	20407時間 (約2.3年)		3575時間 (149日)		8736時間 (364日)
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																																								
事故時 雰囲気 暴露 試験		369640765時間 (15401699日)	19775791日 (100年以上)																																								
		43897153時間 (1829048日)																																									
		61081063時間 (2545044日)																																									
設計基 準事故 包絡条 件		429682時間 (17903日)	20238日 (55.4年)																																								
		47300時間 (1971日)																																									
		8736時間 (364日)																																									
	条件（温度－時間）	65℃換算*1	合計																																								
事故時 雰囲気 暴露 試験		219026時間 (9126日)	1477369時間 (100年以上)																																								
		173954時間 (7248日)																																									
		1084388時間 (45183日)																																									
設計基 準事故 包絡条 件		8096時間 (337日)	20407時間 (約2.3年)																																								
		3575時間 (149日)																																									
		8736時間 (364日)																																									

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説 明	(3) 固定子コイル (エポキシ樹脂)			
		条件 (温度-時間)	65℃換算*1	合計
	事故時 雰囲気 曝露 試験	[]	119901時間 (4996日)	1013042時間 (100年以上)
			111091時間 (4629日)	
			782050時間 (32585日)	
	設計基 準事故 包絡条 件	[]	5867時間 (244日)	17502時間 (約2年)
			2899時間 (121日)	
			8736時間 (364日)	
	* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値			
	以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。			
以 上				
[] 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。				

タイトル	弁電動装置の長期健全性試験結果の判定に係るメーカー基準の内容及びその妥当性について。
説明	<p>IEEE Std. 382-1996の「6.5章 判定基準」に「仕様要求に基づく機能を満足すること」と記載されており、これを具体化する際、実機に求められる機能を判定する方法として、メーカー基準である「動作確認」を用いたものである。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

タイトル	代表機器以外の設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある弁電動装置の評価について。
説明	<p>代表機器の余熱除去ポンプ入口弁電動装置の型式はSMB（SMB-3）の射H種絶縁で、代表機器の選定については、原子炉格納容器内のループ室に設置されており、弁本体が大きな駆動力を要するものを代表機器として選定している。</p> <p>一方、長期健全性試験に供試した型式・絶縁仕様はSMB（SMB-000）の射H種絶縁である。美浜3号炉のCV内で、設計基準事故時雰囲気内で機能要求（EQ要求）のある電動装置のモータとしてはSMB-0、SMB-00、SMB-000、SMB-3、SMB-4の射H種絶縁のものがあり、大きさや外観は異なるものの、型式・絶縁仕様は同じであり、シール部の構造や電動機の構造、絶縁材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、当該長期健全性試験はどのCV内でEQ要求のあるモータに対しても代表性があると考ええる。</p> <p>よって、代表機器以外のCV内でEQ要求のある弁電動装置の評価についても、代表機器による評価で包絡することができる考える。</p> <p>一方、EQ要求がある電動装置のうち、MS区画のものがあるが、MS区画ではCV内ほど過酷な仕様は求められないことから、モータの絶縁仕様、絶縁材料が異なる弁電動装置SMB又はSBのH種（交流）を設置する予定である。</p> <p>MS区画内に設置予定の弁電動装置における長期健全性評価については、実機と絶縁種や材料が同一で、構造的にはより複雑な実機相当品（SMB-000、H種、直流）による長期健全性試験により、健全性評価を実施した結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できたことから、当該弁電動装置に関しても健全性に問題はないと考える。なお、実機相当品によるMS区画内の設計基準事故時雰囲気を包絡する長期健全性試験の内容及び妥当性説明は添付1～4の通り。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

MS 区画内設置の弁電動装置に対する耐環境性試験内容及び妥当性説明

MS 区画内設置の弁電動装置については、同一製造メーカーのより構造が複雑な直流モータの弁電動装置に対する長期健全性試験を実施しており、その試験結果を基に健全性評価を実施している。

なお、長期健全性試験を実施した直流モータの弁電動装置と実機に設置される交流モータの弁電動装置は、モータ部分の構造や絶縁材料は同等であり、交流モータの弁電動装置は絶縁性能において、弁電動装置全体がより構造上複雑である直流モータの弁電動装置の同等以上であると言えることから、直流モータの弁電動装置に対する長期健全性試験結果を基に交流モータの弁電動装置の健全性評価を実施することに問題はないと考える。

MS 区画内設置の弁電動装置の長期健全性試験手順を次項に、詳細な試験条件及びその妥当性を添付 2、添付 3 に示す。添付 2 に示すとおり、美浜 3 号炉の環境条件に余裕をみた 60℃－60 年間の運転を包絡しており、運転年数 60 年相当以上での健全性を確認している。さらに、添付 3 に示すように、実機的设计基準事故時 (MSLB) 条件を包絡していることを確認した。

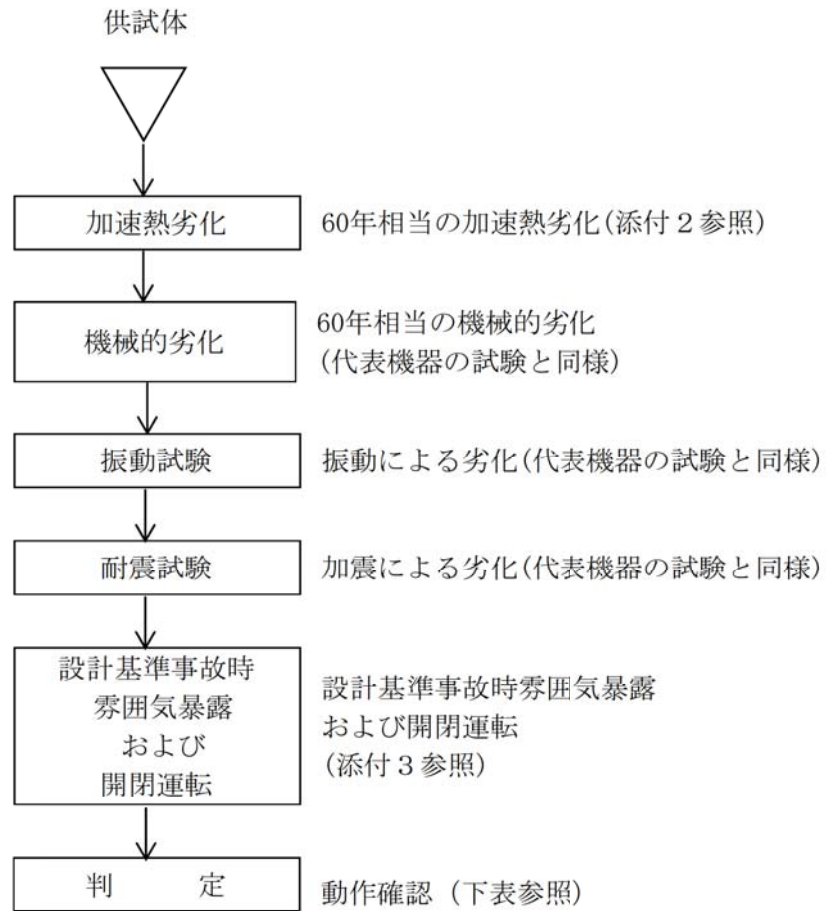


図 MS 区画内の電動装置の長期健全性試験手順

表 MS 区画内の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

MS 区画内の弁電動装置の熱加速劣化条件とその妥当性について

MS 区画内の弁電動装置の熱加速劣化条件とその妥当性については下表に示すとおり、美浜 3 号炉の原子炉格納容器外の環境条件（約40℃）に余裕をみた温度（60℃）で、60年間の運転を包絡していることを確認した。

対象部位	加速熱劣化試験条件 (温度—時間)	60℃換算	合計
固定子コイル (ポリアミドイミド)	* 1	23427日 (64年)	158130日 (100年 以上)
	* 2	134703日 (369年)	
口出線・接続部品* 3 (シリコーンゴム)	* 1	226087日 (100年以上)	1526088日 (100年 以上)
	* 2	1300001日 (100年以上)	

* 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

なお、試験条件を設定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギー、およびその根拠は以下のとおり。

- ・固定子コイル：ポリアミドイミド、 \square kcal/mol、メーカーデータ
- ・口出線・接続部品：シリコーンゴム、 \square kcal/mol、メーカーデータ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

MS区画内の弁電動装置の設計基準事故時雰囲気暴露試験条件とその妥当性について

美浜3号炉のMS区画における設計基準事故時（MSLB）の解析結果の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気暴露試験の条件とを比較した結果を以下に示す。

(1) 固定子コイル（ポリアミドイミド）

	条件（温度×時間）	50℃換算*1	合計
事故時雰囲気暴露試験		30,545,603日 (100年以上)	30,545,763日 (100年以上)
		160日 (0.4年)	
設計基準事故包絡条件		3,520,560日 (100年以上)	3,520,568日 (100年以上)
		1時間 (0日)	
		198時間 (8日)	

*1：固定子コイルの活性化エネルギー $\frac{1}{2}$ kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

(2) 口出線・接続部品（シリコンゴム）

	条件（温度×時間）	50℃換算*1	合計
事故時雰囲気暴露試験		4,513,194,927日 (100年以上)	4,513,194,929日 (100年以上)
		638日 (1.7年)	
設計基準事故包絡条件		387,381,528日 (100年以上)	387,381,531日 (100年以上)
		1時間 (0日)	
		73時間 (3日)	

*1：口出線・接続部品の活性化エネルギー $\frac{1}{2}$ kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

タイトル	<p>保護リレーの評価に用いているサンプリング調査結果に供した保護リレーの絶縁材料、絶縁種別の同等性について。</p>
説明	<p>実機の保護リレーと、サンプリング調査で用いた保護リレーは同一メーカー品であり、入力トランスの絶縁仕様（絶縁材料、絶縁種別）は同等である。</p> <p>材料については下記の通り。</p> <p>保護リレーの入力トランス巻線仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・巻線種類 ホルマール銅線 ・素線絶縁 ホルマール樹脂（A種絶縁） ・対地絶縁 フェノール樹脂（A種絶縁） <p>なお、使用電圧についてもDC 125V、AC 115Vは従来から変更が無いため、同じ条件で使用している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故又は重大事故時の環境条件下で機能要求のある伝送器等の取替周期の妥当性について</p>												
<p>説明</p>	<p>①設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある機器の取替周期と、その期間内において事故時雰囲気で健全性が維持できることの根拠は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伝送器（1次冷却材圧力、加圧器圧力、蒸気流量、加圧器水位、格納容器再循環サンプル水位、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位） <table border="1" data-bbox="421 674 1362 909"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td> 伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）： 〇年のエイジング（基準温度49℃） →アレニウス換算（〇eV, 47.7℃^{*1}）で〇年相当と評価 ・同研究で〇年のエイジング </td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：当社11プラントを対象として、C/V内に設置された電気・計装品の環境温度調査にて実測した通路部（伝送器が設置される）の最大平均温度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・測温抵抗体（1次冷却材高温側温度（広域）・（狭域）、1次冷却材低温側温度（広域）・（狭域）、格納容器温度） <table border="1" data-bbox="421 1088 1362 1279"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td> プラントメーカー試験（〇℃×〇h） 〇のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算（〇eV, 49.3℃^{*2}）で稼働率を考慮して〇年相当と評価 </td> </tr> </tbody> </table> <p>※2：同電気・計装品の環境温度調査にて実測したループ室の最大平均温度（但し、大飯1/2号機は除く）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射線検出器（格納容器内高レンジエリアモニタ） <table border="1" data-bbox="421 1420 1362 1615"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td> 「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」：〇℃×〇h 〇年のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則 </td> </tr> </tbody> </table>	取替周期	根拠	〇年以内	伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）： 〇年のエイジング（基準温度49℃） →アレニウス換算（〇eV, 47.7℃ ^{*1} ）で〇年相当と評価 ・同研究で〇年のエイジング	取替周期	根拠	〇年以内	プラントメーカー試験（〇℃×〇h） 〇のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算（〇eV, 49.3℃ ^{*2} ）で稼働率を考慮して〇年相当と評価	取替周期	根拠	〇年以内	「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」：〇℃×〇h 〇年のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則
取替周期	根拠												
〇年以内	伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）： 〇年のエイジング（基準温度49℃） →アレニウス換算（〇eV, 47.7℃ ^{*1} ）で〇年相当と評価 ・同研究で〇年のエイジング												
取替周期	根拠												
〇年以内	プラントメーカー試験（〇℃×〇h） 〇のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算（〇eV, 49.3℃ ^{*2} ）で稼働率を考慮して〇年相当と評価												
取替周期	根拠												
〇年以内	「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」：〇℃×〇h 〇年のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則												

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<p>説明</p>	<p>設計基準事故時の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を添付-1、2に示す。</p> <p>添付-1：1次冷却材圧力及び加圧器水位計測制御装置伝送器並びに1次冷却材高温側温度（広域）計測制御装置測温抵抗体 事故時雰囲気曝露試験条件</p> <p>添付-2：格納容器内高レンジエリアモニタ放射線検出器 事故時雰囲気曝露試験条件</p> <p>②重大事故時雰囲気環境下において機能要求のある機器の取替周期と、その期間内において重大事故時雰囲気で健全性が維持できることの根拠は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伝送器（1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプル水位、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位、原子炉水位） <table border="1"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1年以内</td> <td>SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：$100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$（10年のエージング（基準温度50°C）） →アレニウス換算（10000eV、$47.7^{\circ}\text{C}^{*1}$）で10年相当と評価</td> <td>10年の健全性が担保されており、現在の取替え周期10年は妥当である。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：当社11プラントを対象として、C/V内に設置された電気・計装品の環境温度調査にて実測した通路部（伝送器が設置される）の最大平均温度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・測温抵抗体（1次冷却材高温側温度（広域）、1次冷却材低温側温度（広域）、格納容器温度） <table border="1"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10年以内</td> <td>プラントメーカー試験：$100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$（10年のエージング（基準温度50°C、10°C半減則採用）） →アレニウス換算 10000eV、$49.3^{\circ}\text{C}^{*2}$）で稼働率を考慮して10年相当と評価</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※2：同電気・計装品の環境温度調査にて実測したループ室の最大平均温度（但し、大飯1/2号機は除く）</p>	取替周期	根拠	備考	1年以内	SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： $100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$ （10年のエージング（基準温度50°C）） →アレニウス換算（ 10000eV 、 $47.7^{\circ}\text{C}^{*1}$ ）で10年相当と評価	10年の健全性が担保されており、現在の取替え周期10年は妥当である。	取替周期	根拠	備考	10年以内	プラントメーカー試験： $100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$ （10年のエージング（基準温度50°C、10°C半減則採用）） →アレニウス換算 10000eV 、 $49.3^{\circ}\text{C}^{*2}$ ）で稼働率を考慮して10年相当と評価	
取替周期	根拠	備考											
1年以内	SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： $100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$ （10年のエージング（基準温度50°C）） →アレニウス換算（ 10000eV 、 $47.7^{\circ}\text{C}^{*1}$ ）で10年相当と評価	10年の健全性が担保されており、現在の取替え周期10年は妥当である。											
取替周期	根拠	備考											
10年以内	プラントメーカー試験： $100^{\circ}\text{C} \times 10000\text{h}$ （10年のエージング（基準温度50°C、10°C半減則採用）） →アレニウス換算 10000eV 、 $49.3^{\circ}\text{C}^{*2}$ ）で稼働率を考慮して10年相当と評価												

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

説 明	・放射線検出器（格納容器内高レンジエリアモニタ）		
	取替周期	根拠	備考
	□年以内	「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」：□℃×□h □年のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則	
	・熱電対、測温抵抗体（静的触媒式水素再結合装置温度、原子炉格納容器水素燃焼装置温度）		
取替周期	根拠	備考	
□年以内	SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：□℃×□h □年のエイジング（基準温度50℃）→10℃半減則		
<p>重大事故等時解析結果の包絡条件（重大事故等包絡条件）と事故時雰囲気曝露試験の条件とを比較した結果を添付-3～6に示す。</p> <p>なお、重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉 原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。</p> <p>添付-3：伝送器 事故時雰囲気曝露試験条件 添付-4：測温抵抗体 事故時雰囲気曝露試験条件 添付-5：放射線検出器 事故時雰囲気曝露試験条件 添付-6：熱電対、測温抵抗体 事故時雰囲気曝露試験条件他</p> <p style="text-align: right;">以上</p>			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

1次冷却材圧力及び加圧器水位計測制御装置伝送器

	条件（温度－時間）	6.5℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		2013時間	43140時間 (約1797日)
		3423時間	
		10178時間	
		27526時間	
設計基 準事故 包絡条 件		456時間	9743時間 (約406日)
		551時間	
		8736時間	

* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機的设计基準事故包絡条件を包絡している。

1次冷却材高温側温度（広域）計測制御装置測温抵抗体

	条件（温度－時間）	6.5℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験		977時間	42351時間 (約1764日)
		1860時間	
		39514時間	
設計基 準事故 包絡条 件		310時間	9474時間 (約395日)
		428時間	
		8736時間	

* 1 : 活性化エネルギー [] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機的设计基準事故包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

格納容器内高レンジエリアモニタ放射線検出器

	条件（温度－時間）	6 5℃換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露 試験*1		965時間	21911時間 (約913日)
		1056時間	
		19890時間	
設計基 準事故		156時間	9130時間 (約380日)
		238時間	
		8736時間	

* 1 : 10℃半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(伝送器)

	条件 (温度－時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		10112時間	79623時間 (約3318日)
		5567時間	
		19025時間	
		20043時間	
		10112時間	
		8175時間	
		6589時間	
重大事故等包 絡条件		1時間	29880時間 (約1245日)
		7時間	
		26時間	
		799時間	
		3340時間	
		1229時間	
		7294時間	
		2745時間	
		2611時間	
		2253時間	
		2296時間	
		1368時間	
		1175時間	
		1120時間	
		1056時間	
	903時間		
	701時間		
	956時間		

* 1 : 活性化エネルギー [kcal/mol]での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(測温抵抗体)

	条件 (温度-時間)	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露試験*1	[Redacted]	977時間	42351時間 (約1765日)
		1860時間	
		39514時間	
重大事故等包絡 条件	[Redacted]	1時間	19786時間 (約824日)
		6時間	
		20時間	
		566時間	
		2054時間	
		816時間	
		4683時間	
		1782時間	
		1714時間	
		1496時間	
		1542時間	
		929時間	
		808時間	
		779時間	
		743時間	
643時間			
506時間			
698時間			

*1 : 活性化エネルギー [Redacted] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

[Redacted] 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(放射線検出器)

	条件（温度－時間）	65°C換算*1	合計
事故時 雰囲気 曝露試験		965時間	21911時間 (約913日)
		1056時間	
		19890時間	
重大事故等包 絡条件		1時間	10092時間 (約421日)
		4時間	
		11時間	
		288時間	
		1086時間	
		412時間	
		2391時間	
		905時間	
		867時間	
		755時間	
		776時間	
		468時間	
		407時間	
		394時間	
		377時間	
328時間			
260時間			
362時間			

* 1 : 10°C半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(熱電対、測温抵抗体)

	条件 (温度-時間)	65°C換算*2	合計
事故時雰囲気 暴露試験		60822時間	60822時間 (約2534日)
重大事故等包 絡条件		1時間	10092時間 (約421日)
		4時間	
		11時間	
		288時間	
		1086時間	
		412時間	
		2391時間	
		905時間	
		867時間	
		755時間	
		776時間	
		468時間	
		407時間	
		394時間	
		377時間	
	328時間		
	260時間		
	362時間		

* 1 : 10°C半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

静的触媒式水素再結合装置・原子炉格納容器水素燃焼装置温度計（熱電対、測温抵抗体）の健全性試験の条件及び試験後特性試験結果を以下に示す。

健全性試験の条件

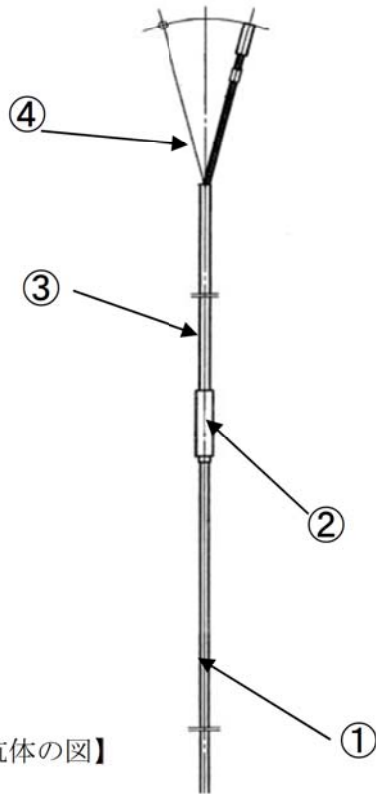
	試験条件	説明
熱加速試験		通常雰囲気温度（約50℃）で、作間を想定した熱劣化を与えた。
放射線照射試験		作間の運転に予想される線量に重大事故等時の線量を加えた線量を与えた。
蒸気暴露試験		重大事故等時の最高温度（約138℃）、最高圧力（約0.305MPa）を包絡した条件を与えた。

試験後特性試験結果

項目	試験条件	判定
精度試験	レンジの0, 25, 50, 75, 100%に相当する温度を測定し、精度を確認する	良
絶縁抵抗測定試験	室温及び400℃の環境下で絶縁抵抗を確認する。	良

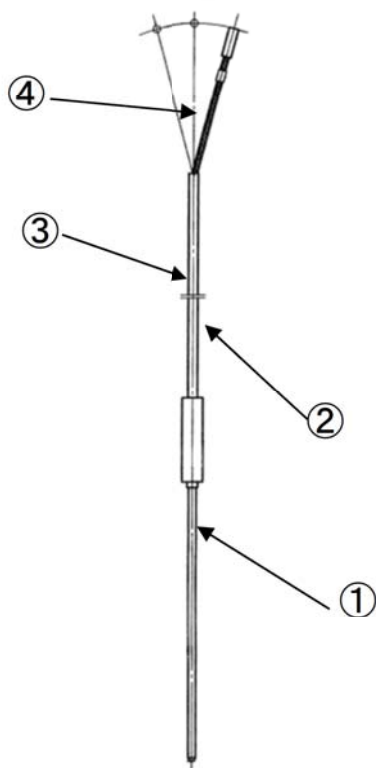
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【熱電対の図】



No	部位	材 料
①	シース部	
②	スリーブ	
③	補償導線	
④	ケーブル	

【測温抵抗体の図】



No	部位	材 料
①	シース部	
②	スリーブ	
③	延長導線	
④	ケーブル	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。