

No.	高浜 1－熱時効－ 9 rev1	事象：2相ステンレス鋼の熱時効
質 問	<p>(別冊-5配管-4 1 次冷却材管-15頁)</p> <p>母管の熱時効に係る健全性評価について、重大事故等時(原子炉停止機能喪失)におけるプラント条件(ピーク温度360℃、ピーク圧力18.5MPa)を考慮しても、配管は不安定破壊することはないとした考え方及び具体的根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>重大事故等時のプラント条件を考慮した1次冷却材管に係る健全性評価の具体的評価内容を添付-1に示します。</p> <p>重大事故等時における健全性評価への入力条件としては、プラント条件が最も厳しくなるピーク温度360℃、ピーク圧力18.5MPaとしており、地震荷重はS s地震動による荷重としております。</p> <p>なお、通常運転時の条件から温度、圧力が異なっておりますが、重大事故等時の条件においても従来評価方法が問題なく適用できると判断しており、評価結果として配管は不安定破壊することはないことを確認しております。</p>	

1. 代表点の抽出

重大事故等時の健全性を確認するにあたっては、評価対象部位の中で応力が最大であり、通常運転時の評価における評価点となっている加圧器サージライン用管台を代表点とする。

なお、重大事故等時の入力条件において応力最大部位に変更がないことを確認するため、通常運転時の応力が 2 番目に高い 6B 安全注入系ライン用管台についても重大事故等時の応力を算出し、評価部位における応力の大小関係に逆転が無いことを確認している。

評価部位	フェライト量 [%]	使用温度 [°C]	通常運転時 (参考) ※	重大事故等時※
			応力 [MPa]	応力 [MPa]
加圧器サージライン用管台	約 13.7	322.8	約 215	約 232
6B 安全注入系ライン用管台	約 15.5	288.6	約 208	約 230

※小数点第1位切り上げ

2. フェライト量の算出

フェライト量は、ミルシートの化学成分から、ASTM A800に基づき算出している。

化学成分 (溶鋼分析) %								Cre/Nie (注1)	フェライト量 (注2)
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb(Nb)	N		F%
									約 13.7

(注1) ASTM A800の7.1.2参照

(注2) ASTM A800のFig. X1.1参照

3. 評価用 Jmat の決定

き裂進展抵抗値 (Jmat 値) は、電共研で改良された脆化予測モデル (H3Tモデル: Hyperbolic-Time, Temperature Toughness) を用いて、評価部位のフェライト量を基に求める。

なお、重大事故等時の温度条件 (360°C) と [] の温度条件で採取されたデータの下限值 (H3Tモデルの下限線) には温度条件に違いがあるが、過去に実施した破壊靱性試験の結果から、[] の J 値と [] の J 値に大きな差が認められず、それぞれの J 値は H3Tモデルの下限線以上であることから、360°C の J 値を H3Tモデルの下限線として想定する現在の評価は重大事故時の条件においても適用でき、妥当であると判断している。

Jmat の J_{1c}、J₆ の値は以下のとおりである。

	J _{1c} (kJ/m ²)	J ₆ (kJ/m ²)
き裂進展抵抗 (Jmat)	[]	[]

4. 評価部位の応力

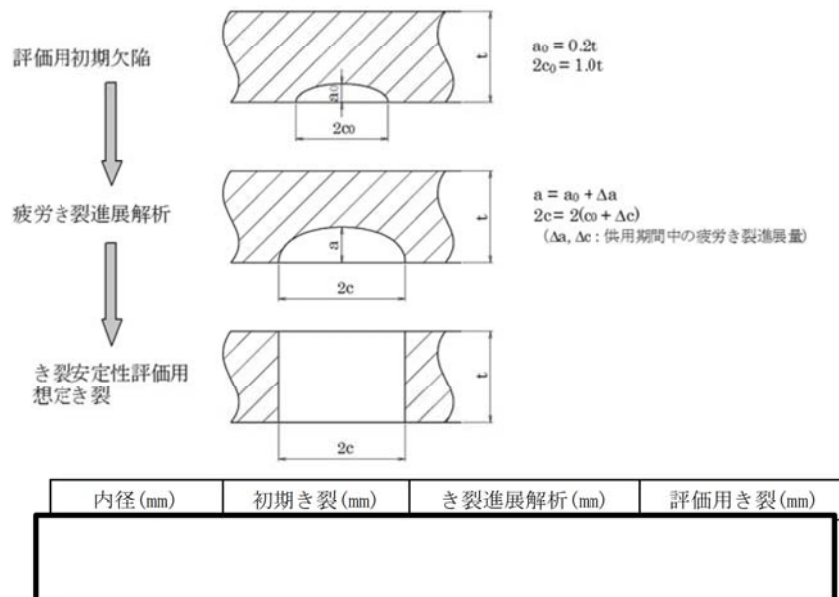
重大事故等時の内圧，自重，熱膨張及び地震荷重を考慮した応力値を示す。

評価条件	内圧による 応力 (MPa)	曲げ応力				軸力による応力				合算値 (MPa) (小数点第1位 切り上げ)
		自重 (%)	熱 (%)	地震 (Ss) (%)	合計 (MPa)	自重 (%)	熱 (%)	地震 (Ss) (%)	合計 (MPa)	
重大事故等時										約232
通常運転時 (参考)										約215

5. Jappの決定

(1) 評価用き裂

き裂安定性評価を保守的に行うために評価用き裂を貫通き裂とする。



(2) FEM解析

評価用き裂と表 1 に示す評価条件を入力条件として、FEM (有限要素法) 解析により、破壊力 (Japp値) を求める。

Japp の算出には、作用荷重と材料物性 (応力-歪関係) を使用する。

また、材料物性 (応力-歪関係) には、通常運転時の評価では、保守的な条件としてフェライト量が小さく、時効していない材料の応力-ひずみ関係を使用しているが、重大事故時等条件を考慮した評価においても同じものを使用している。重大事故時等条件 (360℃) を考慮した場合の応力-ひずみ関係はフェライト量、温度条件、時効劣化の有無の影響を総合すると、通常運転時の評価に使用する応力-ひずみ関係より大きくなるため、今回の評価で使用した応力-ひずみ関係は保守的な評価条件となる。

なお、各き裂長さにおけるJappは以下のとおり。

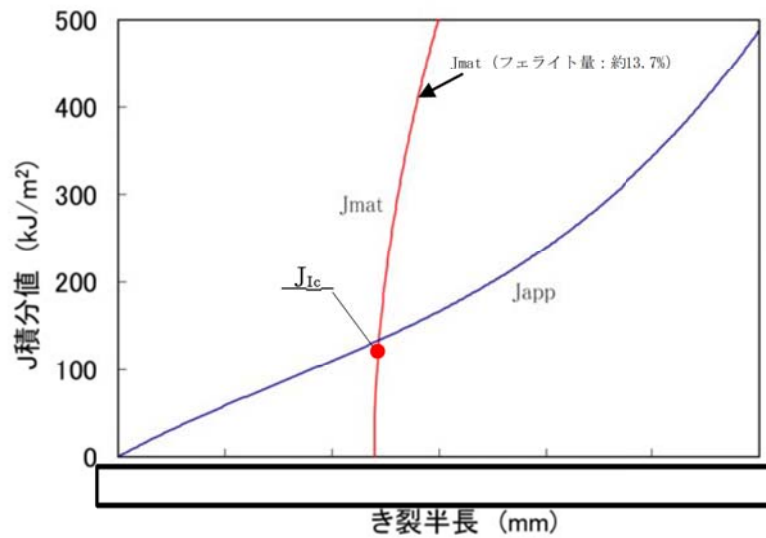
き裂長さ	1t	3t	5t
Japp (kJ/m ²)			

6. き裂安定性評価

重大事故等時の加圧器サージライン用管台におけるき裂安定性評価結果を下図に示す。

重大事故等時においても、き裂進展抵抗がき裂進展力を上回ること、およびき裂進展抵抗とき裂進展力の交点で、き裂進展抵抗の傾きがき裂進展力の傾きを上回っていることから、配管は不安定破壊することなく、重大事故等時のプラント条件を考慮しても健全であることが判断できる。

加圧器サージライン用管台のき裂安定性評価結果



内は商業機密に属しますので公開できません

表1 評価条件
 加圧器サージライン用管台

内径 [mm]																																							
外径 [mm]																																							
き裂形状	周方向貫通き裂(き裂長さ: 1t, 3t, 5tの3種類)																																						
荷重																																							
内圧 [MPa]																																							
軸力 [kN]	自重			熱			地震			合計																													
曲げモーメント [kN・m]	自重		熱		地震		自重		合計																														
	My	Mz	My	Mz	My	Mz	My	Mz	My																														
物性値																																							
ヤング率 [MPa]																																							
ポアソン比	$\nu=0.3$ (弾性域)、 $\nu=0.5$ (塑性域)																																						
応力-ひずみ関係	<p>フェライト量が低い非時効材の応力-ひずみ線図を用いる。本評価データは電共研「1次冷却材管の時効劣化に関する研究 (STEPI)」で得られた知見を参考にしている。本電共研では2つの試験片について引張り試験を実施し、結果がほぼ同等であったことから1つの試験片のデータを用いて応力-ひずみ線図を導出した。Japp 値は応力-ひずみ線図の下部の面積に比例するため、強度が低い非時効材を用いることはより安全側の評価となります。</p>																																						
	<p>非時効材のフェライト量</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="7">化学成分 (詳細分析) %</th> <th colspan="2">フェライト量</th> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> <td>Mo</td> <td>Cb (Nb)</td> <td>N</td> <td>Cre/Nie</td> <td>P%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										化学成分 (詳細分析) %							フェライト量		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb (Nb)	N	Cre/Nie	P%										
化学成分 (詳細分析) %							フェライト量																																
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb (Nb)	N	Cre/Nie	P%																														

内は商業機密に属しますので公開できません。

No.	高浜 1 - 絶縁低下 - 1 rev1	事象：絶縁低下
質 問	<p>(別冊-4容器-3.3電気ペネトレーション-13頁) 表2.3-3の加速熱劣化の試験条件に関し、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、材料、活性化エネルギー及び活性化エネルギーの根拠についての説明を提示すること。</p>	
回 答	<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トティング材で、その材料、活性化エネルギー値およびその根拠は以下のとおりです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポットティング材（シリコン樹脂） （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求めたものです。 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しています。 <p>なお、表2.3-3はポットティング材の長期健全性試験条件であり、妥当性説明の記載「外部リード：114℃×10日」は不要のため、削除します。</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

(現状)

表2.3-3 ピッグテイル型電気ペネトレーション 長期健全性試験の条件

	試験条件	妥当性説明
加速熱劣化	条件：125℃×10日間	試験条件は、電気ペネトレーションの周囲温度（約43℃）に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度（約60℃）で60年間の運転に相当する条件（ポッティング材：113℃×10日、外部リード：114℃×10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） （10kGy/h以下）	高浜1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S ₁ 地震動を想定して求めた最大加速度1.8Gで加振	高浜1号炉に想定される最大加速度（0.442G）を包絡している。
事故時 雰囲気暴露	温度 Max 190℃ 圧力 Max 0.414MPa 時間 ～15日間	高浜1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。

(修正後)

表2.3-3 ピッグテイル型電気ペネトレーション 長期健全性試験の条件

	試験条件	妥当性説明
加速熱劣化	条件：125℃×10日間	試験条件は、電気ペネトレーションの周囲温度（約43℃）に通電による温度上昇と若干の余裕を加えた温度（約60℃）で60年間の運転に相当する条件（ポッティング材：113℃×10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） （10kGy/h以下）	高浜1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S _d 地震動を想定して求めた最大加速度1.8Gで加振	高浜1号炉に想定される最大加速度（0.69G）を包絡している。
事故時 雰囲気暴露	温度 Max 190℃ 圧力 Max 0.414MPa 時間 ～15日間	高浜1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。

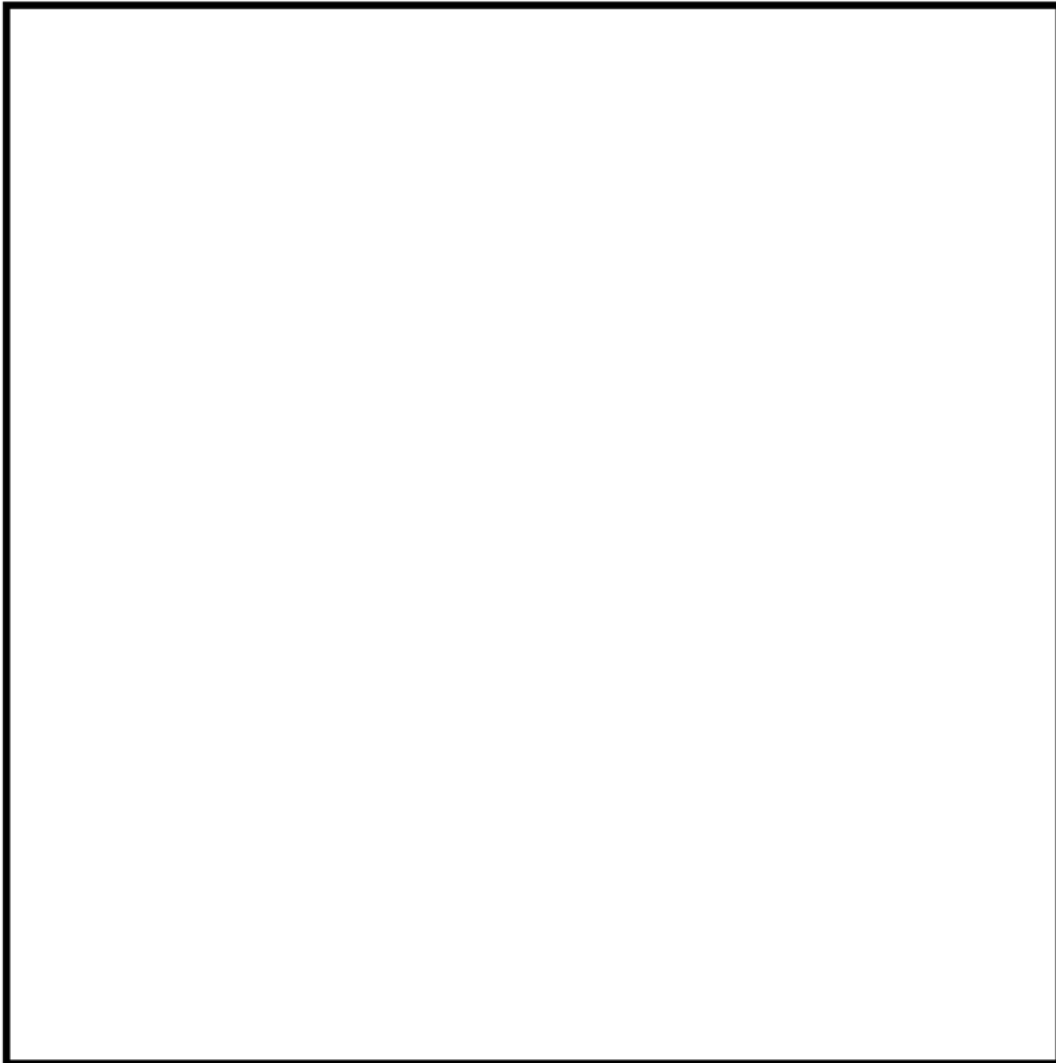
No.	高浜1-絶縁低下-13	事象：絶縁低下
質 問	<p>(別冊-8ケーブル-共通-(下記ケーブル等の健全性評価の記載ページ)) 高圧ケーブル及び事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・同軸ケーブルについて、取替実績(ケーブル種類、製造メーカ、取替理由、機器数、取替時期)を提示すること。</p>	
回 答	<p>高圧ケーブル及び事故時雰囲気環境下において機能要求のある低圧ケーブル・同軸ケーブルについては、予防保全、火災防護対策又は主設備取替に伴い、以下の通り取替えを行っています。</p> <p>(1) 高圧ケーブル</p> <p>A. 難燃高圧C SHVケーブル</p> <p>a. 海水ポンプモータケーブル 第8回定期点検(1986年度)、4セット、<input type="text"/></p> <p>b. 充てん/高圧注入ポンプモータ、非常用DGケーブル 第17回定検(1997年度)、22セット、メーカ特定せず</p> <p>c. 一次冷却材ポンプモータケーブル、チラーユニット用圧縮機モータケーブル 第27回定検(2011年度～)^{※1}、6セット、メーカ検討中</p> <p>(2) 低圧ケーブル</p> <p>A. 難燃PHケーブル</p> <p>a. 事故時機能要求のある全ての低圧ケーブル <input type="text"/> 取替時期不明^{※2}、1本 第12回定検、2本 第18回定検、15本 第26回定検、8本 第27回定検^{※1}、61本</p> <p>B. 難燃KKケーブル</p> <p>a. 事故時機能要求のある全ての低圧ケーブル <input type="text"/> 第11回定検、24本 第14回定検、2本 第18回定検、3本</p> <p>(3) 同軸ケーブル</p> <p>A. 難燃三重同軸ケーブル</p> <p>a. 格納容器高レンジエリアモニターケーブル 第10回定検、8本、<input type="text"/></p> <p>※1：既に取り替方針等が定まっているケーブルを含む ※2：評価上は運転開始から取替えられていないものとして整理</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1－絶縁低下－1 4	事象：絶縁低下
質 問	<p>(別冊-8ケーブル-1高圧ケーブル-12頁)</p> <p>屋外ケーブル水トリーに対する現状保全内容に関し、以下についての説明を提示すること。</p> <p>①「トレンチ内の水の溜まりの有無を、定期的を目視確認している」とあるが、目視確認の実施頻度、確認項目</p> <p>②恒設の排水ポンプの保全内容(点検項目、点検頻度)</p>	
回 答	<p>① トレンチ内については、でトレンチ水溜りの有無を確認しています。</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/停止する恒設の排水ポンプが設置されております。</p> <p>② 恒設の排水ポンプについては、の頻度で機能試験を実施しております。なお、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おります。</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

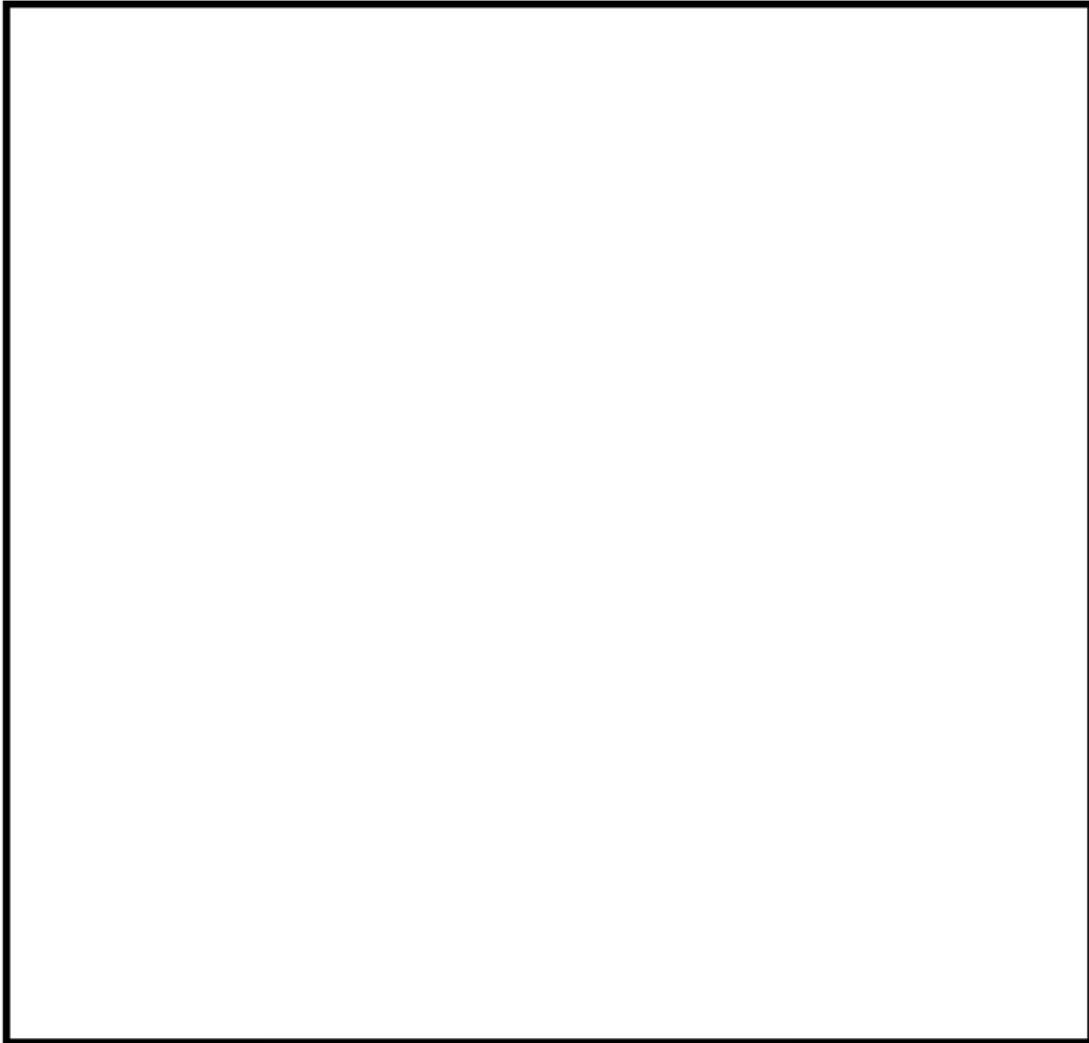
No.	高浜 1－絶縁低下－16	事象：絶縁低下																				
質 問	<p>(別冊-6弁-2.1電動装置-2頁) 対象機器のうち、設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のあるものについて名称、台数、直流・交流の別を整理し提示すること。また、系統図等を用いて設置個所を提示すること。</p>																					
回 答	<p>設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある電動弁の名称および台数について、以下に記載します。電源は全て交流です。 なお、電動弁の設置箇所は添付 1～3 の配置図を参照願います。</p> <table border="1" data-bbox="517 875 1238 1263"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>台数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ループ余熱除去系第 1 入口弁</td> <td>2 台</td> </tr> <tr> <td>ループ余熱除去系第 2 入口弁</td> <td>2 台</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁元弁</td> <td>2 台</td> </tr> <tr> <td>アキュームレータ出口弁</td> <td>3 台</td> </tr> <tr> <td>RCPサーマルバリア冷却水出口第 1 隔離弁</td> <td>1 台</td> </tr> <tr> <td>RCP軸受冷却水出口第 1 隔離弁</td> <td>1 台</td> </tr> <tr> <td>封水戻りラインC/V第 1 隔離弁</td> <td>1 台</td> </tr> <tr> <td>Aループ高温側サンプル第 1 隔離弁</td> <td>1 台</td> </tr> <tr> <td>R-11/12入口ライン格納容器隔離弁</td> <td>1 台</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以 上</p>		名 称	台数	ループ余熱除去系第 1 入口弁	2 台	ループ余熱除去系第 2 入口弁	2 台	加圧器逃がし弁元弁	2 台	アキュームレータ出口弁	3 台	RCPサーマルバリア冷却水出口第 1 隔離弁	1 台	RCP軸受冷却水出口第 1 隔離弁	1 台	封水戻りラインC/V第 1 隔離弁	1 台	Aループ高温側サンプル第 1 隔離弁	1 台	R-11/12入口ライン格納容器隔離弁	1 台
名 称	台数																					
ループ余熱除去系第 1 入口弁	2 台																					
ループ余熱除去系第 2 入口弁	2 台																					
加圧器逃がし弁元弁	2 台																					
アキュームレータ出口弁	3 台																					
RCPサーマルバリア冷却水出口第 1 隔離弁	1 台																					
RCP軸受冷却水出口第 1 隔離弁	1 台																					
封水戻りラインC/V第 1 隔離弁	1 台																					
Aループ高温側サンプル第 1 隔離弁	1 台																					
R-11/12入口ライン格納容器隔離弁	1 台																					



E L - フロア

No.	弁番号	名 称
①	1MOV-8702A	Aループ余熱除去系第1入口弁
②	1MOV-8702B	Bループ余熱除去系第1入口弁
③	1MOV-8701A	Aループ余熱除去系第2入口弁
④	1MOV-8701B	Bループ余熱除去系第2入口弁
⑤	1MOV-8112	封水戻りラインC/V第1隔離弁

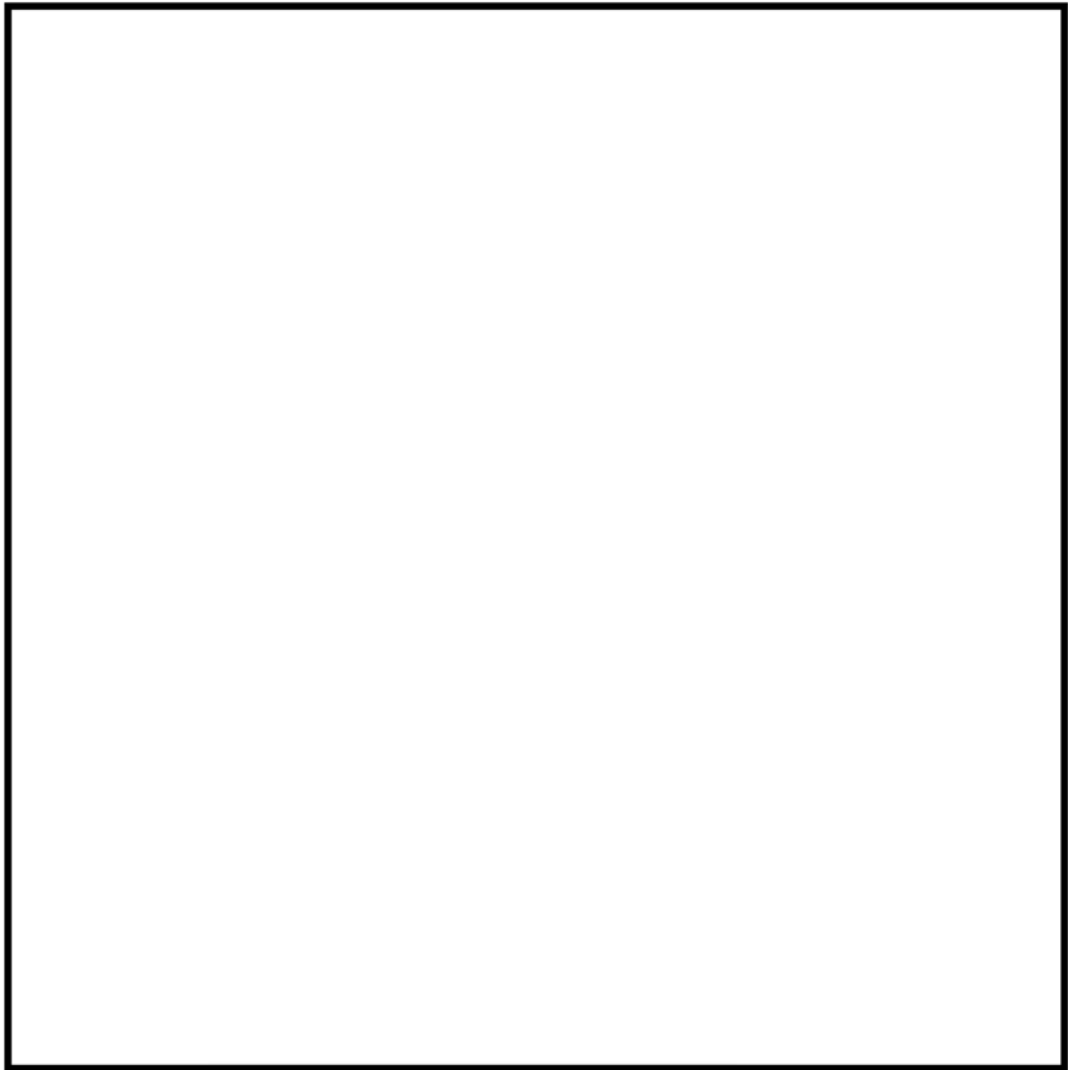
内は商業機密に属しますので公開できません



EL-フロア

No.	弁番号	名 称
①	1MOV-8808A	A-アキュムレータ出口弁
②	1MOV-8808B	B-アキュムレータ出口弁
③	1MOV-8808C	C-アキュムレータ出口弁
④	1MOV-5299	RCPサーマルバリア冷却水出口第1隔離弁
⑤	1MOV-5298	RCP軸受冷却水出口第1隔離弁
⑥	1MOV-5004A	Aループ高温側サンプル第1隔離弁

内は商業機密に属しますので公開できません



E L - フロア

No.	弁番号	名 称
①	1MOV-8000A	A - 加圧器逃がし弁元弁
②	1MOV-8000B	B - 加圧器逃がし弁元弁
③	1MOV-16661	R - 1 1 / 1 2 入口ライン格納容器隔離弁

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1 - 絶縁低下 - 1 8	事象：絶縁低下
質 問	<p>(別冊-6弁-2.1電動装置-21頁) 表2.3-3の圧力劣化の試験条件が、高浜1号炉の60年間の運転を包絡していることの根拠を提示すること。</p>	
回 答	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0.45MPa：国内PWRプラントの包絡条件 高浜 1 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ます。 ・ 3分：IEEE Std. 382-1996より ・ 23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回と設定しております。 高浜 1 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 1 2 回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、 で実施しており、第 2 6 回定期検査時までに合計 回の実績があります。 また、次の格納容器全体漏洩試験は次回定期検査の第 2 8 回定検を予定しており、運転開始後 6 0 年となる 2 0 3 4 年まで同じ頻度で漏洩試験を実施した場合、2 0 1 8 年^{※1}～2 0 3 4 年(1 6 年間=1 4 サイクル^{※2}) の間に 実施されることとなり、上記実績と合わせて計 1 0 回で、試験条件(2 3 回) に包絡されます。 <p>※ 1：長期停止中(～2019 予定) となっているが、保守的に停止は 2 0 1 7 年度末までと想定 ※ 2：プラント稼働率を 8 5 % と仮定</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜1-絶縁低下-2 2 rev1	事象：絶縁低下																																									
質 問	<p>(別冊-6弁-2.1電動装置-21頁) 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。</p>																																										
回 答	<p>設計基準事故時雰囲気環境化において機能要求のある弁電動装置については、すべて取替え実績が有ります。取替え理由については、取替え理由は弁駆動装置モータの国産化となります。機器数、型式、取替え時期については以下の通りです。</p> <table border="1" data-bbox="406 878 1342 1541"> <thead> <tr> <th>対象弁駆動部</th> <th>取替時期</th> <th>型式</th> <th>機器数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アキュームレータ出口弁</td> <td>14回定検 15回定検</td> <td>SMB-3</td> <td>3台</td> </tr> <tr> <td>ループ余熱除去系第1入口弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-3</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>ループ余熱除去系第2入口弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-3</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>RCPサーマルバリア 冷却水出口第1隔離弁</td> <td>16回定検</td> <td>SMB-0</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁元弁</td> <td>11回定検 13回定検</td> <td>SMB-00</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>RCP軸受冷却水出口第1隔離弁</td> <td>16回定検</td> <td>SMB-00</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>封水戻りラインC/V第1隔離弁</td> <td>22回定検</td> <td>SMB-00</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>Aループ高温側サンプル第1隔離弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-000</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>R-11/12入口ライン 格納容器隔離弁</td> <td>12回定検</td> <td>SMB-000</td> <td>1台</td> </tr> </tbody> </table>			対象弁駆動部	取替時期	型式	機器数	アキュームレータ出口弁	14回定検 15回定検	SMB-3	3台	ループ余熱除去系第1入口弁	18回定検	SMB-3	2台	ループ余熱除去系第2入口弁	18回定検	SMB-3	2台	RCPサーマルバリア 冷却水出口第1隔離弁	16回定検	SMB-0	1台	加圧器逃がし弁元弁	11回定検 13回定検	SMB-00	2台	RCP軸受冷却水出口第1隔離弁	16回定検	SMB-00	1台	封水戻りラインC/V第1隔離弁	22回定検	SMB-00	1台	Aループ高温側サンプル第1隔離弁	18回定検	SMB-000	1台	R-11/12入口ライン 格納容器隔離弁	12回定検	SMB-000	1台
対象弁駆動部	取替時期	型式	機器数																																								
アキュームレータ出口弁	14回定検 15回定検	SMB-3	3台																																								
ループ余熱除去系第1入口弁	18回定検	SMB-3	2台																																								
ループ余熱除去系第2入口弁	18回定検	SMB-3	2台																																								
RCPサーマルバリア 冷却水出口第1隔離弁	16回定検	SMB-0	1台																																								
加圧器逃がし弁元弁	11回定検 13回定検	SMB-00	2台																																								
RCP軸受冷却水出口第1隔離弁	16回定検	SMB-00	1台																																								
封水戻りラインC/V第1隔離弁	22回定検	SMB-00	1台																																								
Aループ高温側サンプル第1隔離弁	18回定検	SMB-000	1台																																								
R-11/12入口ライン 格納容器隔離弁	12回定検	SMB-000	1台																																								

No.	高浜1－絶縁低下－28	分類：容器（電気ペネトレーション）
質 問	<p>(4-3.3-2頁)</p> <p>表1-1において、評価対象の電気ペネトレーションは全て「常設重大事故等対処設備」とされているが、各機器に対し重大事故等時に期待する機能を説明すること。</p>	
回 答	<p>電気ペネトレーションの重大事故等時の機能要求は、制御・計装信号送受機能、電気絶縁性能維持及びバウンダリの維持機能です。</p> <p>全ての電気ペネトレーションには、バウンダリの維持機能を持ち、ピッグテイル型電線貫通部及び三重同軸型電線貫通部の制御及び計装に使用されているものには、電気絶縁性能維持、制御・計装信号送受機能を期待しています。</p>	

No.	高浜 1－絶縁低下－29	分類：容器（電気ペネトレーション）
質 問	<p>(4-3.3-5頁) 以下についての説明を提示すること。 ①電気ペネトレーションの評価で考慮している重大事故等のシナリオ ②表2.1-2に記載されている重大事故等時の環境条件(圧力、温度、放射線線量率)の根拠</p>	
回 答	<p>①電気ペネトレーションの評価で考慮している重大事故等のシナリオは、圧力、温度、放射線で異なりますが、それぞれのシナリオは以下のとおりです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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注入失敗＋格納容器スプレイ失敗） <p>②表2.1-2に記載されている重大事故等時の環境条件は、重大事故等が発生した場合に、原子炉格納容器内の圧力、温度、放射線が最も高くなるシナリオの値を用いています。</p> <p>なお、表2.1-2に記載されている重大事故等の環境条件では、現状の設置許可申請書に基づき、最高温度136℃、最高圧力0.303MPaと記載していましたが、平行して審査いただいている設置許可の有効性評価の審査において、「格納容器過温破損」の条件の一部で見直しが必要となったことにより、最高温度は138℃に、最高圧力が0.305MPaに変更となっていることから、次回補正申請時に評価書の記載を修正することとします。</p>	

No.	高浜 1 - 絶縁低下 - 30	分類: 容器 (電気ペネトレーション)
質 問	<p>(4-3.3-14頁) 表2.3-4の事故時雰囲気暴露の全ての試験条件が、実機の重大事故条件を包絡していることの根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>事故時雰囲気暴露の全ての試験条件 (添付 1) は、以下に示しますように、実機の重大事故等時の劣化条件 (添付 2) を包絡しております。</p>	

回 答	(ポッティング材：シリコーン樹脂)			
		条件	65°C換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		632479時間	2185928時間 (100年以上)
			229959時間	
			1323490時間	
	重大事故 等時*1		1時間	848079時間 (約97年)
			23時間	
			193時間	
			12429時間	
			159737時間	
			31886時間	
			247180時間	
			85183時間	
			74097時間	
			58457時間	
			54374時間	
			29555時間	
			23148時間	
			20094時間	
			17225時間	
13388時間				
9436時間				
11673時間				
*1：CV過温破損の包絡条件（添付2）				
*2：活性化エネルギー kcal/molでの換算値				

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	(外部リード：シリコーンゴム)			
		条件	65°C換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		306846時間	1335030時間 (100年以上)
			134231時間	
			893953時間	
	重大事故 等時*1		1時間	553245時間 (約63.2年)
			20時間	
			150時間	
			8800時間	
			98202時間	
			21170時間	
			158686時間	
			55296時間	
			48642時間	
			38812時間	
			36516時間	
			20079時間	
		15911時間		
		13975時間		
		12123時間		
9537時間				
6804時間				
8521時間				
*1：CV過温破損の包絡条件（添付2） *2：活性化エネルギー <input type="text"/> kcal/molでの換算値				

内は商業機密に属しますので公開できません



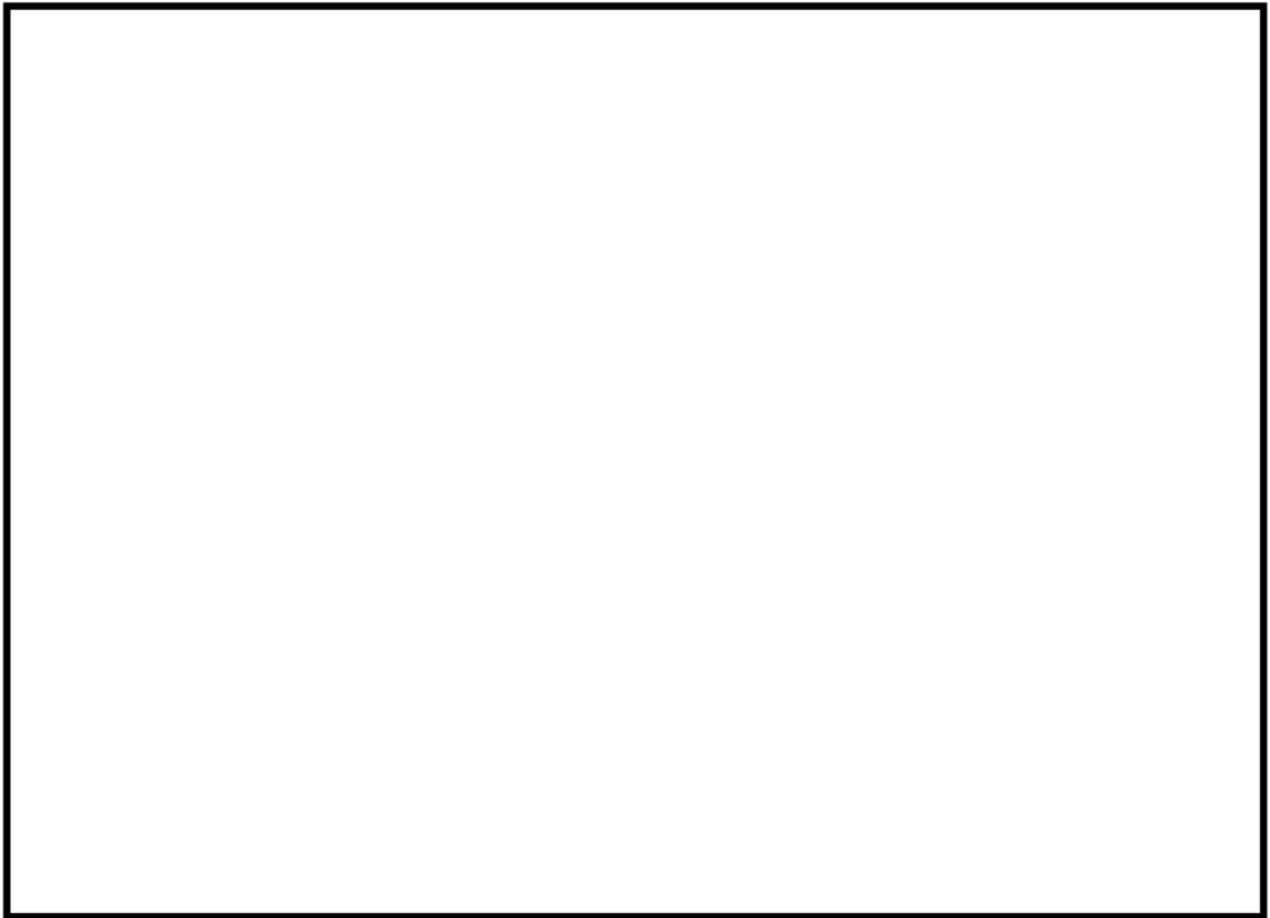
電気ペネ 事故時雰囲気暴露試験条件



外部リード：シリコーンゴム 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません



SA条件と包絡条件

上記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おります高浜 1、2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）において、一部現段階での設置許可申請書の審査の状況を踏まえ、（4 / 4）の表のうち「原子炉下部キャビティ注水ポンプによる原子炉下部キャビティ直接注水の運転条件」の条件を変更しており、それを踏まえた条件設定にて、事故発生後 7 日間までの解析をした環境条件としております。



内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1－絶縁低下－ 3 1	分類：容器（電気ペネトレーション）
質 問	<p>(4-3. 3-16頁) 三重同軸型電気ペネトレーションの重大事故等時を考慮した長期健全性評価の内容及びその妥当性についての説明を提示すること。</p>	
回 答	<p>長期健全性試験の内容及びその妥当性については、「高浜 1－絶縁低下－ 9」をご参照願います。</p> <p>なお、事故時雰囲気暴露の全ての試験条件（添付 1）は、次頁以降に示しますように、実機の重大事故等時の劣化条件（添付 2）を包絡しております。</p>	

(ポッティング材：シリコーン樹脂)			
回 答	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		632479時間	2185928時間 (100年以上)
		229959時間	
		1323490時間	
重大事故 等時*1		1時間	848079時間 (約96.8年)
		23時間	
		193時間	
		12429時間	
		159737時間	
		31886時間	
		247180時間	
		85183時間	
		74097時間	
		58457時間	
		54374時間	
		29555時間	
23148時間			
20094時間			
17225時間			
13388時間			
9436時間			
11673時間			

*1：CV過温破損の包絡条件（添付2）

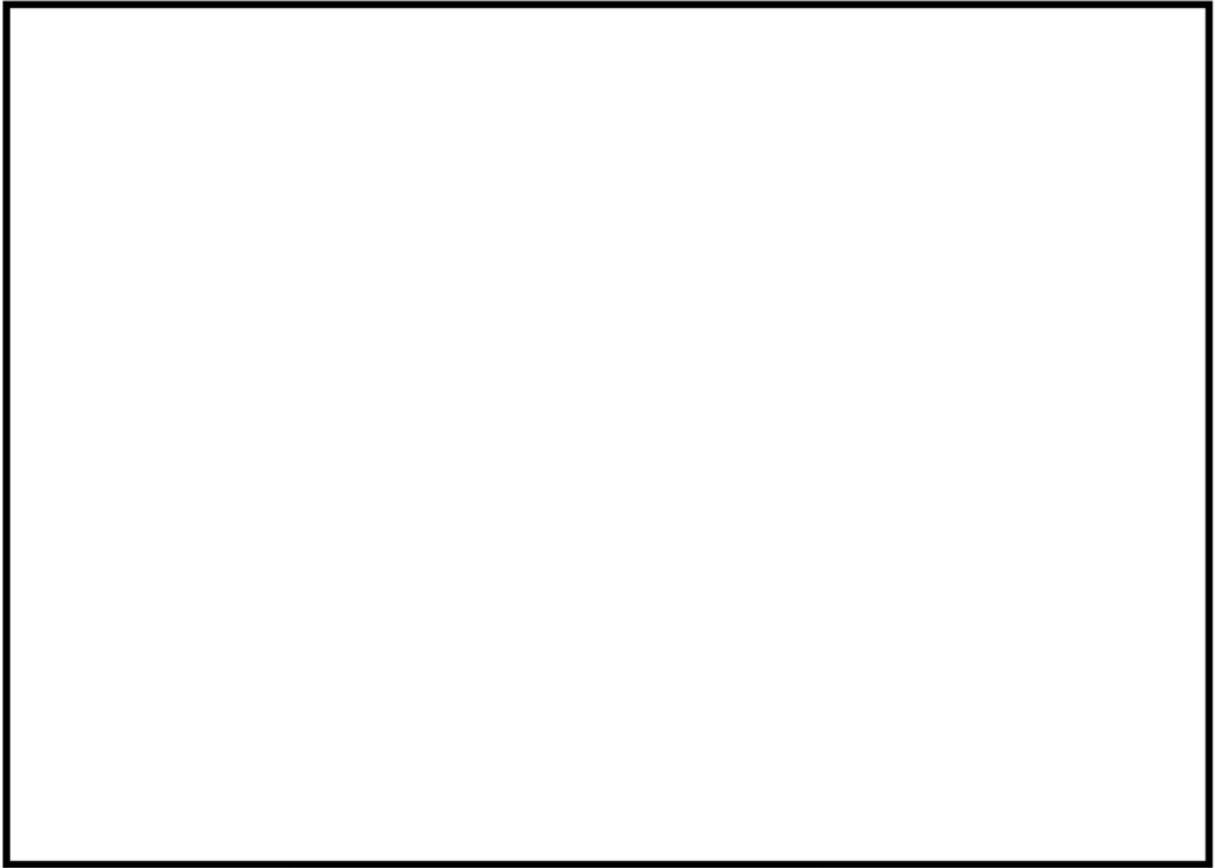
*2：活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	(外部リード：架橋PEゴム)		
	条件	65℃換算*2	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 等時*1		1時間	361537時間 (約41.3年)
		17時間	
		117時間	
		6231時間	
		60372時間	
		14056時間	
		101874時間	
		35895時間	
		31932時間	
		25769時間	
		24523時間	
		13641時間	
	10936時間		
9720時間			
8533時間			
6794時間			
4906時間			
6220時間			

*1：CV過温破損の包絡条件（添付2）
*2：活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません



電気ペネ 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません



SA条件と包絡条件

上記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おります高浜 1、2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）において、一部現段階での設置許可申請書の審査の状況を踏まえ、（4/4）の表のうち「原子炉下部キャビティ注水ポンプによる原子炉下部キャビティ直接注水の運転条件」の条件を変更しており、それを踏まえた条件設定にて、事故発生後 7 日間までの解析をした環境条件としております。



内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1－絶縁低下－3 2	分類：ケーブル（ケーブル共通）
質 問	<p>(下記ケーブル等の健全性評価の記載ページ)</p> <p>以下のケーブル等について、事故等時雰囲気暴露の全ての試験条件が、実機の重大事故条件を包絡していることの根拠を提示すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①難燃KKケーブル ②難燃PHケーブル ③難燃三重同軸ケーブル ④気密端子箱接続 ⑤直ジョイント ⑥三重同軸コネクタ-1接続 	
回 答	<p>事故等時雰囲気暴露の全ての試験条件（添付 1）は、以下に示しますように、実機の重大事故等時の劣化条件（添付 2）を包絡しております。</p>	

回 答	①難燃KKケーブル			
		条件	65℃換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		458601時間	1751319時間 (100年以上)
			181026時間	
			1111692時間	
	重大事故 等時*1		1時間	701281時間 (約80年)
			21時間	
			173時間	
			10661時間	
			128677時間	
			26579時間	
			202987時間	
			70299時間	
			61456時間	
			48729時間	
			45556時間	
			24890時間	
			19595時間	
			17099時間	
			14735時間	
11515時間				
8159時間				
10149時間				
*1：CV過温破損の包絡条件（添付2）				
*2：活性化エネルギー <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> kcal/molでの換算値				

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	②難燃PHケーブル				
		条件	65°C換算*2	合計	
	事故時 雰囲気 暴露試験			283150時間	1265404時間 (100年以上)
				126437時間	
				855817時間	
	重大事故 等時*1			1時間	527655時間 (約60.2年)
				19時間	
				146時間	
				8469時間	
				93034時間	
				20228時間	
				151061時間	
				52704時間	
				46420時間	
				37085時間	
				34936時間	
				19235時間	
				15262時間	
				13423時間	
				11659時間	
			9184時間		
			6561時間		
	8228時間				
*1：CV過温破損の包絡条件（添付2）					
*2：活性化エネルギー <input type="text"/> kcal/molでの換算値					

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	③難燃三重同軸ケーブル			
		条件	65°C換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		197669247時間	229979503時間 (100年以上)
			8723231時間	
			8959845時間	
			14627179時間	
	重大事故 等時*1		1時間	12858960時間 (100年以上)
			59時間	
			937時間	
			108554時間	
			3386929時間	
			417103時間	
			3993277時間	
			1283551時間	
			1040660時間	
			764688時間	
			662007時間	
			334673時間	
			243608時間	
			196385時間	
156217時間				
112590時間				
73520時間				
84201時間				
*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付2)				
*2 : 活性化エネルギー <input type="text"/> kcal/molでの換算値				

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	④気密端子箱接続			
		条件	65°C換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		458601時間	1751319時間 (100年以上)
			181026時間	
			1111692時間	
	重大事故 等時*1		1時間	701281時間 (約80年)
			21時間	
			173時間	
			10661時間	
			128677時間	
			26579時間	
			202987時間	
			70299時間	
			61456時間	
			48729時間	
			45556時間	
			24890時間	
			19595時間	
			17099時間	
			14735時間	
11515時間				
8159時間				
10149時間				
*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付 2)				
*2 : 活性化エネルギー <input type="text"/> kcal/molでの換算値				

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	⑤直ジョイント			
		条件	65℃換算*2	合計
	事故時 雰囲気 暴露試験		107940時間	676813時間 (約77年)
			61680時間	
			507193時間	
	重大事故 等時*1		1時間	299418時間 (約1.5年)
			16時間	
			105時間	
			5345時間	
			48633時間	
			11716時間	
			83660時間	
			29623時間	
			26484時間	
			21480時間	
			20546時間	
			11488時間	
			9258時間	
			8271時間	
			7299時間	
			5843時間	
			4242時間	
5408時間				

*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付2)

*2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません

⑥三重同軸コネクタ接続-1 (絶縁物)

	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		104614627061年	104771832701年 (100年以上)
		125470197年	
		24837075年	
		6898367年	
重大事故 等時*1		1年	21124277年 (100年以上)
		1年	
		22年	
		18822年	
		11774644年	
		283333年	
		5537053年	
		1406334年	
		898858年	
		519443年	
		352807年	
		139588年	
		79321年	
		49794年	
		30765年	
17177年			
8666年			
7648年			

*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付2)

*2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません

⑥三重同軸コネクタ接続-1 (Oリング、パッキン)

	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験		1528669時間	3152043時間 (100年以上)
		211360時間	
		365716時間	
		1046299時間	
重大事故 等時*1		1時間	701281時間 (約80年)
		21時間	
		173時間	
		10661時間	
		128677時間	
		26579時間	
		202987時間	
		70299時間	
		61456時間	
		48729時間	
		45556時間	
		24890時間	
		19595時間	
		17099時間	
		14735時間	
		11515時間	
8159時間			
10149時間			

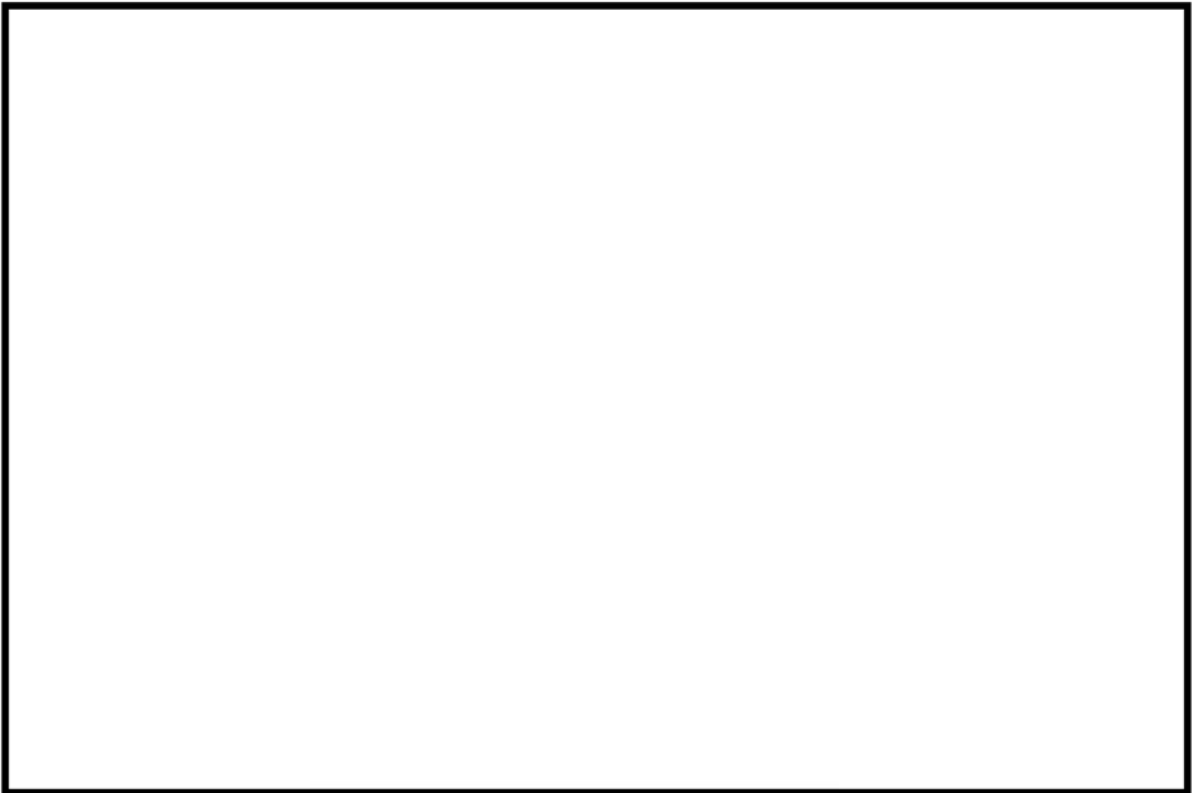
*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付2)

*2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません



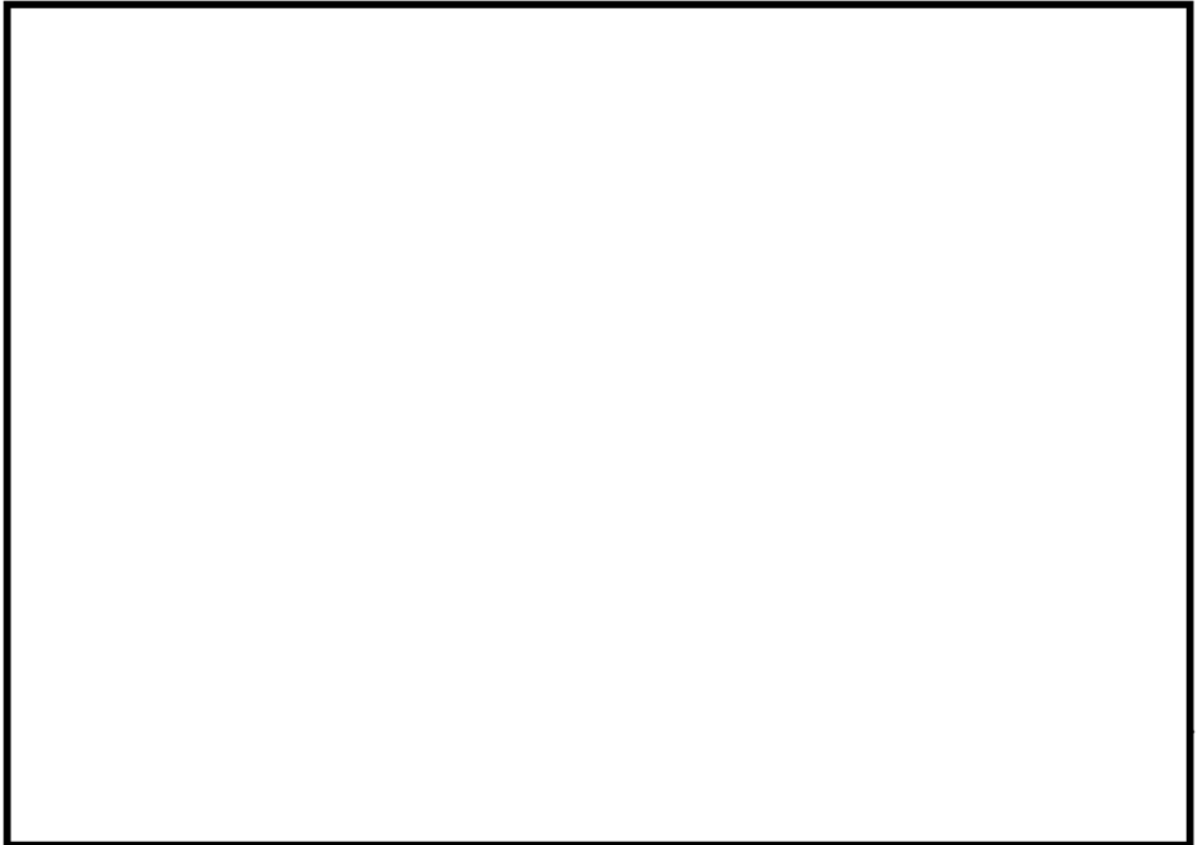
難燃KKケーブル 事故時雰囲気暴露試験条件



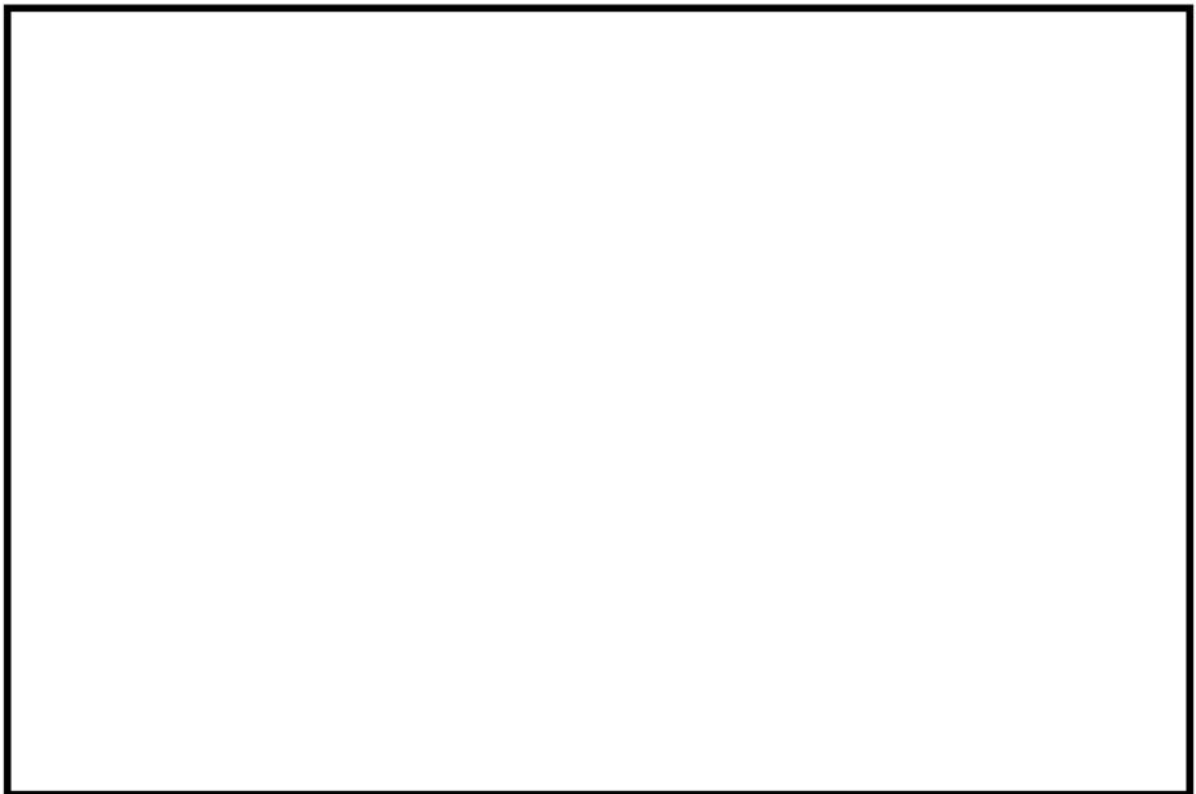
難燃PHケーブル 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません



難燃三重同軸ケーブル 事故時雰囲気暴露試験条件



気密端子箱接続 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません



直ジョイント 事故時雰囲気暴露試験条件



三重同軸コネクタ-1接続 事故時雰囲気暴露試験条件



SA条件と包絡条件

上記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おります高浜 1、2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）において、一部現段階での設置許可申請書の審査の状況を踏まえ、（4/4）の表のうち「原子炉下部キャビティ注水ポンプによる原子炉下部キャビティ直接注水の運転条件」の条件を変更しており、それを踏まえた条件設定にて、事故発生後 7 日間までの解析をした環境条件としております。



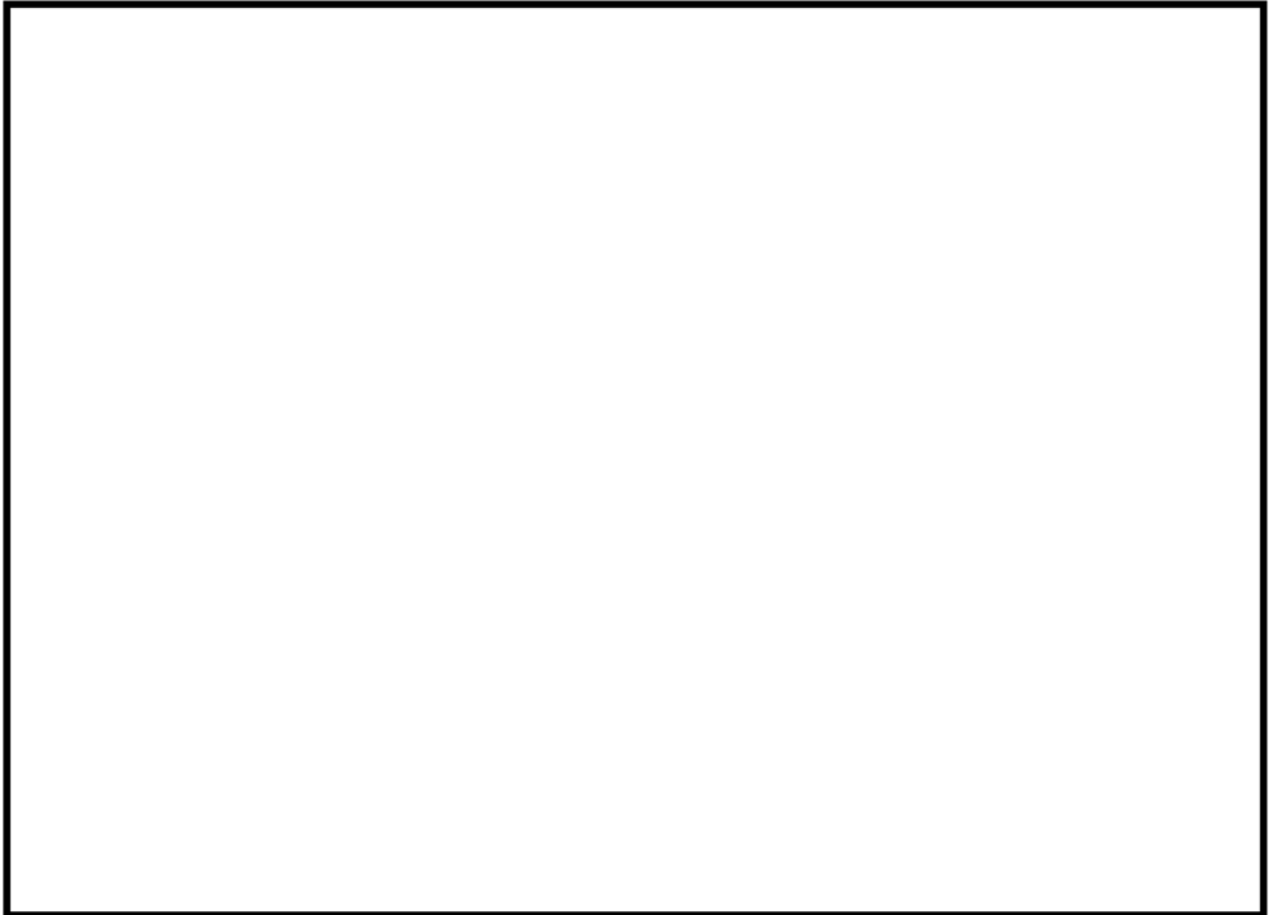
内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜1-絶縁低下-33	分類：計測制御設備（プロセス計測制御設備）																		
質問	<p>(12-1) 重大事故時雰囲気環境下において機能要求のある機器に関し、以下についての説明を提示すること。 ①取替周期 ②取替周期の期間内において重大事故等時雰囲気で健全性が維持出来ることの根拠</p>																			
回答	<p>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等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です。</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" data-bbox="405 882 1345 1120"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： のエイジング（基準温度50℃） →アレニウス換算 47.7℃ ※1）で相当と評価</td> <td>の健全性が担保されており、現在の取替え周期は妥当である。</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（伝送器が設置されている）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" data-bbox="405 1326 1345 1599"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>社内試験： のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算 49.3℃ ※2）で稼働率を考慮して相当と評価</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※2：※1と同じ電気・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号炉は除く）</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="405 1751 1345 2022"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></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）」： のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則）</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		取替周期	根拠	備考		SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： のエイジング（基準温度50℃） →アレニウス換算 47.7℃ ※1）で相当と評価	の健全性が担保されており、現在の取替え周期は妥当である。	取替周期	根拠	備考		社内試験： のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算 49.3℃ ※2）で稼働率を考慮して相当と評価		取替周期	根拠	備考		「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）」： のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則）	
取替周期	根拠	備考																		
	SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： のエイジング（基準温度50℃） →アレニウス換算 47.7℃ ※1）で相当と評価	の健全性が担保されており、現在の取替え周期は妥当である。																		
取替周期	根拠	備考																		
	社内試験： のエイジング（基準温度50℃、10℃半減則採用） →アレニウス換算 49.3℃ ※2）で稼働率を考慮して相当と評価																			
取替周期	根拠	備考																		
	「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）」： のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則）																			

内は商業機密に属しますので公開できません

回 答	<ul style="list-style-type: none"> 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
		SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）： [] [] []のエイジング（基準温度50℃） →10℃半減則	
<p>また、格納容器内の重大事故等時の劣化条件（以下、「SA条件」とする）と包絡条件を添付1に、各機器の事故時雰囲気暴露試験条件がSA条件を包絡している根拠を添付2～5に示します。</p> <p>添付1：SA条件と包絡条件 添付2：伝送器 事故時雰囲気暴露試験条件 添付3：測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件 添付4：放射線検出器 事故時雰囲気暴露試験条件 添付5：熱電対、測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件</p> <p style="text-align: right;">以上</p>			

[]内は商業機密に属しますので公開できません



SA条件と包絡条件

上記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おります高浜1、2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）において、一部現段階での設置許可申請書の審査の状況を踏まえ、（4/4）の表のうち「原子炉下部キャビティ注水ポンプによる原子炉下部キャビティ直接注水の運転条件」の条件を変更しており、それを踏まえた条件設定にて、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としております。



内は商業機密に属しますので公開できません

(伝送器)

	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験 (添付2-2)		10136時間	79814時間 (3325日)
		5581時間	
		19073時間	
		20091時間	
		10136時間	
		8194時間	
		6603時間	
重大事故 等時*1		1時間	29943時間 (1248日)
		7時間	
		26時間	
		800時間	
		3349時間	
		1232時間	
		7310時間	
		2751時間	
		2616時間	
		2258時間	
		2300時間	
		1370時間	
		1178時間	
		1122時間	
		1058時間	
		905時間	
702時間			
958時間			

*1: CV過温破損の包絡条件 (添付1)

*2: 活性化エネルギー kcal/molでの換算値



内は商業機密に属しますので公開できません



伝送器 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません

(測温抵抗体)

	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験 (添付 3 - 2)		980時間	42430時間 (1768日)
		1864時間	
		39586時間	
重大事故 等時*1		1時間	19825時間 (826日)
		6時間	
		20時間	
		567時間	
		2059時間	
		818時間	
		4693時間	
		1786時間	
		1717時間	
		1499時間	
	1545時間		
	931時間		
	809時間		
781時間			
744時間			
644時間			
506時間			
699時間			

*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付 1)

*2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

内は商業機密に属しますので公開できません



測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません

(放射線検出器)

	条件	65°C換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験 (添付 4 - 2)		965時間	21911時間 (913日)
		1056時間	
		19890時間	
重大事故 等時*1		1時間	10092時間 (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 : CV過温破損の包絡条件 (添付 1)

*2 : 10°C半減則での換算値

内は商業機密に属しますので公開できません



放射線検出器 事故時雰囲気暴露試験条件



内は商業機密に属しますので公開できません

(熱電対、測温抵抗体)

	条件	65℃換算*2	合計
事故時 雰囲気 暴露試験 (添付 5 - 2)		60822時間	60822時間 (2534日)
重大事故 等時*1		1時間	10092時間 (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 : CV過温破損の包絡条件 (添付 1)

*2 : 10℃半減則での換算値

内は商業機密に属しますので公開できません



熱電対 事故時雰囲気暴露試験条件

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

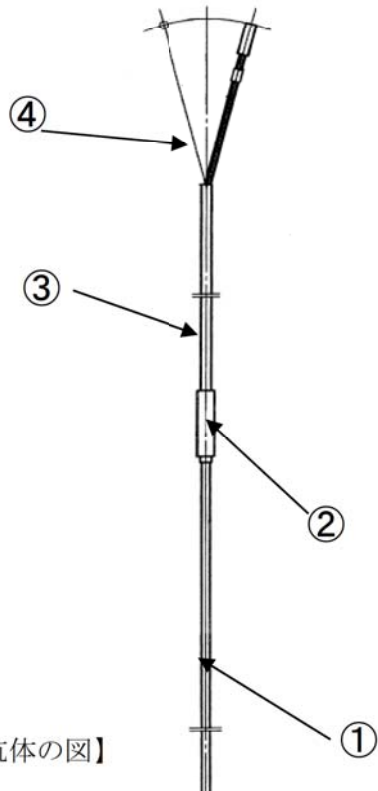
	試験条件	説明
熱加速試験		通常雰囲気温度（約50℃）で [] を想定した熱劣化を与えた。
放射線照射試験		[] の運転に予想される線量に重大事故等時の線量を加えた線量を与えた。
蒸気暴露試験		重大事故等時の最高温度（約138℃）、最高圧力（約0.305MPa）を包絡した条件を与えた。

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

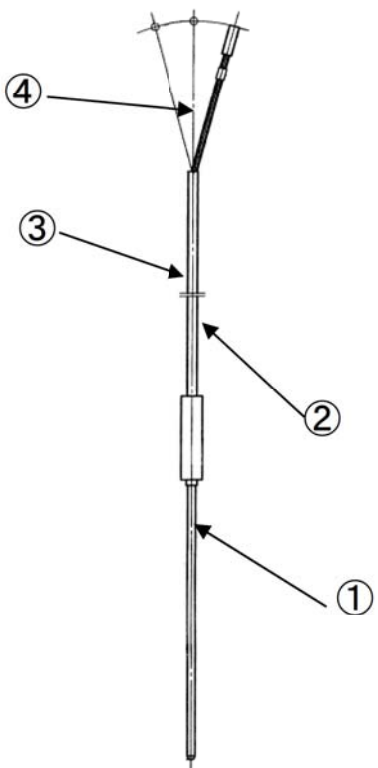
[] 内は商業機密に属しますので公開できません

【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	

内は商業機密に属しますので公開できません