

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

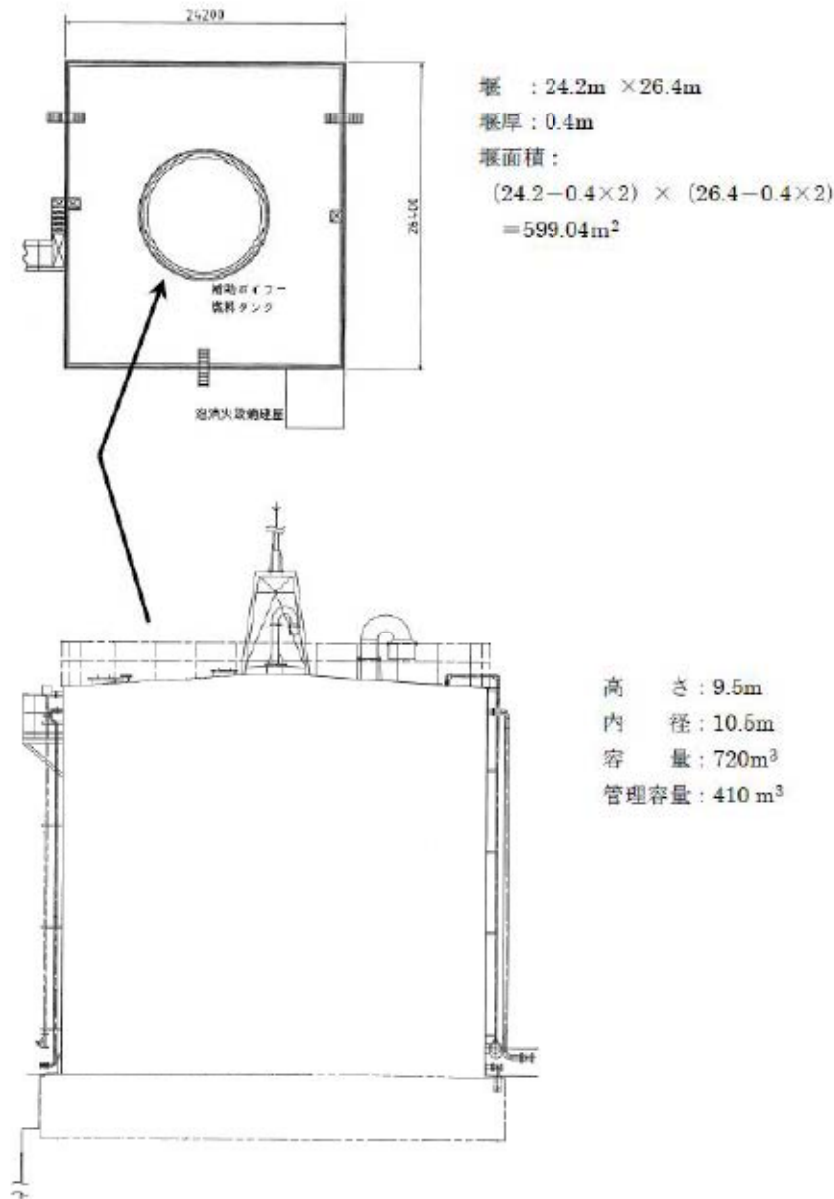
第8-2表 女川原子力発電所敷地内危険物施設一覧（1/2）

炉号	危険物施設名	危険物等の別	危険物の類	品名	最大容量	埋没詳細及び
1号炉	補助ボイラー設備 <sup>※1</sup>	一般取扱い	第四類	第三石油類	液体 67,000kl	×
1号炉	920kl 貯蔵貯蔵タンク	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 920kl	○
1号炉	水素用ディーゼル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 30,000kl	×
1号炉	水素用ディーゼル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 8kl	（埋没内設置）
1号炉	主待タンク、浄油タンク、油 貯蔵タンク	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 95.5kl	×
1号炉	920kl 貯蔵貯蔵タンク(A)	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 920kl	×
1号炉	920kl 貯蔵貯蔵タンク(B)	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 920kl	（地下設置）
2号炉	170kl 貯蔵貯蔵タンク(B)	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 170kl	×
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (A)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 41,454kl	×
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (A)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 8.8kl	（埋没内設置）
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (B)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 41,454kl	×
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (B)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 8.8kl	（埋没内設置）
2号炉	新田川心ブレイクサー セル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 21,456kl	×
2号炉	新田川心ブレイクサー セル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 3.8kl	（埋没内設置）
2号炉	カーボン貯蔵設備	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 117,338kl	×
2号炉	920kl 貯蔵貯蔵タンク(A)	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 920kl	○
2号炉	920kl 貯蔵貯蔵タンク(B)	地下タンク貯蔵所	第四類	第二石油類	液体 920kl	○
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (A)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 41,112kl	×
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (A)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 7kl	（埋没内設置）
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (B)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 41,112kl	×
2号炉	水素用ディーゼル発電機 (B)	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 7kl	（埋没内設置）
2号炉	新田川心ブレイクサー セル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 21,456kl	×
2号炉	新田川心ブレイクサー セル発電機	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 3.8kl	（埋没内設置）
2号炉	カーボン貯蔵設備	一般取扱い	第四類	第二石油類	液体 122.5kl	×

※1：1号炉補助ボイラー設備用として屋外に重油貯蔵タンクが設置されていたが、東北地方太平洋沖地震による津波により倒壊したため設備廃止

添付1

補助ボイラー燃料タンク外形図（防油堤含む）および仕様について



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

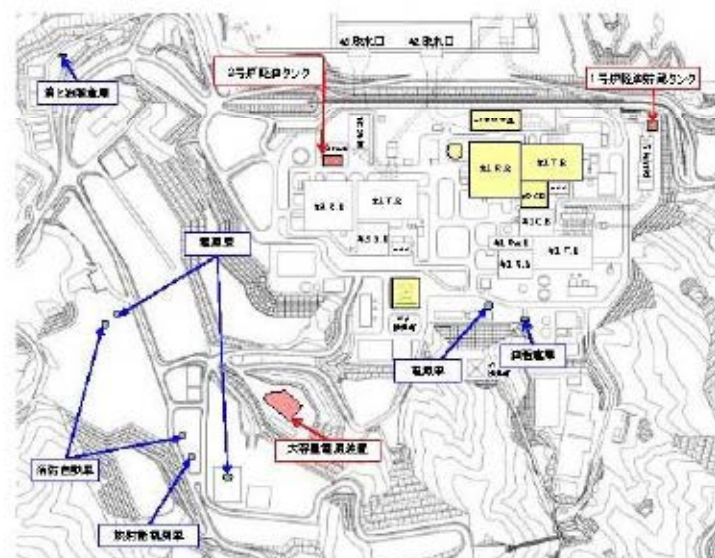
大飯発電所3/4号炉

差異理由

第 8-2 表 女川原子力発電所敷地内危険物施設一覧（2/2）

種別	危険物施設名	所在地等の別	危険物の種別	品名	最大容量	評価評価結果
その他	大容量電源装置 <sup>2)</sup>	一般貯蔵所	第1号貯蔵所	軽油	74.021t	×
その他	大容量電源装置 <sup>2)</sup>	ヒヤラック貯蔵所	第2号貯蔵所	軽油	90 kL	○
その他	タンクローリ	移動式タンク貯蔵所	第1号貯蔵所	灯油	4 kL	×
その他	タンクローリ	移動式タンク貯蔵所	第2号貯蔵所	軽油	4 kL	×
その他	タンクローリ	移動式タンク貯蔵所	第3号貯蔵所	重油	2,994 kL	×
その他	タンクローリ	移動式タンク貯蔵所	第4号貯蔵所	灯油	4 kL	×
その他	タンクローリ (第1保管エリア)	移動式タンク貯蔵所	第5号貯蔵所	軽油	10t	×
その他	タンクローリ (第2保管エリア)	移動式タンク貯蔵所	第6号貯蔵所	軽油	10t	×
その他	タンクローリ (第4保管エリア)	移動式タンク貯蔵所	第7号貯蔵所	軽油	10t	×
その他	ガス turbine 発電機 用軽油タンク	地下タンク貯蔵所	第8号貯蔵所	軽油	110 kL	×

※2：評価に際し最大貯蔵量に加えて起動用発電機軽油タンク 526L（一般貯蔵所分）を加味して評価を実施。



第 8-2 図 女川原子力発電所敷地内における評価対象の危険物施設等の位置

《補助ボイラー燃料タンクの管理容量について》  
 ストレストテストにて、以下の報告をしている。  
 泊発電所構内 T.P. 10m エリアには、A 重油を貯蔵している 3 号補助ボイラー燃料タンクがあるが、このタンクは危険物貯蔵施設（屋外タンク貯蔵所）であり、周囲に火気が存在していないことから重油（引火点 60℃以上）による火災が発生する可能性は低い。  
 また、防油堤は補助ボイラー燃料タンクの容量に比べ十分な容量を有しているが地震および津波の発生による万一の重油の漏えいを想定し、平時より重油火災に対して有効な泡消火機材および泡消火剤を準備していること、ならびに火災負荷低減のため、プラント運転中の使用頻度が少ない 1, 2 号機用と 3 号機用補助ボイラー燃料タンクの総貯蔵量を 1/2 程度とした。  
 3 号機補助ボイラー燃料タンクは、冬季期間中、燃料油補給までに必要な燃料使用量について、これまでの運用状況を踏まえ 192.96kL（蒸気量：10t/h、冬季間）とし、補助ボイラー燃料タンク油面低警報レベルである 214.96kL（タンク底面より 2.5m：ポンプ NPSH2.4m に余裕を見込んだ値）を考慮して、補助ボイラー燃料タンク容量の約 57%にあたる 410 kL で運用している。  
 補助ボイラー燃料タンクの最大容量は 720kL であるが、タンク火災の熱影響評価は、410 kL を使用して評価を行うことから、評価で用いた 410kL を確実に下回るよう原子炉施設保安規定で管理する。  
 なお、運用値については、計器誤差（約±0.2 kL）を考慮して検討する。  
 燃料給油時には、必ずアースを取る手順となっており、給油時の火災防止に万全を期している。

3. 温度影響評価

(1) 建屋外壁に対する熱影響評価

a. 評価対象範囲

発電所敷地内に設置している屋外の危険物施設のうち、1 号炉軽油貯蔵タンク、3 号炉軽油タンク(A 及び B)、大容量電源装置の火災を想定して、原子炉施設外壁への熱影響評価を実施する。

b. 必要データ

評価に用いるデータは以下のとおりである。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第6-3表 敷地内危険物施設火災影響評価に必要なデータ

	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
		A	B	A+B	
燃料量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	820	330	330	660	90.585 (軽油) 10 (潤滑油)
放射熱密度 $Rf$ [W/m <sup>2</sup> ]	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000 (軽油,潤滑油)
燃焼速度 $v$ [m/s]	$5.11 \times 10^{-4}$	$5.11 \times 10^{-4}$	$5.11 \times 10^{-4}$	$5.11 \times 10^{-4}$	$5.11 \times 10^{-4}$ (軽油) $4.35 \times 10^{-4}$ (潤滑油)
防油堤面積 $S$ [m <sup>2</sup> ]	340	195.15	185.80	380.95	47.6115 (軽油) 6.1743 (潤滑油)

c. 燃焼半径の算出

防油堤には貯槽その他不燃障害物が存在し、火災面積はその面積だけ小さくなるが、防油堤全面火災のような大規模な火災の場合は、多少の障害物も無視できる。したがって、本評価では、防油堤面積と等しい円筒火炎を生ずるものと想定し、次の式から燃焼半径R[m]を算出する。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

R:燃焼半径[m], S:燃焼面積(=防油堤面積)[m<sup>2</sup>]

第6-4表 危険物施設毎の燃焼半径（原子炉施設建屋外壁の評価）

	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
		A	B	A+B	
燃焼面積 $S$ [m <sup>2</sup> ]	340	195.15	185.80	380.95	47.6115 (軽油) 6.1743 (潤滑油)
燃焼半径 $R$ [m]	10.404	7.882	7.891	11.012	3.803 (軽油) 1.402 (潤滑油)

d. 外壁に対する熱影響評価

(a) 評価対象範囲

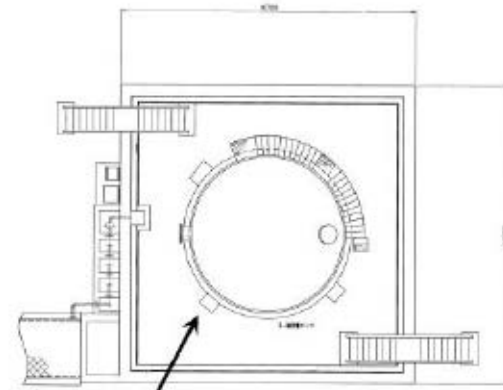
評価対象施設の外壁について、1号炉軽油貯蔵タンク、3号炉軽油タンク(A及びB)、大容量電源装置の火災を想定して評価を実施した。

(b)火災源となる設備と評価対象施設までの離隔距離火災源となる設備と評価対象施設までの離隔距離を第6-5表に示す。

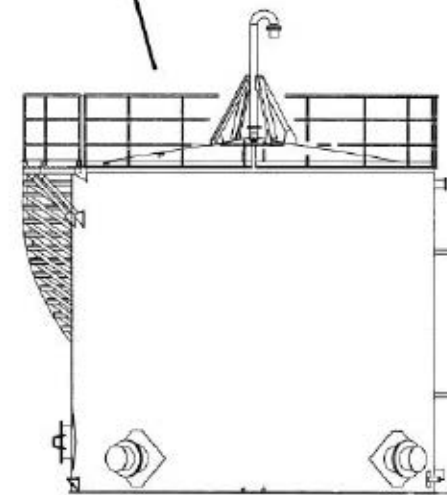
泊発電所3号炉

添付2

油計量タンク外形図（防油堤含む）および仕様について



堰：10.7m × 10.7m  
 堰厚：0.4m  
 堰面積：  
 $(10.7 - 0.4 \times 2) \times (10.7 - 0.4 \times 2)$   
 $= 98.01 \text{m}^2$



高さ：5.0m  
 内径：5.5m  
 容量：110m<sup>3</sup>

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第6-5表 火災源となる設備と評価対象施設までの離隔距離

想定火災源	原子炉 建屋[n]	制御 建屋[n]	タービン 建屋[n]
1号炉軽油 貯蔵タンク	201	179	105
3号炉 軽油タンク	A	208	304
	B	191	289
	A+B	191	287
大容量 電源装置	407	447	479

《油計量タンクの管理について》  
 油計量タンクは、タービン本体の点検を実施するため、定期検査毎にタービン潤滑油を移送するために設置したものである。  
 ここで、油計量タンクの使用期間は、定期検査中に限られ、通常運転中は空の状態になっているが、航空機落下との重畳火災による影響評価を踏まえ、今後は定期検査中も含めて使用せず、タンクローリーにより油を受け入れ敷地外に搬出するなど、当該タンクを外部火災の発生源から排除できる運用とする。  
 このため、油計量タンクは評価対象から除外する。  
 また、油計量タンクが空の状態となるように原子炉施設保安規定で管理する。

(c)形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{n} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

ただし  $m = \frac{H}{R} \geq 3$ ,  $n = \frac{L}{R}$ ,  $A = (1+n)^2 + m^2$ ,  $B = (1-n)^2 + m^2$

φ:形態係数[-] H:火災長[m] R:火災半径[m] L:離隔距離[m]

第6-6表 危険物施設毎の形態係数（原子炉施設建屋外壁の評価）

	1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量 電源装置
		A	B	A+B	
原子炉建屋 φ [-]	$5.248 \times 10^{-4}$	$2.857 \times 10^{-4}$	$3.187 \times 10^{-4}$	$6.513 \times 10^{-4}$	$1.987 \times 10^{-4}$
制御建屋 φ [-]	$6.620 \times 10^{-4}$	$1.306 \times 10^{-4}$	$1.376 \times 10^{-4}$	$2.834 \times 10^{-4}$	$1.647 \times 10^{-4}$
タービン建屋 φ [-]	$1.809 \times 10^{-4}$	$1.314 \times 10^{-4}$	$1.395 \times 10^{-4}$	$2.874 \times 10^{-4}$	$1.434 \times 10^{-4}$

(d)輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E:輻射強度(W/m<sup>2</sup>), Rf:輻射発散度(W/m<sup>2</sup>), φ:形態係数

第6-7表 危険物施設毎の輻射強度（原子炉施設建屋外壁の評価）

	1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量 電源装置
		A	B	A+B	
原子炉建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]	221	121	133	274	9
制御建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]	278	55	58	120	7
タービン建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]	802	56	58	121	7

(e)燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																											
<p style="text-align: center;"><math>t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}</math></p> <p>t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料量[m<sup>3</sup>], R: 燃焼半径[m]                  v: 燃焼速度(= M/ρ)[m/s]                  M: 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>/s], ρ: 燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]</p> <p>第6-8表 危険物施設毎の燃焼継続時間（原子炉施設建屋外壁の評価）</p> <table border="1" data-bbox="112 420 899 688"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">1号炉軽油貯蔵タンク</th> <th colspan="3">3号炉軽油タンク</th> <th rowspan="2">大容量電源装置</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>質量低下速度 g [kg/m<sup>2</sup>/s]</td> <td>0.044</td> <td>0.044</td> <td>0.044</td> <td>0.044</td> <td>0.044 (軽油) 0.039 (潤滑油)</td> </tr> <tr> <td>燃料密度 ρ [kg/m<sup>3</sup>]</td> <td>880</td> <td>880</td> <td>880</td> <td>880</td> <td>880 (軽油) 895 (潤滑油)</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間 t [s]</td> <td>35,888</td> <td>33,093</td> <td>34,758</td> <td>33,905</td> <td>37,233</td> </tr> </tbody> </table> <p>e. 判断の考え方                  (a) 許容温度                  本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている200℃とする。                  (b) 耐火性能の評価結果                  火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとして、火災源を単一の円筒火炎と見なせることから、原子炉施設外壁を半無限固体と仮定して下記の一次元非定常熱伝導方程式の一般解の式よりコンクリート表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。                  なお、コンクリート表面温度評価に当たっては、外壁の部材であるコンクリートへの熱伝導による蓄熱を考慮するため、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした。                  なお、天井スラブは以下の理由により、外壁の評価に包絡されるため実施しない。                  ・火炎長が天井スラブより短い場合、天井スラブに輻射熱を与えないことから熱影響はない。                  ・火炎長が天井スラブより長い場合、天井スラブに輻射熱を与えるが、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。天井スラブの評価概念図を第6-3図に示す。                  ・火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面（外壁）と水平面（天井スラブ）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は外壁に比べて小さい。</p>		1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置	A	B	A+B	質量低下速度 g [kg/m <sup>2</sup> /s]	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044 (軽油) 0.039 (潤滑油)	燃料密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	880	880	880	880	880 (軽油) 895 (潤滑油)	燃焼継続時間 t [s]	35,888	33,093	34,758	33,905	37,233	<p style="text-align: center;">添付3</p> <p>消防法に基づく法令（抜粋）〔ディーゼル発電機燃料油貯油槽関連〕</p> <p>【危険物の規則に関する政令】                  （地下タンク貯蔵所の基準）                  第十三条 地下タンク貯蔵所（次項及び第三項に定めるものを除く。）の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>危険物を貯蔵し、又は取り扱う地下タンク（以下この条、第十七条及び第二十六条において「地下貯蔵タンク」という。）は、地盤面下に設けられたタンク室に設置すること。</li> <li>地下貯蔵タンクとタンク室の内側との間は、〇・一メートル以上の間隔を保つものとし、かつ、当該タンクの周囲に乾燥砂をつめること。                      [以下、略]</li> </ol> <p>【危険物の規則に関する規則】                  （その他の製造所等の消火設備）                  第三十五条 令第二十条第一項第三号の規定により、第三十三条第一項及び前条第一項に掲げるもの以外の製造所等の消火設備の設置の基準は、次のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>地下タンク貯蔵所にあつては、第五種の消火設備を二個以上設けること。                      [以下、略]</li> </ol>		
			1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置																							
	A	B		A+B																										
質量低下速度 g [kg/m <sup>2</sup> /s]	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044 (軽油) 0.039 (潤滑油)																									
燃料密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	880	880	880	880	880 (軽油) 895 (潤滑油)																									
燃焼継続時間 t [s]	35,888	33,093	34,758	33,905	37,233																									

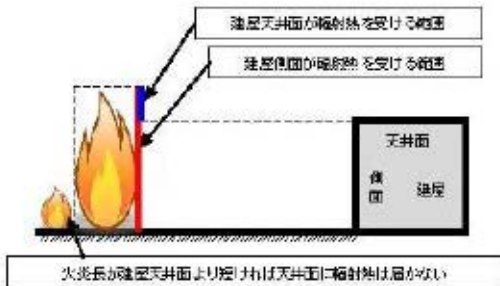
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

$$T = T_0 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right]$$

$T_0$ :初期温度(50[°C]),  $E$ :輻射強度[W/m<sup>2</sup>]  
 $x$ :コンクリート深さ,  $t$ :火災継続時間[s]  
 $C_p$ :コンクリート比熱(963 [J/kg/K]),  $\rho$ :コンクリート密度(2400[kg/m<sup>3</sup>])  
 $\alpha$ :コンクリート温度拡散率  $\left[\alpha = \frac{\lambda}{\rho C_p}\right]$  (7.53 × 10<sup>-7</sup> [m<sup>2</sup>/s])  
 $\lambda$ :コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/m/K])  
 (出典：伝熱工学, 東京大学出版会)



第6-3図 天井スラブの評価概念図

コンクリート表面の温度上昇を評価した結果、許容温度 200°C 以下であることを確認した。評価結果を第6-9表に示す。

第6-8表 危険物施設毎の熱影響評価結果（原子炉施設建屋外壁の評価）

	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
		A	B	A+B	
原子炉建屋外壁温度[°C]	約74	約83	約84	約79	約51
制御建屋外壁温度[°C]	約80	約56	約57	約63	約51
タービン建屋外壁温度[°C]	約136	約56	約57	約63	約51

(2) 復水貯蔵タンクに対する熱影響評価

a. 評価対象範囲

発電所敷地内に設置している屋外の危険物施設のうち、1号炉軽油貯蔵タンク、3号炉軽油タンク(A及びB)、大容量電源装置の火災を想定して、復水貯蔵タンクへの火災影響評価を実施する。

b. 評価対象施設までの離隔距離

想定火災源から評価対象施設までの離隔距離を第6-10表に示す。

第6-10表 危険物施設と復水貯蔵タンクとの離隔距離

	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
		A	B	A+B	
復水貯蔵タンクとの距離[m]	284	189	174	174	435

泊発電所3号炉

添付4

消防法に基づく法令（抜粋）〔油倉庫等関連〕

【危険物の規制に関する政令】

（屋内貯蔵所の基準）

第十条 屋内貯蔵所（次項及び第三項に定めるものを除く。）の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次のとおりとする。

- 一 屋内貯蔵所の位置は、前条第一項第一号に掲げる製造所の位置の例によるものであること。
- 二 危険物を貯蔵し、又は取り扱う建築物（以下この条において「貯蔵倉庫」という。）の周囲に、次の表に掲げる区分に応じそれぞれ同表に定める幅の空地を保有すること。ただし、二以上の屋内貯蔵所を隣接して設置するときは、総務省令で定めるところにより、その空地の幅を減らすことができる。

〔中略〕

三の二 貯蔵倉庫は、独立した専用の建築物とすること。

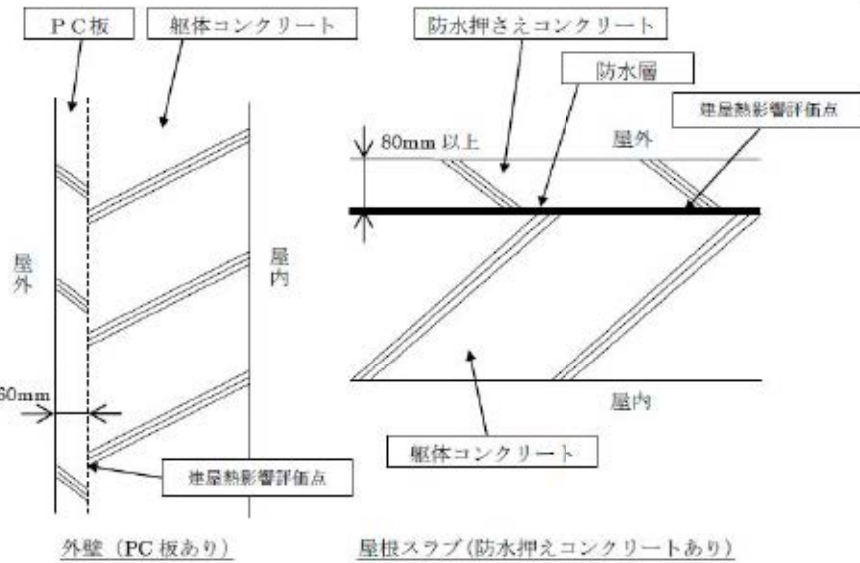
六 貯蔵倉庫は、壁、柱及び床を耐火構造とし、かつ、はりを不燃材料で造るとともに、延焼のおそれのある外壁を出入口以外の開口部を有しない壁とすること。ただし、指定数量の十倍以下の危険物の貯蔵倉庫又は第二類若しくは第四類の危険物（引火性固体及び引火点が七十度未満の第四類の危険物を除く。）のみの貯蔵倉庫にあつては、延焼のおそれのない外壁、柱及び床を不燃材料で造ることができる。

七 貯蔵倉庫は、屋根を不燃材料で造るとともに、金属板その他の軽量な不燃材料でふき、かつ、天井を設けないこと。ただし、第二類の危険物（粉状のもの及び引火性固体を除く。）のみの貯蔵倉庫にあつては屋根を耐火構造とすることができ、第五類の危険物のみの貯蔵倉庫にあつては当該貯蔵倉庫内の温度を適温に保つため、難燃性の材料又は不燃材料で造つた天井を設けることができる。

〔以下、略〕

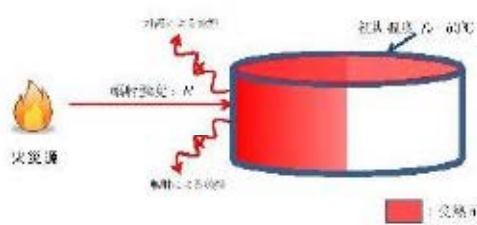
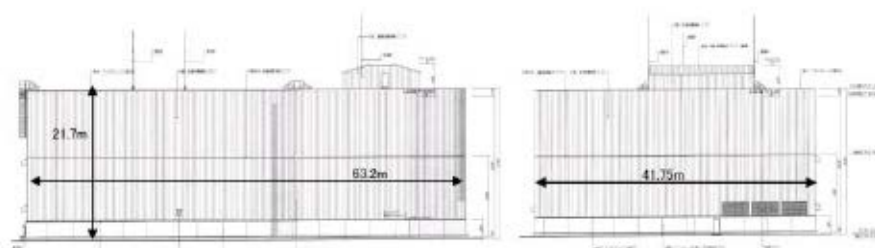
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																															
<p>c. 燃焼半径の算出                      (1) c. と同様。</p> <p>d. 形態係数の算出                      次の式から形態係数を算出した。</p> $\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2\pi)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$ <p>ただし <math>m = \frac{R}{n}, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2</math></p> <p>φ:形態係数[-] R:火炎長[m] L:火炎半径[m] L:離隔距離[m]</p> <p>第8-11表 危険物施設毎の形態係数（復水貯蔵タンク評価）</p> <table border="1" data-bbox="124 625 902 739"> <thead> <tr> <th rowspan="2">形態係数 φ [-]</th> <th>1号炉軽油貯蔵タンク</th> <th colspan="3">3号炉軽油タンク</th> <th rowspan="2">大容量電源設置</th> </tr> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2.442×10<sup>-3</sup></td> <td>3.398×10<sup>-3</sup></td> <td>3.820×10<sup>-3</sup></td> <td>7.850×10<sup>-3</sup></td> <td>1.739×10<sup>-4</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>e. 輻射強度の評価                      火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。</p> $E = Rf \cdot \phi$ <p>E:輻射強度(W/m<sup>2</sup>), Rf:輻射発散度(W/m<sup>2</sup>), φ:形態係数</p> <p>第8-12表 危険物施設毎の輻射強度（復水貯蔵タンク評価）</p> <table border="1" data-bbox="124 1003 902 1117"> <thead> <tr> <th rowspan="2">輻射強度 E [W/m<sup>2</sup>]</th> <th>1号炉軽油貯蔵タンク</th> <th colspan="3">3号炉軽油タンク</th> <th rowspan="2">大容量電源設置</th> </tr> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>103</td> <td>143</td> <td>181</td> <td>330</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>f. 燃焼継続時間の算出                      (1) d. (e) と同様。</p> <p>g. 判断の考え方                      (a) 許容温度                      復水貯蔵タンクの許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、復水貯蔵タンクの貯蔵水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66℃以下とする。</p> <p>(b) 評価結果                      一定の輻射強度で復水貯蔵タンクの火災源側の側面と天井面へ入熱するものとして、表面での輻射によるタンク内部に貯蔵された水及びタンク側面、天井面の温度上昇を表した下記の比熱と熱容量の関係式により最大温度を求め、許容温度以下であるか評価した。</p>	形態係数 φ [-]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源設置		A	B	A+B		2.442×10 <sup>-3</sup>	3.398×10 <sup>-3</sup>	3.820×10 <sup>-3</sup>	7.850×10 <sup>-3</sup>	1.739×10 <sup>-4</sup>	輻射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源設置		A	B	A+B		103	143	181	330	8	<p>9. 建屋外壁温度評価におけるPC板および防水押さえコンクリートについて</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で建屋外壁が昇温されるものとして、建屋の構造体となる躯体コンクリートの温度上昇を求め、その躯体コンクリートの温度が許容温度以下であるかの評価を実施している。</p> <p>なお、原子炉建屋外壁は、厚さ60mmのPC板（プレキャスト・コンクリート板）を外壁コンクリート打設時の型枠および外装材としており、建屋構造体としての強度を期待していないことを考慮して、その内側の躯体コンクリート外表面の温度で評価する。</p> <p>また、原子炉建屋およびディーゼル発電機建屋の屋根スラブは、厚さ80mmの防水押さえコンクリートを設置しており、建屋構造体としての強度を期待していないことを考慮して、その内側の躯体コンクリート外表面の温度で評価する。</p> <p>各建屋の外壁と屋根スラブの構成を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="955 1003 1757 1171"> <thead> <tr> <th></th> <th>外壁</th> <th>屋根スラブ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建屋</td> <td>PC板あり</td> <td>防水押さえコンクリートあり</td> </tr> <tr> <td>ディーゼル発電機建屋</td> <td>PC板なし</td> <td>防水押さえコンクリートあり</td> </tr> <tr> <td>原子炉補助建屋</td> <td>PC板あり</td> <td>防水押さえコンクリートあり</td> </tr> <tr> <td>循環水ポンプ建屋<sup>注</sup></td> <td>PC板なし</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：地表面から約2.8mまでの鉄筋コンクリート造の壁</p> 		外壁	屋根スラブ	原子炉建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり	ディーゼル発電機建屋	PC板なし	防水押さえコンクリートあり	原子炉補助建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり	循環水ポンプ建屋 <sup>注</sup>	PC板なし	—		
形態係数 φ [-]		1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク				大容量電源設置																																											
		A	B	A+B																																														
	2.442×10 <sup>-3</sup>	3.398×10 <sup>-3</sup>	3.820×10 <sup>-3</sup>	7.850×10 <sup>-3</sup>	1.739×10 <sup>-4</sup>																																													
輻射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源設置																																													
		A	B	A+B																																														
	103	143	181	330	8																																													
	外壁	屋根スラブ																																																
原子炉建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり																																																
ディーゼル発電機建屋	PC板なし	防水押さえコンクリートあり																																																
原子炉補助建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり																																																
循環水ポンプ建屋 <sup>注</sup>	PC板なし	—																																																

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																
<p style="text-align: center;"> <math display="block">T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o^2 h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2) \pi h}{4} + 2 \pi \frac{D_o^2}{4} e \right\}}</math> </p> <p> <math>T_0</math>: 初期温度 (50[°C]), <math>E</math>: 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>], <math>t</math>: 火災継続時間[s]  <math>D_o</math>: タンク外径 (20.012[m]), <math>h</math>: タンク円筒高さ (11.8[m])  <math>D_i</math>: タンク内径 (20.0[m]), <math>e</math>: タンク最小板厚 (0.006[m])  <math>\rho_w</math>: 水の密度 (979.9 [kg/m<sup>3</sup>]) ※1, <math>C_{pw}</math>: 水の比熱 (4186 [J/kg/K]) ※1, <math>V</math>: 水の体積 [m<sup>3</sup>]  <math>\rho_s</math>: タンク壁材の密度 (7860 [kg/m<sup>3</sup>]) ※2, <math>C_{ps}</math>: タンク壁材の比熱 (473 [J/kg/K]) ※2                      ※1: 伝熱工学資料第5版記載値 (軽水) を 66°C となるように線形補間した値                      ※2: 伝熱工学資料第5版記載値 (ギルド鋼)                 </p> <p>                     復水貯蔵タンクはタンク側面に遮蔽壁及び側面から天井面に向かって鋼板が設置されており、直接輻射がタンクに到達する構造ではないが、評価にあたっては遮蔽壁及び鋼板がなく屋外にタンクが露出しているものとして評価を実施した。なお、復水貯蔵タンク温度評価にあたっては、タンク部材は熱伝導の良い鋼材であるが、内部に貯蔵する系統水への熱伝導による蓄熱を考慮するため、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした。                 </p> <p>                     復水貯蔵タンクの評価概念図を第6-4図に示す。                 </p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>                     温度評価を実施し、復水貯蔵タンク温度は許容温度である66°Cを下回ることを確認した。                 </p> <p>                     第6-13表 危険物施設毎の熱影響評価（復水貯蔵タンク評価）                 </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th>1号炉軽油貯蔵タンク</th> <th colspan="3">3号炉軽油タンク</th> <th rowspan="2">大容量電源装置</th> </tr> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>復水貯蔵タンク温度 T [°C]</td> <td>約 51</td> <td>約 52</td> <td>約 52</td> <td>約 53</td> <td>約 51</td> </tr> </tbody> </table>		1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置		A	B	A+B	復水貯蔵タンク温度 T [°C]	約 51	約 52	約 52	約 53	約 51	<p>                     (1) PC板および防水押さえコンクリートの熱的性質について                      コンクリートは、水、セメント、細骨材（砂）、粗骨材（砂利）、その他混和材料を練混ぜ、これらが一体的に硬化した複合材料であり、コンクリートの種類は、使用骨材の違いにより、普通コンクリート、軽量コンクリート、重量コンクリートに区分される。                 </p> <p>                     今回、建屋外壁温度評価に用いた主要建屋の躯体、PC板、防水押さえコンクリート、保温材設置の模擬試験体に用いたコンクリートは、いずれも普通コンクリートであり、日本工業規格（JIS）の「普通コンクリート」に準拠して製造されたものである。                 </p> <p>                     JISでは、コンクリート材料の品質（骨材の寸法・密度、セメントの密度・圧縮強さ等）について規定しており、JISに準拠して製造された普通コンクリートの熱的性質は同等と考えられることから、主要建屋の躯体、PC板、防水押さえコンクリート、保温材設置の模擬試験体に用いたコンクリートについて、同様の熱的性質の物性値を適用できるものとする。                 </p> <p>                     なお、この熱的性質の物性値については、JISに記載が無いことから、適切と考えられる日本建築学会規準から引用した。（「4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について」参照）                 </p> <p>                     (2) 循環水ポンプ建屋および原子炉補機冷却海水ポンプの影響評価について                      3号機循環水ポンプ建屋は、鉄骨造であり、地表面から約2.8mが鉄筋コンクリート造の壁、上部の壁が鋼板で構成している。                 </p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>                     上部の壁については、外部火災の輻射熱が鋼板に照射されるため、ヒートシンクを考慮する壁厚のあるコンクリート壁とは異なり照射を受ける面と反対側の面より放熱されるため、コンクリート壁よりも高温となることはなく、建屋のコンクリート壁が許容温度以下ならば、鋼板が損傷を受けることはない。このため、下部の壁（コンクリート）の温度が許容温度以下であることを確認することで健全性を確認する。                 </p> <p>                     また、原子炉補機冷却海水ポンプは循環水ポンプ建屋内に収納されており、外部火災による輻射熱が原子炉補機冷却海水ポンプに直接作用することはないが、循環水ポンプ建屋の上部外壁は鋼板であ                 </p>		
		1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク				大容量電源装置												
		A	B	A+B															
復水貯蔵タンク温度 T [°C]	約 51	約 52	約 52	約 53	約 51														



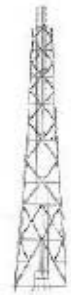
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第6-14表 評価対象施設の仕様

名称	排気筒	
種類	鉄塔支持型	
主要寸法	内径 3.7m	
	地表高さ 160m	
材料	筒身	SMA400AP
	鉄塔	SS400, STX400
個数	1	



第8-5図 評価対象施設の外形図

c. 評価対象施設までの離隔距離

想定火災源から評価対象施設までの離隔距離を第6-15表に示す。

第6-15表 危険物施設と排気筒との離隔距離

排気筒との距離[m]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
		A	B	A+B	
	431	214	207	207	208

d. 燃焼半径の算出

(1) c. と同様。

e. 形態係数の算出

以下の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2\pi)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

ただし  $m = \frac{R}{\pi} \approx 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

$\phi$ : 形態係数 [-] R: 火災長 [m] R: 火災半径 [m] L: 離隔距離 [m]

第6-16表 危険物施設毎の形態係数（排気筒）

形態係数 $\phi$ [-]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
	A	B	A+B		
	$1.131 \times 10^{-3}$	$2.647 \times 10^{-3}$	$2.883 \times 10^{-3}$	$5.543 \times 10^{-3}$	$7.798 \times 10^{-4}$

f. 輻射強度の評価

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E: 輻射強度 (W/m<sup>2</sup>), Rf: 輻射発散度 (W/m<sup>2</sup>),  $\phi$ : 形態係数

第6-17表 危険物施設毎の輻射強度（排気筒）

輻射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量電源装置
	A	B	A+B		
	48	112	114	233	33

泊発電所3号炉

ることから、外部火災の輻射熱が伝熱により建屋内雰囲気へ移動し、建屋内雰囲気の温度が上昇する。

原子炉補機冷却海水ポンプの評価としては、モーター下部軸受部を限界温度以下とするために必要な吸い込み外気温度 80.9℃を原子炉補機冷却海水ポンプの許容温度とし、循環水ポンプ建屋内の許容温度として評価する。

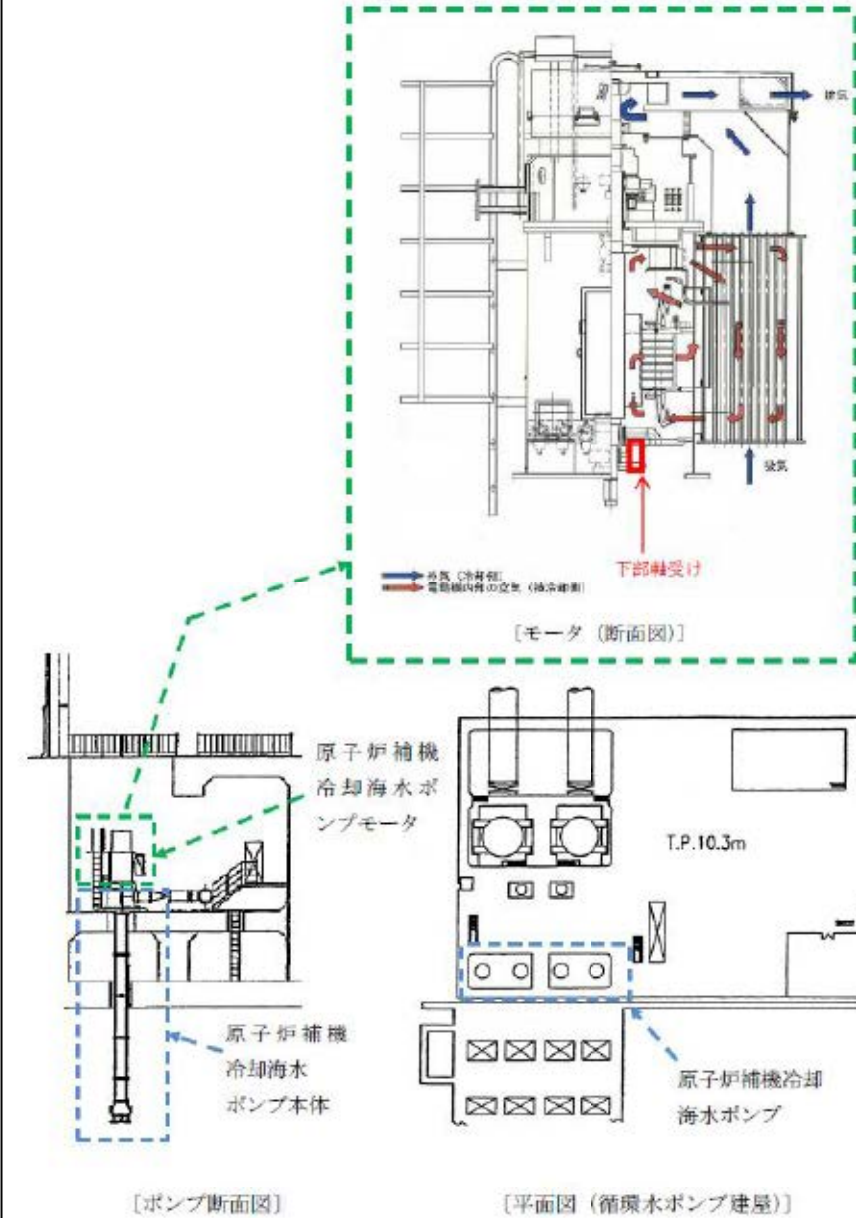


図9-1 原子炉補機冷却海水ポンプモータ冷却方式

大飯発電所3/4号炉

差異理由

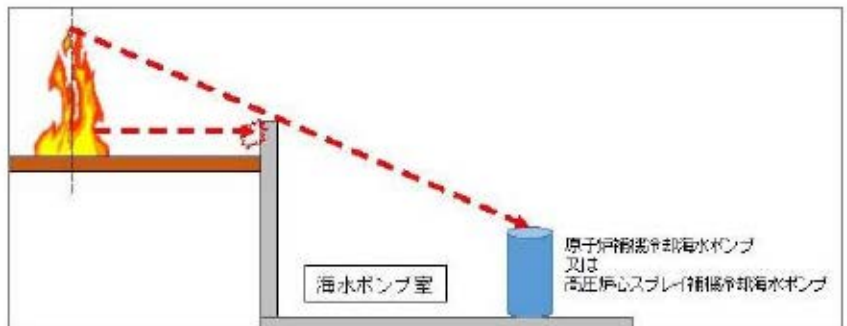

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>g. 燃焼継続時間の算出                      (1) d. (e) と同様。</p> <p>h. 判断の考え方                      (a) 許容温度                      「発電用原子力設備規格設計・建設規格」では、鋼材の制限温度を 350℃としていること、また、「建築火災のメカニズムと火災安全設計」では、鋼材の温度上昇に伴う強度低下率 <math>\kappa(T)</math> が示されており、一般的な鋼材において温度が 325℃以下であれば、その強度が常温時と変わらないとしていることから、保守的に 325℃を許容温度とする。</p> <p>(b) 評価結果                      排気筒は内部への伝熱はなく、熱伝導の良い表面の鋼材への伝熱のみを考慮するため、速やかに定常状態となることから、円筒外表面積の 1/2 に火災による輻射が到達し、外表面全体から放熱するものとして、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるとき、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式により排気筒鉄塔表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。</p> <p>なお、内表面は保守的に評価を実施するため断熱とした。</p> $T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h}$ <p><math>\varepsilon</math>: 吸収率 (0.9[-])<sup>※1</sup> <math>E</math>: 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]  <math>h</math>: 熱伝達率 (17[W/m<sup>2</sup>/K])<sup>※2</sup> <math>T_0</math>: 初期温度 (50[°C])                      ※1: 伝熱工学資料                      ※2: 空気調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である 17W/m<sup>2</sup>/K を用いる。）</p> <p>(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人日本建築センター)</p> <p>上式を用いて温度評価を実施し、許容温度 325℃以下であることを確認した。なお、評価に当たって排気筒は鉄塔と筒身で構成されているが、筒身よりも鉄塔が危険物貯蔵施設との距離が近いこと、材質も鉄塔は SS400, STK400, 筒身では SMA400AP であり、物性値が鉄塔、筒身ともに軟鋼で同一であることから、鉄塔の評価を実施することで筒身の評価は包絡される。排気筒の評価概念図を第 6-6 図に示す。</p> <div data-bbox="207 1617 771 1848"> </div> <p>第 6-6 図 排気筒の評価概念図</p>	<p>10. 敷地内におけるタンク火災による影響評価結果について</p> <p>1. 建屋外壁および屋根スラブの影響評価結果について                      補助ボイラー燃料タンクの火災による各建屋の外壁および屋根スラブの影響評価を行った。                      この結果、原子炉建屋は、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。また、ディーゼル発電機建屋は外壁一部に断熱材を設置することで、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。</p> <p>また、原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋は原子炉建屋より隔離距離が長くなるため、200℃を下回ることを確認した。</p> <div data-bbox="949 798 1751 1701"> </div>	<p>添付資料 9</p> <p>敷地内におけるタンク火災による影響評価について</p> <p>はじめに                      本評価は、大飯発電所 3, 4 号炉の発電所敷地内における危険物タンクの火災が、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包する原子炉施設に影響をおよぼさないことについて、原子力発電所の外部火災評価ガイドにより、「附属書 C 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について」に基づき、評価を実施するものである。</p> <p>1. 危険物タンクの火災による熱影響の評価                      (1) 危険物タンクの火災の想定                      危険物タンクの火災の想定は以下のとおりとした。</p> <p>A. 想定条件                      A.-1 評価対象とする危険物タンクは、発電所敷地内の屋外に設置されている危険物タンクのうち、燃料の保有量が多く、直接原子炉施設を臨むことができるタンクを想定した。                      A.-2 評価対象とするタンクの燃料は満載した状態を想定した。                      A.-3 隔離距離は、評価上厳しくなるよう、A.-1 で想定したタンク位置から原子炉施設までの直線距離とした。                      A.-4 危険物タンクの破損等による防油堤内の全面火災を想定した。                      A.-5 気象条件は無風状態とした。                      A.-6 火災は円筒火災モデルとし、火災の高さは燃焼半径の 3 倍とした。</p> <p>B. 輻射強度の算定                      油火災において任意の位置にある輻射強度（熱）を計算により求めるため、半径が 1.5 [m] 以上の場合で火災の高さ（輻射体）を半径の 3 倍にした円筒火災モデルを採用した。</p> <p>(2) 危険物タンクの火災による影響の有無の評価                      a. 評価対象範囲                      評価対象とする危険物タンクは、引火などのおそれがある発電所敷地内の屋外に設置されている危険物タンクとして、燃料の保有量が多く、直接原子炉施設を臨むことができるタンク類の火災を想定することとし、補助ボイラー用燃料タンクおよび 1, 2 号機油計量タンクを評価対象として想定することとした。</p> <p>なお、ディーゼル発電機用燃料タンクについては、コンクリート構築物に収納され、周囲を不燃物である乾燥砂に囲われた地下埋設タンクとなっていることから、評価対象外としている。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由															
<p>排気筒鉄塔表面の温度上昇を評価した結果、許容温度 325℃以下であることを確認した。評価結果を第6-18表に示す。</p> <p>第6-18表 危険物施設毎の熱影響評価（排気筒）</p> <table border="1" data-bbox="112 310 902 457"> <thead> <tr> <th rowspan="2">排気筒温度 T [℃]</th> <th>1号炉軽油 貯蔵タンク</th> <th colspan="3">3号炉軽油タンク</th> <th rowspan="2">大容量 電源装置</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>約 52</td> <td>約 53</td> <td>約 53</td> <td>約 57</td> <td>約 51</td> </tr> </tbody> </table> <p>(4) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプに対する熱影響評価</p> <p>a. 評価対象範囲</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機は、海水ポンプ電動機高さより高い海水ポンプ室の壁で囲まれており、側面から直接火災の影響を受けることはないが、上面は熱影響を受ける可能性がある。</p> <p>評価においては、海水ポンプ室の壁による遮熱効果を考慮せず、側面から直接火災の影響を受けることを想定する。また、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機は、電動機本体を全閉構造とした全閉外扇形の冷却方式であり、外部火災の影響を受けた場合には、周囲空気の温度上昇により、冷却機能への影響が懸念されることから、冷却空気の温度を評価対象とする。火災発生位置と海水ポンプの位置関係を第6-7図、海水ポンプ室内配置を第6-8図、外形図を第6-9図、仕様を第6-19表に示す。</p> <p>電動機内部の空気冷却対象は固定子巻線及び軸受であり、そのうち許容温度が低い軸受温度の機能維持に必要な冷却空気の温度が、許容温度以下となることを確認する。</p>  <p>第6-7図 火災発生位置と海水ポンプの位置関係</p>	排気筒温度 T [℃]	1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量 電源装置	A	B	A+B		約 52	約 53	約 53	約 57	約 51	<p>2. 影響評価に用いる対象タンクの必要データ</p> <p>(1) 補助ボイラー燃料タンク</p> <p>燃料量 [m<sup>3</sup>] : 410 (火災拡大防止を念頭に置いた管理値)          輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 23×10<sup>3</sup> (重油)          燃焼速度 [m/s] : 3.50×10<sup>-5</sup>          防油堤面積 [m<sup>2</sup>] : 599.04          離隔距離 [m] : 57 [m] (原子炉建屋までの距離)、          43 [m] (ディーゼル発電機建屋までの距離)</p> <p>3. 対象建屋の影響評価について</p> <p>対象建屋の影響評価について、以下の方法にて算出している。</p> <p>《インプットデータ》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 離隔距離 L (m)</li> <li>・ 燃料の種類</li> <li>・ 燃料量 V (m<sup>3</sup>)</li> <li>・ 燃料の物性値、特性値；             <ul style="list-style-type: none"> <li>密度 ρ (kg/m<sup>3</sup>) 【SFPE ハンドブック、MSDS】</li> <li>火炎輻射発散度 R<sub>f</sub> (w/m<sup>2</sup>) 【規制庁ガイド】</li> <li>燃焼質量低下速度 M (kg/m<sup>2</sup>・s) 【SFPE ハンドブック】</li> </ul> </li> <li>・ 火炎の特性；             <ul style="list-style-type: none"> <li>火炎面積 S (m<sup>2</sup>) (タンクの防油堤面積)</li> <li>火炎半径 R (m) (= S / π)<sup>0.5</sup></li> <li>火炎高さ H (m) (= 3R)</li> <li>燃焼速度 v (m/s) (= M / ρ)</li> <li>燃焼継続時間 t (s) (= V / (S・v))</li> </ul> </li> </ul> <p>《受熱面輻射強度の算出》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 形態係数 φ；ガイドの円筒火炎モデルの式で計算 燃焼継続時間内で一定</li> <li>・ 受熱面輻射強度 E (w/m<sup>2</sup>)； E = φ・R<sub>f</sub> 燃焼継続時間内で一定</li> </ul>	 <p>敷地内の屋外にある危険物タンクの位置</p> <p>b. 評価対象の選定の考え方</p> <p>原子炉施設（建屋）に対する評価として、最も近接している危険物タンクは3、4号炉油計量タンク（離隔距離：約60m）であるが、タービン建屋の影に隠れることから、火災の輻射の影響を受けないため、対象外としている。3、4号炉油計量タンクの次に近接している危険物タンクとして、補助ボイラー燃料タンク（離隔距離：約90m）があり、燃料量が最も多いことから、補助ボイラー燃料タンクを選定している。</p> <p>海水ポンプに対する評価としては、最も近接している危険物タンクが、1、2号炉油計量タンク（約320m）であることから、評価対象として選定している。（なお、評価結果は燃料量の多い補助ボイラー燃料タンクの評価結果よりも厳しい結果である事を確認している。）</p> <p>なお、実運用として、補助ボイラー燃料タンクは60kL以下、油計量タンクは空運用であるが、燃料を満載した状態として、保守的に評価している。</p> <p>また、タービン油計量タンクの空運用については、設置許可添付八の「手順等」の項及び保安規定に記載する。このため、タービン油計量タンク火災が発生する事はなく、原子炉施設（建屋）に対して、タービン建屋による波及的影響はない。</p> <p>c. 必要データ（補助ボイラー用燃料タンク）</p> <p>評価に用いるデータは以下のとおり。</p> <p>燃料量 [m<sup>3</sup>] : 500          輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 23×10<sup>3</sup> (重油)          燃焼速度 [m/s] : 3.50×10<sup>-5</sup>          防油堤面積 [m<sup>2</sup>] : 278.81          離隔距離 [m] : 90 (3号炉原子炉周辺建屋までの距離)</p> <p>d. 燃焼半径の算出</p>	
排気筒温度 T [℃]		1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉軽油タンク				大容量 電源装置											
	A	B	A+B															
	約 52	約 53	約 53	約 57	約 51													

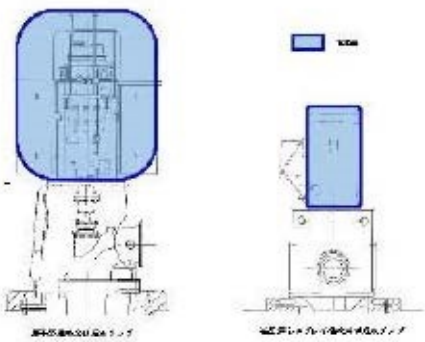
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第6-8図 海水ポンプの配置図



第6-9図 海水ポンプの外形図

第6-18表 評価対象施設の仕様

	原子炉補機冷却 海水ポンプ電動機	高圧炉心スプレー補機 冷却海水ポンプ電動機
主要寸法	全幅 約 2.5m 高さ 約 2.9m	全幅 約 0.55m 高さ 約 1.0m
材質	SS400	FC150
個数	4	1

種別の内容は防諜上の観点から公開できません

b. 火災源となる設備から評価対象施設までの離隔距離

原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプを内包する海水ポンプ室から火災源までの離隔距離を第6-20表に示す。

第6-20表 敷地内危険物施設から海水ポンプ室までの離隔距離

離隔距離 [m]	1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉軽油タンク			大容量 電源装置
		A	B	A+B	
海水ポンプ室	189	257	243	243	502

c. 燃焼半径の算出

(1) c. と同様。

泊発電所3号炉

4. 原子炉建屋の影響評価結果

(1) 補助ボイラー燃料タンクによる影響評価について

補助ボイラー燃料タンク火災による影響評価を行った結果、外壁（躯体コンクリート）にて約159℃、屋根（躯体コンクリート）にて約141℃となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。

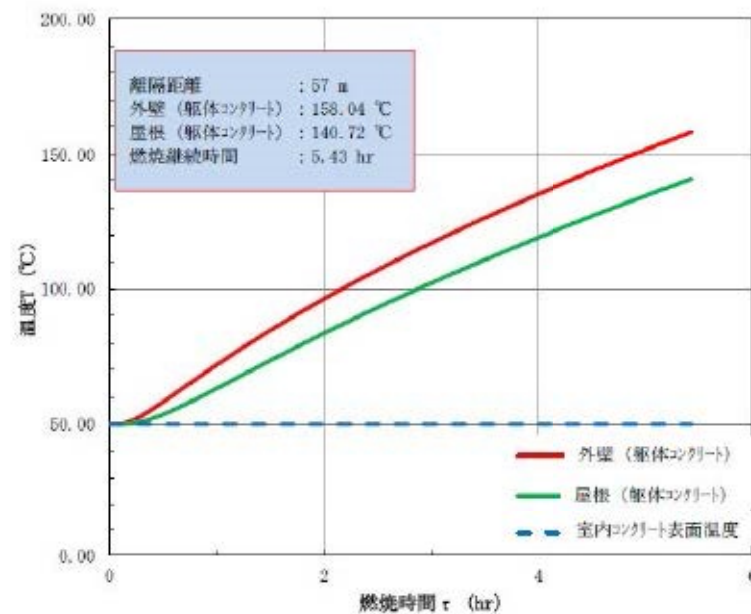


図10-1 原子炉建屋における影響評価結果（補助ボイラー燃料タンク）

5. ディーゼル発電機建屋の影響評価結果

(1) 補助ボイラー燃料タンクによる影響評価について

ディーゼル発電機建屋外壁に断熱材を設置した状態で補助ボイラー燃料タンク火災における影響評価を行い、建屋躯体コンクリート表面が約94℃（周囲温度50℃）となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。

算出方法を添付-1に示す。

また、屋根スラブは、建屋躯体コンクリート表面が約192℃となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。

なお、補足説明資料「4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について」の文献において「圧縮強度は、200℃程度までは常温と殆ど変わらないかむしろ上昇する」との記載があること、および火災影響評価が保守的な評価であることから、許容温度を超えないことで健全性は確保される。

(2) 断熱材設置による模擬試験について

大飯発電所3/4号炉

円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象としたタンクの防油堤の面積を円筒の底面と仮定して算出した。

$$R = (S / \pi)^{1/2}$$

S：防油堤の投影面積（火炎円筒の底面積）

$$R = (278.81 / \pi)^{1/2} = 9.42 [m]$$

e. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{\sqrt{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし、 $m = \frac{H}{R} \approx 3$ 、 $n = \frac{L}{R}$ 、 $A = (1+n)^2 + m^2$ 、 $B = (1-n)^2 + m^2$

φ：形態係数、L：離隔距離、H：火炎高さ、R：燃焼半径

ここで、R、Lをそれぞれ代入して形態係数φを求めると以下のとおりとなる。

$$\phi = 2.20 \times 10^{-2}$$

f. 輻射強度の評価

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。

$$E = R f \times \phi$$

E：輻射強度、R f：輻射発散度、φ：形態係数

$$E = 23 \times 103 \times 2.20 \times 10^{-2} = 506 [W/m^2]$$

g. 燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

$$t = V / (\pi R^2 \times v)$$

V：燃料量 [m³] = 500 [m³]

v：燃焼速度 [m/s] =  $M / \rho = 3.50 \times 10^{-5}$

M：質量低下速度 [kg/m²・s] = 0.035

ρ：燃料密度 [kg/m³] = 1000

$$t = 500 / (278.81 \times 3.50 \times 10^{-5}) = 51,228 [s] = 14.23 [h]$$

h. 判断の考え方（建屋外壁の耐火性能評価）

(a) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている200℃（保守的にコンクリートの圧縮強度が変化しない温度を想定）とする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の式(1)によりコンクリートの表面および裏面の温度上昇を求め、コンクリ

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

d. 形態係数の算出

以下の式から形態係数を算出した。算出結果を第 6-21 表に示す。

$$\phi = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left( \frac{A-2\pi}{\pi\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right)$$

ただし  $m = \frac{r}{s} \sin \theta$ ,  $n = \frac{L}{s}$ ,  $A = (1+n)^2 + m^2$ ,  $B = (1-n)^2 + m^2$

$\phi$ : 形態係数 [-]  $R$ : 火炎半径 [m]  $r$ : 火炎半径 [m]  $L$ : 離隔距離 [m]

第 6-21 表 敷地内危険物施設の形態係数

形態係数 [-]	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク		大容量電源装置
	A	B	A+B	
$\phi$	$5.353 \times 10^{-2}$	$1.231 \times 10^{-2}$	$1.950 \times 10^{-2}$	$4.016 \times 10^{-2}$
		軽油: $1.155 \times 10^4$		潤滑油: $0.149 \times 10^4$

e. 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。算出結果を第 6-22 表に示す。

$$E = Rf \cdot \phi$$

$E$ : 輻射強度 ( $W/m^2$ ),  $Rf$ : 輻射発散度 ( $W/m^2$ ),  $\phi$ : 形態係数

第 6-22 表 敷地内危険物施設の輻射強度

輻射強度	1号炉軽油貯蔵タンク	3号炉軽油タンク		大容量電源装置
	A	B	A+B	
$E$	224.8	78.9	82.0	169.7
[ $W/m^2$ ]				5.49

f. 燃焼継続時間の算出

(1) f. と同様。

g. 判断の考え方

(a) 許容温度

原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ電動機の冷却空気の許容温度は、上部及び下部軸受の上昇温度を考慮した温度とする。軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度、通常運転時の上昇温度をそれぞれ第 6-23 表、第 6-24 表に示す。

コンクリート板に断熱材を設置した状態を模擬し、加温試験を行った。

外気温度 30~35℃の状況において、約 410℃で加温したところ、断熱材内側のコンクリート板表面温度が 50℃以下となることを確認した。

コンクリート板厚が実機との相違はあるものの、許容温度 200℃を下回ると考えられる。

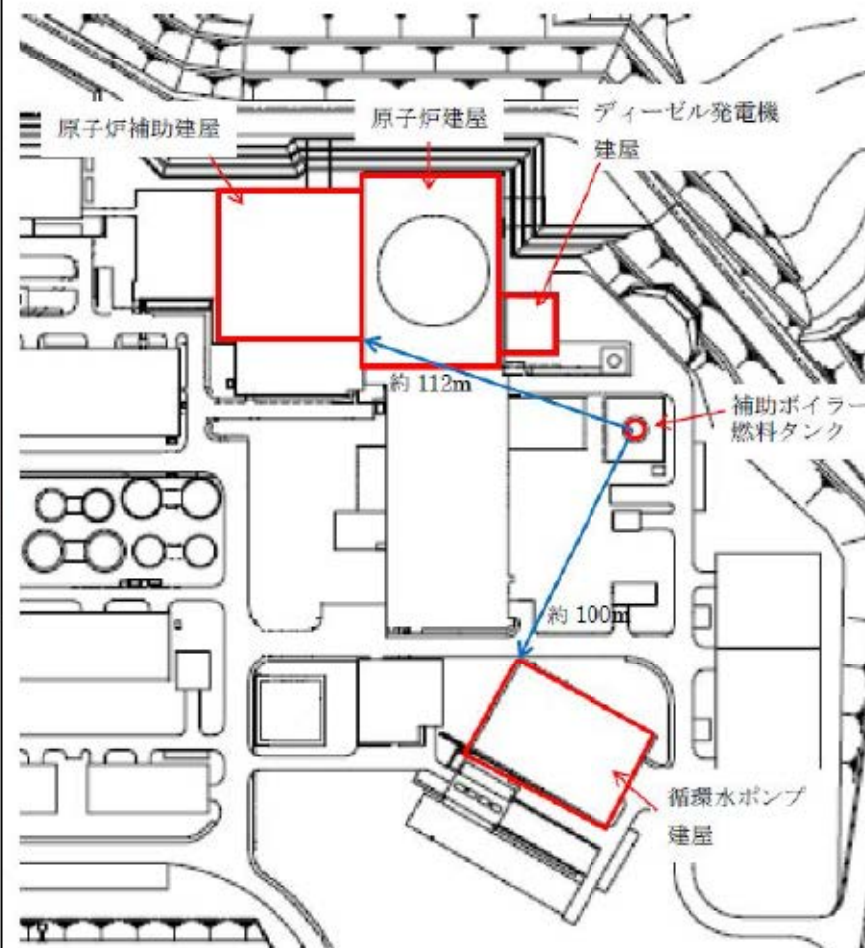
試験状況などを添付-2に示す。

6. 原子炉補助建屋の影響評価結果

原子炉補助建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 112m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

7. 循環水ポンプ建屋の影響評価結果

循環水ポンプ建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 100m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。



一トの表面および裏面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{a \times \tau}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times \tau}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}}\right) \right]$$

$T_0$ : 初期温度 (50℃)

$E$ : 輻射強度 [ $W/m^2$ ]

$a$ : コンクリート温度伝導率

$$a = \lambda / (\rho \times C_p)$$

$C_p$ : コンクリート比熱 (963 [ $J/kgK$ ])

$\rho$ : コンクリート密度 (2300 [ $kg/m^3$ ])

$\lambda$ : コンクリート熱伝導率 (1.74 [ $W/mK$ ])

$x$ : コンクリート深さ [m]

$\tau$ : 燃焼継続時間 [sec]

1) 庄司正弘, 東京大学機械工学 6, 伝熱工学, 東京大学出版

その結果、補助ボイラー燃料タンクの火災を想定したケースでは、原子炉施設外壁の表面の温度は約 116℃となり、許容温度を下回る。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。

また、空冷式非常用発電装置について、燃料の保有量は比較的多くはなく、燃料タンクは鋼製のコンテナに格納されているが、原子炉施設の周辺に設置されていることから、火災による熱影響評価を実施した。なお、評価にあたって、コンテナは考慮していない。結果は以下のとおりである。

離隔距離 [m] : 5 (原子炉周辺建屋までの距離)

燃焼継続時間 [hr] : 9.50

受熱面輻射強度 [ $W/m^2$ ] : 851

表面温度 [℃] : 約 141

i. 海水ポンプに対する熱影響評価

原子炉施設外壁への評価と同様に海水ポンプへの熱影響評価を以下のとおり実施した。

(a) 危険物タンクの仕様について

想定するタンク: 1, 2 号機油計量タンク

燃料の種類: タービン油

燃料タンクの容量: 100 [ $m^3$ ]

防油堤の面積: 81 [ $m^2$ ]

(b) 燃料の物性値について

密度 ( $\rho$ ) : 760 [ $kg/m^3$ ]

質量低下速度 ( $M$ ) : 0.039 [ $kg/m^2 \cdot s$ ]

輻射発散度 ( $Rf$ ) : 42 [ $kW/m^2$ ]

燃焼速度 ( $v$ ) :  $v = M / \rho = 5.13 \times 10^{-5}$  [ $m/s$ ]

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

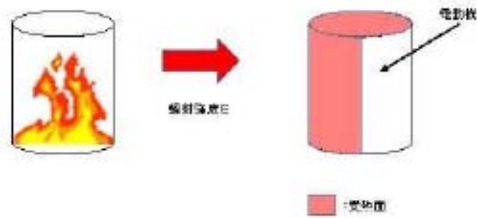
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																														
<p>第6-23表 海水ポンプの機能維持に必要な冷却空気の許容温度</p> <table border="1" data-bbox="178 252 771 472"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>上部軸受温度 [°C]</th> <th>下部軸受温度 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td>40<sup>※1</sup></td> <td>55<sup>※2</sup></td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</td> <td>55<sup>※2</sup></td> <td>55<sup>※2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める自由対流式軸受の表面で測定するときの温度限度 80℃から冷却空気の初期温度 40℃を差し引いた 40℃を冷却空気の許容温度に設定                  ※2：軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める耐熱性の良好なグリースを使用する場合の温度限度 85℃から冷却空気の初期温度 40℃を差し引いた 55℃を冷却空気の許容温度に設定</p> <p>第6-24表 海水ポンプの通常運転時の上昇温度</p> <table border="1" data-bbox="178 756 771 955"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>上部軸受温度 [°C]</th> <th>下部軸受温度 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td>27</td> <td>18.7</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</td> <td>32</td> <td>41</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 評価方法                      火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機が受ける輻射熱によって上昇する冷却空気温度を求め、第6-23表に示す許容温度を下回るかを比熱と熱容量の関係式より求まる下式で評価を実施した。評価に用いた諸元を第6-25表に示す。</p> $T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p}$ <p>T:評価温度 [°C], T<sub>0</sub>:通常運転時の上昇温度 [°C]                      E:輻射強度 [W/m<sup>2</sup>], A<sub>T</sub>:受熱面積 [m<sup>2</sup>]                      G:熱容量 (= G × C<sub>p</sub>), G:重量流量 [kg/s], C<sub>p</sub>:空気比熱 [J/kg/K]</p> <p>第6-25表 評価に用いた諸元</p> <table border="1" data-bbox="118 1491 875 1680"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>受熱面積 [m<sup>2</sup>] A<sub>T</sub></th> <th>重量流量 [kg/s] G</th> <th>空気比熱 [J/kg/K] C<sub>p</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td>13.19</td> <td>3.32</td> <td>1008</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</td> <td>1.19</td> <td>0.55</td> <td>1008</td> </tr> </tbody> </table>	対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]	原子炉補機冷却海水ポンプ	40 <sup>※1</sup>	55 <sup>※2</sup>	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	55 <sup>※2</sup>	55 <sup>※2</sup>	対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]	原子炉補機冷却海水ポンプ	27	18.7	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	32	41	対象機器	受熱面積 [m <sup>2</sup> ] A <sub>T</sub>	重量流量 [kg/s] G	空気比熱 [J/kg/K] C <sub>p</sub>	原子炉補機冷却海水ポンプ	13.19	3.32	1008	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	1.19	0.55	1008	<p>8. 原子炉補機冷却海水ポンプの影響評価について                      原子炉補機冷却海水ポンプを設置している循環水ポンプ建屋の評価の結果、建屋内空気の最高到達温度が約 53℃となり、許容温度 80.9℃以下であることを確認した。</p> <p>9. 防護措置について                      建屋外壁および屋根スラブの防護措置は、200℃を超える範囲について実施するものとし、防護措置実施範囲および断熱材設置イメージを添付-3に示す。</p> <p>10. 耐震性に与える影響について                      ディーゼル発電機建屋の上部構造物の重量に対して、設置する断熱材およびコンクリート板の重量は約 0.2%程度であることから、防護措置に伴う重量増加を考慮しても建屋の耐震性に殆ど影響はない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	<p>(c) 評価条件                      離隔距離：320 [m]                      形態係数：0.00049                      受熱面の輻射強度：20.58 [W/m<sup>2</sup>]                      燃焼継続時間：6.68 [h]</p> <p>(d) 熱影響評価                      ① 基準温度について                      熱影響の観点から海水ポンプの健全性評価を実施するうえでは、海水ポンプモーターの下部軸受の温度制限が最も厳しく、冷却用空気の取込温度として、<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">  </span>℃を基準温度とした。</p> <p>② 評価結果                      冷却空気の温度上昇の評価について、ケーシングに受けた輻射による熱エネルギーが全て冷却空気に伝熱されるという保守的な評価を実施した結果、冷却用空気の温度は約 39℃となり、基準温度を下回る。</p> <p>2. 評価結果                      以上の結果から、発電所敷地内の危険物タンクにおいて火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設の温度が、許容温度を超えないため、安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に熱影響をおよぼすことはない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	
対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]																															
原子炉補機冷却海水ポンプ	40 <sup>※1</sup>	55 <sup>※2</sup>																															
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	55 <sup>※2</sup>	55 <sup>※2</sup>																															
対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]																															
原子炉補機冷却海水ポンプ	27	18.7																															
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	32	41																															
対象機器	受熱面積 [m <sup>2</sup> ] A <sub>T</sub>	重量流量 [kg/s] G	空気比熱 [J/kg/K] C <sub>p</sub>																														
原子炉補機冷却海水ポンプ	13.19	3.32	1008																														
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	1.19	0.55	1008																														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第6-10図 評価概念図

(c) 評価結果

輻射熱によって上昇する冷却空気の到達温度を算出した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第6-26表に示す。

第6-26表 評価対象施設に対する熱影響評価結果

		1号炉軽油貯蔵タンク		2号炉軽油貯蔵タンク		大容量電源装置	許容温度 [°C]
		A	B	A+B	A+B		
原子炉種別冷却海水ポンプ	上部熱受温度 [°C]	約 20	約 20	約 20	約 20	約 20	< 40
	下部熱受温度 [°C]	約 20	約 20	約 20	約 20	約 14	< 55
高圧炉心スプレィ種別冷却海水ポンプ	上部熱受温度 [°C]	約 33	約 33	約 33	約 33	約 33	< 55
	下部熱受温度 [°C]	約 42	約 42	約 42	約 42	約 42	< 55

4. まとめ

以上の結果から、発電所敷地内の危険物施設において火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設（原子炉建屋、制御建屋、タービン建屋）の外壁温度、復水貯蔵タンク温度、排気筒温度及び海水ポンプ温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないとして評価する。

5. 敷地内危険物施設以外の設備の火災影響評価

評価対象範囲

消防法に基づく届出対象施設ではない施設について、火災影響評価を実施する。評価対象とする設備を危険物施設と同様に第6-11図のフローに基づき抽出する（第6-27表）。危険物を貯蔵し屋外に設置している設備を想定発火源（主変圧器等）とする。

なお、薬品を取り扱う設備は輻射熱を受けない屋内設置であること、外部への火災が発生する可能性が低いことから、評価対象から除外する。

泊発電所3号炉

添付-1

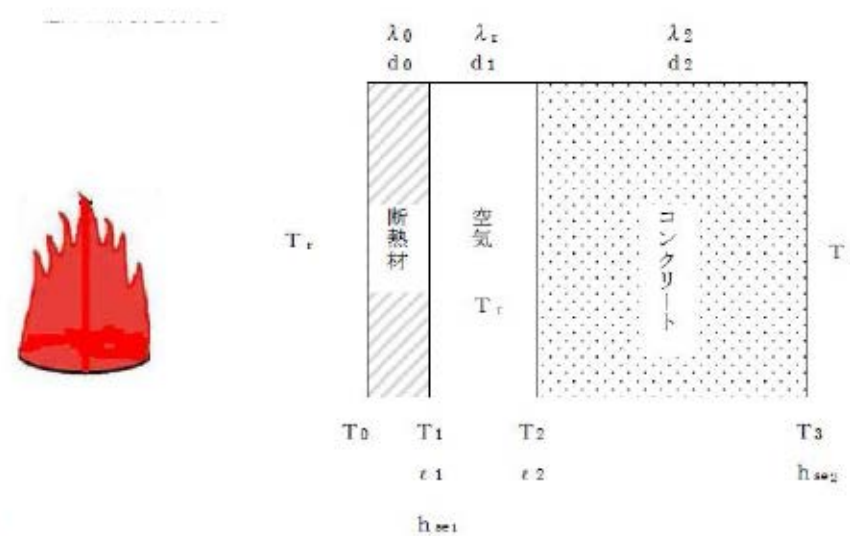
断熱材設置における影響評価について

1. 評価項目

断熱材の設置により、躯体コンクリート表面が 200°C 以下になることを確認する。

2. 評価条件

- 断熱材外側の温度は、最大の評価値 339°C（航空機落下+補助ボイラ燃料タンク火災、ディーゼル発電機建屋外壁）とする。
- 空気温度は 50°C とする。(T<sub>r</sub>) \* 1
- 冷却の観点から厳しい無風とする。
- モデル図に示すように多層断熱と考える。  
 なお、固体による多層断熱とは異なり、空気層を含んだ断熱となるため、これらを考慮した評価を行う。



- 1 空気温度 50°C は以下の理由から設定している。
- 外気温は 50°C を上回ると考えられない。また、空気は火災源からの輻射の影響をほとんど受けない。
  - 断熱材表面からの伝熱で温められた断熱材とコンクリート間の空気は、密度が低下して対流により上昇し、熱量を外気に放出するとともに、下部より外気を取り込むことより、空気温度の上昇は制限される。また評価上コンクリート外表面から空気の伝熱は考慮していない。

大飯発電所3/4号炉

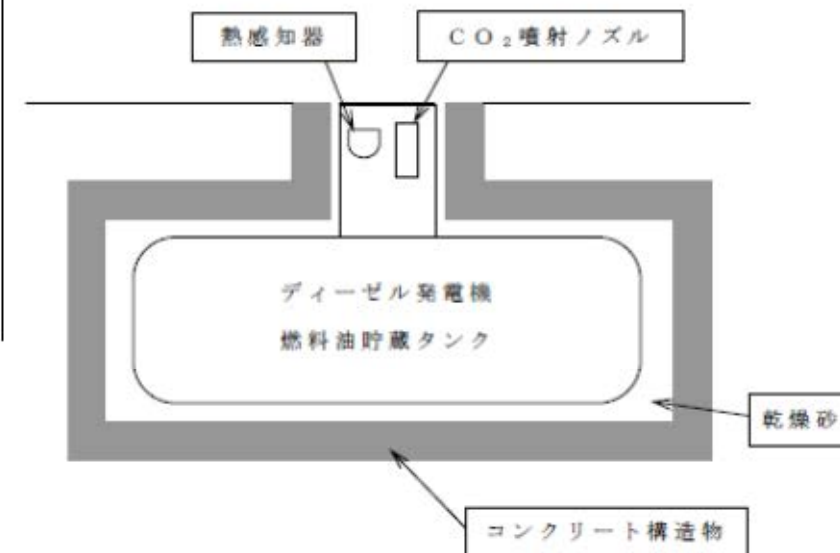
(別紙)

ディーゼル発電機燃料油貯蔵タンクについて

ディーゼル発電機燃料油貯蔵タンクは、コンクリート構造体に収納された地下埋設タンクとなっており、構造物とタンクの間には乾燥砂を詰めて、不燃物に囲われた状態で埋設し設置している。

また、熱感知器およびCO<sub>2</sub> 消火設備を設置しており、警報値は 80°C に設定し、中央制御室に警報が発信し、100°C を検知すると自動で消火設備が動作する。

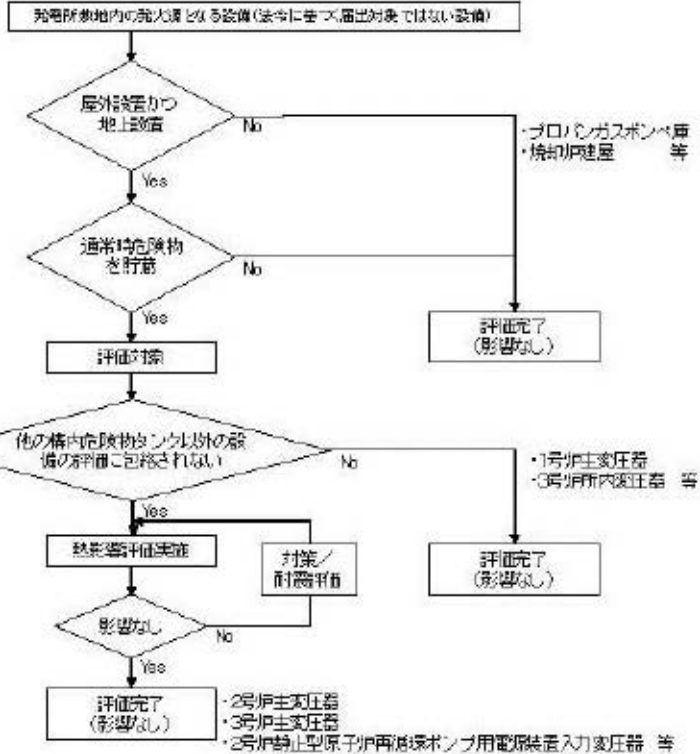
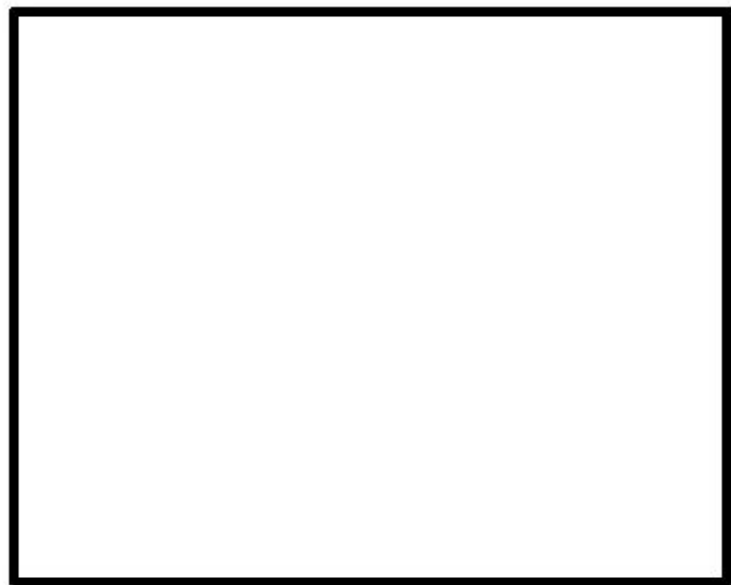
以上より、直ちに消火活動が可能であり地表面で火災は発生しないと考えられることから、外部火災に係る防護対象設備および熱影響評価の対象外とする。



差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉 	泊発電所3号炉 なお、空気温度を上昇させて評価した場合、コンクリート温度評価値がかさ上げされるが、温度評価値は判断基準に対して十分余裕を有している。 3. 評価 (1) T0-T1（空気層を含む）間 断熱材から空気層への放熱量Q1は、次式により表される。 $Q_1 = \frac{1}{R} (T_0 - T_r)$ Q1：断熱材からの放熱量、R：熱抵抗、 T0：断熱材外側温度（339℃）、Tr：周囲気温（50℃） $R = \frac{d_0}{\lambda_0} + \frac{1}{h_{se1}}$ d0：断熱材厚さ（0.01m）、λ0：断熱材の熱伝導率（メーカー計算式で算出）、 hse1：断熱材裏面（カラー鉄板）の表面熱伝達率（12 [W/m²K]） また、断熱材内側温度T1は次式により表される。 $T_1 = \frac{Q_1}{h_{se1}} + T_r$ (2) T1-T3（室内空間を含む）間 コンクリート壁の温度上昇は輻射による伝熱量によるものとする と、空気層（T1-T2間）の輻射伝熱量Q12は次式で表される。 $Q_{12} = \frac{\delta (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$ δ：ステファン・ボルツマン定数、T2：コンクリート外側表面温度、 ε1：カラー鉄板の放射率（0.5）、ε2：コンクリートの放射率（0.94） また、輻射による相当熱伝導率をλrとするとQ12は次式でも表される。	大飯発電所3/4号炉 (参考) 薬品タンクの影響評価について 薬品タンクの影響評価については、森林火災発生時の消火活動の成立性という観点で評価を実施している。 森林火災発生時には、防火帯に沿った消火活動を実施する事としている。一方で、敷地内の屋外薬品タンクにおいて、防火帯付近には設置されていないため、森林火災の影響を受けて消火活動に影響を及ぼす事はない。また、森林火災の影響を受けて薬品がタンク外に漏れ出したとしても、タンク周辺には堰を設置しているため、薬品は堰内に収まり、消火活動中に劇薬の影響を受ける事もない。 毒性ガスを発生する可能性のある屋外薬品タンクを以下の図に示す。毒性ガスを発生する可能性のある屋外薬品タンクは防火帯から離れているため、薬品が漏れ出し、毒性ガスを拡散する可能性は低いと考えられる。仮に薬品が漏洩したとしても、薬品を特定した後は防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行うこととしている。 以上より、森林火災発生時の消火活動に支障を及ぼす事はないと評価する。 	差異理由
第8-11図 敷地内危険物施設以外の設備のうち評価対象抽出フロー	2号炉主変圧器 3号炉主変圧器 2号炉軸封型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器 等	大飯発電所3/4号炉	(参考) 薬品タンクの影響評価について



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第6-27表 その他の危険物

号炉	設備名	危険物の種類	数量	詳細評価要否
共用	予備変圧器	絶縁油（重油相当）	10,000L	×（※1）
1号炉	主変圧器	絶縁油（重油相当）	100,000L	×（※1）
1号炉	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	48,000L	×（※1）
1号炉	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	14,000L	×（※1）
2号炉	主変圧器	絶縁油（重油相当）	100,000L	×（※2）
2号炉	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	88,000L	○
2号炉	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	19,000L	○
2号炉	励磁電源変圧器	絶縁油（重油相当）	7,000L	×（※2）
2号炉	補助ボイラー用変圧器	絶縁油（重油相当）	29,400L	○
2号炉	静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	絶縁油（重油相当）	8,250L	○
3号炉	主変圧器	絶縁油（重油相当）	188,000L	○
3号炉	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	40,000L	○
3号炉	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	13,000L	×（※1）
3号炉	励磁電源変圧器	絶縁油（重油相当）	7,400L	○
3号炉	補助ボイラー用変圧器	絶縁油（重油相当）	18,000L	×（※3）
3号炉	静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	絶縁油（重油相当）	8,250L	×（※4）
共用	燃料貯蔵用 プロパンガスボンベ	LPGガス	1000kg	×（屋内設置）
1号炉	補助ボイラー用 プロパンガスボンベ	LPGガス	400kg	×（屋内設置）
1号炉	水素ガスボンベ	水素ガス	52.155kg	×（屋内設置）
2号炉	水素ガスボンベ	水素ガス	87.264kg	×（屋内設置）
3号炉	水素ガスボンベ	水素ガス	88.078kg	×（屋内設置）

- ※1 より近く燃料量も大きい3号炉主変圧器に包絡される
- ※2 耐火隔壁により建屋へ放射熱が直接届かないため
- ※3 より近く燃料量も大きい3号炉起動変圧器に包絡される
- ※4 燃料量が同じのため、より近い2号炉静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器に包絡される

(1) 変圧器火災による熱影響評価

a. 評価方針

発電所敷地内変圧器は危険物施設ではないが燃焼する油を内包していることから、火災源として原子炉施設への熱影響評価を実施する。

b. 評価対象の考え方

(a) 発電所敷地内の発火源となる変圧器

発電所敷地内に設置している変圧器のうち、評価対象とするものを第6-28表に基づき抽出する。

(b) 評価対象とする変圧器

抽出の結果、以下の変圧器を評価対象とした。

<評価対象変圧器>

- ・2号炉起動変圧器
- ・2号炉所内変圧器
- ・2号炉補助ボイラー用変圧器
- ・2号炉静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器（以下、「PLR-VVVF 変圧器」という。）

泊発電所3号炉

$$Q_{12} = \frac{\lambda_r(T_1 - T_2)}{d_1}$$

$\lambda_r$ ：空気層の輻射相当熱伝導率、 $d_1$ ：空気層の厚さ（0.075 [m]）

両者の伝熱量は等しいため、 $\lambda_r$  は次式で表される。

$$\lambda_r = \frac{d_1 \times \delta \times (T_1^4 - T_2^4)}{\left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1\right) \times (T_1 - T_2)}$$

また、コンクリート壁から放熱量 $Q_2$ は、空気層とコンクリート壁の多層断熱構造と考えると

$$Q_2 = \frac{(T_1 - T_r)}{R_T}$$

$$R_T = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + 1/h_{se2}$$

$R_T$ ：全体の熱抵抗（空気層、コンクリート壁、コンクリート壁と室内空間の間の熱抵抗）

$d_2$ ：ディーゼル発電機建屋壁厚さ（600mm、400mm）

$h_{se2}$ ：コンクリート壁（室内側）の表面熱伝達率（12 [W/m<sup>2</sup>K]）

$T_3$ の温度は次式で表される。

$$T_3 = \frac{Q_2}{h_{se2}} + T_r$$

また、 $T_2$ は断熱材と空気層の多層断熱構造と考えると

$$T_2 = \frac{R_T - R_1}{R_T} (T_1 - T_r) + T_r$$

$R_1$ ：空気層の熱抵抗（= $d_1/\lambda_r$ ）

(3) 評価結果

ディーゼル発電機建屋の躯体コンクリート表面温度 $T_2$ は約94℃となる。

なお、添付-2「断熱材設置の模擬試験について」において、コンクリート表面温度が50℃以下となった結果に比較すると高い

大飯発電所3/4号炉


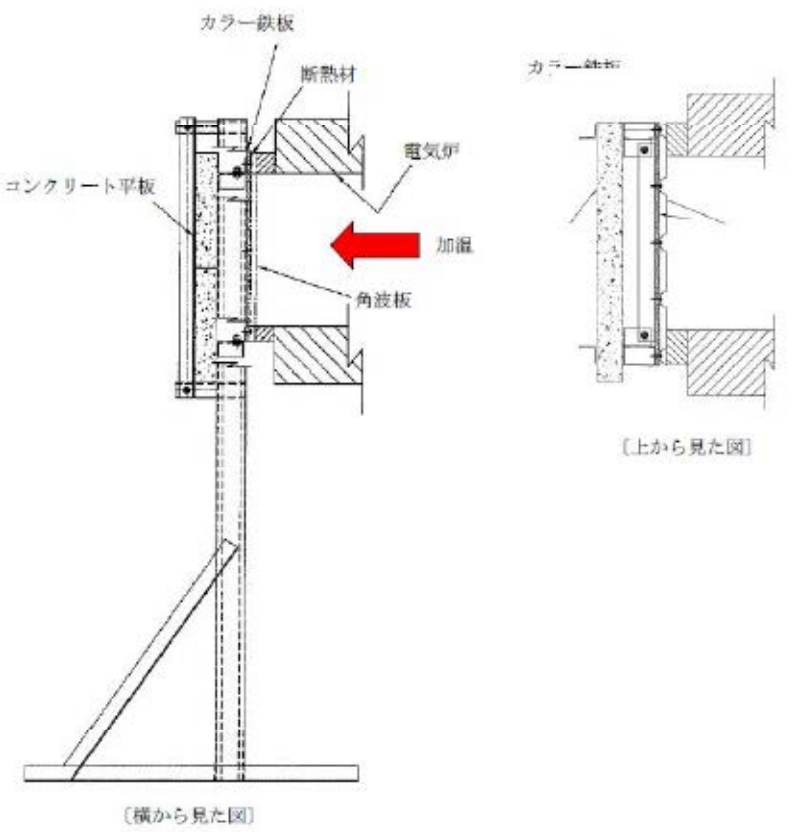
表 毒性ガスを拡散する可能性のある屋外薬品タンク一覧

タンク名	容量	ガスの発生について
1,2号硫酸タンク	8m <sup>3</sup>	硫化水素ガスの発生がある
1,2号塩酸タンク	45m <sup>3</sup>	塩化水素が発生する恐れがある
1号ヒドラジン原液タンク	11m <sup>3</sup>	ヒドラジンガスが発生する恐れがある
2号ヒドラジン原液タンク	11m <sup>3</sup>	
1,2号高樹脂処理装置用硫酸タンク	2m <sup>3</sup>	硫化水素ガスの発生がある
3,4号硫酸タンク（海水淡水化装置用）	7m <sup>3</sup>	
3,4号硫酸タンク（純水装置用）	11m <sup>3</sup>	
3号塩酸タンク	49m <sup>3</sup>	塩化水素が発生する恐れがある
4号塩酸タンク	49m <sup>3</sup>	
3号アンモニアタンク	15m <sup>3</sup>	強い刺激臭の毒性ガスの発生がある
4号アンモニアタンク	15m <sup>3</sup>	
3号ヒドラジントank	6m <sup>3</sup>	ヒドラジンガスが発生する恐れがある
4号ヒドラジントank	6m <sup>3</sup>	
3,4号塩酸タンク（A 構内排水処理装置用）	7m <sup>3</sup>	塩化水素が発生する恐れがある
3,4号塩酸タンク（B 構内排水処理装置用）	7m <sup>3</sup>	

以上

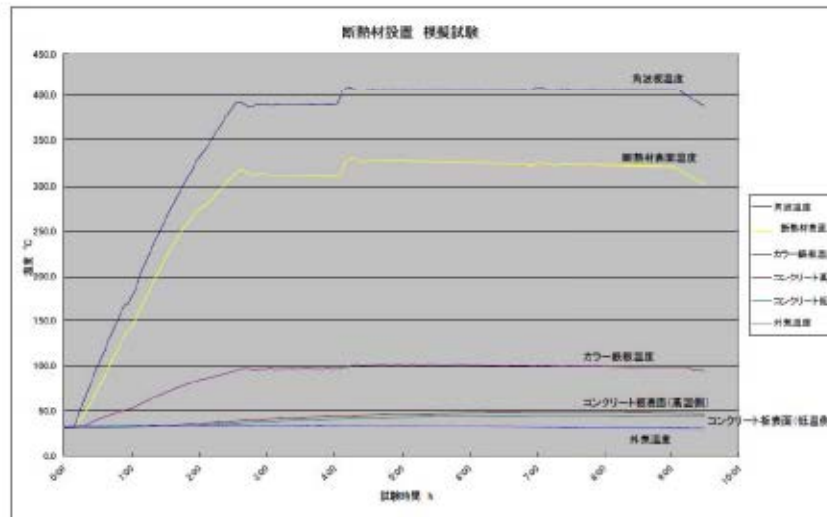
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																													
<p>・3号炉主変圧器                      ・3号炉起動変圧器                      ・3号炉励磁電源変圧器</p> <p>第6-28表 変圧器の燃料量</p> <table border="1" data-bbox="237 373 780 856"> <thead> <tr> <th>油種</th> <th>燃料量 [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>共用 予備変圧器</td><td>10</td></tr> <tr><td>1号炉 主変圧器</td><td>100</td></tr> <tr><td>1号炉 起動変圧器</td><td>48</td></tr> <tr><td>1号炉 所内変圧器</td><td>14</td></tr> <tr><td>2号炉 主変圧器</td><td>138</td></tr> <tr><td>2号炉 起動変圧器</td><td>66</td></tr> <tr><td>2号炉 所内変圧器</td><td>15</td></tr> <tr><td>2号炉 励磁電源変圧器</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>2号炉 補助ボイラー用変圧器</td><td>24.4</td></tr> <tr><td>2号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器</td><td>6.25</td></tr> <tr><td>3号炉 主変圧器</td><td>138</td></tr> <tr><td>3号炉 起動変圧器</td><td>40</td></tr> <tr><td>3号炉 所内変圧器</td><td>13</td></tr> <tr><td>3号炉 励磁電源変圧器</td><td>7.4</td></tr> <tr><td>3号炉 補助ボイラー用変圧器</td><td>18</td></tr> <tr><td>3号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器</td><td>6.25</td></tr> </tbody> </table> <p>第6-12図 女川原子力発電所敷地内における変圧器の位置</p>  <p>c. 温度影響評価                      (a) 変圧器火災の想定                      変圧器火災の想定は以下のとおりとした。                      i. 想定条件                      (i) 評価対象とする変圧器は、前項で抽出した変圧器を想定した。なお、隣接する変圧器間には耐火壁があるため、隣接変圧器への延焼は考慮しない。                      (ii) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう(1)で想定した変圧器位置から原子炉施設までの直線距離とした。                      (iii) 変圧器の損傷による変圧器の全面火災を想定する。</p>	油種	燃料量 [m]	共用 予備変圧器	10	1号炉 主変圧器	100	1号炉 起動変圧器	48	1号炉 所内変圧器	14	2号炉 主変圧器	138	2号炉 起動変圧器	66	2号炉 所内変圧器	15	2号炉 励磁電源変圧器	7.8	2号炉 補助ボイラー用変圧器	24.4	2号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	6.25	3号炉 主変圧器	138	3号炉 起動変圧器	40	3号炉 所内変圧器	13	3号炉 励磁電源変圧器	7.4	3号炉 補助ボイラー用変圧器	18	3号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	6.25	<p>評価値となっているが、これは上記の評価方法が空気層の対流によるコンクリート外表面からの除熱を考慮していないことによると考えられる。</p> <p>添付-2                      断熱材設置の模擬試験について</p> <p>試験は以下のように実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の設置状況を模擬した角波板および断熱材を電気炉に設置</li> <li>・断熱材（約10mm厚）から約75mmの空間をあけて模擬壁（コンクリート平板、約60mm厚）を設置</li> <li>・角波板表面が386℃（試験実施時点でタンク火災による影響評価で最も高い温度）以上となるように加温し、模擬壁表面などの温度を計測する。</li> </ul> 	<p>添付資料10                      発電所敷地内への航空機落下による火災の影響評価について</p> <p>はじめに                      本評価は、大飯発電所3,4号炉における発電所敷地への航空機の落下で発生する火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に影響をおよぼさないことについて、原子力発電所の外部火災評価ガイドに基づき、評価を実施するものである。</p> <p>1. 評価の方針                      航空機落下確率評価では、評価手法の違いからカテゴリ別に落下確率を求めている。評価において考慮している航空機落下事故については、訓練中の事故等、民間航空機と軍用機（自衛隊機または米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機落下による火災影響の評価においては、以下のカテゴリ毎に火災影響を評価することとする。</p> <p>a. 計器飛行および有視界飛行の大型の民間航空機の落下事故                      b. 軍用機の落下事故                      (a) 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機                      (b) その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</p> <p>2. 航空機落下による火災の熱影響の評価                      (1) 航空機落下による火災の想定                      航空機落下による火災の想定は以下のとおりとした。                      A. 想定条件                      A-1 航空機は、当該発電所における航空機墜落評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とした。</p> <table border="1" data-bbox="1795 1407 2537 1554"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象航空機</th> <th>民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>B747-400</th> <th>空中給油機等 KC-767</th> <th>その他 F-15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対象航空機</td> <td>B747-400</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> </tr> </tbody> </table> <p>A-2 航空機は燃料を満載した状態を想定した。                      A-3 航空機の墜落は発電所敷地内であって墜落確率が10<sup>-7</sup>（回/炉・年）以上になる範囲のうち原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定した。                      A-4 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定した。                      A-5 気象条件は無風状態とした。                      A-6 火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とした。                      B. 輻射強度の算定</p>	対象航空機	民間航空機	軍用機		B747-400	空中給油機等 KC-767	その他 F-15	対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	
油種	燃料量 [m]																																															
共用 予備変圧器	10																																															
1号炉 主変圧器	100																																															
1号炉 起動変圧器	48																																															
1号炉 所内変圧器	14																																															
2号炉 主変圧器	138																																															
2号炉 起動変圧器	66																																															
2号炉 所内変圧器	15																																															
2号炉 励磁電源変圧器	7.8																																															
2号炉 補助ボイラー用変圧器	24.4																																															
2号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	6.25																																															
3号炉 主変圧器	138																																															
3号炉 起動変圧器	40																																															
3号炉 所内変圧器	13																																															
3号炉 励磁電源変圧器	7.4																																															
3号炉 補助ボイラー用変圧器	18																																															
3号炉 静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器	6.25																																															
対象航空機	民間航空機	軍用機																																														
	B747-400	空中給油機等 KC-767	その他 F-15																																													
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15																																													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由														
<p>(iv) 気象条件は無風状態とした。                      (v) 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とした。                      (vi) 黒煙の発生による輻射発散度の低減は無いものとした。                      (vii) 変圧器の防火設備の消火機能等には期待しない。</p> <p>ii. 輻射強度の算定                      油火災において任意の位置にある輻射強度（熱）を計算により求めるため、半径が1.5m以上の場合で火炎の高さ（輻射体）を半径の3倍にした円筒火災モデルを採用した。</p> <p>(b) 評価手法の概要                      本評価は、発電所に対する変圧器の火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。</p>	<p>試験結果は以下のとおり（別添グラフ参照）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・昇温開始後2時間40分頃に角波板表面が約386℃になったものの、念のため、さらに昇温し、4時間20分頃に約410℃となり、9時間頃まで維持した。</li> <li>・この間、コンクリート板表面は50℃を下回る状況であった（外気温度は30～35℃）。</li> </ul> <p>試験結果から、コンクリート板表面が50℃以下となることが確認され、コンクリート板厚が実機と相違があるものの、断熱材の設置により許容温度を下回ると考えられる。</p>	<p>油火災において任意の位置にある輻射強度（熱）を計算により求めるため、半径が1.5[m]以上の場合で火炎の高さ（輻射体）を半径の3倍にした円筒火災モデルを採用した。</p> <p>(2) 航空機落下による火災の熱影響の有無の評価                      a. 評価対象範囲                      評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]以上になる範囲のうち原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、大型の民間航空機および軍用機の機種を対象とし、落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]に相当する標的面積を算出し、その結果から原子炉施設からの離隔距離を求めた。</p> <p>(a) 標的面積の算出                      「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25 原院第1号）に規定されているそれぞれの機種の落下確率を求める式から、落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]に相当する面積を算出する。</p> <p>①計器飛行および有視界飛行の大型民間航空機の落下事故計器飛行の航空機の落下確率Pcを求める式は以下のとおり。</p>															
<p>第8-29表 変圧器火災の評価指標</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価指標</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射強度[W/m<sup>2</sup>]*</td> <td>火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度</td> </tr> <tr> <td>形態係数[-]</td> <td>火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径[m]</td> <td>変圧器規模より求めた燃焼半径</td> </tr> <tr> <td>燃焼継続時間[s]</td> <td>火災が終了するまでの時間</td> </tr> <tr> <td>離隔距離[m]</td> <td>変圧器から原子炉施設までの直線距離</td> </tr> <tr> <td>熱許容限界値[-]</td> <td>建屋外壁、復水貯蔵タンク、排気筒が想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値</td> </tr> </tbody> </table>	評価指標	内容	輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]*	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度	形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数	燃焼半径[m]	変圧器規模より求めた燃焼半径	燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間	離隔距離[m]	変圧器から原子炉施設までの直線距離	熱許容限界値[-]	建屋外壁、復水貯蔵タンク、排気筒が想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値	<p>別添 断熱材設置 模擬試験（グラフ）</p> 	$P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W$ <p><math>f_c</math> : 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率  <math>f_c = G_c / H_c</math></p> <p><math>G_c</math> : 巡航中事故件数  <math>H_c</math> : 延べ飛行距離  <math>N_c</math> : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積  <math>W</math> : 航空路幅</p>	
評価指標	内容																
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]*	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度																
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数																
燃焼半径[m]	変圧器規模より求めた燃焼半径																
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間																
離隔距離[m]	変圧器から原子炉施設までの直線距離																
熱許容限界値[-]	建屋外壁、復水貯蔵タンク、排気筒が想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値																
<p>上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。                      ※：油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減が無いものとする。</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">大飯発電所3,4号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_c</math> ①</td> <td><math>5.13 \times 10^{-11}</math> [回 / (飛行回・km)] <math>G_c</math> : 0.5 [回] <math>H_c</math> : 9,740,013,768 [飛行回・km]</td> </tr> <tr> <td><math>N_c</math> ②</td> <td>Y18 : 8,030 [飛行回/年] Y384 : 3,285 [飛行回/年]</td> </tr> <tr> <td><math>W</math> ③</td> <td>RNAV経路 Y18, Y384 : 18.52 [km]</td> </tr> </tbody> </table>	大飯発電所3,4号炉		$f_c$ ①	$5.13 \times 10^{-11}$ [回 / (飛行回・km)] $G_c$ : 0.5 [回] $H_c$ : 9,740,013,768 [飛行回・km]	$N_c$ ②	Y18 : 8,030 [飛行回/年] Y384 : 3,285 [飛行回/年]	$W$ ③	RNAV経路 Y18, Y384 : 18.52 [km]							
大飯発電所3,4号炉																	
$f_c$ ①	$5.13 \times 10^{-11}$ [回 / (飛行回・km)] $G_c$ : 0.5 [回] $H_c$ : 9,740,013,768 [飛行回・km]																
$N_c$ ②	Y18 : 8,030 [飛行回/年] Y384 : 3,285 [飛行回/年]																
$W$ ③	RNAV経路 Y18, Y384 : 18.52 [km]																
<p>(c) 原子炉施設に対する熱影響評価                      i. 評価対象範囲                      発電所敷地内に設置している屋外の変圧器のうち、前項で抽出した変圧器の火災を想定して、原子炉施設への熱影響評価を実施する。</p> <p>ii. 必要データ                      評価に用いるデータは以下のとおりである。</p>		<p>注1：巡航中事故件数（<math>G_c</math>）は、平成5年から平成24年の間で0件（「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会））であるが、保守的に0.5件とした。延べ飛行距離（<math>H_c</math>）は平成5年から平成24年の「航空輸送統計年報、第1巻 総括表、1.輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値。                      注2：国土交通省航空局への問合せ結果を365倍した値。                      注3：航法精度に基づき、中心線から両側に5nm（1nm=1.852km、全幅：18.52km）とした。</p> <p>有視界飛行の大型固定翼および回転翼航空機の落下確率Pv（固定）、Pv（回転）を求める式は以下のとおり。</p>															

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

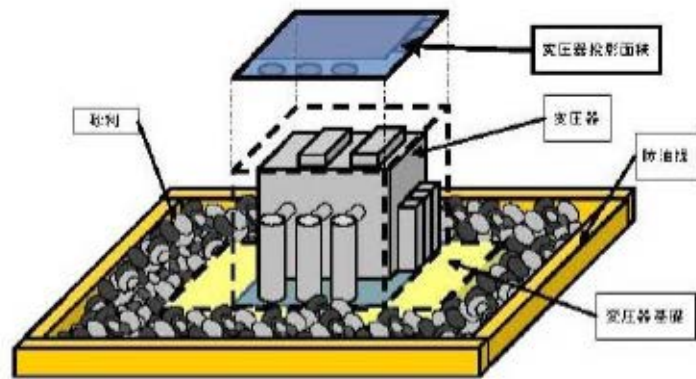
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第6-30表 変圧器火災影響評価に必要なデータ一覧

変圧器	2号炉				3号炉		
	起動変圧器	所内変圧器	補助ボイラー用変圧器	PLR-WVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
燃積量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	88	15	24.4	8.25	198	40	7.4
放射熱密度 $R_f$ [W/m <sup>2</sup> ]	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000
燃流速度 $v$ [m/s]	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>	4.28 ×10 <sup>-8</sup>
変圧器投影面積 $S$ [m <sup>2</sup> ]	70	28	30	13	103	44	15



第6-13図 変圧器の投影面積

(d) 燃焼半径の算出

変圧器周りの防油堤には砂利が敷き詰められていること及び漏えいした油を回収する地下タンクを設置していることから、防油堤の全面火災が生じることはない。したがって、変圧器本体の全面火災により円筒火災を生じることとし、燃焼面積は変圧器の投影面積に等しいものとして燃焼半径を算出する。変圧器の投影面積を第6-13図に、算出結果を第6-31表に示す。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

R:燃焼半径[m], S:燃焼面積(=変圧器の投影面積)[m<sup>2</sup>]

第6-31表 変圧器火災の燃焼半径

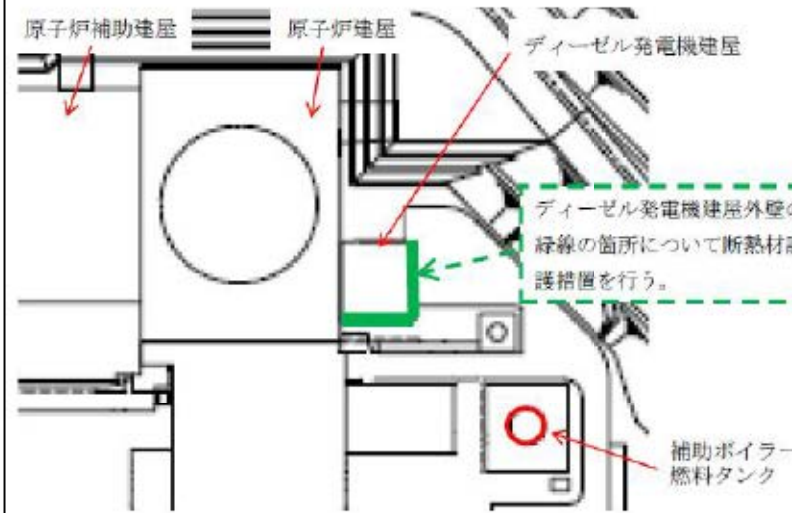
変圧器	2号炉				3号炉		
	起動変圧器	所内変圧器	補助ボイラー用変圧器	PLR-WVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
燃焼半径 $R$ [m]	4.721	2.377	3.091	2.035	5.891	3.743	2.186

(e) 原子炉施設に対する離隔距離

各変圧器から評価対象の原子炉施設までの離隔距離を第6-32表に示す。

添付-3

ディーゼル発電機建屋の防護措置実施範囲および断熱材設置イメージ



$P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot a$   
 $f_v$ : 単位年当たりの落下事故率  
 $S_v$ : 全国土面積  
 $A$ : 原子炉施設の標的面積  
 $a$ : 対象航空機の種類による係数

大飯発電所3,4号炉	
$f_v^{#1}$	大型固定翼機: 0.5/20=0.025 [回/年] 大型回転翼機: 1/20=0.05 [回/年]
$S_v^{#2}$	372,000 [km <sup>2</sup> ]
$a^{#3}$	大型固定翼機、大型回転翼機: 1

注1: 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出した。大型固定翼機は、平成5年から平成24年の間で0件であるが、保守的に0.5件とした。  
 注2: 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の値を用いた。  
 注3: 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いた。

以上より、落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]に相当する標的面積Aを計算すると以下のとおりとなる。

0.429 [km<sup>2</sup>] ≒ 420,000 [m<sup>2</sup>]

②軍用機の落下事故

大飯発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機、米軍機の落下確率P<sub>so</sub>を求める式は、以下のとおりとなる。

$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$   
 $f_{so}$ : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)  
 $S_o$ : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km<sup>2</sup>)  
 $A$ : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)

大飯発電所3,4号炉		
	空中給油機等	その他
$f_{so}^{#1}$	自衛隊機: 0.5/20=0.025 米軍機: 1/20=0.05	自衛隊機: 7/20=0.35 米軍機: 4/20=0.20
$S_o^{#2}$	自衛隊機: 295,000	米軍機: 372,000

注1: 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の自衛隊機または米軍機の事故件数を用いて算出した。自衛隊機の空中給油機等は、平成5年から平成24年の間で0件であるが、保守的に0.5件とした。  
 注2: 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の値を用いた。

以上より、落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]に相当する標的面積Aをそれぞれ計算すると以下のとおりとなる。

A (空中給油機等) 0.456 [km<sup>2</sup>] ≒ 450,000 [m<sup>2</sup>]

A (その他) 0.0580 [km<sup>2</sup>] ≒ 58,000 [m<sup>2</sup>]

(b) 原子炉施設からの離隔距離の算出

(a)で求めた面積と、評価対象となる原子炉施設の周辺にL [m]の離隔距離を含めた火災評価上の標的面積との関係から離隔距離Lを算出した結果は以下のとおり。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第6-32表 各変圧器と評価対象施設までの離隔距離

変圧器	2号炉			3号炉			
	起動変圧器	所内変圧器	補助1号機用変圧器	PIB-VVVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
原子炉建屋				4.85	87.55		78.98
制御建屋	67.26		16.86		154.66		
タービン建屋		7.12					
深水分箱タンク					119.33		104.94
排気筒					81.69	27.50	

(f) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

ただし  $m = \frac{H}{R} = 3$ ,  $n = \frac{L}{R}$ ,  $A = (1+n)^2 + m^2$ ,  $B = (1-n)^2 + m^2$

$\phi$ : 形態係数 [-] H: 火炎長 [m] R: 火炎半径 [m] L: 離隔距離 [m]

第6-33表 変圧器火災の形態係数

変圧器	2号炉			3号炉			
	起動変圧器	所内変圧器	補助1号機用変圧器	PIB-VVVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
原子炉建屋 $\phi$ [-]				$2.008 \times 10^{-1}$	$8.873 \times 10^{-3}$		$1.452 \times 10^{-1}$
制御建屋 $\phi$ [-]	$9.627 \times 10^{-3}$		$6.021 \times 10^{-2}$		$2.982 \times 10^{-3}$		
タービン建屋 $\phi$ [-]		$1.820 \times 10^{-1}$					
深水分箱タンク $\phi$ [-]					$4.852 \times 10^{-3}$		$8.501 \times 10^{-4}$
排気筒 $\phi$ [-]					$1.019 \times 10^{-2}$	$3.508 \times 10^{-2}$	

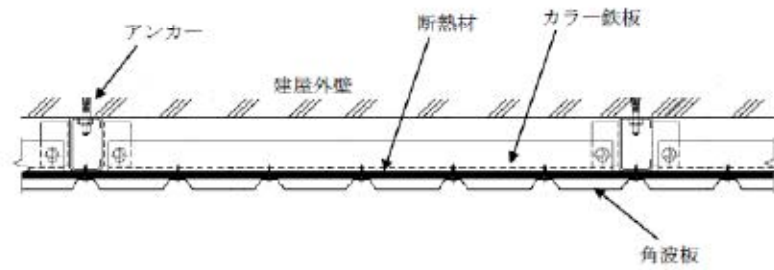
(g) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。

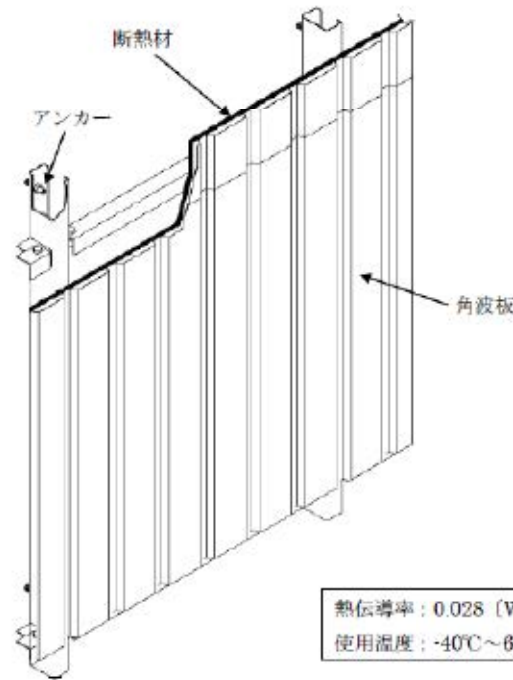
$$E = R_f \cdot \phi$$

E: 輻射強度 (W/m<sup>2</sup>), R<sub>f</sub>: 輻射発散度 (W/m<sup>2</sup>),  $\phi$ : 形態係数

泊発電所3号炉



断熱材設置イメージ図（断面図）



断熱材設置イメージ図（鳥瞰図）

熱伝導率: 0.028 [W/m・K] (200℃)  
 使用温度: -40℃～650℃

大飯発電所3/4号炉

大飯発電所3,4号炉

項目	民間航空機	軍用機	
		空中給油機等	その他
離隔距離 L [m]	206 <sup>※1</sup>	216 <sup>※2</sup>	44 <sup>※3</sup>

- ※1: 計器飛行と有視界飛行の大型民間航空機の落下事故を考慮して算出した離隔距離。なお、有視界飛行の対象航空機には、海上保安庁のパトロール機（ビーチクラフト90型等）も含まれている。評価対象航空機はB747-400。
- ※2: 軍用機のうち、空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機の落下事故を考慮して算出した離隔距離。評価対象航空機はKC-767。
- ※3: 軍用機のうち、その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機の落下事故を考慮して算出した離隔距離。評価対象航空機はF-15。



3号炉における民間航空機（B747-400）の離隔距離のイメージ



3号炉における空中給油機（KC-767）の離隔距離のイメージ



3号炉におけるその他軍用機（F-15）の離隔距離のイメージ

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第6-34表 変圧器火災の輻射強度

変圧器	2号炉				3号炉		
	起動変圧器	所内変圧器	補助0.1V用変圧器	PLR-VVVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
原子炉建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]				4,819	205		94
制御建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]	222		1,886		66		
タービン建屋 E [W/m <sup>2</sup> ]		4416					
復水行蔵タンク E [W/m <sup>2</sup> ]					112		20
排気筒 E [W/m <sup>2</sup> ]					235	807	

(h) 燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

t:燃焼継続時間[s], V:燃料量[m<sup>3</sup>], R:燃焼半径[m]

v:燃焼速度(=M/ρ)[m/s]

M:質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>/s], ρ:燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]

第6-35表 変圧器火災の燃焼継続時間

変圧器	2号炉				3号炉		
	起動変圧器	所内変圧器	補助0.1V用変圧器	PLR-VVVF変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器
質量低下速度 M [kg/m <sup>2</sup> /s]	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039
燃料密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	910	910	910	910	910	910	910
燃焼継続時間 t [s]	22,080	18,480	18,004	11,288	29,581	21,241	11,627

(i) 判断の考え方

i. 建屋外壁

(i) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200℃とする。

(ii) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとして、火災源を単一の円筒火炎と見なせることから、原子炉施設外壁を半無限固体として下記の一次元非定常熱伝導方程式の一般解の式よりコンクリート表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

なお、コンクリート表面温度評価にあたっては、評価対象となる火災源が原子炉施設の近傍に設置されることから、対流による放熱を考慮した現実的なモデルを用いた評価を実施している。評価概念図を第6-14図に示す。



4号炉における民間航空機（B747-400）の離隔距離のイメージ



4号炉における空中給油機（KC-767）の離隔距離のイメージ



4号炉におけるその他軍用機（F-15）の離隔距離のイメージ

b. 必要データ

評価に用いるデータは以下のとおり。

項目	大飯発電所3,4号炉		
	民間航空機	軍用機	
		空中給油機等	その他
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料の種類	JET A-1	JP-4	JP-4
燃料量 [m <sup>3</sup> ]	216.84	145.03	14.87
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	50×10 <sup>3</sup>	58×10 <sup>3</sup>	58×10 <sup>3</sup>
燃焼速度 [m/s]	4.64×10 <sup>-3</sup>	6.71×10 <sup>-3</sup>	6.71×10 <sup>-3</sup>
燃料タンク面積 [m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6
原子炉施設からの距離 [m]	206	216	44

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																														
<p>・火炎長が天井スラブより短い場合、天井スラブに放射熱を与えないことから熱影響はない。</p> <p>・火炎長が天井スラブより長い場合、天井スラブに放射熱を与えるが、その放射熱は外壁に与える放射熱より小さい。天井スラブの評価概念図を第6-15図に示す。</p> <p>・火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面（外壁）と水平面（天井スラブ）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は外壁に比べて小さい。</p> $\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)$ <p>T: 建屋温度 [°C], x: コンクリート深さ, t: 時間                  λ: コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/m/K])                  (出典：伝熱工学, 東京大学出版会)</p> <p>上式はコンクリート表面 (x=0) において、以下の境界条件を満たす。</p> $h(T - T_0) - \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = E \quad (x = 0)$ $\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x = L)$ <p>E: 放射強度 [W/m²], h: 熱伝達率 [W/m²/K], L: コンクリート厚さ</p>		<p>c. 燃焼半径の算出                      円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は航空機の燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。</p> $R = (S / \pi)^{1/2}$ <p>S: 燃料タンクの投影面積 (火炎円筒の底面積)</p> <table border="1" data-bbox="1804 436 2576 655"> <thead> <tr> <th colspan="4">大飯発電所3,4号炉</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料タンク面積 [m²]</td> <td>700</td> <td>405.2</td> <td>44.6</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径 [m]</td> <td>14.93</td> <td>11.36</td> <td>3.77</td> </tr> </tbody> </table> <p>d. 形態係数の算出                      次の式から形態係数を算出した。</p> $\phi = \frac{1}{m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left( \frac{A - 2n}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{\sqrt{A(n-1)}}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right)$ <p>ただし、<math>m = \frac{H}{R} \approx 3</math>, <math>n = \frac{L}{R}</math>, <math>A = (1+n)^2 + m^2</math>, <math>B = (1-n)^2 + m^2</math></p> <p>φ: 形態係数、L: 離隔距離、H: 火炎高さ、R: 燃焼半径</p> <table border="1" data-bbox="1804 1012 2576 1264"> <thead> <tr> <th colspan="4">大飯発電所3,4号炉</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>離隔距離 [m]</td> <td>206</td> <td>216</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>燃焼半径 [m]</td> <td>14.93</td> <td>11.36</td> <td>3.77</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td>0.011</td> <td>0.0055</td> <td>0.015</td> </tr> </tbody> </table> <p>e. 放射強度の評価                      火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の放射強度は、放射発散度に形態係数を掛けた値となる。</p> $E = R f \times \phi$ <p>E: 放射強度、R f: 放射発散度、φ: 形態係数</p> <table border="1" data-bbox="1786 1507 2588 1768"> <thead> <tr> <th colspan="4">大飯発電所3,4号炉</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射発散度 [W/m²]</td> <td>50 × 10³</td> <td>58 × 10³</td> <td>58 × 10³</td> </tr> <tr> <td>形態係数</td> <td>0.011</td> <td>0.0055</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>放射強度 [W/m²]</td> <td>550</td> <td>319</td> <td>870</td> </tr> </tbody> </table> <p>f. 燃焼継続時間の算出                      燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。</p> $t = V / (S \times v)$	大飯発電所3,4号炉				項目	民間航空機	軍用機		空中給油機等	その他	燃料タンク面積 [m²]	700	405.2	44.6	燃焼半径 [m]	14.93	11.36	3.77	大飯発電所3,4号炉				項目	民間航空機	軍用機		空中給油機等	その他	離隔距離 [m]	206	216	44	燃焼半径 [m]	14.93	11.36	3.77	形態係数	0.011	0.0055	0.015	大飯発電所3,4号炉				項目	民間航空機	軍用機		空中給油機等	その他	放射発散度 [W/m²]	50 × 10³	58 × 10³	58 × 10³	形態係数	0.011	0.0055	0.015	放射強度 [W/m²]	550	319	870	
大飯発電所3,4号炉																																																																	
項目	民間航空機	軍用機																																																															
		空中給油機等	その他																																																														
燃料タンク面積 [m²]	700	405.2	44.6																																																														
燃焼半径 [m]	14.93	11.36	3.77																																																														
大飯発電所3,4号炉																																																																	
項目	民間航空機	軍用機																																																															
		空中給油機等	その他																																																														
離隔距離 [m]	206	216	44																																																														
燃焼半径 [m]	14.93	11.36	3.77																																																														
形態係数	0.011	0.0055	0.015																																																														
大飯発電所3,4号炉																																																																	
項目	民間航空機	軍用機																																																															
		空中給油機等	その他																																																														
放射発散度 [W/m²]	50 × 10³	58 × 10³	58 × 10³																																																														
形態係数	0.011	0.0055	0.015																																																														
放射強度 [W/m²]	550	319	870																																																														

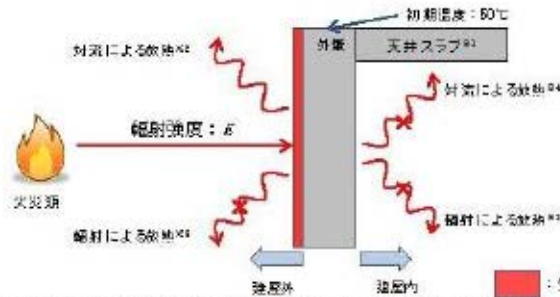
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

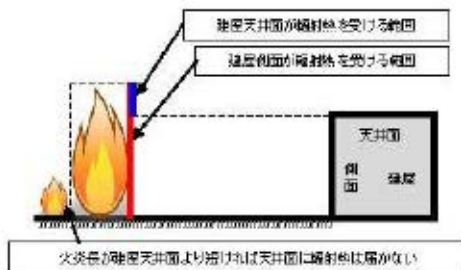
$$T = T_0 + \left(\frac{\epsilon E}{h}\right) \left[ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) - \exp\left(\frac{h}{\lambda}x + \frac{h^2}{\lambda^2}\alpha t\right) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} + \frac{h}{\lambda}\sqrt{\alpha t}\right) \right\} \right]$$

$T_0$ : 初期温度(50[°C]),  $E$ : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]  
 $\epsilon$ : コンクリート深さ,  $t$ : 火災継続時間 [s]  
 $C_p$ : コンクリート比熱(963 [J/kgK]),  $\rho$ : コンクリート密度(2400 [kg/m<sup>3</sup>])  
 $\alpha$ : コンクリート温度伝導率 [ $\alpha = \lambda / \rho C_p$ ] (7.53 × 10<sup>-7</sup> [m<sup>2</sup>/s])  
 $\lambda$ : コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/mK]),  $h$ : コンクリート熱吸収率(1.0[-])  
 (出典: 伝熱工学, 東京大学出版会)  
 (出典: 安全工学講座1 火災, 安全工学協会)



- ※1: 天井スラブは外壁より火災源からの距離が遠いことから、天井スラブの評価は外壁の評価に包摂される。
- ※2: 空圧火災におけるコンクリート表面温度評価にあたっては、外壁表面における対流による放熱を考慮するものとしている。
- ※3: 空圧火災におけるコンクリート表面温度評価にあたっては、外壁表面及び外壁内表面における輻射による放熱を考慮しないものとしている。
- ※4: 空圧火災におけるコンクリート表面温度評価にあたっては、外壁内表面における対流による放熱を考慮しないものとしている。

第 8-14 図 対流による放熱を考慮した場合の一次元非定常熱伝導方程式による温度算出概念図



第 8-15 図 天井スラブの評価概念図

ii. 復水貯蔵タンクに対する熱影響評価

(i) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、復水貯蔵タンクの貯蔵水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66°Cとする。なお、温度評価にあたっては、タンク部材は熱伝導の良い鋼材であるが、内部に貯蔵する系統水への熱伝導による蓄熱を考慮するため、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした。

(ii) タンク温度の算出

以下の比熱と熱容量の関係式からタンク温度を算出する。タンク温度算出に必要なデータを示す。

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

V : 燃料量  
 $v$  : 燃焼速度 = M /  $\rho$   
 M : 質量低下速度、 $\rho$  : 燃料密度

大飯発電所 3,4号炉			
項目	民間航空機	軍用機	
		空中給油機等	その他
燃料量 [m <sup>3</sup> ]	216.84	145.03	14.87
燃焼面積 [m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6
質量低下速度 [kg/m <sup>2</sup> ・s]	0.039	0.051	0.051
燃料密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	840	760	760
燃焼継続時間 [hr]	1.85	1.48	1.38

g. 判断の考え方（建屋外壁の耐火性能評価）

(a) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200°C（保守的にコンクリートの圧縮強度が変化しない温度を想定）とする。

(b) 耐火性能の評価

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の式 1)によりコンクリートの表面および裏面の温度上昇を求め、コンクリートの表面および裏面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{a \times \tau}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times \tau}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}}\right) \right]$$

$T_0$  : 初期温度 (50°C)

$E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]

$\alpha$  : コンクリート温度伝導率

$$\alpha = \lambda / (\rho \times C_p)$$

$C_p$  : コンクリート比熱 (963 [J/kgK])

$\rho$  : コンクリート密度 (2300 [kg/m<sup>3</sup>])

$\lambda$  : コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/mK])

$x$  : コンクリート深さ [m]

$\tau$  : 燃焼継続時間 [sec]

1) 庄司正弘, 東京大学機械工学6, 伝熱工学, 東京大学出版

その結果、原子炉施設外壁の表面の温度は許容温度を下回る。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由										
$T = T_0 + \frac{Er \left( \frac{\pi D_o h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w c_{pw} V + \rho_s c_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2) \pi h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} a \right\}}$ <p> <math>T_0</math>: 初期温度(50[°C])、<math>E</math>: 輻射強度[W/m<sup>2</sup>]、<math>t</math>: 火災継続時間[s]  <math>D_o</math>: タンク外径(20.012[m])、<math>h</math>: タンク円筒高さ(11.5[m])  <math>D_i</math>: タンク内径(20.0[m])、<math>e</math>: タンク最小板厚(0.005[m])  <math>\rho_w</math>: 水の密度(979.9 [kg/m<sup>3</sup>]) ※1、<math>c_{pw}</math>: 水の比熱(4186 [J/kg/K]) ※1、<math>V</math>: 水の体積[m<sup>3</sup>]  <math>\rho_s</math>: タンク壁材の密度(7860 [kg/m<sup>3</sup>]) ※2、<math>c_{ps}</math>: タンク壁材の比熱(473 [J/kg/K]) ※2                      ※1: 伝熱工学資料第5版記載値(軽水)を56°Cとなるように補間した値                      ※2: 伝熱工学資料第5版記載値(キルド鋼)                 </p> <p>iii. 排気筒に対する熱影響評価</p> <p>(i) 許容温度</p> <p>「発電用原子力設備規格設計・建設規格」では、鋼材の制限温度を350°Cとしていること、また、「建築火災のメカニズムと火災安全設計」では、鋼材の温度上昇に伴う強度低下率 <math>\kappa(T)</math> が示されており、一般的な鋼材において温度が325°C以下であれば、その強度が常温時と変わらないとしていることから、保守的に325°Cを許容温度とする。</p> <p>(ii) 評価結果</p> <p>排気筒は内部への伝熱はなく、熱伝導の良い表面の鋼材への伝熱のみを考慮するため、円筒外表面積の1/2に火災による輻射が到達し、外表面全体から放熱するものとした。内表面は保守的に評価を実施するため断熱とした。なお、評価にあたって排気筒は支持鉄塔と筒身で構成されているが、筒身よりも支持鉄塔側が危険物タンクとの距離が近いこと、材質も支持鉄塔はSS400及びSTK400、筒身ではSMA400APであり、物性値が軟鋼で同一であることから、支持鉄塔の評価を実施することで筒身の評価は包絡される。</p> <p>受熱面の輻射強度は時間によらず一定である。したがって、排気筒の温度上昇の最大値Tは受熱面の輻射による熱量と放熱量がバランスした状態である。下記の温度評価式により、排気筒の温度評価を実施した。</p> $T = T_0 + \frac{\epsilon E}{2h}$ <p> <math>\epsilon</math>: 吸収率(0.9[-])※1、<math>E</math>: 輻射強度[W/m<sup>2</sup>]  <math>h</math>: 熱伝達率(17[W/m<sup>2</sup>/K])※2、<math>T_0</math>: 初期温度(50[°C])                      ※1: 伝熱工学資料                      ※2: 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m<sup>2</sup>/Kを用いる。)                 </p> <p>(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計、財団法人日本建築センター)</p>		<p>大飯発電所3,4号炉</p> <table border="1" data-bbox="1795 199 2567 420"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>空中給油機等</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉施設外壁の表面の温度[°C]</td> <td>約76</td> <td>約64</td> <td>約86</td> </tr> </tbody> </table> <p>h. 海水ポンプに対する熱影響評価</p> <p>原子炉施設外壁への評価と同様に海水ポンプへの熱影響評価を実施した。</p> <p>(a) 基準温度について</p> <p>熱影響の観点から海水ポンプの健全性評価を実施するうえでは、海水ポンプモーターの下部軸受の温度制限が最も厳しく、冷却用空気の取込温度として、<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">  </span>°Cを基準温度とした。</p> <p>(b) 評価結果</p> <p>冷却空気の温度上昇の評価について、ケーシングに受けた輻射による熱エネルギーが全て冷却空気に伝熱されるという保守的な評価を実施した結果、冷却用空気の温度は約42°C(F-15のケース)となり、基準温度を下回る。</p> <p>3. 評価結果</p> <p>以上の結果から、航空機落下により発電所の敷地内で火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設の温度は、許容温度を超えないため、安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に熱影響をおよぼすことはない。</p> <p>以上</p>	項目	民間航空機	軍用機		空中給油機等	その他	原子炉施設外壁の表面の温度[°C]	約76	約64	約86	
項目	民間航空機	軍用機											
		空中給油機等	その他										
原子炉施設外壁の表面の温度[°C]	約76	約64	約86										

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																															
<p>(j) 評価結果                      建屋外壁、復水貯蔵タンク、排気筒の温度評価結果を以下に示す。</p> <p>第6-36表 変圧器火災の熱影響評価結果</p> <table border="1" data-bbox="124 367 893 730"> <thead> <tr> <th rowspan="2">変圧器</th> <th colspan="4">2号炉</th> <th colspan="3">3号炉</th> </tr> <tr> <th>起動変圧器</th> <th>所内変圧器</th> <th>補助給油用変圧器</th> <th>FLR-WVP変圧器</th> <th>主変圧器</th> <th>起動変圧器</th> <th>励磁電源変圧器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建屋外壁温度 [°C]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>約198</td> <td>約59</td> <td></td> <td>約52</td> </tr> <tr> <td>制御建屋外壁温度 [°C]</td> <td>約59</td> <td></td> <td>約101</td> <td></td> <td>約59</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>タービン建屋外壁温度 [°C]</td> <td></td> <td>約198</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>復水貯蔵タンク温度 [°C]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>約51</td> <td></td> <td>約51</td> </tr> <tr> <td>排気筒温度 [°C]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>約57</td> <td>約72</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※許容温度：壁温度 200℃、復水貯蔵タンク 65℃、排気筒 325℃</p> <p>d. まとめ                      以上の結果から、発電所敷地内の変圧器において火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設（原子炉建屋、制御建屋、タービン建屋）外壁温度、復水貯蔵タンク温度及び排気筒温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはない。</p> <p>6. 敷地内危険物施設における延焼の危険性について                      軽油タンク及び大容量電源装置近傍で危険物を保管している設備はなく、現場作業に伴い「屋外の危険物保管」や「火気の使用」をする場合は、社内文書に基づき危険物や火気を管理した状態で取り扱っている。また、防火の観点から定期的なパトロール等にて現場の状況を確認している。                      以上により、軽油タンクの火災を想定したとしても周囲の可燃物への引火の可能性は低いと評価する。</p> <p>7. 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価                      発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（防護扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する。</p> <p>(1) 評価対象範囲                      評価対象は、発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器のうち、外部火災の熱影響を受ける以下の機器とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室外扉及び2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室</li> <li>・ルーバ（換気空調系の給・排気口）</li> <li>・ブローアウトパネル</li> </ul>	変圧器	2号炉				3号炉			起動変圧器	所内変圧器	補助給油用変圧器	FLR-WVP変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器	原子炉建屋外壁温度 [°C]				約198	約59		約52	制御建屋外壁温度 [°C]	約59		約101		約59			タービン建屋外壁温度 [°C]		約198						復水貯蔵タンク温度 [°C]					約51		約51	排気筒温度 [°C]					約57	約72			<p>(参考) 有視界飛行の小型民間航空機の落下事故について                      有視界飛行の小型固定翼および回転翼航空機の落下確率Pv（小型）を求める式は以下のとおり。  <math display="block">Pv(小型) = (fv / Sv) \cdot A \cdot a</math>                     fv：単位年当たりの落下事故率                      Sv：全国土面積                      A：原子炉施設の標的面積                      a：対象航空機の種類による係数</p> <table border="1" data-bbox="1804 510 2510 682"> <thead> <tr> <th colspan="2">大飯発電所3,4号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fv<sup>#1</sup></td> <td>小型固定翼機：35/20=1.75 [回/年] 小型回転翼機：24/20=1.20 [回/年]</td> </tr> <tr> <td>Sv<sup>#2</sup></td> <td>372,000 [km<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>a<sup>#3</sup></td> <td>大型固定翼機、大型回転翼機：0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出した。                      注2：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）の値を用いた。                      注3：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いた。</p> <p>以上より、落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年] に相当する標的面積Aを計算すると以下のとおりとなる。                      0.126 [km<sup>2</sup>] ≒ 120,000 [m<sup>2</sup>]                      また、原子炉施設からの離隔距離L [m] については、上記で求めた面積から算出すると、L=約86 [m] となる。                      小型航空機の燃料積載量は約2 [m<sup>3</sup>] 程度であるため、有視界飛行の小型機による火災影響評価の結果は、軍用機（F-15）の条件（離隔距離44 [m]、燃料積載量14.87 [m<sup>3</sup>]) で評価した結果に包含される。</p>	大飯発電所3,4号炉		fv <sup>#1</sup>	小型固定翼機：35/20=1.75 [回/年] 小型回転翼機：24/20=1.20 [回/年]	Sv <sup>#2</sup>	372,000 [km <sup>2</sup> ]	a <sup>#3</sup>	大型固定翼機、大型回転翼機：0.1	
変圧器		2号炉				3号炉																																																												
	起動変圧器	所内変圧器	補助給油用変圧器	FLR-WVP変圧器	主変圧器	起動変圧器	励磁電源変圧器																																																											
原子炉建屋外壁温度 [°C]				約198	約59		約52																																																											
制御建屋外壁温度 [°C]	約59		約101		約59																																																													
タービン建屋外壁温度 [°C]		約198																																																																
復水貯蔵タンク温度 [°C]					約51		約51																																																											
排気筒温度 [°C]					約57	約72																																																												
大飯発電所3,4号炉																																																																		
fv <sup>#1</sup>	小型固定翼機：35/20=1.75 [回/年] 小型回転翼機：24/20=1.20 [回/年]																																																																	
Sv <sup>#2</sup>	372,000 [km <sup>2</sup> ]																																																																	
a <sup>#3</sup>	大型固定翼機、大型回転翼機：0.1																																																																	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉 (別表)	差異理由																																																																																																																																
<p>なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も熱影響を受ける位置にあるもの（発熱源に近く、機器本体だけでなく建屋内部へ熱影響が及ぶ可能性のあるもの）を評価することによって、その他の機器は本評価に包絡される。</p> <p>発熱源は、火災時の輻射強度が大きい軽油タンク、変圧器、航空機とするが、建屋内への熱影響が確認された場合は内気温度についても評価する。</p> <p>(2) 2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室外扉及び2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室の熱影響評価</p> <p>a. 外扉の温度評価</p> <p>(a) 評価対象</p> <p>室内に防護対象設備を内包する部屋の外扉のうち、3号炉軽油タンクに面している原子炉建屋北側に位置しており、輻射強度が最も大きくなる2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室の外扉を評価対象とする。</p> <p>なお、室内に防護対象設備を内包する部屋の扉には、他に2号炉非常用ディーゼル発電機(B)室、2号炉高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室の外扉があるが、どちらも原子炉建屋東側に面しており、3号炉軽油タンクからの離隔距離は2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室より離れているため、両扉の熱影響評価は2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室の熱影響評価に包絡される。</p> <p>原子炉建屋外扉と火災源との位置関係を第6-15図に示す。</p> <div data-bbox="448 1163 866 1199" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">                     図面内の内容は防壁上の観点から公開できません。                 </div> <div data-bbox="136 1224 884 1602" style="border: 2px solid black; height: 180px; width: 250px; margin: 10px auto;"></div> <p>第6-15図 想定する3号炉軽油タンク火災と航空機墜落による火災の火災源と原子炉建屋外扉の位置図</p> <p>(b) 想定条件</p> <p>i. 火災源は、3号炉軽油タンク及び航空機墜落の重畳火災とした。</p> <p>ii. 外扉は、保守的に、扉外面の最も熱影響を受けやすい金属を外扉の構造材（均質体）とした。</p> <p>iii. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとした。</p>		<p>有視界飛行方式の航空機（小型固定翼機）の機種名</p> <table border="1" data-bbox="1789 352 2579 1266"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機種名</th> <th colspan="3">寸法</th> <th rowspan="2">燃料量</th> </tr> <tr> <th>全長</th> <th>全幅</th> <th>全高</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>セブ式 152</td><td>約 7.3m</td><td>約 10.1m</td><td>約 2.6m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 172K</td><td>約 8.2m</td><td>約 11.0m</td><td>約 2.7m</td><td>約 0.3kl</td></tr> <tr><td>セブ式 172M</td><td>約 8.2m</td><td>約 10.9m</td><td>約 2.7m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 172N</td><td>約 8.2m</td><td>約 11.0m</td><td>約 2.7m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 172N 7A</td><td>約 8.2m</td><td>約 11.0m</td><td>約 2.7m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 172NAT</td><td>約 7.9m</td><td>約 10.6m</td><td>約 2.7m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 172P</td><td>約 8.2m</td><td>約 11.0m</td><td>約 2.7m</td><td>約 0.3kl</td></tr> <tr><td>セブ式 177KG</td><td>約 8.3m</td><td>約 10.8m</td><td>約 2.6m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 208B</td><td>約 12.7m</td><td>約 15.9m</td><td>約 4.5m</td><td>約 1.3kl</td></tr> <tr><td>セブ式 P210N</td><td>約 8.6m</td><td>約 11.2m</td><td>約 2.9m</td><td></td></tr> <tr><td>セブ式 404</td><td>約 12.0m</td><td>約 14.1m</td><td>約 4.0m</td><td></td></tr> <tr><td>ハイン式 PA-28-140</td><td>約 7.2m</td><td>約 9.1m</td><td>約 2.2m</td><td>約 0.2kl</td></tr> <tr><td>ハイン式 PA-28-161</td><td>約 7.3m</td><td>約 10.7m</td><td>約 2.2m</td><td>約 0.2kl</td></tr> <tr><td>ハイン式 PA-28-181</td><td>約 7.3m</td><td>約 10.7m</td><td>約 2.2m</td><td>約 0.2kl</td></tr> <tr><td>ビッチャフ式 A36</td><td>約 8.4m</td><td>約 10.2m</td><td>約 2.6m</td><td></td></tr> <tr><td>ビッチャフ式 A36TC</td><td>約 8.4m</td><td>約 10.2m</td><td>約 2.6m</td><td></td></tr> <tr><td>ソコ式 TB10</td><td>約 7.7m</td><td>約 9.8m</td><td>約 3.0m</td><td>約 0.3kl</td></tr> <tr><td>ソコ式 TB21</td><td>約 7.7m</td><td>約 9.8m</td><td>約 2.9m</td><td>約 0.4kl</td></tr> <tr><td>ランス式 S-10</td><td>約 5.4m</td><td>約 7.3m</td><td>約 1.5m</td><td>約 0.1kl</td></tr> <tr><td>ビッチャフ式 S-2B</td><td>約 5.4m</td><td>約 6.1m</td><td>約 2.0m</td><td>約 0.2kl</td></tr> <tr><td>ブリテンマン式 BN-2B-20</td><td>約 10.9m</td><td>約 14.9m</td><td>約 4.2m</td><td></td></tr> <tr><td>富士重工式 FA-200-180</td><td>約 8.0m</td><td>約 9.4m</td><td>約 2.6m</td><td></td></tr> <tr><td>スリントスビー式 T67MK II</td><td>約 7.5m</td><td>約 10.6m</td><td>約 2.5m</td><td>約 0.2kl</td></tr> <tr><td>キングストリ-コマンド式 605</td><td>約 13.1m</td><td>約 15.9m</td><td>約 4.6m</td><td>約 1.8kl</td></tr> </tbody> </table> <p>「航空機墜下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）、航空事故調査報告書等より作成</p>	機種名	寸法			燃料量	全長	全幅	全高	セブ式 152	約 7.3m	約 10.1m	約 2.6m		セブ式 172K	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m	約 0.3kl	セブ式 172M	約 8.2m	約 10.9m	約 2.7m		セブ式 172N	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m		セブ式 172N 7A	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m		セブ式 172NAT	約 7.9m	約 10.6m	約 2.7m		セブ式 172P	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m	約 0.3kl	セブ式 177KG	約 8.3m	約 10.8m	約 2.6m		セブ式 208B	約 12.7m	約 15.9m	約 4.5m	約 1.3kl	セブ式 P210N	約 8.6m	約 11.2m	約 2.9m		セブ式 404	約 12.0m	約 14.1m	約 4.0m		ハイン式 PA-28-140	約 7.2m	約 9.1m	約 2.2m	約 0.2kl	ハイン式 PA-28-161	約 7.3m	約 10.7m	約 2.2m	約 0.2kl	ハイン式 PA-28-181	約 7.3m	約 10.7m	約 2.2m	約 0.2kl	ビッチャフ式 A36	約 8.4m	約 10.2m	約 2.6m		ビッチャフ式 A36TC	約 8.4m	約 10.2m	約 2.6m		ソコ式 TB10	約 7.7m	約 9.8m	約 3.0m	約 0.3kl	ソコ式 TB21	約 7.7m	約 9.8m	約 2.9m	約 0.4kl	ランス式 S-10	約 5.4m	約 7.3m	約 1.5m	約 0.1kl	ビッチャフ式 S-2B	約 5.4m	約 6.1m	約 2.0m	約 0.2kl	ブリテンマン式 BN-2B-20	約 10.9m	約 14.9m	約 4.2m		富士重工式 FA-200-180	約 8.0m	約 9.4m	約 2.6m		スリントスビー式 T67MK II	約 7.5m	約 10.6m	約 2.5m	約 0.2kl	キングストリ-コマンド式 605	約 13.1m	約 15.9m	約 4.6m	約 1.8kl	
機種名	寸法			燃料量																																																																																																																															
	全長	全幅	全高																																																																																																																																
セブ式 152	約 7.3m	約 10.1m	約 2.6m																																																																																																																																
セブ式 172K	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m	約 0.3kl																																																																																																																															
セブ式 172M	約 8.2m	約 10.9m	約 2.7m																																																																																																																																
セブ式 172N	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m																																																																																																																																
セブ式 172N 7A	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m																																																																																																																																
セブ式 172NAT	約 7.9m	約 10.6m	約 2.7m																																																																																																																																
セブ式 172P	約 8.2m	約 11.0m	約 2.7m	約 0.3kl																																																																																																																															
セブ式 177KG	約 8.3m	約 10.8m	約 2.6m																																																																																																																																
セブ式 208B	約 12.7m	約 15.9m	約 4.5m	約 1.3kl																																																																																																																															
セブ式 P210N	約 8.6m	約 11.2m	約 2.9m																																																																																																																																
セブ式 404	約 12.0m	約 14.1m	約 4.0m																																																																																																																																
ハイン式 PA-28-140	約 7.2m	約 9.1m	約 2.2m	約 0.2kl																																																																																																																															
ハイン式 PA-28-161	約 7.3m	約 10.7m	約 2.2m	約 0.2kl																																																																																																																															
ハイン式 PA-28-181	約 7.3m	約 10.7m	約 2.2m	約 0.2kl																																																																																																																															
ビッチャフ式 A36	約 8.4m	約 10.2m	約 2.6m																																																																																																																																
ビッチャフ式 A36TC	約 8.4m	約 10.2m	約 2.6m																																																																																																																																
ソコ式 TB10	約 7.7m	約 9.8m	約 3.0m	約 0.3kl																																																																																																																															
ソコ式 TB21	約 7.7m	約 9.8m	約 2.9m	約 0.4kl																																																																																																																															
ランス式 S-10	約 5.4m	約 7.3m	約 1.5m	約 0.1kl																																																																																																																															
ビッチャフ式 S-2B	約 5.4m	約 6.1m	約 2.0m	約 0.2kl																																																																																																																															
ブリテンマン式 BN-2B-20	約 10.9m	約 14.9m	約 4.2m																																																																																																																																
富士重工式 FA-200-180	約 8.0m	約 9.4m	約 2.6m																																																																																																																																
スリントスビー式 T67MK II	約 7.5m	約 10.6m	約 2.5m	約 0.2kl																																																																																																																															
キングストリ-コマンド式 605	約 13.1m	約 15.9m	約 4.6m	約 1.8kl																																																																																																																															

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

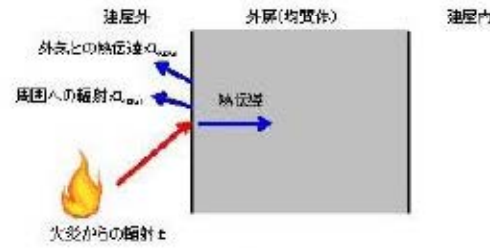
想定する火災の条件を第6-37表に示す。

第6-37表 想定する重畳火災の条件

評価対象	火災源	距離距離 <sup>※</sup> [m]	輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	火災継続時間 [s]
2号炉 DG(A)室 外屏	3号炉軽油タンク	191	273.54	3300s
	航空機墜落	21	3358.70	4888

※2号炉原子伊建屋までの距離距離を採用した。

以下に、伝熱の概念図を示す。



第6-17図 伝熱の概念図

(c) 必要データ

評価の初期条件として必要なパラメータ及びパラメータの出典と保守性の考え方について第6-38表に示す。

第6-38表 建屋外屏及び隣接室の熱影響評価における初期条件の設定 1/2

項目	パラメータ	保守性	出典と保守性の考え方
外気温度 $t_a$ [°C]	50	○	発電所周辺の気象台における過去10年間の最高気温35.8°Cにおける建屋外壁面の日射の影響を考慮した温度44°Cを切り上げた値である50°Cを初期温度としている。
DG(A)室外屏の厚さ $l$ [m]	0.088	-	設計寸法
DG(A)室外屏熱吸収率 $\alpha$ [-]	0.8	-	伝熱工学資料より引用
DG(A)室外屏比熱 $c_p$ [J/(kg·K)]	478	-	伝熱工学資料より鉄鋼の物性を引用
DG(A)室外屏密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	7800	-	
DG(A)室外屏熱伝導率 $\lambda$ [W/m·K]	51.6	-	
DG(A)室外屏熱拡散率 $a$ [m <sup>2</sup> /s]	$1.308 \times 10^{-4}$	-	
コンクリート厚さ $d$ [m]	0.7	-	DG(A)室とDG(A)制御室間の壁の厚さ設計寸法
コンクリート熱伝導率 $\lambda_w$ [W/m·K]	1.74	-	原子炉建屋構造設計指針・同解説(日本建築学会)より引用
コンクリート熱伝達率 $h_{0, A2}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	8.29	-	空気調和・衛生工学便覧より引用

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

(参考) 航空機落下による火災発生時における固体廃棄物貯蔵庫への対応について  
 航空機の落下確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲に固体廃棄物貯蔵庫が存在しており、直接航空機が落下し火災が発生する場合は想定されることから、その際の対応について以下のとおり整理する。  
 (1) 固体廃棄物貯蔵庫の火災の際は24時間常駐している自衛消防隊による初期消火活動を行うとともに、恒設消防機関へ通報し、連帯協力して迅速に消火活動を行う。  
 (2) 固体廃棄物貯蔵庫へ直接航空機が落下した場合には、オフサイトモニタにて状況を確認する。貯蔵庫内に保管しているドラム缶が破損し、放射性物質の貯蔵機能が喪失した場合は、災害場所において線量当量率等を確認し、その結果により、不要な被ばくを防止するため、関係者以外の立ち入りを禁止する区域を設定し、標識により明示するとともに、発電所構内にいる者に周知する。  
 (3) 放射性物質による予期しない汚染が確認された場合、速やかにその拡大防止および除去に努める。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第6-38表 建屋外屏及び隣接室の熱影響評価における初期条件の設定 2/2

項目	パラメータ	保守性	出典と保守性の考え方
空気比熱 $c_{p1}, c_{p2}$ [J/kg/K]	1007	-	伝熱工学資料より大気圧における値を引用
空気密度 $\rho_1$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1.148	○	伝熱工学資料より引用 DG(A)室は、DG(A)室の空調機の給気温度<math>31^{\circ}\text{C}</math>以上となるため、空気密度が最大となる $31^{\circ}\text{C}$ の時の値を使用
空気密度 $\rho_2$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1.188	○	伝熱工学資料より引用 DG(A)制御室は、DG(A)制御室の空調機の給気温度<math>20^{\circ}\text{C}</math>以上となるため、空気密度が最大となる $20^{\circ}\text{C}$ の時の値を使用
DG(A)室体積 $V_1$ [m <sup>3</sup> ]	1840	-	設計寸法より算出
DG(A)室受熱面積 $A_1$ [m <sup>2</sup> ]	10.00	-	DG(A)室外屏表面積を設計寸法より算出
DG(A)室吹出温度 $T_{11}$ [°C]	31	○	DG室非常用送風機稼働時の空調機の給気温度を管理する制御範囲(<math>4\sim 31^{\circ}\text{C}</math>)のうち、最高温度としている。
DG(A)室換気流量 $m_1$ [kg/s]	47.996	○	保守的に換気流量として設計流量（設計上必要となる最悪限の換気流量の設定値）を用いている。
DG(A)室室内負荷 $Q_1$ [W]	847081.57	○	室内の機器が全て稼働している場合の最大の熱負荷を用いている。
DG(A)制御室体積 $V_2$ [m <sup>3</sup> ]	180	-	設計寸法より算出
DG(A)制御室受熱面積 $A_2$ [m <sup>2</sup> ]	40.8	-	DG(A)室とDG(A)制御室の境界壁の表面積を設計寸法より算出
DG(A)制御室吹出温度 $T_{21}$ [°C]	20	○	空調機の給気温度を管理する制御範囲(<math>4\sim 20^{\circ}\text{C}</math>)のうち、最高温度としている。
DG(A)制御室換気流量 $m_2$ [kg/s]	0.178	○	保守的に換気流量として設計流量（設計上必要となる最悪限の換気流量の設定値）を用いている。
DG(A)制御室室内負荷 $Q_2$ [W]	9256.4	○	室内の機器が全て稼働している場合の最大の熱負荷を用いている。

(d) 外気への放熱条件

外屏から外気への放熱として、周囲への輻射及び外気への熱伝達を考慮する。

周囲への輻射は、屏表面はエナメル塗装であることから、外面放射率を0.9とする。

外気への熱伝達は、屏から外気への熱伝達率の温度変化を考慮して、熱伝達率をBayleyの式より算出する（第6-18図）。

Bayleyの式は以下のように表せる。

Bayleyの式

添付資料11

自衛隊機または米軍機の用途による分類について

自衛隊機または米軍機の落下事故には、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故」と「基地-訓練空域間往復時の落下事故」が含まれるが、大飯発電所は基地と訓練空域間の往復範囲内にないため、「基地-訓練空域間往復時の落下事故」は考慮していない。

以下に自衛隊機または米軍機の落下事故による火災影響を評価する機種のカテゴリについて整理する。分類にあたっては、代表として自衛隊機の主要な機種のデータを用いることとした。

(1) 訓練空域外を飛行中の落下事故

表1に主要航空機（大型固定翼機）の用途等を示す。

表1 自衛隊機（大型固定翼機）の用途等

所属	機種	用途	寸法 (m)		燃料量 (kL)
			全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-2	連絡偵察	14	18	約 2
海上自衛隊	P-3C	哨戒	36	30	約 35
航空自衛隊	F15J/DJ	戦闘	19	13	約 15
	F-4EJ	戦闘	19	12	約 12
	F-2A/B	戦闘	16	11	約 11
	RF-4E/EJ	偵察	19	12	約 12
	C-1	輸送	29	31	約 11
	C-130H	輸送	30	40	約 37
	KC-767	空中給油・輸送	49	48	約 145
	KC-130H	空中給油機増付加	30	40	約 37
	E-2C	早期警戒	18	25	約 6
	E-767	早期警戒管制	49	48	KC-767以下

※ 平成26年度版防衛白書等より作成。燃料量については、最大離陸重量等からの推定を含む。

用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。

用途を飛行形態で整理すると、「空中給油」および「早期警戒」については、高高度の巡航を行うものと考えられる。また、「哨戒」および「輸送」については、目的地での低高度での飛行が考えられるものの、移動は高高度の巡航を行うものと考えられる。ここで目的地としては、「哨戒」が海上、「輸送」が基地あるいは空港であることから、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。したがって、自衛隊機または米軍機の落下事故のうち、訓練空域外を飛行中の落下事故で考慮するカテゴリを、表2のとおり整理した。なお、大型輸送ヘリコプターCH-47の燃料積載量は約4kLであることから、回転翼機は大型固定翼機の評価に包含される。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

$$Nu = \frac{hL}{\lambda} = 0.10Ra^{\frac{1}{4}}$$

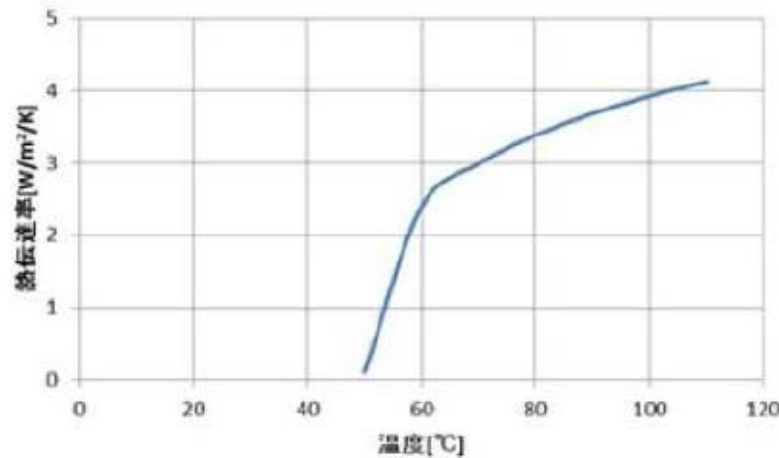
$$Ra = \frac{g\beta(T_w - T_{\infty})L^3}{\nu\alpha}$$

より、自然対流熱伝達率  $h$  は次式から求められる。

$$h = 0.10\lambda \left( \frac{g\beta(T_w - T_{\infty})L^3}{\nu\alpha} \right)^{\frac{1}{4}}$$

と表せる。ここで、

- $h$ : 熱伝達率 [W/m<sup>2</sup>/K]
- $T_w$ : 屏の表面温度 [°C]
- $T_{\infty}$ : 屏から離れた位置での外気温度 (50 [°C])
- $Nu$ : ヌセルト数 [-]
- $L$ : 屏の高さ (4.97 [m])
- $\lambda$ : 外気の熱伝達率 [W/(m/K)] (境界平均温度  $(T_w + T_{\infty})/2$  における値)
- $Ra$ : レイリー数 [-]
- $g$ : 重力加速度 (9.80665 [m/s<sup>2</sup>])
- $\beta$ : 体膨張率 [1/K] (境界平均温度  $(T_w + T_{\infty})/2$  の逆数)
- $\nu$ : 動粘性率 [m<sup>2</sup>/s]
- $\alpha$ : 熱拡散率 [m<sup>2</sup>/s] (=  $\lambda/\rho c_p$ )
- $c_p$ : 空気比熱 [J/kg/K]
- $\rho$ : 空気密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- ※: 伝熱工学資料記載値から算出



第6-18図 自然対流熱伝達 (Bayleyの式)

(e) 外屏の内外面温度評価

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外屏外面及び内面温度を求める。

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

表2 訓練空域外を飛行中の落下事故のカテゴリにおける整理

カテゴリ	用途	該当する航空機	寸法 (m)		燃料量 (kL)
			全長	全幅	
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」、「輸送」を用途とする大型固定翼機	P-3C	36	30	約35
		C-1	29	31	約11
		C-130H	30	40	約37
		KC-767	49	48	約145
		KC-130H	30	40	約37
		E-2C	18	25	約6
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	「戦闘」、「連絡偵察」、「偵察」等を用途とする大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	E-767	49	48	KC-767以下
		LR-2	14	18	約2
		F-15J/DJ	19	13	約15
		F-4EJ	19	12	約12
		F-2A/B	16	11	約11
		RF-4E/EJ	19	12	約12

(2) 想定する航空機について

(1)による分類により、ガイドに基づき積載燃料量の最大の機種として、空中給油機等の大型航空機としてはKC-767、その他の大型固定翼機等としてはF-15を想定する航空機として選定している。

燃料量については、燃焼継続時間を算出する際に必要であり、燃料量は多い方が保守的な評価となる。

以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																				
<p style="text-align: center;"><math>\frac{dT}{dt} = \alpha \frac{d^2T}{dx^2}</math></p> <p>ここで、</p> <p><math>T</math>: DG(A)室外扉温度 [°C]  <math>t</math>: 時刻 [s]  <math>x</math>: 外扉における外面からの距離 [m]  <math>\alpha</math>: DG(A)室外扉熱拡散率 [<math>m^2/s</math>] (<math>= \lambda / \rho C_p</math>)  <math>\lambda</math>: DG(A)室外扉熱伝導率 [<math>W/m \cdot K</math>]  <math>\rho</math>: DG(A)室外扉密度 [<math>kg/m^3</math>]  <math>C_p</math>: DG(A)室外扉比熱 [<math>J/(kg \cdot K)</math>]</p> <p>上式は以下の境界条件を満たすことから、</p> $h(T_\infty - T) - \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = E \quad (x=0)$ $h(T - T_1) - \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x=L)$ <p><math>L</math>: DG(A)室外扉の厚さ (0.088 [m])  <math>E</math>: 火災による輻射強度  <math>h</math>: 熱伝達率 [<math>W/m^2 \cdot K</math>] (Bayley の式より算出)  <math>T_\infty</math>: 外気温度 (50 [°C])  <math>T_1</math>: DG(A)室初期温度</p> <p>となる <math>x=0</math> 及び <math>x=L</math> における時刻 <math>t</math> のときの DG(A)室外扉温度を算出し、DG(A)室外扉の最高到達温度を評価する。                  評価結果を第 6-39 表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="213 1182 804 1293"> <caption>第 6-39 表 外扉温度評価結果</caption> <thead> <tr> <th>外扉外側 [°C]</th> <th>外扉内側 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>約 106</td> <td>約 104</td> </tr> </tbody> </table> <p>(f) 熱影響の有無の評価                  評価の結果、3号炉軽油タンク及び航空機墜落の重畳火災による外扉の最高温度は、扉外面約 106°C、扉内面約 104°Cとなった。</p> <p>b. DG(A)室の温度評価                  建屋内に設置されているディタンクからの燃料供給により、非常用ディーゼル発電機を運転している状態とし、その時の内気温度を算出、室内に設置している機器等への影響について評価する。</p> <p>(a) 評価条件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、扉内面温度約 104°C一定としたときの放熱量を評価対象室への入熱とした。</li> <li>ii. 評価対象室から隣接室への熱影響を評価するため、評価対象室から壁、床、天井への放熱を考慮した。</li> </ol>	外扉外側 [°C]	外扉内側 [°C]	約 106	約 104		<p style="text-align: right;">添付資料 1 2</p> <p>火災影響評価のカテゴリ分けを考慮した航空機落下確率評価について</p> <p>1. 評価対象事故                  大飯 3, 4 号炉における航空機落下確率については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成 21・06・25 原院第 1 号）に基づき、以下の分類にて評価を実施している。</p> <table border="1" data-bbox="1792 499 2564 835"> <thead> <tr> <th rowspan="2">発電所名称及び号炉</th> <th colspan="2">1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th rowspan="2">2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th colspan="2">3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</th> </tr> <tr> <th>① 飛行場での離着陸時における落下事故</th> <th>② 航空路を巡航中の落下事故</th> <th>① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</th> <th>② 基地一訓練空域を往復時の落下事故</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大飯発電所 3, 4 号炉</td> <td>—<sup>注1</sup></td> <td>○<sup>注2</sup></td> <td>○</td> <td>○<sup>注3</sup></td> <td>—<sup>注4</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>○：対象、—：対象外</p> <p>注 1：発電所付近の空港の最大離着陸地点までの距離は、発電所と空港の距離より短いため、評価対象外とした。（添付資料 1）</p> <p>注 2：発電所周辺に存在する航空路と各発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、評価対象とした。（添付資料 2）</p> <p>注 3：自衛隊の訓練空域が存在しない。（添付資料 3）</p> <p>注 4：基地一訓練空域間の往復の想定範囲内がない。（添付資料 3）</p> <p>火災影響評価において考慮する航空機落下事故については、訓練中の事故等、民間航空機と軍用機（自衛隊機または米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、また、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられるため、航空機落下による火災影響の評価において考慮する落下事故については、これらの状況を考慮したカテゴリ毎に評価を実施している。                  したがって、火災影響評価のカテゴリ分けにおける落下確率について、以下のとおり実施した。</p> <p>2. 評価に用いた数値                  (1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故（航空路を巡航中の落下事故）</p>	発電所名称及び号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故	① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	② 基地一訓練空域を往復時の落下事故	大飯発電所 3, 4 号炉	— <sup>注1</sup>	○ <sup>注2</sup>	○	○ <sup>注3</sup>	— <sup>注4</sup>	
外扉外側 [°C]	外扉内側 [°C]																						
約 106	約 104																						
発電所名称及び号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故																			
	① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故		① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	② 基地一訓練空域を往復時の落下事故																		
大飯発電所 3, 4 号炉	— <sup>注1</sup>	○ <sup>注2</sup>	○	○ <sup>注3</sup>	— <sup>注4</sup>																		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由														
<p>iii. 隣接室については、隣接する壁、床、天井への放熱を考慮しないものとした。</p> <p>iv. 隣接室の内気温度評価は、評価対象室の放熱面積と隣接室の室内負荷が最も大きい、評価対象室隣接の非常用ディーゼル発電機(A)制御盤室を対象とすることで、他の隣接室内機器等への評価は包絡される。</p> <p>v. 非常用ディーゼル発電機は、110%出力一定で運転しているものとした。</p> <p>vi. 隣接室内の負荷（電気品等）は非常用ディーゼル発電機の運転時のものとした。</p> <p>vii. 非常時を想定し、非常用送風機は運転状態とするが、常用換気空調系による給気の除熱には期待しないものとした（常用換気空調系の電源は非常用電源にも接続されており、送風機は非常時も運転可能）。</p> <p>(b) 建屋内の温度評価                  内気温度は、火災による外扉内面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び周囲壁と空調による除熱を考慮し、次式で求める。</p> $\frac{dT_R}{dt} = \frac{Q_1 + Q_D - Q_V - Q_{HR}}{\rho_1 c_{p1} V_1} \quad (\text{式1})$ <p><math>T_R</math> : DG(A)室室温[°C]  <math>Q_1</math> : DG(A)室熱負荷(647081.57 [W])  <math>Q_D</math> : 火災による DG(A)室外扉温度上昇に伴う熱負荷[W]  <math>Q_V</math> : DG(A)室における空調による除熱[W]  <math>Q_{HR}</math> : DG(A)室から DG(A)制御盤室への放熱量[W]  <math>\rho_1</math> : DG(A)室内空気密度(1.146 [kg/m<sup>3</sup>])  <math>c_{p1}</math> : DG(A)室内空気定圧比熱(1007 [J/kg/K])  <math>V_1</math> : DG(A)室体積(1840 [m<sup>3</sup>])</p> <p>式1記載の外部火災による DG(A)室外扉の温度上昇に伴う熱負荷 <math>Q_D</math> は、DG(A)室外扉から DG(A)室への熱伝達を考慮して、次式のように表せる。</p> $Q_D = A_1 k (T_{max} - T_R) \quad (\text{式2})$ <p><math>k</math> : DG(A)室外扉熱内面熱伝達率[W/m<sup>2</sup>/K](Baylay の式による)  <math>A_1</math> : DG(A)室外扉表面積(10.88 [m<sup>2</sup>])  <math>T_{max}</math> : DG(A)室外扉最高温度(104 [°C])</p> <p>式1記載の DG(A)制御盤室への放熱量 <math>Q_{HR}</math> は、DG(A)室から DG(A)制御盤室への熱伝達を考慮して、次式のように表せる。</p> $Q_{HR} = A_2 K (T_R - T_n) \quad (\text{式3})$ <p><math>K</math> : 熱透過率[W/m<sup>2</sup>/K]  <math>A_2</math> : DG(A)室と DG(A)制御盤室の境界壁の表面積(40.8 [m<sup>2</sup>])  <math>T_R</math> : DG(A)室室温[°C]  <math>T_n</math> : DG(A)制御盤室室温[°C]</p> <p>式3記載の熱透過率 <math>K</math> は、次式のように表せる。</p>		<p><math>P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W</math></p> <p><math>P_c</math>: 対象施設への巡航中の航空機落下確率(回/年)  <math>N_c</math>: 評価対象とする航空路等の年間飛行回数(飛行回/年)  <math>A</math>: 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)  <math>W</math>: 航空路幅(km)  <math>f_c = G_c / H_c</math>: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率(回/(飛行回・km))</p> <p><math>G_c</math>: 巡航中事故件数(回)  <math>H_c</math>: 延べ飛行距離(飛行回・km)</p> <table border="1" data-bbox="1804 506 2555 840"> <thead> <tr> <th>発電所及び号炉</th> <th>大飯発電所3.4号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対象航空路</td> <td>RNAV 経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU) Y384 (MENOU-ROKKO)</td> </tr> <tr> <td><math>N_c</math><sup>#1</sup></td> <td>Y18 : 8,030 Y384 : 3,285</td> </tr> <tr> <td><math>A</math><sup>#2</sup></td> <td>0.0103</td> </tr> <tr> <td><math>W</math><sup>#3</sup></td> <td>Y18, Y384 : 18.52</td> </tr> <tr> <td><math>f_c</math><sup>#4</sup></td> <td>0.5/9,740,013,768 = 5.13×10<sup>-11</sup></td> </tr> <tr> <td><math>P_c</math></td> <td>3.24×10<sup>-10</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：国土交通省航空局への問合せ結果を365倍した値。(添付資料4)                  注2：安全系の機器等が含まれる原子炉周辺建屋、制御建屋、海水ポンプエリア等の水平断面積の合計値が、大飯発電所3,4号炉については、0.0103km<sup>2</sup>であり、この面積を標的面積とした。(添付資料5)                  注3：RNAV 経路については、航法精度を航空路の幅とみなすこととし、航法精度は10nm(=18.52km)であり、航空路の幅を18.52kmとした。                  注4：平成5年～平成24年の巡航中事故件数は0件(「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会))であるが、保守的に0.5件として評価した。延べ飛行距離は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報、第1表 総括表、1.輸送実績」における運行キロメートルの国内の値。(添付資料6)</p> <p>(2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p>	発電所及び号炉	大飯発電所3.4号炉	対象航空路	RNAV 経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU) Y384 (MENOU-ROKKO)	$N_c$ <sup>#1</sup>	Y18 : 8,030 Y384 : 3,285	$A$ <sup>#2</sup>	0.0103	$W$ <sup>#3</sup>	Y18, Y384 : 18.52	$f_c$ <sup>#4</sup>	0.5/9,740,013,768 = 5.13×10 <sup>-11</sup>	$P_c$	3.24×10 <sup>-10</sup>	
発電所及び号炉	大飯発電所3.4号炉																
対象航空路	RNAV 経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU) Y384 (MENOU-ROKKO)																
$N_c$ <sup>#1</sup>	Y18 : 8,030 Y384 : 3,285																
$A$ <sup>#2</sup>	0.0103																
$W$ <sup>#3</sup>	Y18, Y384 : 18.52																
$f_c$ <sup>#4</sup>	0.5/9,740,013,768 = 5.13×10 <sup>-11</sup>																
$P_c$	3.24×10 <sup>-10</sup>																



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{d}{\lambda_w} + \frac{1}{h_2}} \quad (式4)$$

- $h_1$  : DG(A)室と壁面間での熱伝達率(8.28 [W/m<sup>2</sup>/K])
- $h_2$  : 壁面と DG(A)制御盤空間の熱伝達率(8.28 [W/m<sup>2</sup>/K])
- $d$  : DG(A)室と DG(A)制御盤室の境界壁面厚さ(0.7 [m])
- $\lambda_w$  : コンクリート熱伝導率(1.74 [W/m/K])

式3記載の DG(A)制御盤室の内気温度 $T_n$ は、DG(A)制御盤室への放熱量と室内の熱負荷及び空調による除熱を考慮し、次式より求める。

$$T_n = T_2 + \frac{Q_{HR}}{m_2 C_{p2}} \quad (式5)$$

- $m_2$  : DG(A)制御盤室の換気風量(0.178 [kg/s])
- $C_{p2}$  : DG(A)制御盤室の定圧比熱(1007 [J/kg/K])
- $T_2$  : DG(A)制御盤室初期温度[°C]

式5記載の DG(A)制御盤室初期温度 $T_2$ は、次式のように表せる。

$$T_2 = T_{a2} + \frac{Q_2}{m_2 C_{p2}} \quad (式6)$$

- $Q_2$  : DG(A)制御盤室の熱負荷(3256.4 [W])
- $T_{a2}$  : DG(A)制御盤室吹出温度(20 [°C])

式1記載の空調による除熱 $Q_V$ は、次式のように表せる。

$$Q_V = m_1 C_{p1} (T_s - T_{a1}) \quad (式7)$$

- $m_1$  : DG(A)室換気風量(47.996 [kg/s])
- $C_{p1}$  : DG(A)室の定圧比熱(1007 [J/kg/K])
- $T_{a1}$  : DG(A)室吹出温度(31 [°C])

以上より、式2から式7までを式1に代入し、DG(A)室の室温を下式より算出する。

$$T_s = \left( T_1 - \frac{\beta}{\alpha} \right) \exp(-\alpha t) + \frac{\beta}{\alpha} \quad (式8)$$

- $T_1$  : DG(A)室内気初期温度
- $t$  : 火災継続時間[s]

$$T_1 = \frac{Q_1}{m_1 C_{p1}} + T_{a1} \quad (式9)$$

$$\alpha = \frac{A_1 h + m_1 C_{p1} + \gamma}{\rho_1 C_{p1} V_1} \quad (式10)$$

$$\beta = \frac{Q_1 + A_1 h T_{max} + m_1 C_{p1} T_{a1} + \gamma \left( T_{a2} + \frac{Q_2}{m_2 C_{p2}} \right)}{\rho_1 C_{p1} V_1} \quad (式11)$$

$$\gamma = \frac{A_2 K}{1 + \frac{A_2 K}{m_2 C_{p2}}} \quad (式12)$$

である。

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot a$$

- $P_V$  : 対象施設への航空機落下確率(回/年)
- $f_V$  : 単位年当たりの落下事故率(回/年)
- $S_V$  : 全国土面積(km<sup>2</sup>)
- $A$  : 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)
- $a$  : 対象航空機の種類による係数

発電所及び号炉	大飯発電所3,4号炉	
パラメータ		
$f_V$ [回/年]	大型固定翼機 0.5/20=0.025	小型固定翼機 35/20=1.75
	大型回転翼機 1/20=0.05	小型回転翼機 24/20=1.20
$S_V$ [km <sup>2</sup> ]	31.2万	
$A$ [km <sup>2</sup> ]	0.0103	
$a$ [係数]	大型固定翼機、大型回転翼機：1 小型固定翼機、小型回転翼機：0.1	
$P_V$ [回/年]	大型機 $2.08 \times 10^{-9}$	小型機 $8.17 \times 10^{-9}$

- 注1：「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出した。なお、平成5年～平成24年の大型固定翼機の事故件数は0件であるが、保守的に0.5件として評価した。
- 注2：「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の値を用いた。
- 注3：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について(内規)」の値を用いた。

(3)自衛隊機又は米軍機の落下事故(訓練空域外を飛行中の落下事故)

$$P_{so} = I_{so} \cdot A / S_o$$

- $P_{so}$  : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率(回/年)
- $I_{so}$  : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率(回/年)
- $S_o$  : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積(km<sup>2</sup>)
- $A$  : 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)

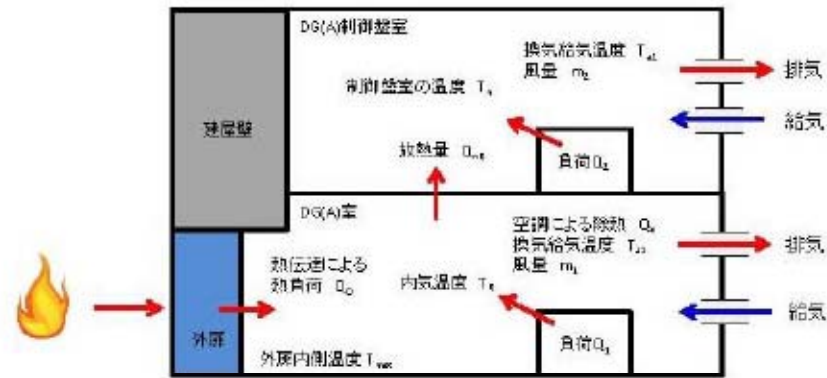
発電所及び号炉	大飯発電所3,4号炉	
パラメータ	空中給油機等	その他
$I_{so}$ [回/年]	自衛隊機 0.5/20=0.025 米軍機 1/20=0.05	自衛隊機 7/20=0.35 米軍機 4/20=0.20
$S_o$ [km <sup>2</sup> ]	自衛隊機(So) 37.2万-7.72万=29.5万 米軍機(So) 37.2万-0.05万=37.2万	
$A$ [km <sup>2</sup> ]	0.0103	
$P_{so}$ [回/年]	$2.26 \times 10^{-9}$	$1.78 \times 10^{-9}$

- 注1：「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出した。自衛隊機の空中給油機等は、平成5年から平成24年の間で0件であるが、保守的に0.5件とした。
- 注2：「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)の値を用いた。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第6-19図 評価概念図

以下に評価結果を示す。

第6-40表 非常用ディーゼル発電機(A)室及び非常用ディーゼル発電機(A)制御盤室の熱影響評価結果

	2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室 (評価対象室)	2号炉非常用ディーゼル発電機(A)制御盤室 (隣接室)
内気温度[°C]	44.6	39.9
許容温度[°C]	45.0 <sup>※1</sup>	40.0 <sup>※2</sup>
初期温度[°C]	44.4	38.1

※1：室内の電気設備（非常用ディーゼル発電機）の最高使用温度  
 ※2：室内の電気設備（制御盤）の最高使用温度

(c) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、軽油タンク火災及び航空機墜落による火災の重畳火災による外扉の加熱を想定したとしても、建屋内の2号炉非常用ディーゼル発電機(A)室及び隣接室の内気温度が、共に許容温度を超えないことから原子炉施設の建屋内への熱影響はない。

なお、内気温度については、(a)評価条件に加え、各部の温度に設計値を用いる等、保守的な評価を行っていることから、実際の温度上昇は更に低く抑えられると評価する。

(3) ルーバの火災影響評価について

a. 評価対象

ルーバのうち代表して2号炉非常用ディーゼル発電機(A)の給気ルーバを対象とする。

b. 想定条件

- ・ルーバへの熱影響が最大となる F-15 による航空機墜落による火災を火災源とする。F-15 による航空機墜落による火災については、添付資料-7「2. 航空機墜落による火災の影響評価」と同様の想定とする。
- ・火災が発生してから燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でルーバが昇温されるものとする。

以下に、ルーバへの受熱面を示す。

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

3. 落下確率値の合計値

		(回/炉・年)	
		大飯発電所 3号炉	大飯発電所 4号炉
1) 計器飛行方式 民間航空機の 落下事故	① 飛行場での離着陸時における 落下事故	—	—
	② 航空路を巡航中の落下事故	$3.24 \times 10^{-10}$	$3.24 \times 10^{-10}$
2) 有視界飛行方式民間航空機の 落下事故	大型機	$2.08 \times 10^{-9}$	$2.08 \times 10^{-9}$
	小型機	$8.17 \times 10^{-9}$	$8.17 \times 10^{-9}$
3) 自衛隊機又は 米軍機の落下事故	① 訓練空域内で 訓練中及び訓練 空域外を飛行中 の落下事故	空中給油機等	$2.26 \times 10^{-9}$
		その他	$1.78 \times 10^{-9}$
	② 基地—訓練空域を往復時の 落下事故	—	—
合計		$3.07 \times 10^{-9}$	$3.07 \times 10^{-9}$

以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

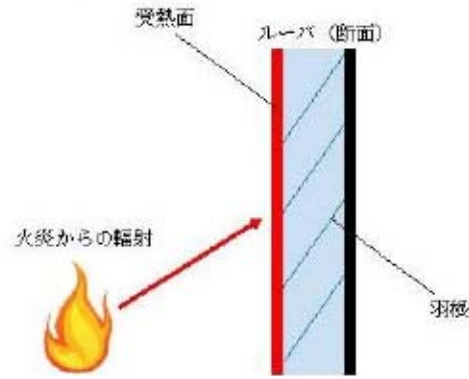
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第6-20図 ループの受熱面

c. 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第6-41表 ループへの火災影響評価に必要なデータ

離隔距離[m]	21
燃焼半径[m]	3.77
形態係数[-]	$5.793 \times 10^{-2}$
放射強度[W/m <sup>2</sup> ]	$3.36 \times 10^4$
燃焼継続時間[h]	1.38

d. ループ温度と膨張量

F-15による航空機火災の熱影響評価(7)から(11)と同様の算出方法により放射強度を求めた結果、ループが受ける放射強度は3.36kW/m<sup>2</sup>となり、この放射強度にて一定でループが昇温されるものとして、下記の式より対象ループの温度及び膨張量を算出する。

なお、ループの材質は、アルミニウム合金(JIS:A6063)である。

$$T = T_0 + \frac{\epsilon E}{2h}$$

$\epsilon$ :吸収率(0.9[-])<sup>※1</sup>  $E$ :放射強度[W/m<sup>2</sup>]

$h$ :ループの熱伝達率(17[W/m<sup>2</sup>/K])<sup>※2</sup>  $T_0$ :初期温度(50[°C])

※1:伝熱工学資料

※2:空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ表面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である17W/m<sup>2</sup>/Kを用いる。)

(出典:建築火災のリスクと火災安全設計,財団法人日本建築センター)

$$i = L\alpha(T - T_0)$$

$i$ :ループ膨張量,  $\alpha$ :熱膨張率(=2.36×10<sup>-5</sup>[1/K])

$h$ :熱伝達率(=17[W/m<sup>2</sup>/K],  $T_0$ :初期温度(50[°C])

$L$ :長辺方向のループ長さ(=1300[mm])

(出典:伝熱工学資料)

以下に評価結果を示す。

添付資料1

大飯発電所付近の空港と発電所との距離について

発電所名	空港名	発電所との距離 <sup>※1</sup>	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 <sup>※2</sup>	判定	備考
大飯発電所	但馬空港	約78km	約43km (23nm)	対象外	添付資料1-1
	大阪国際空港	約86km	約28km (15nm)	対象外	添付資料1-2
	福井空港	約85km	約31km (16.2nm)	対象外	添付資料1-3

注1:施設と空港の経度、緯度より計測した。

注2:航空路誌(AIP)を参照した。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第6-42表 ルーバの熱影響評価結果

ルーバ温度[℃]	148
ルーバ膨張量[mm]	3.1

e. 火災による熱影響の有無の評価

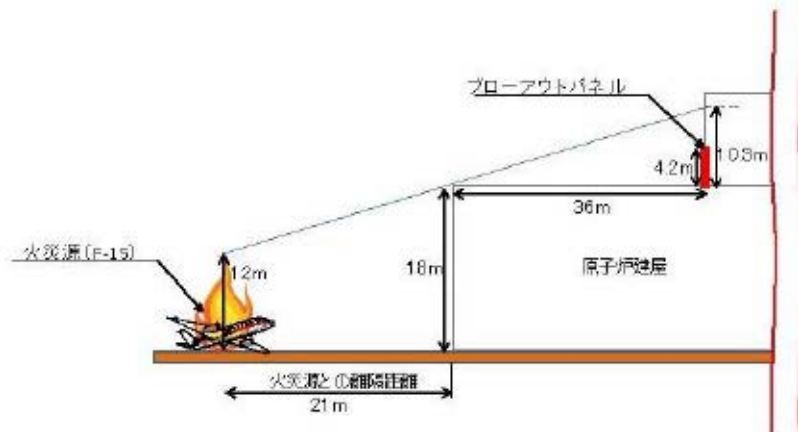
ルーバ温度は 149℃となり、ルーバ長辺方向の熱膨張量はルーバ長さ 1300mm に対して、3.1mm となったことから、ルーバの形状が大きく変形することはない。

また、ルーバの変形の有無にかかわらず、安全上支障のない期間に点検を行い、ルーバの使用に問題があると判断される場合には、交換等の措置が可能である。

なお、ルーバ内側には熱影響を受ける機器等がなく、変圧器火災時は、熱気流を考慮し、給気温度を監視しつつ、状況に応じて換気空調系の停止措置等を講じることから、建屋内への熱影響はない。

(4) 原子炉建屋ブローアウトパネルの火災影響評価について

原子炉建屋ブローアウトパネルは、原子炉建屋南側に1箇所設置されている。発熱源として、原子炉建屋に対する熱輻射が最も大きいF-15による航空機火災を想定する。F-15による火災の火炎高さは約12mであり、原子炉建屋ブローアウトパネルの設置高さ地上約18mより低く、原子炉建屋に遮蔽されるため輻射熱が直接原子炉建屋ブローアウトパネルに届くことはない（第6-21図）。



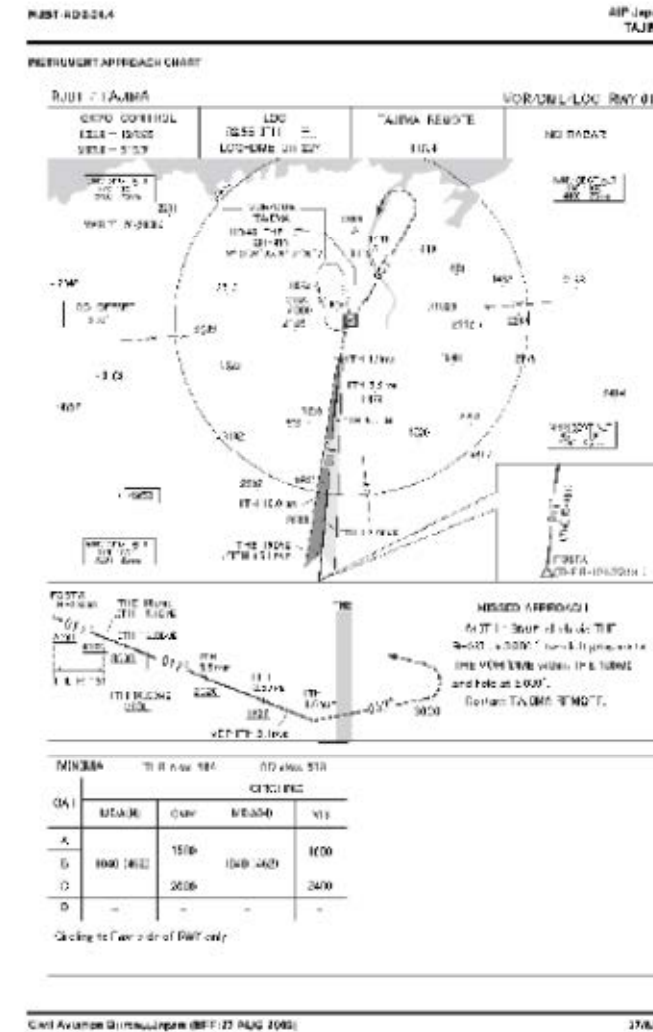
第6-21図 原子炉建屋ブローアウトパネルとF-15航空機火災との位置関係

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

添付資料1-1

但馬空港の最大離着陸地点までの距離について



泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

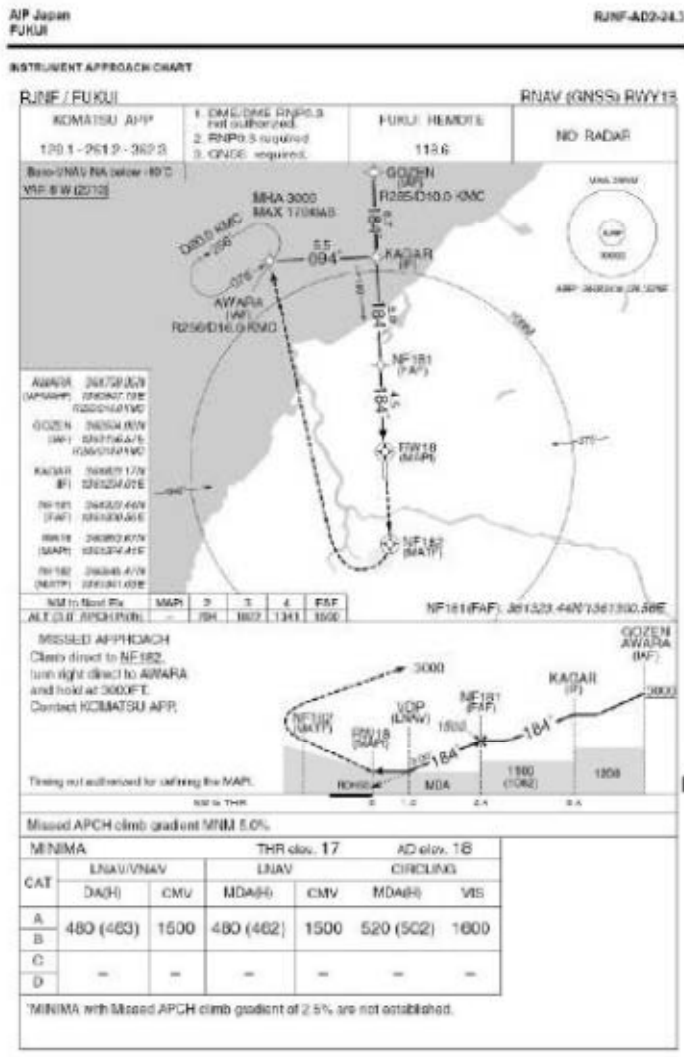
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大阪発電所3/4号炉	差異理由
		<p style="text-align: right;">添付資料1-2</p> <p style="text-align: center;">大阪国際空港の最大離着陸地点までの距離について</p> <p style="text-align: right;">4/2/16</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）


第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																									
		<p style="text-align: right;">添付資料1-3</p> <p style="text-align: center;">福井空港の最大離着陸地点までの距離について</p>  <p>The chart includes the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Chart Title:</b> R/NF/FUKU</li> <li><b>ICOMATSU APP:</b> 170.1-261.2-262.3</li> <li><b>Base-UNAVNA below 400 MSL:</b> 250.0 (270)</li> <li><b>Obstacles:</b> A table listing MSL to MSL Ex., MSL to MSL, and MSL to MSL Ex. for various points.</li> <li><b>Missed Approach:</b> Climb direct to NE182, turn right direct to AWARA and hold at 3000 FT. Contact KOMATSU APP.</li> <li><b>Timing:</b> Not authorized for carrying the MAP.</li> <li><b>MINIMA Table:</b> <table border="1" data-bbox="1869 1134 2315 1281"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAT</th> <th colspan="2">LNAV/VNAV</th> <th colspan="2">THR class 17</th> <th colspan="2">AD elev. 16</th> </tr> <tr> <th>DAH</th> <th>CMV</th> <th>MDAH</th> <th>CMV</th> <th>MDAH</th> <th>VIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>480 (483)</td> <td>1500</td> <td>480 (482)</td> <td>1500</td> <td>520 (502)</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>	CAT	LNAV/VNAV		THR class 17		AD elev. 16		DAH	CMV	MDAH	CMV	MDAH	VIS	A	480 (483)	1500	480 (482)	1500	520 (502)	1600	B	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	
CAT	LNAV/VNAV			THR class 17		AD elev. 16																																						
	DAH	CMV	MDAH	CMV	MDAH	VIS																																						
A	480 (483)	1500	480 (482)	1500	520 (502)	1600																																						
B	-	-	-	-	-	-																																						
C	-	-	-	-	-	-																																						
D	-	-	-	-	-	-																																						

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																
		<p style="text-align: center;">大飯発電所周辺における航空路と各航空路の幅について</p> <p style="text-align: center;">添付資料2</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>発電所名</th> <th>周辺航空路名称</th> <th>航空路の中心線と発電所間の距離<sup>※1</sup></th> <th>片側の航空路幅<sup>※2</sup></th> <th>判定</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">大飯発電所</td> <td>RNAV経路 Y18 (FUSOE-MIYAZU)</td> <td>約5km</td> <td>約9.26km (5m)</td> <td>対象</td> <td>添付資料3参照</td> </tr> <tr> <td>RNAV経路 Y352 (SOTOM-WAKIT)</td> <td>約12km</td> <td>約9.26km (5m)</td> <td>対象外</td> <td>添付資料3参照</td> </tr> <tr> <td>RNAV経路 Y354 (MENOI-ROKKO)</td> <td>約0.9km</td> <td>約9.26km (5m)</td> <td>対象</td> <td>添付資料3参照</td> </tr> <tr> <td>RNAV経路 Y295 (OGAKI-MIYAZU)</td> <td>約13km</td> <td>約9.26km (5m)</td> <td>対象外</td> <td>添付資料3参照</td> </tr> <tr> <td>航空路 G697 (OGAKI-MIYAZU)</td> <td>約13km</td> <td>7km</td> <td>対象外</td> <td>添付資料3参照</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：施設と空港の経度、緯度より計算した。                  注2：RNAV経路については、航法精度を航空路幅とみなすことから、片側の航空路幅は5m (=約9.26km)とした。航空路G697については、「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。</p>	発電所名	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 <sup>※1</sup>	片側の航空路幅 <sup>※2</sup>	判定	備考	大飯発電所	RNAV経路 Y18 (FUSOE-MIYAZU)	約5km	約9.26km (5m)	対象	添付資料3参照	RNAV経路 Y352 (SOTOM-WAKIT)	約12km	約9.26km (5m)	対象外	添付資料3参照	RNAV経路 Y354 (MENOI-ROKKO)	約0.9km	約9.26km (5m)	対象	添付資料3参照	RNAV経路 Y295 (OGAKI-MIYAZU)	約13km	約9.26km (5m)	対象外	添付資料3参照	航空路 G697 (OGAKI-MIYAZU)	約13km	7km	対象外	添付資料3参照	
発電所名	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 <sup>※1</sup>	片側の航空路幅 <sup>※2</sup>	判定	備考																														
大飯発電所	RNAV経路 Y18 (FUSOE-MIYAZU)	約5km	約9.26km (5m)	対象	添付資料3参照																														
	RNAV経路 Y352 (SOTOM-WAKIT)	約12km	約9.26km (5m)	対象外	添付資料3参照																														
	RNAV経路 Y354 (MENOI-ROKKO)	約0.9km	約9.26km (5m)	対象	添付資料3参照																														
	RNAV経路 Y295 (OGAKI-MIYAZU)	約13km	約9.26km (5m)	対象外	添付資料3参照																														
	航空路 G697 (OGAKI-MIYAZU)	約13km	7km	対象外	添付資料3参照																														

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
		<p>添付資料3</p> 	



泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由									
		<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p style="text-align: center;">評価対象となる航空路の飛行回数</p> <table border="1" data-bbox="1804 304 2570 499"> <thead> <tr> <th>評価対象となる航空路</th> <th>ピーク日の飛行回数<sup>※1</sup></th> <th>年間飛行回数<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RNAV経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU)</td> <td>平成25年下半年：16(7月31日) 平成26年上半年：22(6月4日)</td> <td>8030飛行回</td> </tr> <tr> <td>RNAV経路 Y384 (MENOU-ROKKO)</td> <td>平成25年下半年：-<sup>※3</sup>(7月31日) 平成26年上半年：9(6月4日)</td> <td>3285飛行回</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。                  ここでピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が半年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。                  注2：ピークデイの飛行回数を365倍した値。                  注3：Y384は平成25年10月17日適用</p>	評価対象となる航空路	ピーク日の飛行回数 <sup>※1</sup>	年間飛行回数 <sup>※2</sup>	RNAV経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU)	平成25年下半年：16(7月31日) 平成26年上半年：22(6月4日)	8030飛行回	RNAV経路 Y384 (MENOU-ROKKO)	平成25年下半年：- <sup>※3</sup> (7月31日) 平成26年上半年：9(6月4日)	3285飛行回	
評価対象となる航空路	ピーク日の飛行回数 <sup>※1</sup>	年間飛行回数 <sup>※2</sup>										
RNAV経路 Y18 (FUSOH-MIYAZU)	平成25年下半年：16(7月31日) 平成26年上半年：22(6月4日)	8030飛行回										
RNAV経路 Y384 (MENOU-ROKKO)	平成25年下半年：- <sup>※3</sup> (7月31日) 平成26年上半年：9(6月4日)	3285飛行回										

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																								
		<p>添付資料5</p> <p>航空機落下確率評価に係る標的面積 (大飯発電所)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>号炉</th> <th>原子炉格納容器</th> <th>原子炉周辺建屋等注1</th> <th>屋外タンク</th> <th>海水ポンプエリア</th> <th>ディーゼル発電機建屋</th> <th>中央制御室</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3号炉</td> <td>0.00163</td> <td>0.00538</td> <td>—注2</td> <td>0.00139</td> <td>—注3</td> <td>0.00189</td> <td>0.01029</td> </tr> <tr> <td>4号炉</td> <td>0.00163</td> <td>0.00538</td> <td>—注2</td> <td>0.00139</td> <td>—注3</td> <td>0.00189</td> <td>0.01029</td> </tr> </tbody> </table> <p>単位：km<sup>2</sup></p> <p>注1：安全系の機器、使用済燃料ピットを含む。                  注2：燃料取替用水ピット、復水ピットは原子炉周辺建屋に設置。                  注3：原子炉周辺建屋に設置。</p>	号炉	原子炉格納容器	原子炉周辺建屋等注1	屋外タンク	海水ポンプエリア	ディーゼル発電機建屋	中央制御室	合計	3号炉	0.00163	0.00538	—注2	0.00139	—注3	0.00189	0.01029	4号炉	0.00163	0.00538	—注2	0.00139	—注3	0.00189	0.01029	
号炉	原子炉格納容器	原子炉周辺建屋等注1	屋外タンク	海水ポンプエリア	ディーゼル発電機建屋	中央制御室	合計																				
3号炉	0.00163	0.00538	—注2	0.00139	—注3	0.00189	0.01029																				
4号炉	0.00163	0.00538	—注2	0.00139	—注3	0.00189	0.01029																				

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																												
		<p style="text-align: right;">添付資料6</p> <p style="text-align: center;">日本国機の運航距離</p> <p>・計算に用いる数値は「航空輸送統計年報第1表総括表」の次の値とする。                      日本国機の運航距離は、国内便のみの定期便と不定期便の値とする。                      日本国機の国際便は、日本から海外までの距離が記載されており、日本国内での運航距離ではないため、考慮しない。                      ・日本に乗り入れている外国機は運航距離について実績の公開記録がないため、考慮しない。                      ・ただし、日本国機の国際便、外国機の落下事故も日本国内で落下した場合は評価対象とする。</p> <table border="1" data-bbox="1884 861 2487 1558"> <thead> <tr> <th colspan="2">日本国機の運航距離（飛行回・km）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成5年</td><td>326,899,203</td></tr> <tr><td>平成6年</td><td>343,785,576</td></tr> <tr><td>平成7年</td><td>380,948,123</td></tr> <tr><td>平成8年</td><td>397,146,610</td></tr> <tr><td>平成9年</td><td>420,920,228</td></tr> <tr><td>平成10年</td><td>449,784,623</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>459,973,069</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>480,718,878</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>489,803,107</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>498,685,881</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>519,701,117</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>517,485,172</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>527,370,038</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>555,543,154</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>559,797,874</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>554,681,669</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>544,824,157</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>548,585,258</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>555,144,327</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>608,215,704</td></tr> <tr><td>合計</td><td>9,740,013,768</td></tr> </tbody> </table>	日本国機の運航距離（飛行回・km）		平成5年	326,899,203	平成6年	343,785,576	平成7年	380,948,123	平成8年	397,146,610	平成9年	420,920,228	平成10年	449,784,623	平成11年	459,973,069	平成12年	480,718,878	平成13年	489,803,107	平成14年	498,685,881	平成15年	519,701,117	平成16年	517,485,172	平成17年	527,370,038	平成18年	555,543,154	平成19年	559,797,874	平成20年	554,681,669	平成21年	544,824,157	平成22年	548,585,258	平成23年	555,144,327	平成24年	608,215,704	合計	9,740,013,768	
日本国機の運航距離（飛行回・km）																																															
平成5年	326,899,203																																														
平成6年	343,785,576																																														
平成7年	380,948,123																																														
平成8年	397,146,610																																														
平成9年	420,920,228																																														
平成10年	449,784,623																																														
平成11年	459,973,069																																														
平成12年	480,718,878																																														
平成13年	489,803,107																																														
平成14年	498,685,881																																														
平成15年	519,701,117																																														
平成16年	517,485,172																																														
平成17年	527,370,038																																														
平成18年	555,543,154																																														
平成19年	559,797,874																																														
平成20年	554,681,669																																														
平成21年	544,824,157																																														
平成22年	548,585,258																																														
平成23年	555,144,327																																														
平成24年	608,215,704																																														
合計	9,740,013,768																																														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由						
<p style="text-align: right;">別紙6-1</p> <p>非常用ディーゼル発電機（A）制御盤室内気温度評価における裕度の考え方について</p> <p>1. 概要                  非常用ディーゼル発電機（A）制御盤室（以下「DG(A)制御盤室」という。）の内気温度評価では、許容温度内の結果であるが、許容温度に迫る結果となったことから、評価の保守性による裕度を確認し、評価結果の有意性を確認する。</p> <p>2. 評価の裕度                  DG(A)制御盤室の室内初期温度は、下式に基づき、火災が起こる前の室内熱負荷と空調による除熱の熱容量がバランスする温度を初期温度として設定している。                  DG(A)制御盤室内気温度評価では、室内初期温度設定にあたって、換気風量、吹出温度の設定に保守性を見込んでいる。（第1表）DG(A)制御盤室の内気温度<math>T_n</math>は、次式のように表せる。</p> $T_n = T_2 + \frac{Q_{HR}}{m_2 c_{p2}}$ <p><math>Q_{HR}</math> : DG(A)室からDG(A)制御盤室への放熱量[W]  <math>m_2</math> : DG(A)制御盤室の換気風量[kg/s]  <math>c_{p2}</math> : DG(A)制御盤室の定圧比熱 [1007 [J/kg/K]]  <math>T_2</math> : DG(A)制御盤室初期温度[°C]</p> <p>DG(A)制御盤室初期温度<math>T_2</math>は、次式のように表せる。</p> $T_2 = T_{a2} + \frac{Q_2}{m_2 c_{p2}}$ <p><math>Q_2</math> : DG(A)制御盤室の熱負荷 [3256.4 [W]]  <math>T_{a2}</math> : DG(A)制御盤室吹出温度 [20 [°C]]</p> <p>第1表 DG(A)制御盤室初期温度設定における保守性</p> <table border="1" data-bbox="154 1348 884 1549"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>保守性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>換気風量 [kg/s] <math>m_2</math></td> <td>・保守的に換気風量として設計風量（設計上必要となる最低限の換気風量の設定値）を用いている。</td> </tr> <tr> <td>吹出温度 [°C] <math>T_{a2}</math></td> <td>・空調後の給気温度を管理する制御範囲のうち、最高温度としている。</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここで、最も温度評価結果に影響が出る換気風量について、保守的に設計風量（設計上必要となる最低限の換気風量の設定値）から求めた初期温度を用いた温度評価結果と実際のDG(A)制御盤室の換気風量から求めた初期温度を用いた温度評価結果とを比較し、評価上の裕度を確認する。                  DG(A)制御盤室における比較結果を第2表に示す。</p>	項目	保守性	換気風量 [kg/s] $m_2$	・保守的に換気風量として設計風量（設計上必要となる最低限の換気風量の設定値）を用いている。	吹出温度 [°C] $T_{a2}$	・空調後の給気温度を管理する制御範囲のうち、最高温度としている。			
項目	保守性								
換気風量 [kg/s] $m_2$	・保守的に換気風量として設計風量（設計上必要となる最低限の換気風量の設定値）を用いている。								
吹出温度 [°C] $T_{a2}$	・空調後の給気温度を管理する制御範囲のうち、最高温度としている。								

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

第2表 換気風量の設定による温度評価結果の比較（DG(A)制御盤室）

パラメータ	換気風量 $m_0$ [ks/a]	室内初期温度 $T_2$ [°C]	温度評価結果 $T_n$ [°C]	許容温度 [°C]
設計風量を用いた場合	0.178	38.1	39.9	40
実際の換気風量を用いた場合	0.99	23.3	24.6	40

3. 確認結果

以上より、保守的な換気風量から求めた室内初期温度の設定に由来する温度評価結果の裕度は、DG(A)制御盤室では15.3°C (=39.9-24.6[°C])であり、十分に保守性を有している。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別紙6-2</p> <p>2号炉静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器火災による原子炉建屋に対する熱影響評価における不確かさと裕度の考え方について</p> <p>1. 概要                  2号炉静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器（以下「PLRVVVF変圧器」という。）火災による原子炉建屋に対する熱影響評価では、許容温度内の結果であるが、許容温度に迫る結果となったことから、評価の保守性による裕度を確認し、評価結果の有意性を確認する。</p> <p>2. 評価の裕度                  2号炉 PLR-VVVF 変圧器火災の原子炉建屋に対する熱影響評価では、温度評価にあたって、建屋外壁の建材であるコンクリートの熱吸収率及び外壁の初期温度の設定に保守性を見込んでいる。（第1表）                  建屋外壁はコンクリートの熱吸収率を考慮しない評価をしていることから、コンクリートの熱吸収率を考慮した評価結果と比較し、評価上の裕度を確認する。                  放熱を考慮する場合の建屋外壁の表面温度は一次元の非定常熱伝導方程式の一般解により下式より求められる。</p> $\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)$ <p>T: 建屋温度 [°C], x: コンクリート深さ, t: 時間                  λ: コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/m/K])                  （出典：伝熱工学，東京大学出版会）</p> <p>上式はコンクリート表面 (x=0) において、以下の境界条件を満たす。</p> $h(T - T_0) - \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = E \quad (x = 0)$ $\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x = L)$ <p>E: 輻射強度 [W/m²], h: 熱伝達率 [W/m²/K], L: コンクリート厚さ [m]</p> <p>上記境界条件より、熱伝導方程式の一般解は下式のように表せる。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																				
<p> <math display="block">T = T_0 + \left(\frac{\varepsilon R}{h}\right) \left[ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) - \exp\left(\frac{h}{\lambda}x + \frac{h^2}{\lambda^2}\alpha t\right) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} + \frac{h}{\lambda}\sqrt{\alpha t}\right) \right\} \right]</math> </p> <p> <math>T_0</math>:初期温度[50[°C)], <math>\varepsilon</math>:輻射強度[W/m<sup>2</sup>]  <math>x</math>:コンクリート深さ, <math>c</math>:火災継続時間[s]  <math>C_p</math>:コンクリート比熱(963 [J/kg/K]), <math>\rho</math>:コンクリート密度(2400[kg/m<sup>3</sup>])  <math>\alpha</math>:コンクリート温度拡散率 <math>\left[\alpha = \frac{\lambda}{\rho C_p}\right]</math> (7.58 × 10<sup>-7</sup>[m<sup>2</sup>/s])  <math>\lambda</math>:コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/m<sup>2</sup>/K]), <math>\varepsilon</math>:コンクリート熱吸収率[-]                      (出典：伝熱工学，東京大学出版会)                 </p> <p>第1表 2号炉 PLR-VVVF 変圧器火災の熱影響評価における保守性</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>保守性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>熱吸収率 [W] <math>\varepsilon</math></td> <td>・熱吸収率を考慮せず、受熱面に対する輻射熱は全て蓄熱されるものとしている。</td> </tr> <tr> <td>初期温度 [°C] <math>T_0</math></td> <td>・発電所周辺の気象台における過去10年間の最高気温 35.8°Cにおける建屋外壁面の日射の影響を考慮した温度 44°Cを切り上げた値である 50°Cを初期温度としている。</td> </tr> <tr> <td>建屋外壁内表面 (<math>x=L</math>) の 境界条件</td> <td>・建屋外壁内表面から建屋内への対流及び輻射による放熱を考慮しない条件にて評価している。</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここで、上式より求めたコンクリートの熱吸収率を考慮しない場合の評価結果とコンクリートの熱吸収率を考慮した場合の評価結果とを比較し、評価上の裕度を確認する。比較結果を第2表に示す。</p> <p>第2表 コンクリートの熱吸収率の設定による原子炉建屋外壁の温度評価結果の比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>熱吸収率 <math>\varepsilon</math> [-]</th> <th>温度評価結果 <math>T</math> [°C]</th> <th>許容温度 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コンクリートの熱吸収率を考慮しない場合</td> <td>1.0</td> <td>198</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>コンクリートの熱吸収率を考慮する場合</td> <td>0.94</td> <td>189</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 確認結果</p> <p>以上より、保守的なコンクリートの熱吸収率設定に由来する温度評価結果の裕度は9°C (=198-189[°C])であり、加えて、初期温度及び境界条件についても裕度を見込んでいることから、十分に保守性を有している。</p>	項目	保守性	熱吸収率 [W] $\varepsilon$	・熱吸収率を考慮せず、受熱面に対する輻射熱は全て蓄熱されるものとしている。	初期温度 [°C] $T_0$	・発電所周辺の気象台における過去10年間の最高気温 35.8°Cにおける建屋外壁面の日射の影響を考慮した温度 44°Cを切り上げた値である 50°Cを初期温度としている。	建屋外壁内表面 ( $x=L$ ) の 境界条件	・建屋外壁内表面から建屋内への対流及び輻射による放熱を考慮しない条件にて評価している。	パラメータ	熱吸収率 $\varepsilon$ [-]	温度評価結果 $T$ [°C]	許容温度 [°C]	コンクリートの熱吸収率を考慮しない場合	1.0	198	200	コンクリートの熱吸収率を考慮する場合	0.94	189	200			
項目	保守性																						
熱吸収率 [W] $\varepsilon$	・熱吸収率を考慮せず、受熱面に対する輻射熱は全て蓄熱されるものとしている。																						
初期温度 [°C] $T_0$	・発電所周辺の気象台における過去10年間の最高気温 35.8°Cにおける建屋外壁面の日射の影響を考慮した温度 44°Cを切り上げた値である 50°Cを初期温度としている。																						
建屋外壁内表面 ( $x=L$ ) の 境界条件	・建屋外壁内表面から建屋内への対流及び輻射による放熱を考慮しない条件にて評価している。																						
パラメータ	熱吸収率 $\varepsilon$ [-]	温度評価結果 $T$ [°C]	許容温度 [°C]																				
コンクリートの熱吸収率を考慮しない場合	1.0	198	200																				
コンクリートの熱吸収率を考慮する場合	0.94	189	200																				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																					
<p>添付資料-7</p> <p>女川原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について</p> <p>1. はじめに                  本評価は、発電所敷地への航空機墜落による火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が女川原子力発電所の敷地内で起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。                  本評価は、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書C原子力発電所への航空機墜落による火災の影響評価について」に基づき実施する。</p> <p>2. 航空機墜落による火災の影響評価                  航空機墜落確率評価では、対象となる航空機の種類及び飛行形態を考慮して墜落確率を求めている。                  航空機墜落による火災の影響は、対象航空機の燃料積載量に大きく依存することから、別紙7-1に示すとおり、民間航空機と自衛隊機又は米軍機に分類し、また、大型航空機と小型航空機に分類し以下のカテゴリごとに火災影響評価を実施する。</p> <p>第2-1表 落下事故のカテゴリ</p> <table border="1" data-bbox="94 1050 926 1344"> <thead> <tr> <th>1) 計器飛行方式民間航空機</th> <th>飛行場での離着陸時</th> <th>①大型民間航空機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>航空路を巡航中</td> <td>②小型民間航空機</td> </tr> <tr> <th>2) 有視界飛行方式民間航空機</th> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>3) 自衛隊機又は米軍機</th> <td>③訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中</td> <td>④-1 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機※ ④-2 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機※</td> </tr> <tr> <td></td> <td>④基地-訓練空域間往復時※</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：女川原子力発電所は、仙台空港からの最大離着陸地点以遠に位置するため対象外。（別紙7-2）                  ※2：女川原子力発電所の上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域がないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。（別紙7-3）                  ※3：女川原子力発電所の近傍に、基地-訓練空域間の移動経路が存在することから評価対象とする。（別紙7-3）</p> <p>(1) 航空機墜落による火災の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>航空機は、女川原子力発電所における航空機墜落評価の対象航空機のうち、燃料積載量が最大の機種とする。（第2-2表）</li> <li>航空機は燃料を満載した状態を想定する。</li> <li>航空機の墜落は発電所敷地内であって墜落確率が<math>10^{-7}</math> [回/炉・年]以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。</li> <li>航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。</li> <li>気象条件は無風状態とする。</li> </ul>	1) 計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	①大型民間航空機		航空路を巡航中	②小型民間航空機	2) 有視界飛行方式民間航空機			3) 自衛隊機又は米軍機	③訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	④-1 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機※ ④-2 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機※		④基地-訓練空域間往復時※		<p>1.3. 泊発電所3号機に対する航空機落下確率評価の結果について</p> <p>「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25原院第1号）に基づき評価を行った結果、約<math>4.8 \times 10^{-8}</math> 回/炉・年となり、<math>10^{-7}</math> (回/炉・年)を下回ることを確認した。評価対象事故、評価に用いた数値および評価結果について、以下に示す。</p> <p>1. 評価対象事故</p> <table border="1" data-bbox="926 609 1762 1050"> <thead> <tr> <th rowspan="2">号炉</th> <th colspan="2">1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th rowspan="2">2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th colspan="2">3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</th> </tr> <tr> <th>①飛行場での離着陸時における落下事故</th> <th>②航空路を巡航中の落下事故</th> <th>①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</th> <th>②基地-訓練空域間を往復時の落下事故</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3号炉</td> <td>×※1</td> <td>×※2</td> <td>○</td> <td>○※3</td> <td>×※3</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：対象、×：対象外</p> <p>注1：最大離着陸距離は発電所から空港までの距離より小さい。（添付資料-1）                  注2：発電所上空に航空路は存在しない。（添付資料-2）                  注3：発電所周辺上空は自衛隊機の訓練空域である。また、発電所は米軍機の基地-訓練空域間の往復の想定範囲内にはない。（添付資料-2）</p> <p>2. 評価に用いた数値</p> <p>(1) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> $P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot a)$ <p><math>P_v</math>：対象施設への航空機落下確率（回/年）  <math>f_v</math>：単位年当たりの落下事故率（回/年）  <math>S_v</math>：全国土面積（<math>km^2</math>）  <math>A</math>：原子炉施設の標的面積（<math>km^2</math>）  <math>a</math>：対象航空機の種類による係数</p>	号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故	①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地-訓練空域間を往復時の落下事故	3号炉	×※1	×※2	○	○※3	×※3	<p>添付資料1.3</p> <p>航空機の落下による火災の影響評価に用いたデータについて</p> <p>(1) 航空機の仕様について</p> <table border="1" data-bbox="1762 378 2599 651"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">軍用機</th> </tr> <tr> <th>大型輸送機等</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定した機種</td> <td>B747-400</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>JET A-1+灯油</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料の最大搭載量 [<math>m^3</math>]</td> <td>216.84<sup>1)</sup></td> <td>145.04<sup>2)</sup></td> <td>14.87<sup>3)</sup></td> </tr> <tr> <td>燃料タンク投影面積 [<math>m^2</math>]</td> <td>700<sup>1)</sup></td> <td>405.2<sup>4)</sup></td> <td>44.6<sup>5)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>1) ボーイング社ホームページ「Technical Characteristics - Boeing 747-400」に記載の値                  2) ボーイング社ホームページ資料「747 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面より、主翼、主翼と交差する胴体部および尾翼面積が燃料タンク面積と同等と想定し、これらの面積を算出した値                  3) 世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の値および燃料密度から算出した値                  4) ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」に記載している同型機の機体図面より、燃料タンクの配置および大きさを想定し、これらの面積を算出した値                  5) 航空ジャーナル2月号増刊F-15イーグル(航空ジャーナル社 昭和55年2月5日発行) (予備タンクを含む)                  6) 航空ジャーナル1978別冊F-15イーグル(昭和53年3月5日発行)に記載の機体図面より、燃料タンクの配置および大きさを想定し、これらの面積を算出した値</p> <p>(2) 燃料の物性値について                  民間航空機の対象航空機としてボーイング747-400型機を選定しているが、当該機が使用する燃料の種類は、JET A-1 燃料である。火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、放射発散度および質量低下速度について、JET A-1 燃料に関する明確な知見がないため、ASTM D1655-12a に「ジェット燃料には合成炭化水素が含まれるが、この合成炭化水素は原油、オイルサンドあるいはシェールサンドから精製されたもので、物性値は極めて灯油に近い」と記載があることから、NUREG-1805 における灯油の値を使用している。</p>	項目	民間航空機	軍用機		大型輸送機等	その他	想定した機種	B747-400	KC-767	F-15	燃料の種類	JET A-1+灯油	JP-4	JP-4	燃料の最大搭載量 [ $m^3$ ]	216.84 <sup>1)</sup>	145.04 <sup>2)</sup>	14.87 <sup>3)</sup>	燃料タンク投影面積 [ $m^2$ ]	700 <sup>1)</sup>	405.2 <sup>4)</sup>	44.6 <sup>5)</sup>	
1) 計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	①大型民間航空機																																																						
	航空路を巡航中	②小型民間航空機																																																						
2) 有視界飛行方式民間航空機																																																								
3) 自衛隊機又は米軍機	③訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	④-1 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機※ ④-2 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機※																																																						
	④基地-訓練空域間往復時※																																																							
号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故																																																				
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地-訓練空域間を往復時の落下事故																																																			
3号炉	×※1	×※2	○	○※3	×※3																																																			
項目	民間航空機	軍用機																																																						
		大型輸送機等	その他																																																					
想定した機種	B747-400	KC-767	F-15																																																					
燃料の種類	JET A-1+灯油	JP-4	JP-4																																																					
燃料の最大搭載量 [ $m^3$ ]	216.84 <sup>1)</sup>	145.04 <sup>2)</sup>	14.87 <sup>3)</sup>																																																					
燃料タンク投影面積 [ $m^2$ ]	700 <sup>1)</sup>	405.2 <sup>4)</sup>	44.6 <sup>5)</sup>																																																					



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

・火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

第2-2表 航空機墜落による火災影響評価の評価対象航空機

分類	民間航空機		自衛隊又は米軍機		
	大型民間航空機	小型民間航空機	訓練空域外を飛行中		基地 - 訓練空域間往復時
対象航空機	B747-400	Jr228-200	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	
選定理由	民間の大型航空機の中で燃料搭載量が最大規模のものを選定*	民間の小型航空機の中で燃料搭載量が最大規模のものを選定（別紙7-4）	主要自衛隊航空機の中で燃料搭載量が最大規模のものを選定（別紙7-5）		

※：評価対象航空機を飛行すると考えられる国内の定期便のうち、燃料搭載量が最大の航空機を選定（平成25年現在）。

(2) 評価手法の概要

本評価は、女川原子力発電所に対する航空機墜落による火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-3表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
放射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の放射強度
形態係数 [-]	火災と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径 [-]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径
燃焼継続時間 [s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離 [m]	発電用原子炉施設を中心にして墜落確率が 10 <sup>-7</sup> [回/炉・年] 以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値 [-]	建屋の外壁、天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界位置になる値

上記の評価指標は、受熱面が放射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し放射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による放射発散度の低減がないものとする。

放射熱に対する建物の危険放射強度を調査し、放射強度がその建物の危険放射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地内であって墜落確率が 10<sup>-7</sup> [回/炉・年] 以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、女川原子力発電所における航空機墜落確率評価の対象航空機を、第2-1表に示すカテゴリごとに墜落確率が 10<sup>-7</sup> [回/炉・年] となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を導出する。

(4) 標的面積の算出

泊発電所3号炉

パラメータ	3号炉
$f_i^{注1}$	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 39/20=1.95 大型回転翼機 2/20=0.10 小型回転翼機 37/20=1.85
$S_i^{注1}$	37.2万
$A^{注2}$	0.0116
$\alpha^{注3}$	大型固定翼機、大型回転翼機：1 小型固定翼機、小型回転翼機：0.1
$P_i$	$1.57 \times 10^{-8}$

注1：「平成20年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成21年8月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）による。

なお、大型固定翼機については昭和63年～平成19年の間に事故は発生していないため、保守的に0.5件として評価した。

注2：原子炉建屋、循環水ポンプ建屋及び原子炉補助建屋の一部（他号炉に係わる部分を除く）等の合計値（添付資料-3）

注3：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」による。

(2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故（訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故）

$$P_{si} = \left(\frac{f_{si}}{S_i}\right) \cdot A$$

$P_{si}$ ：訓練空域内での対象施設への航空機落下確率（回/年）  
 $f_{si}$ ：単位年当たりの訓練空域内落下事故率（回/年）  
 $S_i$ ：全国の陸上の訓練空域の面積（km<sup>2</sup>）  
 $A$ ：原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）

$$P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_o}\right) \cdot A$$

$P_{so}$ ：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回/年）  
 $f_{so}$ ：単位年当たりの訓練空域外落下事故率（回/年）  
 $S_o$ ：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積（km<sup>2</sup>）  
 $A$ ：原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）

大飯発電所3/4号炉

項目	民間航空機	軍用機	
		大型輸送機等	戦闘機等
放射発散度 $R_i$ [W/m <sup>2</sup> ]	$50 \times 10^3$ <sup>7)</sup>	$58 \times 10^3$ <sup>10)</sup>	$58 \times 10^3$ <sup>11)</sup>
質量低下速度 $M$ [kg/m <sup>2</sup> ・s]	0.039 <sup>8)</sup>	0.051 <sup>10)</sup>	0.051 <sup>11)</sup>
密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	840 <sup>9)</sup>	760 <sup>10)</sup>	760 <sup>11)</sup>
燃焼速度 $v$ [m/s] = $M/\rho$	$4.64 \times 10^{-2}$	$6.71 \times 10^{-2}$	$6.71 \times 10^{-2}$

7) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおける灯油の値

8) NUREG-1805に記載の灯油の値

9) ASTM D1655-12aのJet A-1の値

10) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおけるガソリン・ナフサの値

11) NUREG-1805に記載のJP-4の値

(3) 航空機燃料JP-4とJP-5の物性値の比較について

軍用で主に使用される航空機燃料として、JP-4およびJP-5が挙げられ、それぞれの物性値は以下のとおり。

燃料の種類	JP-4	JP-5
放射発散度 $R_i$ [W/m <sup>2</sup> ]	$58 \times 10^3$	$50 \times 10^3$
質量低下速度 $M$ [kg/m <sup>2</sup> ・s]	0.051	0.054
密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	760	810
燃焼速度 $v$ [m/s] = $M/\rho$	$6.71 \times 10^{-2}$	$6.66 \times 10^{-2}$

熱影響評価を実施する際には、放射発散度についてはJP-4の方が大きいため、JP-4の値を使用するほうが保守的な結果を得ることができる。また、燃焼速度についてはJP-5の方がわずかに小さく燃焼継続時間が長くなるため、保守的な評価となる。

そのため、F-15の航空機落下の熱影響評価について、JP-5の燃料を想定した影響評価を実施した結果、約95℃となりJP-4の結果を下回ることを確認した。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」（平成21・06・25 原院第1号）の航空機落下確率評価式に基づき、第2-1表に示すカテゴリごとに、墜落確率が $10^{-7}$ [回/炉・年]に相当する面積を算出する。

a. 大型民間航空機の標的面積の算出

(a)計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航中の落下事故

$$P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W}$$

$P_c$ ：対象施設への巡航中の航空機落下確率 [回/年]

$N_c$ ：評価対象とする航空路等の年間飛行回数 [飛行回/年]

$A$ ：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]

$W$ ：航空路幅 [km]

$f_c = G_c / H_c$ ：単位飛行時間当たりの巡航中の落下事故確率 [回/(飛行回・km)]

$G_c$ ：巡航中事故件数 [回]

$H_c$ ：延べ飛行距離 [飛行回・km]

第2-4表 墜落確率の算出結果（計器飛行方式民間航空機）

	女川原子力発電所2号炉
対象航空路 <sup>※1</sup>	直行経路 MIYAKO(VQD)-JVRKI(IIE)
$N_c$ <sup>※2</sup>	182.5
$A$ <sup>※3</sup>	0.0156
$W$ <sup>※4</sup>	27
$f_c$ <sup>※5</sup>	0.5/9,439,243,077=5.30×10 <sup>-11</sup>
$P_c$	5.59×10 <sup>-12</sup>

※1：女川原子力発電所周辺の航空路図（AIP エンルートチャート）による。（別紙7-8）  
 ※2：国土交通省航空局への問い合わせ結果を365倍した値。（別紙7-9）  
 ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-9）  
 ※4：「航空路等設定基準」による。  
 ※5：事故件数は、平成3年～平成22年の間で0件であるため保守的に0.5件と仮定した。延べ飛行距離は平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報、第1表 総括表、1.輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値。（別紙7-9）

(b) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$$

$P_v$ ：対象施設への航空機落下確率 [回/年]

$f_v$ ：単位年あたりの落下事故率 [回/年]

$S_v$ ：国土面積 (=37.8万[km<sup>2</sup>])

$A$ ：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]

$\alpha$ ：対象航空機の種類による係数 [-]

第2-5表 墜落確率の算出結果（有視界飛行方式民間航空機）

	女川原子力発電所2号炉
$f_v$ <sup>※1</sup>	大型固定翼機 0.5/20=0.025 大型回転翼機 2/20=0.1
$S_v$ <sup>※1</sup>	372,000
$\alpha$ <sup>※2</sup>	大型固定翼機、大型回転翼機：1
$A$ <sup>※3</sup>	0.0156
$P_v$	5.24×10 <sup>-9</sup>

※1：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）による。事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。  
 ※2：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」による。  
 ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-9）

泊発電所3号炉

パラメータ	3号炉
$f_{自}$ 又は $f_{米}$ <sup>※1</sup>	自衛隊機( $f_{自}$ ) 3/20=0.15 米軍機( $f_{米}$ ) 6/20=0.30
$S_{自}$ 又は $S_{米}$ <sup>※1</sup>	自衛隊機( $S_{自}$ ) 7.72万 米軍機( $S_{米}$ ) 37.2万
$A$	0.0116
$P_{自}$ 及び $P_{米}$	$2.25 \times 10^{-9}(P_{自}) + 9.35 \times 10^{-9}(P_{米})$ $= 3.19 \times 10^{-8}$

注1：「平成20年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成21年8月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）による。

3. 落下確率値の合計値

泊発電所

号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合計
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地-訓練空域間往復時の落下事故	
3号炉	-	-	1.57×10 <sup>-8</sup>	3.19×10 <sup>-8</sup>	-	約4.8×10 <sup>-8</sup>

以上

大飯発電所3/4号炉

想定する航空機	F-15	
燃料の種類	JP-4	JP-5
離陸距離 L [m]	36	
形態係数	0.022	
放射強度 R f [W/m <sup>2</sup> ]	58×10 <sup>3</sup>	50×10 <sup>3</sup>
受熱面の放射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]	1276	1100
燃料量 [m <sup>3</sup> ]	14.87	
燃料タンクの投影面積 [m <sup>2</sup> ]	44.6	
質量低下速度 M [kg/m <sup>2</sup> ・s]	0.051	0.054
密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	760	810

燃焼速度 v [m/s] = M / ρ	6.71×10 <sup>-2</sup>	6.66×10 <sup>-2</sup>
燃焼継続時間 [hr]	1.38	1.39
表面温度 [℃]	約102	約95

以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																													
<p>大型民間航空機の墜落確率 (P<sub>c</sub>+P<sub>v</sub>) が 10<sup>-7</sup> [回/炉・年] となる標的面積 A' を求める式は以下のとおり。</p> $A' = \frac{10^{-7}}{P_c + P_v} \cdot A$ <p>上記より、標的面積 A' は A' =0.297393 [km<sup>2</sup>] となる。</p> <p>b. 小型民間航空機の標的面積の算出</p> $P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$ <p>P<sub>v</sub>：対象施設への航空機落下確率 [回/年]                  f<sub>v</sub>：単位年あたりの落下事故率 [回/年]                  S<sub>v</sub>：全国土面積 (=37.2万[km<sup>2</sup>])                  A：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]                  α：対象航空機の種類による係数 [-]</p> <p>第2-8表 墜落確率の算出結果（小型民間航空機）</p> <table border="1" data-bbox="121 814 875 1024"> <thead> <tr> <th></th> <th>女川原子力発電所2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f<sub>v</sub><sup>※1</sup></td> <td>小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 30/20=1.5</td> </tr> <tr> <td>S<sub>v</sub><sup>※1</sup></td> <td>372,000</td> </tr> <tr> <td>α<sup>※2</sup></td> <td>小型固定翼機、小型回転翼機：0.1</td> </tr> <tr> <td>A<sup>※3</sup></td> <td>0.0158</td> </tr> <tr> <td>P<sub>v</sub></td> <td>1.36 × 10<sup>-8</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人原子力安全基盤機構）による。                  ※2：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」による。                  ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）</p> <p>小型民間航空機の墜落確率 P<sub>v</sub> が 10<sup>-7</sup> [回/炉・年] となる標的面積 A' を求める式は以下のとおり。</p> $A' = \frac{10^{-7}}{P_v} \cdot A$ <p>上記より、標的面積 A' は A' =0.114706 [km<sup>2</sup>] となる。</p> <p>c. 自衛隊機又は米軍機の標的面積の算出</p> <p>(a) 訓練空域外を飛行中の落下事故（空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機）</p>		女川原子力発電所2号炉	f <sub>v</sub> <sup>※1</sup>	小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 30/20=1.5	S <sub>v</sub> <sup>※1</sup>	372,000	α <sup>※2</sup>	小型固定翼機、小型回転翼機：0.1	A <sup>※3</sup>	0.0158	P <sub>v</sub>	1.36 × 10 <sup>-8</sup>	<p>添付資料—1                  発電所付近の空港と発電所との距離について</p> <table border="1" data-bbox="952 394 1757 653"> <thead> <tr> <th>発電所名称</th> <th>空港名</th> <th>発電所と空港の距離<sup>※1</sup></th> <th>空港と空港の最大離着陸地点までの距離<sup>※2</sup></th> <th>判定</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">泊発電所</td> <td>札幌空港</td> <td>約70km</td> <td>約27km (14.4nm)</td> <td>対象外</td> <td>添付資料—1(1)</td> </tr> <tr> <td>新千歳空港</td> <td>約100km</td> <td>約33km (17.7nm)</td> <td>対象外</td> <td>添付資料—1(2)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：発電所と空港の緯度、経度より計測した。                  注2：航空路誌(AIP)を参照した。</p>	発電所名称	空港名	発電所と空港の距離 <sup>※1</sup>	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 <sup>※2</sup>	判定	備考	泊発電所	札幌空港	約70km	約27km (14.4nm)	対象外	添付資料—1(1)	新千歳空港	約100km	約33km (17.7nm)	対象外	添付資料—1(2)		
	女川原子力発電所2号炉																															
f <sub>v</sub> <sup>※1</sup>	小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 30/20=1.5																															
S <sub>v</sub> <sup>※1</sup>	372,000																															
α <sup>※2</sup>	小型固定翼機、小型回転翼機：0.1																															
A <sup>※3</sup>	0.0158																															
P <sub>v</sub>	1.36 × 10 <sup>-8</sup>																															
発電所名称	空港名	発電所と空港の距離 <sup>※1</sup>	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 <sup>※2</sup>	判定	備考																											
泊発電所	札幌空港	約70km	約27km (14.4nm)	対象外	添付資料—1(1)																											
	新千歳空港	約100km	約33km (17.7nm)	対象外	添付資料—1(2)																											

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

$$P_{so} = \left( \frac{f_{so}}{S_0} \right) \cdot A$$

$P_{so}$ ：訓練空域外での対象施設への航空機墜落確率 [回/年]  
 $f_{so}$ ：単位年あたりの訓練空域外墜落事故率 [回/年]  
 $S_0$ ：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 [km<sup>2</sup>]  
 $A$ ：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]

第2-7表 墜落確率の算出結果

(空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機)

	女川原子力発電所2号炉
$f_{so}^{*1}$	自衛隊機 0.5/20=0.025 米軍機 1/20=0.05
$S_0^{*1}$	自衛隊機 295,000 米軍機 372,000
$A^{*2}$	0.0156
$P_{so}$	$3.42 \times 10^{-7}$

※1：「平成23年度 航空機墜落事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。  
 ※2：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。(別紙7-0)

空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機の墜落確率 ( $P_{so}$ ) が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A'$  を求める式は以下のとおり。

$$A' = \frac{10^{-7}}{P_{so}} \cdot A$$

上記より、標的面積  $A'$  は  $A' = 0.456140$  [km<sup>2</sup>] となる。

(b) 訓練空域外を飛行中の落下事故(その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機)

$$P_{so} = \left( \frac{f_{so}}{S_0} \right) \cdot A$$

$P_{so}$ ：訓練空域外での対象施設への航空機墜落確率 [回/年]  
 $f_{so}$ ：単位年あたりの訓練空域外墜落事故率 [回/年]  
 $S_0$ ：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 [km<sup>2</sup>]  
 $A$ ：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]

第2-8表 墜落確率の算出結果

(その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機)

		女川原子力発電所2号炉			
		大型固定翼機	小型固定翼機	大型回転翼機	小型回転翼機
$f_{so}^{*1}$	自衛隊機	1/20=0.05	1/20=0.05	1/20=0.05	5/20=0.25
	米軍機	2/20=0.1	1/20=0.05	1/20=0.05	0.5/20=0.025
$S_0^{*1}$	自衛隊機	295,000			
	米軍機	372,000			
$A^{*2}$		0.0156			
$P_{so}$	自衛隊機	$2.84 \times 10^{-7}$	$2.64 \times 10^{-7}$	$2.84 \times 10^{-7}$	$1.32 \times 10^{-6}$
	米軍機	$4.18 \times 10^{-7}$	$2.10 \times 10^{-7}$	$2.10 \times 10^{-7}$	$1.05 \times 10^{-7}$
	計	$3.08 \times 10^{-6}$			

※1：「平成23年度 航空機墜落事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。  
 ※2：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。(別紙7-0)

その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機の墜落確率 ( $P_{so}$ ) が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A'$  を求める式は以下のとおり。

泊発電所3号炉

添付資料-1 (1)

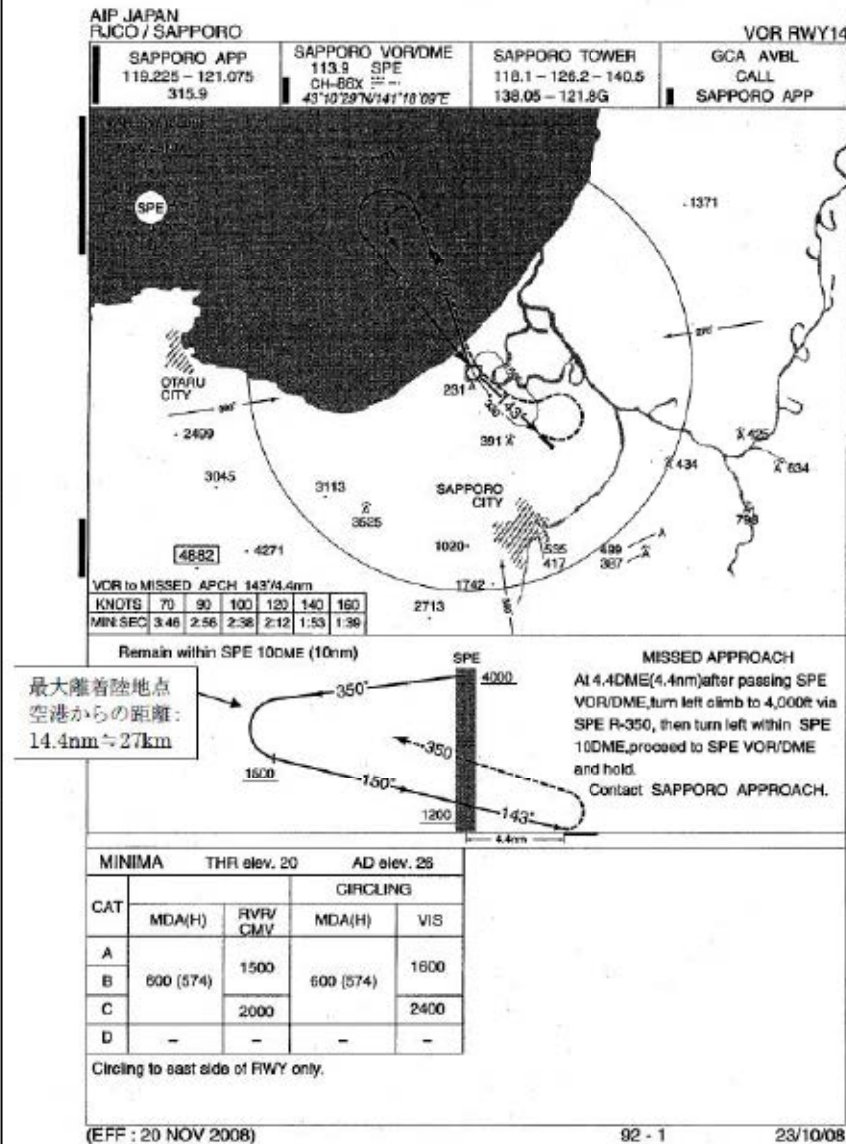


図-1 札幌空港の最大離着陸地点

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

$$A' = \frac{10^{-7}}{P_{so}} \cdot A$$

上記より、標的面積 A' は A' = 0.050980 [km<sup>2</sup>] となる。

(c) 基地-訓練空域間往復時の落下事故

$$P_{tr} = f_{tr} \cdot N_{tr} \cdot A \cdot F(x)_{tr}$$

- P<sub>tr</sub>：対象施設への航空機落下確率 [回/年]
- f<sub>tr</sub>：当該移動経路を巡航中の落下事故率 [回/(飛行回・km)]
- N<sub>tr</sub>：当該移動経路の年間飛行回数 [飛行回/年]
- A：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]
- F(x)<sub>tr</sub>：事故点分布関数 [km<sup>-1</sup>] =  $\frac{e^{-0.625|x|}}{2}$
- x：移動経路から発電所までの距離 [km]

第2-9表 墜落確率の算出結果（基地-訓練空域間往復時）

		女川原子力発電所2号炉
対象飛行場		航空自衛隊松島飛行場
f <sub>tr</sub> <sup>※1</sup>		1.57 × 10 <sup>-7</sup>
N <sub>tr</sub> <sup>※2</sup>	N <sub>tr</sub> 北側	8400
	N <sub>tr</sub> 南側	8400
λ <sup>※3</sup>		0.0156
F(x) <sub>tr</sub> <sup>※4</sup>	F(x) <sub>tr</sub> 北側	F(9.5) <sub>tr</sub> = 3.25 × 10 <sup>-4</sup>
	F(x) <sub>tr</sub> 南側	F(10.5) <sub>tr</sub> = 4.41 × 10 <sup>-4</sup>
P <sub>tr</sub>	P <sub>tr</sub> 北側	1.70 × 10 <sup>-9</sup>
	P <sub>tr</sub> 南側	9.07 × 10 <sup>-9</sup>
	合計	8.61 × 10 <sup>-9</sup>

- ※1：事故件数は、平成12年3月11日及び同年7月4日の2件3機。移動経路は、防衛庁（当時）発表（平成12年8月10日）の再発防止策に基づき、発電所に対して北側移動経路（157.0km）及び南側移動経路（70.2km）とする。（別紙7-3）飛行頻度は、北側と南側で同頻度とする。訓練頻度は、航空自衛隊松島飛行場によれば、700機/月。
- ※2：※1より700×2（往復）×12（ヶ月）÷2（経路）=8400
- ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-5）
- ※4：北側及び南側移動経路から発電所までの最短距離とする。（別紙7-3）

基地-訓練空域間往復時の墜落確率（P<sub>tr</sub>）が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]となる標的面積 A' を求める式は以下のとおり。

$$A' = \frac{10^{-7}}{P_{tr}} \cdot A$$

上記より、標的面積 A' は A' = 0.059770 [km<sup>2</sup>] となる。

(5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出

(4)で求めた標的面積から離隔距離 L を算出した結果を第2-10表に示す。

離隔距離の算出の考え方については別紙7-10に示す。

第2-10表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果

分類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機		基地-訓練空域間往復時
	大型民間航空機	小型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航が想定される大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型固定翼機、 小型固定翼機及び回転翼機	
対象航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15	F-2
離隔距離 [km]	85	44	111	21	25

泊発電所3号炉

添付資料-1 (2)

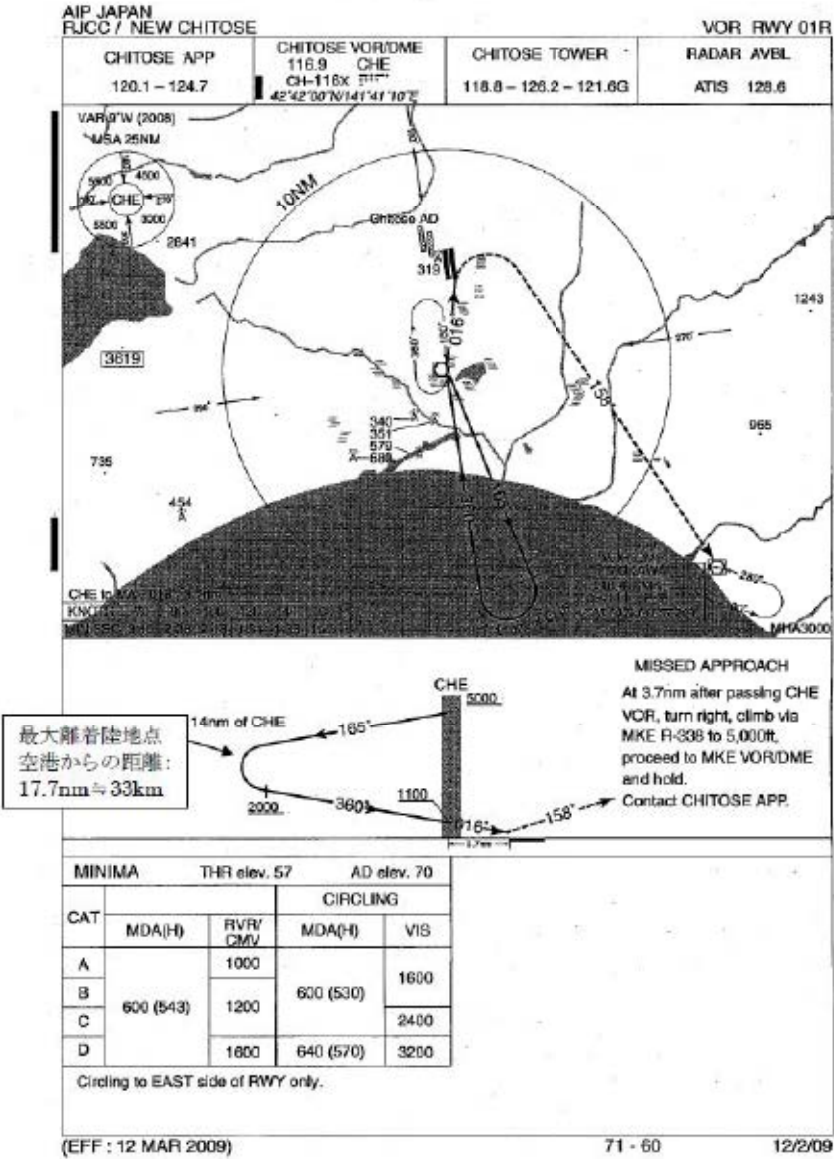


図-2 新千歳空港の最大離着陸地点

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

(6) 評価対象航空機の選定

航空機墜落による火災の評価対象とする航空機の選定結果を第2-11表に示す。

選定に当たっては、落下事故のカテゴリで対象とする航空機の燃料積載量及び(5)にて求めた離隔距離を考慮している。

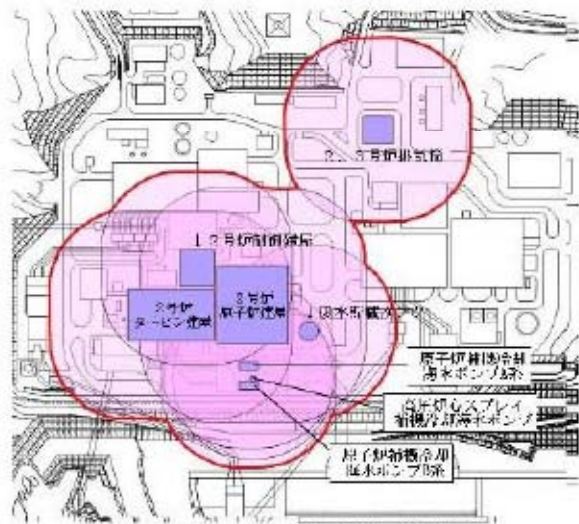
各航空機の離隔距離を第2-1図から第2-4図に示す。

第2-11表 落下事故のカテゴリごとの評価対象航空機の選定結果

分類	対象航空機	燃料積載量 [t]	離隔距離 L [m]	選定結果	
計器飛行方式及び有視界飛行方式	大型民間航空機	B747-400	216.84	85	○
有視界飛行方式	小型民間航空機	Do228-200	2.39	44	×※
自衛隊機又は米軍機	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	EO-787	145.04	111	○
	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	F-15	14.87	21	○
	基地 - 訓練空域間往復時	F-2	10.43	25	○

○：評価対象 ×：評価対象外

※：燃料積載量が多く、離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。



第2-1図 大型民間航空機の離隔距離

泊発電所3号炉

添付資料-2



図-1 泊発電所周辺の航空路等

〔出典：ENROUTE CHART (ERC-1/2)(鹿児島-稚内) 27 AUG 2009〕

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

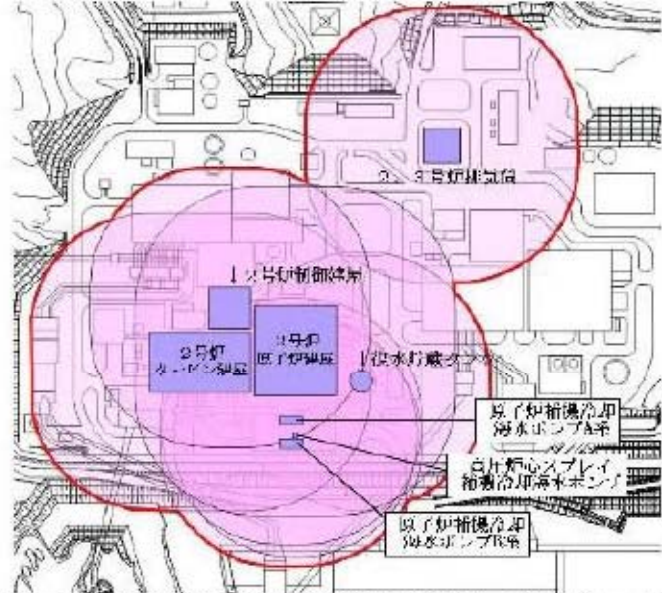
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

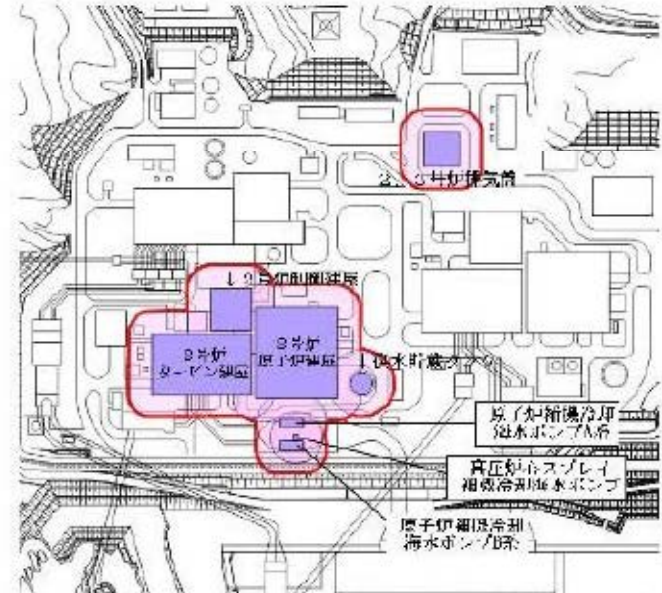
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第2-2図 自衛隊機又は米軍機（空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機）の離隔距離



第2-3図 自衛隊機又は米軍機（その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機）の離隔距離

添付資料—3

航空機落下確率評価に係わる標的面積

単位：k m<sup>2</sup>

発電所	号炉	原子炉建屋 <sup>注1</sup>	原子炉補助建屋 <sup>注2</sup>	燃料取替用水タンク建屋	ディーゼル発電機	中央制御室	循環水ポンプ建屋 <sup>注5</sup>	合計	標的面積 <sup>注6</sup>
泊発電所	3号炉	0.004582	0.003720	— <sup>注3</sup>	0.000420	— <sup>注4</sup>	0.002795	0.011517	0.0116

注1：炉心、安全系の機器及び使用済燃料ピットを含む

注2：安全系の機器を含む

注3：燃料取替用水ピットは原子炉建屋内に設置

注4：中央制御室は原子炉補助建屋内に設置

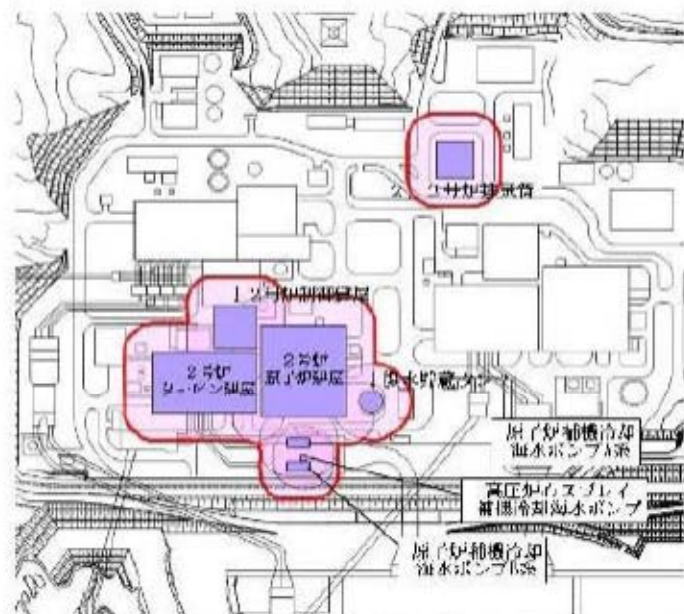
注5：海水ポンプを含む

注6：落下確率の算定にあたっては、合計を切り上げて0.0116(3号炉)を使用する

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第2-4図 自衛隊機又は米軍機（基地-訓練空域間往復時）の離隔距離

(7) 必要データ

評価に必要なデータを第2-12表に示す。

第2-12表 航空機火災影響評価に必要なデータ

項目	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
		訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時
	大型民間航空機	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	
想定する航空機	B747-400	EC-787	F-15	F-2
燃料の種類	Jet A-1	JP-4	JP-4	JP-4
燃料量[m <sup>3</sup> ]	216.84	145.04	14.87	10.43
放射強度[W/m <sup>2</sup> ]	50×10 <sup>9</sup>	58×10 <sup>9</sup>	58×10 <sup>9</sup>	58×10 <sup>9</sup>
燃焼速度[m/s]	4.64×10 <sup>6</sup>	6.71×10 <sup>6</sup>	6.71×10 <sup>6</sup>	6.71×10 <sup>6</sup>
燃料タンク面積[m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6	35
発電用原子炉施設までの離隔距離[m]	85	111	21	25

(8) 燃焼半径の算出

航空機墜落による火災は、その状況によって、様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象とした航空機燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出する。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

R: 燃焼半径[m], S: 燃焼面積 (=燃料タンクの投影面積) [m<sup>2</sup>]

第2-13表 燃焼半径の算出結果

データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
		訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時
	大型民間航空機	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	
想定する航空機	B747-400	EC-787	F-15	F-2
燃料タンク投影面積[m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6	35
燃焼半径[m]	14.928	11.357	3.768	3.338

泊発電所3号炉

1.4. 航空機落下による火災影響評価に用いる燃料タンクの投影面積について

航空機落下による火災影響を評価するにあたり、燃焼面積は燃料タンクの投影面積と等しいとしている。評価対象航空機として選定している B747-400 の燃料タンクの寸法については公開されていないため、ボーイング社が公開している B747-400 の機体平面図<sup>\*1</sup>の寸法から、以下のとおり推定している。

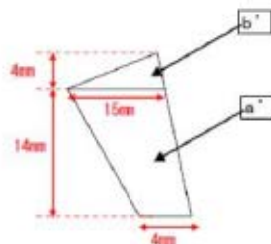
燃料タンクの投影面積から、700m<sup>2</sup>とした。

《尾翼部》

$$a' : (4+15) \times 14 \div 2 = 133 \text{ mm}^2$$

$$b' : 15 \times 4 \div 2 = 30 \text{ mm}^2$$

$$\text{尾翼面積} : (a' + b') \times 2 = 326 \text{ mm}^2$$



《主翼部》

$$a : (6+13) \times 32 \div 2 = 304 \text{ mm}^2$$

$$b : (13+24) \times 16 \div 2 = 296 \text{ mm}^2$$

$$c : 11 \times 24 = 264 \text{ mm}^2$$

$$\text{主翼面積} : (a + b) \times 2 + c = 1464 \text{ mm}^2$$

$$\text{合計} : 1790 \text{ mm}^2$$

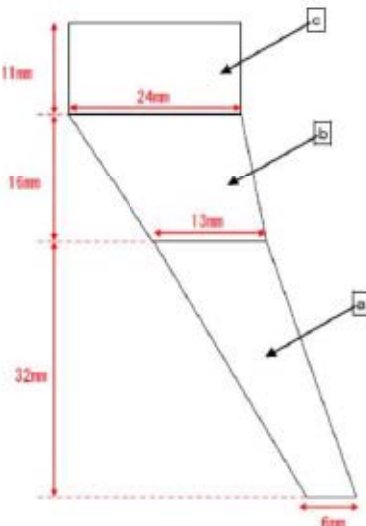
図面より

$$16 \text{ mm} = 10 \text{ m}$$

$$256 \text{ mm}^2 = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{対象面積} : 699.21 \text{ m}^2$$

評価面積は、700m<sup>2</sup>とする。



\*1: ボーイング社ホームページ資料「747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning」

大飯発電所3/4号炉

添付資料14

航空機落下に起因する敷地内危険物タンクの火災による

原子炉施設への影響について

(1) 発電所敷地内の屋外危険物タンク  
 発電所敷地内に設置している屋外危険物タンクの火災影響評価については、燃料の保有量が多く、直接原子炉施設を臨むことができるタンク類の火災を想定することとし、補助ボイラ用燃料タンク、を評価対象としている。

各危険物タンクの配置を図1に示す。

- ①補助ボイラ用燃料タンク（重油：500m<sup>3</sup>）
- ②1,2号機油計量タンク（タービン油：100m<sup>3</sup>）
- ③3,4号機油計量タンク（タービン油：130m<sup>3</sup>）
- ④変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油：300m<sup>3</sup>）
- ⑤海生物焼却炉燃料タンク（重油：30m<sup>3</sup>）



図1：屋外危険物タンクの位置

(2) 航空機落下による火災と屋外危険物タンクの火災が同時に発生した場合の影響評価

航空機落下に起因する敷地内危険物タンク火災が原子炉施設へ影響を及ぼす可能性としては、航空機落下による火災により危険物タンクの火災が誘発される場合と危険物タンクに直接航空機が落下し同時に火災が発生する場合が考えられる。

a. F-15 と補助ボイラ用燃料タンクの火災の重畳について

3号炉の原子炉施設の外壁に対して、補助ボイラ用燃料タンクの火災の評価結果が最も厳しいものであるため、補助ボイラ用燃料タンクの火災と、3号炉についての航空機落下に起因する火災として評価結果が厳しい軍用機の戦闘機等（F-15）の落下による火災が同時に発生した場合について検討した。F-15の落下位置は、保守的に原子炉施設から44mとしている。



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

(9) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi h} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

ただし  $m = \frac{h}{x} \approx 3, n = \frac{L}{x}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$

φ: 形態係数[-] H: 火炎長[m] R: 火炎半径[m] L: 危険距離[m]

第2-14表 形態係数の算出結果

データ種類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	基地-訓練 空域間往復時
燃焼半径[m]	14.928	11.357	3.768	3.338
危険距離[m]	35	11	21	25
形態係数[-]	$5.579 \times 10^{-2}$	$2.032 \times 10^{-2}$	$5.793 \times 10^{-2}$	$3.384 \times 10^{-2}$

(10) 輻射強度の評価

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = R_f \cdot \phi$$

E: 輻射強度 [W/m²], R<sub>f</sub>: 輻射発散度 [W/m²], φ: 形態係数 [-]

第2-15表 輻射強度の算出結果

データ種類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	基地-訓練 空域間往復時
輻射発散度 [W/m²]	$50 \times 10^3$	$58 \times 10^3$	$58 \times 10^3$	$58 \times 10^3$
形態係数[-]	$5.579 \times 10^{-2}$	$2.032 \times 10^{-2}$	$5.793 \times 10^{-2}$	$3.384 \times 10^{-2}$
輻射強度 [W/m²]	2,790	1,178	3,360	1,963

(11) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 v}$$

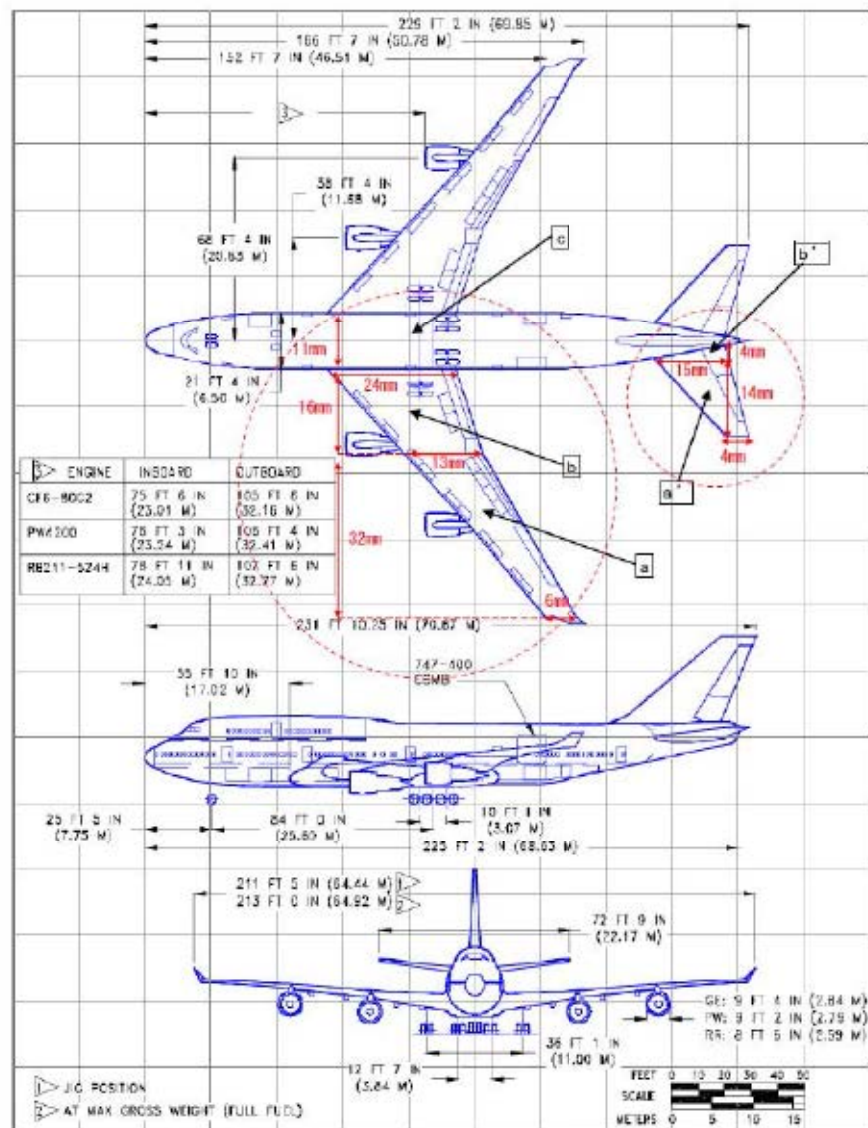
t: 燃焼継続時間 [s], V: 燃料量 [m³], R: 燃焼半径 [m]

v: 燃焼速度 (=M/ρ) [m/s], M: 質量低下速度 [kg/m²/s], ρ: 燃料密度 [kg/m³]

第2-16表 燃焼継続時間の算出結果

データ種類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	基地-訓練 空域間往復時
燃料量[m³]	216.84	145.04	14.87	10.43
燃焼面積[m²]	700	405.2	44.8	35
質量低下速度 [kg/m²/s]	0.039	0.051	0.051	0.051
燃料密度 [kg/m³]	840	760	760	760
燃焼速度[m/s]	$4.84 \times 10^{-2}$	$6.71 \times 10^{-2}$	$6.71 \times 10^{-2}$	$6.71 \times 10^{-2}$
燃焼継続時間[s]	8.677	5.335	4.888	4.442

泊発電所3号炉



2.2.1 GENERAL DIMENSIONS

MODEL 747-400, 400 COMBI, 400ER

D6-58326-1

DECEMBER 2002 21

[747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning]

大飯発電所3/4号炉



図2：航空機落下地点と補助ボイラ燃料タンクの位置関係

評価の結果、図3のとおり、原子炉施設外壁の表面の温度は約121℃となり、コンクリートの許容温度（200℃）を超えることはなく、原子炉施設に影響を与えることはないことを確認した。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。

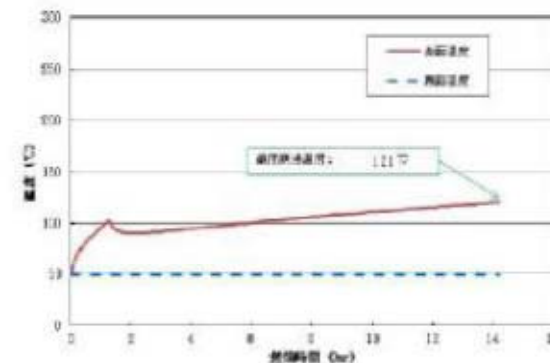


図3：燃焼継続時間終了までの

原子炉施設外壁における温度上昇

b. B747-400 と補助ボイラ用燃料タンクの火災の重畳について F-15 に比べて燃料の保有量が多く、燃焼継続時間が長いケースとして、B747-400 の火災が同時に発生した場合について検討した。B747-400 の落下位置は、原子炉施設から206m としている。

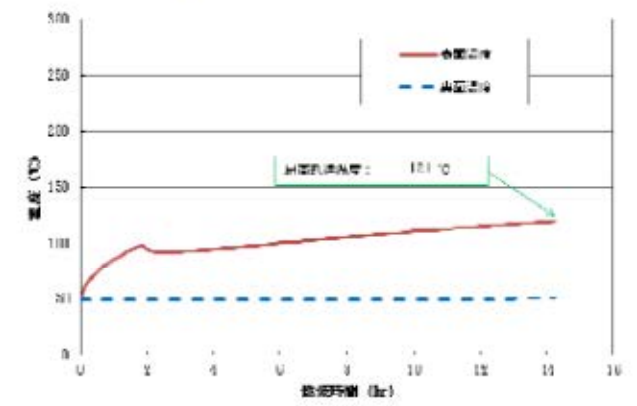


図4：航空機（B747-400）落下地点とタンクの位置関係

評価結果は図5のとおりであり、原子炉施設外壁の表面の温度は約121℃となり、コンクリートの許容温度としている200℃を超えることはなく、原子炉施設に影響を与えることはないこ

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>(12) 評価結果</p> <p>a. 建屋外壁に対する熱影響評価</p> <p>(a) 評価対象範囲</p> <p>評価対象の建屋外壁について、前項で分類したカテゴリごとにおける航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。</p> <p>(b) 判断の考え方</p> <p>i. 許容温度</p> <p>火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度 200℃以下とする。</p> <p>ii. 評価結果</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で外壁が昇温されるものとして、下記の次元非定常熱伝導方程式の一般解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施した。なお、コンクリート表面温度の評価に当たっては、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした。</p> $T = T_0 + \frac{2E\sqrt{at}}{\lambda} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4at}\right) - \frac{x}{2\sqrt{at}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \right]$ <p><math>T_0</math>：初期温度 50 [°C]、<math>E</math>：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]  <math>x</math>：コンクリート深さ [m]、<math>t</math>：火災継続時間 [s]  <math>c_p</math>：コンクリート比熱 (883 [J/kg/K])、<math>\rho</math>：コンクリート密度 (2400 [kg/m<sup>3</sup>])  <math>\alpha</math>：コンクリート温度伝導率 <math>\left[\alpha = \frac{\lambda}{\rho c_p}\right]</math> (7.53 × 10<sup>-7</sup> [m<sup>2</sup>/s])  <math>\lambda</math>：コンクリート熱伝導率 (1.74 [W/m/K])</p> <p>(出典：伝熱工学、東京大学出版会)</p> <p>なお、天井スラブは以下の理由により、外壁の評価に包絡されるため実施しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火炎長が天井スラブより短い場合、天井スラブに輻射熱を与えないことから熱影響はない。</li> <li>・火炎長が天井スラブより長い場合、天井スラブに輻射熱を与えるが、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。</li> <li>・火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面（外壁）と水平面（天井スラブ）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は外壁に比べて小さい。</li> </ul> <p>建屋外壁の評価概念図を第 2-5 図に、天井スラブの評価概念図を第 2-6 図に示す。</p>	<p>1 5. 航空機落下による火災影響評価時の燃料物性値について</p> <p>1. 火災影響評価時に使用する燃料</p> <p>航空機墜落による火災影響を評価するにあたり、対象航空機としてボーイング 747-400 型機を選定しており、当該機が使用する燃料の種類は、Jet A-1 燃料である。</p> <p>2. 火災影響評価時に必要な燃料物性値</p> <p>火災影響評価時に必要な燃料物性値は、燃焼する燃料によって決まる定数である輻射発散度 (Rf、単位：W/m<sup>2</sup>)、質量低下速度 (M、単位：kg/m<sup>2</sup>・s) および密度 (<math>\rho</math>、単位：kg/m<sup>3</sup>) の3項目である。</p> <p>(1) 輻射発散度 (Rf、単位：W/m<sup>2</sup>)</p> <p>Jet A-1 燃料に関する輻射発散度については、以下のとおり附属書 B「石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」に記載されている灯油の値 (50 × 103 W/m<sup>2</sup>) としている。</p> <p>なお、石油元売り株式会社へ聞き取り調査を行い、石油連盟の規格における項目として輻射発散度がないこと、商品の特徴としては JET 燃料が灯油に分類されていることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ASTM D1655-12a に「ジェット燃料には合成炭化水素が含まれるが、この合成炭化水素は原油、オイルサンドあるいはシェールサンドから精製されたもので、物性値は灯油に極めて近い」との記載があること。</li> </ul> <p>(2) 質量低下速度 (M、単位：kg/m<sup>2</sup>・s)</p> <p>Jet A-1 燃料に関する質量低下速度については、明確な知見がないため、米国 MIL 規格におけるジェット燃料である JP-4 および JP-5 のうち、燃焼時間が長く燃焼速度が低い JP-4 の値 (0.051 kg/m<sup>2</sup>・s) を用いている。</p> <p>(3) 密度 (<math>\rho</math>、単位：kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Jet A-1 燃料に関する密度については、ASTM D1655-12a に 15℃ の値として 775~840 kg/m<sup>3</sup> と記載されているため、燃焼継続時間がより長くなる 840 kg/m<sup>3</sup> とした。</p> <p>3. 質量低下速度の値による影響</p> <p>質量低下速度としては、米国 MIL 規格における JP-4 の値を使用しており、燃焼継続時間が約 1.42 時間、コンクリートの表面温度は約 97℃ と評価している。</p> <p>質量低下速度として灯油の値を用い評価した結果、燃焼継続時間は約 1.85 時間となった。また、図に示すとおりコンクリートの表面温度は約 103℃ であり、許容温度 (200℃) を大きく下回っている。</p>	<p>とを確認した。</p> <p>なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。</p>  <p>図 5：補助ボイラ用燃料タンクおよび B747-400 の落下による火災を考慮したときの燃焼継続時間終了までの原子炉施設外壁における温度上昇</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

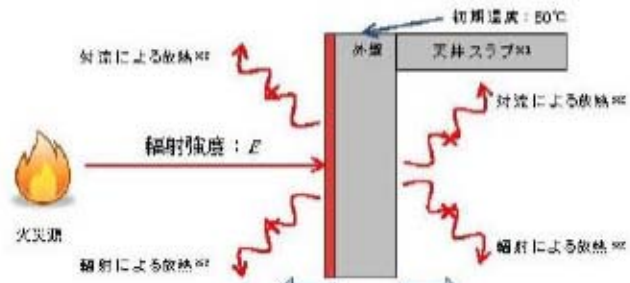
女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

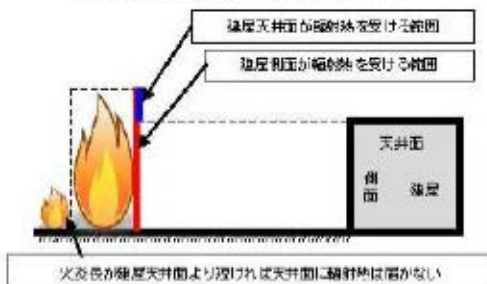
差異理由

添付資料15



※1：天井スラブは外壁よりも火災源からの距離が遠いことから、天井スラブの評価は外壁の評価に包絡される  
 ※2：コンクリート表面温度評価に当たっては、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした

第2-5図 建屋外壁の評価概念図



第2-6図 天井スラブへの輻射熱の影響

コンクリート表面の温度上昇を評価した結果、許容温度 200°C 以下となることを確認した。評価結果を第2-17表に、温度変化を第2-7図から第2-10図に示す。

第2-17表 外壁面の温度評価結果

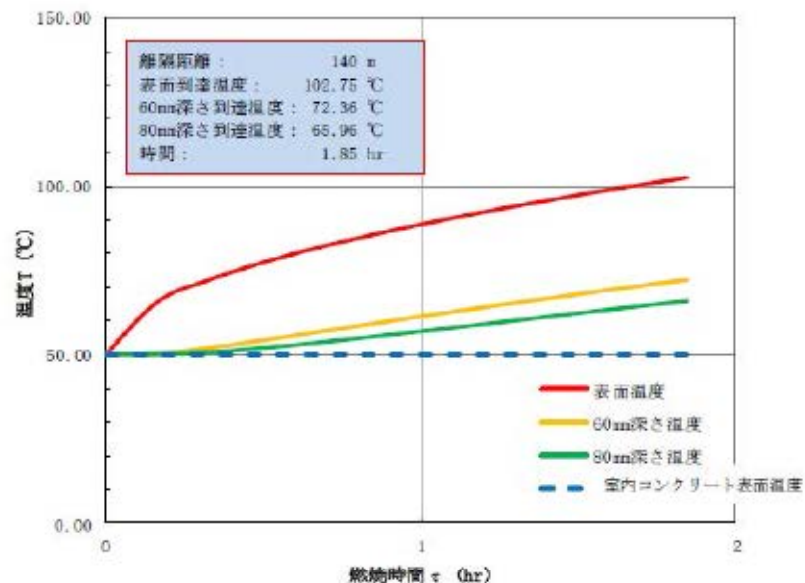
データ種別	民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	基地 - 訓練 空域間往復時
放射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	2,780	1,179	3,360	1,963
燃焼継続時間 [s]	8,677	5,335	4,869	4,442
表面温度 [°C]	約179	約99	約184	約124

表 評価に用いた主要パラメーター一覧

項目	単位	説明値	設定根拠
放射発散度 (Rf)	W/m <sup>2</sup>	5.0×10 <sup>4</sup>	火災ガイド附録Bにおける灯油
質量低下速度 (M)	kg/m <sup>2</sup> /s	0.051	NUREG-1805におけるJP-4
密度 (ρ)	kg/m <sup>3</sup>	840	ASTM D1655-12aにおけるJP-4
燃焼速度 (v)	m/s	6.07×10 <sup>-5</sup>	v=M/ρ
燃料量 (V)	m <sup>3</sup>	216.84	B747-400最大積載量
燃焼半径 (R)	m	14.93	R=(S/π) <sup>1/2</sup> S(底面積)=700m <sup>2</sup>
燃焼継続時間 (t)	s	5104	t=V/(πR <sup>2</sup> ×v)
燃焼継続時間 (t)	h	1.42	

物性値の変更

項目	単位	説明値	設定根拠
放射発散度 (Rf)	W/m <sup>2</sup>	5.0×10 <sup>4</sup>	火災ガイド附録Bにおける灯油
質量低下速度 (M)	kg/m <sup>2</sup> /s	0.039	NUREG-1805における灯油
密度 (ρ)	kg/m <sup>3</sup>	840	ASTM D1655-12aにおけるJP-4
燃焼速度 (v)	m/s	4.64×10 <sup>-5</sup>	v=M/ρ
燃料量 (V)	m <sup>3</sup>	216.84	B747-400最大積載量
燃焼半径 (R)	m	14.93	R=(S/π) <sup>1/2</sup> S(底面積)=700m <sup>2</sup>
燃焼継続時間 (t)	s	6677	t=V/(πR <sup>2</sup> ×v)
燃焼継続時間 (t)	h	1.85	



注1：「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁

注2：「60mm深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁

注3：「80mm深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ  
 ディーゼル発電機建屋屋根スラブ

図 建屋外壁における温度上昇の評価結果

以上

海水ポンプ附属設備の温度影響評価について

1. 海水ポンプの附属設備について  
 海水ポンプの附属設備としては以下の設備が挙げられる。

- ① ケーブル
- ② 現地盤
  - ・海水ポンプ現場操作箱
  - ・計器収納箱（圧力計・差圧計収納箱）

2. 熱影響評価

上記の設備に対して熱影響評価を実施した。結果を以下に示す。

①ケーブル

ケーブルについてはほとんどが地下に存在するため、火災による輻射の影響はほとんどないと考えられる。一部地上にあるケーブルについて熱影響を評価したところ、以下の通りだった。なお、本評価は各火災〜ケーブル間に遮へい物がないものとして評価を実施している。

- ・森林火災（離隔距離：203m）：41°C
- ・タンク火災（離隔距離：320m）：40°C
- ・航空機火災（離隔距離：44m）：69°C

許容温度は90°C（ケーブル絶縁体の連続使用許容温度）であり、特に問題ない。

② 現地盤

現地盤においては、外部火災による熱の影響を受け故障したとしても、海水ポンプの機能を喪失する事はない。（現場における操作・監視が不可能となるのみ）

3. 海水ポンプケーブルの熱影響評価の詳細

一例として、タンク火災におけるケーブル温度の算出方法を以下に示す。

受熱面の輻射強度は時間によらず一定であるから、ケーブルシース材の温度上昇限界 T<sub>max</sub> は、受熱面輻射熱量と放熱量がバランスした場合であり、以下の式で算出する。

なお、シース材内側は断熱と仮定し、内側への熱伝導はないものとして、輻射熱が全てシース材の温度上昇に寄与するとして、保守側に評価している。

$$E \pi D_0 C_1 = h \pi D_0 C_2 (T_{max} - T_a)$$

輻射受熱                      放熱

$$\therefore T_{max} = T_a + E (C_1 / C_2) / h$$

- T<sub>max</sub>：ケーブルシース材の最高温度（°C）
- T<sub>a</sub>：外気温度（38.1°C）
- E：受熱面輻射強度（w/m<sup>2</sup>）
- D<sub>0</sub>：ケーブルシース材の外形（0.03m）
- h：放熱熱伝達率（17w/m<sup>2</sup>K 空調ハンドブック）
- C<sub>1</sub>：ケーブル外周の火災輻射を受ける面積割合（0.5）
- C<sub>2</sub>：ケーブル外周の放熱面積割合（300° / 360° = 0.833）

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

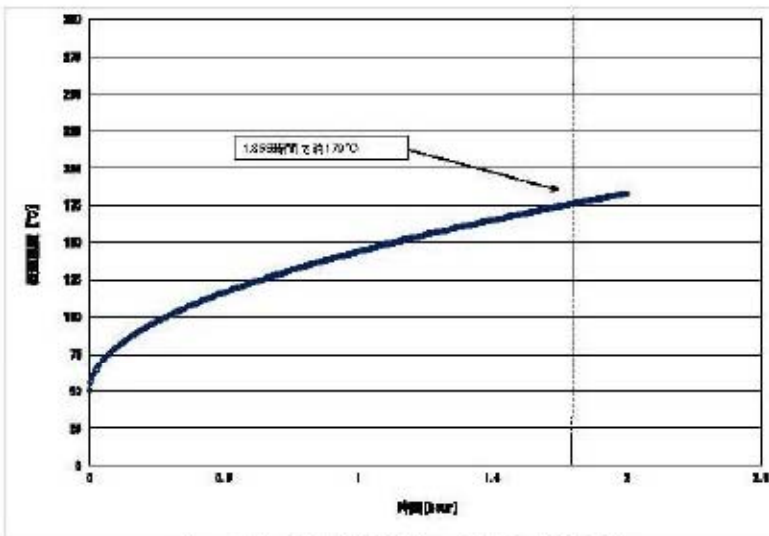
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

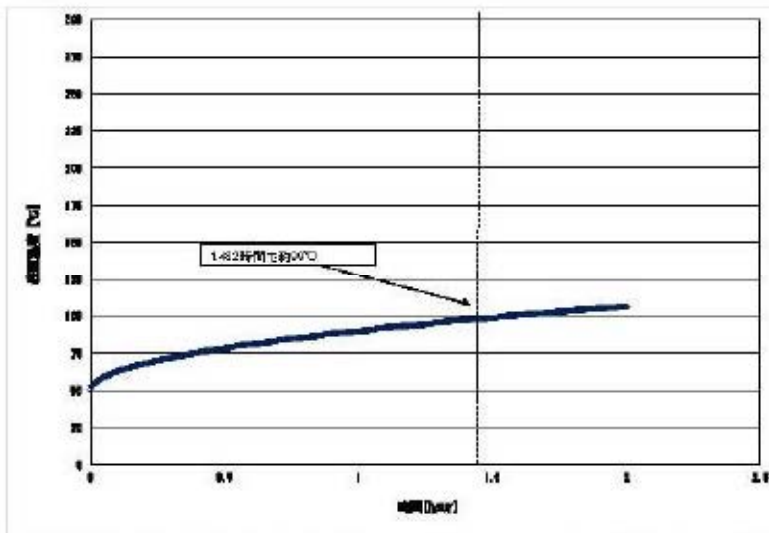
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第2-7図 外壁温度推移（大型民間航空機）



第2-8図 外壁温度推移（自衛隊機又は米軍機（空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機））

16. 航空機落下確率のカテゴリ別の火災影響評価について

(1) 泊発電所3号機における航空機落下による火災影響評価の方針  
 発電所敷地への航空機の墜落で発生する火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設に影響を及ぼさないことを確認する。

「原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について」における航空機墜落による火災の想定条件として、以下のとおり記載されている。

- ・航空機は、当該発電所における航空機墜落評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。（燃料は満載した状態を想定）
- ・航空機の墜落発電所敷地内であって墜落確率が $10^{-7}$ （回/炉・年）以上になる範囲のうち原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。

航空機落下確率評価については、評価条件の違いからカテゴリに分けて落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、訓練中の事故等、民間航空機と自衛隊機では、その発生状況が必ずしも同一ではない。

泊発電所上空は、自衛隊の訓練空域が設定されているが、米軍の訓練空域は設定されていないため、自衛隊機の訓練空域内の確率を用いて評価した。

訓練空域内に関して、発電所は近くに航空自衛隊千歳基地があり、千歳基地に配備されている自衛隊機を考慮する。

なお、米軍機に関しては、参考として評価を実施した。

民間航空機においては、大型航空機と小型航空機では事故発生件数が大きく異なる。

したがって、表-1に示すカテゴリ毎に航空機落下による火災影響を評価する。

表-1 航空機落下による火災影響評価におけるカテゴリ

落下事故のカテゴリ	
1) 有視界飛行方式民間航空機	①大型航空機（固定翼機、回転翼機）
	②小型航空機（固定翼機、回転翼機）
2) 自衛隊機	③訓練空域内 航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機

判断基準となる許容温度としては、建屋コンクリート壁を対象とする場合、一般的コンクリートの強度にほとんど影響のないとされている $200^{\circ}\text{C}$ とする。

(2) カテゴリ別の航空機落下による火災の影響評価

a. 有視界飛行方式民間航空機

本カテゴリには、有視界飛行方式で飛行する民間航空機として、不定期便の大型固定翼機、軽飛行機などの小型固定翼機ならびに

なお、竜巻防護対策等で、海水ポンプ廻りには防護壁が設置される予定であり、輻射熱の影響は更に軽減されるため、外部火災による輻射熱の影響はほとんど受けないと考えられる。

<竜巻防護対策前>



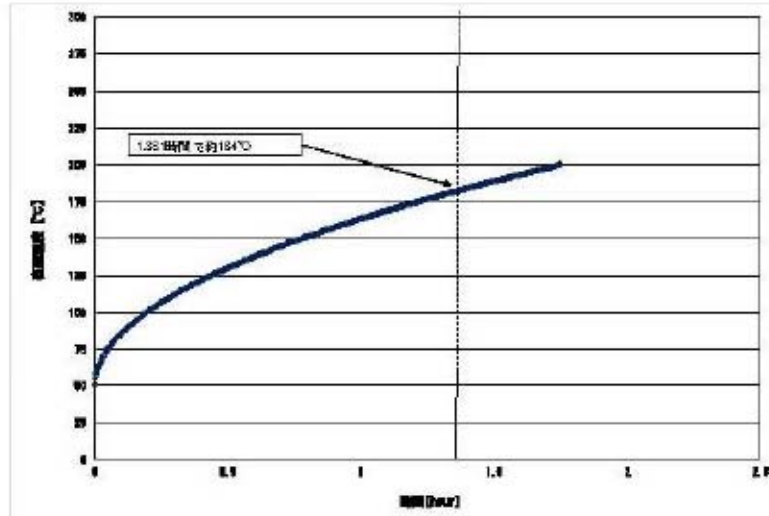
<竜巻防護対策後>



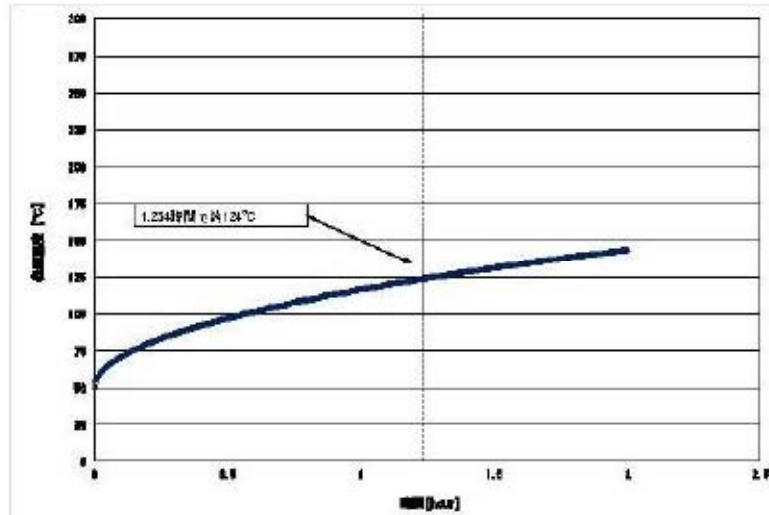
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第2-8図 外壁温度推移（自衛隊機又は米軍機（その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機））



第2-10図 外壁温度推移（自衛隊機又は米軍機（基地—訓練空域間往復時））

b. 排気筒に対する熱影響評価

(a) 評価対象範囲

排気筒について、カテゴリごとにおける航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。

なお、排気筒の評価に当たっては、保守性を考慮して、筒身よりも離隔距離の短くなる鉄塔について評価した。

(b) 評価対象施設の仕様

排気筒仕様を第2-18表に、排気筒外形図を第2-11図に示す。

泊発電所3号炉

大型および小型の回転翼機を対象としており、大型航空機（固定翼機、回転翼機）と小型航空機（固定翼機、回転翼機）に分類してそれぞれの評価を実施する。評価の詳細を別紙1、主要な条件および評価結果を表-2に示す。

表-2 主要評価条件および評価結果

カテゴリ	離隔距離 (m)	対象航空機	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )	評価結果 (°C)
有視界飛行方式民間航空機	大型航空機	B747-400	216.84	103
	小型航空機	Do228-200	2.52 ※1	※2

※1：日本航空機全集2013より抜粋。

※2：自衛隊機（F-15）より、離隔距離が長く、燃料積載量が少ないため、F-15に包絡される。

b. 自衛隊機

訓練空域内に関して、発電所は近くに航空自衛隊千歳基地があり、表-3に千歳基地に配備されている自衛隊機を示す。発電所上空の自衛隊訓練空域は、千歳基地所属の自衛隊機と考えられ、対象機種は千歳基地所属の最大燃料容量のF-15とする。

本カテゴリにおける評価の詳細を別紙2、主要な条件および評価結果を表-4に示す。

表-3 千歳基地に配備されている自衛隊機

所属	機種	用途	燃料積載量
航空自衛隊	F-15DJ, J	要撃戦闘機	14,869 (ℓ)
	T-4	中等練習機	2,271 (ℓ)
	U-125A	救難捜索機	5,674 (ℓ)
	UH-60J	救難ヘリコプター	2,722 (ℓ)

表-4 主要評価条件および評価結果

カテゴリ	離隔距離 (m)	対象航空機	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )	評価結果 (°C)	
訓練空域内（自衛隊機）	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	39	F-15	14.87	94

(3) まとめ

航空機落下により発電所の敷地内で火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設外壁の温度が許容温度を超えないことから、安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に熱影響を及ぼすことはない。

なお、本カテゴリを考慮した泊発電所3号炉における航空機落下確率の評価結果を添付資料2に示す。

大飯発電所3/4号炉

添付資料16

外部火災時の屋外モニタリングポストの対応について

外部火災が発生した場合においても、原子炉を安全に停止するための設備に影響が無い様に、屋外機器である海水ポンプ、安全上重要な機器を内包した原子炉建屋間に必要な離隔距離を確保する事で外部火災による影響がないことを確認している。

モニタリングポスト（クラス3）については、発電所敷地内で卓越する風向方向に設置されており、山中に設置されているものもある。また、放射線測定用の精密機器を有しているため、外部火災の影響を確実に防止できるものとは考えていない。なお、モニタリングポストへのアクセスルートにおいても、周辺には森林があり、発電所から最も離れたモニタリングポストまで約2kmあるため、大規模な森林火災が発生している際に敷地外モニタリングポストへの消火活動は困難であると考えている。

このため、常設のモニタリングポスト等が外部火災により機能喪失した場合は、1/2号炉背面道路のコンテナ内に保管している可搬式モニタリングポスト（バッテリー駆動可能）による監視を実施する（可搬式モニタリングポストの設備配置例は図の通り）。なお、可搬式モニタリングポストについては、防火帯の内側に、かつ、常設のモニタリングポストの方向をカバーできる様に配置する。

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第2-18表 評価対象施設の仕様

名称	排気筒	
種類	鉄塔支持型	
主要寸法	内径 3.7m	
	地表高さ 180m	
材料	筒身	SMA400AP
	鉄塔	SS400, STK400
個数	1	



第2-11図 評価対象施設の外形図

(c) 判断の考え方

i. 許容温度

排気筒鉄塔（SS400, STK400）の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

ii. 評価結果

円筒外表面積の 1/2 に火災による放射が到達し、外表面全体から放熱するものとして、一定の放射強度で排気筒が昇温されるとき、放射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式により排気筒鉄塔表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。

なお、内表面は保守的に評価を実施するため断熱とした。

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h}$$

$T_0$ ：初期温度 50[℃]、 $E$ ：放射強度 [W/m<sup>2</sup>]、 $\varepsilon$ ：排気筒表面の吸収率 (0.9) ※1

$h$ ：排気筒表面熱伝達率 17[W/m<sup>2</sup>/K] ※2

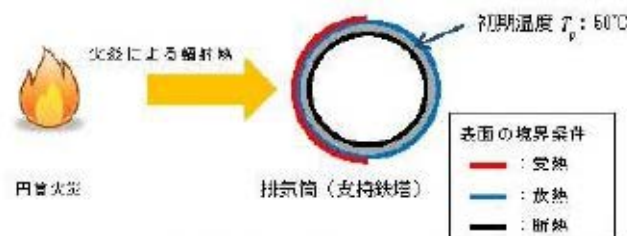
※1：伝熱工学資料

※2：空調調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び天井面の夏季、冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である 17[W/m<sup>2</sup>/K]を用いる。）

（出典：建築火災の発生と火災安全設計、財団法人日本建築センター）

なお、評価に当たって排気筒は鉄塔と筒身で構成されているが、筒身よりも鉄塔が火災源との距離が近いこと、材質も鉄塔は SS400, STK400, 筒身では SMA400AP であり、物性値が鉄塔、筒身ともに軟鋼で同一であることから、鉄塔の評価を実施することで筒身の評価は包絡される。

排気筒の評価概念図を第2-12図に示す。



第2-12図 排気筒の評価概念図

(別紙1)

有視界飛行方式民間航空機の落下による火災の影響評価

泊発電所3号機における発電所敷地内への民間航空機落下による火災の影響評価では、評価に使用した落下件数が、大型航空機（固定翼機、回転翼機）2件に対して、小型航空機（固定翼機、回転翼機）が65件となり、大部分は小型航空機が占めている。

有視界飛行方式における小型航空機の事故原因としては、運輸安全委員会の統計資料によると、人的要因または人的要因に関連する複合要因（気象条件など）が8割を占めて、死亡者も10年間（平成13年10月～平成24年10月）で大型航空機0名に対して、小型航空機は34名に達している。

大型航空機と小型航空機のそれぞれの落下確率によって、想定する落下箇所が決まる。建屋への影響評価は、対象航空機の燃料積載量に大きく左右されるため、火災影響評価は分割して行う。

大型航空機（固定翼機、回転翼機）と小型航空機（固定翼機、回転翼機）は、過去の事故の発生状況から分類することが可能で、以下の燃料積載量の最も大きい機種を対象とした。

	対象機種	燃料積載量
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	B747-400	216.84 (m <sup>3</sup> )
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	Do228-200	2.52 (m <sup>3</sup> )

(1) 落下地点の想定

a. 標的面積

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25 原院第1号）に基づき、落下確率 10<sup>-7</sup>（回/炉・年）に相当する標的面積を算出した。

(a) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$$

$P_v$ ：対象施設への航空機落下確率（回/年）

$f_v$ ：単位年当たりの落下事故率（回/年）

$S_v$ ：全国土面積 (km<sup>2</sup>)

$A$ ：原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)

$\alpha$ ：対象航空機の種類による係数



以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉				
排気筒鉄塔表面の温度上昇を評価した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第2-19表に示す。				
第2-19表 排気筒の温度評価結果				
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機 訓練空域外を飛行中		基地-訓練 空域間往復時
	大型民間 航空機	空中給油機等、 高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	2,790	1,179	3,360	1,963
排気筒温度 [°C]	約124	約82	約139	約102

c. 復水貯蔵タンクに対する熱影響評価

(a) 評価対象範囲  
 復水貯蔵タンクについて、カテゴリごとに航空機墜落によって発生する火災を想定して評価を実施した。

(b) 判断の考え方

i. 許容温度  
 復水貯蔵タンクの許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、復水貯蔵タンクの貯蔵水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66°C以下とする。

ii. 評価方法  
 一定の輻射強度で復水貯蔵タンクの火災源側の側面と天井面へ入熱するものとして、表面での輻射によるタンク内部に貯蔵された水及びタンク側面、天井面の温度上昇を表した下記の比熱と熱容量の関係式により最大温度を求め、許容温度以下であるか評価した。

$$T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o^2 h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2) \pi h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} e \right\}}$$

T<sub>0</sub>：初期温度（60[°C]）、E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、t：燃焼継続時間 [s]  
 D<sub>o</sub>：タンク外径（20.012[m]）、h：タンク円筒高さ（11.8[m]）  
 D<sub>i</sub>：タンク内径（20.0[m]）、e：タンク最小板厚（0.008[m]）  
 ρ<sub>w</sub>：水の密度（978.9[kg/m<sup>3</sup>]）※1、C<sub>pw</sub>：水の比熱（4186[J/kg/K]）※1  
 V：水の体積（890[m<sup>3</sup>]）、ρ<sub>s</sub>：タンク壁材密度（7880[kg/m<sup>3</sup>]）※2  
 C<sub>ps</sub>：タンク壁材比熱（473[J/kg/K]）※2  
 ※1：伝熱工学資料第5版記載値（軽水）を86°Cとなるように線形補間した値  
 ※2：伝熱工学資料第5版記載値（キルド鋼）

復水貯蔵タンクはタンク側面に遮蔽壁及び側面から天井面に向かって鋼板が設置されており、直接輻射がタンクに到達する構造ではないが、評価に当たっては遮蔽壁及び鋼板がなく屋外にタンクが露出しているものとして評価を実施した。なお、復水貯蔵タンク温度評価に当たっては、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした。  
 復水貯蔵タンクの評価概念図を第2-13図に示す。

泊発電所3号炉	
パラメータ	3号炉
f <sub>v</sub> <sup>注1</sup>	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 35/20=1.75 大型回転翼機 2/20=0.1 小型回転翼機 30/20=1.50
S <sub>v</sub> <sup>注1</sup>	37.2万
A <sup>注2</sup>	0.0116
α <sup>注3</sup>	大型固定翼機、大型回転翼機：1 小型固定翼機、小型回転翼機：0.1

注1：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）による。なお、大型固定翼機については平成3年～平成22年の間に事故は発生していないため、保守的に0.5件として評価した。

注2：原子炉建屋、循環水ポンプ建屋及び原子炉補助建屋の一部（他号炉に係わる部分を除く）等の合計値

注3：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」による。

有視界飛行方式民間航空機の落下事故が、10<sup>-7</sup> [回/炉・年]を越えないことから、  
 P<sub>v</sub> = 10<sup>-7</sup>  
 とする標的面積（A）を求めると、以下となる。

	標的面積
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	0.29 (km <sup>2</sup> )
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	0.11 (km <sup>2</sup> )

b. 離隔距離  
 泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積より、以下の離隔距離を算出した。

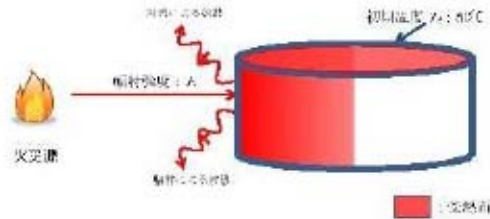
	離隔距離
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	140 (m)
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	76 (m)

大飯発電所3/4号炉		差異理由
添付資料17		
建屋外壁表面温度の評価式について		
<p>火災源からの輻射熱による外壁温度の評価にあたっては、一次元非定常熱伝導方程式の解である半無限固体での温度評価式を用いて、外壁温度の評価を実施している。以下に2つの観点から半無限固体での温度評価式を用いる事の妥当性を示す。</p> <p>a. 半無限固体と有限厚さの評価式の比較                      半無限固体での温度評価式を用いた時間変化のグラフと有限厚さの温度評価式を用いたグラフとを比較したものを図に示す。</p> <p>この図から、両グラフ間に差異は見られないため、半無限固体の評価式を用いたとしても特に問題ないと判断した。</p>		
<p>△と□のプロットが解析解（半無限固体の理論式）                      実線が差分の式の解（有限厚さ）</p>		
<p>なお、コンクリート厚さは1m（実際の壁厚さ）とした。また、コンクリート内面においては断熱条件（室内への放熱は考慮しない）とし、保守的な設定とした。</p> <p>b. 温度浸透厚さについて                      温度の主たる変化は表面に近い一定の領域に限定されており、温度が表面温度上昇分の1%となる深さ（温度浸透厚さ）が、評価対象の壁厚さを下回れば本温度評価式を適用することができ、温度浸透厚さは、<math>\chi = 3.6 \times (\alpha \tau)^{0.5}</math> で表すことができる。</p>		
$\chi = 3.6 \times (7.86 \times 10^{-7} \times 37256)^{0.5} = 0.617$ <p>α：コンクリート温度伝導率（7.86×10<sup>-7</sup> [m<sup>2</sup>/s]）                      α = λ / (ρ × C<sub>p</sub>)                      C<sub>p</sub>：コンクリート比熱（0.963 [kJ/kgK]）                      ρ：コンクリート密度（2300 [kg/m<sup>3</sup>]）                      λ：コンクリート熱伝導率（1.74 [W/mK]）                      τ：燃焼継続時間（37,256 [sec]）                      τ = 500 / (383.45 × 3.50 × 10<sup>-3</sup>)</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第2-13図 復水貯蔵タンクの評価概念図

復水貯蔵タンクの温度上昇を評価した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第2-20表に示す。

第2-20表 復水貯蔵タンクの温度評価結果

データ種類	自衛隊機又は米軍機			
	民間航空機	訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時
復水貯蔵タンク温度T [°C]	約55	約52	約54	約53

d. 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプに対する熱影響評価

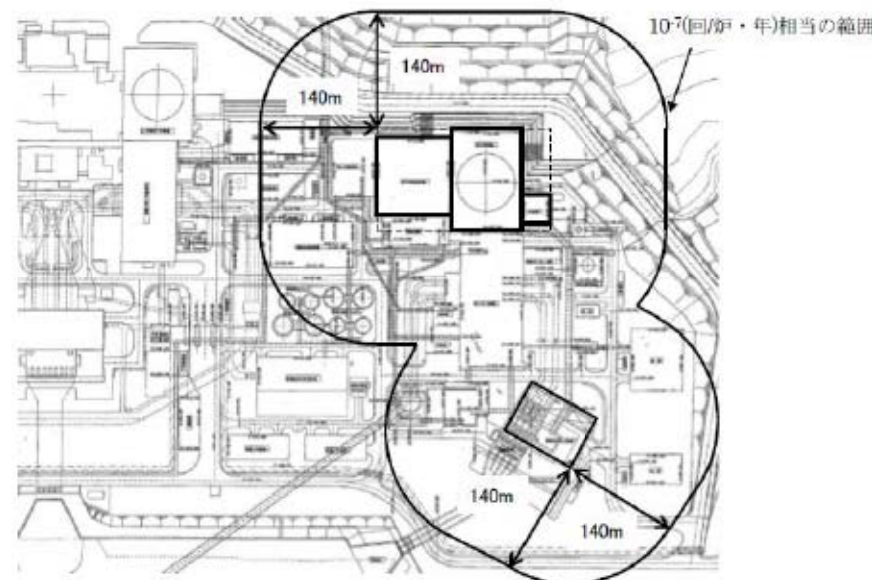
(a) 評価対象範囲

原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ電動機は、海水ポンプ電動機高さより高い海水ポンプ室の壁で囲まれており、側面から直接火災の影響を受けることはないが、上面は熱影響を受ける可能性がある。

評価においては、火災源位置からポンプに対し直接放射の影響を受ける火災の高さから一定の放射強度でポンプが直接火災の影響を受けることを想定する。また、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ電動機は、電動機本体を全閉構造とした全閉外扇形の冷却方式であり、外部火災の影響を受けた場合には、周囲空気の温度上昇により、冷却機能への影響が懸念されることから、冷却空気の温度を評価対象とする。火災発生位置と海水ポンプの位置関係を第2-14図に示す。

電動機内部の空気冷却対象は固定子巻線及び軸受であり、そのうち許容温度が低い軸受温度の機能維持に必要な冷却空気の温度が上昇した場合でも、許容温度以下となることを確認する。

泊発電所3号炉



別図-1 隔離距離140mの算出イメージ

(2) 火災影響評価

a. 想定条件

○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい有視界飛行による民間航空機（固定翼機および回転翼機）として、以下を対象機種とした。

	対象機種	燃料積載量
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	B747-400	216.84 (m³)
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	Do228-200	2.52 (m³)

○原子炉施設からの隔離距離は、以下とした。

	隔離距離
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	140 (m)
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	76 (m)

○ただし、小型航空機は自衛隊機（F-15）より、燃料積載量が少なく、隔離距離が長いため、F-15の評価に包絡される。

○航空機の墜落によって燃料に着火し、火災が起こることを想定した。

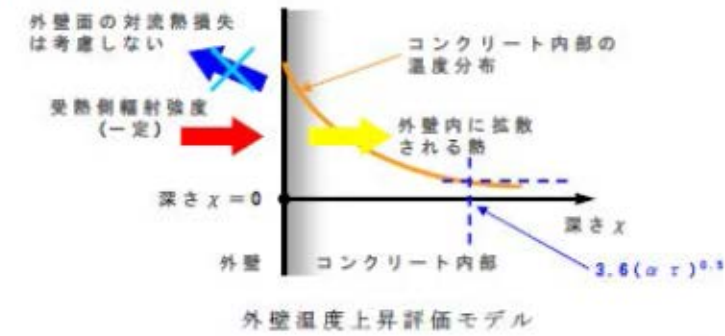
○気象条件は無風状態とした。

○火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とした。

○放射強度の算定としては、油火災において任意の位置にある放射強度（熱）を計算により求めるため、半径が1.5m以上の場合で火災の高さ（放射体）を半径の3倍にした円筒火災モデルを採用した。

大飯発電所3/4号炉

補助ボイラ燃料タンクの火災による影響評価における条件で温度浸透厚さを計算すると、約0.62 [m]の厚さとなり、建屋外壁厚さを下回るため、本温度評価式を適用できると判断した。



以上

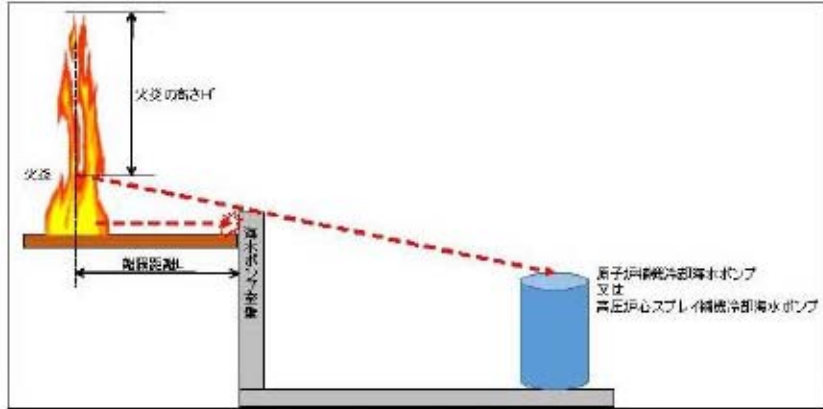
差異理由



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第2-14図 火災発生位置と海水ポンプの位置関係

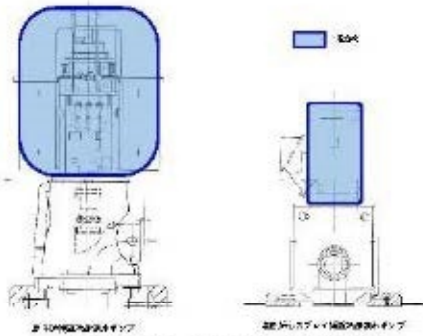
(b) 評価対象施設の仕様

原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの海水ポンプ室内の配置図を第2-15図、外形図を第2-16図に示す。仕様を第2-21表に示す。

各欄の内容は防壁上の観点から公開できません。



第2-15図 海水ポンプの配置図



第2-16図 海水ポンプの外形図

第2-21表 評価対象施設の仕様

	原子炉補機冷却 海水ポンプ電動機	高圧炉心スプレイ補機冷却 海水ポンプ電動機
主要寸法	全幅 約2.5m 高さ 約2.9m	全幅 約0.55m 高さ 約1.06m
材質	SS400	FC150
個数	4	1

泊発電所3号炉

b. 必要データ

評価に用いるデータ (B747-400) は以下のとおりとした。

- 燃料量 [m<sup>3</sup>] : 216.84
- 輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 50×10<sup>3</sup>
- 燃焼速度 [m/s] : 4.64×10<sup>-5</sup>
- 航空機墜落地点 [-] : 原子炉施設から140 [m]離れた地点

なお、小型航空機は最大離陸重量 5,699kg であり、「航空機落下事故に関するデータの整備」付2-3に定める大型機の定義「最大離陸重量が5,700kgを超えるもの」にあたらぬ航空機のうち、燃料積載量最大のものとした。その燃料積載量は4,223lb (1,916kg) であり F-15 の評価に包絡される。

c. 燃焼半径の算出

円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は航空機の燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。

$$R = (S / \pi)^{1/2}$$

S : 燃料タンクの投影面積 (火災円筒の底面積) = 700 [m<sup>2</sup>]

$$R = (700 / \pi)^{1/2} = 14.93 \text{ [m]}$$

d. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし、  $m = \frac{H}{R} = 3$  ,  $n = \frac{L}{R}$  ,  $A = (1+n)^2 + m^2$  ,  $B = (1-n)^2 + m^2$

φ : 形態係数、L : 離隔距離[m]、H : 火炎の高さ[m]、R : 燃焼半径[m]

ここで、R=14.93、L=140 として形態係数φを求めると、φ = 2.30×10<sup>-2</sup>となる。

e. 輻射強度の評価

火災の火炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。

$$E = R f \times \phi$$

E : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、R f : 輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>]、φ : 形態係数  
 ここで、Rf=50×10<sup>3</sup>、φ=2.3×10<sup>-2</sup> とし、輻射強度 E を求めると、1.15×10<sup>3</sup> [W/m<sup>2</sup>]

f. 燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

$$t = V / (\pi R^2 \times v)$$

t : 燃焼継続時間 [s]、V : 燃料量 [m<sup>3</sup>]

v : 燃焼速度 [m/s] = M / ρ、M : 質量低下速度 [kg/m<sup>2</sup>・s]

ρ : 燃料密度 [kg/m<sup>3</sup>]

大飯発電所3/4号炉

添付資料18

建屋外壁表面温度初期値の考え方について  
 火災源からの輻射熱による建屋外壁の表面温度の評価において、その外壁表面温度の初期値については、主蒸気管室の室内温度 (50℃) がコンクリート壁内に均一に分布したと仮定して、建屋外壁の表面温度を50℃としている。  
 一方、外気温や日照の影響を考慮して初期値を設定した場合、1日における建屋外壁表面の最高温度は約49℃となることから、初期温度50℃の設定は妥当なものと考えている。

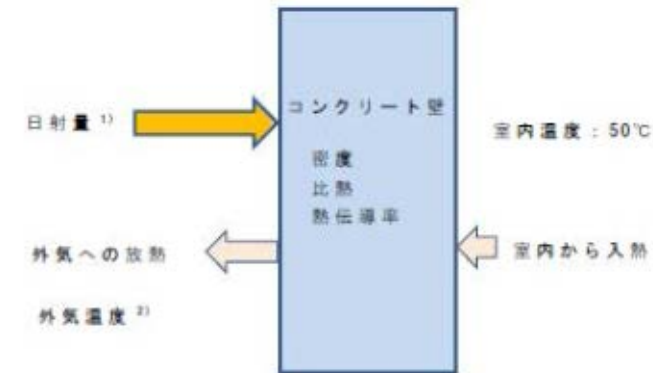


図1 評価モデル

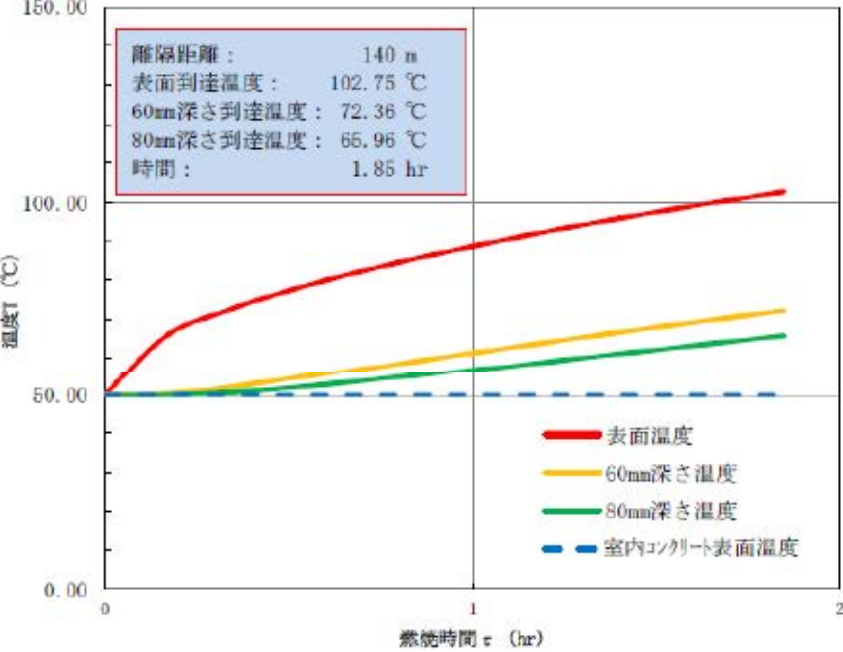
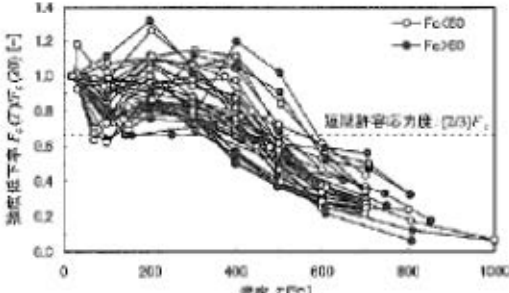
1) 夏期の垂直面が受ける1時間毎の日射量とした。(空気調和衛生工学便覧第14版)

2) 小浜観測所の過去10年間における8月の1時間毎の平均気温の最高気温とした。(気象庁ホームページより)

以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																												
<p>(c) 判断の考え方</p> <p>i. 許容温度</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ電動機の許容温度は、運転時の上部及び下部軸受の上昇温度を考慮し、軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度を第2-22表に示す。</p> <p>第2-22表 海水ポンプの機能維持に必要な冷却空気の許容温度</p> <table border="1" data-bbox="172 457 831 598"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>上部軸受温度 [°C]</th> <th>下部軸受温度 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td>40<sup>※1</sup></td> <td>55<sup>※2</sup></td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ</td> <td>55<sup>※2</sup></td> <td>55<sup>※2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1:軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める自由対流式軸受の表面で測定するときの温度限度 80°Cから冷却空気の初期温度 40°Cを差し引いた 40°Cを冷却空気の許容温度に設定</p> <p>※2:軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める耐熱性の良好なグリースを使用する場合の温度限度 95°Cから冷却空気の初期温度 40°Cを差し引いた 55°Cを冷却空気の許容温度に設定</p> <p>ii. 評価結果</p> <p>(i) 輻射強度の算出</p> <p>火災の火炎から直接輻射の影響を受ける位置にあるポンプ（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。なお、離隔距離は各ポンプ位置よりも火災源に近い海水ポンプ室壁までの距離とする。次式から輻射強度を算出する。</p> $E = Rf \cdot \phi$ <p>E: 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>], Rf: 輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>], φ: 形態係数 [-]</p> <p>形態係数 φ は以下式で求める。</p> $\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left( \frac{A - 2n}{\pi \sqrt{AB}} \right) \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right]$ <p>ただし、<math>m = \frac{r'}{x}</math>, <math>n = \frac{z}{x}</math>, <math>A = (1+n)^2 + m^2</math>, <math>B = (1-n)^2 + m^2</math></p> <p>φ: 形態係数 [-], H': 炎の高さ [m], R: 燃焼半径 [m], L: 離隔距離 [m]</p> <p>第2-23表 輻射強度の算出結果 (F-15)</p> <table border="1" data-bbox="112 1459 905 1648"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>離隔距離 L [m]</th> <th>燃焼半径 R [m]</th> <th>炎の高さ H' [m]</th> <th>形態係数 φ [-]</th> <th>輻射発散度 Rf [W/m<sup>2</sup>]</th> <th>輻射強度 E [W/m<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td rowspan="2">21</td> <td rowspan="2">3.768</td> <td>7.441</td> <td>4.274×10<sup>-4</sup></td> <td>58.000</td> <td>2478.48</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ</td> <td>3.428</td> <td>2.136×10<sup>-4</sup></td> <td>58.000</td> <td>1238.75</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ii) 温度評価結果</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機及び高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ電動機が受ける輻射熱によって上昇する冷却空気温度を求め、第2-22表に示す許容温度を下回るかを比熱と熱容量の関係式より求める以下式で評価を実施した。評価に用いた諸元を第2-24表に、評価概念図を第2-17図示す。</p>	対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]	原子炉補機冷却海水ポンプ	40 <sup>※1</sup>	55 <sup>※2</sup>	高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ	55 <sup>※2</sup>	55 <sup>※2</sup>	対象機器	離隔距離 L [m]	燃焼半径 R [m]	炎の高さ H' [m]	形態係数 φ [-]	輻射発散度 Rf [W/m <sup>2</sup> ]	輻射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]	原子炉補機冷却海水ポンプ	21	3.768	7.441	4.274×10 <sup>-4</sup>	58.000	2478.48	高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ	3.428	2.136×10 <sup>-4</sup>	58.000	1238.75	<p>ここで、<math>V=216.84</math>、<math>v=4.64 \times 10^{-5}</math>、<math>R=14.93</math> とし、燃焼継続時間 <math>t</math> を求めると、  <math>216.84 / (\pi \times 14.932 \times 4.64 \times 10^{-5}) = 6673[s] = 1.85[h]</math></p> <p>g. 建屋外壁の耐火性能評価</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとしてコンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。</p> <p>その結果、原子炉施設外壁の表面の温度は最大で約 103°C となり、許容温度を下回る（図1参照）。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。</p>  <p>注1: 「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁（断熱材なしの評価）          注2: 「60mm 深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁          注3: 「80mm 深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ、ディーゼル発電機建屋屋根スラブ</p> <p>図1 建屋外壁における温度上昇の評価結果</p>	<p>添付資料19</p> <p>コンクリート耐熱 200°Cの根拠について</p> <p>建屋の評価に使用しているコンクリートの許容温度 200°Cについて、その根拠を以下に示す。</p> <p>鉄筋コンクリート構造の火災時耐力については、コンクリートの高温時圧縮強度データ※1を整理した結果として、高温時のコンクリートの圧縮強度低下率が示されている※2。加熱温度を常温、100°C、200°C、300°Cと100°C間隔で加熱した結果、圧縮強度は常温から100°Cで低下し、その後200°Cに向けて上昇しており、常温時の強度とほぼ同等の強度まで再上昇する。その後は温度の上昇とともに圧縮強度が低下していることから、コンクリート壁の表面温度 200°Cを許容温度と定めた。なお、実証試験の温度は緩やかに加熱しているため、コンクリート表面から内部までの温度を均一としており、コンクリート壁の表面温度を 200°Cに設定することは保守的な評価となる。</p> <p>※1: 「高温における高強度コンクリートの力学的特性に関する基礎研究」日本建築学会構造系論文集          ※2: 財団法人日本建築センター「建築火災のメカニズムと火災安全設計」</p>  <p>図1 コンクリートの高温時圧縮強度(常温強度に対する比)</p> <p>以上</p>	
対象機器	上部軸受温度 [°C]	下部軸受温度 [°C]																													
原子炉補機冷却海水ポンプ	40 <sup>※1</sup>	55 <sup>※2</sup>																													
高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ	55 <sup>※2</sup>	55 <sup>※2</sup>																													
対象機器	離隔距離 L [m]	燃焼半径 R [m]	炎の高さ H' [m]	形態係数 φ [-]	輻射発散度 Rf [W/m <sup>2</sup> ]	輻射強度 E [W/m <sup>2</sup> ]																									
原子炉補機冷却海水ポンプ	21	3.768	7.441	4.274×10 <sup>-4</sup>	58.000	2478.48																									
高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ			3.428	2.136×10 <sup>-4</sup>	58.000	1238.75																									

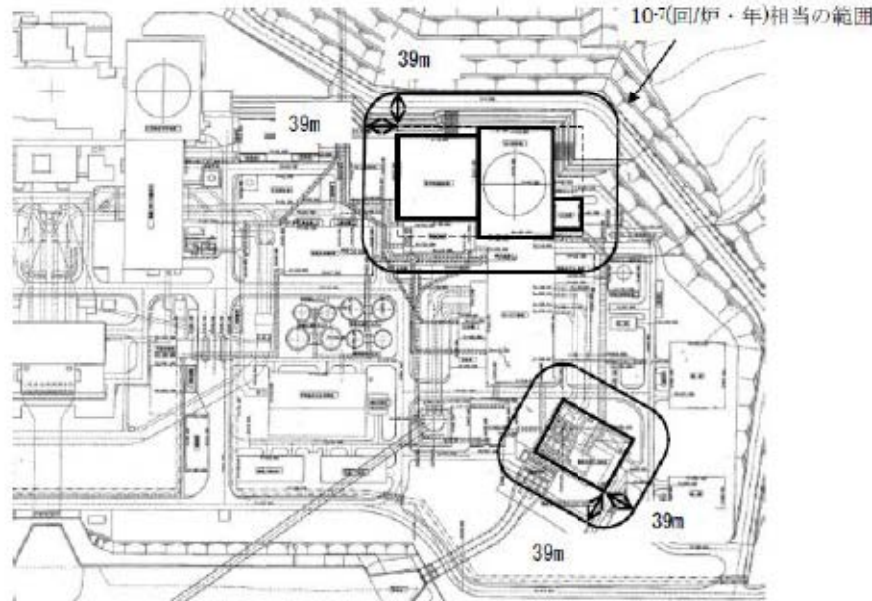
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																														
<p><math>T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p}</math></p> <p>T: 評価温度 [°C], T<sub>0</sub>: 通常運転時の上昇温度 [°C]                      E: 放射強度 [W/m<sup>2</sup>], A<sub>T</sub>: 受熱面積 [m<sup>2</sup>]                      G: 重量流量 [kg/s], C<sub>p</sub>: 空気比熱 [J/kg/K]</p> <p>第2-24表 評価に用いた諸元</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ</td> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>T<sub>0</sub>: 運転時の上昇温度(上部触受) [°C]</td> <td>27</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>T<sub>0</sub>: 運転時の上昇温度(下部触受) [°C]</td> <td>18.7</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>E: 放射強度 [W/m<sup>2</sup>]</td> <td>2,478.48</td> <td>1,233.75</td> </tr> <tr> <td>A<sub>T</sub>: 受熱面積 [m<sup>2</sup>]</td> <td>13.19</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>G: 重量流量 [kg/s]</td> <td>3.32</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>C<sub>p</sub>: 空気比熱 [J/kg/K]</td> <td>1,008</td> <td>1,008</td> </tr> </table> <p>※: F-15の値</p> <p>第2-17図 評価概念図</p> <p>輻射熱によって上昇する冷却空気の到達温度を算出した結果、許容温度以下であることを確認した。評価結果を第2-25表及び第2-26表に示す。</p>		原子炉補機冷却海水ポンプ	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	T <sub>0</sub> : 運転時の上昇温度(上部触受) [°C]	27	32	T <sub>0</sub> : 運転時の上昇温度(下部触受) [°C]	18.7	41	E: 放射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	2,478.48	1,233.75	A <sub>T</sub> : 受熱面積 [m <sup>2</sup> ]	13.19	1.18	G: 重量流量 [kg/s]	3.32	0.55	C <sub>p</sub> : 空気比熱 [J/kg/K]	1,008	1,008	<p>自衛隊機の落下による火災の影響評価</p> <p>(別紙2)</p> <p>(1) 落下地点の想定</p> <p>a. 標的面積</p> <p>「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」(平成21・06・25 原院第1号)に基づき、落下確率 10<sup>-7</sup> (回/炉・年) に相当する標的面積を算出した。</p> <p>(a) 訓練空域内を飛行中の落下事故</p> $P_{si} = (f_{si}/S_i) \cdot A$ <p>P<sub>si</sub>: 訓練空域内での対象施設への航空機落下確率 (回/年)                      f<sub>si</sub>: 単位年当たりの訓練空域内落下事故率 (回/年)                      S<sub>i</sub>: 全国の陸上の訓練空域の面積 (km<sup>2</sup>)                      A: 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)</p> <table border="1"> <tr> <td>パラメータ</td> <td>3号炉</td> </tr> <tr> <td>f<sub>si</sub><sup>①</sup></td> <td>自衛隊機(f<sub>si</sub>) 3/20=0.15</td> </tr> <tr> <td>S<sub>i</sub><sup>①</sup></td> <td>自衛隊機(S<sub>i</sub>) 7.72万</td> </tr> </table> <p>注1: 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。</p> <p>自衛隊の訓練空域内での訓練中または米軍機の訓練空域外を飛行中の落下事故がこれらの式より、P<sub>si</sub>=10<sup>-7</sup> [回/炉・年]となるAを求めると、以下となる。</p> <p>《訓練空域内(自衛隊機)》</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>標的面積</td> </tr> <tr> <td>航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機</td> <td>0.051 (km<sup>2</sup>)</td> </tr> </table> <p>b. 離隔距離</p> <p>泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積に基づき、これらの施設の周囲に離隔距離を算出した。</p> <p>《訓練空域内(自衛隊機)》</p>	パラメータ	3号炉	f <sub>si</sub> <sup>①</sup>	自衛隊機(f <sub>si</sub> ) 3/20=0.15	S <sub>i</sub> <sup>①</sup>	自衛隊機(S <sub>i</sub> ) 7.72万		標的面積	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	0.051 (km <sup>2</sup> )	<p>添付資料20</p> <p>石油コンビナート等の調査結果について</p> <p>1. 大飯発電所近傍の石油コンビナート等特別防災区域について</p> <p>石油コンビナート等災害防止法第2条第2号の規定に基づく石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令(昭和51年政令第192号)により石油コンビナート等特別防災区域に指定されている区域は、福井県においては福井臨海地区の1箇所である。また、隣接している京都府には、石油コンビナート等特別防災区域に指定されている区域はない。</p> <p>福井臨海地区の石油コンビナート施設の位置は図1のとおりであり、特定事業所の状況は表1のとおりである。</p> <p>大飯発電所から十分な離隔距離が確保されており、発電所への影響はないと考える。</p> <p>図1 福井臨海地区石油コンビナートの位置</p> <p>表1 福井臨海地区石油コンビナートにおける特定事業所の状況</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>特定事業所名</th> <th>敷地面積 [m<sup>2</sup>]</th> <th>貯蔵および取扱数量 [KL]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>北陸電力(株) 福井火力発電所</td> <td>616,268</td> <td>238,115</td> </tr> <tr> <td>東西オイルターミナル(株) 福井油槽所</td> <td>32,118</td> <td>39,120</td> </tr> <tr> <td>ジャパンオイルネットワーク(株) 福井油槽所</td> <td>51,213</td> <td>70,125</td> </tr> <tr> <td>独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 福井国家石油備蓄基地</td> <td>1,509,163</td> <td>3,642,247</td> </tr> </tbody> </table> <p>参考: 「福井県石油コンビナート等防災計画」(平成20年8月修正)                      「福井県石油コンビナート等防災計画 資料編」(平成25年5月修正)</p> <p>2. 大飯発電所近傍の産業施設について</p> <p>地図情報等を基に、大飯発電所の周辺の産業施設について現地調査した結果、主な工場としては、高浜町に日立造船株式会社若狭事業所(機械製造)がある。</p> <p>石油コンビナート施設と発電所周辺の主な工場との敷地面積等の比較は表2のとおりであり、石油コンビナート施設に比べ発電所</p>	特定事業所名	敷地面積 [m <sup>2</sup> ]	貯蔵および取扱数量 [KL]	北陸電力(株) 福井火力発電所	616,268	238,115	東西オイルターミナル(株) 福井油槽所	32,118	39,120	ジャパンオイルネットワーク(株) 福井油槽所	51,213	70,125	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 福井国家石油備蓄基地	1,509,163	3,642,247	
	原子炉補機冷却海水ポンプ	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ																																															
T <sub>0</sub> : 運転時の上昇温度(上部触受) [°C]	27	32																																															
T <sub>0</sub> : 運転時の上昇温度(下部触受) [°C]	18.7	41																																															
E: 放射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	2,478.48	1,233.75																																															
A <sub>T</sub> : 受熱面積 [m <sup>2</sup> ]	13.19	1.18																																															
G: 重量流量 [kg/s]	3.32	0.55																																															
C <sub>p</sub> : 空気比熱 [J/kg/K]	1,008	1,008																																															
パラメータ	3号炉																																																
f <sub>si</sub> <sup>①</sup>	自衛隊機(f <sub>si</sub> ) 3/20=0.15																																																
S <sub>i</sub> <sup>①</sup>	自衛隊機(S <sub>i</sub> ) 7.72万																																																
	標的面積																																																
航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	0.051 (km <sup>2</sup> )																																																
特定事業所名	敷地面積 [m <sup>2</sup> ]	貯蔵および取扱数量 [KL]																																															
北陸電力(株) 福井火力発電所	616,268	238,115																																															
東西オイルターミナル(株) 福井油槽所	32,118	39,120																																															
ジャパンオイルネットワーク(株) 福井油槽所	51,213	70,125																																															
独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 福井国家石油備蓄基地	1,509,163	3,642,247																																															

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉					泊発電所3号炉		大飯発電所3/4号炉			差異理由								
第2-25表 原子炉補機冷却海水ポンプの評価結果					航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機		周辺の主な工場の敷地面積は比較的狭く、大規模な危険物貯蔵タンクを保有するような業種はない。また、地図上においても、大規模な危険物の貯蔵タンクは確認されない。 以上のことから、発電所周辺に石油コンビナート等に相当する施設はないと考える。											
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機 訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時	離隔距離	表2 大飯発電所周辺の主な産業施設の敷地面積等の比較												
評価温度(上部軸受) [°C]	約35	約28	約37	約32	39 (m)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>事業所名</th> <th>敷地面積 [m<sup>2</sup>]</th> <th>業種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>福井臨海地区石油コンビナート</td> <td>2,208,762</td> <td>石油備蓄基地 火力発電所</td> </tr> <tr> <td>日立造船(株)若狭事業所</td> <td>約75,000*</td> <td>機械製造</td> </tr> </tbody> </table>			事業所名		敷地面積 [m <sup>2</sup> ]	業種	福井臨海地区石油コンビナート	2,208,762	石油備蓄基地 火力発電所	日立造船(株)若狭事業所	約75,000*	機械製造
事業所名	敷地面積 [m <sup>2</sup> ]	業種																
福井臨海地区石油コンビナート	2,208,762	石油備蓄基地 火力発電所																
日立造船(株)若狭事業所	約75,000*	機械製造																
評価温度(下部軸受) [°C]	約27	約21	約28	約24		*国土地理院 電子国土Webにより計測												
第2-26表 高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプの評価結果					別図-1 隔離距離39mの算出イメージ		発電所最寄りのガソリンスタンドの状況は表3のとおりであり、その他のガソリンスタンドについては表4に示すとおりである。											
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機 訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時	(2) 火災影響評価 a. 想定条件 ○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい以下を対象機種とした。													
評価温度(上部軸受) [°C]	約35	約32	約35	約33	《訓練空域内(自衛隊機)》													
評価温度(下部軸受) [°C]	約44	約41	約44	約42	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>対象機種</th> <th>燃料積載量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機</td> <td>F-15</td> <td>14.87 (m<sup>3</sup>)</td> </tr> </tbody> </table>						対象機種	燃料積載量	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )			
	対象機種	燃料積載量																
航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )																
第2-25表 原子炉補機冷却海水ポンプの評価結果					○原子炉施設からの離隔距離は、以下とした。 《訓練空域内(自衛隊機)》		表3 発電所最寄りのガソリンスタンドの状況											
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機 訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時	《訓練空域内(自衛隊機)》													
評価温度(上部軸受) [°C]	約35	約28	約37	約32	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>離隔距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>39 (m)</td> </tr> </tbody> </table>						離隔距離	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	39 (m)	表4 大飯発電所周辺のガソリンスタンド				
	離隔距離																	
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	39 (m)																	
評価温度(下部軸受) [°C]	約27	約21	約28	約24	○その他については、別紙2の有視界飛行民間航空機の落下による火災の影響評価と同じ条件とした。													
第2-26表 高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプの評価結果					b. 必要データ 評価に用いるデータ(F-15)は以下のとおりとした。		3. 発電所周辺の地形を考慮した影響評価について 図3に示すように、発電所の周囲は、南東に標高約195[m]、南西に標高約247[m]の山に囲まれている。これらの山は、発電所から約1km以内の距離にあり、発電所は、これらの頂き、尾根に囲まれたすり鉢状の地形の中に設置されている。 発電所周辺の地形を考慮すると、図4に示すように、主な工場と											
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機 訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間往復時														
評価温度(上部軸受) [°C]	約35	約32	約35	約33														
評価温度(下部軸受) [°C]	約44	約41	約44	約42														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由								
<p>(13) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳</p> <p>a. 重畳する危険物タンクの選定</p> <p>航空機墜落による火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。航空機墜落確率が<math>10^{-7}</math>[回/炉・年]となる航空機墜落位置とその周辺の危険物施設の位置を第2-18図に示す。発電用原子炉施設周辺には多量の油を保有する軽油タンクがあることから、航空機墜落による火災との重畳火災を考慮する危険物タンクは、保有量の大きい軽油タンクとする。</p> <p>危険物タンクのうち2号炉建屋に熱影響を与える軽油タンクは燃料保有量が多い1号炉軽油貯蔵タンク及び3号炉軽油タンクを想定する。なお、2号炉軽油タンクは地下構造であるため、航空機墜落の放射熱によって直接加熱されることはないことから、重畳を想定する危険物タンクから除外する。</p> <p>なお、対象航空機は熱影響の大きいF-15、B747とし、航空機墜落位置は航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう墜落確率が<math>10^{-7}</math>[回/炉・年]となる位置とする。</p> <p>第2-27表 重畳評価で想定するケース</p> <table border="1" data-bbox="207 856 786 1102"> <thead> <tr> <th>想定ケース</th> <th>評価対象施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-15及び3号炉軽油タンク</td> <td>原子炉建屋 排気筒</td> </tr> <tr> <td>F-15及び1号炉軽油貯蔵タンク</td> <td>制御建屋 タービン建屋 原子炉補機冷却海水ポンプ及び 高圧炉心スプレッド冷却海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>B747及び3号炉軽油タンク</td> <td>復水貯蔵タンク</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2-18図 航空機墜落位置と危険物貯蔵施設の位置</p> <p>b. 評価に必要なデータ</p>	想定ケース	評価対象施設	F-15及び3号炉軽油タンク	原子炉建屋 排気筒	F-15及び1号炉軽油貯蔵タンク	制御建屋 タービン建屋 原子炉補機冷却海水ポンプ及び 高圧炉心スプレッド冷却海水ポンプ	B747及び3号炉軽油タンク	復水貯蔵タンク	<p>燃料量 [m<sup>3</sup>] : 14.87              放射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : <math>58 \times 10^3</math>              燃焼速度 [m/s] : <math>6.71 \times 10^{-5}</math>              航空機墜落地点 [-] : 原子炉施設から39[m]離れた地点</p> <p>c. 燃焼半径の算出</p> <p>円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は航空機の燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。</p> $R = (S / \pi)^{1/2}$ <p>S : 燃料タンクの投影面積（火災円筒の底面積）= 44.6 [m<sup>2</sup>]  <math>R = (44.6 / \pi)^{1/2} = 3.77</math> [m]</p> <p>d. 形態係数の算出</p> <p>次の式から形態係数を算出した。</p> $\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left( \frac{A - 2n}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right)$ <p>ただし、<math>m = \frac{H}{R} = 3</math>, <math>n = \frac{L}{R}</math>, <math>A = (1+n)^2 + m^2</math>, <math>B = (1-n)^2 + m^2</math>  <math>\phi</math> : 形態係数, L : 離隔距離[m], H : 火災の高さ[m], R : 燃焼半径[m]</p> <p>ここで、<math>R=3.77</math>, <math>L=39</math>として形態係数<math>\phi</math>を求めると、<math>\phi=1.90 \times 10^{-2}</math>となる。</p> <p>e. 放射強度の評価</p> <p>火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の放射強度は、放射発散度に形態係数を掛けた値となる。</p> $E = R f \times \phi$ <p>E : 放射強度[W/m<sup>2</sup>]、R f : 放射発散度[W/m<sup>2</sup>]、<math>\phi</math> : 形態係数              ここで、<math>Rf=58 \times 10^3</math>, <math>\phi=1.9 \times 10^{-2}</math>とし、放射強度Eを求めると、<math>1.10 \times 10^3</math> [W/m<sup>2</sup>]</p> <p>f. 燃焼継続時間の算出</p> <p>燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。</p> $t = V / (\pi R^2 \times v)$ <p>t : 燃焼継続時間[s]、V : 燃料量[m<sup>3</sup>]              v : 燃焼速度[m/s] = <math>M / \rho</math>、M : 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s]  <math>\rho</math> : 燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]</p> <p>ここで、<math>V=14.87</math>, <math>v=6.71 \times 10^{-5}</math>, <math>R=3.77</math>とし、燃焼継続時間tを求めると、  <math>14.87 / (\pi \times 3.77^2 \times 6.71 \times 10^{-5}) = 4963</math> [s] = 1.38 [h]</p> <p>g. 建屋外壁の耐火性能評価</p> <p>火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の放射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとしてコンクリートの表面の温</p>	<p>発電所とを結ぶ直線上には100[m]以上の山が存在し、離隔距離は約7kmあることから、万が一、これらの施設において火災・爆発が発生したとしても、これらの山が障壁となり発電所への影響は軽減されることから、発電所に影響を及ぼすような工場はないものと考えられる。</p> <p>図3 発電所周辺の地形図</p> <p>図4 発電所周辺の主な工場と発電所との位置関係</p> <p>図5 福井臨海地区石油コンビナートの地図</p>	
想定ケース	評価対象施設										
F-15及び3号炉軽油タンク	原子炉建屋 排気筒										
F-15及び1号炉軽油貯蔵タンク	制御建屋 タービン建屋 原子炉補機冷却海水ポンプ及び 高圧炉心スプレッド冷却海水ポンプ										
B747及び3号炉軽油タンク	復水貯蔵タンク										

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第2-28表 重畳評価に必要となるデータ

項目	1号炉軽油 貯蔵タンク	3号炉 軽油タンク	自衛隊機又は 米軍機 (F-15)	民間航空機 (B747)
燃料の種類	軽油	軽油	JP-4	JetA-1
燃料量[m³]	620	660	14.87	216.84
輻射発散度[W/m²]	42×10³	42×10³	58×10³	50×10³
燃焼速度[W/m²]	5.11×10⁻⁵	5.11×10⁻⁵	6.71×10⁻⁵	4.64×10⁻⁵
燃焼面積[m²]	340	380.95	44.6	700
燃焼半径[m]	10.404	11.012	3.768	14.928
燃焼継続時間[s]	35,686	33,905	4,968	6,677

次の式から形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left( \frac{A-2m}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right)$$

ただし、 $m = \frac{H'}{n}$ ,  $n = \frac{L}{R}$ ,  $A = (1+n)^2 + m^2$ ,  $B = (1-n)^2 + m^2$

$\phi$ ：形態係数 [-],  $H'$ ：炎の高さ [m],  $R$ ：燃焼半径 [m],  $L$ ：離隔距離 [m],

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

$E$ ：輻射強度 [W/m²],  $Rf$ ：輻射発散度 [W/m²],  $\phi$ ：形態係数 [-]

第2-29表 形態係数の算出結果

火災源	評価対象施設	対象までの 離隔距離 L[m]	形態係数 $\phi$ [-]	輻射強度 E[W/m²]
3号炉 軽油タンク	原子炉建屋	181	6.513×10⁻³	274
	復水貯蔵タンク	174	7.850×10⁻³	330
	排気筒	207	5.643×10⁻³	233
1号炉軽油 貯蔵タンク	制御建屋	179	8.820×10⁻³	279
	タービン建屋	105	1.909×10⁻²	802
F-15	原子炉補機冷却海水ポンプ及び 高圧炉心スプレィ補機冷却海水 ポンプ	199	5.353×10⁻³	225
	各建屋、排気筒、原子炉補機冷却 海水ポンプ及び高圧炉心スプレィ 補機冷却海水ポンプ	21	5.793×10⁻³	3,380
B747	復水貯蔵タンク	85	5.579×10⁻³	2,780

c. 重畳における火災発生タイミング

ここで重畳を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時に軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が墜落後時間において軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、それらを以下のケースごとに、評価を実施し、火災が同時に発生する場合が最大温度となることを確認した（第2-19図）。

ケース1：火災が同時に発生する場合

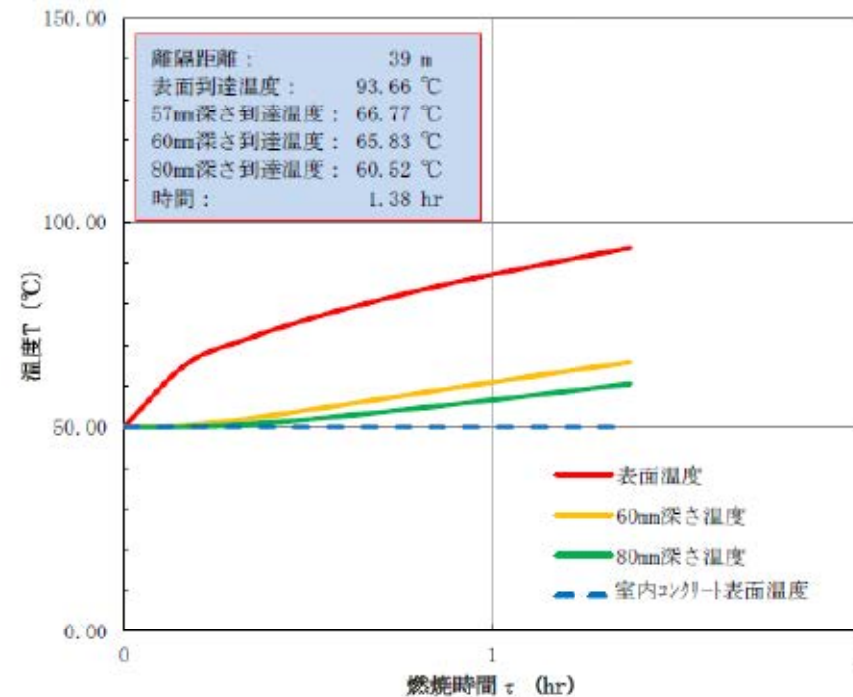
ケース2：航空機の燃料が半分となった時点で軽油タンク火災が発生

ケース3：航空機の燃焼終了直後に軽油タンク火災が発生

泊発電所3号炉

度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

その結果、原子炉施設外壁の表面の温度は最大で約94℃となり、許容温度を下回る（図1参照）。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。



注1：「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁（断熱材なしの評価）

注2：「60mm 深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁

注3：「80mm 深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ、ディーゼル発電機建屋屋根スラブ

図1 建屋外壁における温度上昇の評価結果

大飯発電所3/4号炉



図6 日立造船（株）若狭事業所の敷地面積

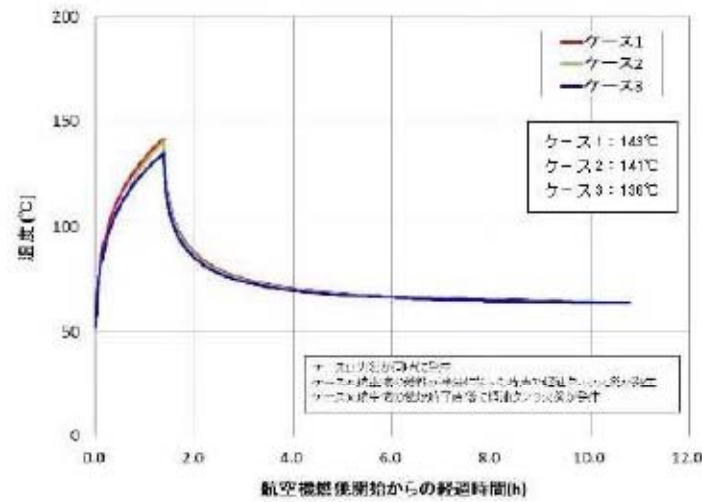
以上

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉



第2-19図 重量を考慮した場合の温度及び経過時間

d. 評価結果

重量評価で想定される輻射強度及び燃焼継続時間を用いて、以下の式から評価温度を算出した。ただし、建屋表面温度が許容温度である200℃を超える場合には、周囲への放熱を考慮した式を算出する。

- ・建屋（原子炉建屋、制御建屋、タービン建屋）に係る評価式

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

T：外壁温度[℃]、x：コンクリート深さ[m]、t：火災継続時間[s]  
 λ：コンクリート熱伝導率 (1.74[W/m/K])  
 C<sub>p</sub>：コンクリート比熱 (863[J/kg/K])、ρ：コンクリート密度 (2,400[kg/m<sup>3</sup>])

- ・排気筒に係る評価式

$$T = T_0 + \frac{\epsilon E}{2h}$$

T<sub>0</sub>：初期温度 50[℃]、E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、ε：排気筒表面の吸収率 (0.9)  
 h：排気筒表面熱伝達率 17[W/m<sup>2</sup>/K]<sup>※1</sup>

※1：伝熱工学資料

※2：空気調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい値である 17[W/m<sup>2</sup>/K]を用いる。）

- ・復水貯蔵タンクに係る評価式

$$T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o^2 h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left[ \frac{(D_o^2 - D_i^2) h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} \epsilon \right]}$$

T<sub>0</sub>：初期温度 (50[℃])、E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、t：燃焼継続時間 [s]  
 D<sub>o</sub>：タンク外径 (20.012[m])、h：タンク円筒高さ (11.8[m])  
 D<sub>i</sub>：タンク内径 (20.0[m])、ε：タンク最小板厚 (0.006[m])  
 ρ<sub>w</sub>：水の密度 (979.9[kg/m<sup>3</sup>])<sup>※1</sup>、C<sub>pw</sub>：水の比熱 [4188[J/kg/K]]<sup>※1</sup>  
 V：水の体積 (890[m<sup>3</sup>])、ρ<sub>s</sub>：タンク壁材密度 (7880[kg/m<sup>3</sup>])<sup>※2</sup>  
 C<sub>ps</sub>：タンク壁材比熱 (479[J/kg/K])<sup>※2</sup>

※1：伝熱工学資料第5版記載値（軽水）を 66℃となるように線形補間した値

※2：伝熱工学資料第5版記載値（軽水側）

- ・原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプに係る評価式

泊発電所3号炉

米軍機の落下による火災の影響評価

米軍の訓練空域は全国に一部存在するが、泊発電所は訓練空域とはなっていないため、航空機落下評価として、米軍は訓練空域外として評価する。

米軍機の機種分類としては、機密な部分が多いため、自衛隊機の代表的な機種のデータを用いることとした。

米軍機の対象機種を選定するにあたって、自衛隊の主要航空機（大型固定翼機）の用途を抽出した結果、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等があった。（平成25年度防衛白書より）

主要航空機の用途のうち、「哨戒」、「輸送」、「空中給油」および「早期警戒」を用途とする大型固定翼機については、高高度の巡航を行うものと考えられ、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。

米軍機の分類としては、上記の「空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機」と「戦闘」、「連絡偵察」および「偵察」を用途とする「その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機」に大きく分ける。

火災影響評価において、米軍機は、以下の燃料積載量の最も大きい機種を採用しているものとして評価した。

《訓練空域外（米軍機）》

	対象機種	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	145.03
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	F-15	14.87

(1) 落下地点の想定

a. 標的面積

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25 原院第1号）に基づき、落下確率 10<sup>-7</sup>（回/炉・年）に相当する標的面積を算出した。

(a) 訓練空域外を飛行中の落下事故

大飯発電所3/4号炉

(参考) 大量の危険物を貯蔵する施設における火災・爆発の影響評価について

発電所周辺の主な工場において貯蔵されている危険物の量について詳細を把握できないため、当社の姫路LNG基地（敷地面積：約33万m<sup>2</sup>）におけるLNGタンクに貯蔵される燃料量の規模を想定することとして、以下のとおり火災・爆発の評価を実施した。姫路LNG基地におけるLNGタンクの仕様は表7のとおりである。

表7 姫路LNG基地のLNGタンク容量

No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
外筒内径 (m)	61.3	61.3	61.3	43.9	61.3	61.3	61.3
底面積合計 (m <sup>2</sup> )	約 20,000						
容量 (m <sup>3</sup> )	80,000	80,000	80,000	40,000	80,000	80,000	80,000
容量合計 (m <sup>3</sup> )	520,000						



(写真：姫路LNG基地のLNGタンク 当社HPより)

(1) 発電所周辺における石油コンビナート等の火災影響評価

a. 原子炉施設への影響評価

発電所敷地外の屋外貯蔵タンクの火災評価について、ガイドに基づき以下のとおり実施する。

(a) 必要データ

評価に用いるデータは以下のとおり。

輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 76×103 (メタン)

火炎の面積 [m<sup>2</sup>] : 20,000 (タンク底面積の合計値とした)

(b) 燃焼半径の算出

当該施設のタンクの底面積の合計Sを火災の底面積と同等とし、燃焼半径を算出する。

$$R = (S/\pi)^{1/2}$$

R = 燃焼半径、S = 火炎の面積

$$R = (20,000/\pi)^{1/2} = 79.79 \text{ [m]}$$

(c) 危険輻射強度の算出について

産業施設において保有する燃料が、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁を照射した時に表面温度が200℃に到達する輻射強度を危険輻射強度

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																	
<p><math>T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p}</math></p> <p>T：評価温度 [°C]、<math>T_0</math>：通常運転時の上昇温度 [°C]                  E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、<math>A_T</math>：受熱面積 [m<sup>2</sup>]                  G：熱容量 (=G×Dp)、G：重量流量[kg/s]、<math>C_p</math>：空気比熱 [J/kg/K]</p> <p>この結果、第2-30表に示すとおり、どのケースにおいても許容温度を下回ることを確認した。</p> <p>第2-30表 重量評価結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>重量評価の想定</th> <th>評価対象施設</th> <th>評価温度[°C]</th> <th>許容温度[°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">F15及び3号炉 軽油タンク</td> <td>原子炉建屋</td> <td>約143</td> <td>&lt;200</td> </tr> <tr> <td>排気筒</td> <td>約146</td> <td>&lt;325</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">F15及び1号炉軽油 貯蔵タンク</td> <td>制御建屋</td> <td>約143</td> <td>&lt;200</td> </tr> <tr> <td>タービン建屋</td> <td>約156</td> <td>&lt;200</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機</td> <td>約38(上部軸受)</td> <td>&lt;40(上部軸受)</td> </tr> <tr> <td>冷却海水ポンプ</td> <td>約30(下部軸受)</td> <td>&lt;55(下部軸受)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">B747及び3号炉 軽油タンク</td> <td>高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ</td> <td>約38(上部軸受)</td> <td>&lt;55(上部軸受)</td> </tr> <tr> <td>復水貯蔵タンク</td> <td>約58</td> <td>&lt;66</td> </tr> </tbody> </table>	重量評価の想定	評価対象施設	評価温度[°C]	許容温度[°C]	F15及び3号炉 軽油タンク	原子炉建屋	約143	<200	排気筒	約146	<325	F15及び1号炉軽油 貯蔵タンク	制御建屋	約143	<200	タービン建屋	約156	<200	原子炉補機	約38(上部軸受)	<40(上部軸受)	冷却海水ポンプ	約30(下部軸受)	<55(下部軸受)	B747及び3号炉 軽油タンク	高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ	約38(上部軸受)	<55(上部軸受)	復水貯蔵タンク	約58	<66	<p><math>P_{so} = (f_{so}/S_0) \cdot A</math></p> <p><math>P_{so}</math>：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回/年）  <math>f_{so}</math>：単位年当たりの訓練空域内落下事故率（回/年）  <math>S_0</math>：全国の陸上の訓練空域の面積（km<sup>2</sup>）                  A：原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>3号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_{so}</math> [回/年]</td> <td>米軍機 (<math>f_{so}</math>) 1/20=0.05                      (空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機)                      米軍機 (<math>f_{so}</math>) 4/20=0.20                      (その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機)</td> </tr> <tr> <td><math>S_0</math> [km<sup>2</sup>]</td> <td>米軍機 (<math>S_0</math>) 37.2万</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）による。</p> <p>米軍機の訓練空域外を飛行中の落下事故がこれらの式より、<math>P_{so}=10^{-7}</math> [回/炉・年]となるAを求めると、以下となる。</p> <p>《訓練空域外（米軍機）》</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>標的面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>0.74 (km<sup>2</sup>)</td> </tr> <tr> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>0.18 (km<sup>2</sup>)</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. 離隔距離</p> <p>泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積に基づき、これらの施設の周囲に離隔距離を算出した。</p> <p>《訓練空域外（米軍機）》</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>離隔距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>263 (m)</td> </tr> <tr> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>109 (m)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 火災影響評価</p> <p>a. 想定条件</p> <p>○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい以下を対象機種とした。</p> <p>《訓練空域外（米軍機）》</p>	パラメータ	3号炉	$f_{so}$ [回/年]	米軍機 ( $f_{so}$ ) 1/20=0.05 (空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機) 米軍機 ( $f_{so}$ ) 4/20=0.20 (その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機)	$S_0$ [km <sup>2</sup> ]	米軍機 ( $S_0$ ) 37.2万		標的面積	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	0.74 (km <sup>2</sup> )	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	0.18 (km <sup>2</sup> )		離隔距離	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	263 (m)	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)	<p>とする。</p> <p>原子炉施設外壁表面の温度上昇は次式<sup>1)</sup>で求められる。</p> $T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{a \times \tau}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times \tau}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}}\right) \right]$ <p><math>T_0</math>：初期温度（50°C）                  E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]                  a：コンクリート温度伝導率  <math>a = \lambda / (\rho \times C_p)</math>  <math>C_p</math>：コンクリート比熱（963 [J/kgK]）                  ρ：コンクリート密度（2,300 [kg/m<sup>3</sup>]）                  λ：コンクリート熱伝導率（1.74 [W/mK]）                  x：コンクリート深さ（0 [m]）                  τ：燃焼継続時間（139,038 [sec]）  <math>\tau = 520,000 / (20,000 \times 1.87 \times 10^{-4}) = 139,038</math></p> <p>1) 庄司正弘、東京大学機械工学6、伝熱工学、東京大学出版</p> <p>上記式より、受熱面の表面温度がT=200°Cを超えない輻射強度Eを求めると約684 [W/m<sup>2</sup>]となり、この値を危険輻射強度とする。</p> <p>(d) 危険距離の算出</p> <p>火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。</p> <p><math>E = Rf \times \phi</math></p> <p>E：輻射強度、Rf：輻射発散度、φ：形態係数</p> <p>ここでEを危険輻射強度とし、そのときの形態係数を求めると、  <math>\phi = E/Rf = 684/76,000 = 0.0090</math>                  となる。また、形態係数は次の式で与えられる。</p> $\phi = \frac{1}{m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{\sqrt{(n+1)}} \right] \right\}$ <p>ただし、<math>m = \frac{H}{R} \approx 3</math>、<math>n = \frac{L}{R}</math>、<math>A = (1+n)^2 + m^2</math>、<math>B = (1-n)^2 + m^2</math></p> <p>φ：形態係数、L：危険距離、H：火炎高さ、R：燃焼半径</p> <p>危険輻射強度に相当する形態係数φ=0.0090を上記式に代入し、危険距離Lを求めると、                  L=約1,180 [m]                  となることから、危険距離Lは約1,200 [m]とする。</p> <p>(e) 評価結果</p> <p>石油コンビナート等の火災による影響の有無は、想定される石油コンビナート等の火災に対して、石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が評価上必要とされる危険距離以上であることとされている。</p> <p>危険距離1,200 [m]に対して、主な工場と発電所との離隔距離は1,200 [m]以上が確保されている。</p>	
重量評価の想定	評価対象施設	評価温度[°C]	許容温度[°C]																																																	
F15及び3号炉 軽油タンク	原子炉建屋	約143	<200																																																	
	排気筒	約146	<325																																																	
F15及び1号炉軽油 貯蔵タンク	制御建屋	約143	<200																																																	
	タービン建屋	約156	<200																																																	
	原子炉補機	約38(上部軸受)	<40(上部軸受)																																																	
	冷却海水ポンプ	約30(下部軸受)	<55(下部軸受)																																																	
B747及び3号炉 軽油タンク	高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ	約38(上部軸受)	<55(上部軸受)																																																	
	復水貯蔵タンク	約58	<66																																																	
パラメータ	3号炉																																																			
$f_{so}$ [回/年]	米軍機 ( $f_{so}$ ) 1/20=0.05 (空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機) 米軍機 ( $f_{so}$ ) 4/20=0.20 (その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機)																																																			
$S_0$ [km <sup>2</sup> ]	米軍機 ( $S_0$ ) 37.2万																																																			
	標的面積																																																			
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	0.74 (km <sup>2</sup> )																																																			
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	0.18 (km <sup>2</sup> )																																																			
	離隔距離																																																			
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	263 (m)																																																			
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)																																																			



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由															
	<table border="1" data-bbox="949 199 1736 304"> <thead> <tr> <th></th> <th>対象機種</th> <th>燃料積載量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>KC-707</td> <td>145.03 (m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>F-15</td> <td>14.87 (m<sup>3</sup>)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="994 336 1528 367">○原子炉施設からの離隔距離は、以下とした。</p> <p data-bbox="949 409 1231 441">《訓練空域外（米軍機）》</p> <table border="1" data-bbox="949 567 1736 693"> <thead> <tr> <th></th> <th>離隔距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>263 (m)</td> </tr> <tr> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>109 (m)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="994 724 1736 787">○その他については、別紙2の有視界飛行民間航空機の落下による火災の影響評価と同じ条件とした。</p> <p data-bbox="964 829 1320 861">b. 建屋外壁の耐火性能評価</p> <p data-bbox="934 871 1736 1092">米軍機の火災影響評価に関しては、「空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機」は、想定する機種の燃料積載量が民間大型航空機の燃料積載量より少なく、離隔距離が長いこと、民間大型航空機に包絡される。「その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機」は、想定する機種が自衛隊機の想定する機種と同等で、離隔距離が自衛隊機より長いこと、自衛隊機に包絡される。</p>		対象機種	燃料積載量	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-707	145.03 (m <sup>3</sup> )	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )		離隔距離	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	263 (m)	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)	<p data-bbox="1765 189 2092 220">b. 海水ポンプへの影響評価</p> <p data-bbox="1765 220 2537 294">海水ポンプに対する火災評価について、火災の想定は「a. 原子炉施設への影響評価」と同様とし、以下のとおり実施する。</p> <p data-bbox="1765 304 2151 336">(a) 危険輻射強度の算出について</p> <p data-bbox="1765 336 2537 483">産業施設において保有する燃料が、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプを照射した時に冷却用空気の入取温度が□℃に到達する輻射強度を危険輻射強度とする。</p> <p data-bbox="1765 493 2478 556">海水ポンプの冷却用空気の入取温度の温度上昇は次式で求められる。</p> $T = T_0 + \frac{E \times (A_r / 2)}{G \cdot C_p}$ <p data-bbox="1914 651 2374 682">T<sub>0</sub>：外気吸込温度（38.1℃：外気温度）</p> <p data-bbox="1914 693 2166 724">E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]</p> <p data-bbox="1914 735 2448 766">A<sub>r</sub>：海水ポンプ受熱面の表面積（28.94 [m<sup>2</sup>]</p> <p data-bbox="1914 777 2389 808">G：冷却空気の重量流量（3.90 [kg/s]</p> <p data-bbox="1914 819 2315 850">C<sub>p</sub>：空気の比熱（1,007 [J/kgK]</p> <p data-bbox="1765 871 2537 976">上記式より、冷却用空気の入取温度がT=□℃を超えない輻射強度Eを求めると約□ [W/m<sup>2</sup>] となり、この値を危険輻射強度とする。</p> <p data-bbox="1765 987 2003 1018">(b) 危険距離の算出</p> <p data-bbox="1765 1029 2507 1092">火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値となる。</p> $E = Rf \times \phi$ <p data-bbox="1765 1144 2344 1176">E：輻射強度、Rf：輻射発散度、φ：形態係数</p> <p data-bbox="1765 1186 2522 1218">ここでEを危険輻射強度とし、そのときの形態係数を求めると、</p> $\phi = E / Rf = \square$ <p data-bbox="1765 1270 2329 1302">となる。また、形態係数は次の式で与えられる。</p> $\phi = \frac{1}{m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{\sqrt{(n+1)}} \right] \right\}$ <p data-bbox="1855 1407 2507 1459">ただし、<math>m = \frac{H}{R} = 3</math>、<math>n = \frac{L}{R}</math>、<math>A = (1+n)^2 + m^2</math>、<math>B = (1-n)^2 + m^2</math></p> <p data-bbox="1825 1480 2507 1512">φ：形態係数、L：危険距離、H：火炎高さ、R：燃焼半径</p> <p data-bbox="1765 1522 2522 1596">危険輻射強度に相当する形態係数φ=□を上記式に代入し、危険距離Lを求めると、</p> <p data-bbox="1765 1606 1958 1638">L=約□ [m]</p> <p data-bbox="1765 1648 2374 1680">となることから、危険距離Lは約□ [m] とする。</p> <p data-bbox="1765 1690 1929 1722">(c) 評価結果</p> <p data-bbox="1765 1732 2522 1795">危険距離□ [m] に対して、主な工場と発電所との離隔距離は□ [m] 以上が確保されている。</p> <p data-bbox="1765 1837 2374 1869">(2) 石油コンビナート等のガス爆発による影響評価</p> <p data-bbox="1765 1879 2537 1942">ガス爆発による影響評価について、ガイドに基づき以下のとおり実施する。</p>	
	対象機種	燃料積載量																
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-707	145.03 (m <sup>3</sup> )																
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )																
	離隔距離																	
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	263 (m)																	
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)																	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

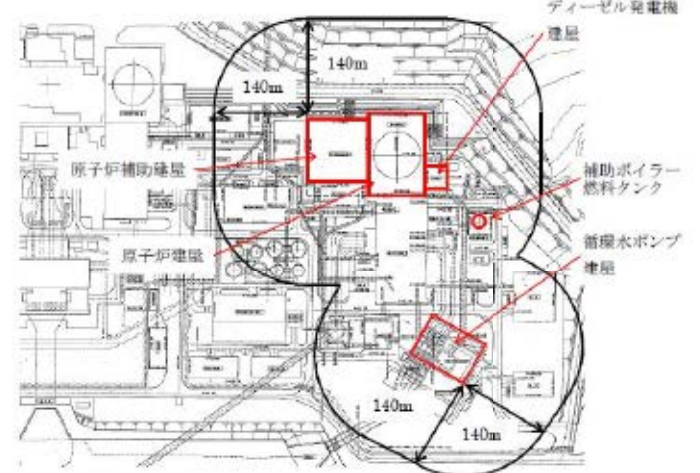
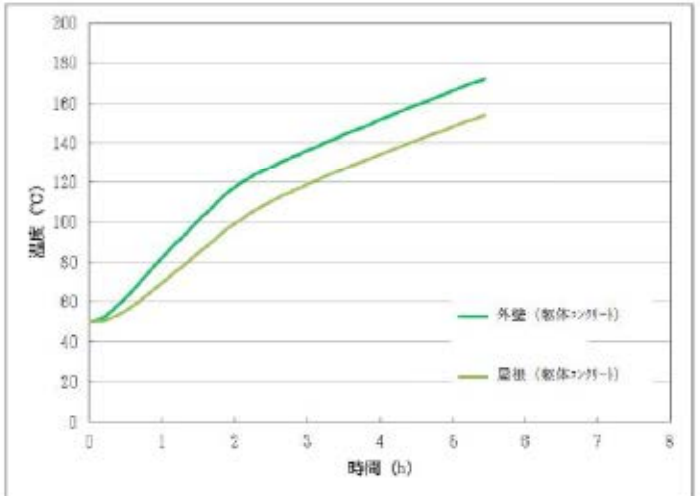
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																			
	<p style="text-align: center;">(添付資料1) 評価に用いた設定値について</p> <p>(1) 建屋外壁の許容温度 許容温度：200 (°C) <sup>1)</sup></p> <p>(2) 航空機の仕様</p> <table border="1" data-bbox="943 457 1762 594"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>民間航空機</th> <th>自衛隊機</th> <th>米軍機 (参考)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定した機種</td> <td>B747-400</td> <td>F-15</td> <td>KC-767</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>Jet A-1+灯油</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料の最大積載量 (m<sup>3</sup>)</td> <td>216.84 <sup>2)</sup></td> <td>14.87 <sup>4)</sup></td> <td>145.03 <sup>6)</sup></td> </tr> <tr> <td>燃料タンクの投影面積 (m<sup>2</sup>)</td> <td>700 <sup>3)</sup></td> <td>44.6 <sup>5)</sup></td> <td>405.2 <sup>7)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 燃料物性値</p> <table border="1" data-bbox="943 688 1762 825"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>民間航空機</th> <th>自衛隊機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>輻射発散度 (Rf)</td> <td>50×10<sup>3</sup> (W/m<sup>2</sup>) <sup>8)</sup></td> <td>58×10<sup>3</sup> (W/m<sup>2</sup>) <sup>11)</sup></td> </tr> <tr> <td>質量低下速度 (MD)</td> <td>0.039 (kg/m<sup>2</sup>) <sup>9)</sup></td> <td>0.051 (kg/m<sup>2</sup>) <sup>12)</sup></td> </tr> <tr> <td>密度 (ρ)</td> <td>840 (kg/m<sup>3</sup>) <sup>10)</sup></td> <td>760 (kg/m<sup>3</sup>) <sup>12)</sup></td> </tr> <tr> <td>燃焼速度 (v=M/ρ)</td> <td>4.64×10<sup>-5</sup> (m/s)</td> <td>6.71×10<sup>-5</sup> (m/s)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注釈)            1) 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財団法人 日本建築センター            2) ボーイング社ホームページ “Technical Characteristics Boeing 747-400” に記載の値            3) ボーイング社ホームページ資料「747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning」の機体図面より、主翼、主翼と交差する胴体部及び尾翼面積が燃料タンク面積と同等と想定し、これらの面積を算出した値            4) 航空ジャーナル2月号増刊 F-15 イーグル (航空ジャーナル社 昭和55年2月5日発行)            5) 航空ジャーナル1978別冊 F-15 イーグル (昭和53年3月5日発行) 及び文献7) に記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの面積を算出した値。            6) 世界の航空機年鑑 2012-2013 に記載の値及び燃料密度から算出した値。            7) 航空ジャーナル世界の軍用機 1986 に記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの面積を算出した値            8) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおける灯油の値            9) NUREG-1805 における灯油の値            10) ASTM D1655-12a における Jet A-1 の値            11) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおけるガソリン・ナフサの値            12) 「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering FOURTH EDITION」の JP-4 の値</p>	項目	民間航空機	自衛隊機	米軍機 (参考)	想定した機種	B747-400	F-15	KC-767	燃料の種類	Jet A-1+灯油	JP-4	JP-4	燃料の最大積載量 (m <sup>3</sup> )	216.84 <sup>2)</sup>	14.87 <sup>4)</sup>	145.03 <sup>6)</sup>	燃料タンクの投影面積 (m <sup>2</sup> )	700 <sup>3)</sup>	44.6 <sup>5)</sup>	405.2 <sup>7)</sup>	項目	民間航空機	自衛隊機	輻射発散度 (Rf)	50×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>8)</sup>	58×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>11)</sup>	質量低下速度 (MD)	0.039 (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>9)</sup>	0.051 (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>12)</sup>	密度 (ρ)	840 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>10)</sup>	760 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>12)</sup>	燃焼速度 (v=M/ρ)	4.64×10 <sup>-5</sup> (m/s)	6.71×10 <sup>-5</sup> (m/s)	<p>(a) 必要データ            評価に用いるデータは以下のとおり。            石油類のK値：714×103 (メタンの最大値)            貯蔵設備等のW値：465            ⇒ 貯蔵施設のW値については、当該施設の危険物保有量 (520,000m<sup>3</sup>) と LNG の比重 (415kg/m<sup>3</sup>) ※から、貯蔵施設補の貯蔵能力を 215,800 [トン] とし、ガイドに基づきその平方根の値とした。            ※：NUREG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTs) の LNG の値            (b) 危険限界距離の算出            危険限界距離は次式で与えられる。</p> $X = 0.04 \lambda \sqrt{K \times W}$ <p>X：危険限界距離、λ：換算距離 14.4 [m・kg<sup>-1/3</sup>]            K：石油類の定数、W：設備定数</p> <p>上記式にK、Wを代入し危険限界距離Xを求めると、約399 [m] となることから、危険限界距離Xは400 [m] とする。</p> <p>(c) 評価結果            石油コンビナート等のガス爆発による影響の有無は、想定される石油コンビナート等のガス爆発に対して、石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が評価上必要とされる危険限界距離以上であることとされている。            危険限界距離400 [m] に対して、主な工場と発電所との離隔距離は400 [m] 以上が確保されている。            (3) 発電所周辺における石油コンビナート等の爆発による飛来物影響評価            爆発時の飛来物評価について、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」(平成25年3月消防庁特殊災害室) に基づき以下のとおり実施する。爆発の想定は(2)と同様の想定とし、破片の最大飛散範囲を評価する。</p> <p>(a) 破片の最大飛散範囲の算出            容器の破損による破片の飛散範囲を以下の式にて算出する。</p> $L = 465 \times M^{0.10}$ <p>L：破片の最大飛散範囲 [m]            M：破裂時の貯蔵物質質量 [kg]</p> <p>上記式のMに215,800,000 [kg] を代入し破片の最大飛散範囲Lを求めると、約3,169 [m] となることから、破片の最大飛散範囲は3,170 [m] とする。</p> <p>(b) 評価結果            石油コンビナート等のガス爆発による飛来物の影響の有無は、石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が、評価上必要とされる破片の最大飛散範囲以上確保されていれば、影響はないものと考えられる。            破片の最大飛散範囲3,170 [m] に対して、主な工場と発電所との離隔距離は3,170 [m] 以上が確保されている。</p>	
項目	民間航空機	自衛隊機	米軍機 (参考)																																			
想定した機種	B747-400	F-15	KC-767																																			
燃料の種類	Jet A-1+灯油	JP-4	JP-4																																			
燃料の最大積載量 (m <sup>3</sup> )	216.84 <sup>2)</sup>	14.87 <sup>4)</sup>	145.03 <sup>6)</sup>																																			
燃料タンクの投影面積 (m <sup>2</sup> )	700 <sup>3)</sup>	44.6 <sup>5)</sup>	405.2 <sup>7)</sup>																																			
項目	民間航空機	自衛隊機																																				
輻射発散度 (Rf)	50×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>8)</sup>	58×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>11)</sup>																																				
質量低下速度 (MD)	0.039 (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>9)</sup>	0.051 (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>12)</sup>																																				
密度 (ρ)	840 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>10)</sup>	760 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>12)</sup>																																				
燃焼速度 (v=M/ρ)	4.64×10 <sup>-5</sup> (m/s)	6.71×10 <sup>-5</sup> (m/s)																																				

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																					
	<p>(添付資料2)</p> <p>火災影響評価でのカテゴリ等を踏まえた泊発電所3号炉における航空機落下確率評価結果</p> <p>(回/炉・年)</p> <table border="1" data-bbox="1151 275 1638 1843"> <thead> <tr> <th rowspan="2">号炉</th> <th colspan="2">1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th colspan="2">2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</th> <th colspan="3">3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</th> </tr> <tr> <th>①飛行場での離着陸時における落下事故</th> <th>②航空路を巡る航空中の落下事故</th> <th>大型航空機 (固定翼機、回転翼機)</th> <th>小型航空機 (固定翼機、回転翼機)</th> <th>①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</th> <th>訓練空域内</th> <th>訓練空域外</th> <th>②基地-訓練空域間往復時の落下事故</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3号炉</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>3.90×10<sup>-9</sup></td> <td>1.01×10<sup>-8</sup></td> <td>2.25×10<sup>-8</sup></td> <td>航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機</td> <td>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</td> <td>その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機</td> <td>6.24×10<sup>-9</sup></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">1.40×10<sup>-8</sup></td> <td colspan="3">3.03×10<sup>-8</sup></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)より算出。</p>	号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故			①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡る航空中の落下事故	大型航空機 (固定翼機、回転翼機)	小型航空機 (固定翼機、回転翼機)	①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	訓練空域内	訓練空域外	②基地-訓練空域間往復時の落下事故	3号炉	-	-	3.90×10 <sup>-9</sup>	1.01×10 <sup>-8</sup>	2.25×10 <sup>-8</sup>	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	6.24×10 <sup>-9</sup>	-				1.40×10 <sup>-8</sup>		3.03×10 <sup>-8</sup>					<p>(4)評価について</p> <p>大飯発電所周辺の主な工場の立地状況に対して、当社の姫路 LNG 基地の規模における火災・爆発の評価結果を考慮すると、発電所に影響を及ぼすような工場はないものと考えられる。</p> <p>以上</p>	
号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故																																			
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡る航空中の落下事故	大型航空機 (固定翼機、回転翼機)	小型航空機 (固定翼機、回転翼機)	①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	訓練空域内	訓練空域外	②基地-訓練空域間往復時の落下事故																																
3号炉	-	-	3.90×10 <sup>-9</sup>	1.01×10 <sup>-8</sup>	2.25×10 <sup>-8</sup>	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	6.24×10 <sup>-9</sup>	-																														
			1.40×10 <sup>-8</sup>		3.03×10 <sup>-8</sup>																																			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																	
<p style="text-align: right;">別紙7-1</p> <p style="text-align: center;">火災影響評価における対象航空機</p> <p>実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準（内規）では、第1表に示すとおり計器飛行方式及び有視界飛行方式の民間航空機、自衛隊機及び在日米軍機について対象航空機の種類がなされている。火災影響評価では、色別で示す4つのグループに分けて評価を実施している。</p> <p style="text-align: center;">第1表 評価対象航空機の取扱と種類</p> <table border="1" data-bbox="192 588 786 1249"> <thead> <tr> <th colspan="2">用器航空機</th> <th>自衛隊機、在日米軍機</th> </tr> <tr> <th>計器飛行方式</th> <th>有視界飛行方式</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>                     定期便：評価対象 (M) 大規模機 (B747、B777等) 不定期便：評価対象外 注1)                 </td> <td>                     定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の патруル機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等                 </td> <td>                     評価対象 自衛隊機 (F-4EJ等、F-15等) 在日米軍機 (F-16、E-48等)                 </td> </tr> <tr> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注2)                 </td> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等                 </td> <td>                     評価対象 自衛隊機 (F-1等)                 </td> </tr> <tr> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)                 </td> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、BN-2等) 計器飛行機 (セスナ 172等)                 </td> <td>                     評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)                 </td> </tr> <tr> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)                 </td> <td>                     定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、AS332等) 等                 </td> <td>                     評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)                 </td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機のうち、定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから、評価対象外とする。              注2) 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については、空域の混雑を考慮する必要があることから、評価対象が大型機の空域に存在する上かつ、評価対象外とする。              注3) 小型固定翼機及び回転翼機では、エアロスペースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが、原則としては、有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから、本基準では、全て有視界飛行方式として評価することとする。</p> <p>出典：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準（内規）」</p> <p>■大型民間航空機 ■自衛隊機又は米軍機（空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機）              ■小型民間航空機 ■自衛隊機又は米軍機（その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機）</p>	用器航空機		自衛隊機、在日米軍機	計器飛行方式	有視界飛行方式		定期便：評価対象 (M) 大規模機 (B747、B777等) 不定期便：評価対象外 注1)	定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の патруル機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等	評価対象 自衛隊機 (F-4EJ等、F-15等) 在日米軍機 (F-16、E-48等)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注2)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等	評価対象 自衛隊機 (F-1等)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、BN-2等) 計器飛行機 (セスナ 172等)	評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、AS332等) 等	評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)	<p>17. 航空機落下とタンク火災による影響評価結果について</p> <p>1. 建屋外壁および屋根スラブの影響評価結果について</p> <p>航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災による各建屋の外壁および屋根スラブの影響評価を行った。この結果、原子炉建屋は、外壁および屋根スラブについて許容温度200℃を下回ることを確認した。また、ディーゼル発電機建屋は外壁および屋根スラブの一部に、断熱材あるいはコンクリート板を設置することで、ディーゼル発電機建屋躯体コンクリートは許容温度200℃を下回ることを確認した。</p> <p>原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋は原子炉建屋より離隔距離が長くなるため、200℃を下回ることを確認した。</p>  <p>2. 原子炉建屋の影響評価結果</p> <p>航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災の重量による影響評価を行った結果、外壁（躯体コンクリート）にて約173℃、屋根（躯体コンクリート）にて約155℃となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。</p> 	
用器航空機		自衛隊機、在日米軍機																		
計器飛行方式	有視界飛行方式																			
定期便：評価対象 (M) 大規模機 (B747、B777等) 不定期便：評価対象外 注1)	定期便：該当なし 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の патруル機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等	評価対象 自衛隊機 (F-4EJ等、F-15等) 在日米軍機 (F-16、E-48等)																		
定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注2)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H等) 民間の私有機 (三菱機 MU-300型等) 等	評価対象 自衛隊機 (F-1等)																		
定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、BN-2等) 計器飛行機 (セスナ 172等)	評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)																		
定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 注3)	定期便：評価対象外 不定期便：評価対象 (B) 海上保安庁の patrol機 (C-130H、AS332等) 等	評価対象 自衛隊機 (OH-6等) 在日米軍機 (UH-1等)																		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

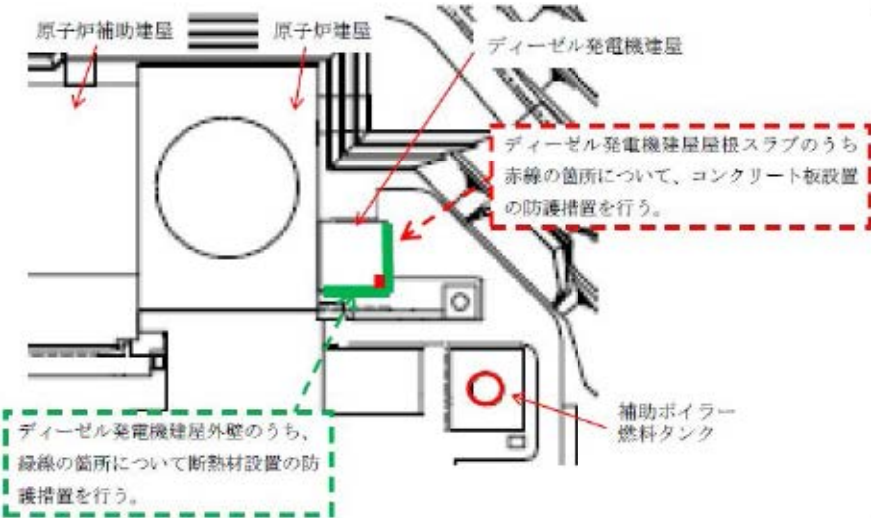
泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
	<p>図17-1 原子炉建屋における影響評価結果（航空機と補助ボイラー燃料タンク）</p> <p>3. ディーゼル発電機建屋の影響評価結果          ディーゼル発電機建屋外壁に断熱材を設置した状態で航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災における影響評価を行い、建屋躯体コンクリート表面が約94℃（周囲温度50℃）となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。          屋根スラブは、既存の防水押さえコンクリート厚さが80mmであり、30mmのコンクリート板を防水押さえコンクリート上に設置した状態で影響評価した結果、建屋躯体コンクリート表面温度が約171℃となり、200℃以下になることを確認した。</p> <p>4. 原子炉補助建屋の影響評価結果          原子炉補助建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約112m離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。</p> <p>5. 循環水ポンプ建屋の影響評価結果          循環水ポンプ建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約100m離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。</p> <p>6. 海水ポンプの影響評価について          原子炉補機冷却海水ポンプを設置している循環水ポンプ建屋の評価の結果、建屋内空気の最高到達温度が約68℃となり、許容温度80.9℃以下であることを確認した。</p> <p>7. 防護措置について          建屋外壁および屋根スラブの防護措置は、200℃を超える範囲について実施するものとし、防護措置実施範囲および断熱材設置イメージを添付1に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		

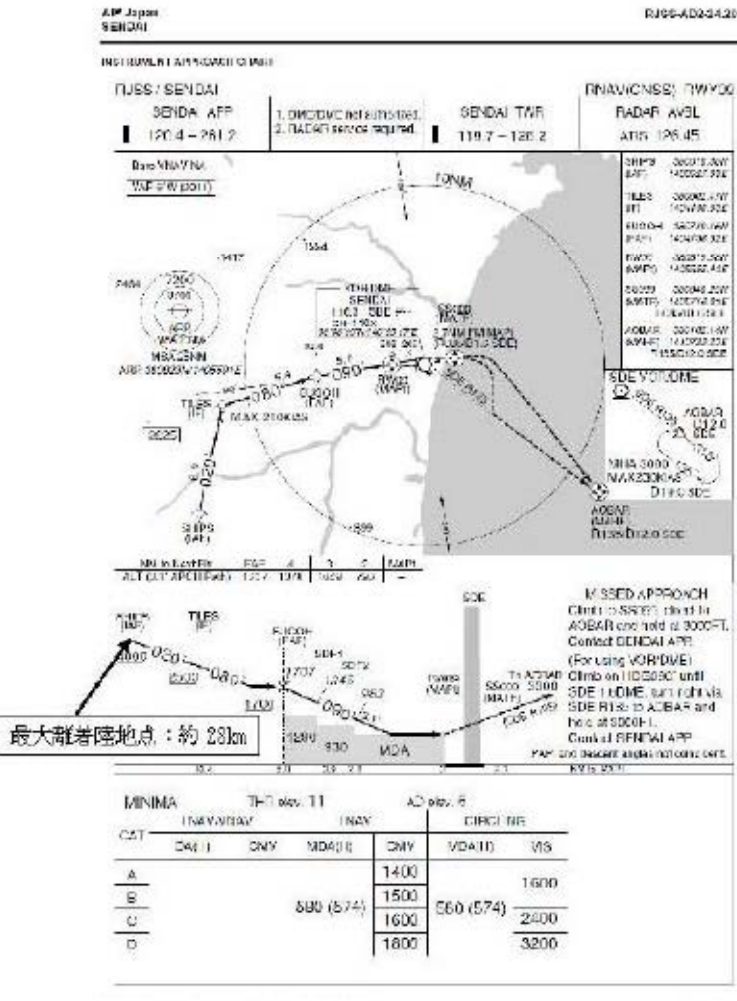
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由								
<p style="text-align: right;">別紙7-2</p> <p style="text-align: center;">計器飛行方式民間航空機の飛行場での離着陸時における航空機墜落確率の評価について</p> <p>計器飛行方式民間航空機の飛行場での離着陸時における航空機墜落確率の評価の必要性について検討した。</p> <p>女川原子力発電所付近に位置する仙台空港と発電所との距離は、仙台空港における最大離着陸距離よりも大きいことから、当該飛行場での離着陸時における航空機墜落確率の評価は不要であることを確認した。</p> <table border="1" data-bbox="142 638 896 701"> <thead> <tr> <th>空港名</th> <th>発電所との距離※1</th> <th>最大離着陸距離※2</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仙台空港</td> <td>約58km</td> <td>約28km</td> <td>×</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：評価対象 ×：評価対象外                  ※1：発電所と仙台空港の緯度、経度より計測した。                  ※2：AIPを参照した。（第1図）</p>	空港名	発電所との距離※1	最大離着陸距離※2	判定	仙台空港	約58km	約28km	×	<p style="text-align: right;">添付-1</p> <p style="text-align: center;">ディーゼル発電機建屋の防護措置実施範囲および断熱材設置イメージ</p>  <p>ディーゼル発電機建屋屋根スラブのうち赤線の箇所について、コンクリート板設置の防護措置を行う。</p> <p>ディーゼル発電機建屋外壁のうち、緑線の箇所について断熱材設置の防護措置を行う。</p>		
空港名	発電所との距離※1	最大離着陸距離※2	判定								
仙台空港	約58km	約28km	×								

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大阪発電所3/4号炉	差異理由
<p>仙台空港の最大離着陸地点までの距離                      (仙台空港～女川原子力発電所の距離：約58km)</p>  <p>第1図 仙台空港の最大離着陸地点                      (出典：AIP-JAPAN, 国土交通省航空局)</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>別紙7-3</p> <p>第1図 航空自衛隊陸奥基地の移動経路</p>			



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																								
<p style="text-align: right;">別紙7-4</p> <p>「有視界方式民間航空機（小型機）」の落下事故で考慮している航空機の燃料積載量</p> <p>第1表 有視界方式民間航空機（小型機）の燃料積載量（1/5）</p> <table border="1" data-bbox="127 388 905 1243"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料積載量[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ドルニエ Do228-200</td><td>約 2.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-42-1000</td><td>約 2.2</td></tr> <tr><td>セスナ 501</td><td>約 2.2</td></tr> <tr><td>ビーチ B200</td><td>約 2.1</td></tr> <tr><td>ガルフストリーム・コマンド 695</td><td>約 1.8</td></tr> <tr><td>セスナ 525/525A サイテーションジェット</td><td>約 1.8</td></tr> <tr><td>ビーチ C90A</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>セスナ 510</td><td>約 1.5</td></tr> <tr><td>セスナ 425</td><td>約 1.4</td></tr> <tr><td>セスナ 404</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>セスナ 208</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>セスナ 208B</td><td>約 1.3</td></tr> <tr><td>ソカタ TBW700</td><td>約 1.1</td></tr> <tr><td>ピラタス PC-6/B2-H4</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>セスナ 150L/M/A150L</td><td>約 0.9</td></tr> <tr><td>パイパーPA-31-350/PA-31P-350</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ビーチ C58</td><td>約 0.7</td></tr> <tr><td>ビーチ 58</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 340</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ T303</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 182P/Q/R</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ TU206F</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>セスナ 207/T207</td><td>約 0.6</td></tr> <tr><td>パイパーPA-23-250</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>セスナ TU206G</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>セスナ U206G</td><td>約 0.5</td></tr> <tr><td>ブリテン・ノーマン BN-2B-20</td><td>約 0.5</td></tr> </tbody> </table> <p>※：日本航空機全集より作成。</p>	機 種	燃料積載量[m³]	ドルニエ Do228-200	約 2.4	パイパーPA-42-1000	約 2.2	セスナ 501	約 2.2	ビーチ B200	約 2.1	ガルフストリーム・コマンド 695	約 1.8	セスナ 525/525A サイテーションジェット	約 1.8	ビーチ C90A	約 1.5	セスナ 510	約 1.5	セスナ 425	約 1.4	セスナ 404	約 1.3	セスナ 208	約 1.3	セスナ 208B	約 1.3	ソカタ TBW700	約 1.1	ピラタス PC-6/B2-H4	約 0.9	セスナ 150L/M/A150L	約 0.9	パイパーPA-31-350/PA-31P-350	約 0.7	ビーチ C58	約 0.7	ビーチ 58	約 0.6	セスナ 340	約 0.6	セスナ T303	約 0.6	セスナ 182P/Q/R	約 0.6	セスナ TU206F	約 0.6	セスナ 207/T207	約 0.6	パイパーPA-23-250	約 0.5	セスナ TU206G	約 0.5	セスナ U206G	約 0.5	ブリテン・ノーマン BN-2B-20	約 0.5			
機 種	燃料積載量[m³]																																																										
ドルニエ Do228-200	約 2.4																																																										
パイパーPA-42-1000	約 2.2																																																										
セスナ 501	約 2.2																																																										
ビーチ B200	約 2.1																																																										
ガルフストリーム・コマンド 695	約 1.8																																																										
セスナ 525/525A サイテーションジェット	約 1.8																																																										
ビーチ C90A	約 1.5																																																										
セスナ 510	約 1.5																																																										
セスナ 425	約 1.4																																																										
セスナ 404	約 1.3																																																										
セスナ 208	約 1.3																																																										
セスナ 208B	約 1.3																																																										
ソカタ TBW700	約 1.1																																																										
ピラタス PC-6/B2-H4	約 0.9																																																										
セスナ 150L/M/A150L	約 0.9																																																										
パイパーPA-31-350/PA-31P-350	約 0.7																																																										
ビーチ C58	約 0.7																																																										
ビーチ 58	約 0.6																																																										
セスナ 340	約 0.6																																																										
セスナ T303	約 0.6																																																										
セスナ 182P/Q/R	約 0.6																																																										
セスナ TU206F	約 0.6																																																										
セスナ 207/T207	約 0.6																																																										
パイパーPA-23-250	約 0.5																																																										
セスナ TU206G	約 0.5																																																										
セスナ U206G	約 0.5																																																										
ブリテン・ノーマン BN-2B-20	約 0.5																																																										

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																																		
<p>第1表 有視界方式民間航空機（小型機）の燃料積載量（2/5）</p> <table border="1" data-bbox="112 226 899 1245"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料積載量[m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ビーチE33</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>ビーチ35-C33A/F33A/F33C</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>ビーチ38/A38</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>パイパーPA-48-310P</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>パイパーPA-48-350P</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>ロックウェル・コマンド112</td><td>約0.5</td></tr> <tr><td>セスナ172P</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>ソカタ/モランソルニエMS885/883A</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>ビーチB38TC</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-32R-301T</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-34-200</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-34-200T</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>パイパーPA-34-220T</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>セスナ172N</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>セスナ172R/L/W</td><td>約0.4</td></tr> <tr><td>セスナ182S</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>セスナ1206H</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>シーラスSR22/SR22T</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>セスナP210K</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>セスナI210W/K</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>ソカタTB-20</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>ソカタTB21</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>ビーチA38TC</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>ムーニーV20K</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28RT-20LT</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>セスナ172PC</td><td>約0.3</td></tr> <tr><td>セスナ210-5A</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナ152</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ムーニーV20J</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナ150B/C</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ビーチB24B</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ワコー・クラシック・エアクラフトWVF ワコーP5C</td><td>約0.2</td></tr> </tbody> </table> <p>※：日本航空機全集より作成。</p>	機 種	燃料積載量[m <sup>3</sup> ]	ビーチE33	約0.5	ビーチ35-C33A/F33A/F33C	約0.5	ビーチ38/A38	約0.5	パイパーPA-48-310P	約0.5	パイパーPA-48-350P	約0.5	ロックウェル・コマンド112	約0.5	セスナ172P	約0.4	ソカタ/モランソルニエMS885/883A	約0.4	ビーチB38TC	約0.4	パイパーPA-32R-301T	約0.4	パイパーPA-34-200	約0.4	パイパーPA-34-200T	約0.4	パイパーPA-34-220T	約0.4	セスナ172N	約0.4	セスナ172R/L/W	約0.4	セスナ182S	約0.3	セスナ1206H	約0.3	シーラスSR22/SR22T	約0.3	セスナP210K	約0.3	セスナI210W/K	約0.3	ソカタTB-20	約0.3	ソカタTB21	約0.3	ビーチA38TC	約0.3	ムーニーV20K	約0.3	パイパーPA-28RT-20LT	約0.3	セスナ172PC	約0.3	セスナ210-5A	約0.2	セスナ152	約0.2	ムーニーV20J	約0.2	セスナ150B/C	約0.2	ビーチB24B	約0.2	ワコー・クラシック・エアクラフトWVF ワコーP5C	約0.2			
機 種	燃料積載量[m <sup>3</sup> ]																																																																				
ビーチE33	約0.5																																																																				
ビーチ35-C33A/F33A/F33C	約0.5																																																																				
ビーチ38/A38	約0.5																																																																				
パイパーPA-48-310P	約0.5																																																																				
パイパーPA-48-350P	約0.5																																																																				
ロックウェル・コマンド112	約0.5																																																																				
セスナ172P	約0.4																																																																				
ソカタ/モランソルニエMS885/883A	約0.4																																																																				
ビーチB38TC	約0.4																																																																				
パイパーPA-32R-301T	約0.4																																																																				
パイパーPA-34-200	約0.4																																																																				
パイパーPA-34-200T	約0.4																																																																				
パイパーPA-34-220T	約0.4																																																																				
セスナ172N	約0.4																																																																				
セスナ172R/L/W	約0.4																																																																				
セスナ182S	約0.3																																																																				
セスナ1206H	約0.3																																																																				
シーラスSR22/SR22T	約0.3																																																																				
セスナP210K	約0.3																																																																				
セスナI210W/K	約0.3																																																																				
ソカタTB-20	約0.3																																																																				
ソカタTB21	約0.3																																																																				
ビーチA38TC	約0.3																																																																				
ムーニーV20K	約0.3																																																																				
パイパーPA-28RT-20LT	約0.3																																																																				
セスナ172PC	約0.3																																																																				
セスナ210-5A	約0.2																																																																				
セスナ152	約0.2																																																																				
ムーニーV20J	約0.2																																																																				
セスナ150B/C	約0.2																																																																				
ビーチB24B	約0.2																																																																				
ワコー・クラシック・エアクラフトWVF ワコーP5C	約0.2																																																																				

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																																						
<p>第1表 有視界方式民間航空機（小型機）の燃料搭載量（3/5）</p> <table border="1" data-bbox="121 226 899 1291"> <thead> <tr> <th>機 種</th> <th>燃料搭載量[m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>セスナ172S</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>シーラスSR20</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ソカタTB200</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>富士FA-200-180</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>富士FA-200-180</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>富士FA-200-180A0</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ソカタTB10</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナ172R</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>クリスティン・インダストリー0-1</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ガルブストリーム・エアロスペースAG-55</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナR172K</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ムーニーM20C</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ダイヤモンドDA42/DA42NG</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ダイヤモンドDA40</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-140</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-151</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-161</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-180</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28-181</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-200</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>エクストラEA300S, 300/L</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ジャイロブロークSC01B-180</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナ172</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>ソカタTB0</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>モールW-7-235C</td><td>約0.2</td></tr> <tr><td>セスナ172B, D, G, H</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-201</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-28R-201I</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>ペランカ700BG/800AB</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>パイパーPA-18-150</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>エクストラEA300/200</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>リパティールXL-2</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>アピオン・ピエール・ロバンDR400/180R</td><td>約0.1</td></tr> <tr><td>ピッツS-2B/S-3C</td><td>約0.1</td></tr> </tbody> </table> <p>※：日本航空機全集より作成。</p>	機 種	燃料搭載量[m <sup>3</sup> ]	セスナ172S	約0.2	シーラスSR20	約0.2	ソカタTB200	約0.2	富士FA-200-180	約0.2	富士FA-200-180	約0.2	富士FA-200-180A0	約0.2	ソカタTB10	約0.2	セスナ172R	約0.2	クリスティン・インダストリー0-1	約0.2	ガルブストリーム・エアロスペースAG-55	約0.2	セスナR172K	約0.2	ムーニーM20C	約0.2	ダイヤモンドDA42/DA42NG	約0.2	ダイヤモンドDA40	約0.2	パイパーPA-28-140	約0.2	パイパーPA-28-151	約0.2	パイパーPA-28-161	約0.2	パイパーPA-28-180	約0.2	パイパーPA-28-181	約0.2	パイパーPA-28R-200	約0.2	エクストラEA300S, 300/L	約0.2	ジャイロブロークSC01B-180	約0.2	セスナ172	約0.2	ソカタTB0	約0.2	モールW-7-235C	約0.2	セスナ172B, D, G, H	約0.1	パイパーPA-28R-201	約0.1	パイパーPA-28R-201I	約0.1	ペランカ700BG/800AB	約0.1	パイパーPA-18-150	約0.1	エクストラEA300/200	約0.1	リパティールXL-2	約0.1	アピオン・ピエール・ロバンDR400/180R	約0.1	ピッツS-2B/S-3C	約0.1			
機 種	燃料搭載量[m <sup>3</sup> ]																																																																								
セスナ172S	約0.2																																																																								
シーラスSR20	約0.2																																																																								
ソカタTB200	約0.2																																																																								
富士FA-200-180	約0.2																																																																								
富士FA-200-180	約0.2																																																																								
富士FA-200-180A0	約0.2																																																																								
ソカタTB10	約0.2																																																																								
セスナ172R	約0.2																																																																								
クリスティン・インダストリー0-1	約0.2																																																																								
ガルブストリーム・エアロスペースAG-55	約0.2																																																																								
セスナR172K	約0.2																																																																								
ムーニーM20C	約0.2																																																																								
ダイヤモンドDA42/DA42NG	約0.2																																																																								
ダイヤモンドDA40	約0.2																																																																								
パイパーPA-28-140	約0.2																																																																								
パイパーPA-28-151	約0.2																																																																								
パイパーPA-28-161	約0.2																																																																								
パイパーPA-28-180	約0.2																																																																								
パイパーPA-28-181	約0.2																																																																								
パイパーPA-28R-200	約0.2																																																																								
エクストラEA300S, 300/L	約0.2																																																																								
ジャイロブロークSC01B-180	約0.2																																																																								
セスナ172	約0.2																																																																								
ソカタTB0	約0.2																																																																								
モールW-7-235C	約0.2																																																																								
セスナ172B, D, G, H	約0.1																																																																								
パイパーPA-28R-201	約0.1																																																																								
パイパーPA-28R-201I	約0.1																																																																								
ペランカ700BG/800AB	約0.1																																																																								
パイパーPA-18-150	約0.1																																																																								
エクストラEA300/200	約0.1																																																																								
リパティールXL-2	約0.1																																																																								
アピオン・ピエール・ロバンDR400/180R	約0.1																																																																								
ピッツS-2B/S-3C	約0.1																																																																								

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第1表 有視界方式民間航空機（小型機）の燃料積載量（4/5）

機 種	燃料積載量[m³]
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332M3	約 1.6
ベル 412	約 1.5
シコルスキ S-76A	約 1.5
ユーロコプター EC155B/B1	約 1.3
ベル 412EP	約 1.2
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332M1	約 1.2
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332M2	約 1.2
ベル 430	約 1.1
シコルスキ S-76B	約 1.1
シコルスキ S-76A+/S-76C/S-76C+/S-76C++	約 1.1
ユーロコプター EC135P1/P2	約 0.9
川崎 BX117B-1/B-2	約 0.9
川崎 BX117C-2	約 0.9
カマン R-1200	約 0.9
ベル 212	約 0.8
ベル 429	約 0.8
富士ベル 205B	約 0.8
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332F2	約 0.7
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332F1	約 0.7
ユーロコプター（アエロスパシアル）AS332M	約 0.7
ユーロコプター EC135T1/T2	約 0.7
ベル 427	約 0.7
川崎 BX117C-1	約 0.7
アグスタ A109K2	約 0.6
富士ベル 204B-2	約 0.6
アグスタ A109E	約 0.6
マッドネル・ダグラス 900	約 0.6
アグスタ AM119Kc	約 0.6
ユーロコプター（MBB）Bo105S	約 0.6
アグスタ AM109SP	約 0.6
ユーロコプター（アエロスパシアル）SA315B	約 0.6
アグスタ 109A II	約 0.6
アグスタ A109C	約 0.6

※：日本航空機全集より作成。

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第1表 有視界方式民間航空機（小型機）の燃料積載量（5/5）

機 種	燃料積載量[m³]
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS350B2	約0.5
ユーロコプターEC130B4	約0.5
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS350B3	約0.5
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS350B/BA	約0.5
ユーロコプター(アエロスパシアル)AS350B1	約0.5
ベル407	約0.5
MDヘリコプターズ600N	約0.5
ベル208L-4	約0.4
ベル208L-3	約0.4
ユーロコプターEC120B	約0.4
エンストロム480B/TH400B	約0.3
ベル206B	約0.3
ロビンソンR66	約0.3
シュワイザー260D-A	約0.3
ヒューズ/川崎300E	約0.2
エンストロム280FX	約0.2
ロビンソンR44 アストロ/レイベン	約0.2
ロビンソンR44 II	約0.2
シュワイザー260C-1	約0.1
ロビンソンR22Beta/Mariner	約0.1
ヒューズ260C	約0.1

※：日本航空機全集より作成。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>別紙7-5                      航空機墜落による火災の評価対象航空機                      （自衛隊機又は米軍機）について</p> <p>自衛隊機又は米軍機を用途等により分類し、航空機墜落による火災の評価対象航空機を選定した。</p> <p>以下に、自衛隊機又は米軍機の落下事故による火災影響を評価する機種を選定した結果を示す。</p> <p>火災影響を評価する機種を選定する落下事故のカテゴリは、女川原子力発電所の上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域がないことを踏まえ、「訓練空域外を飛行中の落下事故」及び「基地－訓練空域間往復時の落下事故」としている。</p> <p>また、選定に当たっては、自衛隊が保有する主要な機種を代表とし、用途による飛行形態及び燃料積載量を考慮している。</p> <p>燃料積載量については、航空機墜落による火災の燃焼継続時間の算出に必要であり、燃料積載量が多い方が火災影響評価は保守的な評価となる。</p> <p>1. 訓練空域外を飛行中の落下事故</p> <p>自衛隊機の用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。代表的な自衛隊機の用途等を第1表に示す。</p> <p>用途を飛行形態で整理すると、「空中給油」及び「早期警戒」については、高高度での巡航を行うものと考えられる。また、「哨戒」及び「輸送」については、目的地付近では低高度での飛行となるものの、目的地までの移動は高高度での巡航を行うものと考えられる。</p> <p>このことを考慮し、「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」及び「輸送」を用途とする機種を「空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機」として整理し、その他の用途の機種を「その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機」として整理する。</p> <p>以上を踏まえ、火災影響評価の保守性の観点から、燃料積載量に着目し、代表的な自衛隊機のうち大型機について上記のカテゴリで整理し、訓練空域外を飛行中の落下事故で想定する機種を第2表に示すとおり選定した。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第1表 自衛隊機（大型固定翼機等）の用途等

所属	機種	形式	用途	寸法 [m]		燃料積載量 [m <sup>3</sup> ]
				全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-1	小型固定翼機	連絡偵察	10	12	約0.8
	LR-2	大型固定翼機	連絡偵察	14	18	約2
	AH-1S	小型回転翼機	対戦車	14	3	約1
	OH-6D	小型回転翼機	観測	?	2	約0.2
	OH-1	小型回転翼機	観測	12	3	約1
	OH-1H/J	小型回転翼機	多用途	12/13	3	約0.8
	CH-47J/JA	大型回転翼機	輸送	18	4/5	約4
	UH-60JA	大型回転翼機	多用途	16	3	約3
	AH-64D	大型回転翼機	戦闘	18	6	約1
海上自衛隊	P-3C	大型固定翼機	哨戒	36	30	約35
	P-1	大型固定翼機	哨戒	38	35	EC-787以下
	SH-60J	大型回転翼機	哨戒	15	3	約1
	SH-60K	大型回転翼機	哨戒	16	3	約1
	MH-53E	大型回転翼機	掃海・輸送	22	8	約12
航空自衛隊	MCH-101	大型回転翼機	掃海・輸送	23	19	約5
	F-15J/DJ	大型固定翼機	戦闘	19	13	約15
	F-4EJ	大型固定翼機	戦闘	19	12	約12
	F-2A/B	大型固定翼機	戦闘	16	11	約11
	RF-4E/EJ	大型固定翼機	偵察	19	12	約12
	C-1	大型固定翼機	輸送	29	31	約11
	C-130H	大型固定翼機	輸送	30	40	約37
	KC-787	大型固定翼機	空中給油・輸送	49	48	約145
	KC-130H	大型固定翼機	空中給油機能付加	30	40	約37
	E-2C	大型固定翼機	早期警戒	18	25	約8
E-787	大型固定翼機	早期警戒管制	49	48	EC-787以下	
CH-47J	大型回転翼機	輸送	18	4	約4	

※：平成25年度版防衛白書等より作成。燃料積載量は、最大離陸重量等に基づく推定値を含む。

第2表 訓練空域外を飛行中の落下事故で想定する機種の選定結果

カテゴリ	用途	機種	寸法 [m]		燃料積載量 [m <sup>3</sup> ]	選定結果
			全長	全幅		
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	「空中給油」 「早期警戒」 「哨戒」 「輸送」	P-3C	36	30	約35	×
		P-1	38	35	EC-787以下	×
		C-1	29	31	約11	×
		C-130H	30	40	約37	×
		KC-787	49	48	約145	○
		KC-130H	30	40	約37	×
		E-2C	18	25	約8	×
		E-787	49	48	EC-787以下	×
その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	上記以外	LR-2	14	18	約2	×
		CH-47J/JA	18	4/5	約4	×
		UH-60JA	16	3	約3	×
		AH-64D	18	6	約1	×
		SH-60J	15	3	約1	×
		SH-60K	16	3	約1	×
		MH-53E	22	8	約12	×
		MCH-101	23	19	約5	×
		F-15J/DJ	19	13	約15	○
		F-4EJ	19	12	約12	×
		F-2A/B	16	11	約11	×
RF-4E/EJ	19	12	約12	×		

○：評価対象 ×：評価対象外

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																													
<p>2. 基地—訓練空域間往復時の落下事故</p> <p>発電所東方の海上には自衛隊の訓練空域があり、西方には航空自衛隊松島飛行場があるため、松島飛行場から訓練空域へ自衛隊機が往復することによる事故が評価対象となる。</p> <p>以上を踏まえ、基地—訓練空域間往復時の落下事故で考慮する機種を、航空自衛隊松島飛行場に配備された機種から選定する。選定結果を第3表に示す。</p> <p>第3表 基地—訓練空域間往復時の落下事故で想定する機種の選定結果</p> <table border="1" data-bbox="118 504 905 667"> <thead> <tr> <th rowspan="2">カテゴリ</th> <th rowspan="2">機種</th> <th colspan="2">寸法[m]</th> <th rowspan="2">燃料搭載量[t]</th> <th rowspan="2">選定結果</th> </tr> <tr> <th>全長</th> <th>全幅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">基地—訓練空域間往復時</td> <td>F-2</td> <td>18</td> <td>11</td> <td>約10</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>T-4</td> <td>13</td> <td>10</td> <td>F-2以下</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>U-125A</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>約8</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>UH-60J</td> <td>18</td> <td>5</td> <td>約3</td> <td>×</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：評価対象 ×：評価対象外                  ※：平成25年度版防衛白書、航空自衛隊 松島基地ウェブサイト等より作成。</p> <p>3. 想定する航空機について</p> <p>第2表及び第3表にて選定したとおり、訓練空域外を飛行中の落下事故については、空中給油機等の大型航空機としてKC-767を、その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機としてF-15を想定する。また、基地—訓練空域間往復時の落下事故についてはF-2を想定する。</p>	カテゴリ	機種	寸法[m]		燃料搭載量[t]	選定結果	全長	全幅	基地—訓練空域間往復時	F-2	18	11	約10	○	T-4	13	10	F-2以下	×	U-125A	18	18	約8	×	UH-60J	18	5	約3	×			
カテゴリ			機種	寸法[m]			燃料搭載量[t]	選定結果																								
	全長	全幅																														
基地—訓練空域間往復時	F-2	18	11	約10	○																											
	T-4	13	10	F-2以下	×																											
	U-125A	18	18	約8	×																											
	UH-60J	18	5	約3	×																											



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

別紙7-6

女川原子力発電所周辺の航空路と各航空路の幅について

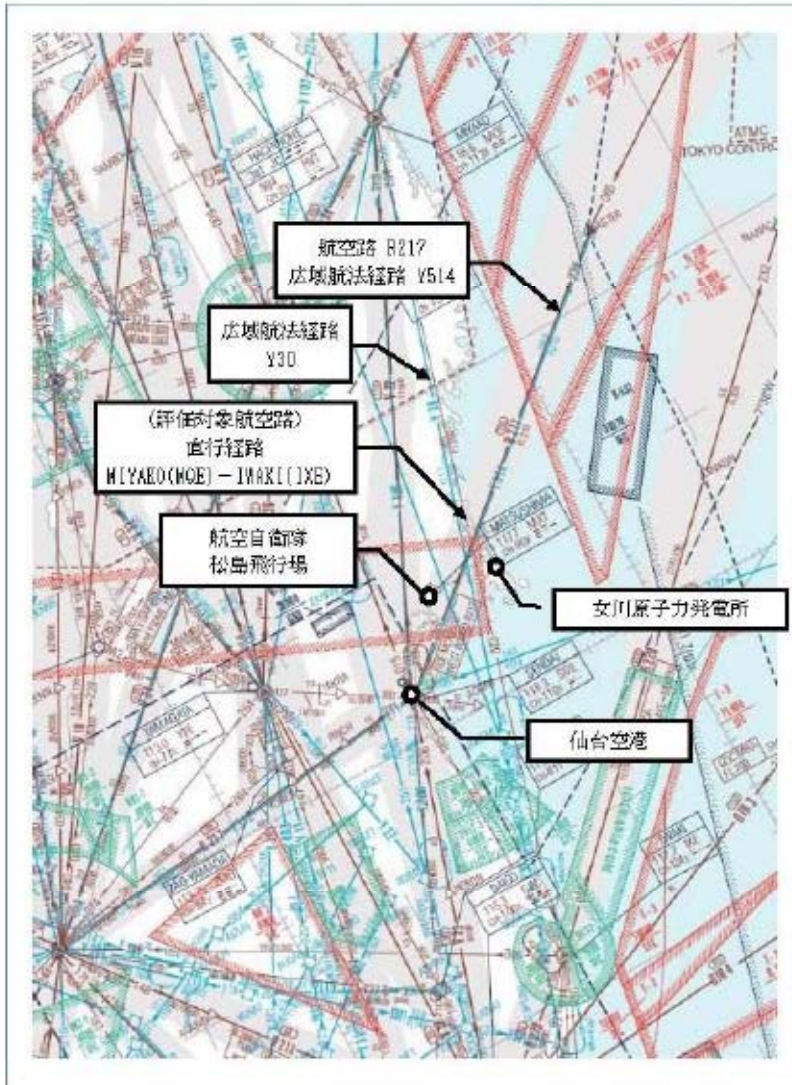
周辺の航空路の名称	航空路の中心線と発電所間の最小距離 <sup>※1</sup>	片側の航空路幅 <sup>※2</sup>	判定
航空路 R217 (ASTER-SENDAI)	約11.3km	7km	×
広域航法経路 Y514 (ASTER-SENDAI)	約11.3km	8.25km (5nm)	×
直行経路 (MIYAKO(MOE)-IMAKI(IXE))	約7.0km	約13.5km	○
広域航法経路 Y30 (MIYAKO-JUGOH)	約12.5km	8.25km (5nm)	×

○：評価対象 ×：評価対象外

※1：施設と航空路の緯度、経度より計測した。

※2：航空路 R217 については、「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。

直行経路については、「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については、航法精度を航空路幅とみなして用いた。(1nm=1.852km として換算した。)



第1図 女川原子力発電所周辺の航空図  
 (出典：ATP-JAPAN, 国土交通省航空局)

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																								
<p style="text-align: right;">別紙7-7</p> <p>評価対象となる航空路の飛行回数</p> <p>第1表 評価対象となる航空路の飛行回数 (飛行回数)</p> <table border="1" data-bbox="121 338 899 638"> <thead> <tr> <th>札幌交通管制部ピークデイ</th> <th>直行経路 (MIYAKOJOME)-17AK1(LXE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成24年上半期 (H24.6.18)</td> <td>0<sup>※1</sup></td> </tr> <tr> <td>平成24年下半期 (H24.6.7)</td> <td>0<sup>※1</sup></td> </tr> <tr> <td>評価に用いる数値</td> <td>0.5×365日=182.5回/年間<sup>※2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：国土交通省航空局に問い合わせ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、札幌交通管制部が取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。                  ※2：実際の便数は0であるが保守的に0.5とする。</p> <p style="text-align: right;">別紙7-8</p> <p>発電用原子炉施設の標的面積</p> <p>第1表 標的面積 [単位：km<sup>2</sup>]</p> <table border="1" data-bbox="121 1100 899 1251"> <thead> <tr> <th rowspan="2">号炉</th> <th colspan="6">評価対象施設</th> <th rowspan="2">合計 (標的面積A)</th> </tr> <tr> <th>原子炉 建屋</th> <th>制御建屋</th> <th>タービン 建屋</th> <th>海水 ポンプ室</th> <th>復水貯蔵 タンク</th> <th>排気筒</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2号炉</td> <td>0.00647</td> <td>0.00164</td> <td>0.00554</td> <td>0.000370</td> <td>0.000316</td> <td>0.00123</td> <td>0.0156</td> </tr> </tbody> </table> <p>使用済燃料プール及び主要な安全系機器は原子炉建屋に含む。                  なお、その他の評価対象設備が設置してある建屋は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="121 1388 899 1533"> <thead> <tr> <th>号炉</th> <th>中央制御室</th> <th>主蒸気系 気体廃棄物処理系</th> <th>非常用海水ポンプ</th> <th>非常用ディーゼル 発電機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2号炉</td> <td>制御建屋</td> <td>タービン建屋</td> <td>海水ポンプ室</td> <td>原子炉建屋</td> </tr> </tbody> </table>	札幌交通管制部ピークデイ	直行経路 (MIYAKOJOME)-17AK1(LXE)	平成24年上半期 (H24.6.18)	0 <sup>※1</sup>	平成24年下半期 (H24.6.7)	0 <sup>※1</sup>	評価に用いる数値	0.5×365日=182.5回/年間 <sup>※2</sup>	号炉	評価対象施設						合計 (標的面積A)	原子炉 建屋	制御建屋	タービン 建屋	海水 ポンプ室	復水貯蔵 タンク	排気筒	2号炉	0.00647	0.00164	0.00554	0.000370	0.000316	0.00123	0.0156	号炉	中央制御室	主蒸気系 気体廃棄物処理系	非常用海水ポンプ	非常用ディーゼル 発電機	2号炉	制御建屋	タービン建屋	海水ポンプ室	原子炉建屋			
札幌交通管制部ピークデイ	直行経路 (MIYAKOJOME)-17AK1(LXE)																																										
平成24年上半期 (H24.6.18)	0 <sup>※1</sup>																																										
平成24年下半期 (H24.6.7)	0 <sup>※1</sup>																																										
評価に用いる数値	0.5×365日=182.5回/年間 <sup>※2</sup>																																										
号炉	評価対象施設						合計 (標的面積A)																																				
	原子炉 建屋	制御建屋	タービン 建屋	海水 ポンプ室	復水貯蔵 タンク	排気筒																																					
2号炉	0.00647	0.00164	0.00554	0.000370	0.000316	0.00123	0.0156																																				
号炉	中央制御室	主蒸気系 気体廃棄物処理系	非常用海水ポンプ	非常用ディーゼル 発電機																																							
2号炉	制御建屋	タービン建屋	海水ポンプ室	原子炉建屋																																							

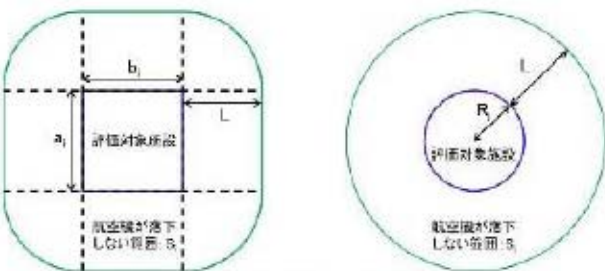
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																												
<p style="text-align: right;">別紙7-9</p> <p>延べ飛行距離について</p> <p>延べ飛行距離は、平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報、第1表総括表、1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内便のみの合計値とする。</p> <p>なお、国際便についても運航距離が記載されているが、日本国内での運航距離ではないため考慮していない。また、日本に乗り入れている外国機は運航距離の実績の公開記録がないため考慮していない。</p> <p>ただし、国際便及び外国機が日本国内で墜落した場合は事故件数としてカウントし、事故率が保守的となるようにしている。</p> <p style="text-align: center;">第1表 運航距離</p> <table border="1" data-bbox="112 703 899 1381"> <thead> <tr> <th></th> <th>日本国陸の運航距離 (飛行回・km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成4年</td><td>307,445,013</td></tr> <tr><td>平成5年</td><td>328,899,203</td></tr> <tr><td>平成6年</td><td>343,785,576</td></tr> <tr><td>平成7年</td><td>390,948,123</td></tr> <tr><td>平成8年</td><td>397,146,610</td></tr> <tr><td>平成9年</td><td>420,920,228</td></tr> <tr><td>平成10年</td><td>449,784,623</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>459,973,069</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>480,718,878</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>489,803,107</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>498,685,881</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>519,701,117</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>517,485,172</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>527,370,038</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>555,543,154</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>559,797,874</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>554,681,689</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>544,824,157</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>548,585,258</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>555,144,327</td></tr> <tr><td>合計</td><td>9,439,243,077</td></tr> </tbody> </table>		日本国陸の運航距離 (飛行回・km)	平成4年	307,445,013	平成5年	328,899,203	平成6年	343,785,576	平成7年	390,948,123	平成8年	397,146,610	平成9年	420,920,228	平成10年	449,784,623	平成11年	459,973,069	平成12年	480,718,878	平成13年	489,803,107	平成14年	498,685,881	平成15年	519,701,117	平成16年	517,485,172	平成17年	527,370,038	平成18年	555,543,154	平成19年	559,797,874	平成20年	554,681,689	平成21年	544,824,157	平成22年	548,585,258	平成23年	555,144,327	合計	9,439,243,077			
	日本国陸の運航距離 (飛行回・km)																																														
平成4年	307,445,013																																														
平成5年	328,899,203																																														
平成6年	343,785,576																																														
平成7年	390,948,123																																														
平成8年	397,146,610																																														
平成9年	420,920,228																																														
平成10年	449,784,623																																														
平成11年	459,973,069																																														
平成12年	480,718,878																																														
平成13年	489,803,107																																														
平成14年	498,685,881																																														
平成15年	519,701,117																																														
平成16年	517,485,172																																														
平成17年	527,370,038																																														
平成18年	555,543,154																																														
平成19年	559,797,874																																														
平成20年	554,681,689																																														
平成21年	544,824,157																																														
平成22年	548,585,258																																														
平成23年	555,144,327																																														
合計	9,439,243,077																																														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別紙7-10</p> <p style="text-align: center;">離隔距離の算出の考え方</p> <p>1. 考え方                      各評価対象施設の外壁面から等距離の離隔をとった場合の、各評価対象施設に対する航空機墜落確率 <math>10^{-7}</math>[回/炉・年]に相当する面積の合計値が、落下事故のカテゴリごとに求めた航空機墜落確率が <math>10^{-7}</math>[回/炉・年]に相当する面積(標的面積 <math>A'</math>)と等しくなる距離を離隔距離としている。</p> <p>2. 離隔距離算出方法                      離隔距離は、評価対象施設の形状に応じて適切に算出する。                      評価対象施設が矩形の場合、各評価対象施設の各辺の長さを (<math>a_i</math>, <math>b_i</math>)、離隔距離を <math>L</math> とすると、当該評価対象施設近辺の航空機が墜落しない範囲(面積: <math>S_i</math>) は(1)式で表される。                      また、評価対象施設が円形の場合、各評価対象施設の半径を <math>R_j</math>、離隔距離を <math>L</math> とすると、当該評価対象施設近辺の航空機が墜落しない範囲(面積: <math>S_j</math>) は(2)式で表される。                      すべての評価対象施設に対して求めた <math>S_i</math> 及び <math>S_j</math> の合計値が標的面積 <math>A'</math> となる <math>L</math> について解くことで離隔距離が得られる。(3)式  <math>S_i</math> 及び <math>S_j</math> の合計値の算出に当たっては、評価の保守性の観点から、面積が重複する部分については、それぞれの面積を積算している。</p> $S_i = \pi L^2 + 2L(a_i + b_i) + a_i b_i \dots (1)$ $S_j = \pi(R_j + L)^2 \dots (2)$ $A' = \sum S_i + \sum S_j$ $= \sum \{ \pi L^2 + 2L(a_i + b_i) + a_i b_i \} + \sum \{ \pi(R_j + L)^2 \} \dots (3)$ <div style="text-align: center;">  <p>離隔距離の概念図</p> </div> <p>以下に、離隔距離の算出の例として、大型民間航空機の離隔距離の評価結果を示す。                      大型民間航空機については、航空機墜落確率が <math>10^{-7}</math>[回/炉・年]に相当する標的面積 <math>A' = 0.297393[\text{km}^2]</math> 及び評価対象施設の寸法より、離隔距離 <math>L</math> は <math>L=85[\text{m}]</math> と求められる。(第1表, 第1図~第9図)                      なお、熱影響評価に当たっては、評価の保守性の観点から、評価対象施設全体に対する離隔距離が(3)式より求めた各評価対象施設に対</p>			

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

する離隔距離より大きくなる場合であっても、(3)式より求めた各評価対象施設に対する離隔距離を用いている。

第1表 評価対象施設ごとの寸法及び標的面積

評価対象施設	寸法 [m]			標的面積 S <sub>i</sub> , S <sub>j</sub> [km <sup>2</sup> ]	参照図	
	東西方向 (a <sub>i</sub> )	南北方向 (b <sub>i</sub> )	半径 (R <sub>i</sub> )			
制御建屋	40	41		0.0388296	第1図	
タービン建屋	57.7	86		0.0549884	第2図	
原子炉建屋	84	77		0.0571771	第3図	
減水 ポンプ 室	原子炉補機冷却 海水ポンプA系	8.85	21.2		0.0283433	第4図
	原子炉補機冷却 海水ポンプB系	7.85	21.2		0.0282882	第5図
	高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ	5.45	4.55		0.0248384	第6図
排気筒	35	35		0.0288137	第7図	
復水貯蔵タンク			10.022	0.0383282	第8図	
合計				0.297993	第9図	

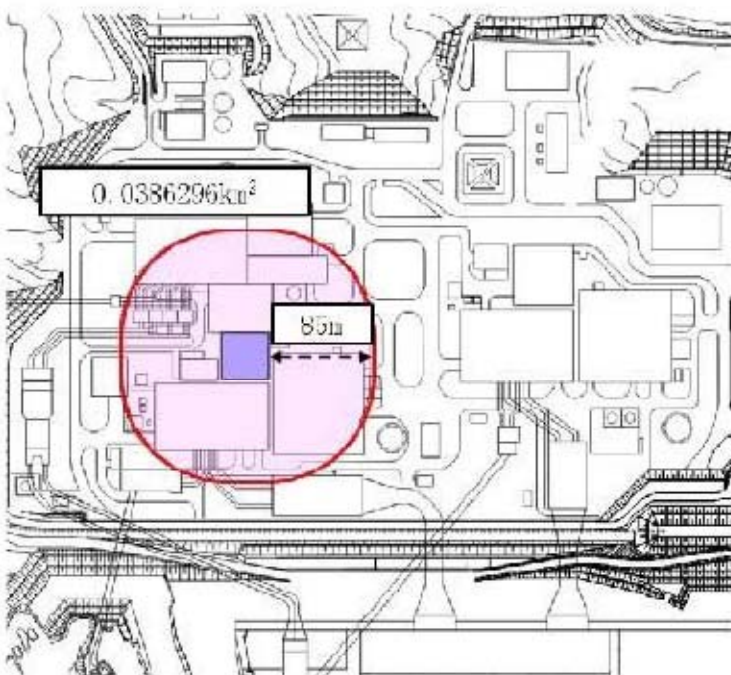
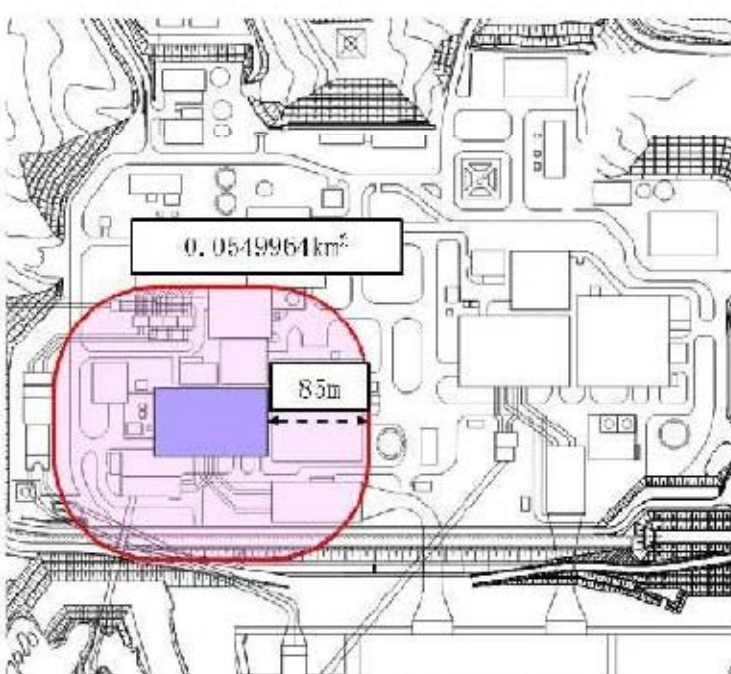
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

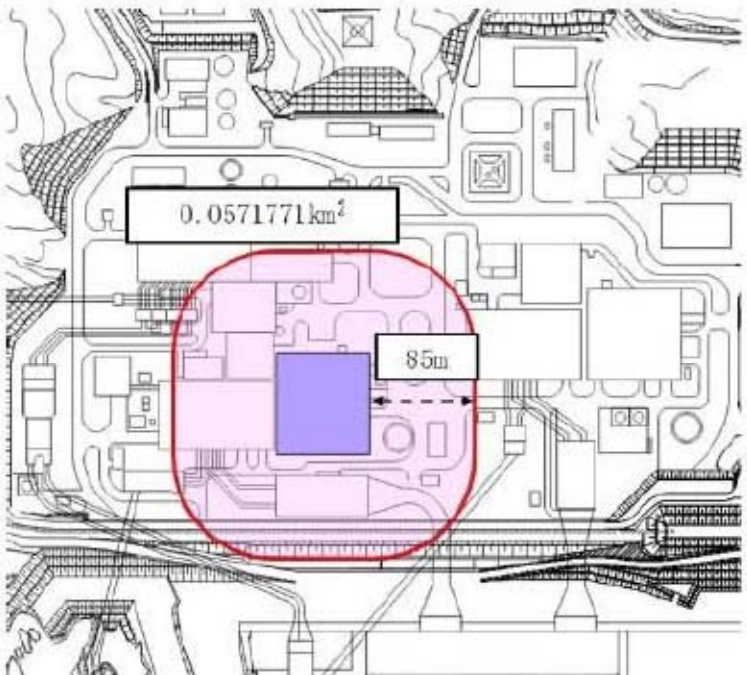
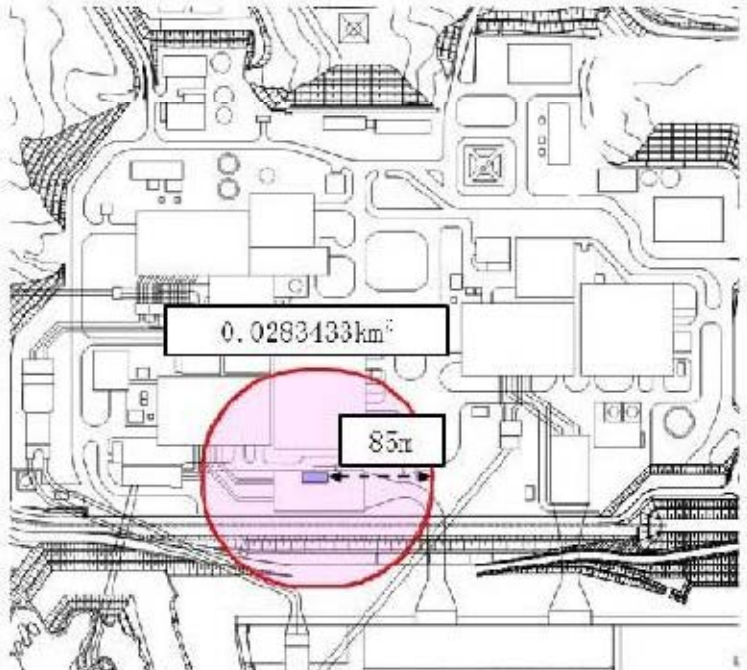
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>0.0386296km<sup>2</sup></p> <p>85m</p>			
<p>第1図 制御建屋の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			
 <p>0.0549964km<sup>2</sup></p> <p>85m</p>			
<p>第2図 タービン建屋の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>0.0571771km<sup>2</sup> 85m</p>			
<p>第3図 原子炉建屋の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			
 <p>0.0283433km<sup>2</sup> 85m</p>			
<p>第4図 海水ポンプ室（原子炉補機冷却海水ポンプ(A)系）の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

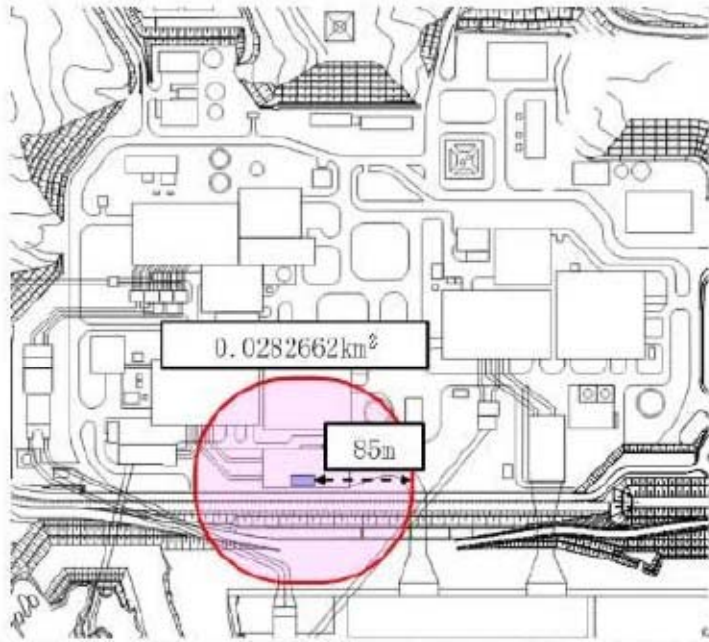
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

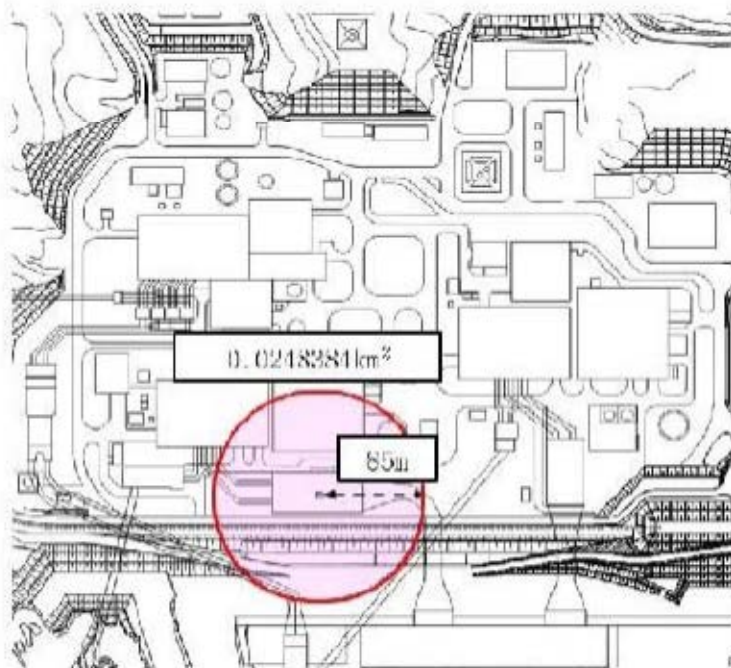
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第5図 海水ポンプ室（原子炉補機冷却海水ポンプ(B)系）の  
 離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）

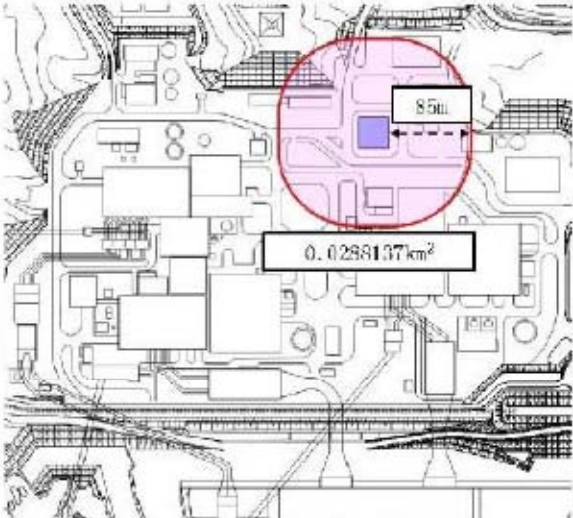
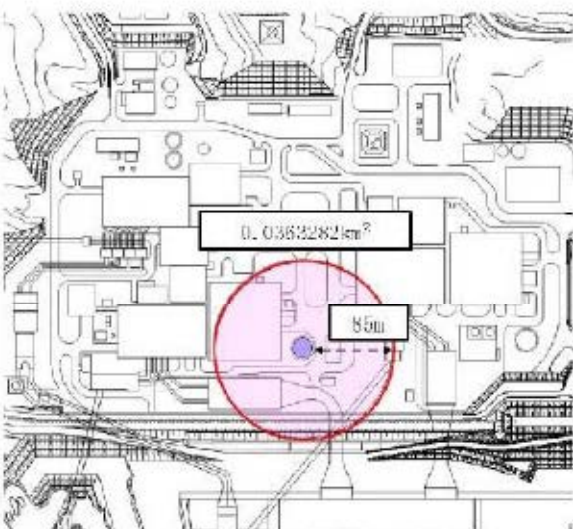
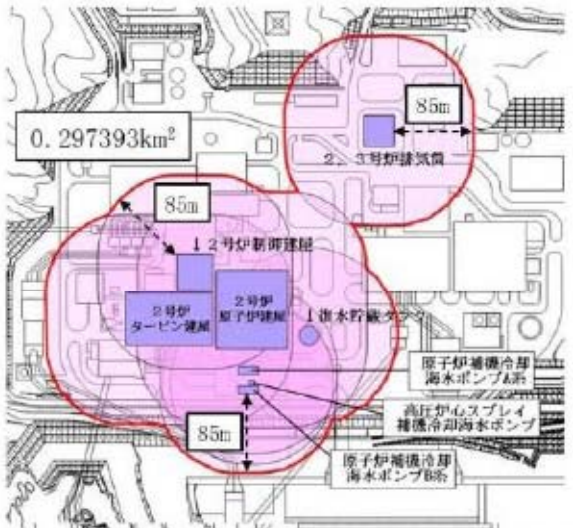


第6図 海水ポンプ室（高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ）の  
 離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>第7図 排気筒の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			
 <p>第8図 復水貯蔵タンクの離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			
 <p>第9図 評価対象施設の離隔距離及び標的面積（大型民間航空機）</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別紙 7-11</p> <p>航空機落下事故に関するデータの最新データについて</p> <p>1. はじめに</p> <p>発電所敷地内への航空機墜落による火災影響については、設置許可申請当時（平成25年9月）の最新データとして、「平成23年度航空機落下事故に関するデータの整備（平成24年9月独立行政法人原子力安全基盤機構）」に基づく航空機の墜落確率より、発電用原子炉施設からの離隔距離を算出し、熱影響評価を行っている。</p> <p>しかしながら、安全審査が長期化し、その間に、「航空機落下事故に関するデータ（平成28年6月 NRA 技術報告）」がとりまとめられたことを受け、その影響について確認することとする。</p> <p>2. 航空機事故等のデータ更新による影響</p> <p>「航空機落下事故に関するデータ（平成28年6月 NRA 技術報告）」では、平成5年1月～平成24年12月までの航空機事故データ、運航実績データ及び訓練空域面積データとして更新されているが、各航空機の落下事故率は、同等若しくは低下している。このため、航空機の墜落位置から発電用原子炉施設までの離隔距離は同等若しくは長くなり、火災による影響も軽減される傾向となっている。</p> <p>以下、更新されたデータに基づき、「航空機の墜落位置から発電用原子炉施設までの離隔距離」並びに「航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳による影響」について評価する。</p> <p>3. 航空機墜落による火災影響評価</p> <p>「添付資料-7 女川原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について」における航空機墜落による火災影響評価のうち、(1)航空機墜落による火災の想定～(3)評価対象範囲の考え方は同様であるため、(4)以降について、評価する。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																										
<p>(1) 標的面積の算出</p> <p>a. 大型民間航空機の標的面積の算出</p> <p>(a) 計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航中の落下事故</p> $P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W}$ <p><math>P_c</math>：対象施設への巡航中の航空機墜落確率 [回/年]  <math>N_c</math>：評価対象とする航空路等の年間飛行回数 [飛行回/年]  <math>A</math>：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]  <math>W</math>：航空路幅 [km]  <math>f_c = G_c/H_c</math>：単位飛行時間当たりの巡航中の落下事故確率 [回/(飛行回・km)]  <math>G_c</math>：巡航中事故件数 [回]  <math>H_c</math>：延べ飛行距離 [飛行回・km]</p> <p>第1表 墜落確率の算出結果（計器飛行方式民間航空機）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">女川原子力発電所2号炉</th> </tr> <tr> <th>対象航空路<sup>※1</sup></th> <th>直行経路 WJYAO(MQE)-IMAXJ(IXE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>N_c^{※2}</math></td> <td>182.5</td> </tr> <tr> <td><math>A^{※3}</math></td> <td>0.0158</td> </tr> <tr> <td><math>f_c^{※4}</math></td> <td>27</td> </tr> <tr> <td><math>f_c^{※5}</math></td> <td>0.5/9,740,013,788=5.13×10<sup>-11</sup></td> </tr> <tr> <td><math>P_c</math></td> <td>5.41×10<sup>-10</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：女川原子力発電所周辺の航空路図（AIP エンルートチャート）による。（別紙7-6）                  ※2：国土交通省航空局への問い合わせ結果を365倍した値。（別紙7-7）                  ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）                  ※4：「航空路等設定基準」による。                  ※5：事故件数は、平成5年～平成24年の間で0件であるため保守的に0.5件と仮定した。                  延べ飛行距離は平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報、第1巻 統計表、1.輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値。（別紙7-12）</p> <p>(b) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> $P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$ <p><math>P_v</math>：対象施設への航空機墜落確率 [回/年]  <math>f_v</math>：単位年あたりの落下事故率 [回/年]  <math>S_v</math>：全国土面積 (=27.2万[km<sup>2</sup>])  <math>A</math>：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]  <math>\alpha</math>：対象航空機の種類による係数 [-]</p> <p>第2表 墜落確率の算出結果（有視界飛行方式民間航空機）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">女川原子力発電所2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_v^{※1}</math></td> <td>大型固定翼機 0.5/20=0.025 大型回転翼機 1/20=0.05</td> </tr> <tr> <td><math>S_v^{※2}</math></td> <td>372,000</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha^{※3}</math></td> <td>大型固定翼機、大型回転翼機：1</td> </tr> <tr> <td><math>A^{※4}</math></td> <td>0.0158</td> </tr> <tr> <td><math>P_v</math></td> <td>3.15×10<sup>-9</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「航空機墜落事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。                  事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。                  ※2：「採用発電用原子炉施設への航空機墜落確率の評価基準について（内規）」による。                  ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）</p> <p>大型民間航空機の墜落確率（<math>P_c + P_v</math>）が10<sup>-7</sup> [回/炉・年] となる標的面積 <math>A'</math> を求める式は以下のとおり。</p> $A' = \frac{10^{-7}}{P_c + P_v} \cdot A$ <p>上記より、標的面積 <math>A'</math> は、<math>A' = 0.494389</math> [km<sup>2</sup>] となる。</p>	女川原子力発電所2号炉		対象航空路 <sup>※1</sup>	直行経路 WJYAO(MQE)-IMAXJ(IXE)	$N_c^{※2}$	182.5	$A^{※3}$	0.0158	$f_c^{※4}$	27	$f_c^{※5}$	0.5/9,740,013,788=5.13×10 <sup>-11</sup>	$P_c$	5.41×10 <sup>-10</sup>	女川原子力発電所2号炉		$f_v^{※1}$	大型固定翼機 0.5/20=0.025 大型回転翼機 1/20=0.05	$S_v^{※2}$	372,000	$\alpha^{※3}$	大型固定翼機、大型回転翼機：1	$A^{※4}$	0.0158	$P_v$	3.15×10 <sup>-9</sup>			
女川原子力発電所2号炉																													
対象航空路 <sup>※1</sup>	直行経路 WJYAO(MQE)-IMAXJ(IXE)																												
$N_c^{※2}$	182.5																												
$A^{※3}$	0.0158																												
$f_c^{※4}$	27																												
$f_c^{※5}$	0.5/9,740,013,788=5.13×10 <sup>-11</sup>																												
$P_c$	5.41×10 <sup>-10</sup>																												
女川原子力発電所2号炉																													
$f_v^{※1}$	大型固定翼機 0.5/20=0.025 大型回転翼機 1/20=0.05																												
$S_v^{※2}$	372,000																												
$\alpha^{※3}$	大型固定翼機、大型回転翼機：1																												
$A^{※4}$	0.0158																												
$P_v$	3.15×10 <sup>-9</sup>																												

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																						
<p>b. 小型民間航空機の標的面積の算出</p> $P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$ <p> <math>f_v</math>：対象施設への航空機落下確率 [回/年]  <math>f_v</math>：単位年あたりの落下事故率 [回/年]  <math>S_v</math>：全国土面積 (=37.2万[km<sup>2</sup>])  <math>A</math>：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]  <math>\alpha</math>：対象航空機の種類による係数 [-]                 </p> <p>第3表 墜落確率の算出結果（小型民間航空機）</p> <table border="1" data-bbox="121 514 893 730"> <thead> <tr> <th></th> <th>女川原子力発電所2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_v^{*1}</math></td> <td>小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 24/20=1.2</td> </tr> <tr> <td><math>S_v^{*1}</math></td> <td>372,000</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha^{*2}</math></td> <td>小型固定翼機, 小型回転翼機: 0.1</td> </tr> <tr> <td><math>A^{*3}</math></td> <td>0.0156</td> </tr> <tr> <td><math>P_v</math></td> <td><math>1.24 \times 10^{-9}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>                     ※1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。                      ※2：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」による。                      ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）                 </p> <p>小型民間航空機の墜落確率 <math>P_v</math> が <math>10^{-7}</math> [回/炉・年] となる標的面積 <math>A'</math> を求める式は以下のとおり。</p> $A' = \frac{10^{-7}}{P_v} \cdot A$ <p>上記より、標的面積 <math>A'</math> は <math>A' = 0.125806</math> [km<sup>2</sup>] となる。</p> <p>c. 自衛隊機又は米軍機の標的面積の算出</p> <p>(a) 訓練空域外を飛行中の落下事故（空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機）</p> $P_{so} = \left( \frac{f_{so}}{S_o} \right) \cdot A$ <p> <math>P_{so}</math>：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 [回/年]  <math>f_{so}</math>：単位年あたりの訓練空域外落下事故率 [回/年]  <math>S_o</math>：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 [km<sup>2</sup>]  <math>A</math>：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]                 </p> <p>第4表 墜落確率の算出結果                      （空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機）</p> <table border="1" data-bbox="142 1493 893 1701"> <thead> <tr> <th></th> <th>女川原子力発電所2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_{so}^{*1}</math></td> <td>自衛隊機 0.5/20=0.025 米軍機 1/20=0.05</td> </tr> <tr> <td><math>S_o^{*2}</math></td> <td>自衛隊機 295,000 米軍機 372,000</td> </tr> <tr> <td><math>A^{*3}</math></td> <td>0.0156</td> </tr> <tr> <td><math>P_{so}</math></td> <td><math>3.42 \times 10^{-9}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>                     ※1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。                      事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。                      ※2：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）                 </p> <p>空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機の墜落確率 (<math>P_{so}</math>) が <math>10^{-7}</math> [回/炉・年] となる標的面積 <math>A'</math> を求める式は以下のとおり。</p>		女川原子力発電所2号炉	$f_v^{*1}$	小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 24/20=1.2	$S_v^{*1}$	372,000	$\alpha^{*2}$	小型固定翼機, 小型回転翼機: 0.1	$A^{*3}$	0.0156	$P_v$	$1.24 \times 10^{-9}$		女川原子力発電所2号炉	$f_{so}^{*1}$	自衛隊機 0.5/20=0.025 米軍機 1/20=0.05	$S_o^{*2}$	自衛隊機 295,000 米軍機 372,000	$A^{*3}$	0.0156	$P_{so}$	$3.42 \times 10^{-9}$			
	女川原子力発電所2号炉																								
$f_v^{*1}$	小型固定翼機 35/20=1.75 小型回転翼機 24/20=1.2																								
$S_v^{*1}$	372,000																								
$\alpha^{*2}$	小型固定翼機, 小型回転翼機: 0.1																								
$A^{*3}$	0.0156																								
$P_v$	$1.24 \times 10^{-9}$																								
	女川原子力発電所2号炉																								
$f_{so}^{*1}$	自衛隊機 0.5/20=0.025 米軍機 1/20=0.05																								
$S_o^{*2}$	自衛隊機 295,000 米軍機 372,000																								
$A^{*3}$	0.0156																								
$P_{so}$	$3.42 \times 10^{-9}$																								

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

$$A' = \frac{10^{-7}}{P_{so}} \cdot A$$

上記より、標的面積 A' は A' =0.456140 [km<sup>2</sup>] となる。

(b) 訓練空域外を飛行中の落下事故（その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機）

$$P_{so} = \left( \frac{f_{so}}{S_o} \right) \cdot A$$

P<sub>so</sub>：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 [回/年]  
 f<sub>so</sub>：単位年あたりの訓練空域外落下事故率 [回/年]  
 S<sub>o</sub>：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 [km<sup>2</sup>]  
 A：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]

第5表 墜落確率の算出結果

（その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機）

		女川原子力発電所2号炉			
		大型固定翼機	小型固定翼機	大型回転翼機	小型回転翼機
f <sub>so</sub> [回/年]	自衛隊機	0.5/20=0.025	1/20=0.05	1/20=0.05	5/20=0.25
	米軍機	2/20=0.1	1/20=0.05	1/20=0.05	0.5/20=0.025
S <sub>o</sub> [km <sup>2</sup> ]	自衛隊機	295,000			
	米軍機	372,000			
A [km <sup>2</sup> ]		0.0158			
P <sub>so</sub>	自衛隊機	1.32×10 <sup>-9</sup>	2.64×10 <sup>-9</sup>	2.64×10 <sup>-9</sup>	1.32×10 <sup>-8</sup>
	米軍機	4.19×10 <sup>-9</sup>	2.10×10 <sup>-9</sup>	2.10×10 <sup>-9</sup>	1.05×10 <sup>-8</sup>
	計	2.83×10 <sup>-8</sup>			

※1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年8月 原子力規制委員会）による。

事故件数が0件の場合、保守的に0.5件と仮定した。

※2：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）

その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機の墜落確率（P<sub>so</sub>）が 10<sup>-7</sup> [回/炉・年] となる標的面積 A' を求める式は以下のとおり。

$$A' = \frac{10^{-7}}{P_{so}} \cdot A$$

上記より、標的面積 A' は A' =0.053242 [km<sup>2</sup>] となる。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																									
<p>(c) 基地－訓練空域間往復時の落下事故</p> <p><math>P_{tr} = f_{tr} \cdot N_{tr} \cdot A \cdot F(x)_{tr}</math></p> <p><math>P_{tr}</math>：対象施設への航空機落下確率 [回/年]  <math>f_{tr}</math>：当該移動経路を巡航中の落下事故率 [回/(飛行回・km)]  <math>N_{tr}</math>：当該移動経路の年間飛行回数 [飛行回/年]  <math>A</math>：発電用原子炉施設の標的面積 [km<sup>2</sup>]  <math>F(x)_{tr}</math>：事故点分布関数 [km<sup>-1</sup>] = <math>\frac{e^{-0.625x}}{x}</math>  <math>x</math>：移動経路から発電所までの距離 [km]</p> <p>第8表 墜落確率の算出結果（基地－訓練空域間往復時）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>女川原子力発電所2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">対象飛行場</td> <td>航空自衛隊松島飛行場</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><math>f_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>1.57 \times 10^{-7}</math></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>N_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>N_{tr}^{北側}</math></td> <td>8400</td> </tr> <tr> <td><math>N_{tr}^{南側}</math></td> <td>8400</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><math>A^{北側}</math></td> <td>0.0158</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>F(x)_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>F(9.5)_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>8.25 \times 10^{-4}</math></td> </tr> <tr> <td><math>F(10.5)_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>4.41 \times 10^{-4}</math></td> </tr> <tr> <td rowspan="3"><math>P_{tr}</math></td> <td><math>P_{tr}^{北側}</math></td> <td><math>1.70 \times 10^{-9}</math></td> </tr> <tr> <td><math>P_{tr}^{南側}</math></td> <td><math>8.07 \times 10^{-9}</math></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td><math>2.61 \times 10^{-9}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：事故件数は、平成12年8月11日及び同年7月4日の2件3機。              移動経路は、防衛庁（当時）発表（平成12年8月10日）の再発防止対策に基づき、発電所に対して北側移動経路（157.0km）及び南側移動経路（70.0km）とする。（別紙7-8）              飛行経度は、北側と南側で同程度とする。              墜落確率は、航空自衛隊松島飛行場によれば、700機/月。              ※2：※1より <math>700 \times 2</math>（往復）<math>\times 12</math>（ヶ月）<math>\div 2</math>（経路）<math>= 8400</math>              ※3：原子炉建屋、制御建屋等の水平面積を合計した値。（別紙7-8）              ※4：北側及び南側移動経路から発電所までの最短距離とする。（別紙7-3）</p> <p>基地－訓練空域間往復時の墜落確率（<math>P_{tr}</math>）が <math>10^{-7}</math> [回/炉・年] と              なる標的面積 <math>A'</math> を求める式は以下のとおり。</p> $A' = \frac{10^{-7}}{P_{tr}} \cdot A$ <p>上記より、標的面積 <math>A'</math> は <math>A' = 0.059770</math> [km<sup>2</sup>] となる。</p> <p>(2) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出</p> <p>(1)で求めた標的面積から離隔距離 <math>L</math> を算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第7表に示す。              離隔距離の算出の考え方については別紙7-10に示す。</p> <p>第7表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">分類</th> <th colspan="2">民間航空機</th> <th colspan="2">自衛隊機又は米軍機</th> <th rowspan="2">基地－訓練空域間往復時</th> </tr> <tr> <th>大型民間航空機</th> <th>小型民間航空機</th> <th>訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機</th> <th>訓練空域外を飛行中 その他の大型固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対象航空機</td> <td>B747-400</td> <td>Dc228-200</td> <td>KC-767</td> <td>F-15</td> <td>F-2</td> </tr> <tr> <td>離隔距離 <math>L</math>[m] (平成28年6 月データ)</td> <td>117</td> <td>47</td> <td>111</td> <td>22</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>&lt;参考&gt; 離隔距離 <math>L</math>[m] (平成24年8 月データ)</td> <td>85</td> <td>44</td> <td>111</td> <td>21</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p>平成28年6月版は平成24年9月版よりも離隔距離が長くなるか              同一であるため、平成24年9月版の熱影響評価に包絡される。</p>			女川原子力発電所2号炉	対象飛行場		航空自衛隊松島飛行場	$f_{tr}^{北側}$		$1.57 \times 10^{-7}$	$N_{tr}^{北側}$	$N_{tr}^{北側}$	8400	$N_{tr}^{南側}$	8400	$A^{北側}$		0.0158	$F(x)_{tr}^{北側}$	$F(9.5)_{tr}^{北側}$	$8.25 \times 10^{-4}$	$F(10.5)_{tr}^{北側}$	$4.41 \times 10^{-4}$	$P_{tr}$	$P_{tr}^{北側}$	$1.70 \times 10^{-9}$	$P_{tr}^{南側}$	$8.07 \times 10^{-9}$	合計	$2.61 \times 10^{-9}$	分類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機		基地－訓練空域間往復時	大型民間航空機	小型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機	対象航空機	B747-400	Dc228-200	KC-767	F-15	F-2	離隔距離 $L$ [m] (平成28年6 月データ)	117	47	111	22	25	<参考> 離隔距離 $L$ [m] (平成24年8 月データ)	85	44	111	21	25			
		女川原子力発電所2号炉																																																										
対象飛行場		航空自衛隊松島飛行場																																																										
$f_{tr}^{北側}$		$1.57 \times 10^{-7}$																																																										
$N_{tr}^{北側}$	$N_{tr}^{北側}$	8400																																																										
	$N_{tr}^{南側}$	8400																																																										
$A^{北側}$		0.0158																																																										
$F(x)_{tr}^{北側}$	$F(9.5)_{tr}^{北側}$	$8.25 \times 10^{-4}$																																																										
	$F(10.5)_{tr}^{北側}$	$4.41 \times 10^{-4}$																																																										
$P_{tr}$	$P_{tr}^{北側}$	$1.70 \times 10^{-9}$																																																										
	$P_{tr}^{南側}$	$8.07 \times 10^{-9}$																																																										
	合計	$2.61 \times 10^{-9}$																																																										
分類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機		基地－訓練空域間往復時																																																							
	大型民間航空機	小型民間航空機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	訓練空域外を飛行中 その他の大型固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機																																																								
対象航空機	B747-400	Dc228-200	KC-767	F-15	F-2																																																							
離隔距離 $L$ [m] (平成28年6 月データ)	117	47	111	22	25																																																							
<参考> 離隔距離 $L$ [m] (平成24年8 月データ)	85	44	111	21	25																																																							

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																												
<p style="text-align: right;">別紙 7-12</p> <p>延べ飛行距離について</p> <p>延べ飛行距離は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報、第1表総括表、1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内便のみの合計値とする。</p> <p>なお、国際便については、日本国内での運航距離ではないため考慮していない。また、日本に乗り入れている外国機は運航距離の実績の公開記録がないため考慮していない。</p> <p>ただし、国際便及び外国機が日本国内で墜落した場合は事故件数としてカウントし、事故率が保守的となるようにしている。</p> <p style="text-align: center;">第1表 運航距離</p> <table border="1" data-bbox="222 697 786 1453"> <thead> <tr> <th></th> <th>日本国機の運航距離 (飛行回・km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>平成5年</td><td>326,899,203</td></tr> <tr><td>平成6年</td><td>343,785,576</td></tr> <tr><td>平成7年</td><td>380,948,123</td></tr> <tr><td>平成8年</td><td>397,146,810</td></tr> <tr><td>平成9年</td><td>420,920,228</td></tr> <tr><td>平成10年</td><td>449,784,623</td></tr> <tr><td>平成11年</td><td>459,973,069</td></tr> <tr><td>平成12年</td><td>480,718,876</td></tr> <tr><td>平成13年</td><td>489,803,107</td></tr> <tr><td>平成14年</td><td>498,685,881</td></tr> <tr><td>平成15年</td><td>519,701,117</td></tr> <tr><td>平成16年</td><td>517,485,172</td></tr> <tr><td>平成17年</td><td>527,370,038</td></tr> <tr><td>平成18年</td><td>555,543,154</td></tr> <tr><td>平成19年</td><td>559,797,874</td></tr> <tr><td>平成20年</td><td>554,681,669</td></tr> <tr><td>平成21年</td><td>544,824,157</td></tr> <tr><td>平成22年</td><td>548,585,258</td></tr> <tr><td>平成23年</td><td>555,144,327</td></tr> <tr><td>平成24年</td><td>608,215,704</td></tr> <tr><td>合計</td><td>9,740,013,788</td></tr> </tbody> </table>		日本国機の運航距離 (飛行回・km)	平成5年	326,899,203	平成6年	343,785,576	平成7年	380,948,123	平成8年	397,146,810	平成9年	420,920,228	平成10年	449,784,623	平成11年	459,973,069	平成12年	480,718,876	平成13年	489,803,107	平成14年	498,685,881	平成15年	519,701,117	平成16年	517,485,172	平成17年	527,370,038	平成18年	555,543,154	平成19年	559,797,874	平成20年	554,681,669	平成21年	544,824,157	平成22年	548,585,258	平成23年	555,144,327	平成24年	608,215,704	合計	9,740,013,788			
	日本国機の運航距離 (飛行回・km)																																														
平成5年	326,899,203																																														
平成6年	343,785,576																																														
平成7年	380,948,123																																														
平成8年	397,146,810																																														
平成9年	420,920,228																																														
平成10年	449,784,623																																														
平成11年	459,973,069																																														
平成12年	480,718,876																																														
平成13年	489,803,107																																														
平成14年	498,685,881																																														
平成15年	519,701,117																																														
平成16年	517,485,172																																														
平成17年	527,370,038																																														
平成18年	555,543,154																																														
平成19年	559,797,874																																														
平成20年	554,681,669																																														
平成21年	544,824,157																																														
平成22年	548,585,258																																														
平成23年	555,144,327																																														
平成24年	608,215,704																																														
合計	9,740,013,788																																														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																													
<p style="text-align: right;">参考資料 7-1</p> <p>航空機墜落による火災の影響評価に用いたデータについて</p> <p>1. 航空機の仕様について</p> <p style="text-align: center;">第1表 航空機の仕様</p> <table border="1" data-bbox="121 426 908 705"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th>民間航空機</th> <th colspan="3">自衛隊機又は米軍機</th> </tr> <tr> <th>計器飛行方式及び有視界飛行方式（大型）</th> <th>訓練空域外を飛行中 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機</th> <th>その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機</th> <th>基地－訓練空域間往復時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>想定機種</td> <td>B747-400</td> <td>EC-767</td> <td>F-15</td> <td>F-2</td> </tr> <tr> <td>燃料の種類</td> <td>Jet A-1</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> <td>JP-4</td> </tr> <tr> <td>燃料積載量 [kg]</td> <td>216.84<sup>※1</sup></td> <td>145.04<sup>※2</sup></td> <td>14.87<sup>※3</sup></td> <td>10.43<sup>※4</sup></td> </tr> <tr> <td>燃焼面積 [m<sup>2</sup>]</td> <td>700<sup>※5</sup></td> <td>405.2<sup>※6</sup></td> <td>44.6<sup>※7</sup></td> <td>35<sup>※8</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：ボーイングジャパン ホームページ「747型機情報」                  ※2：世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の燃料重量及び燃料密度（NUREG-1805）から算出した値。                  ※3：航空ジャーナル 2月号増刊 F-15 イーグル（航空ジャーナル社 昭和55年2月5日発行）（予備タンクを含む）                  ※4：機関機年鑑 2013-2014（イカロス出版 2013年3月11日発行）記載値。                  ※5：ボーイング社ホームページ資料「747 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面より、主翼、主翼と交差する胴体部及び尾翼の面積が燃料タンク面積と同等と想定し算出した値。                  ※6：ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」の機体図面より、主翼部及び胴体下部が燃料タンク面積と同等と想定し算出した値。                  ※7：航空ジャーナル 2月号増刊 F-15 イーグル（航空ジャーナル社 昭和55年2月5日発行）記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの面積を算出した値。                  ※8：機関機年鑑 2013-2014（イカロス出版 2013年3月11日発行）記載の主翼面積値。</p> <p>2. 燃料の物性値について</p> <p>ジェット燃料は、JIS規格では1号の灯油型（低析出点）、2号灯油型及び3号広範囲沸点型（ガソリン型）の3種類があり、ASTM規格のJetA-1、JetA、JetBに相当する。また、MIL規格では、JP-4（ガソリン型）、JP-5（灯油型）やJP-8（灯油型）があり、日本の民間航空機では安全性の高い1号（灯油型）が使用されており※1、自衛隊機又は米軍機ではJP-4が使われている※2。よって、民間航空機の燃料の種類はJetA-1（灯油型）、自衛隊機又は米軍機はJP-4とする。</p> <p>火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、放射発散度及び質量低下速度について、JetA-1燃料に関する明確な知見がない。このため、JetA-1は灯油型であることから、放射発散度は灯油の値を使用する。</p> <p>また、Jet A-1の質量低下速度についてはNUREG-1805における灯油の値、密度については、JIS-K-2209-1991記載の1号の値を採用する。</p> <p>自衛隊機又は米軍機の燃料（JP-4）は、ガソリン系の燃料であることから、放射発散度はガソリン・ナフサの値を採用し、質量低下速度、密度は、NUREG-1805のJP-4の値を採用する。</p> <p>※1：公益社団法人 石油学会 HP                  ※2：石油便覧 JX 日鉱日石エネルギーHP</p>	項目	民間航空機	自衛隊機又は米軍機			計器飛行方式及び有視界飛行方式（大型）	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	基地－訓練空域間往復時	想定機種	B747-400	EC-767	F-15	F-2	燃料の種類	Jet A-1	JP-4	JP-4	JP-4	燃料積載量 [kg]	216.84 <sup>※1</sup>	145.04 <sup>※2</sup>	14.87 <sup>※3</sup>	10.43 <sup>※4</sup>	燃焼面積 [m <sup>2</sup> ]	700 <sup>※5</sup>	405.2 <sup>※6</sup>	44.6 <sup>※7</sup>	35 <sup>※8</sup>			
項目		民間航空機	自衛隊機又は米軍機																													
	計器飛行方式及び有視界飛行方式（大型）	訓練空域外を飛行中 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	基地－訓練空域間往復時																												
想定機種	B747-400	EC-767	F-15	F-2																												
燃料の種類	Jet A-1	JP-4	JP-4	JP-4																												
燃料積載量 [kg]	216.84 <sup>※1</sup>	145.04 <sup>※2</sup>	14.87 <sup>※3</sup>	10.43 <sup>※4</sup>																												
燃焼面積 [m <sup>2</sup> ]	700 <sup>※5</sup>	405.2 <sup>※6</sup>	44.6 <sup>※7</sup>	35 <sup>※8</sup>																												




赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉		泊発電所3号炉		大飯発電所3/4号炉		差異理由
第2表 評価対象航空機の燃料物性値						
データ種類	民間航空機	自衛隊機又は米軍機			基地-訓練 空域間往復時	
	計器飛行方式 及び有視界飛行 方式（大型）	訓練空域外を飛行中	空軍給油機等、 高高度での巡航 が想定される 大型固定翼機	その他の大型 固定翼機、小型 固定翼機及び 回転翼機		
燃料の種類	Jet A-1	JP-4	JP-4	JP-4		
燃料貯蔵容量 [M <sup>3</sup> ]	50,000 <sup>※1</sup>	50,000 <sup>※2</sup>	50,000 <sup>※2</sup>	50,000 <sup>※2</sup>		
質量低下速度 [kg/m <sup>3</sup> /s]	0.039 <sup>※3</sup>	0.051 <sup>※4</sup>	0.051 <sup>※4</sup>	0.051 <sup>※4</sup>		
燃料密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	840 <sup>※5</sup>	780 <sup>※4</sup>	780 <sup>※4</sup>	780 <sup>※4</sup>		
燃焼速度 [m/s]	4.84×10 <sup>-3</sup>	8.71×10 <sup>-3</sup>	8.71×10 <sup>-3</sup>	8.71×10 <sup>-3</sup>		
※1：評価ガイド 附属書Bにおける灯油の値。 ※2：評価ガイド 附属書Bにおけるガソリン+ナフサの値。 ※3：NURRG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTe): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program 5に記載の灯油の値。 ※4：NURRG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTe): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program 5に記載のJP-4の値。 ※5：JIS-K-2202-1991記載の1号の値。						

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																			
<p style="text-align: right;">添付資料-8</p> <p style="text-align: center;">ばい煙及び有毒ガスの影響評価について</p> <p>1. はじめに                      外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、防護対象設備の周辺への滞留及び換気空調系の外気取入口から建屋内に侵入する可能性は低いと考える。万一、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建屋内に侵入することを想定し、以下のとおり評価を行った。</p> <p>2. 評価対象                      ばい煙等の影響が想定される施設として、設備内にばい煙を含んだ外気を取り込む可能性のある機器、煙や埃に対して脆弱な設備、建屋外部に開口部を有する設備について影響評価を実施する。また、建屋内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気を取り込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。評価対象は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="163 1081 831 1417"> <caption>第2-1表 評価対象</caption> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>影響評価設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外気を取り込む屋外設備</td> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>換気空調系で給気されるエリアの設置機器</td> <td>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 安全保護系</td> </tr> <tr> <td>建屋外部に開口部を有する設備</td> <td>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気口</td> </tr> <tr> <td>居住性への影響</td> <td>中央制御室 緊急時対策所</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 評価結果                      3.1 外気を取り込む屋外設備                      (1) 原子炉補機冷却海水ポンプ                      原子炉補機冷却海水ポンプ用電動機は、空気冷却器を電動機側面に設置して内部通風の熱交換により冷却する構造であり、外気を直接電動機の内部に取込まない全閉構造であることから、ばい煙粒子が電動機内部に侵入することはない。また、外気通風部の吸込み口の金網口径が10mm×10mm、冷却パイプ口径が29.4mmであり、ばい煙粒子の粒径はこれに比べて十分に小さいことから、閉塞することはない。                      また、軸貫通部の上部軸シール部は、防水カバー、スリング、油切ラビリンスで侵入防止構造となっている。また、下部軸シール部</p>	分類	影響評価設備	外気を取り込む屋外設備	原子炉補機冷却海水ポンプ 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	換気空調系で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 安全保護系	建屋外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気口	居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所	<p style="text-align: center;">1 1. ばい煙および有毒ガスの影響評価について</p> <p>1. 目的                      外部火災（森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発および航空機墜落）により発生するばい煙および有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれることを考慮すると、ばい煙および有毒ガスが防護対象設備の周辺に滞留する可能性は小さいと考えられるが、ばい煙および有毒ガスが設備および居住性に与える影響について、評価を実施する。</p> <p>2. 評価対象設備                      (1) 評価対象設備                      評価対象設備は、「外部火災防護対象の選定について」において、評価対象としている設備とするが、ばい煙などの影響評価としては、系統ごとの評価ではなく、これらを構成する機器ごとに評価を行う。                      なお、換気空調設備で給気されるエリアに設置しているが、当該機器内へ大量に空気を取り込む構成となっている機器（非常用ディーゼル発電機および制御用空気圧縮機）は、個別に評価を行う。</p> <table border="1" data-bbox="949 1039 1751 1417"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>評価対象機器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">機器への影響</td> <td>換気空調設備で給気されるエリアの設置機器</td> <td>非常用ディーゼル発電機 電気盤、計装盤 制御用空気圧縮設備 ポンプ、ファン、モータ、弁、計器</td> </tr> <tr> <td>外気に直接接触する機器</td> <td>原子炉補機冷却海水ポンプ 主蒸気逃がし弁（消音器）など モニタリングポスト</td> </tr> <tr> <td>居住性への影響</td> <td>中央制御室、緊急時対策所</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：非常用ディーゼル発電機は換気空調設備により給気されるエリアに設置しているが、機関燃焼に必要な空気は、外気から吸気している。</p> <p>(2) 想定される影響                      ばい煙および有毒ガスにより、機器および居住性へ影響を与えることと想定される事項は、以下のとおり。                      ・換気空調設備などのフィルタへのばい煙の付着による目詰まり                      ・電気盤などに設置している開閉器などの接点へのばい煙の付着による接触不良（動作不良）                      ・計装盤などに設置している電子部品へのばい煙の付着による短絡</p>	分類	評価対象機器	機器への影響	換気空調設備で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機 電気盤、計装盤 制御用空気圧縮設備 ポンプ、ファン、モータ、弁、計器	外気に直接接触する機器	原子炉補機冷却海水ポンプ 主蒸気逃がし弁（消音器）など モニタリングポスト	居住性への影響	中央制御室、緊急時対策所	<p style="text-align: right;">添付資料2 1</p> <p style="text-align: center;">輸送車両、有毒ガス、漂流船舶の衝突による影響について</p> <p>1. 目的                      本評価は、輸送車両の発火による火災、漂流船舶の衝突、有毒ガスについて、原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。</p> <p>2. 輸送車両の影響評価                      危険物を搭載した車両が移動する主要道路としては、発電所から南方向約6kmのところを東西に通る一般国道27号線があり、発電所から十分な離隔距離が確保されていることから、国道における輸送車両の火災・爆発による影響はない。</p>  <p style="text-align: center;">図1：発電所周辺の主要道路</p> <p>なお発電所周辺には、国道27号線から分岐した県道赤碓崎公園線が通っているため、この県道上において燃料輸送車が火災・爆発したことを想定し、影響評価を実施した。                      燃料輸送車は、28KL仕様のタンクローリー車を想定し、タンクにガソリンを最大量積載していることとする。                      燃料輸送車の仕様等は以下のとおり。                      ・タンク容量V：30.123 [KL]（燃料はガソリンを想定）                      ・タンク投影面積S：22.6252 [m<sup>2</sup>]（9.16 [m] × 2.47 [m]）                      ・離隔距離L：600 [m]                      ガソリンの物性値は以下のとおり。                      ・放射発散度Rf：58000 [W/m<sup>2</sup>]                      ・密度ρ：740 [kg/m<sup>3</sup>]                      ・質量低下速度M：0.055 [kg/m<sup>2</sup>・s]                      a. 火災影響評価                      タンクの投影面積および発電所からの離隔距離を用いて形態係数φを算出すると、φ=3.9×10<sup>-5</sup>となる。ガソリンの放射発散度Rfは58000 [W/m<sup>2</sup>]であるため、受熱面の放射強度Eは、E=Rf×φ=2.3 [W/m<sup>2</sup>]となる。                      また、燃焼時間tは、燃料量V、密度ρ、質量低下速度Mおよびタンク投影面積Sより、t=V/(S×M/ρ)にて求められ、約5.0 [hr]となる。</p>	
分類	影響評価設備																					
外気を取り込む屋外設備	原子炉補機冷却海水ポンプ 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ																					
換気空調系で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。） 安全保護系																					
建屋外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気口																					
居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所																					
分類	評価対象機器																					
機器への影響	換気空調設備で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機 電気盤、計装盤 制御用空気圧縮設備 ポンプ、ファン、モータ、弁、計器																				
	外気に直接接触する機器	原子炉補機冷却海水ポンプ 主蒸気逃がし弁（消音器）など モニタリングポスト																				
	居住性への影響	中央制御室、緊急時対策所																				

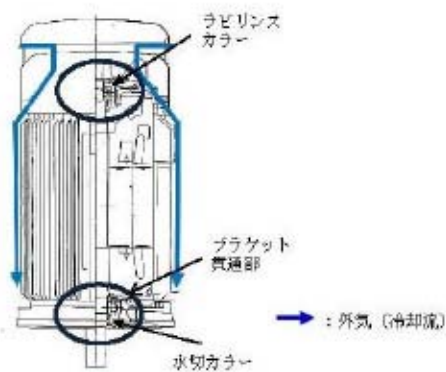
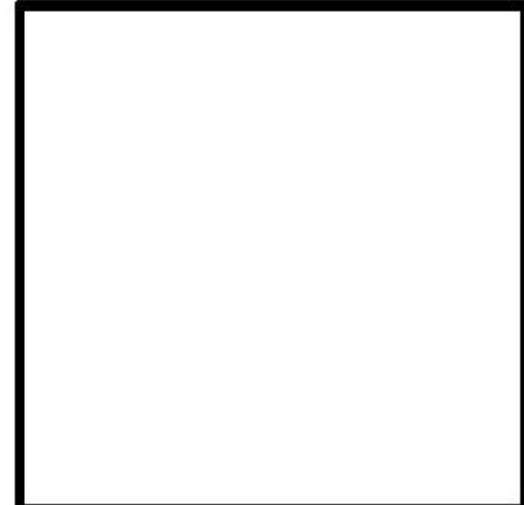
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>については同様に防水カバー、油切ラビリンスで侵入防止構造としており、ばい煙粒子が軸受内部に侵入することはない。</p> <p>電動機端子箱は、電動機本体への取り付け部及び端子箱蓋に浸水防止のパッキンを使用しており、ばい煙が侵入しない構造としている。</p> <p>以上のことから、ばい煙が当該電動機の機能に影響を及ぼすことはない。</p>  <p>第3.1-1図 原子炉補機冷却海水ポンプ用電動機の冷却方式</p> <p>(2) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</p> <p>高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ用電動機は、外気を直接電動機内部に取り込まない外扇形の冷却方式の全閉構造であり、ばい煙粒子が電動機内部に侵入することはない。</p> <p>上部貫通部はラビリンスカーで軸受への侵入防止構造とし、下部貫通部はポンプ架台内とし、侵入を防止する構造としている。</p> <p>電動機端子箱は、電動機本体への取り付け部及び端子箱蓋に浸水防止のパッキンを使用しており、ばい煙が侵入しない構造としている。</p> <p>以上からばい煙が当該電動機の機能に影響を及ぼすことはない。</p>	<p>・中央制御室などへのばい煙および有毒ガスの侵入による居住性の悪化</p> <p>3. 評価結果</p> <p>(1) 換気空調設備で給気されるエリアの設置機器</p> <p>空調設備外気取入口には、平型フィルタを設置しているため、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止可能である。</p> <p>このため、既存設備のフィルタにより一定のばい煙侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止、または空調ファンを停止して、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。 (添付資料-1)</p> <p>a. 非常用ディーゼル発電機機関</p> <p>非常用ディーゼル発電機設備は、換気空調設備で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止して、ばい煙の侵入を阻止することが可能である。</p> <p>なお、非常用ディーゼル発電機は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内に大量のばい煙が流入し、機関燃焼を阻害することが考えられるが、ディーゼル発電機機関吸気系統の吸気消音器に付属するフィルタで比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲され、粒径数<math>\mu\text{m}</math>~<math>10\mu\text{m}</math>程度のばい煙の大半は、機関シリンダ内へ送気されるが、シリンダまでの通気経路（過給機、空気冷却器等）の間隙より小さいことから閉塞に至ることはない。</p> <p>また、シリンダ内に侵入したばい煙は、シリンダ/ピストンの硬度より軟らかいと考えられることから、シリンダ/ピストンの摩擦が発生することはない。なお、通常運転においてもシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しているが、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められていない。</p> <p>したがって、ばい煙が非常用ディーゼル発電機機関の機能に影響を及ぼすことはない。 (添付資料-2)</p> <p>b. 電気盤、計装盤</p> <p>電気盤（非常用所内電源設備、直流電源設備、計測制御用電源設備）および計装盤（安全保護系設備）が設置された部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、外気取入口には平型フィルタおよび下流には粗フィルタが設置されていることから、他の空調系に比べて、ばい煙に対してより高い防護性能を有している。</p> <p>また、既存設備のフィルタにより一定のばい煙侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止して、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。 (添付資料-3)</p> <p>c. 制御用空気圧縮設備</p>	<p>補助ボイラ燃料タンクの火災影響評価では、受熱面の輻射強度 <math>E=667</math> [W/m<sup>2</sup>]、燃焼時間 <math>t=10.4</math> [hr] にて評価を実施し、影響のないことが確認されていることから、この評価結果に含まれる。</p> <p>b. 爆発影響評価</p> <p>爆発評価に必要な石油類のK値について、ガソリンの値がガイド付録Bに掲載がないため、搭載燃料をLPGとしてk値を想定することとすると、<math>k=888</math>（付録Bのプロパンの最大値）であるから、<math>K=888 \times 1000=888000</math> となる。</p> <p>貯蔵施設のW値については、タンク容量が <math>30.123</math> [KL] であることから、重量 <math>22.3</math> [トン] (<math>=30.123 \times 0.74</math>) とし、その平方根の値として、<math>W=4.73</math> とする。</p> <p>危険限界距離は次式で与えられる。</p> $X=0.04\lambda^2\sqrt{K \times W}$ <p><math>X</math>：危険限界距離、<math>\lambda</math>：換算距離 <math>14.4</math> [m<math>\cdot</math>kg<sup>-1/2</sup>]、  <math>K</math>：石油類の定数、<math>W</math>：設備定数</p> <p>K値およびW値を代入して計算すると、危険距離Xは約 <math>93</math> [m] となり、十分な離隔距離が確保されているため影響はない。</p> <p>3. 漂流船舶の衝突による影響評価</p> <p>(1) 発電所構内に入港する船舶火災の評価</p> <p>大飯発電所周辺海域の船舶の航路としては、発電所沖合の約 <math>18\text{km}</math> 以遠に主要航路があり、舞鶴から小樽（北海道）までのフェリーが通航しているが、発電所はこの航路の針路上になく、航路までの距離が離れていることから船舶の進入はない。</p> <p>なお、発電所の物揚岸壁には燃料等輸送船が接岸するため、この船舶が積載している燃料が接岸中に発火したことを想定し、以下のとおり火災影響評価を実施した。</p> <p>(a) 船舶火災の想定</p> <p>船舶火災の想定は以下のとおりとした。</p> <p>A. 想定条件</p> <p>A-1 燃料保有量は満積とした状態とする。</p> <p>A-2 離隔距離は、評価上厳しくなるよう物揚岸壁から外部火災防護施設までの直線距離とする。</p> <p>A-3 船舶の燃料タンクの破損等による火災を想定する。</p> <p>A-4 気象条件は無風状態とする。</p> <p>A-5 火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とする。</p> <p>(b) 火災影響評価</p> <p>(i) 必要データ（燃料等輸送船）</p> <p>評価に用いるデータは以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料重量G：560 [ton]（燃料はA重油）</li> <li>・投影面積S：1650 [m<sup>2</sup>]（全長100 [m] × 全幅16.5 [m]）</li> <li>・離隔距離L：751 [m]（物揚岸壁から原子炉周辺建屋の距離） ：626 [m]（物揚岸壁から海水ポンプの距離）</li> </ul>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>第3.1-2図 高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ用電動機の冷却方式</p>  <p>第3.2 換気空調系で給気されるエリアの設置機器</p> <p>外気を取り入れている空調系統として、原子炉建屋、原子炉補機エリア、中央制御室、計測制御電源室の換気空調系がある。(第3.2-1(a)(b)図)</p> <p>これらの換気空調系の外気取入経路には、バグフィルタ（粒径約2μmに対して80%以上を捕獲する性能）を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はバグフィルタにより進入を阻止できる。</p> <p>上記系統のうち、外気取入ダンパを設置し事故時運転モードへの切替えが可能である中央制御室換気空調系については、ばい煙の侵入が想定される場合には、外気取入ダンパを閉止し、事故時運転モードへの切替えを行うことにより、ばい煙の侵入を阻止できる。それ以外の換気空調系については、空調機を停止することでばい煙の侵入を阻止できる。</p> <p>(1) 非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）</p> <p>非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）は、換気空調系で給気されるエリアに設置していることから、空調機を停止することでばい煙の侵入を阻止できる。</p> <p>バグフィルタ（粒径約2μmに対して80%以上を捕獲する性能）の入口と出口間の差圧を検知できる差圧計を監視し、差圧が上昇しバグフィルタが目詰まりした場合はバグフィルタの交換が可能である。</p> <p>なお、ディーゼル機関は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内にばい煙が流入し、機関燃焼を阻止することが考えられるが、ディーゼル機関への外気取入経路にはバグフィルタを設置していることから、一定以上の粒径のばい煙粒子が捕獲され、バグフィルタにより捕集されなかったばい煙粒子が機関内に送気される。</p> <p>バグフィルタでは粒径が数μm程度の粒子が捕集され、それ以下のばい煙が機関内に送気されるが、シリンダまでの通気流路（過給機、空気冷却器等）の隙間より小さいことから閉塞に至ることはない（第3.2-2図）。また、通常運転においても燃料油（軽油）</p>	<p>制御用空気圧縮機は室内の空気を吸入して、圧縮空気を供給しているが、制御用空気圧縮機室空調系の外気取入口には、平型フィルタが設置されていること、および制御用空気圧縮機には吸入フィルタ消音器が設置されており、制御用空気圧縮機は、ばい煙に対して必要な防護性能を有している。 (添付資料-4)</p> <p>d. ポンプ、ファン、モータ、弁、計器</p> <p>評価対象設備のこれらの機器は、換気空調設備で給気されるエリアに設置されている。また、ばい煙などが侵入しない構造となっており、機器の周辺にばい煙が侵入しても、影響は非常に小さいと考えられる。</p> <p>(2) 外気に直接接触する機器</p> <p>a. 原子炉補機冷却海水ポンプモータ</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプモータは、循環水ポンプ建屋に設置されているが自然換気による外気の流入があることから、ばい煙の影響を受けることが想定されるが、ばい煙が内部に侵入しない構造となっている。また、外気が通気される空気冷却器冷却管内径は、ばい煙粒子より十分大きいことから、閉塞することはない。</p> <p>したがって、ばい煙が原子炉補機冷却海水ポンプモータの機能に影響を及ぼすことはない。 (添付資料-5)</p> <p>b. 主蒸気逃がし弁等</p> <p>建屋外部に開口部を有する主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁、排気筒および排気ガラリ（ディーゼル発電機建屋）については、仮にばい煙が内部に侵入した場合でも、動作時の吹出力が十分大きいので、その機能に影響を及ぼすことはない。 (添付資料-6)</p> <p>c. モニタリングポスト</p> <p>モニタリングポストは屋外に設置されており、検出器と信号処理部（建物内に設置）から構成されている。</p> <p>検出器はばい煙などが侵入しない構造になっている。また、信号処理部を設置している建物は、換気を行わず閉ざされた構造となっており、ばい煙などが侵入しづらいことから、周辺にばい煙が落下したとしても、影響は非常に小さいと考えられる。</p> <p>(3) 中央制御室および緊急時対策所</p> <p>中央制御室について、運転操作環境の維持の観点から、外部火災に伴う燃焼ガスからの防護について評価した。</p> <p>中央制御室換気空調設備は、外気からしゃ断する閉回路循環運転とすることができるとともに、外気とのしゃ断が長期にわたり室内</p>	 <p>図2：物揚岸壁から原子炉周辺建屋及び海水ポンプまでの距離</p> <p>また、A重油の物性値は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射発散度Rf：23000 [W/m2]</li> <li>・密度ρ：1000 [kg/m3]</li> <li>・質量低下速度M：0.035 [kg/m2・s]</li> </ul> <p>(ii) 影響評価結果</p> <p>① 原子炉周辺建屋</p> <p>投影面積および離隔距離から形態係数φを算出すると、φ=0.0019となる。重油の放射発散度Rfは23000 [W/m2]であるため、受熱面の放射強度Eは、E=Rf×φ=44 [W/m2]となる。</p> <p>また、燃焼時間tは、容積V(=G/ρ)、密度ρ、質量低下速度Mおよび投影面積Sより、t=V/(S×M/ρ)にて求められ、約2.7 [hr]となる。</p> <p>また、建屋外壁表面の温度上昇は次式<sup>1)</sup>で求められる。</p> $T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{a \times \tau}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times \tau}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times \tau}}\right) \right]$ <p>T<sub>0</sub>：初期温度(50℃)              E：放射強度[W/m<sup>2</sup>]              a：コンクリート温度伝導率              a = λ / (ρ × Cp)              Cp：コンクリート比熱(963 [J/kgK])              ρ：コンクリート密度(2300 [kg/m<sup>3</sup>])              λ：コンクリート熱伝導率(1.74 [W/mK])              x：コンクリート深さ[m]              τ：燃焼継続時間[sec]</p> <p>1) 庄司正弘, 東京大学機械工学6, 伝熱工学, 東京大学出版</p> <p>上記式を用いて建屋外壁表面温度を算出すると、53℃となり、コンクリートの許容温度(200℃)を超えることはなく、原子炉施設に影響を与えることがないことを確認した。</p> <p>② 海水ポンプ</p> <p>原子炉周辺建屋外壁への評価と同様に海水ポンプへの熱</p>	

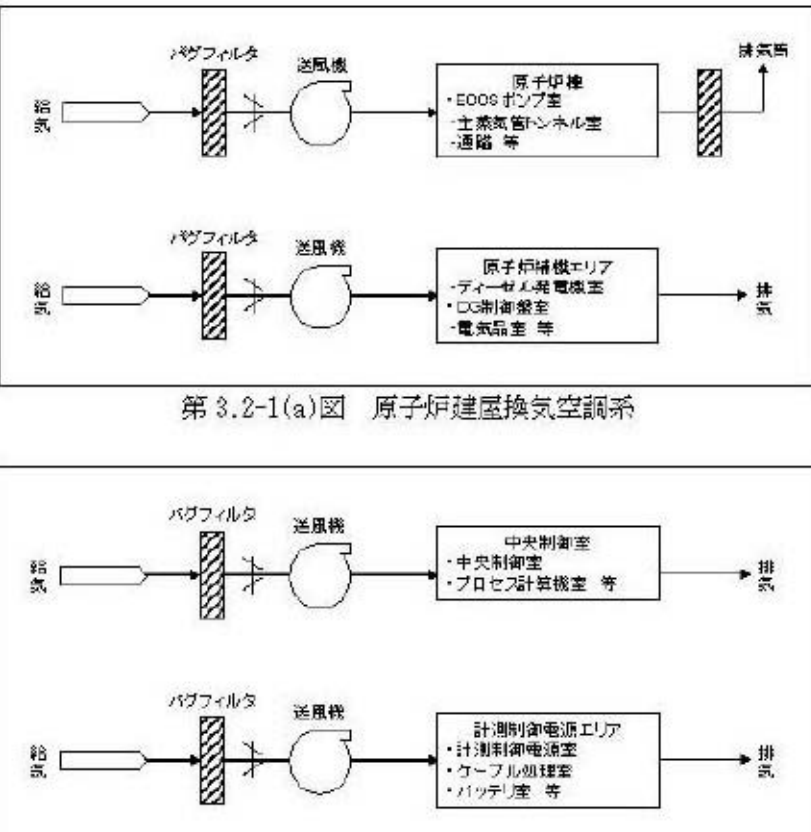
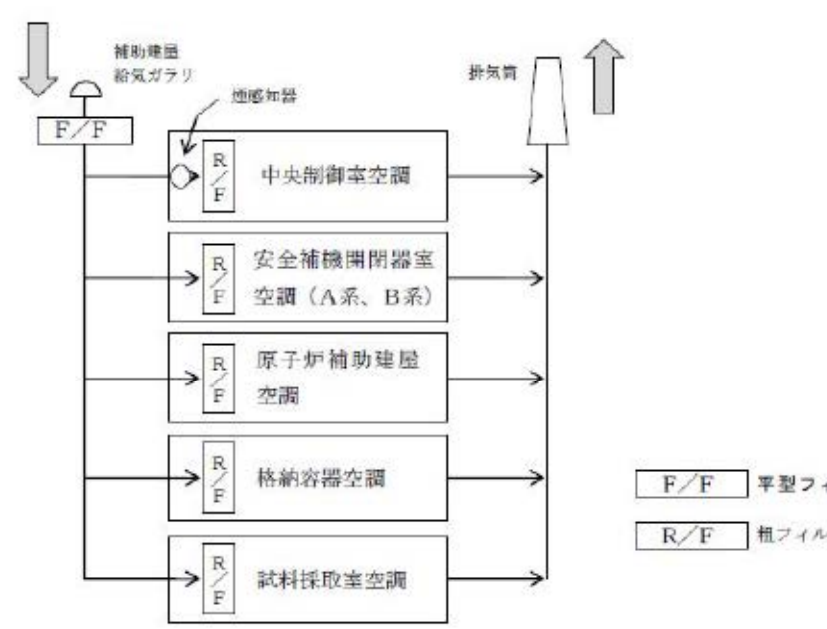
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。</p> <p>火災により最大濃度の有毒ガス（二酸化炭素、一酸化炭素、二酸化硫黄、二酸化窒素）を含む空気が外気取入口付近に滞留した場合でも、二酸化炭素、一酸化炭素、二酸化硫黄、二酸化窒素は酸化物であるため、ディーゼル機関の燃焼に寄与することはない。発生する有毒ガスは最大でも0.8%程度であるため、その分の酸素量が減少したと仮定しても酸素濃度は約20.8%であり大気中の酸素濃度と同等であることから、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の運転に影響を及ぼすことはない。</p> <p>(2) 安全保護系</p> <p>安全保護系設備は、安全保護系盤が中央制御室に設置してある。中央制御室への外気取入経路にはバグフィルタを設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については侵入を阻止することが可能である。バグフィルタにより捕集しきれなかったばい煙が当該室に侵入する可能性がある場合、及び中央制御室内においてばい煙が流入したことを煙や異臭で確認した場合等は発電課長の指示により、事故時運転モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない（第3.2-3図、第3.2-4(a)(b)図）。</p> <p>なお、中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は、おおむね2μm以下の細かな粒子であると推定されるが、計測制御系の盤等において、数μm程度の線間距離となるのは、集積回路（IC等）の内部であり、これらの部品はモールド（樹脂）で保護されているため、ばい煙が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所については、端子間の距離は数mmあることから、ばい煙が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。したがって、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても、ばい煙の付着等により短絡等を発生させる可能性はない。</p> <p>3.3 建屋外部に開口部を有する設備</p> <p>屋外に開口部を有する設備として、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の排気口があるが、仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。（第3.3-1図）なお、排気筒も同様にばい煙が内部に侵入した場合においても、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。</p>	<p>の空気が悪くなった場合は、通常モードに切り替え、外気を取り入れることができる。</p> <p>酸素濃度および二酸化炭素の濃度について、評価を実施した結果、30時間外気取入をしゃ断したままでも、中央制御室内の運転員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>また、緊急時対策所も同様の評価を実施した。その結果中央制御室同様、12時間外気取入をしゃ断したままでも、緊急時制御室内の要員の作業環境に影響を与えない。</p> <p style="text-align: right;">（添付資料-7）</p> 	<p>影響評価を実施した。冷却空気の温度上昇の評価について、ケーシングに受けた輻射による熱エネルギーが全て冷却空気に伝達されるという保守的な評価を実施した結果、冷却用空気の温度は□℃となり、許容温度□℃を超えることはなく、海水ポンプに影響を与えることがないことを確認した。</p> <p>(2) 小型船舶火災の評価</p> <p>津波発生時、小型船舶が漂流物となる可能性があることから、小型船舶が最も原子炉施設に接近する箇所において火災が発生することを想定し、以下のとおり火災影響評価を実施した。なお、対象とする小型船舶の選定においては、「津波に対する施設評価について」の資料によると、発電所への漂流物となるのは□□□□および□□□□となる。この中で、重量の大きな船舶は□□□□なるため、小型船舶の選定においては□□□□への問い合わせにより、燃料量が多く、船舶のサイズが大きい、かつ、燃料種の厳しい評価となるものを選定した。</p> <p>(a) 船舶火災の想定</p> <p>船舶火災の想定条件は3. (1) (a)と同様</p> <p>(b) 火災影響評価</p> <p>(i) 必要データ（小型船舶）</p> <p>評価に用いるデータは以下のとおり。</p> <p>□□□□</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 離隔距離L：140 [m]（放水口付近から原子炉周辺建屋の距離）</li> <li>・ 19 [m]（海水ポンプ防護壁から海水ポンプの距離）</li> </ul>  <p>図3：小型船舶から原子炉周辺建屋及び海水ポンプまでの距離</p> <p>また、軽油の物性値は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 輻射発散度Rf：42000 [W/m<sup>2</sup>]</li> <li>・ 密度ρ：918 [kg/m<sup>3</sup>]</li> <li>・ 質量低下速度M：0.044 [kg/m<sup>2</sup>・s]</li> </ul> <p>(ii) 影響評価結果</p> <p>① 原子炉周辺建屋</p> <p>投影面積および離隔距離から形態係数φを算出すると、φ=0.003となる。軽油の輻射発散度Rfは42000 [W/m<sup>2</sup>]</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>第3.2-1(a)図 原子炉建屋換気空調系</p> <p>第3.2-1(b)図 制御建屋換気空調系</p>	<p>添付資料-1 換気空調設備のばい煙影響評価について</p> <p>外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室（安全補機開閉器室、安全系計装盤室、安全系蓄電池室、制御棒駆動装置電源室他）、中央制御室、原子炉補助建屋、格納容器、試料採取室、制御用空気圧縮機室、ディーゼル発電機室、電動補助給水ポンプ室、タービン動補助給水ポンプ室、主蒸気配管室の空調系統がある。</p> <p>これらの外気取入口には平型フィルタ（5μm～10μmの粒子に対して平均捕集効率85%）を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙については、平型フィルタにより侵入を阻止可能である。</p> <p>上記の系統のうち、外気取入用ダンパが設置されており閉循環運転が可能である中央制御室、安全補機開閉器室の空調系については、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、外気取入ダンパを閉止し、閉循環運転を行うことにより、ばい煙の侵入を阻止可能である。</p> <p>上記以外の外気隔離用ダンパが設置されていない空調系統については、空調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止可能である。</p> <p>なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計の監視強化を行い、指示値が上昇した場合、平型フィルタは、取替部品を有していることから、数時間程度で交換可能である。</p>  <p>図11-1 原子炉補助建屋換気空調設備全体概略図</p>	<p>であるため、受熱面の輻射強度Eは、<math>E = Rf \times \phi = 126</math> [W/m<sup>2</sup>]となる。</p> <p>また、燃焼時間tは、容積V（= G/ρ）、密度ρ、質量低下速度M および投影面積Sより、<math>t = V / (S \times M / \rho)</math>にて求められ、約0.223 [hr]となる。</p> <p>また、建屋外壁表面の温度上昇は次式<sup>1)</sup>で求められる。</p> $T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$ <p>T<sub>0</sub>：初期温度（50℃）              E：輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]              a：コンクリート温度伝導率  <math>a = \lambda / (\rho \times C_p)</math>              C<sub>p</sub>：コンクリート比熱（963 [J/kgK]）              ρ：コンクリート密度（2300 [kg/m<sup>3</sup>]）              λ：コンクリート熱伝導率（1.74 [W/mK]）              x：コンクリート深さ [m]              t：燃焼継続時間 [sec]</p> <p>1) 庄司正弘, 東京大学機械工学6, 伝熱工学, 東京大学出版</p> <p>上記式を用いて建屋外壁表面温度を算出すると、53℃となり、コンクリートの許容温度（200℃）を超えることはなく、原子炉施設に影響を与えることがないことを確認した。</p> <p>② 海水ポンプ              原子炉周辺建屋外壁への評価と同様に海水ポンプへの熱影響評価を実施した。冷却空気温度上昇の評価について、ケーシングに受けた輻射による熱エネルギーが全て冷却空気に伝達されるという保守的な評価を実施した結果、冷却用空気の温度は55℃となり、許容温度（□℃）を超えることはなく、海水ポンプに影響を与えることがないことを確認した。</p> <p>4. 有毒ガスによる影響評価              外部火災による有毒ガス発生時には、居住空間へ影響をおよぼさないように外気取入ダンパを閉止する。または、閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止する。</p> <p>有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響については、中央制御室換気空調系および緊急時対策所換気空調系における外気取入遮断時の室内に滞在する人員の環境劣化防止のため、酸素濃度および炭酸ガス濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>発電所周辺地域の幹線道路としては、発電所から南方向約6kmのところを東西に通る一般国道27号線がある。</p> <p>鉄道路線としては、JR小浜線（敦賀～東舞鶴）があり、発電所の南南西方向約7kmに若狭本郷駅、南南東方向約6kmに加斗駅がある。</p> <p>発電所周辺海域の船舶の航路としては、発電所沖合の約18km以遠に主要航路がある。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

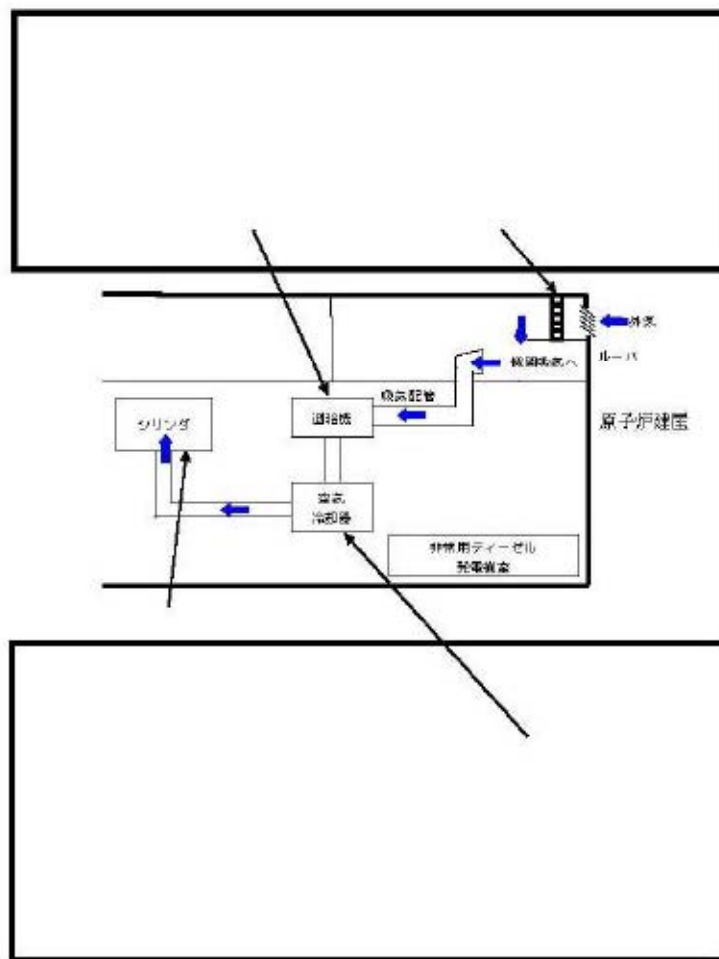
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第3.3-2図 非常用ディーゼル機関吸気系統構造図

各図表の内容は商業秘密の観点から公開できません。

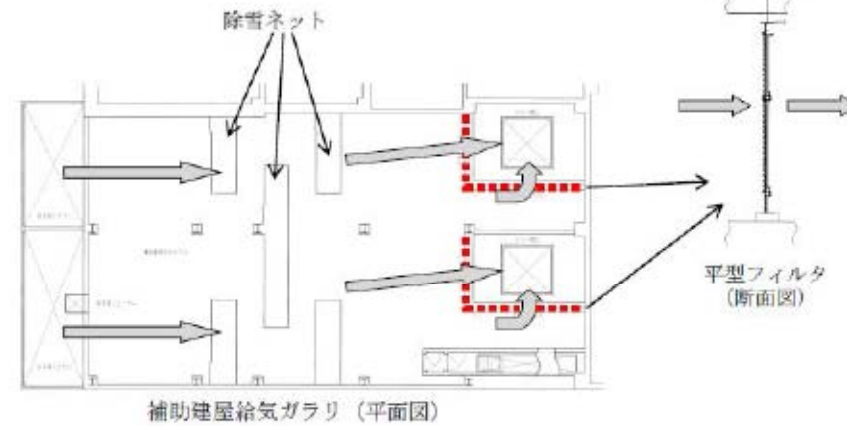


図11-2 安全補機開閉器室など外気取入口（補助建屋給気ガラリ）の空気の流れ

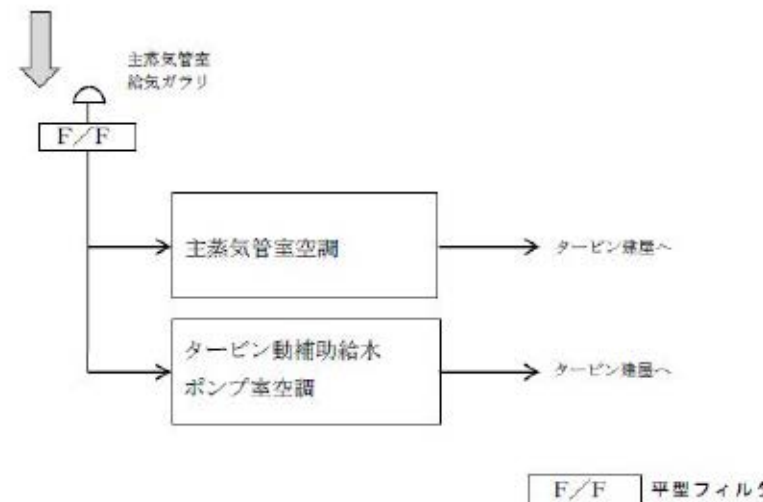
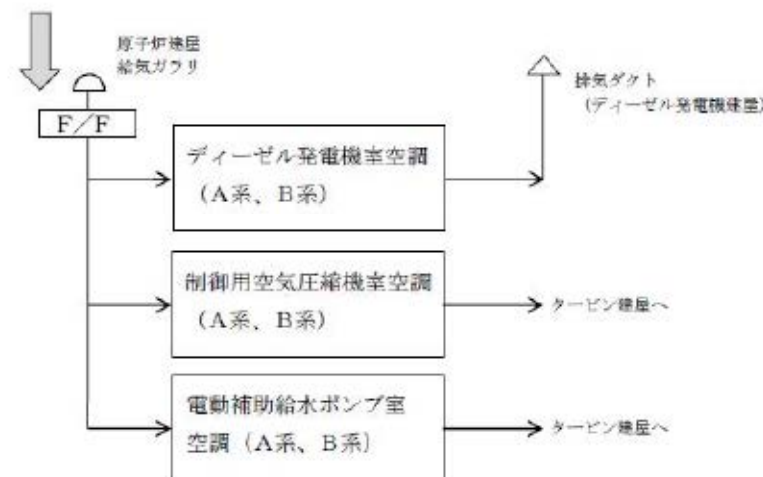


図11-3 原子炉建屋換気空調設備全体概略図

また、石油コンビナート等災害防止法第2条第2号の規定に基づく石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令（昭和51年政令第192号）で指定される発電所周辺の石油コンビナート施設については、発電所の北東約78kmの位置、福井市と坂井市に亘る沿岸に福井国家石油備蓄基地等の施設がある。これらの幹線道路、鉄道路線、主要航路及び石油コンビナート施設は発電所から十分な隔離距離が確保されており、危険物を搭載した車両及び船舶を含む事故等による当該発電所への有毒ガスの影響はない。

以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

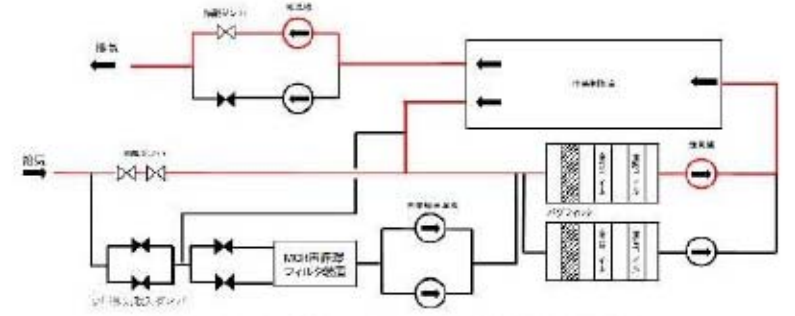
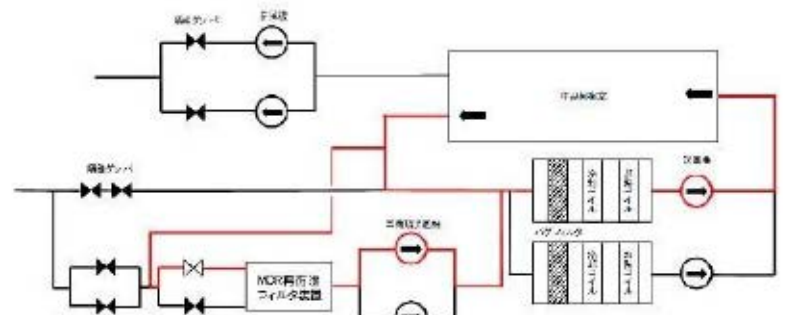
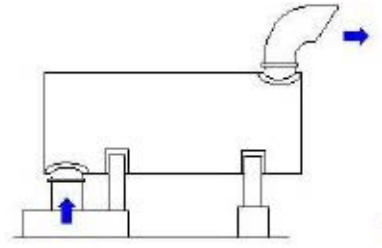
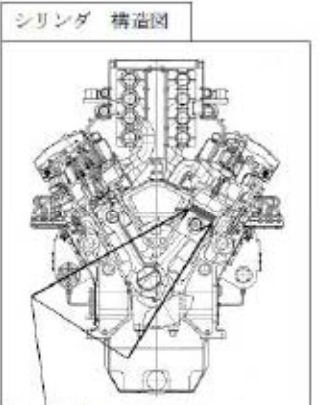
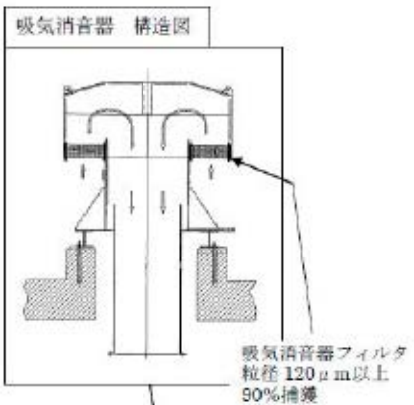
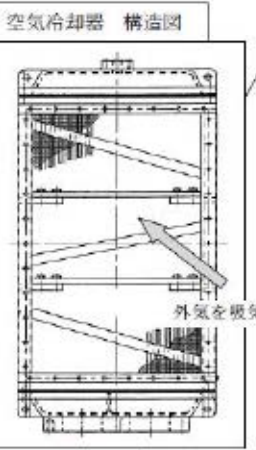
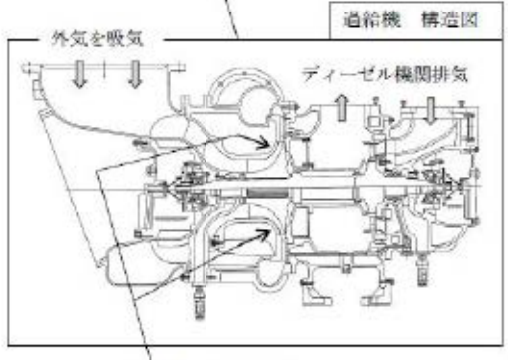
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>※：265 時間（O<sub>2</sub>濃度制限値1.0%を基準に外気取入停止可能時間を求めた値）</p> <p>第3.2-3図 中央制御室外火災発生に伴う中央制御室隔離手順概要フロー</p>	<p>添付資料-2</p> <p>非常用ディーゼル発電機へのばい煙影響評価について</p> <p>非常用ディーゼル発電機設備は、換気空調設備で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止して、ばい煙の侵入を阻止することが可能である。</p> <p>なお、非常用ディーゼル発電機は吸気系統から外気を取り入れているが、この吸気系統には、吸気消音器が設置されており、吸気消音器に付属するフィルタ（粒径120<math>\mu</math>m以上において約90%捕獲）で比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲されるが、一般的なばい煙粒子※1（粒径数<math>\mu</math>m～10<math>\mu</math>m程度）については、過給機、空気冷却器に進入するものの、いずれも機器の間隙はばい煙粒子に比べて十分大きいことから、ばい煙により閉塞に至る可能性はない。</p> <p>また、吸入されたばい煙の大半は、機関シリンダ内へ送気される。送気されたばい煙について、粒径がシリンダ/ピストン間隙（数<math>\mu</math>m～十数<math>\mu</math>m）と同程度のものは、当該間隙内に侵入しシリンダ/ピストンの摩擦発生が懸念されるが、ばい煙粒子の硬度はシリンダ/ピストンの硬度より軟らかいと考えられることから、当該間隙内に侵入したばい煙粒子により摩擦が発生することはないと判断される。なお、通常運転においてもシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しており、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められない。</p> <p>なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、機器の運転状況の監視強化を行い、吸気消音器に付属するフィルタの清掃が必要になった場合、数時間程度で対応可能である。</p> <p>以上のことから、非常用ディーゼル発電機機関にばい煙が侵入した場合においても、運転を阻害するに至らない。</p> <p>※1：「火災と消火の理論と応用」（日本火災学会 監修）において「煙の粒径について、光学顕微鏡を用いた測定によれば、発炎燃焼による煙の粒径は、1<math>\mu</math>m前後の球形のものと、数<math>\mu</math>m以上の不定形ものが混在し、燻焼による煙は球形状で粒径は0.5～1.5<math>\mu</math>mであった。また、フラウンホーファー回折法を用いた粒径分布の測定では、綿布の燻焼濃煙の場合、1.6～1.9<math>\mu</math>m近傍にピークを有するものであった。」</p>		



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>第3.2-4(a)図 通常モードの運転状態（中央制御室）</p>  <p>第3.2-4(b)図 事故時運転モード時の運転状態（中央制御室）</p>  <p>第3.3-1図 非常用ディーゼル発電機排気口概略図</p>  <p>3.4 居住性への影響</p> <p>中央制御室換気空調系は、外気を遮断し、再循環させる事故時運転モードに切り替えることができる。外気との遮断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、外気取入モードに切り替え、外気を取り入れることができる。また、外気からの空気を取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。</p> <p>外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の操作環境の悪化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行い、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。</p> <p>また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備（軽油タンク、補助ボイラ変圧器、起動変圧器）からの火災、及び航空機墜落による火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒物質（CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>）の最大濃度を判定基準（IDLH 値<sup>*1</sup>）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。</p>	<p>シリンダ 構造図</p>  <p>シリンダ内部の狭隙部寸法 シリンダ/ピストン間隙： 数μm～十数μm</p> <p>吸気消音器 構造図</p>  <p>吸気消音器フィルタ 粒径 120μm以上 90%捕獲</p> <p>ばい塵粒径： 数μm～10μm程度</p> <p>シリンダ</p> <p>送給機</p> <p>空気冷却器</p> <p>吸気消音器</p> <p>外気を吸気</p> <p>ばい塵粒径： 数μm～10μm程度</p> <p>空気冷却器 構造図</p>  <p>空気冷却器内の狭隙部寸法： 伝熱フィン間隙：1.76mm</p> <p>送給機 構造図</p>  <p>送給機内の狭隙部寸法： コンプレッサ/ケーシング間隙：0.7mm</p> <p>外気を吸気</p> <p>ディーゼル機関排気</p> <p>図11-4 3号機ディーゼル機関吸気系統構造図</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>※1：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。</p> <p>3.4.1 中央制御室内の二酸化炭素、酸素濃度の評価</p> <p>外部火災時の2号炉中央制御室の居住性の評価として、外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の操作環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行う。</p> <p>なお、中央制御室内には、燃焼による二酸化炭素の排出や酸素を消費する機器はないことから、在室人員の呼吸のみを想定し評価を行う。</p> <p>(1) 二酸化炭素濃度</p> <p>以下のとおり、二酸化炭素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 在室人員 7人※1</li> <li>・ 中央制御室バウンダリ内体積 8800[m<sup>3</sup>]</li> <li>・ 空気流入はないものとして評価する。</li> <li>・ 初期二酸化炭素濃度 0.03[%]</li> </ul> <p>（「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程(JEAC4622-2009)」）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 呼吸により排出する二酸化炭素排出量 0.046[m<sup>3</sup>/h/人]</li> </ul> <p>（運転操作を想定し、「空気調和・衛生工学便覧」における中等作業での二酸化炭素排出量）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 許容二酸化炭素濃度 1.0[%]</li> </ul> <p>（労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号、最終改正平成30年2月9日厚生労働省令第14号）の許容炭酸ガス濃度1.5%に対して管理上の余裕をみた値）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 評価期間は各火災の燃焼継続時間を考慮し24時間※2とする。</li> </ul> <p>※1：運転員以外の人員については中央制御室に長期滞在しないことから、在室人員は運転員の人数とする。</p> <p>※2：外部火災影響評価にて長期間の影響をもたらす、航空機墜落による火災と軽油タンク火災の重畳を考慮すると、約10時間が火災の継続時間となることから、24時間で評価を実施する。</p> <p>b. 評価結果</p> <p>外気遮断時間 t[hour]での炭酸ガス濃度 C[%]</p> $C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$ <p>M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.046[m<sup>3</sup>/h/人]        N：在室人員 7[人]        V：中央制御室バウンダリ内体積 8800[m<sup>3</sup>]        C<sub>0</sub>：初期炭酸ガス濃度 0.03[%]</p>	<p>添付資料-3</p> <p>電気盤および計装盤について</p> <p>電気盤（非常用所内電源設備、直流電源設備、計測制御用電源設備）および計装盤（安全保護系設備）が設置されている部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には平型フィルタ※1が設置されているが、これに加えて下流にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタ※2が設置されているため、他の空調系に比べてばい煙に対して高い防護性能を有している。また、必要な場合は、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことによりばい煙の侵入を阻止可能である。</p> <p>万が一、ばい煙が室内に侵入した場合、粒径はほぼ5μm以下の細かな粒子であると推定され、安全保護系盤等において、数μm程度の線間距離となるのは、集積回路（ICなど）の内部であり、これら部品はモールド（樹脂）で保護されているため、ばい煙が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所は、端子間の距離は数mm程度あることから、ばい煙が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。</p> <p>また、電源盤内などに設置している開閉器は、接点に微量のばい煙が付着しても、接触不良が生じることはないと考えられる。</p> <p>したがって、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合にも、ばい煙の付着等により短絡等を発生させる可能性は小さいと考えられる。</p> <p>なお、粗フィルタについても取替部品を有していることから、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計監視強化を行い、指示値が上昇した場合、数時間程度で交換可能である。</p> <p>※1：主として粒径が5μmより大きい粒子を除去        ※2：主として粒径が5μmより小さい粒子を除去</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、24時間程度外気取入を遮断したままでも運転員の作業環境に影響を与えない。

第3.4.1-1表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	8時間	12時間	24時間
二酸化炭素濃度	0.06%	0.08%	0.12%

(2) 酸素濃度

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・ 在室人員 7人
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積 8,800[m<sup>3</sup>]
- ・ 空気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期酸素濃度 20.95[%]  
 （「空気調和・衛生工学便覧」の成人の呼吸気・肺胞気の組成の値を使用）
- ・ 1人あたりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、「空気調和・衛生工学便覧」の歩行時の呼吸量を適用して、24L/min とする。
- ・ 11人あたりの酸素消費量は、「空気調和・衛生工学便覧」の成人吸気酸素濃度（20.95%）、成人呼気酸素濃度（16.40%）から1.092L/min とする。
- ・ 許容酸素濃度 18%以上  
 （酸素欠乏症等防止規則（昭和47年労働省令第42号、最終改正平成15年12月19日厚生労働省令第175号））
- ・ 評価期間は各火災の燃焼継続時間を考慮し24時間とする。

b. 評価結果

- ・ 中央制御室の初期酸素量 1843.6[m<sup>3</sup>]=8800[m<sup>3</sup>] $\times$ 20.95[%]
- ・ 24時間後の酸素濃度 20.8[%]  
 $= (1843.6[m^3] - 1.092[L/min/人] \times 10^{-3}[m^3/L] \times 7[人] \times 60[min] \times 24[h]) / 8800[m^3] \times 100$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、24時間程度外気取入を遮断したままでも運転員の作業環境に影響を与えない。

第3.4.1-2表 酸素濃度の時間変化

時間	8時間	12時間	24時間
酸素濃度	20.9%	20.8%	20.8%

泊発電所3号炉

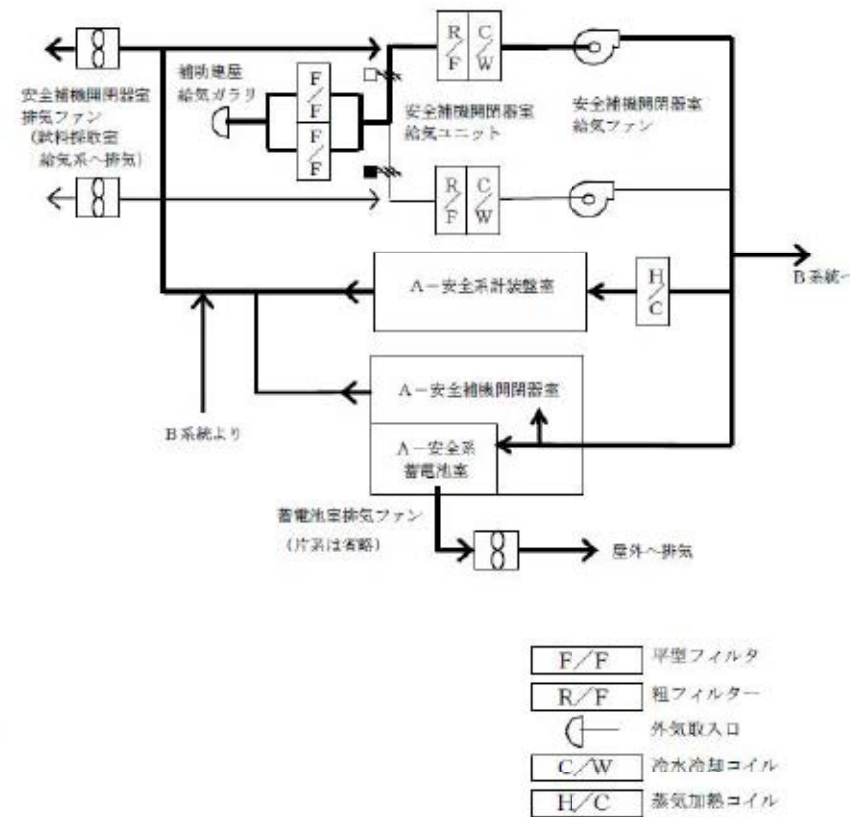


図11-5 安全補機開閉器室空調系統図

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

3.4.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価

(1) 評価の概要

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備からの火災、及び航空機墜落位置での火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガスの最大濃度を判定基準と比較することで、有毒ガスに対する中央制御室居住性の影響評価を実施する。

本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同

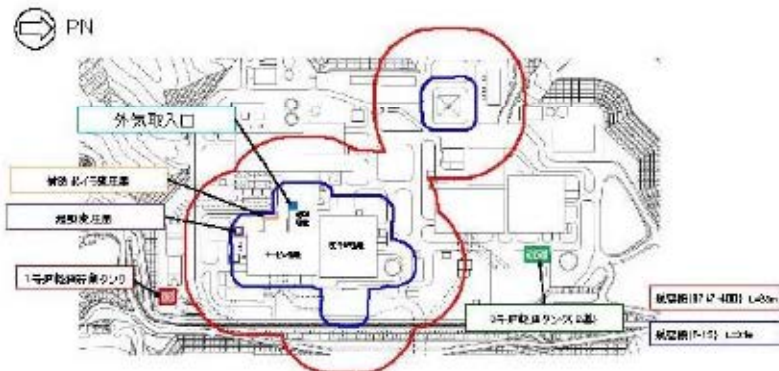
様に、米国国立労働安全衛生研究所が定める IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) 値を採用する。この IDLH 値は、30 分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

(2) 評価対象物質及び固定設備

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として軽油タンク及び変圧器等を評価対象とし、第 3.4.2-1 表に評価対象施設及び評価対象設備から外気取入口までの距離を示す。また、火災によって発生する物質のうち、IDLH 対象物質である一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) 及び二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) を評価対象物質とする。軽油タンク、変圧器、航空機墜落位置及び外気取入口の位置関係を第 3.4.2-1 図に示す。

第 3.4.2-1 表 評価対象施設と外気取入口までの距離

火災発生場所	離隔距離[m]	油保有量[m <sup>3</sup> ]
1号炉軽油貯蔵タンク	199	820
3号炉軽油タンク	346	860
航空機 (B747-400)	85	216.84
航空機 (F-15)	21	14.87
起動変圧器	72	40
補助ボイラ変圧器	22	13



第 3.4.2-1 図 軽油タンク、航空機墜落、変圧器及び外気取入口の位置関係

泊発電所3号炉

添付資料-4

制御用空気圧縮機設備について

制御用空気圧縮機が設置された部屋は、制御用空気圧縮機室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には、平型フィルタ※1が設置されている。また、制御用空気圧縮機室給気ファンの停止により、ばい煙の侵入を阻止可能である

なお、万が一、室内にばい煙が侵入した場合、制御用空気圧縮機には吸入フィルタ消音器※1が設置されているため、制御用空気圧縮機内に侵入するばい煙の粒径はほぼ 5 μm 以下の細かな粒子であると推定される。

制御用空気圧縮機のシリンダライナ内面とピストンリングは直接、接触摺動している状態であり、機器内に吸入されたばい煙が、シリンダライナ内面とピストンリングの間に入った場合には摩擦発生が懸念される。シリンダライナは内面を硬質クロムメッキ処理、ピストンリングは材質がカーボンであり、ばい煙粒子はこれらより軟らかいと考えられることから、摩擦が発生し、機器内の損傷を発生させる可能性は小さい。

また、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められていない。

なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合、機器の運転状況の監視強化を行い、吸入フィルタ消音器のフィルタの清掃が必要になった場合、数時間程度で対応可能である。

※1：主として粒径が 5 μm より大きい粒子を除去

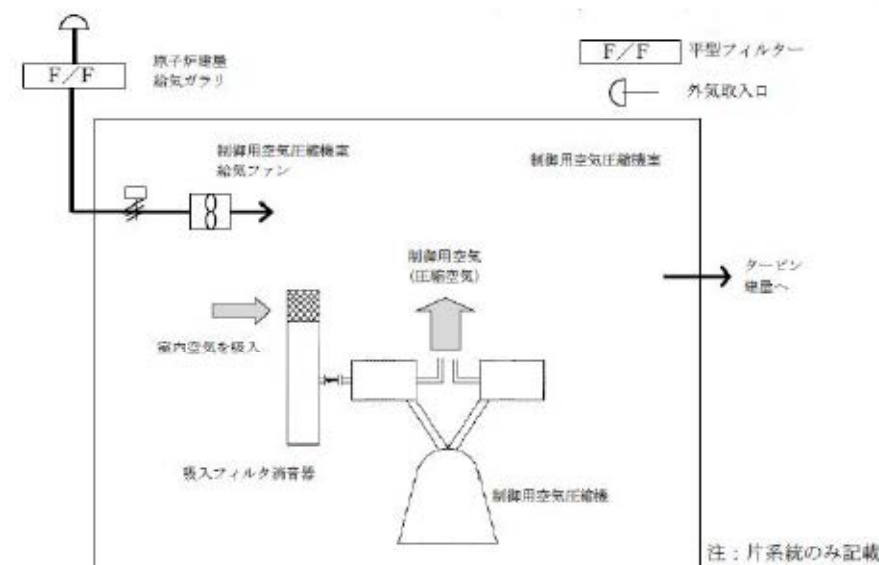


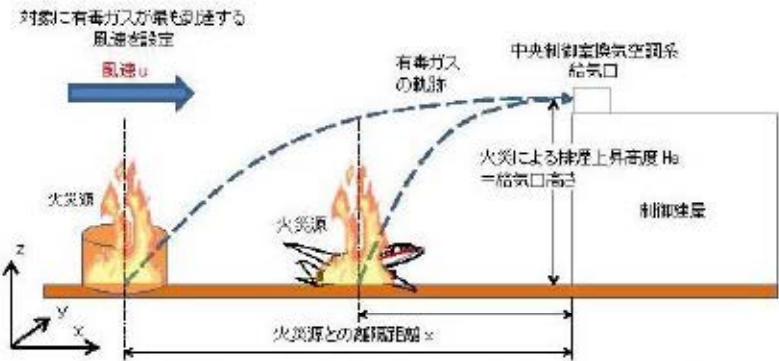
図 1 1 - 6 制御用空気圧縮機室空調系統図

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>(3) 評価方法</p> <p>火災源から放出された有毒ガスは中央制御室換気空調系給気口に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとして、Briggsの排煙上昇過程式により求めた評価対象ガスの風速と有風時ブルーム式を用いて、中央制御室換気空調系給気口の空気中に含まれる有毒ガス濃度を評価する。評価手法の概要を第3.4.2-2図に示す。</p> <p>(有風時ブルーム式)</p> $C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left(\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right) \quad (1)$ <p>(Briggsの排煙上昇過程式)</p> $H_e = 1.6F^{1/3} \cdot x^{2/3} \cdot u^{-1} \quad (2)$ <p> <math>C_{xyz}</math> : 濃度 (ppm)  <math>Q</math> : 有毒ガス発生量 (l/s)  <math>H_e</math> : 有効発生高さ (m)  <math>\sigma_y, \sigma_z</math> : 拡散パラメータ (m)  <math>u</math> : 風速 (m/s)  <math>F</math> : 排熱フラックス (kW/m<sup>2</sup>) = <math>\frac{gQ_H}{\pi C_p \rho T} = 0.037Q_H</math>  <math>Q_H</math> : 排気熱量 (kcal/s) = <math>\dot{m} \Delta H_{c,eff}</math>  <math>\Delta H_{c,eff}</math> : 燃焼特熱熱量 (kcal/kg)  <math>A</math> : 燃焼面積 (m<sup>2</sup>)  <math>\dot{m}</math> : 質量低下速度 (kg/m<sup>2</sup>/s)  <math>x</math> : 発生源と給気口との離隔距離 (m)  <math>z</math> : 発生源と給気口との鉛直方向距離 (m)  <math>y</math> : 排気ブルーム軸からの距離 (m)  <math>g</math> : 重力加速度  <math>C_p</math> : 定圧比熱 (kcal/K/kg)  <math>\rho</math> : 環境大気平均密度 (g/m<sup>3</sup>)  <math>T</math> : 環境大気平均絶対温度 (K)                 </p> <p>(出典：窒素酸化物総量規制マニュアル、公害研究対策センター)</p>  <p>第3.4.2-2図 中央制御室換気空調系給気口における有毒ガス濃度評価手法の概要</p> <p>火災によって発生する有毒ガスの中央制御室換気空調系給気口位置での濃度を求め、判断基準であるIDLH値と比較評価を実施する。</p> <p>評価手順は以下のとおり。</p> <p>① それぞれの火災源から発生する有毒ガス発生量Qを算出する。</p>	<p>添付資料-5</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプモータへのばい煙影響評価について</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプモータは循環水ポンプ建屋に設置されており、自然換気による外気の流入があることから、ばい煙の影響を受けることが考えられるが、電動機本体を全閉構造とし、空気冷却器を電動機の側面に設置して外気を直接電動機内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であるため、ばい煙が電動機内部に侵入することはない。</p> <p>また、空気冷却器冷却管の内径は約24mmであるが、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に小さいことから、閉塞することはない。</p> <p>以上のことから、ばい煙が原子炉補機冷却海水ポンプモータの機能に影響を及ぼすことはないと考えられる。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

- ② 式(2)を用いて、火災源の排煙上昇高度  $H_e$  が給気口中央の地表面からの高さと同くなる風速  $u$  を求める。
- ③ 式(1)を用いて、給気口における有毒ガス濃度を求める。なお、 $z$ =高低差、 $y=0$  とする。

なお、Briggsの排煙上昇過程式の適用条件※2は以下のとおりであり、火災源毎に下記条件を満たしていることを確認した。このため、Briggsの排煙上昇過程式を用いて、排煙高さが給気口高さと同じになる風速を求めることは可能である。

※2：G.A.Briggs, "Plume Rise", U.S.Atomic Energy Commission, 1969

$x \leq x^*$

$x^* = 2.16F^{2/5} \cdot h_s^{3/5}$

$x$ ：離隔距離(m)

$x^*$ ：浮力の効果が薄れて大気気流による拡散効果が支配的になり始める距離(m)

$F$ ：排熱フラックス ( $m^2/s^2$ )

$h_s$ ：排煙上昇量 (m) ( $h_s < 305m$ )

a. 評価データ

(a) 評価対象となる給気口及び火災源との距離

評価対象となる給気口と火災源の水平離隔距離及び鉛直方向距離を第3.4.2-2表に示す。また、航空機火災については、保守的な評価となる「計器飛行民間航空機(B747-400)」及び「米軍機(訓練区域外)(F-15)」の墜落位置を採用した。

第3.4.2-2表 給気口と火災源との距離

評価対象	中央制御室後気空調系給気口	
	水平距離[m]	高さ[m]
1号炉軽油貯蔵タンク	100	15.925
3号炉軽油タンク(2基)	346	15.925
航空機(B747-400)	85	15.925
航空機(F-15)	21	15.925
起動変圧器	72	15.925
補助ボイラ変圧器	22	15.925

(b) 火災発生時の有毒ガス発生量

第3.4.2-3表に燃料の燃焼特性を示す。

燃料1kgあたりの有毒ガス発生量は、各文献に掲載されている単位重量あたりのガス発生量より単位換算することにより求められる。

泊発電所3号炉

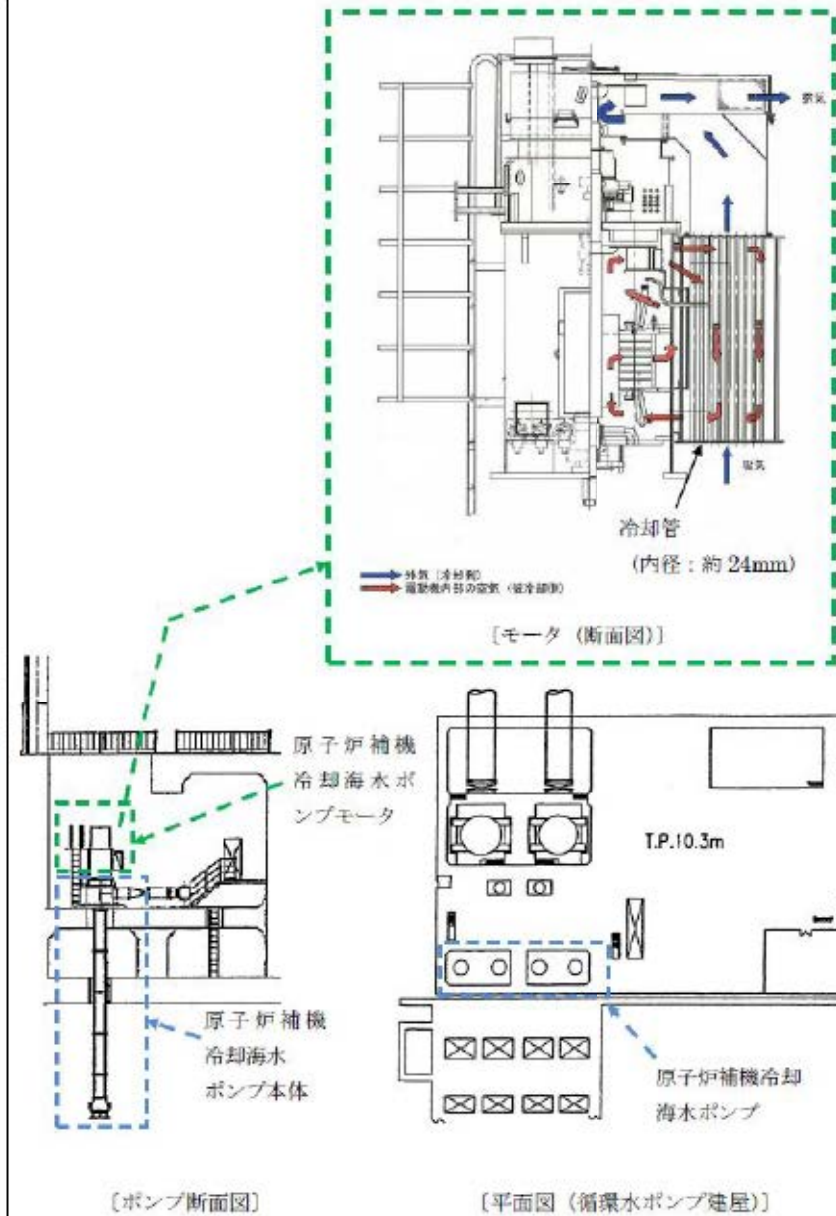


図11-7 原子炉補機冷却海水ポンプモータ冷却方式

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第3.4.2-3表 燃焼特性に関するデータ

油種	CO <sub>2</sub>	Jet A-1	JP-4	軽油	変圧器油
		CO	0.0300	0.0300	0.0300
有毒ガス発生量* (kg/kg)	SO <sub>2</sub>	0.0020	0.0006	0.0080	0.0830
	NO <sub>x</sub>	0.0060	0.0050	0.0040	0.0070

※有毒ガスの発生量は以下の文献より算出した。

CO<sub>2</sub>: 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

CO: Ross J.L., Ferek R.J. and Hobbs P.V., "Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean", J. Air & Water Manage. Assoc., 46, pp.251-259(1998)

SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>: U.S. EPA AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume 1: Stationary Point and Area Sources"

(c) 評価対象及び火災源に関するデータ

第3.4.2-4表に火災源に対するデータ, 第3.4.2-5表に有毒ガス発生量に関するデータを示す。

第3.4.2-4表 火災源に関するデータ

想定火災源	油種	燃焼面積 (m <sup>2</sup> )	質量低下速度 (kg/m <sup>2</sup> /s)	発熱量 (kcal/kg)	燃料消費速度 (kg/s)	吐出熱量 (kcal/s)	排熱流量 (m <sup>3</sup> /s)
1号炉軽油貯蔵タンク	軽油	340.0	0.044	10,500	14.96	158,500	5,864
3号炉軽油タンク (2基)	軽油	281.0	0.044	10,500	16.76	177,600	6,571
航空機 (B747-400)	Jet A-1	700	0.039	10,300	27.3	281,100	10,400
航空機 (F-15)	JP-4	44.8	0.051	10,300	2.27	28,300	862
起動変圧器	変圧器油	70	0.039	10,300	2.73	28,700	1,088
補助ボイラ変圧器	変圧器油	30	0.039	10,300	1.17	12,700	469

第3.4.2-5表 有毒ガス発生量に関するデータ

想定火災源	有毒ガス発生量 (kg/s)			
	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
1号炉軽油貯蔵タンク	22.848	0.360	0.0418	0.0300
3号炉軽油タンク (2基)	25.598	0.403	0.0470	0.0330
航空機 (B747-400)	44.127	0.656	0.0192	0.0800
航空機 (F-15)	3.528	0.055	0.0005	0.0056
起動変圧器	4.583	0.066	0.0794	0.0100
補助ボイラ変圧器	1.964	0.029	0.0340	0.0040

(d) 外気取入口に有毒ガスが到達する風速

火災によって発生する有毒ガスは燃焼によって高温となり熱浮力によって上昇する。したがって, Briggs式 (排煙上昇過程式) を用

泊発電所3号炉

添付資料-6

主蒸気逃がし弁等へのばい煙影響評価について

建屋外部に開口部を有する設備として、主蒸気逃がし弁があるが、弁から大気開放部までの下流配管構成は以下のとおりである。

仮にばい煙が直接配管内に侵入した場合でも、主蒸気逃がし弁の吹出力が十分大きいため、微小なばい煙粒子は吹き飛ばされることから、主蒸気逃がし弁の機能に影響を及ぼすことはないと考えられる。

また、同様に建屋外部に開口部を有する主蒸気安全弁、排気筒および排気ガラリ (ディーゼル発電機建屋) についても主蒸気逃がし弁と同様に、仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはないと考えられる。

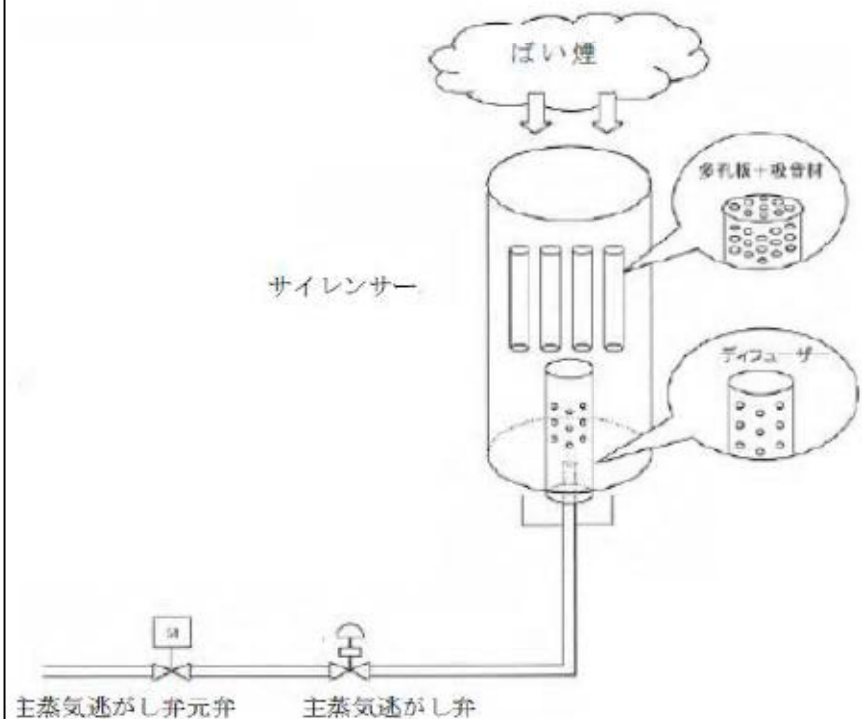


図11-8 主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																										
<p>いて、有毒ガス発生源と給気口との距離と高度差から、給気口に有毒ガスが到達する風速 <math>u[m/s]</math> を求める。</p> <p>Briggs 式で求めた外気取入口に有毒ガスが到達する風速は、一部において著しく高い風速結果となっていることから、濃度算出への影響を確認することを目的として、風速を変動させた場合の感度解析を実施し、最大濃度となる風速を確認する。最大濃度となる風速の確認結果を第 3.4.2-6 表に示す。なお、評価結果の詳細を別紙 8-4 に示す。</p> <p style="text-align: center;">第 3.4.2-8 表 算出結果</p> <table border="1" data-bbox="154 541 863 806"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>給気口に直撃する風速 <math>[m/s]</math></th> <th>最大濃度となる風速 <math>[m/s]</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号炉軽油貯蔵タンク</td> <td>61.7</td> <td>50.2</td> </tr> <tr> <td>3号炉軽油タンク(2基)</td> <td>82.7</td> <td>83.5</td> </tr> <tr> <td>航空機 (B747-400)</td> <td>42.3</td> <td>39.9</td> </tr> <tr> <td>航空機 (F-15)</td> <td>7.2</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>起動変圧器</td> <td>17.9</td> <td>17.1</td> </tr> <tr> <td>補助ボイラ変圧器</td> <td>6.1</td> <td>6.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(e) 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散</p> <p>給気口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮し有風時ブルーム式を用いて評価する。</p> <p>火災地点から放出された有毒ガスは、中央制御室換気空調系の給気口の方向に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとし、評価対象ガスの発生量及び最大濃度となる風速と有風時ブルーム式の拡散式を用いて、給気口の空気中に含まれる有毒ガスの濃度を計算する。なお、給気口での空気中の濃度は、拡散式の放出点高さとして評価点の高さにおいて中心軸最大濃度を計算する。計算結果を第 3.4.2-7 表に示す。なお、算出した拡散パラメータは風による拡散しか考慮されていないため、想定する火災の熱気による鉛直方向への浮力拡散を考慮することとし、第 3.4.2-8 表に示すガウスブルームモデルにおける大気拡散パラメータより <math>\Delta He^{2/10}</math> を加えた値を採用した。</p> <p style="text-align: center;">第 3.4.2-7 表 拡散パラメータの算出結果</p> <table border="1" data-bbox="121 1451 908 1770"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th rowspan="2">排煙上昇高さ <math>H_0</math> <math>[m]</math></th> <th rowspan="2">風速 <math>u</math> <math>[m/s]</math></th> <th colspan="2">拡散パラメータ</th> </tr> <tr> <th><math>\sigma_y</math> <math>[m]</math></th> <th><math>\sigma_z</math> <math>[m]</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号炉軽油貯蔵タンク</td> <td>19.591</td> <td>50.2</td> <td>16.128</td> <td>10.345</td> </tr> <tr> <td>3号炉軽油タンク(2基)</td> <td>23.280</td> <td>83.5</td> <td>25.29</td> <td>15.011</td> </tr> <tr> <td>航空機火災 (B747-400)</td> <td>18.922</td> <td>39.9</td> <td>6.864</td> <td>8.743</td> </tr> <tr> <td>航空機火災 (F-15)</td> <td>16.093</td> <td>7.2</td> <td>1.872</td> <td>5.352</td> </tr> <tr> <td>起動変圧器</td> <td>16.707</td> <td>17.1</td> <td>5.833</td> <td>6.33</td> </tr> <tr> <td>補助ボイラ変圧器</td> <td>16.001</td> <td>6.1</td> <td>1.955</td> <td>5.235</td> </tr> </tbody> </table> <p>大気安定度は、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針に記載のとおり、風速の範囲と日射や夜間の放熱の大きさによって A-G に区分されるものであり、大気安定度 A が最も拡散しやすく G が最も拡散しにくい。本評価では給気口に有毒ガスが到達する</p>	評価対象	給気口に直撃する風速 $[m/s]$	最大濃度となる風速 $[m/s]$	1号炉軽油貯蔵タンク	61.7	50.2	3号炉軽油タンク(2基)	82.7	83.5	航空機 (B747-400)	42.3	39.9	航空機 (F-15)	7.2	7.2	起動変圧器	17.9	17.1	補助ボイラ変圧器	6.1	6.1	評価対象	排煙上昇高さ $H_0$ $[m]$	風速 $u$ $[m/s]$	拡散パラメータ		$\sigma_y$ $[m]$	$\sigma_z$ $[m]$	1号炉軽油貯蔵タンク	19.591	50.2	16.128	10.345	3号炉軽油タンク(2基)	23.280	83.5	25.29	15.011	航空機火災 (B747-400)	18.922	39.9	6.864	8.743	航空機火災 (F-15)	16.093	7.2	1.872	5.352	起動変圧器	16.707	17.1	5.833	6.33	補助ボイラ変圧器	16.001	6.1	1.955	5.235	<p style="text-align: right;">添付資料-7</p> <p>中央制御室および緊急時対策所の外部火災による燃焼ガスからの防護について</p> <p>1. 概要</p> <p>「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下、「技術基準規則の解釈」という。）第 38 条第 5 項に規定する「原子炉制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切な防護措置」として、中央制御室換気空調設備は、外気からシャ断する閉回路循環運転とすることができ</p> <p>る。</p> <p>外気とのシャ断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、通常モードに切り換え、外気を取り入れることができる。また、外気を取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。</p> <p>以下では外部火災時の 3 号機中央制御室及び緊急時対策所の評価を行う。評価の期間は、森林火災（～11 時間）およびタンク火災（～6 時間）の燃焼継続を考慮し 11 時間とした。</p> <p>また、緊急時対策所については、空気供給装置（空気ポンプ）で約 12 時間加圧することが可能である。緊急時対策所を空気供給装置で 12 時間ポンプ加圧をした場合においても、二酸化炭素濃度は 1.00% であり、鉱山保安法施行規則の許容二酸化炭素濃度 (1% 以下) を上回らないことを確認している。また、酸素濃度は 19.99% であり、鉱山保安法施行規則の許容酸素濃度 (19% 以上) を下回らない。</p> <p>（緊急時対策所補足説明資料 添付資料 6 換気設備等について 34 別 1-38）したがって、緊急時対策所の要員の居住性が問題になることはない。</p> <p>2. 中央制御室の評価</p> <p>外気取入シャ断時の中央制御室内に滞在する運転員の操作環境の劣化防止のため、酸素濃度および二酸化炭素濃度について評価を行った。</p> <p>a. 酸素濃度</p> <p>「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、酸素濃度について評価した。</p> <p>(a) 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・在室人数：10 人</li> <li>・中央制御室バウンダリ内体積：3,500m<sup>3</sup></li> <li>・空気流入率：0 回/h（閉回路運転）</li> <li>・初期酸素濃度：20.95%</li> </ul>		
評価対象	給気口に直撃する風速 $[m/s]$	最大濃度となる風速 $[m/s]$																																																											
1号炉軽油貯蔵タンク	61.7	50.2																																																											
3号炉軽油タンク(2基)	82.7	83.5																																																											
航空機 (B747-400)	42.3	39.9																																																											
航空機 (F-15)	7.2	7.2																																																											
起動変圧器	17.9	17.1																																																											
補助ボイラ変圧器	6.1	6.1																																																											
評価対象	排煙上昇高さ $H_0$ $[m]$	風速 $u$ $[m/s]$	拡散パラメータ																																																										
			$\sigma_y$ $[m]$	$\sigma_z$ $[m]$																																																									
1号炉軽油貯蔵タンク	19.591	50.2	16.128	10.345																																																									
3号炉軽油タンク(2基)	23.280	83.5	25.29	15.011																																																									
航空機火災 (B747-400)	18.922	39.9	6.864	8.743																																																									
航空機火災 (F-15)	16.093	7.2	1.872	5.352																																																									
起動変圧器	16.707	17.1	5.833	6.33																																																									
補助ボイラ変圧器	16.001	6.1	1.955	5.235																																																									



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

とした場合の  $u[m/s]$  の中で、拡散幅が最小となる（濃度が最大となる）より拡散しにくい大気安定度を選択する。風速と大気安定度の関係は以下のとおりであり、本評価では第 3.4.2-6 表に示すとおり風速は  $6[m/s]$  以上であることから大気安定度は C 又は D となり、より拡散しにくい大気安定度 D で評価を行う。

第 3.4.2-8 表 大気安定度分類表

風速(U) m/s	日射量(T)kWh/m <sup>2</sup>				放射収量(Q)kWh/m <sup>2</sup>		
	T≥0.60	0.60>T ≥0.50	0.50>T ≥0.15	0.15>T	Q≥-0.020	-0.020>Q ≥-0.040	-0.040>Q
U<2	A	A-B	B	D	D	C	G
2≤U<4	A-B	B	C	D	D	E	F
4≤U<6	B	B-C	C	D	D	D	E
6≤U<8	C	C-D	D	D	D	D	D
8≤U	C	D	D	D	D	D	D

第 3.4.2-9 表 拡散パラメータ Passquill-Gifford 図の近似関係<sup>※</sup>

$$\sigma_y(x) = \gamma_y \cdot x^{\alpha_y}$$

安定度	$\alpha_y$	$\gamma_y$	落下距離 x(m)
A	0.901	0.426	0~1,000
	0.951	0.602	1,000~
B	0.914	0.282	0~1,000
	0.885	0.396	1,000~
C	0.924	0.1772	0~1,000
	0.905	0.232	1,000~
D	0.929	0.1107	0~1,000
	0.902	0.1467	1,000~
E	0.921	0.0664	0~1,000
	0.897	0.1019	1,000~
F	0.929	0.0558	0~1,000
	0.893	0.0733	1,000~
G	0.921	0.0380	0~1,000
	0.896	0.0452	1,000~

$$\sigma_z(x) = \gamma_z \cdot x^{\alpha_z}$$

安定度	$\alpha_z$	$\gamma_z$	落下距離 x(m)
A	1.122	0.0200	0~ 300
	1.514	0.00855	300~ 500
	2.105	0.00212	500~
B	0.984	0.1272	0~ 500
	1.094	0.0570	500~
C	0.916	0.1068	0~
	0.926	0.1046	0~ 1,000
D	0.632	0.400	1,000~10,000
	0.555	0.811	10,000~
	0.788	0.0328	0~ 1,000
E	0.595	0.435	1,000~10,000
	0.415	1.792	10,000~
	0.784	0.0621	0~ 1,000
F	0.526	0.370	1,000~10,000
	0.525	2.21	10,000~
	0.784	0.0379	0~ 1,000
G	0.637	0.1105	1,000~ 2,000
	0.491	0.529	2,000~10,000
	0.222	3.52	10,000~

※大気汚染物質拡散係数マニュアル

泊発電所3号炉

- ・1人当たりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量を適用して 240/min とする。
- ・1人当たりの酸素消費量は、呼気の酸素濃度：16.40%として、65.520/h とする。
- ・許容酸素濃度：19%以上（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、11時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	2時間	4時間	6時間	8時間	10時間	11時間
酸素濃度	20.91%	20.88%	20.84%	20.80%	20.76%	20.74%

b. 二酸化炭素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、二酸化炭素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・在室人数：10人
- ・中央制御室バウンダリ内体積：3,500m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：0回/h（閉回路運転）
- ・1人当たりの二酸化炭素吐出量は、事故時の運転操作を想定し、中等作業時の吐出量を適用して 0.046 m<sup>3</sup>/h とする。
- ・許容二酸化炭素濃度：1%以下（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、11時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	2時間	4時間	6時間	8時間	10時間	11時間
二酸化炭素濃度	0.06%	0.08%	0.11%	0.14%	0.16%	0.17%

3. 緊急時対策所の評価

外部火災発生時緊急時対策所内に滞在する運転員の操作環境の劣化防止のため、酸素濃度および二酸化炭素濃度について評価を行った。

a. 酸素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、酸素濃度について評価した。

(a) 評価条件

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

第3.4.2-10表 拡散パラメータσz\*

TABLE 2. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS FOR INTERIM CHANGES IN THE WORKBOOK VALUES OF THE DISPERSION PARAMETERS σy AND σz

For crosswind spread  $\sigma_y$ , irrespective of the terrain roughness, release height and sampling duration up to and about 1 hour, use the formula\*

$$\sigma_y^2(x) = \sigma_y^2(z) \cdot f(x), \sigma_y \text{ in radians}$$

with  $\sigma_y^2$  the best available estimate of the standard deviation of the wind direction fluctuation for the sampling time of interest and for the height at which  $\bar{u}$  is specified, and with values of  $f(x)$  as follows:

x (km)	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	>10
f(x)	0.8	0.7	0.65	0.6	0.5	0.4	0.33	$0.33(10/x)^{1/2}$

For  $x \geq 20$  km add to the square of the  $\sigma_y^2$  as obtained above the quantity  $0.03x^2$  and take the square root to give the total  $\sigma_y$ , with  $\sigma_z$  the total change of mean wind direction over the depth of the plume.

For vertical spread  $\sigma_z$ , for any sampling time for a surface release, and say >10 min for an elevated release (see Section 2), use the existing Workbook curves with adjustment or constraint as follows:

- For terrain with  $z_0$  different from 3 cm apply factors based on F. B. Smith's nomogram (Ref. 5 or Ref. 6, p. 277)
- To allow for 'urban heating' adopt a stability category one-half category more unstable than that prescribed in the normal way in the Workbook
- For evaluating the concentration at the surface from a surface release, consider estimates of the effective mixed depth 'h' at the mid-time of sampling, recognizing especially its growth from very small values on stable nights, and then adopt either  $\sigma_z$  as given by the curves, or 0.6h, whichever is the smaller, for substitution in (4)
- For buoyant plumes, increase the  $\sigma_z$  obtained from the curves by adding  $zH/10$  where H is the estimated plume rise.

\*. f see Notes in Table 2!

\*Atmospheric dispersion parameters in gaussian plume modeling Part II

(f) 評価結果

各火災で発生する中央制御室換気空調系給気口での最大となる有毒ガス濃度を第3.4.2-11表に示す。

第3.4.2-11表 評価結果

評価対象	CO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:40,000ppm)	CO濃度 [ppm] (IDLH:1,200ppm)	SO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:100ppm)	NO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:19ppm)
1号軽油貯蔵タンク	436	6.87	0.80	0.58
3号軽油貯蔵タンク2基	156	2.45	0.28	0.21
航空機火災 (B747-400)	3,761	55.93	1.64	6.82
航空機火災 (F-15)	7,930	123.60	1.13	12.56
起動変圧器	1,128	16.25	19.55	2.47
補助ボイラ変圧器	5,007	73.93	86.87	10.20

\*1 人に対する急性吸入毒性データに基づく。(NIOSH, "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards", September 2007)

\*2 ボロンチニアに対する 70 分間のばく露後の呼吸器系への刺激及び濃度の概に対する最小毒性量 (LOAEL)に基づく。(NIOSH, "IDLH Value Profile: Nitrogen Dioxide", September 2017)

評価結果から、全ての評価に対しIDLH値以下であることを確認した。

中央制御室に有毒ガスが流入してくる可能性がある場合には、中央制御室の外気取入を遮断し、再循環させる事故時運転モードで運転を行うことが可能であり、火災発生後10分程度※で中央制御室の外気取入を停止し、事故時運転モードへ切替えることが可能である。

また、火災(有毒ガス)の発生は、火災感知器(軽油タンク、主変圧器等)、振動や衝撃音(航空機墜落)により覚知できることに加え、自然現象監視カメラにおいても屋外の状況を確認可能とし、中央制御室内で煙や異臭を確認した場合等の緊急時には、切替操作スイッチを使用し、必要な機器を同時に動作させる一括切替も可能であり、これら

泊発電所3号炉

- ・在室人数：44人（指揮所と待機所は各々同一寸法、形状であるため、想定収容人数、指揮所39人、待機所44人のうち想定収容人数の多い待機所で代表させ評価する。）
- ・緊急時対策所バウンダリ内体積：522m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：緊急時対策所指揮所及び待機所で用意した314本の空気ポンペを11時間で使うとした。（空気ポンペ使用可能量5.05m<sup>3</sup>/本）
- ・初期酸素濃度：20.95%
- ・1人当たりの呼吸量は、事故時の対応操作を保守的に考え、歩行時の呼吸量を適用して240/minとする。
- ・1人当たりの酸素消費量は、呼気の酸素濃度：16.40%として、65.520/hとする。
- ・許容酸素濃度：19%以上（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、緊急時対策所に滞在する要員の対応環境に影響を与えない。

時間	2時間	4時間	6時間	8時間	10時間	11時間
酸素濃度	20.10%	19.61%	19.33%	19.16%	19.08%	19.05%

b. 二酸化炭素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、二酸化炭素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・在室人数：44人
- ・緊急時対策所バウンダリ内体積：522m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：緊急時対策所指揮所及び待機所で用意した314本の空気ポンペを11時間で使うとした。（空気ポンペ使用可能量5.05m<sup>3</sup>/本）
- ・初期二酸化炭素濃度：0.03%
- ・1人当たりの二酸化炭素吐出量は、軽作業時の吐出量を適用して0.03 m<sup>3</sup>/hとする。
- ・許容二酸化炭素濃度：1%以下（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、緊急時対策所に滞在する要員の対応環境に影響を与えない。

時間	2時間	4時間	6時間	8時間	10時間	11時間
二酸化炭素濃度	0.41%	0.64%	0.77%	0.85%	0.89%	0.90%

大飯発電所3/4号炉

差異理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉  
 の覚知・判断に時間を要するものではなく、迅速に対応することが可能である。

以上より、外部火災により有毒ガスが発生した場合において、中央制御室の居住性が損なわれることはないと評価する。

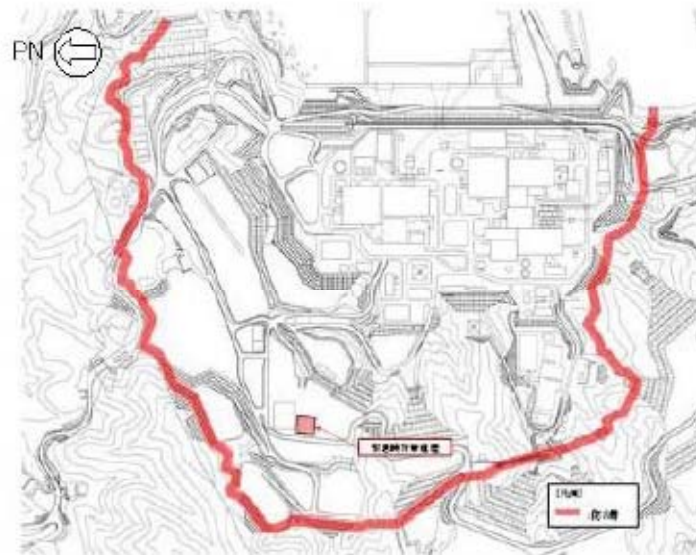
※：切替に要する時間は通常の切替手順をもとに、弁点検時の実動作時間などから算出すると10分程度であった。

火災発生（ばい煙等の流入を確認）→事故時運転モードに切替操作

3.4.3 緊急時対策所の居住性評価

外部火災時の緊急時対策所の居住性の評価として、外気取入遮断時の緊急時対策所内に滞在する対策要員の居住環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行った。

緊急時対策所がある緊急時対策建屋の位置を第3.4.3-1図に示す。



第3.4.3-1図 緊急時対策所の位置

(1) 二酸化炭素濃度

外気遮断時の緊急時対策所内の二酸化炭素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・ 在室人員 79 人\*1
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 8,661[m<sup>3</sup>]
- ・ 空気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期二酸化炭素濃度 0.03[%]  
 （「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程(JEAC4622-2009)」）
- ・ 呼吸により排出する二酸化炭素排出量 0.046[m<sup>3</sup>/h/人]  
 （運転操作を想定し、「空気調和・衛生工学便覧」における中等作業での二酸化炭素排出量）
- ・ 許容二酸化炭素濃度 1.0[%]  
 （労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号、最終改正平

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

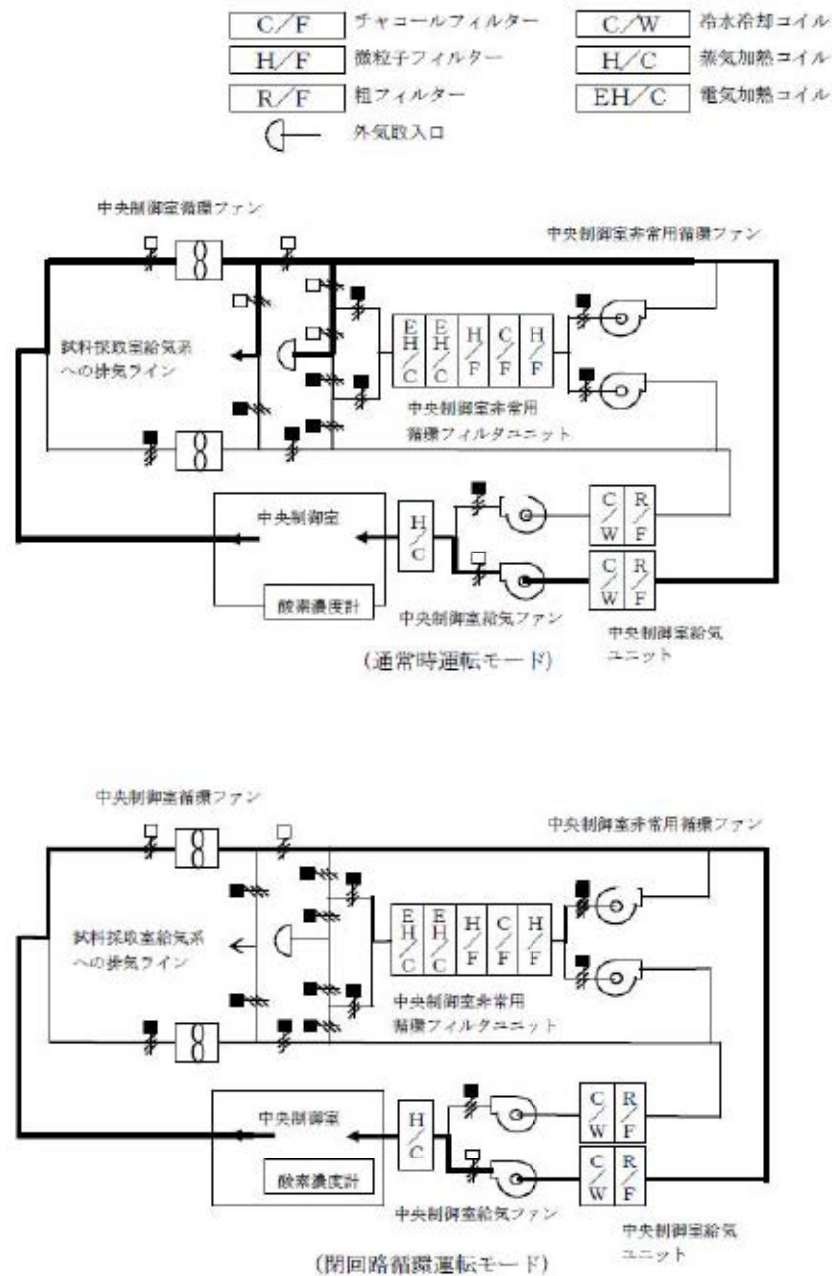


図11-9 中央制御室換気空調設備系統図

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																								
<p>成 30 年 2 月 9 日厚生労働省令第 14 号) の許容炭酸ガス濃度 1.5%に対して管理上の余裕をみた値)                  ※1: 緊急時対策要員 (70 人), 自衛消防隊 (6 人) 及び運転検査官 (3 人)</p> <p>b. 評価結果                  外気遮断時間 t[hour]での炭酸ガス濃度 C[%]  <math>C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0</math>                  M: 呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.046[m<sup>3</sup>/h/人]                  N: 在室人員 79[人]                  V: 緊急時対策所バウンダリ内体積 8661[m<sup>3</sup>]                  C0: 初期炭酸ガス濃度 0.03[%]</p> <p>上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、外気取入を遮断したままでも、12 時間以上緊急時対策所内に滞在可能である。                  緊急時対策所周囲で発生する火災として想定される航空機墜落火災のうち、最も長い燃焼継続時間である B747-400 の約 1.9 時間に対して余裕があり、対策要員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第 3.4.3-2 表 緊急時対策所外気遮断時の二酸化炭素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="222 882 801 955"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>6 時間</th> <th>12 時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>二酸化炭素濃度</td> <td>0.29</td> <td>0.54%</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 酸素濃度                  外気遮断時の緊急時対策所内の酸素濃度について評価する。</p> <p>a. 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 在室人員 79 人</li> <li>・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 8,661[m<sup>3</sup>]</li> <li>・ 空気流入はないものとして評価する。</li> <li>・ 初期酸素濃度 20.95[%]</li> <li>・ 1 人あたりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、「空気調和・衛生工学便覧」の歩行時の呼吸量を適用して、24[l/min]とする。</li> <li>・ 1 人あたりの酸素消費量は、「空気調和・衛生工学便覧」の成人吸気酸素濃度 (20.95[%]), 成人呼気酸素濃度 (16.40[%]) から 1.092L/min とする。</li> <li>・ 許容酸素濃度 18%以上                      (酸素欠乏症等防止規則 (昭和 47 年労働省令第 42 号, 最終改正平成 15 年 12 月 19 日厚生労働省令第 175 号))</li> </ul> <p>b. 評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緊急時対策所の初期酸素量 1814.5[m<sup>3</sup>] = 8661[m<sup>3</sup>] × 20.95[%]</li> <li>・ 12 時間後の酸素濃度 20.2[%]                      = (2141.1[m<sup>3</sup>] - 1.092[L/min/人] × 10<sup>3</sup>[m<sup>3</sup>/L] × 79[人] × 60[min] × 12[h]) / 8661[m<sup>3</sup>] × 100</li> </ul>	時間	6 時間	12 時間	二酸化炭素濃度	0.29	0.54%	<p>1 2. 中央制御室バウンダリ体積等について</p> <p>(1) バウンダリ体積について                  中央制御室バウンダリ体積については、下記のうち中央制御室等の 3,530[m<sup>3</sup>]を切り捨て、3,500[m<sup>3</sup>]を使用した。                  なお、被ばく評価においては、相対的に空調設備の能力が低下するため、中央制御室バウンダリ体積を大きめに見積もった方が保守的になるが、酸素濃度の評価については、体積を小さめに見積もった方が保守的な評価となる。</p> <p>中央制御室制御室空調エリア体積</p> <table border="1" data-bbox="943 693 1751 934"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>体積[m<sup>3</sup>]</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フロアケーブルダクト</td> <td>173</td> <td>中央制御室</td> </tr> <tr> <td>フリーアクセスフロア</td> <td>87</td> <td>通路, 運転員控室, 定検班作業室</td> </tr> <tr> <td>中央制御室, 通路, 定検班作業室, 運転員控室</td> <td>3,530</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ダクト及びファン体積</td> <td>91</td> <td></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>3,831</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>[原子力発電所中央制御室運転員事故時ばくに関する規定 JEAC 4622-2009]</p> <p>中央制御室エンベロープ外に中央制御室換気空調設備を設置している場合は、中央制御室エンベロープ及び中央制御室換気空調設備と、中央制御室換気空調設備以外の空調設備により空調されている部屋又は屋外との境界部分がバウンダリとなる。                  なお、他系統ダクト (排煙ダクト, ケーブルダクト配管系を含む。) が中央制御室バウンダリを貫通している場合、そのダクトそのものが中央制御室バウンダリとなる。</p> <p>(2) 在室する運転員等について                  運転員 6 名に 4 名の余裕をみて 10 名で評価した。</p> <p>(3) 評価に使用した酸素消費量について                  酸素消費量の評価については、空気調和・衛生工学便覧の以下の作業分類から中くらいの中央値 1.25[l/min]を用いた。</p>	名称	体積[m <sup>3</sup> ]	備考	フロアケーブルダクト	173	中央制御室	フリーアクセスフロア	87	通路, 運転員控室, 定検班作業室	中央制御室, 通路, 定検班作業室, 運転員控室	3,530		ダクト及びファン体積	91		合計	3,831			
時間	6 時間	12 時間																									
二酸化炭素濃度	0.29	0.54%																									
名称	体積[m <sup>3</sup> ]	備考																									
フロアケーブルダクト	173	中央制御室																									
フリーアクセスフロア	87	通路, 運転員控室, 定検班作業室																									
中央制御室, 通路, 定検班作業室, 運転員控室	3,530																										
ダクト及びファン体積	91																										
合計	3,831																										

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																						
<p>上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、外気取入を遮断したままでも、12時間以上緊急時対策所内に滞在可能である。</p> <p>緊急時対策所周囲で発生する火災として想定される航空機墜落火災のうち、最も長い燃焼継続時間である B747-400 の約 1.9 時間に対して余裕があり、対策要員の作業環境に影響を与えない。</p> <p>第3.4.3-1表 緊急時対策所外気遮断時の酸素濃度の時間変化</p> <table border="1" data-bbox="181 514 807 594"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>0時間</th> <th>12時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>酸素濃度</td> <td>20.5%</td> <td>20.2%</td> </tr> </tbody> </table>	時間	0時間	12時間	酸素濃度	20.5%	20.2%	<p>作業強度分類</p> <table border="1" data-bbox="946 233 1748 508"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>肺換気量[l/min]</th> <th>酸素消費量[l/min]</th> <th>心拍数[回/min]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常に軽い</td> <td>10</td> <td>0.5</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>軽い</td> <td>10~20</td> <td>0.5~1.0</td> <td>80~100</td> </tr> <tr> <td>中くらい</td> <td>20~35</td> <td>1.0~1.5</td> <td>100~120</td> </tr> <tr> <td>重い</td> <td>35~50</td> <td>1.5~2.0</td> <td>120~140</td> </tr> <tr> <td>非常に重い</td> <td>50~65</td> <td>2.0~2.5</td> <td>140~160</td> </tr> <tr> <td>過度に重い</td> <td>65~85</td> <td>2.5~3.0</td> <td>160~180</td> </tr> <tr> <td>疲は日的</td> <td>85以上</td> <td>3.0以上</td> <td>180以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>(4) 原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規定                  二酸化炭素の濃度評価にあたって参照した「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規定」を次頁以降に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	分類	肺換気量[l/min]	酸素消費量[l/min]	心拍数[回/min]	非常に軽い	10	0.5	80	軽い	10~20	0.5~1.0	80~100	中くらい	20~35	1.0~1.5	100~120	重い	35~50	1.5~2.0	120~140	非常に重い	50~65	2.0~2.5	140~160	過度に重い	65~85	2.5~3.0	160~180	疲は日的	85以上	3.0以上	180以上		
時間	0時間	12時間																																							
酸素濃度	20.5%	20.2%																																							
分類	肺換気量[l/min]	酸素消費量[l/min]	心拍数[回/min]																																						
非常に軽い	10	0.5	80																																						
軽い	10~20	0.5~1.0	80~100																																						
中くらい	20~35	1.0~1.5	100~120																																						
重い	35~50	1.5~2.0	120~140																																						
非常に重い	50~65	2.0~2.5	140~160																																						
過度に重い	65~85	2.5~3.0	160~180																																						
疲は日的	85以上	3.0以上	180以上																																						


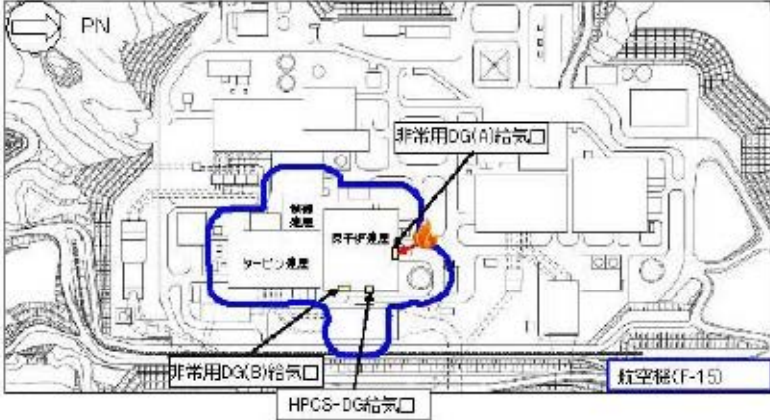
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別紙 8-1</p> <p style="text-align: center;">熱気流による影響評価について</p> <p>軽油タンク火災や航空機墜落による火災が発生した場合、熱気流による発電用原子炉施設への影響が懸念されるため、その影響について評価するものである。</p> <p>1. 概要                      発電用原子炉施設から離れた位置における火災では、熱気流は上昇・拡散することから発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。このため、発電用原子炉施設近傍で発生する軽油タンク火災及び航空機墜落による火災を熱気流の発生源として想定する。</p> <p>2. 評価対象                      非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）は、外部電源喪失が発生した場合において安全機能を有する設備に電源を供給する設備であり、外気を内部に取り込む設備でもあることから評価対象とする。なお、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）の給気口は原子炉建屋の3階に設置されている。</p> <p>3. 評価結果                      発電用原子炉施設近傍での火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）の給気口から熱気流が直接取り込まれる可能性は否定できないが、熱気流の影響範囲は気象条件（風向、風速等）に大きく依存する（第1図～第2図）。                      これら不確かさはあるものの女川原子力発電所設置許可申請書添付書類六において、気象指針から求めた安全解析に使用する気象条件にて、熱気流の発電用原子炉施設への到達可能性を評価する。なお、給気口は火災源と逆方向を向いており、熱気流を取り込む可能性はないが、保守的に到達するものとして評価する。                      評価の結果、航空機火災において熱気流の取り込みの可能性がある結果となったが、火災発生時は非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）の給気温度を監視しつつ、熱気流の取り込みが懸念される場合は、当該設備を起動しない（起動している場合は停止する。）ことにより熱気流の影響を回避することができる。                      なお、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）の給気口は原子炉建屋の3階に集中して設置されていること、及び位置的分散が図られていることから、同時に全ての設備が直接熱気流の影響を受けることは想定しづらく、影響を受けない方角に位置する非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）は運転が可能である。また、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む。）の運転再開も可能となる。                      以上より、熱気流の影響は限定的であり、発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはないと評価する。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>第1図 熱気流を取り込む可能性のある給気口位置（軽油タンク火災）</p>  <p>第2図 熱気流を取り込む可能性のある給気口位置（航空機火災）</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

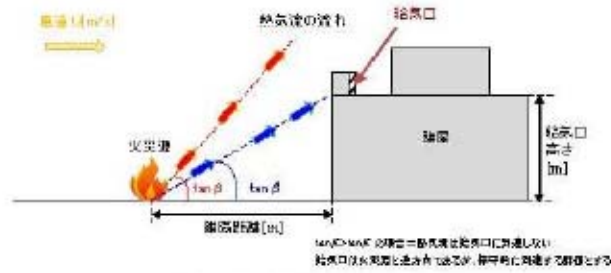
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由



第3図 熱気流評価概念図

第1表 必要データ

発火源	給気口高さ h[m]	距離 L[m]	熱源直径 D[m]	発生熱量 Q[kW]	風速無次元 パラメータA	フルード数 Fr
3号炉 軽油タンク	19.32	224	22.03	7.070×10 <sup>5</sup>	0.3839	0.252
航空機 F-15	19.32	21	7.54	8.400×10 <sup>4</sup>	0.5261	0.430

$$\tan \beta^c = h / L$$

$$\tan \beta = C_r \times A^{-\kappa} \times Fr^{-\rho}$$

$$A = (U \times D^{2/3}) + (Q \times g + (C_p \times \rho \times T_a))^{1/3}$$

$$Fr = U / \sqrt{D \times g}$$

$$C_r: 0.37^{0.61} \text{ (実験定数)}, \kappa: 1.125^{0.61} \text{ (実験定数)}, \rho: -0.0075^{0.61} \text{ (実験定数)}$$

$$T_a: \text{周囲空気温度 (50[}^\circ\text{C])}, U: \text{風速 (3.7[m/s])}, g: \text{重力加速度 ([m/s}^2\text{])}$$

※1：自治省消防庁消防研究所、「大規模石油タンクの燃焼に関する研究報告書1」  
 消防研究所研究資料 第48号、1999.9

第2表 評価結果

発火源	tan beta	tan beta <sup>c</sup>	結果
3号炉軽油タンク	0.048	0.097	> 可能性なし
航空機 F-15	0.701	0.920	< 可能性あり



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																					
<p style="text-align: right;">別紙8-2</p> <p>観測気象データによる中央制御室に対する有毒ガス影響評価について</p> <p>1. 概要                      中央制御室に対する有毒ガス評価では、給気口に最大濃度の有毒ガスが直撃する風速を設定し保守性のある濃度評価を実施したが、風速による影響を確認するため、女川原子力発電所設置許可申請書添付書類六において、気象指針から求めた安全解析に使用する気象条件にて有毒ガス評価を実施した。</p> <p>2. 評価方法                      評価方法は「3.4.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価」と同様とし、各火災源から給気口方向への風速を安全解析に使用する気象条件に基づき、第1表のとおり設定した。</p> <p style="text-align: center;">第1表 風速設定</p> <table border="1" data-bbox="184 808 825 1066"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>風速 [m/s]</th> <th>最大濃度算出時の風速 [m/s] (参考)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号軽油貯蔵タンク</td> <td>0.6</td> <td>50.2</td> </tr> <tr> <td>3号軽油タンク(2基)</td> <td>0.9</td> <td>63.5</td> </tr> <tr> <td>航空機 (B747-400)</td> <td>0.8</td> <td>38.8</td> </tr> <tr> <td>航空機 (F-15)</td> <td>1.8</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>起動変圧器</td> <td>0.8</td> <td>17.1</td> </tr> <tr> <td>補助ボイラ変圧器</td> <td>1.1</td> <td>6.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 評価結果                      観測気象データによる風速設定における評価結果は第2表のとおりである。給気口に最大濃度の有毒ガスが直撃する風速の評価結果と比べ、10分の1から100分の1程度まで濃度低下することを確認した。よって、有毒ガス濃度評価においては、火災源から外気取入口の中心位置でブルームが最大濃度となる風速を Briggs の排煙上昇過程式より設定することで、保守性を有した条件となることを確認した。</p>	評価対象	風速 [m/s]	最大濃度算出時の風速 [m/s] (参考)	1号軽油貯蔵タンク	0.6	50.2	3号軽油タンク(2基)	0.9	63.5	航空機 (B747-400)	0.8	38.8	航空機 (F-15)	1.8	7.2	起動変圧器	0.8	17.1	補助ボイラ変圧器	1.1	6.1			
評価対象	風速 [m/s]	最大濃度算出時の風速 [m/s] (参考)																						
1号軽油貯蔵タンク	0.6	50.2																						
3号軽油タンク(2基)	0.9	63.5																						
航空機 (B747-400)	0.8	38.8																						
航空機 (F-15)	1.8	7.2																						
起動変圧器	0.8	17.1																						
補助ボイラ変圧器	1.1	6.1																						

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉					泊発電所3号炉					大飯発電所3/4号炉					差異理由
第2表 評価結果															
評価対象	CO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:40,000%)	CO濃度 [ppm] (IDLH:1,200%)	SO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:100%)	NO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:13%)											
1号炉軽油貯蔵タンク	11	0.17	0.02	0.02											
3号炉軽油タンク2基	5	0.08	0.01	0.01											
航空機火災 (B747-400)	63	0.97	0.03	0.12											
航空機火災 (F-15)	229	3.66	0.04	0.37											
起動変圧器	9	0.13	0.16	0.02											
補助ボイラ変圧器	126	2.74	3.21	0.33											
※1 人に対する急性吸入毒性データに基づく。(NIOSH, "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards", September 2007) ※2 ボランティアに対する70分間のばく露後の呼吸器系への刺激及び重症の咳に対する最小毒性量 (LOAEL)に基づく。(NIOSH, "IDLH Value Profile: Nitrogen Dioxide", September 2017)															
(参考) 最大濃度算出時の有毒ガス濃度評価結果															
評価対象	CO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:40,000%)	CO濃度 [ppm] (IDLH:1,200%)	SO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:100%)	NO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:13%)											
1号炉軽油貯蔵タンク	433	6.87	0.80	0.58											
3号炉軽油タンク2基	158	2.45	0.29	0.21											
航空機火災 (B747-400)	3,761	59.83	1.64	6.32											
航空機火災 (F-15)	7,930	129.80	1.13	12.58											
起動変圧器	1,123	18.25	18.55	2.47											
補助ボイラ変圧器	5,007	73.83	88.87	10.20											
※1 人に対する急性吸入毒性データに基づく。(NIOSH, "NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards", September 2007) ※2 ボランティアに対する70分間のばく露後の呼吸器系への刺激及び重症の咳に対する最小毒性量 (LOAEL)に基づく。(NIOSH, "IDLH Value Profile: Nitrogen Dioxide", September 2017)															

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

別紙 8-3

中央制御室に対する有毒ガス影響評価における入力条件

対象	項目	入力データ
評価モデル設定	航空機墜落位置	・航空機火災影響評価にて算出された離陸距離で外気取入口に最も近い位置を設定
	外気取入口	・火災源と外気取入口との間に障害物がないものとして設定
	風向	・火災源から外気取入口に向かう風向を設定
	有毒ガス濃度	・ブルーム中心最大濃度で評価
	有毒ガス濃度評価位置	・外気取入口位置で評価
有風時ブルーム式	u：風速	・x[n]離れた地点の He[n] 位置でブルームが最大濃度となる風速を Briggs の排煙上昇過程式より算出し、風速による感度解析を実施し最大濃度となる風速を設定
	y：排気ブルーム中心軸からの水平方向距離	・排気ブルームの中心を外気取入口中心とするため「0」を設定
	$\sigma_y$ ：拡散パラメータ	・大気安定度から設定
	$\sigma_z$ ：拡散パラメータ	・大気安定度から設定 ・熱気による鉛直方向への浮力拡散を考慮し $\Delta He^2/10$ を加えた値を設定
	He：有効発生高さ	・風速による感度解析を実施し最大濃度となる風速から求める高さを設定
	Q：有毒ガス発生量	(固定値)
	z：火災源と給気口との鉛直方向距離	(固定値)
Briggs の排煙上昇過程式	He：有効発生高さ	・風速による感度解析を実施し最大濃度となる風速から求める高さを設定
	F：排熱フラックス	(固定値)
	x：火災源と給気口との離隔距離	(固定値)

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別紙8-4</p> <p>有毒ガス影響評価における設定風速による濃度への影響について</p> <p>1. 概要</p> <p>中央制御室に対する有毒ガス評価では、Briggsの排煙上昇過程式から給気口に有毒ガスが直撃する風速を算出するが、一部において著しく高い風速結果となっていることから、濃度算出への影響を確認することを目的として、風速を変動させた場合の感度解析を実施し、最大濃度となる風速を確認する。</p> <p>2. 風速変動による感度解析</p> <p>有風時ブルーム式より以下のとおり有毒ガス濃度を算出した。</p> <p>(1) 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排煙上昇高度は風速により変わるため、風速に連動して排煙上昇高度を変更</li> <li>・大気安定度は風速によって変動するため、安定度が変更となった場合には拡散パラメータを変更</li> </ul> <p>(2) 評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有風時ブルーム式の主軸項と指数関数項の風速による関係を算出する。</li> <li>・0.1[m/s]刻みで風速を変動させ、濃度が最大となる風速を確認する。</li> </ul> $C_{xyz} = \underbrace{\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u}}_{\text{主軸項}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \underbrace{\left(\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right)}_{\text{指数関数項}}$ <p>(3) 評価結果</p> <p>有風時ブルーム式の主軸項は、風速の上昇に伴い減少し、大気安定度が同じであれば風速に反比例し減少する。</p> <p>指数関数項については給気口を直撃する風速付近で最大（大きさが1）となるが、ガウス分布としているため、最大となる付近では風速による変動幅は小さい。</p> <p>有毒ガス濃度算出時は主軸項と指数関数項の積で求めることから、給気口を直撃する風速付近では、指数関数項の影響よりも主軸項の影響が大きくなるため、直撃時の風速よりも遅い風速で最大となるものがあることを確認した。</p> <p>評価結果を第1表、第1図から第12図に示す。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

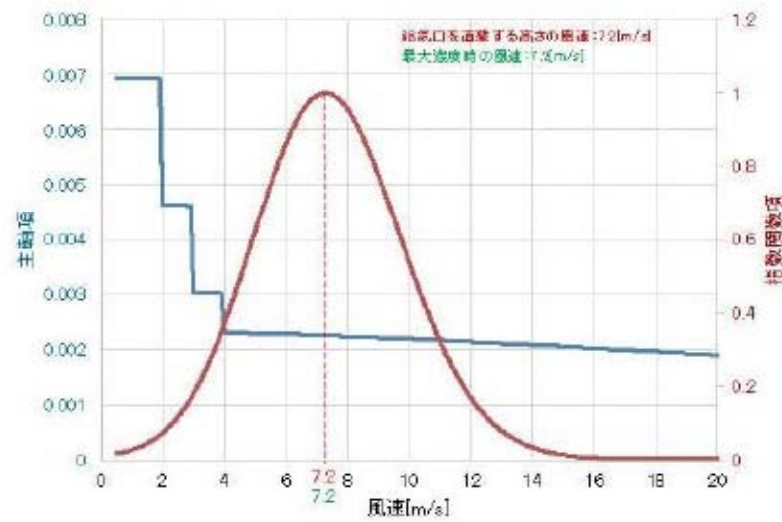
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

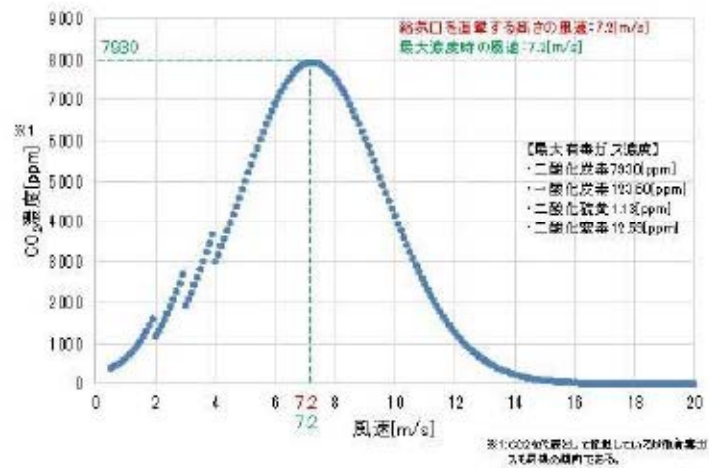
差異理由

第1表 風速変動による評価結果

評価対象	風速[m/s] (上段：給気口直上時) (下段：最大炎高時)	有毒ガス濃度[ppm]			
		CO <sub>2</sub> 濃度 (IDLH:40,000)	CO濃度 (IDLH:1,200)	SO <sub>2</sub> 濃度 (IDLH:100)	NO <sub>2</sub> 濃度 (IDLH:10)
1号炉軽油 貯蔵タンク	61.7	404	6.36	0.75	0.53
3号炉軽油 タンク(2基)	50.2	438	6.87	0.80	0.58
航空機 (B747-400)	62.7	134	2.10	0.25	0.18
航空機 (F-15)	63.5	158	2.45	0.29	0.21
起動 空圧器	42.3	3,719	55.28	1.82	6.75
補助ボイラ 変圧器	39.9	3,761	55.93	1.84	6.82
起動 空圧器	7.2	7,930	123.60	1.13	12.59
補助ボイラ 変圧器	7.2	7,930	123.60	1.13	12.59
起動 空圧器	17.9	1,120	16.13	19.40	2.45
補助ボイラ 変圧器	17.1	1,128	16.25	19.56	2.47
起動 空圧器	6.1	5,007	73.53	36.67	10.20
補助ボイラ 変圧器	6.1	5,007	73.53	36.67	10.20



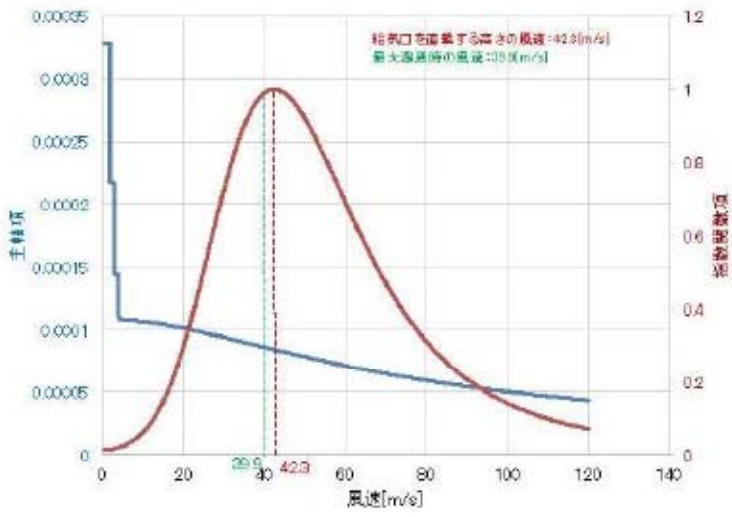
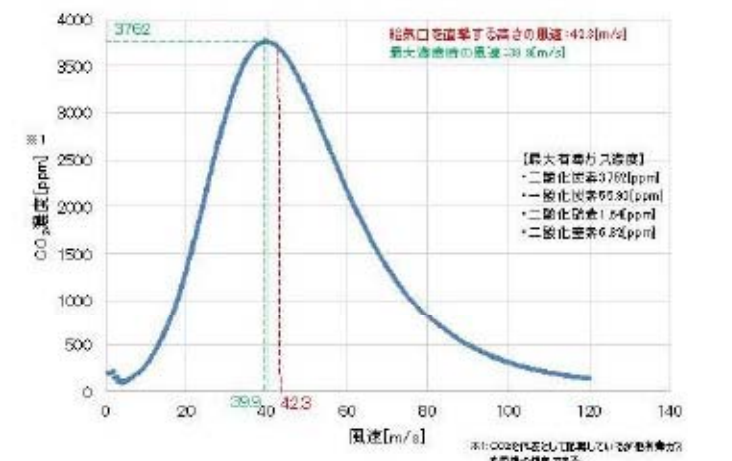
第1図 主軸と指数関数項の風速の関係 (F-15)



第2図 有毒ガス濃度の確認結果 (F-15)

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>第3図 主軸と指数関数分布の風速の関係 (B747-400)</p>  <p>第4図 有毒ガス濃度の確認結果 (B747-400)</p>			

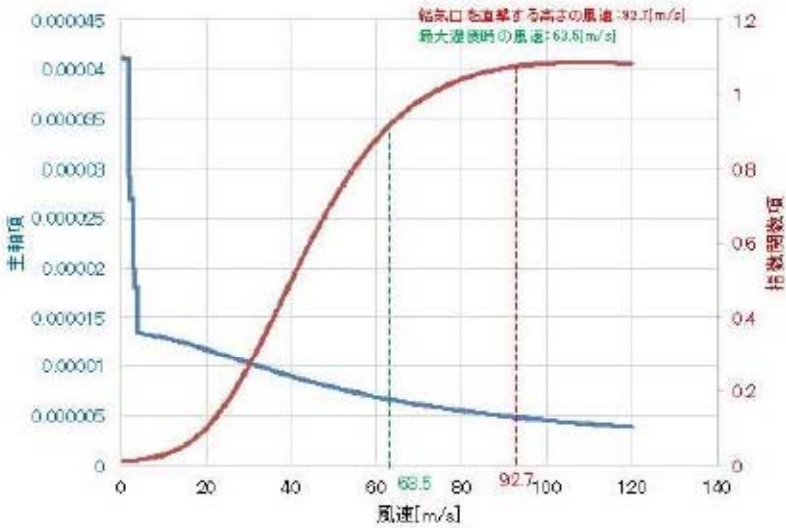
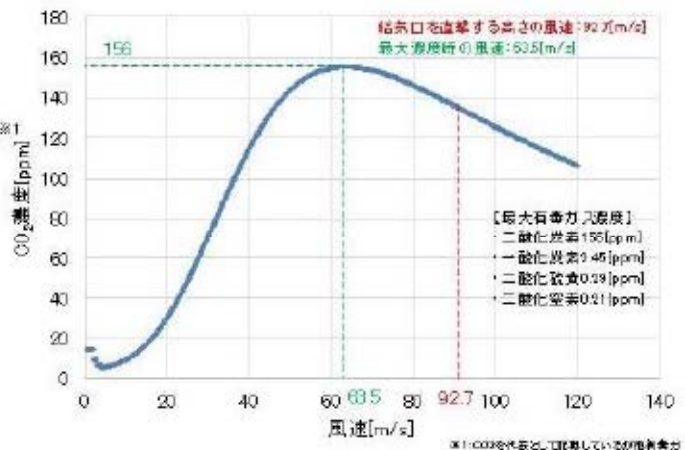
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<div data-bbox="118 231 875 745"> </div> <div data-bbox="142 772 831 808"> <p>第5図 主軸と指数関数項の風速の関係（1号炉軽油貯蔵タンク）</p> </div> <div data-bbox="148 829 845 1291"> </div> <div data-bbox="178 1302 801 1339"> <p>第6図 有毒ガス濃度の確認結果（1号炉軽油貯蔵タンク）</p> </div>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
 <p>第7図 主軸と指数関数項の風速の関係（3号炉軽油タンク）</p>  <p>第8図 有毒ガス濃度の確認結果（3号炉軽油タンク）</p>			



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<div data-bbox="121 226 872 730" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="210 758 765 793" data-label="Caption"> <p>第9図 主軸と指数関数項の風速の関係（起動変圧器）</p> </div> <div data-bbox="151 842 842 1283" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="231 1310 744 1346" data-label="Caption"> <p>第10図 有毒ガス濃度の確認結果（起動変圧器）</p> </div>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<div data-bbox="133 220 905 724" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="178 766 831 798" data-label="Caption"> <p>第11図 主軸と指数係数項の風速の関係（補助ボイラ変圧器）</p> </div> <div data-bbox="133 850 905 1312" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="178 1333 831 1365" data-label="Caption"> <p>第12図 有毒ガス濃度の確認結果（補助ボイラ変圧器）</p> </div>			
<p>4. まとめ</p>			
<p>(1) 風速による影響</p>			
<p>拡散評価はガウス分布に従い、主軸となるところで最大濃度となる。最大濃度となる風速よりも風速が低い場合は、主軸位置が給気口よりも上空となるため濃度が低くなり、最大濃度となる風速よりも風速が高い場合は主軸位置が給気口よりも下に存在することとなるため濃度は低くなる。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉

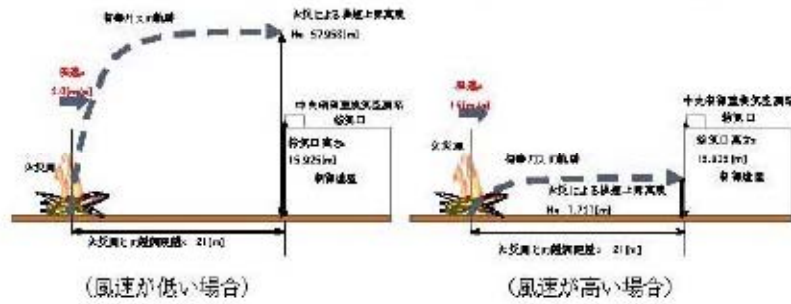
泊発電所3号炉

大飯発電所3/4号炉

差異理由

第2表 風速変動による評価結果 (F-15)

風速 u [m/s]	排煙上昇高度 He [m]	有毒ガス濃度 (CO <sub>2</sub> ) [ppm]
2.0	57.953	1,188
7.2	16.098	7,930
15	7.727	89



第13図 風速変動による評価概念図

(2) 有風時ブルーム式に対する考察

有風時ブルーム式について、赤枠箇所は指数関数となっており、排煙上昇高度 He と給気口との鉛直離隔距離 z が一致する給気口に直撃する風速付近において最大となり、緑枠箇所（主軸）との積を求めることにより有毒ガス濃度が最大となる。

$$C_{max} = \frac{Q}{4\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left( \exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right)$$

(3) 風速が高い条件に対する適用性について

有風時ブルーム式は石油コンビナート施設からの拡散評価や大気汚染の予測シミュレーションに用いられる一般的な評価方法である。

女川2号炉では、一部の火災源では高い風速条件を設定しているが、評価式には高風速条件への制限はなく、給気口において最大濃度を算出するための風速 u を設定することで、保守性をもたせた評価としている。

また、Briggs 排煙上昇過程式より給気口に直撃する風速が、著しく高い風速となる場合には、拡散状況が変化することから、感度解析を実施することにより最大濃度を確認する必要がある。

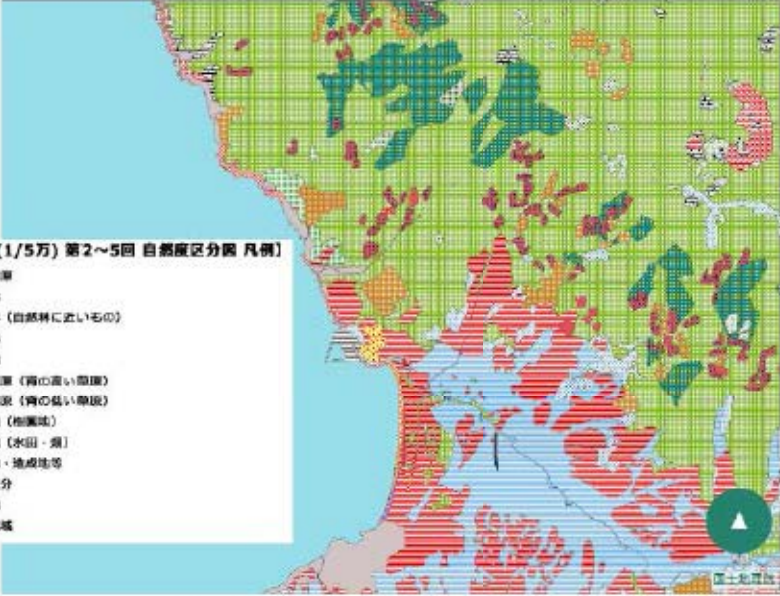
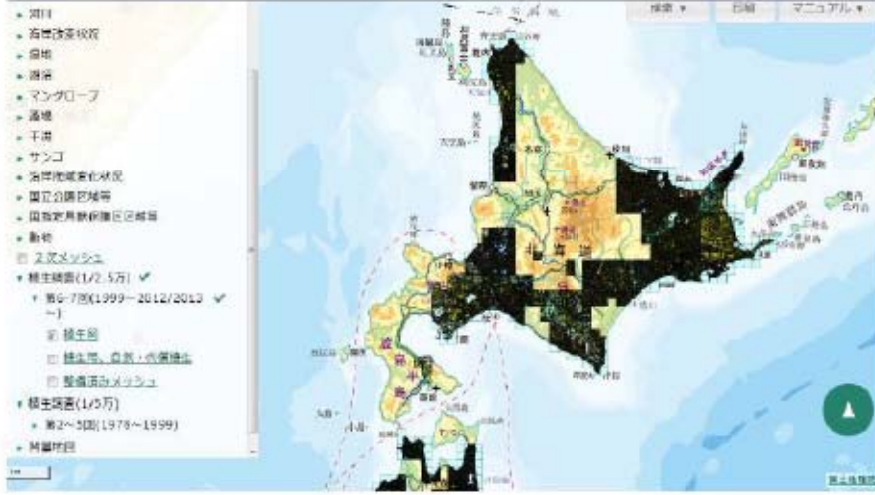
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
	<p style="text-align: center;">18. データの更新について</p> <p>環境省の植生調査について確認した。泊発電所周辺では5万分の1現存植生図が作成されている。</p> <p>以下環境省 自然環境局 web page より抜粋</p> <p>植生調査(植生自然度調査)</p> <p>・調査の内容と方法</p> <p>第1回調査から第5回調査まで、調査は環境省から都道府県に委託して実施された。また、第6回調査以降は民間請負により実施している。</p> <p>第1回調査では、空中写真及び現地調査により縮尺5万分の1の現存植生図(原図)を作成し、この原図をとりまとめて、縮尺20万分の1の現存植生図を各都道府県単位で作成した。</p> <p>第2回及び第3回調査では、全国の植生の現況をより詳細に把握して、地域レベルの計画に対応できる5万分の1現存植生図の作成を目指して調査が進められ、第2回基礎調査および第3回基礎調査でそれぞれ全国の約2分の1の地域が調査された。5万分の1現存植生図は昭和62年度までに1,293面が作成された。</p> <p>第4回及び第5回調査では、経年変化の把握を効率的に行うため、人工衛星画像を活用して植生図を修正する方法が新たに導入された。この方法は、新・旧2時点の衛星画像データ(ランドサットMSS、TM等)を比較して植生改変地を抽出し、必要に応じて現地調査を実施して植生情報を修正するというものである。この方法により、5万分の1現存植生改変図を作成した。また、1/250万現存植生図並びに1/250万植生自然度図を作成した。</p> <p>第6回調査からは、生物多様性評価や環境アセス等の社会的ニーズに応えるため、より情報量が多い縮尺1/2.5万での植生図の作成を開始した。また、「統一凡例」を定めることにより複雑な凡例の整理を行い、植生図利用者の利便性向上を図った。植生図の作成に際しては、空中写真及び衛星画像等を基に群落境界線を抽出し、現地調査情報を反映させることで一定の精度を確保している。</p> <p>第7回調査では、引き続き縮尺1/2.5万現存植生図の作成を進め、早期の全国整備を目指している。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
	 <p>【植生調査(1/5万) 第2~5回 自然度区分図 凡例】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 自然林</li> <li>09 自然林</li> <li>08 二次林 (自然林に近いもの)</li> <li>07 二次林</li> <li>06 雑草地</li> <li>05 二次草原 (樹の低い草原)</li> <li>04 二次草原 (樹の低い草原)</li> <li>03 農耕地 (稲作地)</li> <li>02 農耕地 (水田・畑)</li> <li>01 中街地・造成地等</li> <li>00 不明区分</li> <li>98 自然池</li> <li>99 調整池</li> </ul> <p>図 植生調査 (1/5万)</p>		
	 <p>図 植生調査 (1/2.5万)</p> <p>泊の森林火災においては、より新しいデータを用いて解析を実施しており、データの更新の必要はないと考える。          そのほかデータの更新の要否を以下のとおり確認した。</p> <p>1. 森林火災          以下のとおりデータを更新しても湿度が緩和されるのみであり、再解析の必要はない。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由																																																																										
	<p style="text-align: center;">森林火災評価入力データの更新</p> <table border="1" data-bbox="943 233 1754 774"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>2013年評価</th> <th>2016年の最新データ</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ</td> <td>2009年</td> <td>←</td> <td>データの更新なし</td> </tr> <tr> <td>北海道における 森林火災多い月 気象データ</td> <td>4月から6月 (1993～2012年)</td> <td>4月から6月 (1996～2015年)</td> <td>下表参照</td> </tr> <tr> <td>気温</td> <td>30.0℃ 2012年6月30日 (2003～2012年)</td> <td>← (2006～2015年)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>湿度</td> <td>13% 2003年4月22日 (2003～2012年)</td> <td>14% 2006年4月16日 (2006～2015年)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>風速</td> <td>29.7m/s FARSITE 入力上限</td> <td>←</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">月別出火件数（1996～2015年）</p> <table border="1" data-bbox="943 894 1754 961"> <thead> <tr> <th>月</th> <th>1月</th> <th>2月</th> <th>3月</th> <th>4月</th> <th>5月</th> <th>6月</th> <th>7月</th> <th>8月</th> <th>9月</th> <th>10月</th> <th>11月</th> <th>12月</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>件数</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>214</td> <td>215</td> <td>55</td> <td>41</td> <td>13</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">「平成27年 林野火災被害統計書」北海道水産林務部より</p> <p>2. 航空機火災</p> <p>航空機火災の評価にあたっては、2009年の評価時は「平成23年度航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）に基づき落下確率を算定し、航空機落下の離隔距離を求めた。最新の落下事故データは「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）に取りまとめられている。</p> <p>航空機火災の評価に使用データについて以下のとおり確認した</p> <p style="text-align: center;">航空機の落下実績</p> <table border="1" data-bbox="943 1461 1754 1703"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013年評価 1991～2010年の実績</th> <th>2016年の最新データ 1993～2012年の実績</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型固定翼機</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>航空路を巡航中</td> </tr> <tr> <td>小型固定翼機</td> <td>35</td> <td>35</td> <td>有視界飛行</td> </tr> <tr> <td>大型回転翼機</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>有視界飛行</td> </tr> <tr> <td>小型回転翼機</td> <td>30</td> <td>24</td> <td>有視界飛行</td> </tr> <tr> <td>自衛隊機</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>訓練空域で訓練中</td> </tr> </tbody> </table> <p>上記のとおり航空機の落下実績は低下しており、航空機火災の再評価をせずとも現評価の保守性は維持されている。</p>	項目	2013年評価	2016年の最新データ	備考	国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ	2009年	←	データの更新なし	北海道における 森林火災多い月 気象データ	4月から6月 (1993～2012年)	4月から6月 (1996～2015年)	下表参照	気温	30.0℃ 2012年6月30日 (2003～2012年)	← (2006～2015年)		湿度	13% 2003年4月22日 (2003～2012年)	14% 2006年4月16日 (2006～2015年)		風速	29.7m/s FARSITE 入力上限	←		月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	件数	1	1	10	214	215	55	41	13	9	12	12	3		2013年評価 1991～2010年の実績	2016年の最新データ 1993～2012年の実績	備考	大型固定翼機	0	0	航空路を巡航中	小型固定翼機	35	35	有視界飛行	大型回転翼機	2	1	有視界飛行	小型回転翼機	30	24	有視界飛行	自衛隊機	3	2	訓練空域で訓練中		
項目	2013年評価	2016年の最新データ	備考																																																																										
国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ	2009年	←	データの更新なし																																																																										
北海道における 森林火災多い月 気象データ	4月から6月 (1993～2012年)	4月から6月 (1996～2015年)	下表参照																																																																										
気温	30.0℃ 2012年6月30日 (2003～2012年)	← (2006～2015年)																																																																											
湿度	13% 2003年4月22日 (2003～2012年)	14% 2006年4月16日 (2006～2015年)																																																																											
風速	29.7m/s FARSITE 入力上限	←																																																																											
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月																																																																	
件数	1	1	10	214	215	55	41	13	9	12	12	3																																																																	
	2013年評価 1991～2010年の実績	2016年の最新データ 1993～2012年の実績	備考																																																																										
大型固定翼機	0	0	航空路を巡航中																																																																										
小型固定翼機	35	35	有視界飛行																																																																										
大型回転翼機	2	1	有視界飛行																																																																										
小型回転翼機	30	24	有視界飛行																																																																										
自衛隊機	3	2	訓練空域で訓練中																																																																										

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
	<p>なお、森林火災評価にあたっては、同時に生じていない気象条件を組み合わせる、航空機落下確率評価については航空路誌で原子力発電所位置を示し上空をとばさないよう周知していることを考慮しない等の保守的な条件で評価しており、データの悪化によっても直ちに現評価の保守性が失われる訳ではない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉 別添2

女川原子力発電所 2号炉

運用、手順能力説明  
 外部からの衝撃による損傷の防止  
 (外部火災)

① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。  
 ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると思われる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び地震・津波等発生時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。  
 ③ 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故障によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

泊発電所3号炉 別添2

泊発電所3号炉

技術的能力説明資料  
 外部からの衝撃による損傷の防止  
 (外部火災)

6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。  
 ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると思われる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び地震・津波等発生時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。  
 ③ 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故障によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

大飯発電所3/4号炉 別添2

大飯発電所3号炉及び4号炉

技術的能力説明資料  
 外部からの衝撃による損傷の防止  
 (外部火災)

① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。  
 ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると思われる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び地震・津波等発生時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。  
 ③ 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故障によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

差異理由

記載表現の相違

記載表現の相違

記載表現の相違



赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

設計基準に係る運用対策等		女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
設置許可基準対象条文 第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	特設項目	防火帯の維持・管理 知見の収集 (発電所周辺の積生及び立地条件) 知見の収集 (石油コンビナート等の新設、離隔距離、貯蔵容量) 知見の収集 (航空路等の変更)	防火帯の維持・管理 知見の収集 (発電所周辺の積生及び立地条件) 知見の収集 (航空路等の変更)	防火帯の維持・管理 知見の収集 (発電所周辺の積生及び立地条件) 知見の収集 (航空路等の変更)	記載表現の相違
	区分	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	
設計基準に係る運用対策等		運用対策等 ・防火帯のバトリール、可燃物の排除 ・担当による防火帯の維持・管理 ・防火帯の点検・維持 ・火災防護に関する教育 (防火帯の目的、点検・維持) ・外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。 ・担当による外部火災影響評価	運用対策等 ・火災防護計画 (防火帯上への駐車禁止等の措置、防火帯のバトリール、防火帯を覆うマルチの確保) ・(運賃等及び土木建築部等による防火帯の維持・管理) ・防火帯の点検・維持 ・火災防護に関する教育 (防火帯の維持・管理の教育を含む) ・火災防護計画 (外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。) ・(安全管理部による積生の確認および防災・安全対策等による外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・火災防護計画 (外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。) ・(運賃等による積生確認の確保および貯蔵容量の確保並びに防災・安全対策等による外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・火災防護計画 (外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。) ・(防災・安全対策等による航空路等の確認および外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・火災防護計画 (外部火災影響評価ガイドに伴い、外部火災影響評価を行う。) ・(防災・安全対策等による航空路等の確認および化学消防自動車、水噴射消防ポンプ自動車を用いた消火活動、) ・初期消火要員	運用対策等 ・防火帯上への駐車禁止等の措置、防火帯のバトリール ・担当による防火帯の維持・管理 ・防火帯の点検・維持 ・火災防護に関する教育 (防火帯の点検・維持の教育を含む) ・外部火災影響評価ガイドに基づき、外部火災影響評価を行う。 ・(担当による外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・外部火災影響評価ガイドに基づき、外部火災影響評価を行う。 ・(担当による外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・外部火災影響評価ガイドに基づき、外部火災影響評価を行う。 ・(担当による外部火災影響評価) ・火災防護に関する教育 (外部火災影響評価を含む) ・火災防護計画 (外部火災影響評価ガイドに基づき、外部火災影響評価を含む) ・化学消防自動車を用いた消火活動 ・自衛消防隊組織 (消火活動要員 (委託消防隊含む)) * ・化学消防車、水噴射の点検	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉		泊発電所3号炉		大飯発電所3/4号炉		差異理由	
設置許可基準対象条文 第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	対象項目 自衛消防隊による 予防散水	区分 運用・手順	運用対策等 ・火災発生現場の確認、中央制御室への連絡 ・現場指揮者は、風向き等から火災進行方向を評価し、敷水場所を消防車隊に指示する。 ・消防車隊は防火水槽から水源をとり、ホースを展開し化学消防自動車により予防散水を行う。 ・自衛消防隊の体制は別添1添付資料2に記載 ・化学消防自動車の点検 ・消火設備 (防火水槽等) の点検 ・消防用資機材 (防火服、空気呼吸器等) の点検 ・故障時の補修 ・消火対応の力量を維持するための教育・訓練 ・初期消火要員による消火訓練、資機材取扱訓練 ・海上災害防止センター消火訓練 等	対象項目 公設消防への通報	区分 運用・手順	運用対策等 ・消火設備 (消火器、消火栓等) の点検 ・消防用資機材 (防火服、空気呼吸器等) の点検 ・故障時の補修 ・火災防護に関する教育 (初期消火活動を含む) ・初期消火対応要員による総合的な初期消火訓練 ・消防訓練	記載表現の相違
	対象項目 外気取入ダンパ閉、再循環運転	区分 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	運用対策等 ・外気取入ダンパ閉止、事故時運転モードの手順 ・運転員による運転操作 ・換気空調設備の点検 ・操作手順の教育 (運転員) ・補修に関する教育・訓練 (換気空調設備)	対象項目 公設消防への通報 自衛消防隊への通報 公設消防への通報 外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転	区分 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	運用対策等 ・火災防護計画 (運営課長又は当番者による公設消防への通報) ・初期消火要員 ・通報設備の点検 ・火災防護に関する教育 (公設消防への通報) ・外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転の手順 ・(発電室による運転操作) ・換気空調設備の点検 ・操作手順の教育 (運転員による外部火災発生時の外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転) ・補修に関する教育・訓練 (換気空調設備)	
設置許可基準対象条文 第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)		対象項目 設計基準に係る運用対策等	区分 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	対象項目 公設消防への通報 自衛消防隊への通報 公設消防への通報 外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転	区分 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練 運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	運用対策等 ・消火設備 (消火器、消火栓等) の点検 ・消防用資機材 (防火服、空気呼吸器等) の点検 ・故障時の補修 ・火災防護に関する教育 (消火活動を含む) ・消防訓練 ・当直班長による自衛消防隊への通報 ・自衛消防隊組織 (消火活動要員 (委注消防隊含む)) * ・通報設備の点検 ・消防訓練 ・当直班長による公設消防への通報 ・自衛消防隊組織 (消火活動要員 (委注消防隊含む)) * ・通報設備の点検 ・公設消防への通報 ・外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転の手順 ・(発電室による運転操作) ・換気空調設備の点検 ・操作手順の教育 (運転員による外部火災発生時の外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路継電器運転) ・補修に関する教育・訓練 (換気空調設備)	

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)  
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
	<p>1.10.2 体制                      火災発生時の原子炉施設の保全のための活動を行うため、消火要員が常駐する。</p> <p>1.10.3 手順等                      外部火災における手順については、火災発生時の対応、防火帯の維持・管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応を適切に実施するための対策を火災防護計画に定める。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>防火帯の維持・管理においては、手順等を予め整備し、的確に実施する。</li> <li>初期消火活動においては、手順等を予め整備し、火災発生現場の確認、中央制御室への連絡、消火栓等を用いた初期消火活動を実施する。</li> <li>外部火災によるばい煙発生時には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、または、閉回路循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止する。</li> <li>外部火災による有毒ガス発生時には、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、または、閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止する。</li> <li>障壁の防護機能を維持するため、保守計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。</li> <li>外部火災による中央制御室へのばい煙侵入阻止に係る教育を定期的実施する。</li> <li>森林火災から外部火災防護施設を防護するための防火帯の設定に係る火災防護に関する教育を定期的実施する。</li> <li>近隣の産業施設の火災・爆発から外部火災防護施設を防護するために、離隔距離を確保することについて火災防護に関する教育を定期的実施する。</li> <li>外部火災発生時の初期消火活動について火災防護に関する教育を定期的実施する。また、消火要員による消防訓練、総合的な訓練及び運転操作等の訓練を定期的実施する。</li> <li>モニタリングポストが外部火災の影響を受けた場合は、代替設備を防火帯の内側に設置する運用とし、手順を定め、訓練を定期的実施する。</li> <li>外部火災評価の前提となる危険物タンクの貯蔵量の管理上限を定めるとともに、当該貯蔵量を上回らないよう管理する。</li> </ol>		<p>記載方針の相違                      ・泊は具体的に記載</p> <p>記載方針の相違                      ・泊は具体的に記載</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3号炉／4号炉	差異理由
<p style="text-align: right;">別添3</p> <p style="text-align: center;">女川原子力発電所2号炉</p> <p style="text-align: center;">森林火災評価に係る植生確認プロセスについて</p> <p>1. 基準要求</p> <p>【第6条】 設置許可基準第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また、外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）において、発電所敷地外で発生する火災が原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。</p> <p>当該基準要求を満足するにあたっては、評価ガイドの「付属書A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において、FARSITE (FireAreaSimulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており、想定火災の火線強度に対する原子炉施設の防火帯幅を評価する。</p> <p>2. 現場確認項目及び内容</p> <p>上記基準要求を満足するためには、FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち、植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており、以下のとおり、<a href="#">国土数値情報土地利用細分メッシュ</a>、<a href="#">宮城県及び東北森林管理局の森林簿情報</a>、現場調査による確認を実施している。</p> <p>2. 1 植生データの整備</p> <p>(1) 植生データの入手及び整備</p> <p>植生データについては、国土交通省の国土数値情報である女川原子力発電所周辺の土地利用細分メッシュ（H21年度）を用い土地利用データを作成し、土地利用データの森林領域を細分化する</p>	<p style="text-align: right;">別添3</p> <p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p> <p style="text-align: center;">森林火災評価における植生確認プロセスについて</p> <p>1. はじめに</p> <p>本資料は、泊発電所3号炉における森林火災評価における植生確認プロセスについての概要をまとめたものである。</p> <p>森林火災評価に係る要求事項は以下の通りである。</p> <p>(要求事項)</p> <p>設置許可基準第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。</p> <p>また、外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）において、発電所敷地外で発生する火災が原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。</p> <p>当該基準要求を満足するにあたっては、評価ガイドの「付属書A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において、FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており、想定火災の火災強度に対する原子炉施設の防火帯幅を評価する。</p> <p>2. 森林火災評価のプロセス</p> <p>1. 項に示した要求を満足するためには、FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち、植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細部化する。」と評価ガイドに記載されている。<a href="#">泊発電所の評価にあたっては</a>、以下のとおり、<a href="#">地方自治体から入手した森林簿データ</a>および現場調査結果を用いて植生データを作成している。</p> <p>(1) 森林簿データ等の入手</p>	<p style="text-align: right;">別添3</p> <p style="text-align: center;">大飯発電所3号炉及び4号炉</p> <p style="text-align: center;">森林火災評価にかかる植生確認プロセスについて</p> <p>1. 基準要求</p> <p>【第6条】 設置許可基準第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また、外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）において、発電所敷地外で発生する火災が原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。</p> <p>当該基準要求を満足するにあたっては、評価ガイドの「付属書A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において、FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており、想定火災の火災強度に対する原子炉施設の防火帯幅を評価する。</p> <p>2. 現場確認項目及び内容</p> <p>上記基準要求を満足するためには、FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち、植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており、以下のとおり、地方自治体から入手した森林簿データを用いた上で現場調査による確認も実施している。</p> <p>(1) 森林簿データの入手</p> <p>森林簿については、大飯発電所の立地自治体である福井県に、「森林簿等電磁的記録複製申請書」、「公文書公開請求書」にて申請を実施し、福井県からデータを入手した。</p>	<p>記載表現の相違</p> <p>記載表現の相違</p> <p>記載方針の相違</p> <p>記載表現の相違</p> <p>記載表現の相違</p> <p>記載方針の相違</p> <p>記載表現の相違</p> <p>記載表現の相違</p> <p>記載方針の相違</p> <p>記載表現の相違</p>

泊発電所3号炉 DB 基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	大飯発電所3/4号炉	差異理由
<p>ための森林簿を宮城県及び東北森林管理局より入手し、森林領域等の植生データを細分化・整備した。</p> <p>(2) 現場調査                      FARSITE の入力にあたり、森林の樹種やその分布状況の詳細な現状把握が必要であるため、発電所構内及び防火帯周辺の植生については、現場調査（写真撮影）を実施した。                      現場調査にあたっては、1級造園施工管理技士の国家資格を有する者又は植生調査業務に10年以上の経験を有している者がウォークダウンをすることにより、植生を調査し、樹種、林齢、低木及び下草の有無を確認した。ウォークダウンの際に写真を撮影するとともに、調査位置についても記録した。</p> <p>(3) 植生データの作成                      (1)、(2)を踏まえ補正し、FARSITEにて利用できるような地理的な位置情報を扱う地理情報システム（GIS）に植生情報を入力してデータを作成した。</p> <p>3. 記録の取扱い                      現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録として保管する。</p> <p>4. 今後の対応                      発電所周辺の植生の変更がある場合は、その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</p>	<p>森林簿については、泊発電所の立地自治体である北海道に申請し、データを入力した。</p> <p>また環境影響評価時の予測結果の検証のため泊発電所の半径5km圏内を対象に平成25年度に実施した植生調査結果を準備した。この植生調査結果作成にあたっては、航空写真の判読のほか現場調査も実施している。</p> <p>(2) 植生データの作成                      1) 森林簿データを国土数値情報土地利用細分メッシュを100mメッシュから10mメッシュに変換したデータにオーバーレイする。                      2) 1)で作成したデータに平成25年度に実施した植生調査結果のデータをオーバーレイする。</p> <p>3. 記録の取り扱い                      森林簿データ、平成25年度に実施した植生調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録として保管する。</p> <p>4. 今後の対応                      発電所周辺の植生の変更がある場合は、その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	<p>(2) 植生データの作成                      1) 上記の(1)で受領した森林簿データを国土数値情報土地利用細分メッシュを100mメッシュから10mメッシュに変換したデータにオーバーレイする。                      2) 1)で作成したデータに発電所内の植生データとして、緑化計画書のデータをオーバーレイする。</p> <p>【現場調査】                      発電所内の植生については、現場確認（写真撮影）を実施し、属性を確認する。上記の1)にて作成した FARSITE 入力植生データを基に、以下の現場確認を実施した。</p> <p>(1) 現場確認                      1) 協力会社員による現場確認                      ・協力会社員が発電所周辺をウォークダウンして、植生の妥当性を確認した。                      ・ウォークダウン時に写真を撮影し、その写真により妥当性を確認した。                      2) 本店・発電所社員による現場確認                      ・本店社員、発電所社員、協力会社員と共に、発電所周辺をウォークダウンして、植生の妥当性を確認した。</p> <p>3. 記録の取扱い                      森林簿データ、現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録として保管する。</p> <p>4. 今後の対応                      発電所周辺の植生の変更がある場合は、その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	<p>記載表現の相違                      記載方針の相違</p> <p>記載表現の相違                      記載方針の相違                      評価条件の相違</p> <p>記載方針の相違                      ・泊は別添1の6外-別1-3-5に同内容を記載</p> <p>記載表現の相違</p> <p>運用の相違</p>