

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙4</p> <p style="text-align: center;">逃がし弁からの漏えいの可能性について</p> <p>逃がし弁について、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage]) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p>1. 強度評価 1.1 評価部位</p> <p>逃がし弁については、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時において吹き出し前に加圧される弁座、弁体及び入口配管並びに吹き出し後に加圧される弁耐圧部及び弁耐圧部の接合部について評価した。</p>	<p style="text-align: right;">別紙3</p> <p style="text-align: center;">逃がし弁からの漏えいの可能性について</p> <p>逃がし弁について、<u>I S L O C A発生時の圧力 (7.4MPa [gage] <sup>※</sup>) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p><u>*弁開放直後の圧力上昇に比べ、弁開放から10秒程度以降の構造材の温度上昇に伴う耐力低下の方が、系統全体への影響が大きい</u>ため、<u>静定圧力を採用した。</u></p> <p>1. 強度評価 1.1 評価部位</p> <p>逃がし弁については、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時において吹き出し前に加圧される弁座、弁体及び入口配管並びに吹き出し後に加圧される弁耐圧部及び弁耐圧部の接合部について評価した。別図3-1に逃がし弁の構造を示す。</p> <div data-bbox="1765 1123 2478 1669" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">別図3-1 逃がし弁構造図</p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 東海第二は、「別第4-1図」に記載。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>1.2 評価方法</p> <p>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時には<u>8.2MPa[gage]</u>になる前に逃がし弁が吹き出し、圧力は低下すると考えられるが、ここでは、逃がし弁の吹き出し前に加圧される箇所と吹き出し後に加圧される箇所ともに <u>8.2MPa[gage]</u>、288℃になるものとして評価する。</p> <p>(1) 弁座の評価</p> <p>設計・建設規格には安全弁に関する強度評価手法の記載がない。弁座は円筒形の形状であることから、設計・建設規格「VVC-3230 耐圧部に取り付く管台の必要最小厚さ」を準用し、計算上必要な厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さ以上であることを確認した。</p> $t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$ <p>t : 管台の計算上必要な厚さ (mm)  P : <u>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時のピーク圧力 (=8.2MPa)</u>  D<sub>0</sub> : 管台の外径 (mm)  S : 使用温度における許容引張応力 (MPa)  η : 継手効率※</p> <p>※ 弁座は溶接を実施していないため、1.0 を使用</p> <p>(2) 弁体の評価</p> <p>設計・建設規格には安全弁に関する強度評価手法の記載がない。弁体の中心部は弁棒で支持されており、外周付近は構造上拘束されていることから、弁体下面にかかる圧力 (<u>8.2MPa[gage]</u>) が全ての弁体の最小肉厚部に作用すると発生するせん断応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認した。</p> $\sigma = \frac{F}{A}$ $F = 1.05 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times P$ <p>σ : せん断応力 (MPa)  F : せん断力 (N)  A : 弁体最小断面積 (mm<sup>2</sup>)</p>	<p>1.2 評価方法</p> <p>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時には <u>7.4MPa[gage]</u>になる前に逃がし弁が吹き出し、圧力は低下すると考えられるが、ここでは、逃がし弁の吹き出し前に加圧される箇所と吹き出し後に加圧される箇所ともに <u>7.4MPa[gage]</u>、288℃になるものとして評価する。</p> <p>(1) 弁座の評価</p> <p>設計・建設規格には安全弁に関する強度評価手法の記載がない。弁座は円筒型の形状であることから、設計・建設規格「VVC-3230 耐圧部に取り付く管台の必要最小厚さ」を準用し、計算上必要な厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さ以上であることを確認した。</p> $t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$ <p>t : 管台の計算上必要な厚さ (mm)  P : <u>I S L O C A 発生時の圧力 (=7.4MPa)</u>  D<sub>0</sub> : 管台の外径 (mm)  S : 使用温度における許容引張応力 (MPa)  η : 継手効率※</p> <p>※ 弁座は溶接を実施していないため、1.0 を使用</p> <p>(2) 弁体の評価</p> <p>設計・建設規格には安全弁に関する強度評価手法の記載がない。弁体の中心部を弁棒で支持されており、外周付近は構造上拘束されていることから、弁体下面にかかる圧力 (<u>7.4MPa [gage]</u>) が全て弁体の最小肉厚部に作用すると発生するせん断応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認した。</p> $\sigma = \frac{F}{A}$ $F = 1.05 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times P$ <p>σ : せん断応力 (MPa)  F : せん断力 (N)  A : 弁体最小断面積 (mm<sup>2</sup>)</p>	<p>・評価方針の相違【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p>

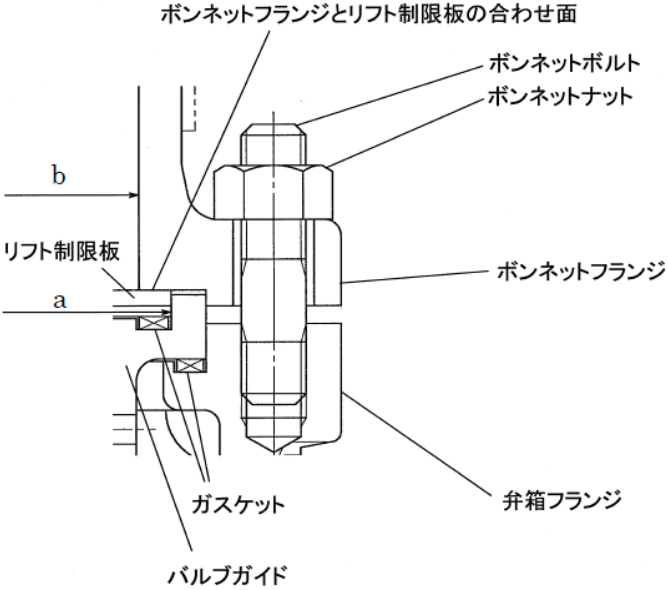
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考										
	<p>D : 弁座口の径 (mm)  P : <u>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時のピーク圧力 (=8.2MPa)</u></p> <p>(3) 弁本体の耐圧部の評価  設計・建設規格「解説 VVB-3100 弁の圧力温度基準」を適用し必要な最小厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さ以上であることを確認した。</p> $t = \frac{Pd}{2S - 1.2P}$ <p>t : 弁箱の必要な厚さ  P : <u>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時のピーク圧力 (=8.2MPa)</u>  d : 内径 (mm)  S : <u>設計降伏点 (MPa)</u></p> <p>(4) 弁耐圧部の接合部の評価  設計・建設規格「VVC-3310 弁箱と弁ふたがフランジ結合の弁のフランジ応力評価」を適用しボルトの必要な断面積及び許容応力を算出し、実機のボルトの断面積がボルトの必要な断面積以上であるが、発生応力が許容応力以下であることを確認した。</p> <p>別第4-1 表 ボルトの必要な断面積と許容応力</p> <table border="1" data-bbox="958 1398 1685 1455"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>ボルトの実機の断面積 (mm<sup>2</sup>)</th> <th>ボルトの必要な断面積 (mm<sup>2</sup>)</th> <th>発生応力 (MPa)</th> <th>許容応力 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>弁耐圧部の接合部</td> <td>481.3</td> <td>438.5</td> <td>214</td> <td>142</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	ボルトの実機の断面積 (mm <sup>2</sup> )	ボルトの必要な断面積 (mm <sup>2</sup> )	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	弁耐圧部の接合部	481.3	438.5	214	142	<p>D : 弁座口の径 (mm)  P : <u>I S L O C A発生時の圧力 (=7.4MPa)</u></p> <p>(3) 弁本体の耐圧部の評価  設計・建設規格「解説 VVB-3100 弁の圧力温度基準」を適用し必要な最小厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さ以上であることを確認した。</p> $t = \frac{Pd}{2S - 1.2P} \quad (\text{解説 VVB - 1})$ <p>t : 弁箱の必要な厚さ (mm)  P : <u>I S L O C A発生時の圧力 (=7.4MPa)</u>  d : 内径 (mm)  S : <u>設計引張強さ (Su=438 (MPa), at288°C, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span>)</u></p> <p>(4) 弁耐圧部の接合部の評価</p>	<p>・評価方針の相違  【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違  【東海第二】  島根 2号炉は、Su 値にて評価を実施。</p> <p>・評価方針の相違  【東海第二】  島根 2号炉は、当該評価によるスクリーニングを実施しておらず、全ての評価を実施している。</p>
評価部位	ボルトの実機の断面積 (mm <sup>2</sup> )	ボルトの必要な断面積 (mm <sup>2</sup> )	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)									
弁耐圧部の接合部	481.3	438.5	214	142									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1130 218 1576 680" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1145 705 1507 737" data-label="Caption"> <p>別第4-1図 弁耐圧部の接合部</p> </div> <div data-bbox="997 930 1709 1136" data-label="Text"> <p>上記を満たさない場合は、ボンネットボルトの内圧と熱による伸び量及びボンネットフランジと弁箱の熱による伸び量を評価し、ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がプラスの場合とマイナスの場合について評価した。</p> </div> <div data-bbox="1032 1152 1308 1182" data-label="Section-Header"> <p>・伸び量がプラスの場合</p> </div> <div data-bbox="1020 1199 1709 1318" data-label="Text"> <p>ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がガスケットの復元量*以下であることを確認した。</p> </div> <div data-bbox="1071 1335 1709 1675" data-label="Text"> <p>※ ガスケットに締付面圧を加えていくと弾性変形が生じ、更に締付面圧を加えていくと塑性変形が生じる。塑性変形したガスケットの締付面圧を緩和した場合、弾性領域分のみが復元する性質がある。弁耐圧部の接合部のシールのため、ガスケットには塑性領域まで締付面圧を加えており、締付面圧緩和時に弾性領域分の復元が生じ、復元量以下であればシール性は確保される。ガスケットの復元量は、メーカー試験によって確認した値。</p> </div> <div data-bbox="1032 1692 1338 1722" data-label="Section-Header"> <p>・伸び量がマイナスの場合</p> </div> <div data-bbox="1020 1738 1709 1858" data-label="Text"> <p>伸び量がマイナスの場合は、<u>弁耐圧部の接合部は増し締めされることになることから、ボンネットナット座面の発生応力が材料の許容応力以下であることを確認した。</u></p> </div>	<div data-bbox="1789 930 2502 1136" data-label="Text"> <p>弁本体の耐圧部の接合部については、ボンネットボルトの内圧と熱による伸び量及びボンネットフランジと弁箱の熱による伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がプラス側の場合とマイナスの場合について評価した。</p> </div> <div data-bbox="1825 1152 2101 1182" data-label="Section-Header"> <p>・伸び量がプラスの場合</p> </div> <div data-bbox="1813 1199 2502 1318" data-label="Text"> <p>ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がガスケットの復元量*以下であることを確認した。</p> </div> <div data-bbox="1863 1335 2502 1675" data-label="Text"> <p>※ ガスケットに締付面圧を加えていくと弾性変形が生じ、更に締付面圧を加えていくと塑性変形が生じる。塑性変形したガスケットの締付面圧を緩和した場合、弾性領域分のみが復元する性質がある。弁耐圧部の接合部のシールのため、ガスケットには塑性領域まで締付面圧を加えており、締付面圧緩和時に弾性領域分の復元が生じ、復元量以下であればシール性は確保される。ガスケットの復元量は、メーカー試験によって確認した値。</p> </div> <div data-bbox="1825 1692 2131 1722" data-label="Section-Header"> <p>・伸び量がマイナスの場合</p> </div> <div data-bbox="1813 1738 2502 1902" data-label="Text"> <p>伸び量がマイナスの場合は、<u>弁耐圧部の接合部は圧縮されることになる。弁耐圧部の接合部については、ボンネットフランジとリフト制限板がメタルタッチしており、それ以上ガスケットが圧縮しない構造となっていることから、</u></p> </div>	<div data-bbox="2534 705 2810 869" data-label="Text"> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、「別図3-1」に記載。</p> </div> <div data-bbox="2534 1782 2810 1902" data-label="Text"> <p>・設備設計の相違 【東海第二】 島根2号炉の安全弁は、</p> </div>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>a. 伸び量によるフランジの評価</p> <p>(a) 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの発生応力</li> <li>④' = (1,000 × ①' × ②') / (0.2 × ③')</li> <li>⑧' = (π × ⑤' × 8.2 / 4) × (⑤' + 8 × ⑥' × ⑦')</li> <li>⑨' = ④' - ⑧'</li> <li>⑩' = ⑨' / ②'</li> <li>⑫' = ⑩' / ⑪'</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>①' : 締付けトルク値 (N・m)</li> <li>②' : ボンネットボルト本数 (本)</li> <li>③' : ボンネットボルト外径 (mm)</li> <li>④' : ボンネットボルト締付けトルクによる全締付荷重 (N)</li> <li>⑤' : ガasket反力円の直径 (mm)</li> <li>⑥' : ガasket有効幅 (mm)</li> <li>⑦' : ガasket係数</li> <li>⑧' : 8.2MPaの加圧に必要な最小荷重 (N)</li> <li>⑨' : 不足する荷重 (N)</li> <li>⑩' : ボンネットボルト1本当たりに発生する荷重 (N)</li> <li>⑪' : ボンネットボルト径面積 (mm<sup>2</sup>)</li> <li>⑫' : ボンネットボルトの発生応力 (MPa)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの内圧による伸び量</li> <li>⑦ = (⑫' × (① + ②)) / ③</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>③ : ボンネットボルト材料の縦弾性係数 (MPa at 288℃)</li> <li>⑦ : ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</li> </ul> <p>(b) 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの熱による伸び量</li> </ul>	<p>ボンネットナット座面及びボンネットフランジとリフト制限板の合わせ面の発生応力が材料の許容応力を下回ることを確認した。</p> <p>a. 伸び量によるフランジの評価</p> <p>(a) 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの発生応力</li> <li>④' = (1000 × ①' × ②') / (0.2 × ③')</li> <li>⑧' = (π × ⑤' × 7.4 / 4) × (⑤' + 8 × ⑥' × ⑦')</li> <li>⑨' = ④' - ⑧'</li> <li>⑩' = ⑨' / ②'</li> <li>⑫' = ⑩' / ⑪'</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>①' : 締付けトルク値 (N・m)</li> <li>②' : ボンネットボルト本数 (本)</li> <li>③' : ボンネットボルト外径 (mm)</li> <li>④' : ボンネットボルト締付トルクによる全締付荷重 (N)</li> <li>⑤' : ガasket反力円の直径 (mm)</li> <li>⑥' : ガasket有効幅 (mm)</li> <li>⑦' : ガasket係数</li> <li>⑧' : 7.4MPaの加圧に必要な最小荷重 (N)</li> <li>⑨' : 不足する荷重 (N)</li> <li>⑩' : ボンネットボルト1本当たりに発生する荷重 (N)</li> <li>⑪' : ボンネットボルト径面積 (mm<sup>2</sup>)</li> <li>⑫' : ボンネットボルトの発生応力 (MPa)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの内圧による伸び量</li> <li>⑦ = (⑫' × (① + ②)) / ③</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>③ : ボンネットボルト材料の縦弾性係数 (MPa at 288℃)</li> <li>⑦ : ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</li> </ul> <p>(b) 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの熱による伸び量</li> </ul>	<p>ボンネットフランジとリフト制限板がメタルタッチする構造。</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>⑧=④×(①+②)×(288℃-20℃※)</p> <p>①: ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②: 弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>④: ボンネットボルト線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑧: ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>・ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量</p> <p>⑨=⑤×①×(288℃-20℃)+⑥×②×(288℃-20℃※)</p> <p>①: ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②: 弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>⑤: ボンネットフランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑥: 弁箱フランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑨: ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>(c) 伸び量 伸び量 (mm) =⑦+⑧-⑨</p> <p>⑦: ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</p> <p>⑧: ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>⑨: ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>b. ボンネット座面の面圧 ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重⑧' をボンネットナット座面の面積 S で除し面圧を算出する。</p> <p>・ボンネットナット座面の面積 (ナット座面丸面の場合) <math>S=(a^2-b^2)/4 \times \pi</math></p>	<p>⑧=④×(①+②)×(288℃-20℃※)</p> <p>①: ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②: 弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>④: ボンネットボルト線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑧: ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>・ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量</p> <p>⑨=⑤×①×(288℃-20℃)+⑥×②×(288℃-20℃※)</p> <p>①: ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②: 弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>⑤: ボンネットフランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑥: 弁箱フランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑨: ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>(c) 伸び量 伸び量 (mm) =⑦+⑧-⑨</p> <p>⑦: ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</p> <p>⑧: ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>⑨: ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>b. ボンネット座面の面圧 ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重⑧' をボンネットナット座面の面積 S で除し面圧を算出する。<u>ボンネットナット座面を別図 3-2 に示す。</u></p> <p>・ボンネットナット座面の面積 (ナット座面丸面の場合) <math>S=(a^2-b^2)/4 \times \pi</math></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネットナット座面の面積 (ナット座面平面の場合)  <math>S = (\sqrt{3}/16 \times a^2 \times 6) - (b^2 \times \pi / 4)</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネット座面の面圧  <math>d = \textcircled{8}' / (S \times c)</math>  c : ボンネットボルト本数 (本)  d : ボンネットナット応力 (MPa)  S : ボンネットナット面面積 (MPa)</p> <p>c. ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧  ボンネットボルト締付荷重として評価された<math>\textcircled{8}'</math>を合わせ面の面積 S で除し面圧を算出する。</p> <p>・ボンネットフランジ及びリフト制限板の合わせ面の面積  <math>S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math>  a : メタルタッチ部外径 (mm)  b : メタルタッチ部内径 (mm)  S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネットフランジ及びリフト制限板の合わせ面の面圧</p>	<p>a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネットナット座面の面積 (ナット座面平面の場合)  <math>S = (\sqrt{3}/16 \times a^2 \times 6) - (b^2 \times \pi / 4)</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネットナット座面の面圧  <math>d = \textcircled{8}' / (S \times c)</math>  c : ボンネットボルト本数 (本)  d : ボンネットナット応力 (MPa)  S : ボンネットナット面面積 (MPa)</p> <div data-bbox="1923 982 2315 1228" style="text-align: center;"> </div> <p>別図3-2 ボンネットナット座面</p> <p>c. ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧  ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重<math>\textcircled{8}'</math>を合わせ面の面積 S で除し面圧を算出する。<u>ボンネットフランジとリフト制限板の合わせ面を別図3-3に示す。</u></p> <p>・ボンネットフランジ及びリフト制限面の合わせ面の面積  <math>S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math>  a : メタルタッチ部外径 (mm)  b : メタルタッチ部内径 (mm)  S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</p> <p>・ボンネットフランジ及びリフト制限板の合わせ面の面圧</p>	<p>備考</p> <p>・記載方針の相違  【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><math>d = \text{⑧}' / S</math></p> <p>d : メタルタッチ部応力 (MPa)</p> <p>S : メタルタッチ部面積 (<math>\text{mm}^2</math>)</p> <p>1.3 評価結果</p> <p>逃がし弁の各部位について評価した結果、別第 4-2 表から別第 4-6 表に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p><math>d = \text{⑧}' / S</math></p> <p>d : メタルタッチ部応力 (MPa)</p> <p>S : メタルタッチ部面積 (<math>\text{mm}^2</math>)</p>  <p>別図 3-3 ボウネットフランジとリフト制限板の合わせ面</p> <p>1.3 評価結果</p> <p>逃がし弁の各部位について評価した結果、別表 3-1 から 3-7 に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>ISLO CA 発生時の圧力 (7.4MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・記載方針の相違【東海第二】</li> <li>・評価方針の相違【東海第二】</li> </ul>



別第4-2表 評価結果 (弁座)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	D <sub>0</sub> : 外径 (mm)	S : 使用温度における許容引張応力 (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	計算上必要な厚さ (mm)
弁座	SUS304	8.2	19	110	2.8	0.7

別第4-3表 評価結果 (弁体)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	A : 弁体最小断面積 (mm <sup>2</sup> )	D : 弁座口の径 (mm)	許容せん断応力* (MPa)	発生せん断応力 (MPa)
弁体	SUS304	8.2	19	15	88	81

※ ボイラー構造規格より設計の許容値として0.8Sを適用した。

別第4-4表 評価結果 (弁本体の耐圧部)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	d : 内径 (mm)	S : 設計降伏点 (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	計算上必要な厚さ (mm)
弁本体の耐圧部	SCPH2	8.2	50	191	9.0	1.2

別表3-1 評価結果 (弁座)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	D <sub>0</sub> : 外径 (mm)	S : 使用温度における許容引張応力 (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	必要な最小厚さ (mm)
RV222-1A 弁座		7.4		110		0.8

別表3-2 評価結果 (弁体)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	A : 弁体最小断面積 (mm <sup>2</sup> )	D : 弁座口の径 (mm)	許容せん断応力* (MPa)	発生せん断応力 (MPa)
RV222-1A 弁体		7.4	60.04		88	41

\* : ボイラー構造規格より設計の許容値として0.8Sを適用した。

別表3-3 評価結果 (弁本体の耐圧部)

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	d : 内径 (mm)	S : 設計引張強さ (MPa)	実機最小厚さ (mm)	必要最小厚さ (mm)
RV222-1A 弁本体の耐圧部		7.4		438		0.3

・評価結果の相違  
【東海第二】

別第 4-5 表 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットボルトの伸び量)

評価部位	①ボンネットフランジの厚さ (ふた) (mm)	②弁箱フランジの厚さ (mm)	③縦弾性係数 (ボンネットボルト) (MPa)	④線膨張係数 (ボンネットボルト) (mm/mm°C)	ボンネットボルトの材料	⑤線膨張係数 (ボンネットフランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑥線膨張係数 (弁箱フランジ) (mm/mm°C)	弁箱フランジの材料	⑦ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)	⑧ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)	⑨ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)	⑩伸び量 (mm)
弁耐圧部の接合部	16	16	183,960	1.29E-05	S45C	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	-0.003	0.111	0.111	-0.003

別第 4-6 表 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットボルトの発生応力)

評価部位	①締付トルク値 (N・m)	②ボンネットボルトの本数 (本)	③ボンネットボルト外径 (mm)	④ボンネットボルト締付トルクによる全締付荷重 (N)	⑤ボルトの反力田の直径 (mm)	⑥ボルトの有効幅 (mm)	⑦ボルトの係数	⑧8.2MPaの加圧に必要な最小荷重 (N)	⑨不足する荷重 (N)	⑩ボンネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)	⑪ボンネットボルトの径面積 (mm <sup>2</sup> )	⑫ボンネットボルトの発生応力 (MPa)
弁耐圧部の接合部	25.01	6	12	62,525	62.5	3.25	2.75	53,937	8,588	-1,431	80.21	18

別表 3-4 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットボルトの伸び量)

弁番号	①ボンネットフランジの厚さ (ふた) (mm)	②弁箱フランジの厚さ (mm)	③縦弾性係数 (ボンネットボルト) (MPa)	④線膨張係数 (ボンネットボルト) (mm/mm°C)	ボンネットボルトの材料	⑤線膨張係数 (ボンネットフランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑥線膨張係数 (弁箱フランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑦ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)	⑧ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)	⑨ボンネットボルトと弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)	⑩ボンネットボルトの径面積 (mm <sup>2</sup> )	⑪伸び量 (mm)
RV222-1A	183960	1.29E-05	183960	1.29E-05	S45C	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	-0.003	0.131	0.131	-16	-0.003

別表 3-5 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットボルトの発生応力)

弁番号	①締付トルク値 (N・m)	②ボンネットボルトの本数 (本)	③ボンネットボルト外径 (mm)	④ボンネットボルト締付による全締付荷重 (N)	⑤ボルトの反力田の直径 (mm)	⑥ボルトの有効幅 (mm)	⑦ボルトの係数	⑧7.4MPa加圧に必要な最小荷重 (N)	⑨不足する荷重 (N)	⑩ボンネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)	⑪ボンネットボルトの径面積 (mm <sup>2</sup> )	⑫ボンネットボルトの発生応力 (MPa)
RV222-1A	25.01	6	12.0	62525	62.5	3.25	2.75	54531	7994	1332	84.30	-16

別表 3-6 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットナット座面の面圧)

弁番号	ボンネットナットの呼び径 (mm)	ボンネットナットの直径 (mm)	ボンネットナットの穴径 (mm)	Sボンネットナットの径面積 (mm <sup>2</sup> )	c ボンネットボルトの本数 (本)	⑧7.4MPa加圧に必要な最小荷重 (N)	d ボンネットナット座面の発生応力 (MPa)
RV222-1A	M12	134.8	134.8	134.8	6	54531	632

別表 3-7 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットフランジとリフト制限板の合せ面の面圧)

弁番号	ボンネットフランジの材料	リフト制限板の材料	a ボンネットフランジの外径 (mm)	b ボンネットフランジの内径 (mm)	S ボンネットフランジの面積 (mm <sup>2</sup> )	⑧7.4MPa加圧に必要な最小荷重 (N)	d ボンネットフランジとリフト制限板の合せ面の応力 (MPa)	リフト制限板の許容応力 (MPa)
RV222-1A	SCPH2	SCPH2	134.8	134.8	134.8	54531	52	392

・評価結果の相違  
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																	
	<p style="text-align: right;">別紙5</p> <p>弁（逃がし弁を除く。）からの漏えいの可能性について</p> <p>逃がし弁を除く弁について、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力（8.2MPa [gage]）及び原子炉冷却材温度（288℃）が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p>ここで、以下の弁については隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時の圧力、温度以上で設計していることから破損が発生しないことを確認した。</p> <p style="text-align: center;"><u>別第5-1表 弁の設計圧力・温度</u></p> <table border="1" data-bbox="973 1020 1679 1066"> <thead> <tr> <th>機器等</th> <th>弁番号</th> <th>設計圧力</th> <th>設計温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>プロセス弁</td> <td>F023, F051A</td> <td>8.62MPa</td> <td>302℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、以下の弁は設計・建設規格第I編 別表1にて温度300℃における許容圧力を確認し、加圧時の圧力を上回ることから、破損は発生しないことを確認した。</p>	機器等	弁番号	設計圧力	設計温度	プロセス弁	F023, F051A	8.62MPa	302℃	<p style="text-align: right;">別紙4</p> <p>弁（逃がし弁を除く。）からの漏えいの可能性について</p> <p>逃がし弁を除く弁について、<u>I S L O C A発生時の圧力（7.4MPa [gage] *）及び原子炉冷却材温度（288℃）が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p><u>*弁開放直後の圧力上昇に比べ、弁開放から10秒程度以降の構造材の温度上昇に伴う耐力低下の方が、系統全体への影響が大きい</u>ため、<u>静定圧力を採用した。</u></p> <p>ここで、以下の弁については隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時の圧力、温度以上で設計していることから破損が発生しないことを確認した。</p> <p style="text-align: center;"><u>別表4-1 弁の設計圧力・温度</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 1010 2487 1283"> <thead> <tr> <th colspan="2">機器等</th> <th>弁番号</th> <th>設計圧力</th> <th>設計温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">弁</td> <td rowspan="3">プロセス弁</td> <td>MV222-5A</td> <td>8.62MPa</td> <td>302℃</td> </tr> <tr> <td>MV222-11A</td> <td>10.4MPa</td> <td>302℃</td> </tr> <tr> <td>MV222-13</td> <td>8.62MPa</td> <td>302℃</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">その他 の弁</td> <td>ベント弁</td> <td>V222-507AX</td> <td>8.62MPa</td> <td>302℃</td> </tr> <tr> <td>ドレン弁</td> <td>V222-530AX</td> <td>10.4MPa</td> <td>302℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、以下の弁は設計・建設規格第I編 別表1にて温度300℃における許容圧力を確認し、加圧時の圧力を上回ることから、破損は発生しないことを確認した。</p>	機器等		弁番号	設計圧力	設計温度	弁	プロセス弁	MV222-5A	8.62MPa	302℃	MV222-11A	10.4MPa	302℃	MV222-13	8.62MPa	302℃	その他 の弁	ベント弁	V222-507AX	8.62MPa	302℃	ドレン弁	V222-530AX	10.4MPa	302℃	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【東海第二】</p>
機器等	弁番号	設計圧力	設計温度																																	
プロセス弁	F023, F051A	8.62MPa	302℃																																	
機器等		弁番号	設計圧力	設計温度																																
弁	プロセス弁	MV222-5A	8.62MPa	302℃																																
		MV222-11A	10.4MPa	302℃																																
		MV222-13	8.62MPa	302℃																																
その他 の弁	ベント弁	V222-507AX	8.62MPa	302℃																																
	ドレン弁	V222-530AX	10.4MPa	302℃																																



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
	<p>(2) 弁耐圧部の接合部の評価</p> <p><u>設計・建設規格「VVC-3310 弁箱と弁ふたがフランジ結合の弁のフランジ応力評価」を適用しボルトの必要な断面積及び許容応力を算出し、実機のボルトの断面積がボルトの必要な断面積を上回り、かつ発生応力が許容応力を下回ることを確認した。</u></p> <p><u>別第 5-3 表 ボルトの必要な断面積と許容応力</u></p> <table border="1" data-bbox="967 590 1688 716"> <thead> <tr> <th>弁番号</th> <th>ボルトの実機の断面積 (mm<sup>2</sup>)</th> <th>ボルトの必要な断面積 (mm<sup>2</sup>)</th> <th>発生応力 (MPa)</th> <th>許容応力 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F086</td> <td>901</td> <td>694</td> <td>117</td> <td>177</td> </tr> <tr> <td>F080A</td> <td>901</td> <td>833</td> <td>116</td> <td>177</td> </tr> <tr> <td>F060A</td> <td>321</td> <td>190</td> <td>98</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>FF029-201</td> <td>601</td> <td>318</td> <td>73</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>FF029-202</td> <td>601</td> <td>318</td> <td>73</td> <td>165</td> </tr> </tbody> </table> <p>上記の条件を満たさない弁については、ボンネットボルトの内圧と熱による伸び量及びボンネットフランジと弁箱の熱による伸び量を評価し、ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がプラスの場合とマイナスの場合について評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伸び量がプラスの場合 ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がガスケットの復元量※<sup>3</sup>を下回ることを確認した。</li> <li>※3 ガスケットに締付面圧を加えていくと弾性変形が生じ、更に締付面圧を加えていくと塑性変形が生じる。塑性変形したガスケットの締付面圧を緩和した場合、弾性領域のみが復元する性質がある。弁耐圧部の接合部のシールのため、ガスケットには塑性領域まで締付面圧を加えており、締付面圧緩和時に弾性領域分の復元が生じ、復元量以下であればシール性は確保される。ガスケットの復元量は、メーカー試験によって確認した値。</li> <li>伸び量がマイナスの場合 伸び量がマイナスの場合は、弁耐圧部の接合部は増し締めされることになることから、ボンネットナット座面の発生応力が材料の許容応力を下回ること、ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面がメタルタッチする弁については合わせ面の発生応力が材料の許容応力を下回ることを確認した。</li> </ul>	弁番号	ボルトの実機の断面積 (mm <sup>2</sup> )	ボルトの必要な断面積 (mm <sup>2</sup> )	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	F086	901	694	117	177	F080A	901	833	116	177	F060A	321	190	98	165	FF029-201	601	318	73	165	FF029-202	601	318	73	165	<p>(2) 弁耐圧部の接合部の評価</p> <p>弁本体の耐圧部の接合部については、ボンネットボルトの内圧と熱による伸び量及びボンネットフランジと弁箱の熱による伸び量を評価し、ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がプラスの場合とマイナスの場合について評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伸び量がプラスの場合 ボンネットボルトの伸び量からボンネットフランジと弁箱フランジの伸び量を差し引いた伸び量がガスケットの復元量※<sup>3</sup>を下回ることを確認した。</li> <li>※3 ガスケットに締付面圧を加えていくと弾性変形が生じ、更に締付面圧を加えていくと塑性変形が生じる。塑性変形したガスケットの締付面圧を緩和した場合、弾性領域のみが復元する性質がある。弁耐圧部の接合部のシールのため、ガスケットには塑性領域まで締付面圧を加えており、締付面圧緩和時に弾性領域分の復元が生じ、復元量以下であればシール性は確保される。ガスケットの復元量は、メーカー試験によって確認した値。</li> <li>伸び量がマイナスの場合 伸び量がマイナスの場合は、弁耐圧部の接合部は増し締めされることになることから、ボンネットナット座面の発生応力が材料の許容応力を下回ること、ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面がメタルタッチする弁については合わせ面の発生応力が材料の許容応力を下回ることを確認した。</li> </ul>	<p>・評価方針の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2号炉は、当該評価によるスクリーニングを実施しておらず、全ての評価を実施している。</p>
弁番号	ボルトの実機の断面積 (mm <sup>2</sup> )	ボルトの必要な断面積 (mm <sup>2</sup> )	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)																													
F086	901	694	117	177																													
F080A	901	833	116	177																													
F060A	321	190	98	165																													
FF029-201	601	318	73	165																													
FF029-202	601	318	73	165																													

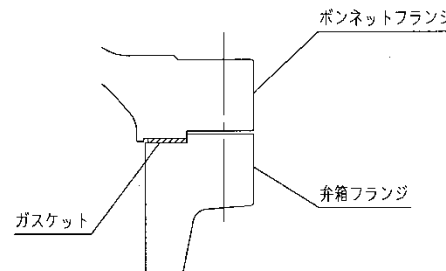
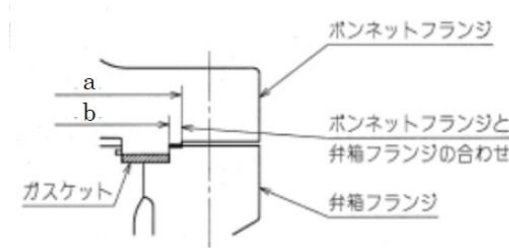
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>a. 伸び量によるフランジの評価</p> <p>(a) 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの発生応力</li> <li>④' = (1,000 × ①' × ②') / (0.2 × ③')</li> <li>⑧' = (π × ⑤' × 8.2 / 4) × (⑤' + 8 × ⑥' × ⑦')</li> <li>⑨' = ④' - ⑧'</li> <li>⑩' = ⑨' / ②'</li> <li>⑫' = ⑩' / ⑪'</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>①' : 締付けトルク値 (N・m)</li> <li>②' : ボンネットボルト本数 (本)</li> <li>③' : ボンネットボルト外径 (mm)</li> <li>④' : ボンネットボルト締付けトルクによる全締付荷重 (N)</li> <li>⑤' : ガasket反力円の直径 (mm)</li> <li>⑥' : ガasket有効幅 (mm)</li> <li>⑦' : ガasket係数</li> <li>⑧' : 8.2MPaの加圧に必要な最小荷重 (N)</li> <li>⑨' : 不足する荷重 (N)</li> <li>⑩' : ボンネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)</li> <li>⑪' : ボンネットボルト径面積 (mm<sup>2</sup>)</li> <li>⑫' : ボンネットボルトの発生応力 (MPa)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの内圧による伸び量</li> <li>⑦ = (⑫' × (① + ②)) / ③</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>③ : ボンネットボルト材料の縦弾性係数 (MPa at 288°C)</li> <li>⑦ : ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</li> </ul> <p>(b) 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの熱による伸び量</li> <li>⑧ = ④ × (① + ②) × (288°C - 20°C)</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>④ : ボンネットボルト線膨張係数 (mm/mm°C at</li> </ul>	<p>a. 伸び量によるフランジの評価</p> <p>(a) 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの発生応力</li> <li>④' = (1000 × ①' × ②') / (0.2 × ③')</li> <li>⑧' = (π × ⑤' × 7.4 / 4) × (⑤' + 8 × ⑥' × ⑦')</li> <li>⑨' = ④' - ⑧'</li> <li>⑩' = ⑨' / ②'</li> <li>⑫' = ⑩' / ⑪'</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>①' : 締付トルク値 (N・m)</li> <li>②' : ボンネットボルト本数 (本)</li> <li>③' : ボンネットボルト外径 (mm)</li> <li>④' : ボンネットボルト締付トルクによる全締付荷重 (N)</li> <li>⑤' : ガasket反力円の直径 (mm)</li> <li>⑥' : ガasket有効幅 (mm)</li> <li>⑦' : ガasket係数</li> <li>⑧' : 7.4MPaの加圧に必要な最小荷重 (N)</li> <li>⑨' : 不足する荷重 (N)</li> <li>⑩' : ボンネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)</li> <li>⑪' : ボンネットボルト径面積 (mm<sup>2</sup>)</li> <li>⑫' : ボンネットボルトの発生応力 (MPa)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの内圧による伸び量</li> <li>⑦ = (⑫' × (① + ②)) / ③</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>③ : ボンネットボルト材料の縦弾性係数 (MPa at 288°C)</li> <li>⑦ : ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</li> </ul> <p>(b) 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボンネットボルトの熱による伸び量</li> <li>⑧ = ④ × (① + ②) × (288°C - 20°C)</li> <li>① : ボンネットフランジ厚さ (mm)</li> <li>② : 弁箱フランジ厚さ (mm)</li> <li>④ : ボンネットボルト線膨張係数 (mm/mm°C at 288°C)</li> </ul>	<p>備考</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>288℃)</p> <p>⑧：ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>・ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量</p> <p>⑨ = ⑤ × ① × (288℃ - 20℃) + ⑥ × ② × (288℃ - 20℃)</p> <p>①：ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②：弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>⑤：ボンネットフランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑥：弁箱フランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑨：ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>(c) 伸び量</p> <p>伸び量 (mm) = ⑦ + ⑧ - ⑨</p> <p>⑦：ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</p> <p>⑧：ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>⑨：ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>b. ボンネット座面の面圧</p> <p>ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重⑧' をボンネットナット座面の面積 S で除し面圧を算出する。</p>	<p>⑧：ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>・ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量</p> <p>⑨ = ⑤ × ① × (288℃ - 20℃) + ⑥ × ② × (288℃ - 20℃※)</p> <p>①：ボンネットフランジ厚さ (mm)</p> <p>②：弁箱フランジ厚さ (mm)</p> <p>⑤：ボンネットフランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑥：弁箱フランジ線膨張係数 (mm/mm℃ at 288℃)</p> <p>⑨：ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>※ 伸び量を大きく見積もるため、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生前後の温度差を大きくするように保守的に低めの温度を設定</p> <p>(c) 伸び量</p> <p>伸び量 (mm) = ⑦ + ⑧ - ⑨</p> <p>⑦：ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)</p> <p>⑧：ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)</p> <p>⑨：ボンネットフランジと弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)</p> <p>b. ボンネットナット座面の面圧</p> <p>ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重⑧' をボンネットナット座面の面積 S で除し面圧を算出する。<u>ボンネットナット座面を別図 4-1, 4-2 に示す。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ボンネットナット座面の面積 (ナット座面丸面の場合)  <math>S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li>   <li>• ボンネットナット座面の面積 (ナット座面平面の場合)  <math>S = (\sqrt{3} / 16 \times a^2 \times 6) - (b^2 \times \pi / 4)</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li>   <li>• ボンネット座面の面圧  <math>d = \textcircled{8}' / (S \times c)</math>  c : ボンネットボルト本数 (本)  d : ボンネットナット応力 (MPa)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ボンネットナット座面の面積 (ナット座面丸面の場合)  <math>S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li>   <li>• ボンネットナット座面の面積 (ナット座面平面の場合)  <math>S = (\sqrt{3} / 16 \times a^2 \times 6) - (b^2 \times \pi / 4)</math>  a : ボンネットナット面外径 (mm)  b : ボンネット穴径 (mm)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li>   <li>• ボンネットナット座面の面圧  <math>d = \textcircled{8}' / (S \times c)</math>  c : ボンネットボルト本数 (本)  d : ボンネットナット応力 (MPa)  S : ボンネットナット面面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul>	



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>c. ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧 ボンネットボルト締付荷重として評価された⑧' を合わせ面の面積 S で除し面圧を算出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボンネットフランジ及びリフト制限板の合わせ面の面積  <math display="block">S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>a : メタルタッチ部外径 (mm)</li> <li>b : メタルタッチ部内径 (mm)</li> <li>S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> <li>ボンネットフランジ及びリフト制限板の合わせ面の面圧  <math display="block">d = \text{⑧}' / S</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>d : メタルタッチ部応力 (MPa)</li> <li>S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> </ul>	<div data-bbox="1804 268 2415 499" data-label="Image"> </div> <p>別図4-1 <u>ボンネットナット座面&lt;ナット座面丸面&gt;</u></p> <div data-bbox="1935 634 2374 890" data-label="Image"> </div> <p>別図4-2 <u>ボンネットナット座面&lt;ナット座面平面&gt;</u></p> <p>c. ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧 ボンネットボルト締付荷重として評価された荷重⑧' を合わせ面の面積 S で除し面圧を算出する。<u>ボンネットボルト締付時のボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面を別図4-3, 別図4-4に示す。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面の面積  <math display="block">S = (a^2 - b^2) / 4 \times \pi</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>a : メタルタッチ部外径 (mm)</li> <li>b : メタルタッチ部内径 (mm)</li> <li>S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> <li>ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面の面圧  <math display="block">d = \text{⑧}' / S</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>d : メタルタッチ部応力 (MPa)</li> <li>S : メタルタッチ部面積 (mm<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> </ul>	<p>・記載方針の相違 【東海第二】</p> <p>・記載方針の相違 【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>1.3 評価結果</p> <p>弁（逃がし弁を除く。）の各部位について評価した結果、別第5-4表から別第5-7表に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	 <p>別図4-3 ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面 ＜パターン1＞</p>  <p>別図4-4 ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面 ＜パターン2＞</p> <p>2. 評価結果</p> <p>弁（逃がし弁を除く。）の各部位について評価した結果、別第4-3表から別第4-7表に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>I S L O C A発生時の圧力 (7.4MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>・記載方針の相違 【東海第二】</p> <p>・記載方針の相違 【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p>

別第5-4表 弁耐圧部の強度評価結果

評価部位	材料	P : 内圧 (MPa)	d : 内径 (mm)	S : 設計降伏点 (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	計算上必要な厚さ (mm)
F003A	SCPH2	8.2	480	191	22.0	10.6
F016A	SCPL1	8.2	416	186	20.0	9.5
F024A	SCPL1	8.2	480	186	24.0	10.9
F027A	SCPH2	8.2	144	191	10.0	3.2
F031A	SCPH2	8.2	444.5	191	22.5	9.8
F047A	SCPH2	8.2	480	191	22.0	10.6
F048A	SCPH2	8.2	660	191	31.0	14.6
F049	SCPH2	8.2	184	191	7.0	4.1
F063A	SCPH2	8.2	184	191	11.0	4.1
F086	SCPH2	8.2	90	191	8.0	2.0
F098A	SCPH2	8.2	500	191	23.0	11.1
F170A	SCPL1	8.2	280	186	16.0	6.4
F065A	SCPH2	8.2	136.5	191	8.0	3.1
F072A	SCPH2	8.2	184	191	11.0	4.1
F080A	SCPH2	8.2	102	191	9.0	2.3
F060A	SCPH2	8.2	54	191	6.5	1.2
FF029-201	SUS304	8.2	45	128	12.5	1.5
FF029-202	SUS304	8.2	45	128	12.5	1.5

別表4-3 弁耐圧部の強度評価結果

弁番号	材料	P : 内圧 (MPa)	d : 内径 (mm)	S : 設計引張強さ Su (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	必要な最小厚さ (mm)
V222-1A		7.4		407		2.9
V222-3A		7.4		407		3.0
V222-12A		7.4		407		1.8
V222-39		7.4		438		0.9
V222-37A		7.4		438		0.9
V222-83		7.4		438		0.9
V222-504A		7.4		438		0.9
MV222-2A		7.4		407		3.3
MV222-3A		7.4		407		3.0
MV222-15A		7.4		407		2.3
MV222-16A		7.4		438		0.9
MV222-20		7.4		438		0.9
MV222-22A		7.4		407		3.0
MV229-3A		7.4		379		0.4
CV222-1		7.4		438		0.8

【プロセス弁】

【サンプル弁】

弁番号	材料	P : 内圧 (MPa)	d : 内径 (mm)	S : 設計引張強さ Su (MPa)	実機の最小厚さ (mm)	必要な最小厚さ (mm)
AV222-706A		7.4		420		0.2
MV278-402		7.4		357		0.2

・評価結果の相違  
【東海第二】

別第5-5 表 弁耐圧部の接合部評価結果 (ボンネットボルトの伸び量)

弁番号	①ボンネットフランジの厚さ (ふた) (mm)	②弁箱フランジの厚さ (mm)	③縦断係数 (ボンネットボルト) (MPa)	④縦断係数 (ボンネットボルト) (mm/mm°C)	ボンネットボルトの材料	⑤縦断係数 (ボンネットフランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑥縦断係数 (弁箱フランジ) (mm/mm°C)	弁箱フランジの材料	⑦ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)	⑧ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)	⑨ボンネットフランジ及び弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)	⑩伸び量 (mm)	ボルトの復元量
F003A	66	66	186,960	1.33E-05	A193 B7	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	-0.004	0.469	0.457	0.008	0.1
F016A	62	62	186,960	1.33E-05	A320 L7	1.29E-05	SCPL1	1.29E-05	SCPL1	-0.007	0.440	0.429	0.004	0.1
F024A	50	50	186,960	1.33E-05	A320 L7	1.29E-05	SCPL1	1.29E-05	SCPL1	-0.032	0.355	0.346	-0.023	-
F027A	36	36	186,960	1.33E-05	A193 B7	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	0.008	0.256	0.249	0.015	0.1
F031A	58	64	186,960	1.29E-05	SCM435	1.29E-05	ASTM A515	1.29E-05	SCPH2	-0.029	0.422	0.422	-0.029	-
F047A	66	66	186,960	1.33E-05	A193 B7	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	-0.004	0.469	0.457	0.008	0.1
F048A	65	65	186,960	1.33E-05	A193 B7	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	0.051	0.462	0.450	0.063	0.1
F049	41	41	186,960	1.33E-05	A193 B7	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	-0.006	0.291	0.284	0.001	0.1
F063A	24	26	186,960	1.29E-05	SCM435	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	0.011	0.173	0.173	0.011	0.2
F098A	50	54	186,960	1.29E-05	SCM435	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	0.032	0.360	0.360	0.032	0.2
F170A	47	53	186,960	1.29E-05	SNB7	1.29E-05	SCPL1	1.29E-05	SCPL1	0.016	0.346	0.346	0.016	0.2
F065A	27	0*	186,960	1.29E-05	SCM435	1.32E-05	S25C	-	-	-0.013	0.093	0.096	-0.016	-
F072A	24	26	186,960	1.29E-05	SCM435	1.29E-05	SCPH2	1.29E-05	SCPH2	0.011	0.173	0.173	0.011	0.2

※ 弁箱がフランジを持たない構造のため、値を0とした。

別表4-4 弁耐圧部の強度評価結果 (ボンネットボルトの伸び量)

弁番号	①ボンネットフランジの厚さ (ふた) (mm)	②弁箱フランジの厚さ (mm)	③縦断係数 (ボンネットボルト) (MPa)	④縦断係数 (ボンネットボルト) (mm/mm°C)	ボンネットボルトの材料	⑤縦断係数 (ボンネットフランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑥縦断係数 (弁箱フランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑦ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)	⑧ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)	⑨ボンネットフランジと弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)	⑩伸び量 (mm)	ボルトの復元量
V222-1A			186960	1.291E-05		1.206E-05		1.291E-05		-0.062	0.404	0.400	-0.059	-
V222-3A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.022	0.401	0.401	-0.022	-
V222-12A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.005	0.318	0.318	-0.005	-
V222-39			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.036	0.193	0.193	-0.036	-
V222-37A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.036	0.193	0.193	-0.036	-
V222-83			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.036	0.193	0.193	-0.036	-
W222-504A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.001	0.249	0.249	-0.001	-
W222-2A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.014	0.304	0.304	-0.014	-
W222-3A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.022	0.401	0.401	-0.022	-
W222-15A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.041	0.339	0.339	-0.041	-
W222-16A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.001	0.249	0.249	-0.001	-
W222-20			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.016	0.166	0.166	-0.016	-
W222-22A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.022	0.401	0.401	-0.022	-
W222-3A			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.052	0.197	0.197	-0.052	-
CV222-1			186960	1.291E-05		1.291E-05		1.291E-05		-0.028	0.249	0.249	-0.028	-

【サンプル弁】

弁番号	①ボンネットフランジの厚さ (ふた) (mm)	②弁箱フランジの厚さ (mm)	③縦断係数 (ボンネットボルト) (MPa)	④縦断係数 (ボンネットボルト) (mm/mm°C)	ボンネットボルトの材料	⑤縦断係数 (ボンネットフランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑥縦断係数 (弁箱フランジ) (mm/mm°C)	ボンネットフランジの材料	⑦ボンネットボルトの内圧による伸び量 (mm)	⑧ボンネットボルトの熱による伸び量 (mm)	⑨ボンネットフランジと弁箱フランジの熱による伸び量 (mm)	⑩伸び量 (mm)	ボルトの復元量
AV222-706A			176480	1.171E-05		1.171E-05		1.171E-05		-0.027	0.151	0.220	-0.096	-
W222-402			186960	1.291E-05		1.171E-05		1.171E-05		-0.038	0.173	0.229	-0.094	-

・評価結果の相違  
【東海第二】

・記載方針の相違  
【東海第二】

別表 4-5 弁耐圧部の接合部評価結果 (ボネットボルトの発生応力)

弁番号	① 締付トルク値 (N・m)	② ボネットボルト本数 (本)	③ ボネットボルト外径 (mm)	④ ボネットボルト締付枚数による全締付荷重 (N)	⑤ ボネットボルト反力円の直径 (mm)	⑥ ボネットボルトの有効幅 (mm)	⑦ ボネットボルトの係数	⑧ 7.4MPa加圧に必要な最小荷重 (N)	⑨ 不足する荷重 (N)	⑩ ボネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)	⑪ ボネットボルトの接面積 (mm <sup>2</sup> )	⑫ ボネットボルトの発生応力 (MPa)
V222-1A		12	30.0	1938000				1270431	667569	55631	562.1	-99
V222-3A		16	29.75	1844706				1533466	311240	19453	551.6	-35
V222-12A		12	23.8	814286				770592	43694	3641	331.7	-11
V222-39		8	16.0	360000				216228	143772	17972	150.3	-120
V222-37A		8	16.0	360000				216228	143772	17972	150.3	-120
V222-83		8	16.0	360000				216228	143772	17972	150.3	-120
V222-504A		12	15.85	370978				366883	4095	341	146.5	-2
W222-2A		20	29.75	2305882				1973260	329222	16631	551.6	-30
W222-3A		16	29.75	1844706				1533466	311240	19453	551.6	-35
W222-15A		16	32.75	2274188				1413392	860606	53788	683.5	-79
W222-16A		12	15.85	370978				366883	4095	341	146.5	-2
W222-20		8	19.85	394962				282983	112369	14034	230.8	-61
W222-22A		16	29.75	1844706				1533466	311240	19453	551.6	-35
W2229-3A		8	15.85	247319				45897	201422	25178	146.5	-172
CY222-1		8	24.0	490333				257681	292652	25332	353.0	-72

【プロセス弁】

弁番号	① 締付トルク値 (N・m)	② ボネットボルト本数 (本)	③ ボネットボルト外径 (mm)	④ ボネットボルト締付枚数による全締付荷重 (N)	⑤ ボネットボルト反力円の直径 (mm)	⑥ ボネットボルトの有効幅 (mm)	⑦ ボネットボルトの係数	⑧ 7.4MPa加圧に必要な最小荷重 (N)	⑨ 不足する荷重 (N)	⑩ ボネットボルト1本あたりに発生する荷重 (N)	⑪ ボネットボルトの接面積 (mm <sup>2</sup> )	⑫ ボネットボルトの発生応力 (MPa)
AV222-706A		4	16.0	107875				45282	62393	15648	157.0	-100
W2229-402		4	15.85	123659				40172	83487	20872	146.5	-142

【サンプル弁】

別第5-6表 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットナット座面の面圧評価結果)

弁番号	ボンネットナットの材料	ボンネットナットの呼び径 (mm)	ボンネットナットの面外径 (mm)	ボンネットナットの穴径 (mm)	ボンネットナットの面直径 (mm <sup>2</sup> )	ボンネットナットの穴面積 (mm <sup>2</sup> )	ボンネットナットの座面の面積 (mm <sup>2</sup> )	ボンネットナットの本数	ボンネットナットの締付部の発生応力 (MPa)	ボンネットナットの許容応力 (MPa)
F024A	A197 B7	M33	48	36	—	1,017.9	792	24	128	427
F031A	SCM435	M33	52.5	36	—	1,017.9	1,147	20	95	596
F065A	S45C	M16	23	19	—	283.5	132	8	202	360

別表4-6 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットナット座面の面圧評価結果)

【プロセス弁】

弁番号	ボンネットナットの材料	ボンネットナットの呼び径 (mm)	ボンネットナットの面外径 (mm)	ボンネットナットの穴径 (mm)	S ボンネットナットの面積 (mm <sup>2</sup> )	c ボンネットナットの本数 (本)	⑧ 7.4MPa 加圧に必要な最小荷重 (N)	d ボンネットナット締付部の発生応力 (MPa)	ボンネットナットの許容応力 (MPa)
V222-1A		M30			576.7	12	1270431	184	759
V222-3A		M30			665.2	16	1533466	145	604
V222-12A		M24			377.0	12	770592	171	604
V222-39		M16			96.60	8	216228	280	759
V222-37A		M16			96.60	8	216228	280	759
V222-83		M16			96.60	8	216228	280	759
V222-504A		M16			161.0	12	366883	190	604
MV222-2A		M30			665.2	20	1973260	149	604
MV222-3A		M30			665.2	16	1533466	145	604
MV222-15A		M33			791.7	16	1413592	112	604
MV222-16A		M16			161.0	12	366883	190	604
MV222-20		M20			280.4	8	282693	127	604
MV222-22A		M30			665.2	16	1533466	145	604
MV229-3A		M16			161.0	8	45897	36	604
CV222-1		M24			551.4	8	287681	66	524

【サンプル弁】

弁番号	ボンネットナットの材料	ボンネットナットの呼び径 (mm)	ボンネットナットの面外径 (mm)	ボンネットナットの穴径 (mm)	S ボンネットナットの面積 (mm <sup>2</sup> )	c ボンネットナットの本数 (本)	⑧ 7.4MPa 加圧に必要な最小荷重 (N)	d ボンネットナット締付部の発生応力 (MPa)	ボンネットナットの許容応力 (MPa)
AV222-706A		M16			214.9	4	45282	53	865
MV278-402		M16			131.9	4	40172	77	604

・評価結果の相違  
【東海第二】

別第 5-7 表 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧)

弁番号	ボンネットフランジの材料	弁箱フランジの材料	メトリック部外径 (mm)	メトリック部内径 (mm)	メトリック部面積 (mm <sup>2</sup> )	ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面の応力 (MPa)	ボンネットフランジの許容応力 (MPa)	弁箱フランジの許容応力 (MPa)
F065A	S25C	SCPH2	159	152.5	1,590.3	134	194	191

別表 4-7 弁耐圧部の接合部の評価結果 (ボンネットフランジ及び弁箱フランジの合わせ面の面圧)

【プロセス弁】

弁番号	ボンネットフランジの材料	弁箱フランジの材料	a メトリック部外径 (mm)	b メトリック部内径 (mm)	S メトリック部面積 (mm <sup>2</sup> )	⑤ 7.4MPa 加圧に必要な最小荷重 (N)	d ボンネットフランジと弁箱フランジの合わせ面の応力 (MPa)	ボンネットフランジの許容応力 (MPa)	弁箱フランジの許容応力 (MPa)
V222-1A					1.640E+04	1270431	78	438	407
V222-39					4.850E+03	216228	45	438	438
V222-37A					4.850E+03	216228	45	438	438
V222-83					4.850E+03	216228	45	438	438
CV222-1					3.148E+03	287681	92	438	438

・評価結果の相違  
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙6</p> <p style="text-align: center;">計器からの漏えいの可能性について</p> <p>計器について、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage]) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p>1. 圧力計, 差圧計</p> <p><u>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時に加圧される以下の圧力計及び差圧計は、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時の圧力以上の計装設備耐圧値を有しており、破損は発生しないことを確認した。なお、構造材の温度上昇に伴う耐力低下 (温度-30~40℃における設計引張強さに対する 288℃における設計引張強さの割合は SUS316L の場合で約 79%) を考慮しても、計装設備耐圧値は加圧時における圧力以上となる。</u></p>	<p style="text-align: right;">別紙5</p> <p style="text-align: center;">計器からの漏えいの可能性について</p> <p>計器について、<u>I S L O C A発生時の圧力 (7.4MPa [gage] *) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p><u>*弁開放直後の圧力上昇に比べ、弁開放から 10 秒程度以降の構造材の温度上昇に伴う耐力低下の方が、系統全体への影響が大きい</u>ため、<u>静定圧力を採用した。</u></p> <p>1. 圧力計, 差圧計</p> <p><u>別表 5-1 に示す圧力計及び差圧計が、I S L O C A時に過圧される範囲に設置されており、そのうち PS222-4A-1 及び PS222-4A-2 については、計器耐圧値が I S L O C A時の圧力 (7.4MPa [gage]) よりも低い</u>ため、<u>漏えい</u>とした。<u>別図 5-1 に示すように計器内部のブルドン管やその接続部で漏えいすることが想定されるため、漏えい面積は</u>株部のプロセス取合い (外径: 5mm) の断面積とした。</p> <p><u>別表 5-1 に示す圧力計及び差圧計のうち PS222-4A-1 及び PS222-4A-2 以外の計器については、隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時の圧力以上の計装設備耐圧値を有しており、破損は発生しないことを確認した。なお、構造材の温度上昇に伴う耐力低下 (温度-30~40℃における設計引張強さに対する 288℃における設計引張強さの割合は SUS316L の場合で約 79%) を考慮しても、計装設備耐圧値は加圧時における圧力以上となる。</u></p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p> <p>・評価結果の相違 【東海第二】</p>



別第 6-1 表 圧力計, 差圧計の設計圧力

計器番号	計装設備耐圧 (MPa)
PT-E12-N002A-1	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
PT-E12-N026A	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
PT-E12-N053A	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
dPT-E12-N058A	13.7 (140kg/cm <sup>2</sup> )
FT-E12-N013	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
FT-E12-N015A	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
FT-E12-N060A	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )
FT-C61-N001	14.7 (150kg/cm <sup>2</sup> )

2. 温度計

2.1 評価方針

隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時に加圧される温度計について、耐圧部となる温度計ウエルの健全性を評価した。評価手法として、日本機械学会「配管内円通状構造物の流量振動評価指針 (JSME S 012-1998)」に従い、同期振動発生回避又は抑制評価、一次応力評価並びに疲労評価を実施し、破損の有無を確認した。評価条件を別第 6-2 表に示す。

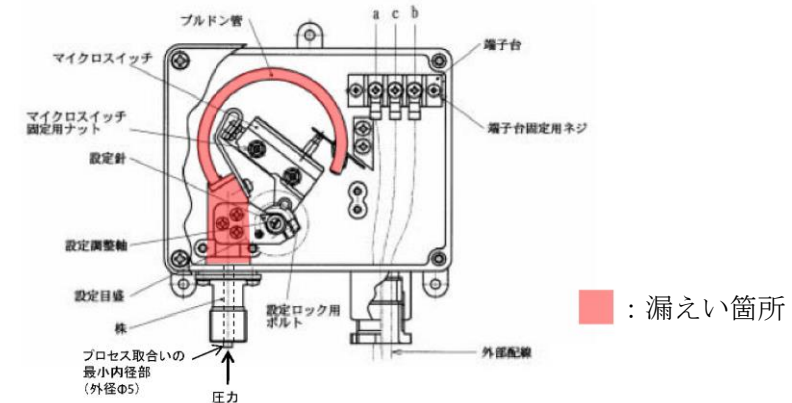
別第 6-2 表 評価条件

圧力	温度	流量	流体密度	動粘度
8.2MPa	288℃	200m <sup>3</sup> /h	736kg/m <sup>3</sup>	1.25 × 10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s

別表 5-1 計器健全性評価結果

計器番号	計器耐圧*	漏えい有無	漏えい想定箇所	漏えい面積
PS222-4A-1	5.4MPa	漏えい	プロセス取合のΦ5 導圧口	$\pi \times 5^2 / 4 = 19.63\text{mm}^2$
PS222-4A-2	4.4MPa	漏えい	プロセス取合のΦ5 導圧口	$\pi \times 5^2 / 4 = 19.63\text{mm}^2$
PX222-4A	14.7MPa	漏えいなし	—	—
FX222-1A	22.1MPa	漏えいなし	—	—
FX222-2A	22.1MPa	漏えいなし	—	—
FX222-3	22.1MPa	漏えいなし	—	—
dPX222-1A	15MPa	漏えいなし	—	—

\*計器耐圧は計器単品の耐圧試験で印加する圧力値。



別図 5-1 計器内部構造図 (例)

2. 温度計

2.1 評価方針

隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時に加圧される温度計について、耐圧部となる温度計ウエルの健全性を評価した。評価手法として、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針 (JSME S 012-1998)」に従い、同期振動発生回避または抑制評価、一次応力評価並びに疲労評価を実施し、破損の有無を確認した。評価条件を別表 5-2 に示す。

別表 5-2 温度計評価条件

圧力	温度	流量	流体密度	動粘度
7.4MPa	288℃	200m <sup>3</sup> /h	736kg/m <sup>3</sup>	1.25 × 10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s

・評価結果の相違  
【東海第二】

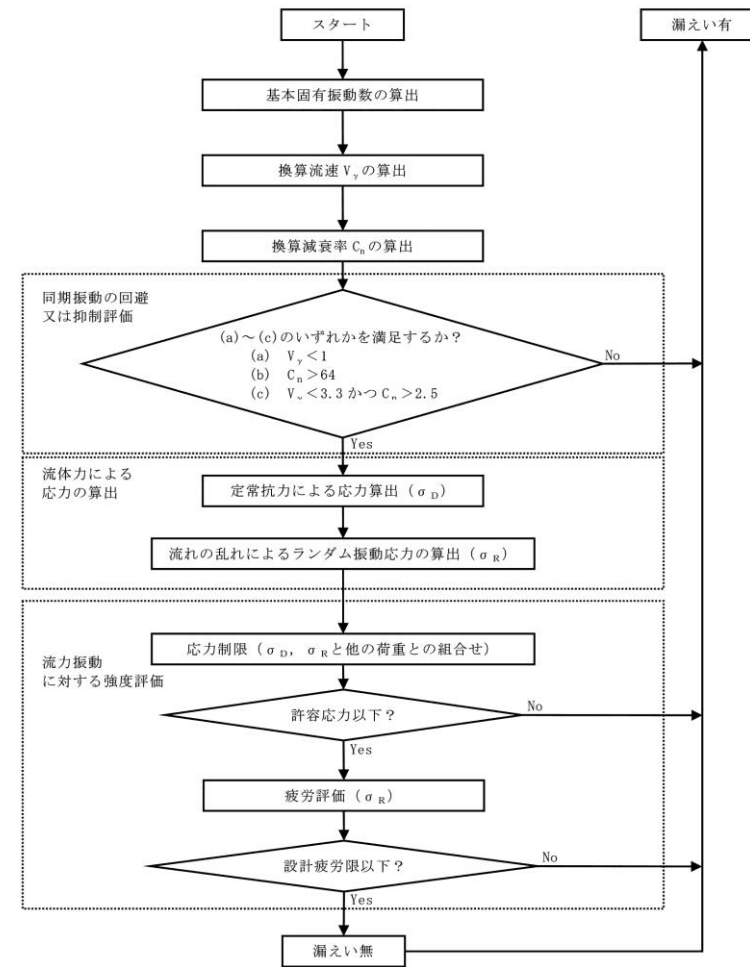
・記載方針の相違  
【東海第二】

・評価方針の相違  
【東海第二】

2.2 評価方法

(1) 評価手順

流力振動評価指針に従った評価手順を別第 6-1 図に示す。

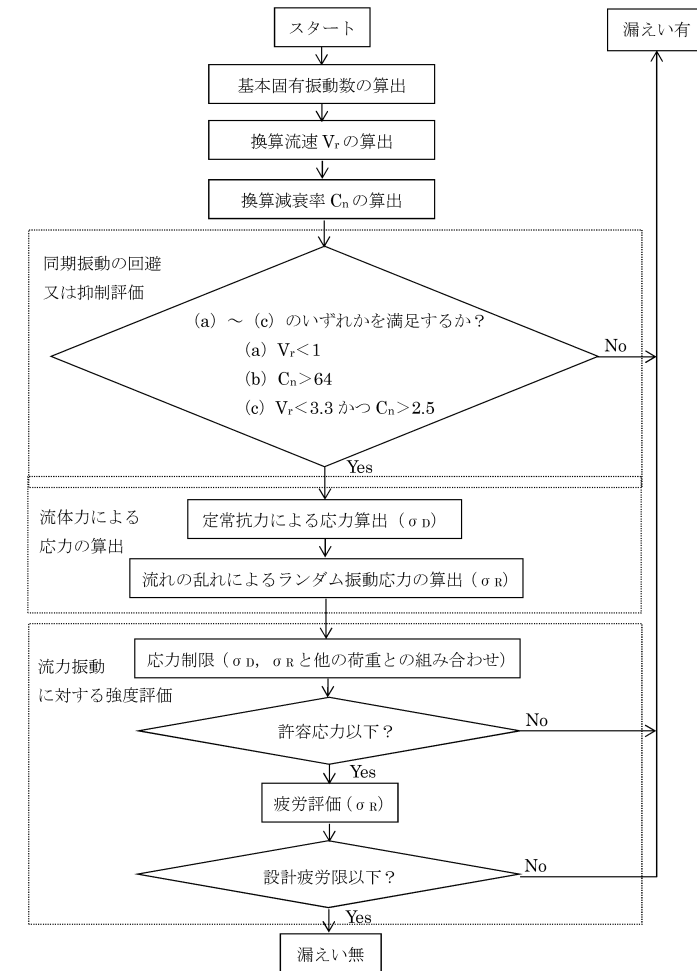


別第 6-1 図 配管内円柱状構造物の流力振動フロー

2.2 評価方法

(1) 評価手順

流力振動評価指針に従った評価手順を別図 5-2 に示す。



別図 5-2 配管内円柱状構造物の流力振動評価フロー

(2) 評価式

流力振動評価指針に従い評価を実施する場合に使用する評価式を別第6-3表に示す。

別第6-3表 評価式 (その1)

項目	評価式									
1. 各種パラメータの算定	<p>・基本固有振動数 <math>f_0</math></p> $f_0 = \frac{\lambda_0^2}{2 \cdot \pi \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$ $I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_o^4 - d_i^4)$ $\lambda_0 = 1.875$ $m = \frac{\pi}{4} \cdot \{ \rho_s \cdot (d_o^2 - d_i^2) + \rho \cdot d_o^2 \}$ <p>・換算流速 <math>V_v</math></p> $V_v = \frac{V}{f_0 \cdot d_o}$ <p>流速 <math>V</math> には流速分布が非一様 (通常, 管中心部で管壁部よりも流速は大きい。) の場合は, 構造物周辺平均流速 <math>\bar{V}</math> を用いる。</p> $\bar{V} = \frac{2 \cdot \left\{ \frac{n}{n+1} \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^{\frac{1}{n+1}} - \frac{n}{2 \cdot n+1} \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^{\frac{1}{2n+1}} \right\} \cdot (n+1)(2 \cdot n+1) \cdot V_n}{1 - \left\{ 1 - \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^2 \right\}^2}$ <p>また, 流速 <math>V</math> はエルボ等による偏流の影響を考慮して構造物周辺平均流速 <math>\bar{V}</math> に以下の割増係数を乗じた値とするが, 今回は十分な保守性が確保されていることを確認するために割増係数「2」として計算する。</p> <table border="1"> <tr> <td>割増係数</td> <td>—</td> <td>x : 偏流発生源から構造物までの距離</td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td><math>x/D \leq 3</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.25</td> <td><math>3 &lt; x/D \leq 5</math></td> <td>D : 配管内径</td> </tr> </table> <p>・換算減衰率 <math>C_n</math></p> $C_n = \frac{2 \cdot m \cdot \sigma}{\rho \cdot d_o^2}$ $\delta = 2 \cdot \pi \cdot \xi$ $\xi = 0.002 \text{ (ねじ接合)}, 0.0005 \text{ (溶接接合)}$	割増係数	—	x : 偏流発生源から構造物までの距離	1.5	$x/D \leq 3$		1.25	$3 < x/D \leq 5$	D : 配管内径
割増係数	—	x : 偏流発生源から構造物までの距離								
1.5	$x/D \leq 3$									
1.25	$3 < x/D \leq 5$	D : 配管内径								

(2) 評価式

流力振動評価指針に従い評価を実施する場合に使用する評価式を別表5-3に示す。

別表5-3 評価式 (その1)

項目	評価式									
1. 各種パラメータの算定	<p>・基本固有振動数 <math>f_0</math></p> $f_0 = \frac{\lambda_0^2}{2 \cdot \pi \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}} \dots\dots\dots (3.1)$ $I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_o^4 - d_i^4) \dots\dots\dots (3.2)$ $\lambda_0 = 1.875$ $m = \frac{\pi}{4} \cdot \{ \rho_s \cdot (d_o^2 - d_i^2) + \rho \cdot d_o^2 \} \dots\dots\dots (3.3)$ <p>・換算流速 <math>V_r</math></p> $V_r = \frac{V}{f_0 \cdot d_o} \dots\dots\dots (3.4)$ <p>流速 <math>V</math> には流速分布が非一様 (通常, 管中心部で管壁部よりも流速は大きい。) の場合は, 構造物周辺平均流速 <math>\bar{V}</math> を用いる。</p> $\bar{V} = \frac{2 \cdot \left\{ \frac{n}{n+1} \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^{\frac{1}{n+1}} - \frac{n}{2 \cdot n+1} \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^{\frac{1}{2n+1}} \right\} \cdot (n+1)(2 \cdot n+1) \cdot V_n}{1 - \left\{ 1 - \left( \frac{L_v}{D/2} \right)^2 \right\}^2} \dots\dots\dots (3.5)$ <p>また, 流速 <math>V</math> はエルボ等による偏流の影響を考慮して構造物周辺平均流速 <math>\bar{V}</math> に以下の割増係数を乗じた値とするが, 今回は十分な保守性が確保されていることを確認するために割増係数を「2」として計算する。</p> <table border="1"> <tr> <td>割増係数</td> <td>—</td> <td>x : 偏流発生源から構造物までの距離</td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td><math>x/D \leq 3</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.25</td> <td><math>3 &lt; x/D \leq 5</math></td> <td>D : 配管内径</td> </tr> </table> <p>・換算減衰率 <math>C_n</math></p> $C_n = \frac{2 \cdot m \cdot \delta}{\rho \cdot d_o^2} \dots\dots\dots (3.6)$ $\delta = 2 \cdot \pi \cdot \xi \dots\dots\dots (3.7)$ $\xi = 0.002 \text{ (ねじ接合)}, 0.0005 \text{ (溶接接合)}$	割増係数	—	x : 偏流発生源から構造物までの距離	1.5	$x/D \leq 3$		1.25	$3 < x/D \leq 5$	D : 配管内径
割増係数	—	x : 偏流発生源から構造物までの距離								
1.5	$x/D \leq 3$									
1.25	$3 < x/D \leq 5$	D : 配管内径								

別第6-3表 評価式 (その2)

項目	評価式
2. 流体力による応力の算出	<p>・定常抗力による応力 <math>\sigma_D</math></p> $\sigma_D = \frac{F_D \cdot L_e \cdot (2 \cdot L - L_e)}{2 \cdot Z}$ $F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d_o \cdot C_D$ $C_D = 1.2$ $Z = \frac{\pi \cdot (d_o^4 - d_i^4)}{32 \cdot d_o}$ <p>・ランダム振動応力振幅 <math>\sigma_R</math></p> $\rho_s = \frac{E \cdot I}{Z} \cdot y_R(L) \cdot \frac{\lambda_o^2}{L}$ $y_R(L) = 2 \cdot C_o \cdot \sqrt{\frac{\beta_o^2 \cdot G(f_o)}{64 \cdot \pi^3 \cdot m^2 \cdot f_o^3 \cdot (\xi + \xi_r)}}$ $C_o = 3.0$ $\xi_r = 0$ $\beta_o = \eta_o / \lambda_o$ $\eta_o = -\{\sinh(\kappa_o) - \sin(\kappa_o)\} + \tau_o \cdot \{\cosh(\kappa_o) + \cos(\kappa_o)\}$ $\kappa_o = \lambda_o \cdot (1 - \frac{L_e}{L})$ $\tau_o = 0.734$ $G(f_o) = (C' \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d_o)^2 \cdot \Phi(\bar{f}_o) \cdot \frac{d_o}{V}$ $C' = 0.13$ $\Phi(\bar{f}_o) = \frac{4}{1 + 4 \cdot \pi^2 \cdot \bar{f}_o^2}$ $\bar{f}_o = \frac{f_o \cdot d_o}{V}$ <p>・外圧により円柱状構造物に発生する応力 <math>\sigma_G</math>                  厚肉円筒において、外圧がかかっている場合の円周方向の応力式を使用する。</p> $\sigma_G = \frac{2 \cdot P \cdot d_o}{d_o^2 - d_i^2}$

別表5-3 評価式 (その2)

項目	評価式
2. 流体力による応力の算出	<p>・定常抗力による応力 <math>\sigma_D</math></p> $\sigma_D = \frac{F_D \cdot L_e \cdot (2 \cdot L - L_e)}{2 \cdot Z} \quad \dots\dots\dots (3.8)$ $F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d_o \cdot C_D \quad \dots\dots\dots (3.9)$ $C_D = 1.2$ $Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_o^4 - d_i^4)}{d_o} \quad \dots\dots\dots (3.10)$ <p>・ランダム振動応力振幅 <math>\sigma_R</math></p> $\sigma_R = \frac{E \cdot I}{Z} \cdot y_R(L) \cdot \frac{\lambda_o^2}{L^2} \quad \dots\dots\dots (3.11)$ $y_R(L) = 2 \cdot C_o \cdot \sqrt{\frac{\beta_o^2 \cdot G(f_o)}{64 \cdot \pi^3 \cdot m^2 \cdot f_o^3 \cdot (\xi + \xi_r)}} \quad \dots\dots (3.12)$ $C_o = 3.0$ $\xi_r = 0$ $\beta_o = \eta_o / \lambda_o \quad \dots\dots\dots (3.13)$ $\eta_o = -\{\sinh(\kappa_o) - \sin(\kappa_o)\} + \tau_o \cdot \{\cosh(\kappa_o) + \cos(\kappa_o)\} \quad \dots\dots (3.14)$ $\kappa_o = \lambda_o \cdot (1 - \frac{L_e}{L}) \quad \dots\dots\dots (3.15)$ $\tau_o = 0.734$ $G(f_o) = (C' \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d_o)^2 \cdot \Phi(\bar{f}_o) \cdot \frac{d_o}{V} \quad \dots\dots\dots (3.16)$ $C' = 0.13$ $\Phi(\bar{f}_o) = \frac{4}{1 + 4 \cdot \pi^2 \cdot \bar{f}_o^2} \quad \dots\dots\dots (3.17)$ $\bar{f}_o = \frac{f_o \cdot d_o}{V} \quad \dots\dots\dots (3.18)$ <p>・外圧により円柱状構造物に発生する応力 <math>\sigma_G</math>                  厚肉円筒において、外圧がかかっている場合の円周方向の応力式を使用する。</p> $\sigma_G = \frac{2 \cdot P \cdot d_o^2}{d_o^2 - d_i^2} \quad \dots\dots\dots (3.19)$

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																
	<p>(3) 記号説明</p> <table border="1"> <tr><td><math>B_1, B_2</math></td><td>応力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_0</math></td><td>二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_D</math></td><td>定常抗力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_n</math></td><td>換算減衰率</td></tr> <tr><td><math>C'</math></td><td>ランダム励振力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>d_o</math></td><td>構造物の代表外径 (-)</td></tr> <tr><td><math>d_i</math></td><td>構造物の代表内径 (-)</td></tr> <tr><td><math>E</math></td><td>構造物の縦弾性係数 (Pa)</td></tr> <tr><td><math>f_o</math></td><td>円柱状構造物の基本固有振動数 (Pa)</td></tr> <tr><td><math>F_D</math></td><td>単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)</td></tr> <tr><td><math>G</math></td><td>単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 (<math>N^2 \cdot s / m^2</math>)</td></tr> <tr><td><math>I</math></td><td>構造物の断面二次モーメント (<math>m^2</math>)</td></tr> <tr><td><math>K</math></td><td>応力集中係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>L</math></td><td>構造物の長さ (m)</td></tr> <tr><td><math>L_e</math></td><td>流体中に突き出た構造物長さ (m)</td></tr> <tr><td><math>m</math></td><td>付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 (<math>kg/m</math>)</td></tr> <tr><td><math>n</math></td><td>Re 数に基づく係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>P</math></td><td>配管の最高使用圧力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>S_m</math></td><td>設計応力強さ (MPa)</td></tr> <tr><td><math>V</math></td><td>流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>V_m</math></td><td>断面平均流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>\bar{V}</math></td><td>構造物周辺平均流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>V_r</math></td><td>換算流速 (-)</td></tr> <tr><td><math>y_R(L)</math></td><td>ランダム振動変位振幅 (m)</td></tr> <tr><td><math>Z</math></td><td>構造物の断面係数 (<math>m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\beta_o</math></td><td>基本振動モードの刺激係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>\delta</math></td><td>空気中における構造物の対数減衰率 (-)</td></tr> <tr><td><math>\xi</math></td><td>空気中における構造物の臨界減衰比 (-)</td></tr> <tr><td><math>\xi_f</math></td><td>流体減衰 (-)</td></tr> <tr><td><math>\rho</math></td><td>流体の密度 (<math>kg/m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\rho_s</math></td><td>構造物の密度 (<math>kg/m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_D</math></td><td>定常抗力による応力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_F</math></td><td>設計疲労限 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_R</math></td><td>ランダム振動応力振幅 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_G</math></td><td>外圧により構造物に発生する応力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\Phi</math></td><td>ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)</td></tr> </table>	$B_1, B_2$	応力係数 (-)	$C_0$	二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)	$C_D$	定常抗力係数 (-)	$C_n$	換算減衰率	$C'$	ランダム励振力係数 (-)	$d_o$	構造物の代表外径 (-)	$d_i$	構造物の代表内径 (-)	$E$	構造物の縦弾性係数 (Pa)	$f_o$	円柱状構造物の基本固有振動数 (Pa)	$F_D$	単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)	$G$	単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 ( $N^2 \cdot s / m^2$ )	$I$	構造物の断面二次モーメント ( $m^2$ )	$K$	応力集中係数 (-)	$L$	構造物の長さ (m)	$L_e$	流体中に突き出た構造物長さ (m)	$m$	付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 ( $kg/m$ )	$n$	Re 数に基づく係数 (-)	$P$	配管の最高使用圧力 (MPa)	$S_m$	設計応力強さ (MPa)	$V$	流速 ( $m/s$ )	$V_m$	断面平均流速 ( $m/s$ )	$\bar{V}$	構造物周辺平均流速 ( $m/s$ )	$V_r$	換算流速 (-)	$y_R(L)$	ランダム振動変位振幅 (m)	$Z$	構造物の断面係数 ( $m^3$ )	$\beta_o$	基本振動モードの刺激係数 (-)	$\delta$	空気中における構造物の対数減衰率 (-)	$\xi$	空気中における構造物の臨界減衰比 (-)	$\xi_f$	流体減衰 (-)	$\rho$	流体の密度 ( $kg/m^3$ )	$\rho_s$	構造物の密度 ( $kg/m^3$ )	$\sigma_D$	定常抗力による応力 (MPa)	$\sigma_F$	設計疲労限 (MPa)	$\sigma_R$	ランダム振動応力振幅 (MPa)	$\sigma_G$	外圧により構造物に発生する応力 (MPa)	$\Phi$	ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)	<p>(3) 記号説明</p> <table border="1"> <tr><td><math>B_1, B_2</math></td><td>応力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_0</math></td><td>二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_D</math></td><td>定常抗力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>C_n</math></td><td>換算減衰率 (-)</td></tr> <tr><td><math>C'</math></td><td>ランダム励振力係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>d_o</math></td><td>構造物の代表外径 (m)</td></tr> <tr><td><math>d_i</math></td><td>構造物の代表内径 (m)</td></tr> <tr><td><math>E</math></td><td>構造物の縦弾性係数 (Pa)</td></tr> <tr><td><math>f_o</math></td><td>円柱状構造物の基本固有振動数 (Hz)</td></tr> <tr><td><math>F_D</math></td><td>単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)</td></tr> <tr><td><math>G</math></td><td>単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 (<math>N^2 \cdot s / m^2</math>)</td></tr> <tr><td><math>I</math></td><td>構造物の断面二次モーメント (<math>m^4</math>)</td></tr> <tr><td><math>K</math></td><td>応力集中係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>L</math></td><td>構造物の長さ (m)</td></tr> <tr><td><math>L_e</math></td><td>流体中に突き出た構造物長さ (m)</td></tr> <tr><td><math>m</math></td><td>付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 (<math>kg/m</math>)</td></tr> <tr><td><math>n</math></td><td>Re 数に基づく係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>P</math></td><td>配管の最高使用圧力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>S_m</math></td><td>設計応力強さ (MPa)</td></tr> <tr><td><math>V</math></td><td>流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>V_m</math></td><td>断面平均流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>\bar{V}</math></td><td>構造物周辺平均流速 (<math>m/s</math>)</td></tr> <tr><td><math>V_r</math></td><td>換算流速 (-)</td></tr> <tr><td><math>y_R(L)</math></td><td>ランダム振動変位振幅 (m)</td></tr> <tr><td><math>Z</math></td><td>構造物の断面係数 (<math>m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\beta_o</math></td><td>基本振動モードの刺激係数 (-)</td></tr> <tr><td><math>\delta</math></td><td>空気中における構造物の対数減衰率 (-)</td></tr> <tr><td><math>\xi</math></td><td>空気中における構造物の臨界減衰比 (-)</td></tr> <tr><td><math>\xi_f</math></td><td>流体減衰 (-)</td></tr> <tr><td><math>\rho</math></td><td>流体の密度 (<math>kg/m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\rho_s</math></td><td>構造物の密度 (<math>kg/m^3</math>)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_D</math></td><td>定常抗力による応力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_F</math></td><td>設計疲労限 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_R</math></td><td>ランダム振動応力振幅 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\sigma_G</math></td><td>外圧により構造物に発生する応力 (MPa)</td></tr> <tr><td><math>\Phi</math></td><td>ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)</td></tr> </table>	$B_1, B_2$	応力係数 (-)	$C_0$	二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)	$C_D$	定常抗力係数 (-)	$C_n$	換算減衰率 (-)	$C'$	ランダム励振力係数 (-)	$d_o$	構造物の代表外径 (m)	$d_i$	構造物の代表内径 (m)	$E$	構造物の縦弾性係数 (Pa)	$f_o$	円柱状構造物の基本固有振動数 (Hz)	$F_D$	単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)	$G$	単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 ( $N^2 \cdot s / m^2$ )	$I$	構造物の断面二次モーメント ( $m^4$ )	$K$	応力集中係数 (-)	$L$	構造物の長さ (m)	$L_e$	流体中に突き出た構造物長さ (m)	$m$	付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 ( $kg/m$ )	$n$	Re 数に基づく係数 (-)	$P$	配管の最高使用圧力 (MPa)	$S_m$	設計応力強さ (MPa)	$V$	流速 ( $m/s$ )	$V_m$	断面平均流速 ( $m/s$ )	$\bar{V}$	構造物周辺平均流速 ( $m/s$ )	$V_r$	換算流速 (-)	$y_R(L)$	ランダム振動変位振幅 (m)	$Z$	構造物の断面係数 ( $m^3$ )	$\beta_o$	基本振動モードの刺激係数 (-)	$\delta$	空気中における構造物の対数減衰率 (-)	$\xi$	空気中における構造物の臨界減衰比 (-)	$\xi_f$	流体減衰 (-)	$\rho$	流体の密度 ( $kg/m^3$ )	$\rho_s$	構造物の密度 ( $kg/m^3$ )	$\sigma_D$	定常抗力による応力 (MPa)	$\sigma_F$	設計疲労限 (MPa)	$\sigma_R$	ランダム振動応力振幅 (MPa)	$\sigma_G$	外圧により構造物に発生する応力 (MPa)	$\Phi$	ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)	
$B_1, B_2$	応力係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_0$	二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_D$	定常抗力係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_n$	換算減衰率																																																																																																																																																		
$C'$	ランダム励振力係数 (-)																																																																																																																																																		
$d_o$	構造物の代表外径 (-)																																																																																																																																																		
$d_i$	構造物の代表内径 (-)																																																																																																																																																		
$E$	構造物の縦弾性係数 (Pa)																																																																																																																																																		
$f_o$	円柱状構造物の基本固有振動数 (Pa)																																																																																																																																																		
$F_D$	単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)																																																																																																																																																		
$G$	単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 ( $N^2 \cdot s / m^2$ )																																																																																																																																																		
$I$	構造物の断面二次モーメント ( $m^2$ )																																																																																																																																																		
$K$	応力集中係数 (-)																																																																																																																																																		
$L$	構造物の長さ (m)																																																																																																																																																		
$L_e$	流体中に突き出た構造物長さ (m)																																																																																																																																																		
$m$	付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 ( $kg/m$ )																																																																																																																																																		
$n$	Re 数に基づく係数 (-)																																																																																																																																																		
$P$	配管の最高使用圧力 (MPa)																																																																																																																																																		
$S_m$	設計応力強さ (MPa)																																																																																																																																																		
$V$	流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$V_m$	断面平均流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$\bar{V}$	構造物周辺平均流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$V_r$	換算流速 (-)																																																																																																																																																		
$y_R(L)$	ランダム振動変位振幅 (m)																																																																																																																																																		
$Z$	構造物の断面係数 ( $m^3$ )																																																																																																																																																		
$\beta_o$	基本振動モードの刺激係数 (-)																																																																																																																																																		
$\delta$	空気中における構造物の対数減衰率 (-)																																																																																																																																																		
$\xi$	空気中における構造物の臨界減衰比 (-)																																																																																																																																																		
$\xi_f$	流体減衰 (-)																																																																																																																																																		
$\rho$	流体の密度 ( $kg/m^3$ )																																																																																																																																																		
$\rho_s$	構造物の密度 ( $kg/m^3$ )																																																																																																																																																		
$\sigma_D$	定常抗力による応力 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_F$	設計疲労限 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_R$	ランダム振動応力振幅 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_G$	外圧により構造物に発生する応力 (MPa)																																																																																																																																																		
$\Phi$	ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)																																																																																																																																																		
$B_1, B_2$	応力係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_0$	二乗平均値からピーク値への換算係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_D$	定常抗力係数 (-)																																																																																																																																																		
$C_n$	換算減衰率 (-)																																																																																																																																																		
$C'$	ランダム励振力係数 (-)																																																																																																																																																		
$d_o$	構造物の代表外径 (m)																																																																																																																																																		
$d_i$	構造物の代表内径 (m)																																																																																																																																																		
$E$	構造物の縦弾性係数 (Pa)																																																																																																																																																		
$f_o$	円柱状構造物の基本固有振動数 (Hz)																																																																																																																																																		
$F_D$	単位長さ当たりの流体抗力 (N/m)																																																																																																																																																		
$G$	単位長さ当たりのランダム励振力のパワースペクトル密度 ( $N^2 \cdot s / m^2$ )																																																																																																																																																		
$I$	構造物の断面二次モーメント ( $m^4$ )																																																																																																																																																		
$K$	応力集中係数 (-)																																																																																																																																																		
$L$	構造物の長さ (m)																																																																																																																																																		
$L_e$	流体中に突き出た構造物長さ (m)																																																																																																																																																		
$m$	付加質量を含む構造物の単位長さ当たり質量 ( $kg/m$ )																																																																																																																																																		
$n$	Re 数に基づく係数 (-)																																																																																																																																																		
$P$	配管の最高使用圧力 (MPa)																																																																																																																																																		
$S_m$	設計応力強さ (MPa)																																																																																																																																																		
$V$	流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$V_m$	断面平均流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$\bar{V}$	構造物周辺平均流速 ( $m/s$ )																																																																																																																																																		
$V_r$	換算流速 (-)																																																																																																																																																		
$y_R(L)$	ランダム振動変位振幅 (m)																																																																																																																																																		
$Z$	構造物の断面係数 ( $m^3$ )																																																																																																																																																		
$\beta_o$	基本振動モードの刺激係数 (-)																																																																																																																																																		
$\delta$	空気中における構造物の対数減衰率 (-)																																																																																																																																																		
$\xi$	空気中における構造物の臨界減衰比 (-)																																																																																																																																																		
$\xi_f$	流体減衰 (-)																																																																																																																																																		
$\rho$	流体の密度 ( $kg/m^3$ )																																																																																																																																																		
$\rho_s$	構造物の密度 ( $kg/m^3$ )																																																																																																																																																		
$\sigma_D$	定常抗力による応力 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_F$	設計疲労限 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_R$	ランダム振動応力振幅 (MPa)																																																																																																																																																		
$\sigma_G$	外圧により構造物に発生する応力 (MPa)																																																																																																																																																		
$\Phi$	ランダム励振力の規格化パワースペクトル密度 (-)																																																																																																																																																		

(4) 判定基準  
 流力振動評価指針に従い評価を実施する場合に使用する判定基準を別第 6-4 表に示す。

別第 6-4 表 判定基準

項目	判定基準
1. 同期振動の回避又は抑制評価	下記のいずれかを満足すること。 (a) $V_v < 1$ (b) $C_n > 64$ (c) $V_v < 3.3$ かつ $C_n > 2.5$
2. 流力振動に対する強度評価	・応力制限 組合せ応力は、設計建設規格より PPB-3520 (クラス 1) を適用した以下の条件を満足すること。 (クラス 1) $\dots B_1 \cdot \sigma_c + B_2 \cdot (\sigma_D + \sigma_R) \leq \min(1.5 \cdot S_m, 1.5 \cdot S)$ $B_1 = 1.0$ (ねじ接合), $0.75$ (溶接接合) $B_2 = 4.0$ (ねじ接合), $1.5$ (溶接接合) ・疲労評価 応力集中係数 $K$ を考慮した応力振幅が以下の条件を満足すること。 $K \cdot \sigma_R \leq \sigma_F$ $K = 4.0$ (ねじ接合), $4.2$ (溶接接合)

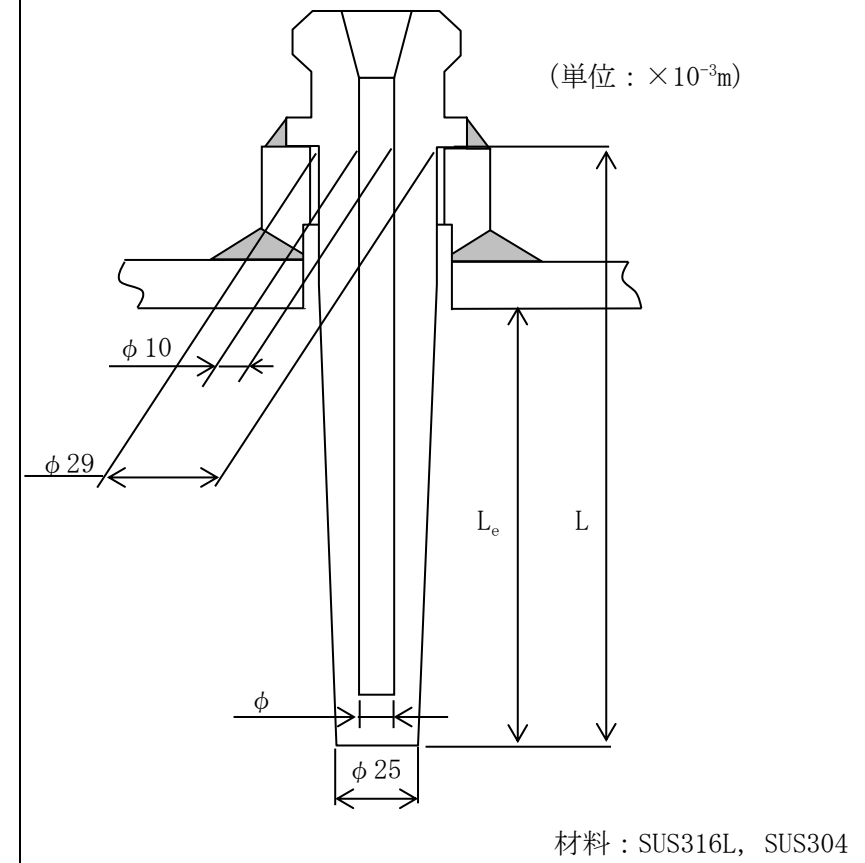
(4) 判定基準  
 流力振動評価指針に従い評価を実施する場合に使用する判定基準を別表 5-4 に示す。

別表 5-4 判定基準

項目	判定基準
1. 同期振動の回避又は抑制評価	下記のいずれかを満足すること。 (a) $V_v < 1$ (b) $C_n > 64$ (c) $V_v < 3.3$ かつ $C_n > 2.5$
2. 流力振動に対する強度評価	・応力制限 組合せ応力は、発電用原子力設備規格 (設計・建設規格 J S M E S - N C 1 - 2005) (日本機械学会 2005 年 8 月) (以下「設計・建設規格」という。) より PPB-3520 (クラス 1) を準用した以下の条件を満足すること。 (クラス 1) $\dots B_1 \cdot \sigma_c + B_2 \cdot (\sigma_D + \sigma_R) \leq \min(1.5 \cdot S_m, 1.5 \cdot S)$ $B_1 = 1.0$ (ねじ接合), $0.75$ (溶接接合) $B_2 = 4.0$ (ねじ接合), $1.5$ (溶接接合) ・疲労評価 応力集中係数 $K$ を考慮した応力振幅が以下の条件を満足すること。 $K \cdot \sigma_R \leq \sigma_F$ $K = 4.0$ (ねじ接合), $4.2$ (溶接接合)

(5) 構造図の形状  
構造物の形状を別図5-3に示す。

・記載方針の相違  
**【東海第二】**



別図5-3 温度計ウェル形状図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2.3 評価結果</p> <p>計器について評価した結果，別第 6-5 表に示すとおり実機の値は判定基準を満足し，<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず，漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>2.3 評価結果</p> <p>計器について評価した結果，別表 5 - 5 に示すとおり実機の値は判定基準を満足し，<u>I S L O C A 発生時の圧力 (7.4MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず，漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>・評価方針の相違 【東海第二】</p>



別第6-5表 評価結果

構造物	流体条件			配管仕様			構造物仕様							同期振動評価					
	計器番号	流体種別	V (m/s)	V <sub>r</sub>	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	クラス	P (MPa)	最高使用温度 (°C)	タイプ	材料	d <sub>o</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	d <sub>i</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	L (×10 <sup>-3</sup> m)	L <sub>e</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	ρ <sub>s</sub> (×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> )	I (×10 <sup>-8</sup> m <sup>4</sup> )	m (kg/m)	E <sup>*1</sup> (×10 <sup>11</sup> Pa)	f <sub>0</sub> (Hz)
温度計ウエル	TE-N004A	水	0.77	0.05	736	3	8.2	288	溶接接合	ASTM-A105	23.85	9.1	203	203	7.85	1.55	3.33	1.84	398.19
温度計ウエル	TE-N027A	水	0.76	0.05	736	3	8.2	288	溶接接合	ASTM-A105	23.85	9.1	203	155.2	7.85	1.55	3.33	1.84	398.19

構造物	同期振動評価			応力制限							疲労評価	
	V <sub>r</sub>	C <sub>n</sub>	(a) V <sub>r</sub> < 1 (b) C <sub>n</sub> > 64 (c) V <sub>r</sub> < 3.3 C <sub>n</sub> > 2.5	F <sub>D</sub> (N/m)	Z (×10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> )	σ <sub>D</sub> (MPa)	σ <sub>R</sub> (MPa)	σ <sub>G</sub> (MPa)	組合せ応力 (MPa)	1.5・S <sup>*2</sup> (MPa)	応力振幅 (MPa)	σ <sub>F</sub> <sup>*3</sup> (MPa)
温度計ウエル	0.08	0.05	○	6.24	1.30	0.10	0.10	19.2	14.7	184	0.43	76
温度計ウエル	0.08	0.05	○	6.08	1.30	0.09	0.10	19.2	14.7	184	0.41	76

※1 設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1における炭素量が0.3%を超える炭素鋼の288°Cの値  
 ※2 S<sub>m</sub>は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5における ASTM-A105 (SF490A) の288°Cの値  
 ※3 設計・建設規格 付録材料図表 Part8 図1における S<sub>u</sub> ≤ 550MPa 線図の繰返しピーク応力強さを288°Cの縦弾性係数で補正した値

別表5-5 評価結果

構造物	流体条件			配管仕様			構造物仕様							同期振動評価					
	計器番号	流体種別	V (m/s)	V <sub>r</sub>	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	クラス	P (MPa)	最高使用温度 (°C)	タイプ	材料	d <sub>o</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	d <sub>i</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	L (×10 <sup>-3</sup> m)	L <sub>e</sub> (×10 <sup>-3</sup> m)	ρ <sub>s</sub> (×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> )	I (×10 <sup>-8</sup> m <sup>4</sup> )	m (kg/m)	E <sup>*1</sup> (×10 <sup>11</sup> Pa)	f <sub>0</sub> (Hz)
温度計ウエル	TE222-1A	水	1.26	0.05	736	-	7.40	288	ねじ接合	SUS316L	27.0	9.1	110	66.9	7.91	2.58	4.44	1.76	1480.09
	TE222-2A	水	1.26	0.05	736	-	7.40	288	ねじ接合	SUS316L	27.0	9.1	110	66.9	7.91	2.58	4.44	1.76	1480.09
	TE222-3A	水	1.26	0.05	736	-	7.40	288	ねじ接合	SUS304	27.0	9.1	110	66.9	7.91	2.58	4.44	1.76	1480.09

構造物	同期振動評価			応力制限							疲労評価		
	V <sub>r</sub>	C <sub>n</sub>	(a) V <sub>r</sub> < 1 (b) C <sub>n</sub> > 64 (c) V <sub>r</sub> < 3.3 C <sub>n</sub> > 2.5	F <sub>D</sub> (N/m)	Z (×10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> )	σ <sub>D</sub> (MPa)	σ <sub>R</sub> (MPa)	σ <sub>G</sub> (MPa)	組合せ応力 (MPa)	1.5・S <sup>*2</sup> (MPa)	応力振幅 (MPa)	σ <sub>F</sub> <sup>*3</sup> (MPa)	
温度計ウエル	0.03	0.21	○	18.9	1.91	0.05	0.02	16.7	17.0	145	0.07	84	
温度計ウエル	0.03	0.21	○	18.9	1.91	0.05	0.02	16.7	17.0	145	0.07	84	
温度計ウエル	0.03	0.21	○	18.9	1.91	0.05	0.02	16.7	17.0	165	0.07	84	

注記\*1：設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1におけるオーステナイト系ステンレス鋼の288°Cの値

\*2：S<sub>m</sub>は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1における SUS316L, SUS304 の288°Cの値

\*3：設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5における SUS316L, SUS304 の288°Cの値

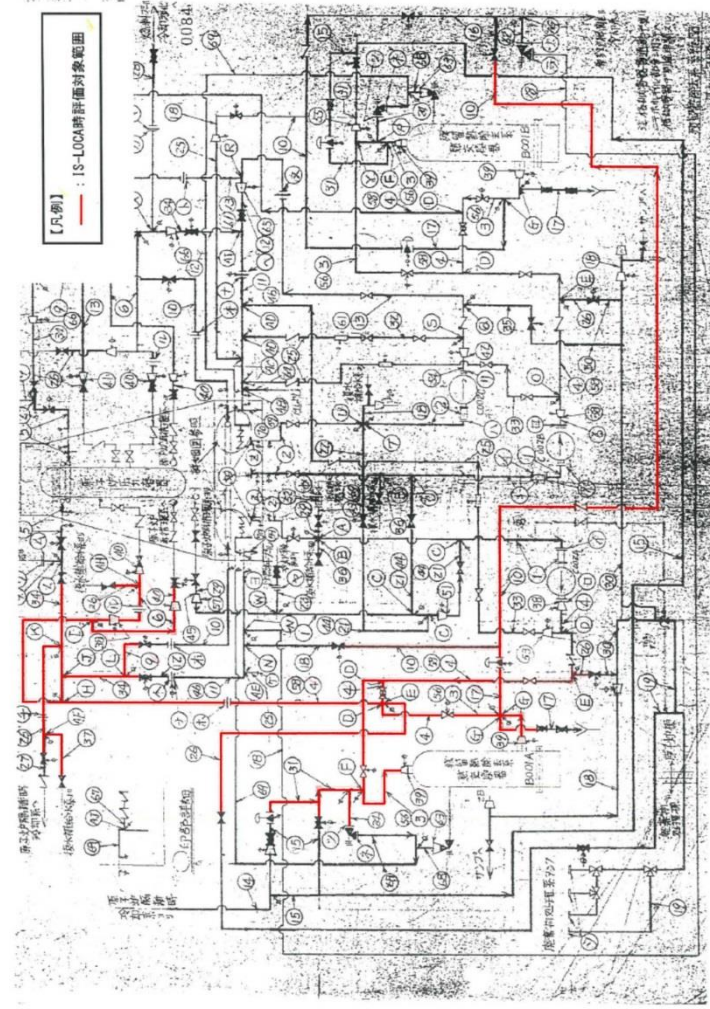
温度計ウエル 温度計ウエル 温度計ウエル

備考  
 ・評価結果の相違  
 【東海第二】

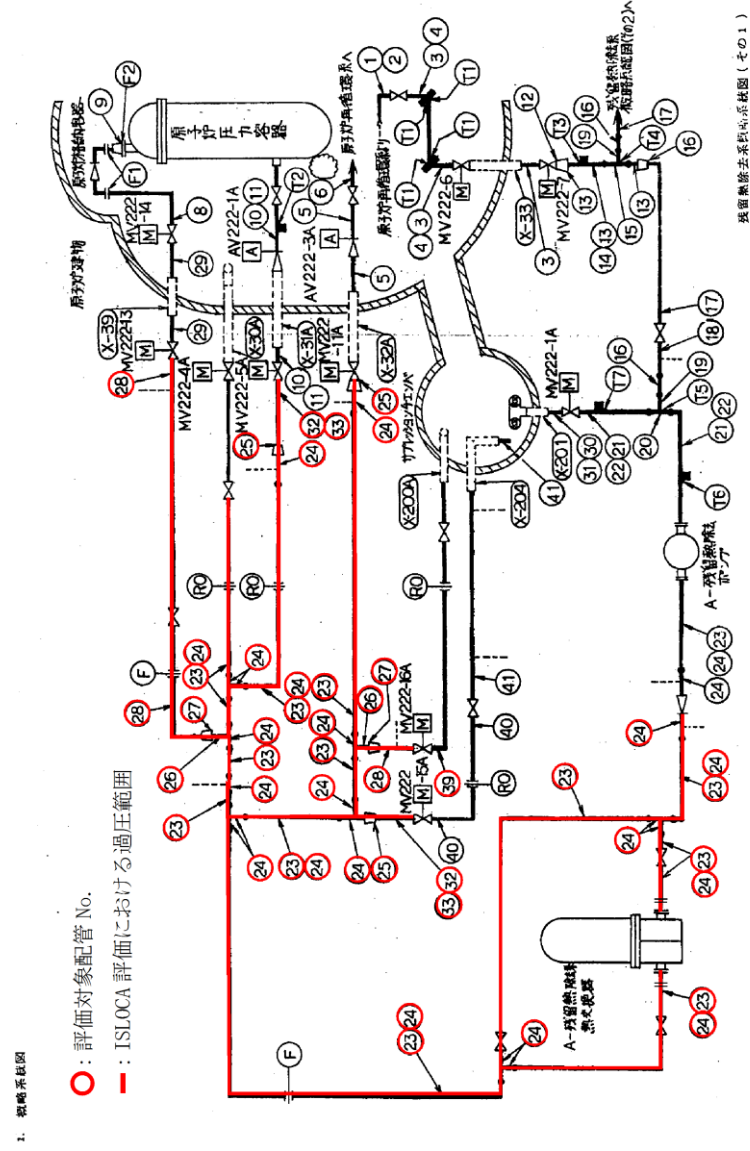
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙7</p> <p style="text-align: center;">配管からの漏えいの可能性について</p> <p>配管及び配管フランジ部について、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage]) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p>1. 強度評価 1.1 評価部位の選定 配管の構成部品のうち漏えいが想定される部位は、高温・高圧の加わる配管と、配管と配管をつなぐフランジ部があり、それらについて評価を実施した。評価対象配管を別紙 7-1 図に示す。</p> <p>1.2 評価方法 (1) 配管の評価 クラス 2 配管の評価手法である設計・建設規格「PPC-3411(1)内圧を受ける直管」を適用して必要な厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さを上回ることを確認した。</p> $t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$ <p>t : 管の計算上必要な厚さ (mm) P : <u>隔離弁の誤開放等による加圧事象発生時の圧力 (= 8.2MPa)</u> D<sub>0</sub> : 管の外径 (mm) S : 設計引張強さ (MPa) η : 長手継手効率</p>	<p style="text-align: right;">別紙6</p> <p style="text-align: center;">配管からの漏えいの可能性について</p> <p>配管及び配管フランジ部について、<u>I S L O C A発生時の圧力 (7.4MPa [gage] *) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷された条件下で破損が発生しないことを以下のとおり確認した。</u></p> <p><u>* 弁開放直後の圧力上昇に比べ、弁開放から 10 秒程度以降の構造材の温度上昇に伴う耐力低下の方が、系統全体への影響が大きい</u>ため、<u>静定圧力を採用した。</u></p> <p>1. 強度評価 1.1 評価部位の選定 配管の構成部品のうち漏えいが想定される部位は、高温・高圧の加わる配管と、配管と配管をつなぐフランジ部があり、それらについて評価を実施した。評価対象配管を別紙 6-1 に示す。</p> <p>1.2 評価方法 (1) 配管の評価 クラス 2 配管の評価手法である設計・建設規格「PPC-3411(1)内圧を受ける直管」を適用して必要な厚さを算出し、実機の最小厚さが計算上必要な厚さを上回ることを確認した。</p> $t = \frac{PD_0}{2Su\eta + 0.8P} \quad (\text{PPC-13 準用})$ <p>t : 管の計算上必要な厚さ (mm) P : <u>I S L O C A発生時の圧力 (=7.4MPa)</u> D<sub>0</sub> : 管の外径 (mm) Su : 設計引張強さ (MPa) η : 長手継手効率</p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) フランジ部の評価</p> <p>設計・建設規格「PPC-3414 フランジ」を適用してフランジの手法を適用してフランジ応力算定用圧力からフランジボルトの伸び量を算出したところ、伸び量がマイナスの場合は、フランジ部が増し締めされるため、ガスケット最大圧縮量を下回ることを確認した。</p> <p>なお、熱曲げモーメントの影響については、設計・建設規格で規定されている (PPC-1.7) 式を使用し、フランジ部に作用するモーメントを圧力に換算して評価を実施した。</p>	<p>(2) フランジ部の評価</p> <p>設計・建設規格「PPC-3414 フランジ」の手法を適用してフランジ応力算定用圧力からフランジボルトの伸び量を算出したところ、伸び量がマイナスの場合は、フランジ部が増し締めされるため、ガスケットの最大圧縮量を下回ることを確認した。</p> <p>なお、熱曲げモーメントの影響については、設計・建設規格で規定されている (PPC-1.7) 式を使用し、フランジ部に作用するモーメントを圧力に換算して評価を実施した。</p>	

・設備設計の相違  
【東海第二】



別第7-1 図 残留熱除去系A系 必要板厚評価対象配管 (既工認系統図)



別図6-1 A-低圧注水系 必要板厚評価対象配管 (既工認系統図)

別表7-1 表 必要厚さ評価結果

配管 No.	クラス区分	外径 (mm)	公称厚さ (mm)	材料	評価圧力 (MPa)	評価温度 (°C)	η : 継手効率	公差 (%)	最小厚さ (mm)	S:設計引張強さ (MPa)	必要厚さ t (mm)
3	2	457.20	14.30	SM41B (SM400B)	8.20	288	1.00	1.5	12.80	223.80	8.26
4	2	457.20	14.30	SM41B (SM400B)	8.20	288	1.00	1.5	12.80	223.80	8.26
6	2	355.60	11.10	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	9.71	242.40	5.94
9	2	114.30	6.00	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	5.25	242.40	1.91
10	2	114.30	6.00	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	5.25	242.40	1.91
17	2	114.30	6.00	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	5.25	242.40	1.91
26	2	165.20	7.10	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	6.21	242.40	2.76
31	2	216.30	8.20	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	7.17	242.40	3.61
34	2	406.40	12.70	SM508 (SM490B)	8.20	288	1.00	1.5	11.20	264.60	6.23
37	2	76.30	5.20	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	4.55	242.40	1.28
39	2	558.80	15.90	SM41B (SM400B)	8.20	288	1.00	1.5	14.40	223.80	10.09
40	2	318.50	10.30	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	9.01	242.40	5.32
56	2	457.20	14.30	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	12.51	242.40	7.63
58	2	457.20	14.30	STPT42 (STPT410)	8.20	288	1.00	12.5	12.51	242.40	7.63

別表6-1 表 必要厚さ評価結果

配管 No.	クラス区分	外径 (D <sub>0</sub> ) (mm)	公称厚さ (mm)	材料	評価圧力 (MPa)	評価温度 (°C)	η	公差 (%)	最小厚さ (mm)	Su (MPa)	必要厚さ t (mm)
23	2	355.6	15.1	STS42 (STS410)	7.4	288	1.00	12.5	13.21	404	3.24
24	2	355.6	19.0	STS42 (STS410)	7.4	288	1.00	12.5	16.63	404	3.24
25	2	267.4	15.1	STS42 (STS410)	7.4	288	1.00	12.5	13.21	404	2.44
26	2	216.3	12.7	STS42 (STS410)	7.4	288	1.00	12.5	11.11	404	1.97
27	2	216.3	12.7	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	11.11	404	1.97
28	2	114.3	8.6	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	7.53	404	1.04
32	2	267.4	12.7	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	11.11	404	2.44
33	2	267.4	15.1	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	13.21	404	2.44
39	2	114.3	8.6	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	7.53	404	1.04
40	2	267.4	12.7	STPT42 (STPT410)	7.4	288	1.00	12.5	11.11	404	2.44

・評価結果の相違  
【東海第二】

別第7-2表 フランジ部評価結果 (1/2)

フランジ用途	F1 150A 検出フランジ	F2 450A 検出フランジ	F3 350A 検出フランジ	F4 安全弁取合フランジ	F5 熱交換器ドレン フランジ
フランジ口径	150A	450A	350A	25A	40A
評価温度(°C)	288	288	288	288	288
評価温度(°C)	20	20	20	20	20
評価温度ΔT(°C)=ISLOCA発生時温度-常温	268	268	268	268	268
評価圧力(MPa)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
ガスケット仕様	SUS304 4.51×2	SUS304 4.51×2	SUS304 4.51×2	SUS304 4.51×1	SUS304 4.51×1
ボルト材質	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435
ボルトサイズ	20	20	20	16	20
本数	12	24	20	4	4
弾塑性係数E(MPa)	186,960	186,960	186,960	186,960	186,960
内圧(MPa)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
フランジに作用する自重曲げモーメント*1(N・mm)	3.90E+05	6.42E+06	9.20E+05	2.00E+04	1.00E+04
フランジに作用する熱曲げモーメント*2(N・mm)	3.37E+06	4.65E+07	2.81E+07	1.10E+05	2.40E+05
曲げモーメントによる等価圧力 $P_{eq}$ (MPa)	2.52	2.05	2.46	10.50	4.14
内圧 $P$ による等価圧力 $P_{eq}$ (MPa)	10.72	10.25	10.66	18.70	12.34
G(mm)	196.51	508.78	391.53	39.8	67.5
有効断面積 $(mm^2)A = \pi/4G^2$	3.08E+04	2.03E+05	1.20E+05	1.24E+03	3.58E+03
発生荷重F(N) = (P+ $P_{eq}$ )×A	3.25E+05	2.08E+06	1.28E+06	2.33E+04	4.42E+04
ボルト1本当たりの荷重F/n(N)	2.71E+04	8.68E+04	6.42E+04	5.82E+03	1.10E+04
ボルト断面積A2(mm <sup>2</sup> )	234.9	562.09	380.1	150.33	234.9
ボルト至み $t$	6.17E-04	8.29E-04	6.11E-04	2.07E-04	2.51E-04
ボルト長さL1(mm)	85.2	131.8	130	50	31
荷重によるボルト伸び量ΔL1(mm)	0.05	0.11	0.08	0.01	0.01
初期締付荷重(N)	43,691	83,464	49,450	11,960	25,062
初期締付による応力(MPa)	186.0	148.5	88.0	79.6	106.7
初期締付によるボルト伸び量ΔL0(mm)	0.08	0.10	0.06	0.02	0.02
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.71E-05	1.71E-05	1.71E-05	1.71E-05	1.71E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05

※1 該当するフランジを含んだ配管モデルにて応力解析を実施し、算出した値にて評価。  
 ※2 設計・建設規格による機械的荷重による曲げモーメントを等価圧力に換算する式 $P_{eq}=16W/(\pi G^3)$ により算出。今回は、熱伸びによる曲げモーメントも本計算式により等価圧力換算した。

別表6-2 フランジ部評価結果

フランジ用途	S-3A	S-4A	FE-3	RV-1A	FE-1A	RHRH 分取フランジ	RHRH 管束フランジ	S-5A
フランジ口径	350A	350A	100A	25A	350A	350A	20A	200A
評価温度(°C)	288	288	288	288	288	288	288	288
評価温度(°C)	24	24	24	24	24	24	24	24
評価温度ΔT(°C)=ISLOCA発生時温度-常温	264	264	264	264	264	264	264	264
評価圧力(MPa)	30	30	22	18	30	30	16	21
ガスケット仕様	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435
ボルト材質	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435	SCM435
ボルトサイズ	20	20	20	20	20	20	16	20
本数	16	16	16	16	16	16	16	16
弾塑性係数E(MPa)	186,960	186,960	186,960	186,960	186,960	186,960	186,960	186,960
内圧(MPa)	24	24	24	24	24	24	24	24
フランジに作用する自重曲げモーメント*1(N・mm)	5.22E+05	1.06E+06	1.75E+04	4.34E+04	4.84E+06	1.57E+06	2.18E+03	1.96E+05
フランジに作用する熱曲げモーメント*2(N・mm)	2.88E+07	1.98E+07	4.48E+05	4.34E+05	5.98E+07	5.81E+07	2.28E+05	9.28E+08
曲げモーメントによる等価圧力 $P_{eq}$ (MPa)	2.81	2.01	0.37	13.44	5.81	5.54	25.97	3.89
内圧 $P$ による等価圧力 $P_{eq}$ (MPa)	10.21	9.41	7.77	20.84	13.01	12.84	33.37	11.09
有効断面積 $(mm^2)A = \pi/4G^2$	380.1	380.1	178.5	2.953	380.1	380.1	95.9	235.7
発生荷重F(N) = (P+ $P_{eq}$ )×A	1.13E+06	1.02E+06	1.01E+05	5.04E+04	1.48E+06	1.47E+06	3.30E+04	4.34E+05
ボルト1本当たりの荷重F/n(N)	7.24E+04	6.07E+04	1.28E+04	1.28E+04	9.17E+04	9.28E+04	4.03E+03	4.03E+04
ボルト断面積A2(mm <sup>2</sup> )	582.00	582.00	282.25	150.44	582.00	582.00	150.44	388.23
ボルト長さL1(mm)	128.81	118.67	43.10	83.77	164.09	163.22	54.90	119.25
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	6.89E-04	6.89E-04	2.31E-04	4.48E-04	8.73E-04	8.73E-04	2.94E-04	6.39E-04
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	6.89E-04	6.89E-04	2.31E-04	4.48E-04	8.73E-04	8.73E-04	2.94E-04	6.39E-04
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	8.55E-04	8.55E-04	0.03	0.02	0.11	0.10	0.01	0.07
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	8.55E-04	8.55E-04	0.03	0.02	0.11	0.10	0.01	0.07
初期締付荷重(N)	89281	89281	50580	21843	9741	89281	12885	8513
初期締付による応力(MPa)	158.9	158.9	173.1	145.9	173.1	158.9	85.6	173.0
初期締付によるボルト伸び量ΔL0(mm)	8.50E-04	8.50E-04	9.28E-04	7.69E-04	9.28E-04	9.28E-04	4.58E-04	9.28E-04
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ボルト熱膨張係数 $\alpha$ 1(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
フランジ熱膨張係数 $\alpha$ 2(1/mm/°C)	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05	1.29E-05
オリフィス熱膨張係数 $\alpha$ 3(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05
ガスケット内外熱膨張係数 $\alpha$ 4(1/mm/°C)	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05

(注1) 該当するフランジを含んだ配管モデルにて応力解析を実施し、算出した値にて評価。  
 (注2) 設計・建設規格による機械的荷重による曲げモーメントを等価圧力に換算する式 $P_{eq}=16W/(\pi G^3)$ により算出。今回は、熱伸びによる曲げモーメントも本計算式により等価圧力換算した。

・評価結果の相違  
 【東海第二】

・評価結果の相違  
【東海第二】

別第 7-2 表 フランジ部評価結果 (2/2)

フランジ用途	F1 150A 検出フランジ	F2 450A 検出フランジ	F3 350A 検出フランジ	F4 安全弁取合フランジ	F5 熱交換器ドレン フランジ
ボルト熱伸び対象長さ L2 (mm)	85.2	131.8	130.0	50.0	31.0
フランジ熱伸び対象長さ L3 (mm)	76.2	120.8	108.8	47.0	28.0
オリフイス熱伸び対象長さ L4 (mm)	3.0	5.0	16.0	—	—
ガスケット内外輪熱伸び対象長さ L5 (mm)	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0
ボルト熱伸び $\Delta L2 = \alpha 1 \cdot L2 \cdot \Delta T$ (mm)	0.29	0.46	0.45	0.17	0.11
フランジ熱伸び $\Delta L3 = \alpha 2 \cdot L3 \cdot \Delta T$ (mm)	0.26	0.42	0.38	0.16	0.10
オリフイス熱伸び $\Delta L4 = \alpha 3 \cdot L4 \cdot \Delta T$ (mm)	0.01	0.02	0.07	—	—
ガスケット内外輪熱伸び $\Delta L5 = \alpha 4 \cdot L5 \cdot \Delta T$ (mm)	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01
伸び量 $\Delta L1 - \Delta L0 + \Delta L2 - \Delta L3 - \Delta L4 - \Delta L5$ (mm)	-0.04	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ガスケットの初期圧縮量：最大 (mm)	2.40	2.40	2.40	1.20	1.20
ガスケットの合計圧縮量 (mm)	2.44	2.41	2.41	1.21	1.21
ガスケットの許容圧縮量 (mm)	2.60	2.60	2.60	1.30	1.30

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>1.3 評価結果</p> <p>配管の各部位について評価した結果、別第 7-1 表及び別第 7-2 表に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288°C) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>1.3 評価結果</p> <p>配管の各部位について評価した結果、別表 6-1 及び別表 6-2 に示すとおり実機の値は判定基準を満足し、<u>ISLO CA 発生時の圧力 (7.4MPa [gage])</u> 及び原子炉冷却材温度 (288°C) が同時に継続して負荷された条件下で破損せず、漏えいは発生しないことを確認した。</p>	<p>備考</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】</p>



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉 (新)	備考
	<p style="text-align: right;">別紙8</p> <p style="text-align: center;">破断面積の設定について</p> <p>1. 評価部位の選定と破断面積の評価方法</p> <p>別紙 3～別紙 7 の評価結果から、隔離弁の誤開放等により残留熱除去系の低圧設計部分が加圧されたとしても、破損が発生しないことを確認した。</p> <p>そこで、隔離弁の誤開放による加圧事象発生時の加圧範囲のうち最も大きなシール構造であり、損傷により原子炉冷却材が流出した際の影響が最も大きい熱交換器フランジ部に対して、保守的に弁開放直後のピーク圧力 (8.2MPa [gage]) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷され、かつガスケットに期待しないことを想定した場合の破断面積を評価した。</p> <p>a. 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フランジのボルト荷重 ΔW</li> </ul> $\Delta W = \frac{\pi}{4} \times G^2 \times (P_2 - P_1)$ <p>G : ガスケット反力円の直径 (=D<sub>0</sub> - 2b = <u>2,153mm</u>)</p> $b = 2.5 \sqrt{\frac{1}{2} \times \left( \frac{D_0 - D_i}{2} - 2 \right)}$ <p>D<sub>0</sub> : ガスケット接触面の外径 (= <u>2,170mm</u>)</p> <p>D<sub>i</sub> : ガスケット接触面の内径 (= <u>2,120mm</u>)</p> <p>P<sub>1</sub> : 設計条件における圧力 (<u>5.18MPa</u>)</p> <p>P<sub>2</sub> : 隔離弁の誤開放による加圧事象発生時の圧力 (= <u>8.2MPa</u>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内圧による伸び量 ΔL1</li> </ul> $\Delta L1 = H_b \times \frac{\Delta W}{N_b \cdot A} \times \frac{1}{E}$ <p>H<sub>b</sub> : ボルト長さ (ナット下面 - ボルト留め部間) (= <u>349.5mm</u>)</p> <p>N<sub>b</sub> : ボルト本数 (= <u>68</u>)</p> <p>A : ボルト有効径における断面積 (= π / 4 × <u>46.051</u><sup>2</sup> = <u>1,665mm<sup>2</sup></u>)</p> <p>E : ボルトのヤング率 (= <u>187,000N/mm<sup>2</sup></u> at288℃ [SNCM8])</p>	<p style="text-align: right;">別紙7</p> <p style="text-align: center;">破断面積の設定について</p> <p>1. 評価部位の選定と破断面積の評価方法</p> <p>別紙 2～別紙 6 の評価結果から、隔離弁の誤開放等により残留熱除去系の低圧設計部分が加圧され、<u>計器が破損する可能性</u>があることを確認した。</p> <p>さらに、隔離弁の誤開放による加圧事象発生時の加圧範囲のうち最も大きなシール構造であり、損傷により原子炉冷却材が流出した際の影響が最も大きい熱交換器フランジ部に対して、保守的に弁開放直後のピーク圧力 (<u>7.9MPa [gage]</u>) 及び原子炉冷却材温度 (288℃) が同時に継続して負荷され、かつガスケットに期待しないことを想定した場合の破断面積を評価した。</p> <p>a. 内圧による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フランジのボルト荷重 ΔW</li> </ul> $\Delta W = \frac{\pi}{4} \times G^2 \times (P_2 - P_1)$ <p>G : ガスケット反力円の直径 (=D<sub>0</sub> - 2b = <u>2,000mm</u>)</p> $b = 2.5 \sqrt{\frac{1}{2} \times \left( \frac{D_0 - D_i}{2} - 2 \right)}$ <p>D<sub>0</sub> : ガスケット接触面の外径 (= <u>2,017.5mm</u>)</p> <p>D<sub>i</sub> : ガスケット接触面の内径 (= <u>1,965mm</u>)</p> <p>P<sub>1</sub> : 設計条件における圧力 (<u>5.88MPa</u>)</p> <p>P<sub>2</sub> : 隔離弁の誤開放による加圧事象発生時の圧力 (= <u>7.9MPa</u>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内圧による伸び量 ΔL1</li> </ul> $\Delta L1 = H_b \times \frac{\Delta W}{N_b \cdot A} \times \frac{1}{E}$ <p>H<sub>b</sub> : ボルト長さ (ナット間) (= <u>415.4mm</u>)</p> <p>N<sub>b</sub> : ボルト本数 (= <u>76</u>)</p> <p>A : ボルト有効径における断面積 (= π / 4 × <u>34.051</u><sup>2</sup> = <u>911mm<sup>2</sup></u>)</p> <p>E : ボルトのヤング率 (= <u>187,000N/mm<sup>2</sup></u> at288℃ [SNB23-1])</p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価結果の相違 【東海第二】</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 TRACG の解析結果の相違により圧力が異なる。</p> <p>・設備設計の相違 【東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【東海第二】</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 TRACG の解析結果の相違により圧力が異なる。</p> <p>・設備設計の相違 【東海第二】 島根 2号炉の RHR 熱交換器は、管板と水室フランジにボルトを通し、ボルトの両端からナットにより締結する構造</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉 (新)	備考																																										
	<p>b. 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボルトの熱による伸び量 <math>\Delta L2</math></li> </ul> $\Delta L2 = \alpha_1 \times H_b \times (288^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$ <p><math>\alpha_1</math> : ボルトの熱膨張係数 (= <math>13.98 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}</math> at <math>288^\circ\text{C}</math> [SNCM8])</p> <p><math>N_b</math> : ボルト長さ (= <math>349.5 \text{ mm}</math>) <li>管板及びフランジの熱による伸び量 <math>\Delta L3</math></li> <math display="block">\Delta L3 = \alpha_2 \times (h1 + h2) \times (288^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})</math> <p><math>\alpha_2</math> : 管板及び胴側フランジの熱膨張係数 (= <math>12.91 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}</math> at <math>288^\circ\text{C}</math> [SF50, SFV1])</p> <p><math>h1</math> : 胴側フランジ厚さ (= <math>150 \text{ mm}</math>)</p> <p><math>h2</math> : 管板厚さ (= <math>195 \text{ mm}</math>) <p>c. 破断面積 A</p> <math display="block">A = \pi \times D_i \times (\Delta L1 + \Delta L2 - \Delta L3)</math> <p><math>D_i</math> : ガasket接触面の内径 (= <math>2,120 \text{ mm}</math>)</p> <p>2. 破断面積の評価結果</p> <p>熱交換器フランジの破断面積について評価した結果、別第8-1表に示すとおり破断面積は約 <math>21 \text{ cm}^2</math> となる。</p> <p style="text-align: center;"><u>別第8-1表 破断面積の評価結果</u></p> <table border="1" data-bbox="964 1438 1685 1512"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">圧力 (MPa)</th> <th rowspan="2">温度 (°C)</th> <th colspan="3">伸び量 (mm)</th> <th rowspan="2">内径 (mm)</th> <th rowspan="2">全部材伸び量 (mm)</th> <th rowspan="2">破断面積 (cm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>+ <math>\Delta L1</math></th> <th>+ <math>\Delta L2</math></th> <th>- <math>\Delta L3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フランジ部</td> <td>8.2</td> <td>288</td> <td>0.19</td> <td>1.31</td> <td>1.19</td> <td>2,120</td> <td>0.31</td> <td>約 21</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>\Delta L1</math> : ボルトの内圧による伸び量  <math>\Delta L2</math> : ボルトの熱による伸び量  <math>\Delta L3</math> : 管板及びフランジ部の熱による伸び量</p> </p></p>	評価部位	圧力 (MPa)	温度 (°C)	伸び量 (mm)			内径 (mm)	全部材伸び量 (mm)	破断面積 (cm <sup>2</sup> )	+ $\Delta L1$	+ $\Delta L2$	- $\Delta L3$	フランジ部	8.2	288	0.19	1.31	1.19	2,120	0.31	約 21	<p>b. 熱による伸び量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボルトの熱による伸び量 <math>\Delta L2</math></li> </ul> $\Delta L2 = \alpha_1 \times H_b \times (288^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$ <p><math>\alpha_1</math> : ボルトの熱膨張係数 (= <math>13.04 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}</math> at <math>288^\circ\text{C}</math> [SNB23-1])</p> <p><math>N_b</math> : ボルト長さ (= <math>415.4 \text{ mm}</math>) <li>管板及びフランジの熱による伸び量 <math>\Delta L3</math></li> <math display="block">\Delta L3 = \alpha_2 \times (h1 + h2) \times (288^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})</math> <p><math>\alpha_2</math> : 管板及び水室フランジの熱膨張係数 (= <math>12.91 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}</math> at <math>288^\circ\text{C}</math> [SFVC2B])</p> <p><math>h1</math> : 水室フランジ厚さ (= <math>170 \text{ mm}</math>)</p> <p><math>h2</math> : 管板厚さ (= <math>239 \text{ mm}</math>) <p>c. 破断面積 A</p> <math display="block">A = \pi \times D_i \times (\Delta L1 + \Delta L2 - \Delta L3)</math> <p><math>D_i</math> : ガasket接触面の内径 (= <math>1,965 \text{ mm}</math>)</p> <p>2. 破断面積の評価結果</p> <p>熱交換器フランジの破断面積について評価した結果、別表7-1に示すとおり破断面積は約 <math>14.88 \text{ cm}^2</math> となる。</p> <p style="text-align: center;"><u>別表7-1 破断面積の評価結果</u></p> <table border="1" data-bbox="1774 1428 2463 1543"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">圧力 (MPa)</th> <th rowspan="2">温度 (°C)</th> <th colspan="3">伸び量</th> <th rowspan="2">内径 (mm)</th> <th rowspan="2">全部材伸び量 (mm)</th> <th rowspan="2">破断面積 (cm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>+ <math>\Delta L1</math></th> <th>+ <math>\Delta L2</math></th> <th>- <math>\Delta L3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フランジ部</td> <td>7.9</td> <td>288</td> <td>0.204</td> <td>1.452</td> <td>1.415</td> <td>1,965</td> <td>0.241</td> <td>14.88</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>\Delta L1</math> : ボルトの内圧による伸び量  <math>\Delta L2</math> : ボルトの熱による伸び量  <math>\Delta L3</math> : 管板及びフランジ部の熱による伸び量</p> </p></p>	評価部位	圧力 (MPa)	温度 (°C)	伸び量			内径 (mm)	全部材伸び量 (mm)	破断面積 (cm <sup>2</sup> )	+ $\Delta L1$	+ $\Delta L2$	- $\Delta L3$	フランジ部	7.9	288	0.204	1.452	1.415	1,965	0.241	14.88	<p>である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設備設計の相違【東海第二】</li> <li>設備設計の相違【東海第二】</li> <li>設備設計の相違【東海第二】</li> <li>評価結果の相違【東海第二】</li> <li>評価結果の相違【東海第二】</li> </ul>
評価部位	圧力 (MPa)				温度 (°C)	伸び量 (mm)					内径 (mm)	全部材伸び量 (mm)	破断面積 (cm <sup>2</sup> )																																
		+ $\Delta L1$	+ $\Delta L2$	- $\Delta L3$																																									
フランジ部	8.2	288	0.19	1.31	1.19	2,120	0.31	約 21																																					
評価部位	圧力 (MPa)	温度 (°C)	伸び量			内径 (mm)	全部材伸び量 (mm)	破断面積 (cm <sup>2</sup> )																																					
			+ $\Delta L1$	+ $\Delta L2$	- $\Delta L3$																																								
フランジ部	7.9	288	0.204	1.452	1.415	1,965	0.241	14.88																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5. 現場の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>評価の想定と事象進展解析</li> </ul> <p>破断面積 10cm<sup>2</sup> のインターフェイスシステム LOCA による炉心内の挙動は、「2.7.2(3) 有効性評価の結果」に示したとおりである。ここでは、破断面積 10cm<sup>2</sup> のインターフェイスシステム LOCA 発生時の現場環境（原子炉建屋内）に着眼し評価を行った。</p> <p>評価条件を表 1 に示す。また、評価に使用する原子炉建屋のノード分割モデルを図 1 に示す。</p> <p>事象進展解析 (MAAP) の実施に際して主要な仮定を以下に示す。</p> <p>前提条件：事象発生と同時に外部電源喪失し原子炉スクラム、インターフェイスシステム LOCA 時破断面積 10cm<sup>2</sup>、健全側高圧炉心注水系による注入</p> <p>事象進展：弁誤開又はサーベイランス時における全開誤操作（連続開） （この時内側テストブルチェックも同時に機能喪失（全開））</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>状況判断の開始（弁の開閉状態確認、HPCF 室漏えい検出、ポンプ吐出圧力、エリアモニタ指示値上昇）</li> </ul> <p>原子炉水位 L2 到達：原子炉隔離時冷却系の自動起動 事象発生約 15 分後：急速減圧</p> <p>原子炉水位 L1.5 到達：高圧炉心注水系の自動起動 事象発生約 4 時間後：インターフェイスシステム LOCA 発生箇所隔離</p>	<p style="text-align: right;">別紙9</p> <p style="text-align: center;">I S L O C A 発生時の原子炉冷却材漏えい量評価 及び原子炉建屋原子炉棟内環境評価</p> <p>1. 評価条件</p> <p>有効性評価の想定のとおり、<u>残留熱除去系 B 系</u>における I S L O C A 発生時の原子炉冷却材の漏えい量及び原子炉建屋原子炉棟内の環境（雰囲気温度、湿度及び圧力）を評価した。</p> <p>原子炉建屋原子炉棟内の環境評価特有の評価条件を別第 9-1 表に、<u>原子炉建屋原子炉棟のノード分割図及び原子炉建屋平面図</u>を別第 9-1 図及び別第 9-2 図に示す。</p> <p>なお、<u>高圧炉心スプレイポンプ室及び原子炉隔離時冷却系ポンプ室は他室と水密扉で区切られており、蒸気の移動がほぼないため、解析においても蒸気の移動を考慮していない。</u></p>	<p style="text-align: right;">別紙8</p> <p style="text-align: center;">I S L O C A 発生時の原子炉冷却材漏えい量評価 及び原子炉建物原子炉棟内環境評価</p> <p>1. <u>A-残留熱除去系における I S L O C A 発生時の評価</u></p> <p>1.1 評価条件</p> <p><u>A-残留熱除去系</u>における I S L O C A 発生時の原子炉冷却材の漏えい量及び原子炉建物原子炉棟内の環境（雰囲気温度、湿度、圧力及び溢水による影響）を評価した。</p> <p>原子炉建物原子炉棟内の環境評価特有の評価条件を別表 8-1 に、<u>原子炉建物ノード分割モデル</u>を別図 8-1 に示す。</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 資料構成は異なるものの、3 プラントとも ISLOCA 発生時の原子炉建物原子炉棟内環境を評価している。</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉は、解析において漏えい水の伝播及び蒸気の移動について考慮している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																															
表1 破断面積10cm <sup>2</sup> のインターフェイスシステムLOCA時における	別第9-1表 原子炉建屋原子炉棟内の環境評価特有の評価条件	別表8-1 原子炉建物原子炉棟内の環境評価特有の評価条件	・評価条件の相違 【柏崎6/7,東海第二】																																																																																																																															
<b>評価条件</b>																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>内容</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外部電源</td> <td>外部電源なし</td> <td>外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定</td> </tr> <tr> <td>漏えい箇所</td> <td>高圧炉心注水(B)ポンプ室</td> <td>漏えいを想定した高圧炉心注水系の低圧設計部(計装設備やフランジ部等)の設置場所</td> </tr> <tr> <td>漏えい面積</td> <td>高圧炉心冷却系配管:10cm<sup>2</sup>(1.0×10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>)</td> <td>圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に十分に余裕をとった値</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">事故シナリオ</td> <td>原子炉水位L2到達時点で、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始</td> <td>インターロック設定値</td> </tr> <tr> <td>事象発生15分後に手動減圧(逃がし安全弁8個)</td> <td>中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生15分後を設定</td> </tr> <tr> <td>水位回復後は崩壊熱除去相当の注水を実施し破断配管の高さにて水位制御</td> <td>漏えい量低減のために実施する操作を想定</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・チェンバ・プール水冷却モード運転は急速減圧後に実施(事象発生20分後)</td> <td>減圧実施によるサブプレッション・チェンバのプール水の温度上昇を抑えるための操作を想定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋への流出経路条件</td> <td>原子炉格納容器及び原子炉建屋からの漏えいなし</td> <td>保守的に考慮しない</td> </tr> <tr> <td>評価コード</td> <td>MAAP4</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋モデル</td> <td>分割モデル</td> <td>現実的な伝播経路を想定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋壁からの放熱</td> <td>考慮しない</td> <td>保守的に考慮しない</td> </tr> <tr> <td>原子炉スクラム</td> <td>事象発生とともにスクラム</td> <td>事象発生とともに外部電源喪失し、原子炉スクラムすることを想定</td> </tr> <tr> <td>主蒸気隔離弁</td> <td>原子炉水位L1.5にて自動閉</td> <td>インターロック設定値</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心注水系の水源</td> <td>復水貯蔵槽</td> <td>高圧炉心注水系設計条件</td> </tr> <tr> <td>復水貯蔵槽の水温</td> <td>0~12時間:50℃ 12~24時間:45℃ 24時間以降:40℃</td> <td>復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定</td> </tr> <tr> <td>ブローアウトパネル開放圧力</td> <td>3.4kPa[gage]</td> <td>ブローアウトパネル設定値</td> </tr> </tbody> </table>	項目	内容	根拠	外部電源	外部電源なし	外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定	漏えい箇所	高圧炉心注水(B)ポンプ室	漏えいを想定した高圧炉心注水系の低圧設計部(計装設備やフランジ部等)の設置場所	漏えい面積	高圧炉心冷却系配管:10cm <sup>2</sup> (1.0×10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> )	圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に十分に余裕をとった値	事故シナリオ	原子炉水位L2到達時点で、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始	インターロック設定値	事象発生15分後に手動減圧(逃がし安全弁8個)	中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生15分後を設定	水位回復後は崩壊熱除去相当の注水を実施し破断配管の高さにて水位制御	漏えい量低減のために実施する操作を想定	サブプレッション・チェンバ・プール水冷却モード運転は急速減圧後に実施(事象発生20分後)	減圧実施によるサブプレッション・チェンバのプール水の温度上昇を抑えるための操作を想定	原子炉建屋への流出経路条件	原子炉格納容器及び原子炉建屋からの漏えいなし	保守的に考慮しない	評価コード	MAAP4	—	原子炉建屋モデル	分割モデル	現実的な伝播経路を想定	原子炉建屋壁からの放熱	考慮しない	保守的に考慮しない	原子炉スクラム	事象発生とともにスクラム	事象発生とともに外部電源喪失し、原子炉スクラムすることを想定	主蒸気隔離弁	原子炉水位L1.5にて自動閉	インターロック設定値	高圧炉心注水系の水源	復水貯蔵槽	高圧炉心注水系設計条件	復水貯蔵槽の水温	0~12時間:50℃ 12~24時間:45℃ 24時間以降:40℃	復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定	ブローアウトパネル開放圧力	3.4kPa[gage]	ブローアウトパネル設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>主要解析条件</th> <th>条件設定の考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>解析コード</td> <td>MAAP4</td> <td>格納容器及び原子炉建屋原子炉棟等の詳細ノードのモデル化が可能であり、隔離弁の閉止操作等の重大事故等対策を考慮した事象進展を模擬することが可能である解析コード</td> </tr> <tr> <td>漏えい箇所</td> <td>残留熱除去系B系熱交換器室</td> <td>有効性評価の解析と同様</td> </tr> <tr> <td>漏えい面積</td> <td>約21cm<sup>2</sup></td> <td>有効性評価の解析と同様</td> </tr> <tr> <td>事故シナリオ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉水位異常低下(レベル2)設定点到達時に、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始</li> <li>低圧炉心スプレィ系を起動し、事象発生15分後に逃がし安全弁(自動減圧機能)7個による原子炉減圧</li> <li>事象発生17分後に低圧代替注水系(常設)を起動</li> <li>原子炉水位回復後、低圧炉心スプレィ系を停止し、原子炉水位を原子炉水位低(レベル3)設定点以上に維持</li> <li>事象発生25分後、サブプレッション・プール冷却開始</li> <li>事象発生5時間後、残留熱除去系隔離完了</li> </ul> </td> <td>有効性評価の解析と同様 ただし、本事故シーケンスグループは格納容器バイパス事象であることを踏まえ、有効性評価では格納容器の挙動が設計基準事故に含まれることを示していることから、サブプレッション・プール冷却の開始時間は、有効性評価における作業と所要時間の想定及び「1.3.5運転員等の操作時間に対する仮定」に基づき25分後と設定している。</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋モデル</td> <td>別第9-1図参照</td> <td>原子炉建屋原子炉棟東西の物理的分離等を考慮して設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋壁から環境への放熱</td> <td>考慮しない</td> <td>雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋換気系</td> <td>考慮しない</td> <td>雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定</td> </tr> <tr> <td>ブローアウトパネル開放圧力*</td> <td>6.9kPa[gage]</td> <td>設計値を設定</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：現在設置されているブローアウトパネル12枚のうち2枚を閉止する方針であるが、本評価では12枚全てに期待している。なお、全てのブローアウトパネルに期待しない場合の評価を別紙10に示している。</p>	項目	主要解析条件	条件設定の考え方	解析コード	MAAP4	格納容器及び原子炉建屋原子炉棟等の詳細ノードのモデル化が可能であり、隔離弁の閉止操作等の重大事故等対策を考慮した事象進展を模擬することが可能である解析コード	漏えい箇所	残留熱除去系B系熱交換器室	有効性評価の解析と同様	漏えい面積	約21cm <sup>2</sup>	有効性評価の解析と同様	事故シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉水位異常低下(レベル2)設定点到達時に、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始</li> <li>低圧炉心スプレィ系を起動し、事象発生15分後に逃がし安全弁(自動減圧機能)7個による原子炉減圧</li> <li>事象発生17分後に低圧代替注水系(常設)を起動</li> <li>原子炉水位回復後、低圧炉心スプレィ系を停止し、原子炉水位を原子炉水位低(レベル3)設定点以上に維持</li> <li>事象発生25分後、サブプレッション・プール冷却開始</li> <li>事象発生5時間後、残留熱除去系隔離完了</li> </ul>	有効性評価の解析と同様 ただし、本事故シーケンスグループは格納容器バイパス事象であることを踏まえ、有効性評価では格納容器の挙動が設計基準事故に含まれることを示していることから、サブプレッション・プール冷却の開始時間は、有効性評価における作業と所要時間の想定及び「1.3.5運転員等の操作時間に対する仮定」に基づき25分後と設定している。	原子炉建屋モデル	別第9-1図参照	原子炉建屋原子炉棟東西の物理的分離等を考慮して設定	原子炉建屋壁から環境への放熱	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定	原子炉建屋換気系	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定	ブローアウトパネル開放圧力*	6.9kPa[gage]	設計値を設定	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>解析条件</th> <th>条件設定の考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外部電源</td> <td>外部電源なし</td> <td>外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定</td> </tr> <tr> <td>漏えい箇所及び漏えい面積</td> <td>A-残留熱除去ポンプ室:1cm<sup>2</sup> A-残留熱除去系熱交換器室:16cm<sup>2</sup></td> <td>圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に余裕をとった値</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">事故シナリオ</td> <td>原子炉水位低(レベル3)で自動スクラム</td> <td>保有水量の低下を保守的に評価する条件を設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系、原子炉水位低(レベル1H)で高圧炉心スプレィ系が自動起動</td> <td>インターロック設定値</td> </tr> <tr> <td>事象発生から30分後に逃がし安全弁6弁を手動開放</td> <td>中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生から30分後を設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉急速減圧後、漏えい箇所の隔離が終了するまで原子炉水位を原子炉水位低(レベル2)以上で低めに維持</td> <td>漏えい量低減のために実施する操作を想定</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系(サブプレッション・プール水冷却モード)による原子炉格納容器除熱は事象発生から40分後に開始</td> <td>サブプレッション・プール水の温度上昇を抑えるための操作を想定</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系のサブプレッション・プール水冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から1時間40分後に停止し、原子炉停止時冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から2時間後に開始</td> <td>原子炉建物内の環境を改善するための操作を想定 なお、事象発生後の状況確認および原子炉減圧操作等に余裕を加味し、操作可能な時間として2時間後を設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物への流出経路条件</td> <td>原子炉格納容器から原子炉建物への漏えいあり。原子炉建物から環境への漏えいなし</td> <td>原子炉建物内の雰囲気温度を保守的に評価する条件を設定</td> </tr> <tr> <td>評価コード</td> <td>MAAP4</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物モデル</td> <td>分割モデル(別図8-1参照)</td> <td>現実的な伝播経路を想定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物壁から環境への放熱</td> <td>考慮しない</td> <td>雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物換気系</td> <td>考慮しない</td> <td>雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定</td> </tr> <tr> <td>原子炉スクラム</td> <td>原子炉水位低(レベル3)</td> <td>インターロック設定値</td> </tr> <tr> <td>主蒸気隔離弁</td> <td>原子炉水位低(レベル2)</td> <td>インターロック設定値</td> </tr> <tr> <td>原子炉隔離時冷却系および高圧炉心スプレィ系の水源地</td> <td>サブプレッション・プール水</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・プール水源地初期水温</td> <td>35℃</td> <td>通常運転時の制限値を設定</td> </tr> <tr> <td>ブローアウトパネル開放圧力</td> <td>7.0kPa[gage]</td> <td>安全要求値</td> </tr> </tbody> </table>	項目	解析条件	条件設定の考え方	外部電源	外部電源なし	外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定	漏えい箇所及び漏えい面積	A-残留熱除去ポンプ室:1cm <sup>2</sup> A-残留熱除去系熱交換器室:16cm <sup>2</sup>	圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に余裕をとった値	事故シナリオ	原子炉水位低(レベル3)で自動スクラム	保有水量の低下を保守的に評価する条件を設定	原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系、原子炉水位低(レベル1H)で高圧炉心スプレィ系が自動起動	インターロック設定値	事象発生から30分後に逃がし安全弁6弁を手動開放	中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生から30分後を設定	原子炉急速減圧後、漏えい箇所の隔離が終了するまで原子炉水位を原子炉水位低(レベル2)以上で低めに維持	漏えい量低減のために実施する操作を想定	残留熱除去系(サブプレッション・プール水冷却モード)による原子炉格納容器除熱は事象発生から40分後に開始	サブプレッション・プール水の温度上昇を抑えるための操作を想定	残留熱除去系のサブプレッション・プール水冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から1時間40分後に停止し、原子炉停止時冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から2時間後に開始	原子炉建物内の環境を改善するための操作を想定 なお、事象発生後の状況確認および原子炉減圧操作等に余裕を加味し、操作可能な時間として2時間後を設定	原子炉建物への流出経路条件	原子炉格納容器から原子炉建物への漏えいあり。原子炉建物から環境への漏えいなし	原子炉建物内の雰囲気温度を保守的に評価する条件を設定	評価コード	MAAP4	—	原子炉建物モデル	分割モデル(別図8-1参照)	現実的な伝播経路を想定	原子炉建物壁から環境への放熱	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定	原子炉建物換気系	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定	原子炉スクラム	原子炉水位低(レベル3)	インターロック設定値	主蒸気隔離弁	原子炉水位低(レベル2)	インターロック設定値	原子炉隔離時冷却系および高圧炉心スプレィ系の水源地	サブプレッション・プール水	—	サブプレッション・プール水源地初期水温	35℃	通常運転時の制限値を設定	ブローアウトパネル開放圧力	7.0kPa[gage]	安全要求値	
項目	内容	根拠																																																																																																																																
外部電源	外部電源なし	外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定																																																																																																																																
漏えい箇所	高圧炉心注水(B)ポンプ室	漏えいを想定した高圧炉心注水系の低圧設計部(計装設備やフランジ部等)の設置場所																																																																																																																																
漏えい面積	高圧炉心冷却系配管:10cm <sup>2</sup> (1.0×10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> )	圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に十分に余裕をとった値																																																																																																																																
事故シナリオ	原子炉水位L2到達時点で、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始	インターロック設定値																																																																																																																																
	事象発生15分後に手動減圧(逃がし安全弁8個)	中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生15分後を設定																																																																																																																																
	水位回復後は崩壊熱除去相当の注水を実施し破断配管の高さにて水位制御	漏えい量低減のために実施する操作を想定																																																																																																																																
	サブプレッション・チェンバ・プール水冷却モード運転は急速減圧後に実施(事象発生20分後)	減圧実施によるサブプレッション・チェンバのプール水の温度上昇を抑えるための操作を想定																																																																																																																																
原子炉建屋への流出経路条件	原子炉格納容器及び原子炉建屋からの漏えいなし	保守的に考慮しない																																																																																																																																
評価コード	MAAP4	—																																																																																																																																
原子炉建屋モデル	分割モデル	現実的な伝播経路を想定																																																																																																																																
原子炉建屋壁からの放熱	考慮しない	保守的に考慮しない																																																																																																																																
原子炉スクラム	事象発生とともにスクラム	事象発生とともに外部電源喪失し、原子炉スクラムすることを想定																																																																																																																																
主蒸気隔離弁	原子炉水位L1.5にて自動閉	インターロック設定値																																																																																																																																
高圧炉心注水系の水源	復水貯蔵槽	高圧炉心注水系設計条件																																																																																																																																
復水貯蔵槽の水温	0~12時間:50℃ 12~24時間:45℃ 24時間以降:40℃	復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定																																																																																																																																
ブローアウトパネル開放圧力	3.4kPa[gage]	ブローアウトパネル設定値																																																																																																																																
項目	主要解析条件	条件設定の考え方																																																																																																																																
解析コード	MAAP4	格納容器及び原子炉建屋原子炉棟等の詳細ノードのモデル化が可能であり、隔離弁の閉止操作等の重大事故等対策を考慮した事象進展を模擬することが可能である解析コード																																																																																																																																
漏えい箇所	残留熱除去系B系熱交換器室	有効性評価の解析と同様																																																																																																																																
漏えい面積	約21cm <sup>2</sup>	有効性評価の解析と同様																																																																																																																																
事故シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉水位異常低下(レベル2)設定点到達時に、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水開始</li> <li>低圧炉心スプレィ系を起動し、事象発生15分後に逃がし安全弁(自動減圧機能)7個による原子炉減圧</li> <li>事象発生17分後に低圧代替注水系(常設)を起動</li> <li>原子炉水位回復後、低圧炉心スプレィ系を停止し、原子炉水位を原子炉水位低(レベル3)設定点以上に維持</li> <li>事象発生25分後、サブプレッション・プール冷却開始</li> <li>事象発生5時間後、残留熱除去系隔離完了</li> </ul>	有効性評価の解析と同様 ただし、本事故シーケンスグループは格納容器バイパス事象であることを踏まえ、有効性評価では格納容器の挙動が設計基準事故に含まれることを示していることから、サブプレッション・プール冷却の開始時間は、有効性評価における作業と所要時間の想定及び「1.3.5運転員等の操作時間に対する仮定」に基づき25分後と設定している。																																																																																																																																
原子炉建屋モデル	別第9-1図参照	原子炉建屋原子炉棟東西の物理的分離等を考慮して設定																																																																																																																																
原子炉建屋壁から環境への放熱	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定																																																																																																																																
原子炉建屋換気系	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定																																																																																																																																
ブローアウトパネル開放圧力*	6.9kPa[gage]	設計値を設定																																																																																																																																
項目	解析条件	条件設定の考え方																																																																																																																																
外部電源	外部電源なし	外部電源なしの場合は給水・復水系による給水がなく、原子炉水位の低下が早くなることから設定																																																																																																																																
漏えい箇所及び漏えい面積	A-残留熱除去ポンプ室:1cm <sup>2</sup> A-残留熱除去系熱交換器室:16cm <sup>2</sup>	圧力応答評価に基づき評価された漏えい面積に余裕をとった値																																																																																																																																
事故シナリオ	原子炉水位低(レベル3)で自動スクラム	保有水量の低下を保守的に評価する条件を設定																																																																																																																																
	原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系、原子炉水位低(レベル1H)で高圧炉心スプレィ系が自動起動	インターロック設定値																																																																																																																																
	事象発生から30分後に逃がし安全弁6弁を手動開放	中央制御室における破断箇所の隔離操作失敗の判断時間及び逃がし安全弁の操作時間を考慮して事象発生から30分後を設定																																																																																																																																
	原子炉急速減圧後、漏えい箇所の隔離が終了するまで原子炉水位を原子炉水位低(レベル2)以上で低めに維持	漏えい量低減のために実施する操作を想定																																																																																																																																
	残留熱除去系(サブプレッション・プール水冷却モード)による原子炉格納容器除熱は事象発生から40分後に開始	サブプレッション・プール水の温度上昇を抑えるための操作を想定																																																																																																																																
	残留熱除去系のサブプレッション・プール水冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から1時間40分後に停止し、原子炉停止時冷却モードによる原子炉格納容器除熱を事象発生から2時間後に開始	原子炉建物内の環境を改善するための操作を想定 なお、事象発生後の状況確認および原子炉減圧操作等に余裕を加味し、操作可能な時間として2時間後を設定																																																																																																																																
原子炉建物への流出経路条件	原子炉格納容器から原子炉建物への漏えいあり。原子炉建物から環境への漏えいなし	原子炉建物内の雰囲気温度を保守的に評価する条件を設定																																																																																																																																
評価コード	MAAP4	—																																																																																																																																
原子炉建物モデル	分割モデル(別図8-1参照)	現実的な伝播経路を想定																																																																																																																																
原子炉建物壁から環境への放熱	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定																																																																																																																																
原子炉建物換気系	考慮しない	雰囲気温度、湿度及び圧力の観点から厳しい想定として設定																																																																																																																																
原子炉スクラム	原子炉水位低(レベル3)	インターロック設定値																																																																																																																																
主蒸気隔離弁	原子炉水位低(レベル2)	インターロック設定値																																																																																																																																
原子炉隔離時冷却系および高圧炉心スプレィ系の水源地	サブプレッション・プール水	—																																																																																																																																
サブプレッション・プール水源地初期水温	35℃	通常運転時の制限値を設定																																																																																																																																
ブローアウトパネル開放圧力	7.0kPa[gage]	安全要求値																																																																																																																																

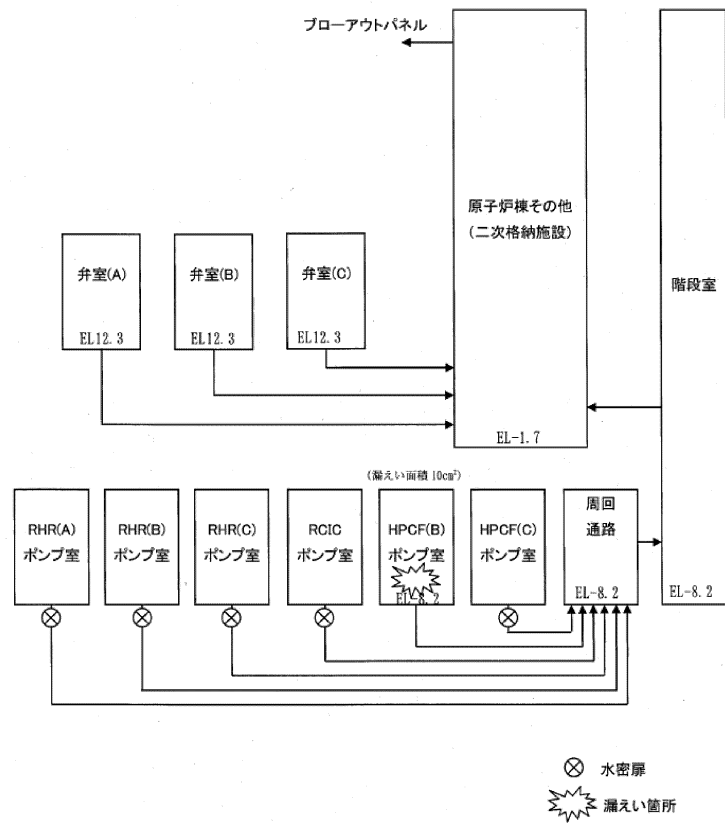
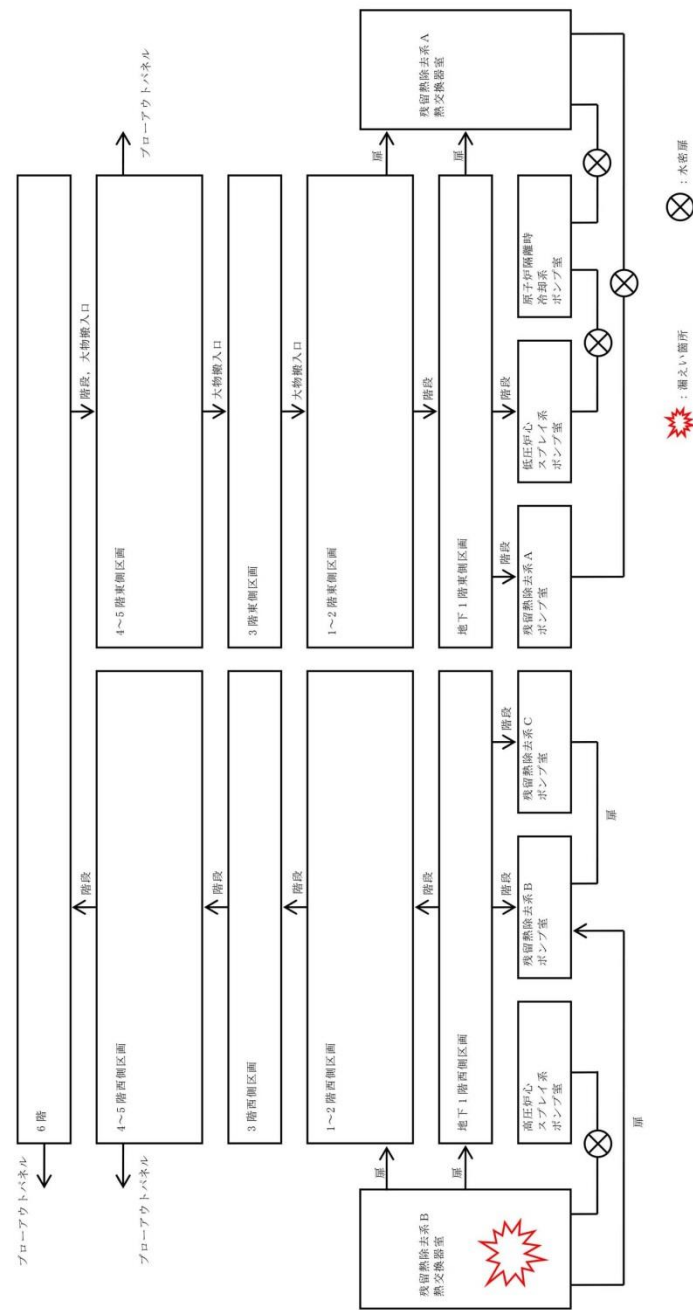
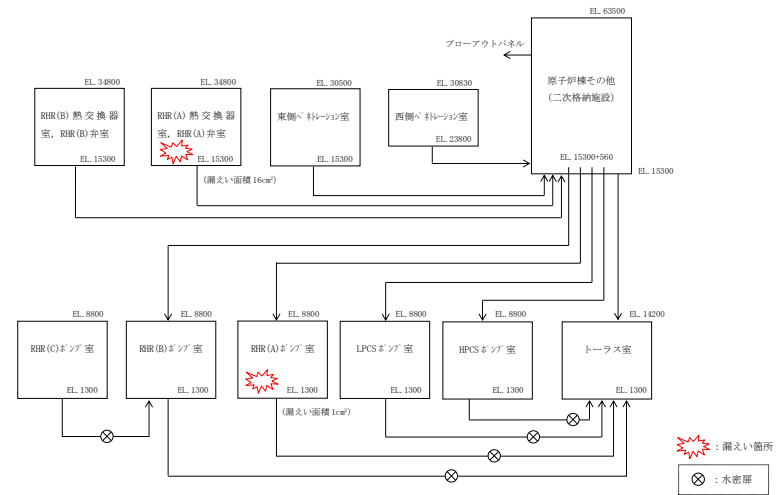


図1 インターフェイスシステムLOCAにおける原子炉建屋ノード  
分割モデル

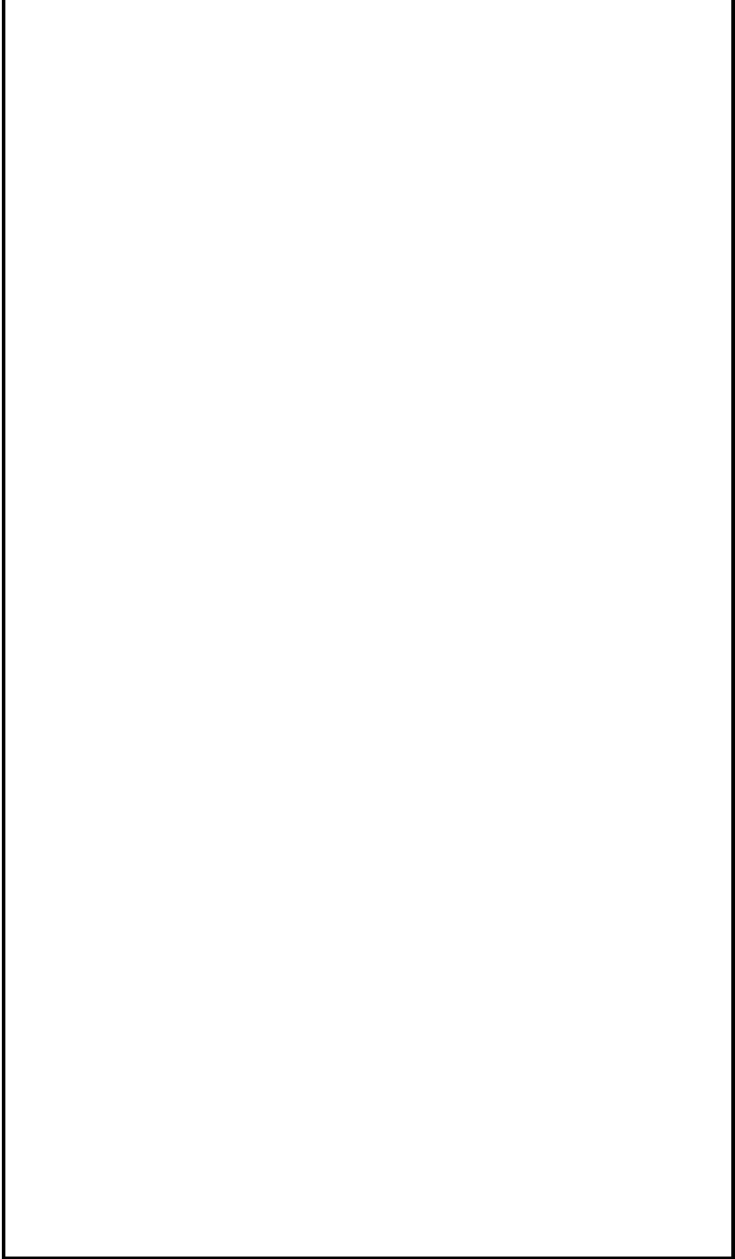


別第9-1 図 原子炉建屋原子炉棟内ノード分割モデル




別図 8-1 原子炉建物ノード分割モデル


・解析条件の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

別第9-2 図 原子炉建屋平面図 (地下2階)


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

別第9-2 図 原子炉建屋平面図 (地下1階)

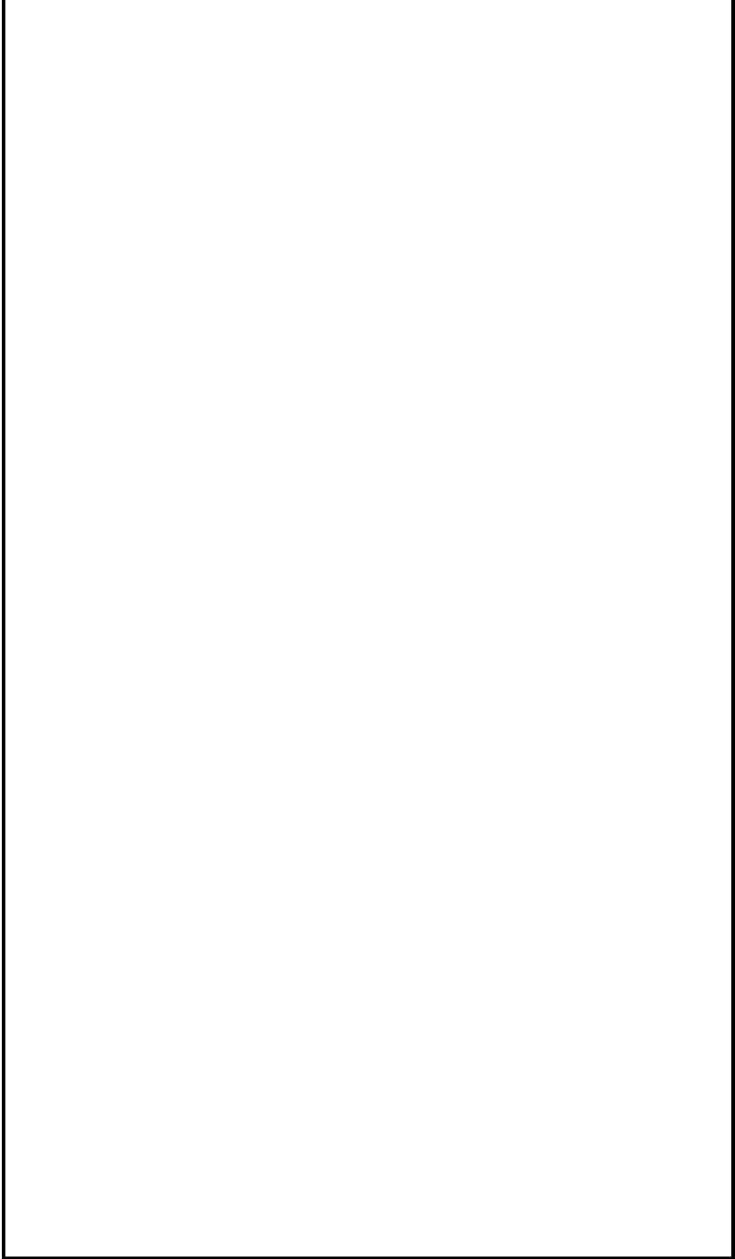
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (1 階)




柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			


別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (2 階)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			


別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (3 階)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

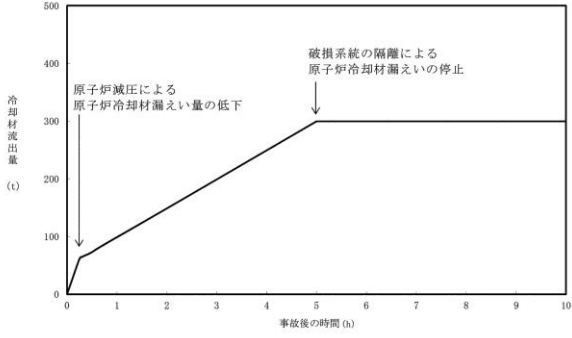
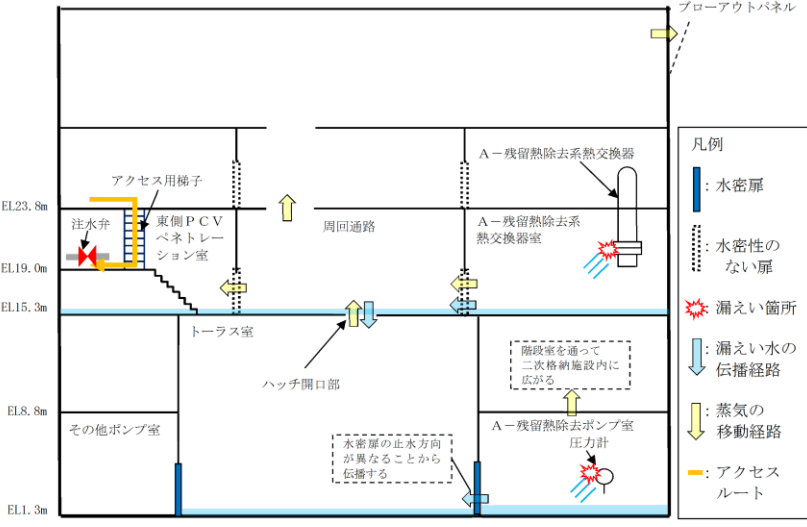
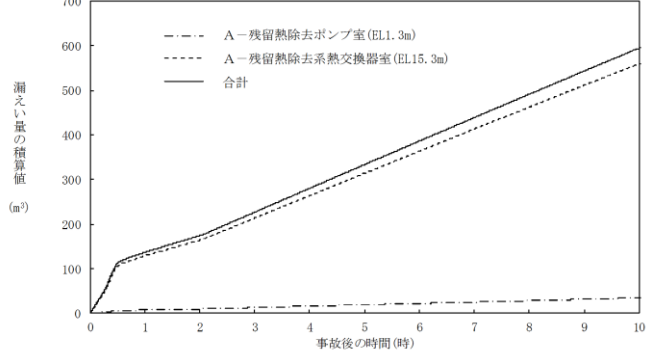
別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (4 階)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (5 階)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			

別第 9-2 図 原子炉建屋平面図 (6 階)

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・評価の結果</p> <p><b>【比較のため、「〇冷却材漏えいによる影響」を記載】</b></p> <p><b>〇冷却材漏えいによる影響</b></p> <p><u>破断面積10cm<sup>2</sup>のインターフェイスシステムLOCAに伴う原子炉建屋内への原子炉内及び復水貯蔵槽からの漏えい量は、原子炉圧力容器及び復水貯蔵槽からの流出量を考慮しても最大で約200m<sup>3</sup>/hであり、高圧炉心注入ポンプ吸込弁または復水貯蔵槽側吸込弁の閉止や原子炉水位を漏えい配管の高さ付近で維持することでさらに漏えい量を少なくすることができる。</u></p> <p><u>破断した系統の区分と他区分の非常用炉心冷却系が機能喪失に至る約1,800m<sup>3</sup>(浸水高さ約2.5m)に到達するには9時間以上の十分な時間余裕がある。</u></p> <p><b>【ここまで】</b></p>	<p>2. 評価結果</p> <p>原子炉冷却材の積算漏えい量の推移を別第9-3図に、原子炉建屋内の雰囲気温度(西側区画)、雰囲気温度(東側区画)、湿度(西側区画)、湿度(東側区画)、圧力(西側区画)及び圧力(東側区画)の推移を別第9-4図から別第9-9図に示す。</p> <p>別第9-3図に示すとおり、現場隔離操作の完了時間として設定している事象発生5時間までの原子炉冷却材の漏えい量は約300tである。</p>  <p>別第9-3図は、事故後の時間(t)を横軸(0-10)、冷却材流出量(t)を縦軸(0-500)とした折線グラフである。0-5時間までは直線的に増加し、5時間時点で約300tに達する。5時間以降は流出量が一定に維持される。注釈として「原子炉減圧による原子炉冷却材漏えい量の低下」と「破損系統の隔離による原子炉冷却材漏えいの停止」が示されている。</p> <p><b>別第9-3図 原子炉冷却材の積算漏えい量の推移</b></p>	<p>1.2 評価結果</p> <p><u>解析結果に基づく、ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要を別図8-2に、各漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移を別図8-3に、原子炉建屋内の雰囲気温度、湿度及び圧力の推移を別図8-4から別図8-6に示す。</u></p>  <p>別図8-2は、原子炉棟内の階層別状況概要図である。縦軸は標高(EL)を示し、EL.1.3mからEL.23.8mまでの階層が示されている。図には、水密壁、水密性のない壁、漏えい箇所、漏えい水の伝播経路、蒸気の移動経路、アクセスルートなどが示されている。また、A-残留熱除去系熱交換器、A-残留熱除去系熱交換器室、A-残留熱除去ポンプ室、圧力計、ハッチ開口部、トラス室、その他ポンプ室、注水弁、東側PCVベネトレーション室、アクセス用梯子、ブロアアウトパネル、周囲通路などの設備や構造も示されている。</p> <p><b>別図8-2 ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要</b></p> <p>〇各漏えい発生区画における漏えい量</p> <p>別図8-3に示すとおり、現場隔離操作の完了時間として設定している事象発生10時間までの原子炉冷却材の漏えい量は約600m<sup>3</sup>である。</p>  <p>別図8-3は、事故後の時間(時)を横軸(0-10)、漏えい量の積算値(m<sup>3</sup>)を縦軸(0-700)とした折線グラフである。3つのデータ系列が示されている: A-残留熱除去ポンプ室(EL.1.3m) (点線)、A-残留熱除去系熱交換器室(EL.15.3m) (破線)、合計 (実線)。合計の漏えい量は10時間時点で約600m<sup>3</sup>に達する。</p> <p><b>別図8-3 各漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移</b></p>	<p>備考</p> <p>・評価条件の相違</p> <p><b>【柏崎6/7、東海第二】</b></p> <p>ISLOCA時の事象想定等の違いにより、評価結果が異なり、事象進展に応じた対応操作も異なる。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>○<u>温度・湿度・圧力の想定</u></p> <p><u>主要なパラメータの時間変化を図2 から図4 に示す。</u></p> <p><u>原子炉建物内の温度は、事象発生直後は上昇するものの15 分後に原子炉減圧した後は低下する。また、弁隔離操作のためにアクセスする弁室の温度も同様に、原子炉減圧操作後に低下した後、約38℃程度で推移する。湿度については破断箇所からの漏えいが継続するため高い値で維持されるものの、原子炉減圧及び破断箇所隔離操作を実施することで、事象発生約4 時間以降低下する傾向にある。圧力については破断直後に上昇するもののブローアウトパネルが開放され、その後は大気圧相当となる。</u></p> <p>○<u>冷却材漏えいによる影響</u></p> <p><u>破断面積10cm<sup>2</sup> のインターフェイスシステムLOCA に伴う原子炉建屋内への原子炉内及び復水貯蔵槽からの漏えい量は、原子炉圧力容器及び復水貯蔵槽からの流出量を考慮しても最大で約200m<sup>3</sup>/h であり、高圧炉心注入ポンプ吸込弁または復水貯蔵槽側吸込弁の閉止や原子炉水位を漏えい配管の高さ付近で維持することでさらに漏えい量を少なくすることができる。</u></p> <p><u>破断した系統の区分と他区分の非常用炉心冷却系が機能喪失に至る約1,800m<sup>3</sup> (浸水高さ約2.5m) に到達するには9 時間以上の十分な時間余裕がある。</u></p>	<p>また、別第 9-4 図及び別第 9-5 図に示すとおり、原子炉減圧操作後に建屋内環境が静定する事象発生 2 時間から 5 時間までのアクセスルート及び操作場所の雰囲気温度の最大値は 41℃である。</p> <p>なお、ブローアウトパネルが設置されている 4～5 階西側区画、4～5 階東側区画及び 6 階全ての圧力はブローアウトパネルの設定圧力に到達し、ブローアウトパネルが開放している。</p>	<p>○温度・湿度・圧力の想定</p> <p><u>別図8-4から別図8-6に示すとおり、アクセスルートとなる「原子炉棟その他（二次格納施設）」及び操作場所である「東側 P C V ペネトレーション室」における雰囲気温度の最大値は約78℃となるが、原子炉減圧操作後は漏えい箇所からの高温水及び蒸気の流出量が減少するため、雰囲気温度は低下傾向となり、建物内環境が静定する事象発生9時間後から10時間後までの雰囲気温度の最大値は約44℃である。湿度については漏えい箇所からの漏えいが継続するため高い値で維持されるものの、破断箇所隔離操作を実施することで約10時間以降低下する傾向にある。圧力については漏えい発生直後に上昇するものの、ブローアウトパネルが開放され、その後は大気圧相当となる。</u></p>	

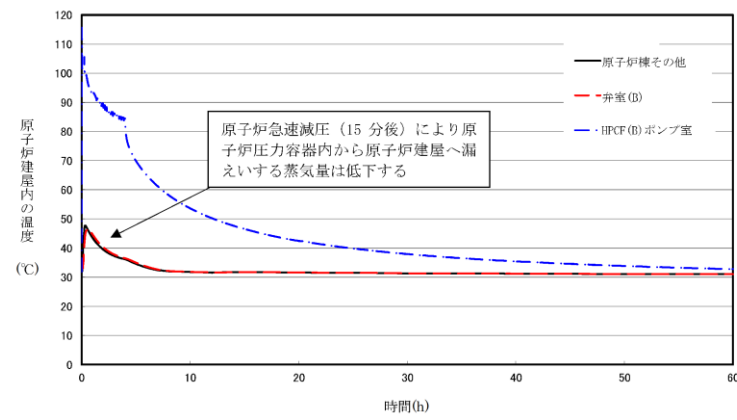
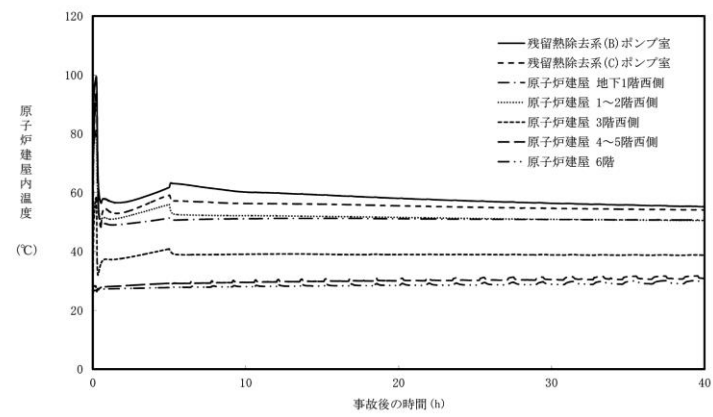
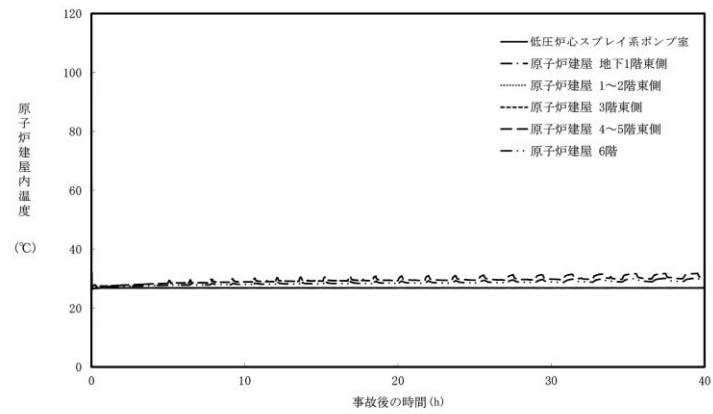


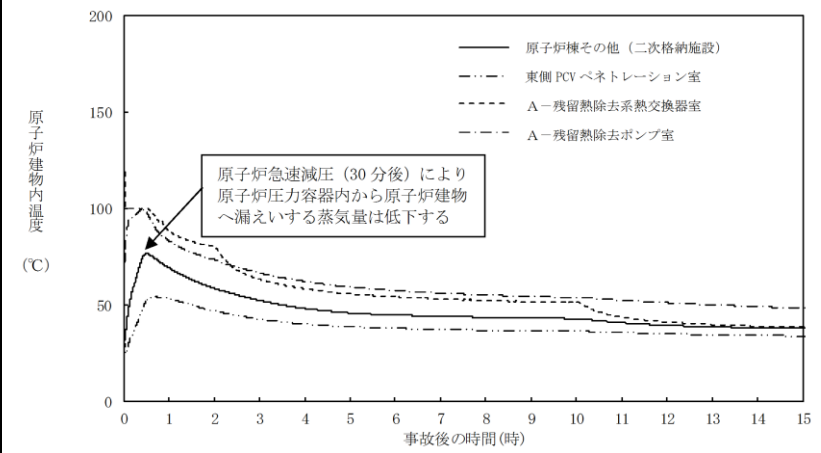
図2 原子炉建屋内の温度の時間変化  
(インターフェイスシステムLOCA)



別第9-4 図 原子炉建屋内の雰囲気温度の推移 (西側区画)



別第9-5 図 原子炉建屋内の雰囲気温度の推移 (東側区画)



別図 8-4 原子炉建物内の雰囲気温度の推移

・解析結果の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】



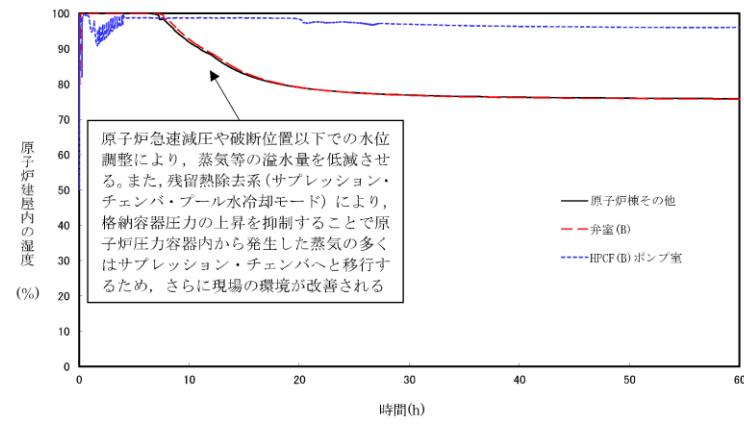
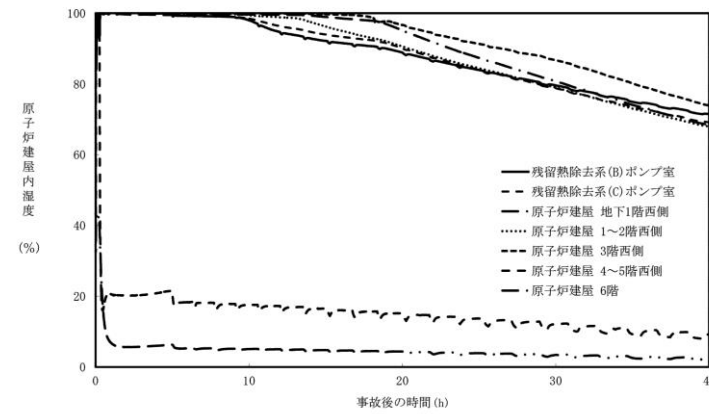
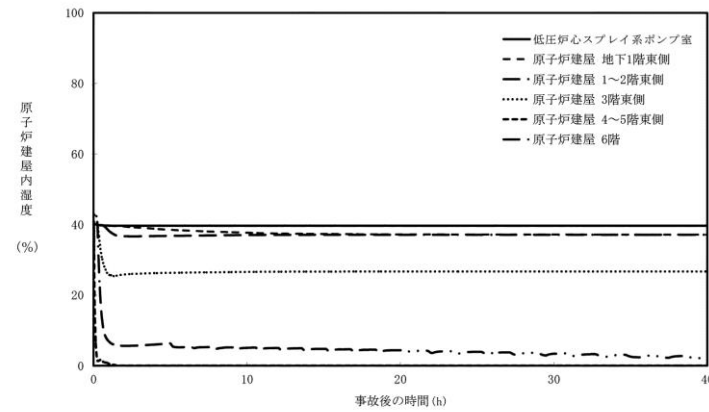


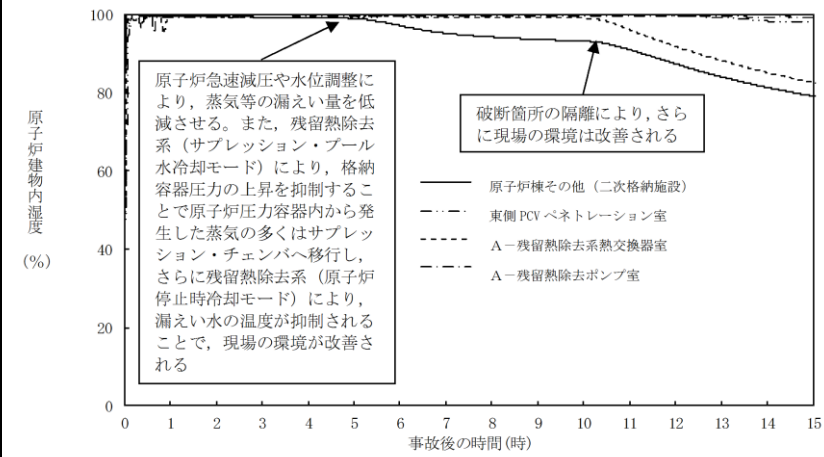
図3 原子炉建屋内の湿度の時間変化  
(インターフェイスシステムLOCA)



別第9-6 図 原子炉建屋内の湿度の推移 (西側区画)



別第9-7 図 原子炉建屋内の湿度の推移 (東側区画)



別図 8-5 原子炉建物内の湿度の推移

・解析結果の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】

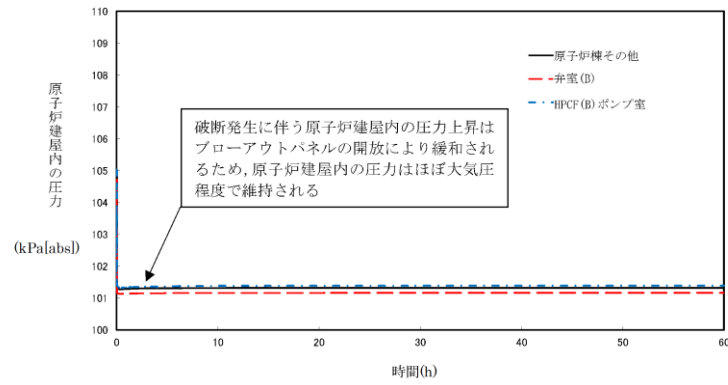
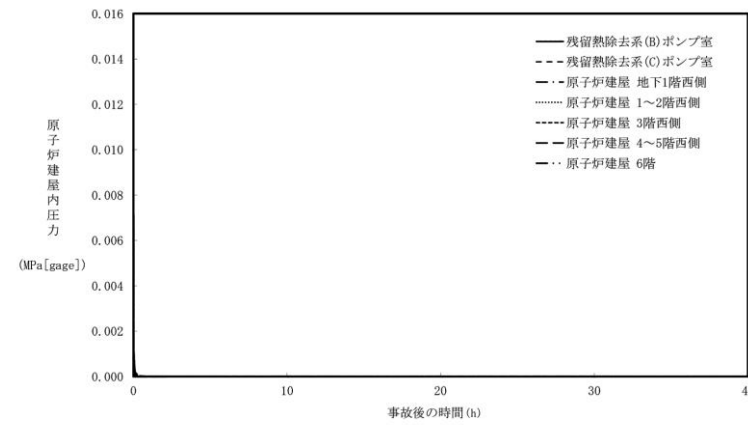
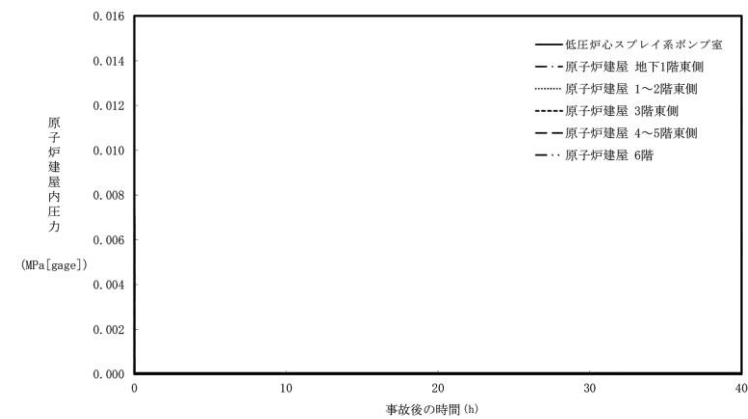


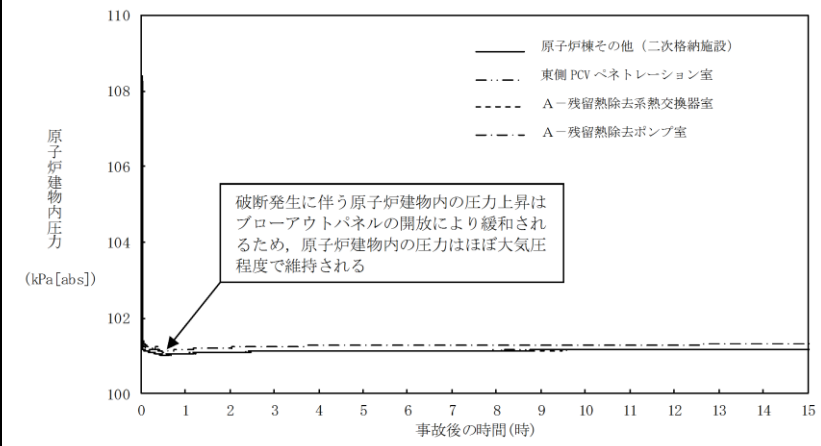
図4 原子炉建屋内の圧力の時間変化  
(インターフェイスシステムLOCA)



別第9-8 図 原子炉建屋内の圧力の推移 (西側区画)



別第9-9 図 原子炉建屋内の圧力の推移 (東側区画)



別図 8-6 原子炉建物内の圧力の推移

・解析結果の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1.2.1 溢水による影響</p> <p>別図 8-2 に示すとおり、「A-残留熱除去系熱交換器室」で発生した漏えい水は、原子炉建物 1 階 (EL15.3m) に伝播し、ハッチ開口部を通じて最終滞留箇所である「トーラス室」に排出される。</p> <p>「A-残留熱除去ポンプ室」で発生した漏えい水は、境界に水密扉を設置していることから「原子炉隔離時冷却ポンプ室」へ伝播しないが、「トーラス室」に対しては、境界に設置している水密扉の止水方向が異なることから伝播する。</p> <p>溢水範囲を別図 8-7 に、想定する漏えい量を別表 8-2 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV222-5A) へのアクセス性に対する影響</p> <p>A-残留熱除去系の隔離操作を行う注水弁 (MV222-5A) は、原子炉建物中 1 階 (EL19.0m) の床面上に設置されており、I S L O C A により漏えいが発生する機器は、1 階 (EL15.3m) 及び地下 2 階 (EL1.3m) に設置されている。隔離操作場所へは溢水影響のない 2 階 (EL23.8m) からアクセスするため、アクセス性への影響はない。</p> <p>(2) I S L O C A 時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系, 高圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>A-残留熱除去ポンプ室と原子炉隔離時冷却ポンプ室の境界, トーラス室と B-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため, これらのポンプ室は溢水の影響を受けない。</p> <p>逃がし安全弁は, 区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており, 関連計装部品も含め溢水の影響はなく, 逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <p>漏えい水が伝播する区画において I S L O C A 時に必要となる系統の溢水評価結果を別表 8-3 に示す。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1745 212 2490 1178" style="border: 1px solid black; height: 460px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="1816 1192 2389 1234" style="color: red; text-align: center;">別図 8-7 A-残留熱除去系 溢水範囲 (1/2)</div> <div data-bbox="1745 1262 2490 1703" style="border: 1px solid black; height: 210px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="1816 1732 2389 1774" style="color: red; text-align: center;">別図 8-7 A-残留熱除去系 溢水範囲 (2/2)</div>	

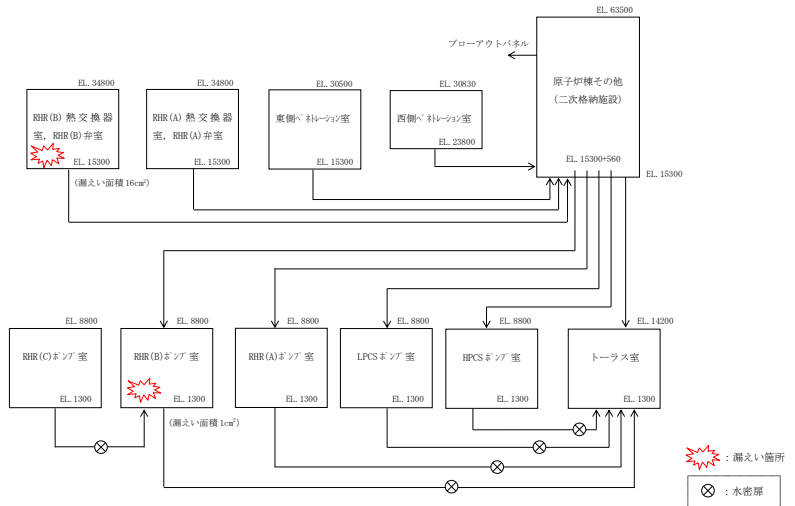
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																													
		<p style="text-align: center;"><u>別表 8-2 想定する漏えい量</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">事故後の時間 [h]</th> <th colspan="2">漏えい量[m<sup>3</sup>]</th> </tr> <tr> <th>A-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-02N)</th> <th>A-残留熱除去系熱交換器室 (R-1F-05N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>約 7</td><td>約 107</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>約 9</td><td>約 130</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>約 11</td><td>約 165</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>約 14</td><td>約 214</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>約 17</td><td>約 265</td></tr> <tr><td>5.0</td><td>約 20</td><td>約 315</td></tr> <tr><td>6.0</td><td>約 23</td><td>約 364</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>約 26</td><td>約 414</td></tr> <tr><td>8.0</td><td>約 29</td><td>約 463</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>約 32</td><td>約 512</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>約 35</td><td>約 560</td></tr> </tbody> </table>	事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]		A-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-02N)	A-残留熱除去系熱交換器室 (R-1F-05N)	0.5	約 7	約 107	1.0	約 9	約 130	2.0	約 11	約 165	3.0	約 14	約 214	4.0	約 17	約 265	5.0	約 20	約 315	6.0	約 23	約 364	7.0	約 26	約 414	8.0	約 29	約 463	9.0	約 32	約 512	10.0	約 35	約 560																								
事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]																																																															
	A-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-02N)	A-残留熱除去系熱交換器室 (R-1F-05N)																																																														
0.5	約 7	約 107																																																														
1.0	約 9	約 130																																																														
2.0	約 11	約 165																																																														
3.0	約 14	約 214																																																														
4.0	約 17	約 265																																																														
5.0	約 20	約 315																																																														
6.0	約 23	約 364																																																														
7.0	約 26	約 414																																																														
8.0	約 29	約 463																																																														
9.0	約 32	約 512																																																														
10.0	約 35	約 560																																																														
		<p style="text-align: center;"><u>別表 8-3 溢水評価結果</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>建物</th> <th>EL [m]</th> <th>評価区画</th> <th>流入を考慮する他区画</th> <th>溢水量 [m<sup>3</sup>]<sup>※1</sup></th> <th>滞留面積 [m<sup>2</sup>]</th> <th>床勾配 [m]</th> <th>① 溢水水位 FL+[m]<sup>※2</sup></th> <th>機器番号</th> <th>ISLOCA時に必要となる系統の溢水防護対象設備<sup>※3</sup></th> <th>② 機能喪失高さ FL+[m]<sup>※2</sup></th> <th>影響評価</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">原子炉建物</td> <td rowspan="3">15.3</td> <td>R-1F-03N R-1F-22N</td> <td>R-1F-05N R-1F-04N</td> <td>560</td> <td>808</td> <td>0.075</td> <td>0.17<sup>※2</sup></td> <td>2-R1R-1-8B</td> <td>B-原子炉圧力容器計器<sup>※4</sup></td> <td>0.56</td> <td>①&lt;②</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-1F-07-1N</td> <td>R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N</td> <td>560</td> <td>860</td> <td>0.075</td> <td>0.17<sup>※2</sup></td> <td>MV227-3</td> <td>ADS 逃し機能用外側隔離弁</td> <td>0.30</td> <td>①&lt;②</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-1F-10N</td> <td>R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N</td> <td>560</td> <td>827</td> <td>0.075</td> <td>0.17<sup>※2</sup></td> <td>MV222-15B</td> <td>B-R1R7スト弁</td> <td>1.99</td> <td>①&lt;②</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.3</td> <td>R-B2F-31N</td> <td>R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N</td> <td>595</td> <td>1041</td> <td>0.075</td> <td>0.65</td> <td>MV224-9</td> <td>HFCSポンプ CST 側第2ミニバルブ弁</td> <td>7.63</td> <td>①&lt;②</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>■ : 溢水源のある区画</p> <p>※1 事象発生10時間後の溢水量  ※2 基準床からの高さ  ※3 評価対象区画で機能喪失高さが最も低い機器  ※4 ハッチからの排出評価を実施</p>	建物	EL [m]	評価区画	流入を考慮する他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾配 [m]	① 溢水水位 FL+[m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失高さ FL+[m] <sup>※2</sup>	影響評価	備考	原子炉建物	15.3	R-1F-03N R-1F-22N	R-1F-05N R-1F-04N	560	808	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	2-R1R-1-8B	B-原子炉圧力容器計器 <sup>※4</sup>	0.56	①<②		R-1F-07-1N	R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	560	860	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	MV227-3	ADS 逃し機能用外側隔離弁	0.30	①<②		R-1F-10N	R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	560	827	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	MV222-15B	B-R1R7スト弁	1.99	①<②			1.3	R-B2F-31N	R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	595	1041	0.075	0.65	MV224-9	HFCSポンプ CST 側第2ミニバルブ弁	7.63	①<②		
建物	EL [m]	評価区画	流入を考慮する他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾配 [m]	① 溢水水位 FL+[m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失高さ FL+[m] <sup>※2</sup>	影響評価	備考																																																				
原子炉建物	15.3	R-1F-03N R-1F-22N	R-1F-05N R-1F-04N	560	808	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	2-R1R-1-8B	B-原子炉圧力容器計器 <sup>※4</sup>	0.56	①<②																																																					
		R-1F-07-1N	R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	560	860	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	MV227-3	ADS 逃し機能用外側隔離弁	0.30	①<②																																																					
		R-1F-10N	R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	560	827	0.075	0.17 <sup>※2</sup>	MV222-15B	B-R1R7スト弁	1.99	①<②																																																					
	1.3	R-B2F-31N	R-1F-05N R-1F-04N R-1F-03N R-1F-22N	595	1041	0.075	0.65	MV224-9	HFCSポンプ CST 側第2ミニバルブ弁	7.63	①<②																																																					

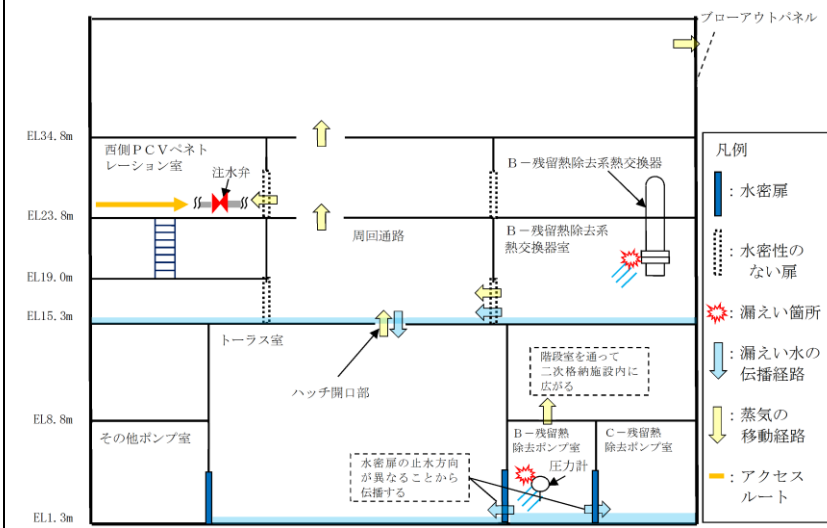
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><b>1.2.2 漏えいした蒸気の回り込みに伴う雰囲気温度・湿度上昇の影響</b></p> <p>別図 8-2 に示すとおり、「A-残留熱除去系熱交換器室」,「A-残留熱除去ポンプ室」において漏えいした蒸気及び溢水の伝播区画において発生した蒸気は、各隣接区画の圧力差に応じて原子炉棟内を移動し、原子炉棟内の圧力や温度を一時的に上昇させる。原子炉棟内の圧力上昇に伴いブローアウトパネルが開放し、環境へ蒸気が放出されるとともにハッチ開口部等を通じてガス流動が発生することで、原子炉棟内の環境条件はほぼ一様になる。なお、ブローアウトパネルが開放された以降は、原子炉棟から環境への蒸気の放出の流れが支配的となるため、その他ポンプ室等への蒸気の流入はない。蒸気の滞留範囲を別図 8-8 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV222-5A) への影響</p> <p>隔離操作を行う注水弁 (MV222-5A) は、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度が最も高くなる設計基準事故である「原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化」の「原子炉冷却材喪失」時の環境条件に耐性を有する設備であり、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有していることから機能維持される。</p> <p>I S L O C A発生時において必要な対応操作のうち、注水弁 (MV222-5A) の隔離操作を除いては、全て中央制御室からの操作による。注水弁 (MV222-5A) の隔離操作については、事象発生 9 時間後から行うこととしており、その際の原子炉建物内雰囲気温度及び湿度は約 44℃及び約 100%である。防護具等の着用により現場へのアクセス及び隔離操作は可能であり、注水弁の隔離操作における原子炉棟内の滞在時間は約 38 分である。</p> <p>(2) I S L O C A時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレー系、残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>A-残留熱除去ポンプ室と原子炉隔離時冷却ポンプ室の境界、トーラス室と B-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレーポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため、これらのポンプ室には溢水の流入がなく、蒸気による有意な雰囲気温度の上昇もないため、系統の運転に必要な補</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>機冷却系等の設備も含めて、系統の機能は維持される。なお、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系及びB-残留熱除去系のポンプ、弁及び計器等は、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有している。</p> <p>逃がし安全弁は、区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており、関連計装部品も含め、原子炉建物内及びトラス室の雰囲気温度上昇に伴う影響はなく、逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <div data-bbox="1739 625 2496 1577" style="border: 1px solid black; height: 450px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center;"><u>別図 8-8 A-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (1/2)</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1745 222 2490 678" style="border: 1px solid black; height: 217px; width: 251px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="1804 705 2427 737" style="color: red; text-decoration: underline;">別図 8-8 A-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (2/2)</div>	



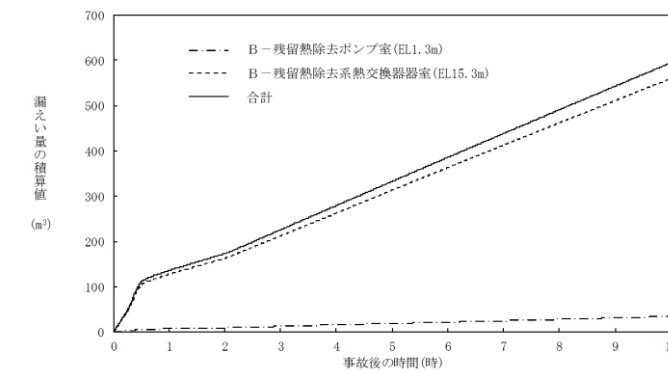
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>2. B-残留熱除去系におけるISLOCA発生時の評価</u></p> <p>2.1 評価条件</p> <p>B-残留熱除去系におけるISLOCA発生時の原子炉冷却材の漏えい量及び原子炉建物原子炉棟内の環境（雰囲気温度，湿度，圧力及び溢水による影響）を評価した。</p> <p>B-残留熱除去系におけるISLOCA発生時の漏えい箇所及び漏えい面積は，別表 8-1 に示すA-残留熱除去系の評価条件と同等（B-残留熱除去ポンプ室：1 cm<sup>2</sup>，B-残留熱除去系熱交換器室：16cm<sup>2</sup>）であり，その他評価条件も同等となる。原子炉建物ノード分割モデルを別図 8-9 に示す。</p>  <p>別図 8-9 原子炉建物ノード分割モデル</p> <p>2.2 評価結果</p> <p>解析結果に基づく，ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要を別図 8-10 に，各漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移を別図 8-11 に，原子炉建物内の雰囲気温度，湿度及び圧力の推移を別図 8-12 から別図 8-14 に示す。</p> <p>○事象進展</p> <p>事象進展は，「2.7 格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）」に示す，A-残留熱除去系にてISLOCAが発生した場合と同様である。</p>	



別図 8-10 ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要

○各漏えい発生区画における漏えい量

別図 8-11 に示すとおり、現場隔離操作の完了時間として設定している事象発生 10 時間までの原子炉冷却材の漏えい量は約 600m<sup>3</sup>である。

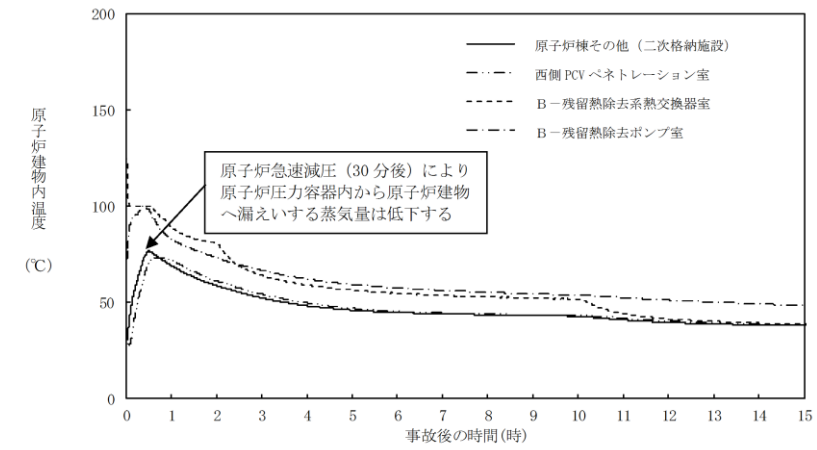


別図 8-11 各漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移

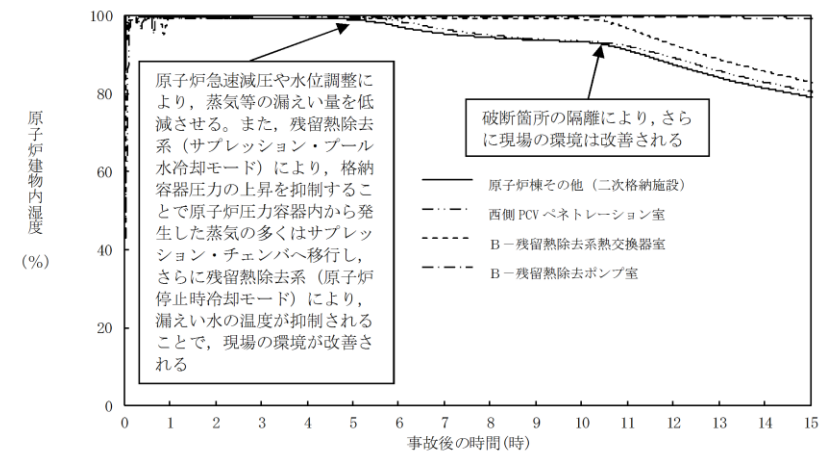
○温度・湿度・圧力の想定

別図 8-12 から別図 8-14 に示すとおり、アクセスルートとなる「原子炉棟その他（二次格納施設）」及び操作場所である「西側PCVペネトレーション室」における雰囲気温度の最大値は約 77℃となるが、原子炉減圧操作後は漏えい箇所からの高温水及び蒸気の流出量が減少するため、雰囲気温度は低下傾向となり、建物内環境が静定する事象発生 9 時間後から 10 時間後までの雰囲気温度の最大値は約 44℃である。湿度については漏えい箇所からの漏えいが継続するため高い値で維持されるものの、

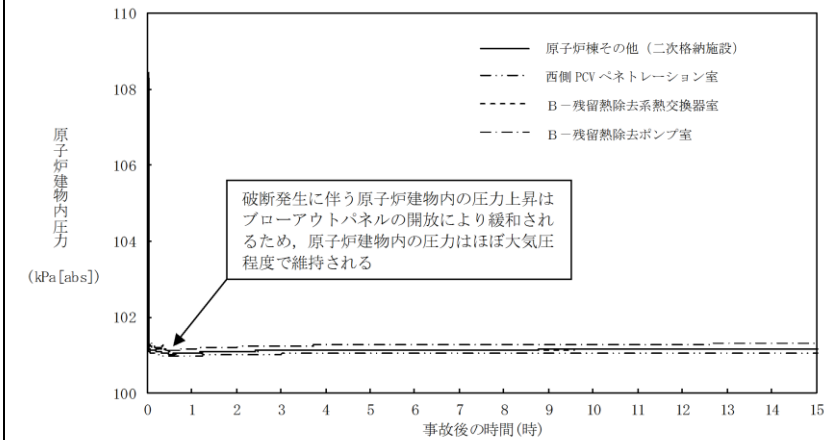
破断箇所隔離操作を実施することで約 10 時間以降低下する傾向にある。圧力については漏えい発生直後に上昇するものの、ブローアウトパネルが開放され、その後は大気圧相当となる。



別図 8-12 原子炉建物内の雰囲気温度の推移



別図 8-13 原子炉建物内の湿度の推移



別図 8-14 原子炉建物内の圧力の推移

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>2.2.1 溢水による影響</p> <p>別図 8-10 に示すとおり、「B-残留熱除去系熱交換器室」で発生した漏えい水は、原子炉建物1階 (EL15.3m) に伝播し、ハッチ開口部を通じて最終滞留箇所である「トーラス室」に排出される。</p> <p>「B-残留熱除去ポンプ室」で発生した漏えい水は、境界に設置している水密扉の止水方向が異なることから「トーラス室」及び「C-残留熱除去ポンプ室」に伝播する。</p> <p>溢水範囲を別図 8-15 に、想定する漏えい量を別表 8-4 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV222-5B) へのアクセス性に対する影響</p> <p>B-残留熱除去系の隔離操作を行う注水弁 (MV222-5B) は、原子炉建物2階 (EL23.8m) の床面上に設置されており、I S L O C Aにより漏えいが発生する機器は、1階 (EL15.3m) 及び地下2階 (EL1.3m) に設置されている。隔離操作場所へは溢水影響のない2階 (EL23.8m) からアクセスするため、アクセス性への影響はない。</p> <p>(2) I S L O C A時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>トーラス室とA-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため、これらのポンプ室は溢水の影響を受けない。</p> <p>原子炉隔離時冷却ポンプ室は、隣接する区画に漏えい水が伝播しないため、溢水の影響を受けない。</p> <p>逃がし安全弁は、区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており、関連計装部品も含め溢水の影響はなく、逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <p>漏えい水が伝播する区画においてI S L O C A時に必要となる系統の溢水評価結果を別表 8-5 に示す。</p>	

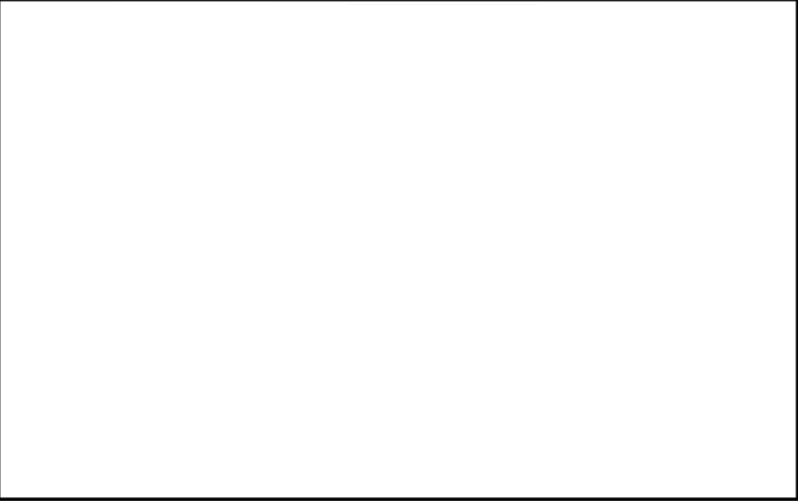
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1742 268 2496 1213" style="border: 1px solid black; height: 450px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="1834 1243 2392 1272" style="color: red; text-align: center;">別図 8-15 B-残留熱除去系 溢水範囲 (1/2)</div> <div data-bbox="1742 1348 2496 1793" style="border: 1px solid black; height: 212px;"></div> <div data-bbox="1834 1822 2392 1852" style="color: red; text-align: center;">別図 8-15 B-残留熱除去系 溢水範囲 (2/2)</div>	

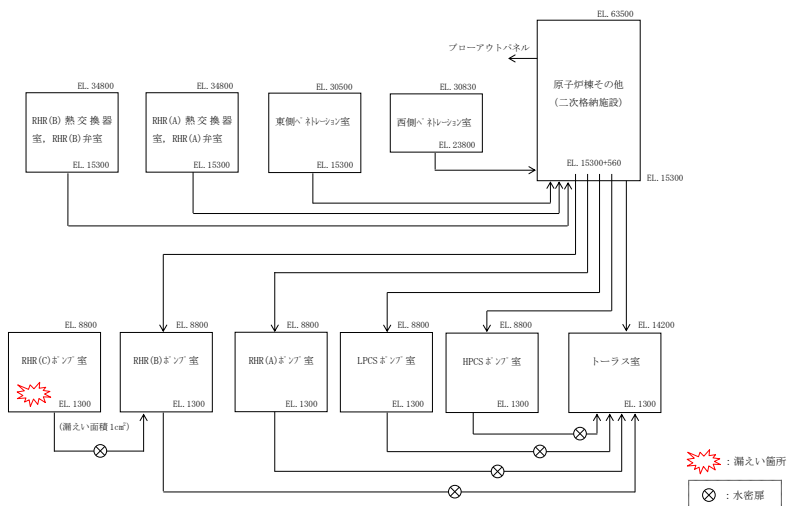
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																
		<p style="text-align: center;">別表 8-4 想定する漏えい量</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">事故後の時間 [h]</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">漏えい量[m<sup>3</sup>]</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">B-残留熱除去ポン プ室 (R-B2F-15N)</th> <th style="text-align: center;">B-残留熱除去系 熱交換器室 (R-1F-11N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">約 7</td><td style="text-align: center;">約 106</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1.0</td><td style="text-align: center;">約 9</td><td style="text-align: center;">約 129</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2.0</td><td style="text-align: center;">約 11</td><td style="text-align: center;">約 164</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3.0</td><td style="text-align: center;">約 14</td><td style="text-align: center;">約 213</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4.0</td><td style="text-align: center;">約 17</td><td style="text-align: center;">約 264</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5.0</td><td style="text-align: center;">約 20</td><td style="text-align: center;">約 314</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6.0</td><td style="text-align: center;">約 23</td><td style="text-align: center;">約 364</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7.0</td><td style="text-align: center;">約 26</td><td style="text-align: center;">約 414</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8.0</td><td style="text-align: center;">約 29</td><td style="text-align: center;">約 463</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9.0</td><td style="text-align: center;">約 32</td><td style="text-align: center;">約 512</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10.0</td><td style="text-align: center;">約 35</td><td style="text-align: center;">約 560</td></tr> </tbody> </table>	事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]		B-残留熱除去ポン プ室 (R-B2F-15N)	B-残留熱除去系 熱交換器室 (R-1F-11N)	0.5	約 7	約 106	1.0	約 9	約 129	2.0	約 11	約 164	3.0	約 14	約 213	4.0	約 17	約 264	5.0	約 20	約 314	6.0	約 23	約 364	7.0	約 26	約 414	8.0	約 29	約 463	9.0	約 32	約 512	10.0	約 35	約 560											
事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]																																																		
	B-残留熱除去ポン プ室 (R-B2F-15N)	B-残留熱除去系 熱交換器室 (R-1F-11N)																																																	
0.5	約 7	約 106																																																	
1.0	約 9	約 129																																																	
2.0	約 11	約 164																																																	
3.0	約 14	約 213																																																	
4.0	約 17	約 264																																																	
5.0	約 20	約 314																																																	
6.0	約 23	約 364																																																	
7.0	約 26	約 414																																																	
8.0	約 29	約 463																																																	
9.0	約 32	約 512																																																	
10.0	約 35	約 560																																																	
		<p style="text-align: center;">別表 8-5 溢水評価結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>建物</th> <th>EL [m]</th> <th>評価 区画</th> <th>流入を 考慮する 他区画</th> <th>溢水量 [m<sup>3</sup>]<sup>※1</sup></th> <th>滞留 面積 [m<sup>2</sup>]</th> <th>床勾 配 [m]</th> <th>① 溢水水位 FL+ [m]<sup>※2</sup></th> <th>機器番号</th> <th>ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備<sup>※3</sup></th> <th>② 機能喪失 高さ FL+ [m]<sup>※2</sup></th> <th>影響 評価</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">原子炉 建物</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">15.3</td> <td>R-1F-03N R-1F-22N</td> <td>R-1F-11N R-1F-10N</td> <td style="text-align: center;">560</td> <td style="text-align: center;">808</td> <td style="text-align: center;">0.075</td> <td style="text-align: center;">0.17<sup>※1</sup></td> <td>2-R1R-1-8B</td> <td>B-原子炉圧力容器計器<sup>※4</sup></td> <td style="text-align: center;">0.56</td> <td style="text-align: center;">①&lt;②</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R-1F-07-1A</td> <td>R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N</td> <td style="text-align: center;">560</td> <td style="text-align: center;">860</td> <td style="text-align: center;">0.075</td> <td style="text-align: center;">0.17<sup>※1</sup></td> <td>MV227-3</td> <td>ADS 逃し機能用外側隔離弁</td> <td style="text-align: center;">0.30</td> <td style="text-align: center;">①&lt;②</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3 R-B2F-31N</td> <td>R-1F-11N R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N R-B2F-15N</td> <td style="text-align: center;">595</td> <td style="text-align: center;">1041</td> <td style="text-align: center;">0.075</td> <td style="text-align: center;">0.65</td> <td>MV224-9</td> <td>HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ</td> <td style="text-align: center;">7.63</td> <td style="text-align: center;">①&lt;②</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>■ : 溢水源のある区画</p> <p>※1 事象発生10時間後の溢水量  ※2 基準床からの高さ  ※3 評価対象区画で機能喪失高さが最も低い機器  ※4 ハッチからの排出評価を実施</p>	建物	EL [m]	評価 区画	流入を 考慮する 他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留 面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾 配 [m]	① 溢水水位 FL+ [m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失 高さ FL+ [m] <sup>※2</sup>	影響 評価	備考	原子炉 建物	15.3	R-1F-03N R-1F-22N	R-1F-11N R-1F-10N	560	808	0.075	0.17 <sup>※1</sup>	2-R1R-1-8B	B-原子炉圧力容器計器 <sup>※4</sup>	0.56	①<②		R-1F-07-1A	R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N	560	860	0.075	0.17 <sup>※1</sup>	MV227-3	ADS 逃し機能用外側隔離弁	0.30	①<②		1.3 R-B2F-31N	R-1F-11N R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N R-B2F-15N	595	1041	0.075	0.65	MV224-9	HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ	7.63	①<②		
建物	EL [m]	評価 区画	流入を 考慮する 他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留 面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾 配 [m]	① 溢水水位 FL+ [m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失 高さ FL+ [m] <sup>※2</sup>	影響 評価	備考																																							
原子炉 建物	15.3	R-1F-03N R-1F-22N	R-1F-11N R-1F-10N	560	808	0.075	0.17 <sup>※1</sup>	2-R1R-1-8B	B-原子炉圧力容器計器 <sup>※4</sup>	0.56	①<②																																								
		R-1F-07-1A	R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N	560	860	0.075	0.17 <sup>※1</sup>	MV227-3	ADS 逃し機能用外側隔離弁	0.30	①<②																																								
		1.3 R-B2F-31N	R-1F-11N R-1F-10N R-1F-03N R-1F-22N R-B2F-15N	595	1041	0.075	0.65	MV224-9	HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ	7.63	①<②																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>2.2.2 漏えいした蒸気の回り込みに伴う雰囲気温度・湿度上昇の影響</p> <p>別図 8-10 に示すとおり、「B-残留熱除去系熱交換器室」、「B-残留熱除去ポンプ室」において漏えいした蒸気及び溢水の伝播区画において発生した蒸気は、各隣接区画の圧力差に応じて原子炉棟内を移動し、原子炉棟内の圧力や温度を一時的に上昇させる。原子炉棟内の圧力上昇に伴いブローアウトパネルが開放し、環境へ蒸気が放出されるとともにハッチ開口部等を通じてガス流動が発生することで、原子炉棟内の環境条件はほぼ一様になる。なお、ブローアウトパネルが開放された以降は、原子炉棟から環境への蒸気の放出の流れが支配的となるため、その他ポンプ室等への蒸気の流入はない。蒸気の滞留範囲を別図 8-16 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV222-5B) への影響</p> <p>隔離操作を行う注水弁 (MV222-5B) は、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度が最も高くなる設計基準事故である「原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化」の「原子炉冷却材喪失」時の環境条件に耐性を有する設備であり、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有していることから機能維持される。</p> <p>I S L O C A 発生時において必要な対応操作のうち、注水弁 (MV222-5B) の隔離操作を除いては、全て中央制御室からの操作による。注水弁 (MV222-5B) の隔離操作については、事象発生 9 時間後から行うこととしており、その際の原子炉建物内雰囲気温度及び湿度は約 44℃及び約 100%である。防護具等の着用により現場へのアクセス及び隔離操作は可能であり、注水弁の隔離操作における原子炉棟内の滞在時間は約 37 分である。</p> <p>(2) I S L O C A 時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>A-残留熱除去ポンプ室と原子炉隔離時冷却ポンプ室の境界、トーラス室と A-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため、これらのポンプ室には溢水の流入がなく、蒸気による有意な雰囲気温度の上昇もないため、系統の運転に必要な補</p>	

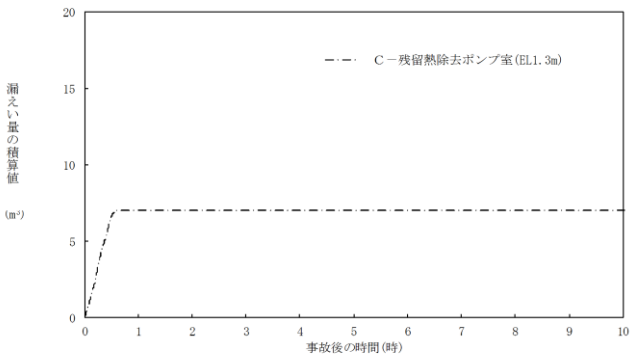
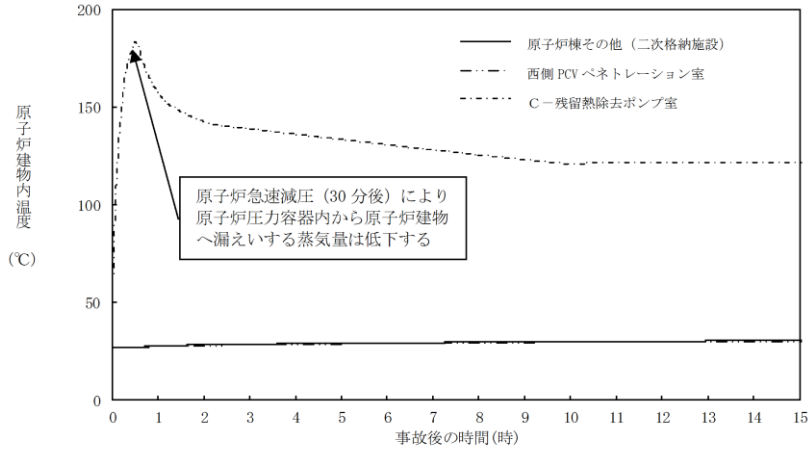
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>機冷却系等の設備も含めて、系統の機能は維持される。なお、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系及びA-残留熱除去系のポンプ、弁及び計器等は、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有している。</p> <p>逃がし安全弁は、区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており、関連計装部品も含め、原子炉建物内及びトラス室の雰囲気温度上昇に伴う影響はなく、逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <div data-bbox="1745 632 2496 1570" style="border: 1px solid black; height: 447px; width: 253px; margin: 10px auto;"></div> <p>別図 8-16 B-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (1/2)</p>	

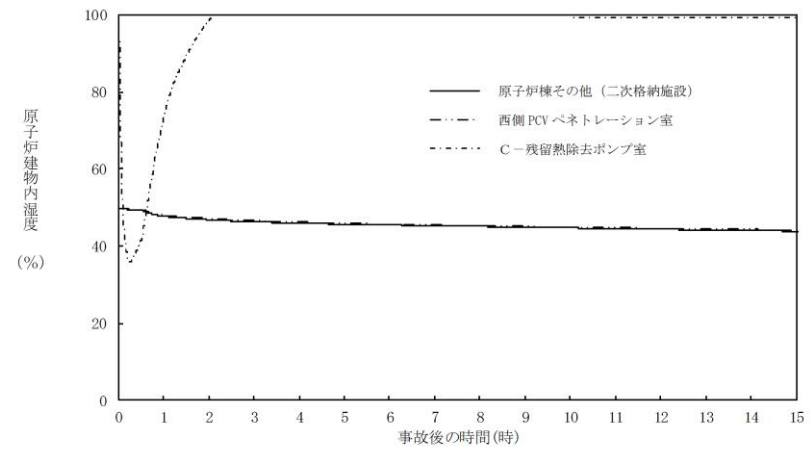
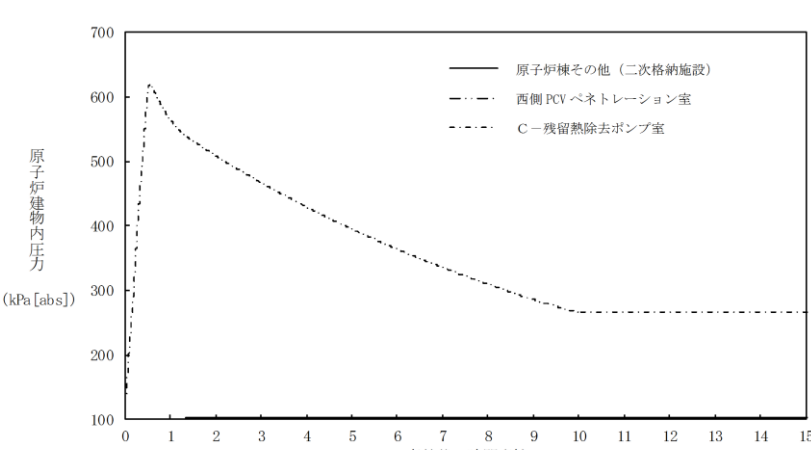


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1804 751 2427 781">別図 8-16 B-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (2/2)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><b>3. C-残留熱除去系におけるISLOCA発生時の評価</b></p> <p><b>3.1 評価条件</b></p> <p>C-残留熱除去系におけるISLOCA発生時の原子炉冷却材の漏えい量及び原子炉建物原子炉棟内の環境（雰囲気温度、湿度、圧力及び溢水による影響）を評価した。</p> <p>C-残留熱除去系においてISLOCAが発生した場合の漏えい箇所は圧力スイッチ（C-残留熱除去ポンプ室）のみであり、漏えい面積は1cm<sup>2</sup>（圧力応答評価に基づき評価された、圧力スイッチ2台分の漏えい面積に余裕をとった値）となる。その他の評価条件は、別表8-1において設定した評価条件と同様とした。原子炉建物ノード分割モデルを別図8-17に示す。</p>  <p>別図8-17 原子炉建物ノード分割モデル</p> <p><b>3.2 評価結果</b></p> <p>解析結果に基づく、ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要を別図8-18に、漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移を別図8-19に、原子炉建物内の雰囲気温度、湿度及び圧力の推移を別図8-20から別図8-22に示す。</p> <p><b>○事象進展</b></p> <p>事象発生後に外部電源喪失となり、給水流量の全喪失が発生することで原子炉水位は急速に低下する。原子炉水位低（レベル3）信号が発生して原子炉はスクラムし、また、原子炉水位低（レベル2）で再循環ポンプ2台全てがトリップするとともに、原子炉隔離時冷却系が自動起動する。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>事象発生 20 分後の中央制御室における破断箇所の隔離に失敗するため、事象発生 30 分後に中央制御室からの遠隔操作によって自動減圧機能付き逃がし安全弁 6 個を手動開することで、原子炉を減圧し、原子炉冷却材の漏えいの抑制を図る。原子炉減圧により、原子炉隔離時冷却系が機能喪失するものの、高圧炉心スプレイ系による原子炉注水を開始することで原子炉水位が回復する。また、主蒸気隔離弁は、原子炉水位低（レベル 2）で全閉する。</p> <p>事象発生 10 時間後、現場操作により残留熱除去系の破断箇所を隔離した後は、高圧炉心スプレイ系により原子炉水位は適切に維持される。</p>  <p>別図 8-18 I S L O C A 発生時の原子炉棟内状況概要</p> <p>○漏えい発生区画における漏えい量</p> <p>別図 8-19 に示すとおり、C-残留熱除去系における漏えいは、事象発生 30 分後の原子炉減圧操作によって停止し、原子炉冷却材の漏えい量は約 7 m<sup>3</sup> となる。これは、破断箇所からの漏えいは原子炉圧力と漏えい発生区画の圧力の関係に応じて発生するが、漏えい発生区画である「C-残留熱除去ポンプ室」は水密扉により他室と区切られているため、漏えい水や蒸気はこの区画内に留まっており、また評価上、原子炉建物から環境への漏えいを考慮しない条件としていることから、原子炉減圧操作によって原子炉圧力が「C-残留熱除去ポンプ室」の圧力を下回るためである。</p> <p>なお、「C-残留熱除去ポンプ室」から隣接する区画への伝播を仮定した場合には、隔離操作完了まで漏えいが継続することとなるが、この場合でも漏えいはA-残留熱除去系に比べ小規</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>模となる。</p>  <p>別図 8-19 漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移</p> <p>○温度・湿度・圧力の想定</p> <p>別図 8-20 から別図 8-22 に示すとおり、アクセスルートとなる「原子炉棟その他（二次格納施設）」及び操作場所である「西側PCVペネトレーション室」における雰囲気温度は、残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）の運転によるトーラス室の温度上昇に伴って初期温度から僅かに上昇するが、現場隔離操作の完了までの最大値は約 31℃であり、想定している作業環境（約 44℃）未満で推移する。また、原子炉の減圧まで破断箇所からの漏えいが継続するものの、湿度、圧力においてその影響は軽微であり低い値で維持される。なお、ブローアウトパネルの開放圧力には到達しない。</p>  <p>別図 8-20 原子炉建物内の雰囲気温度の推移</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1869 651 2344 693">別図 8-21 原子炉建物内の湿度の推移</p>  <p data-bbox="1869 1176 2344 1218">別図 8-22 原子炉建物内の圧力の推移</p> <p data-bbox="1736 1281 2003 1323">3. 2. 1 溢水による影響</p> <p data-bbox="1751 1333 2507 1501">「C-残留熱除去ポンプ室」で発生した漏えい水は、境界に水密扉を設置していることから、隣接する「B-残留熱除去ポンプ室」及び「原子炉隔離時冷却ポンプ室」へ伝播しない。溢水範囲を別図 8-23 に、想定する漏えい量を別表 8-6 に示す。</p> <p data-bbox="1751 1554 2404 1596">(1) 注水弁 (MV222-5C) へのアクセス性に対する影響</p> <p data-bbox="1751 1606 2507 1816">C-残留熱除去系の隔離操作を行う注水弁 (MV222-5C) は、原子炉建物 2 階 (EL23. 8m) の床面上に設置されており、I S L O C Aにより漏えいが発生する機器は、地下 2 階 (EL1. 3m) に設置されている。隔離操作場所へは溢水影響のない 2 階 (EL23. 8m) からアクセスするため、アクセス性への影響はない。</p> <p data-bbox="1751 1869 2493 1911">(2) I S L O C A時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、</p>	

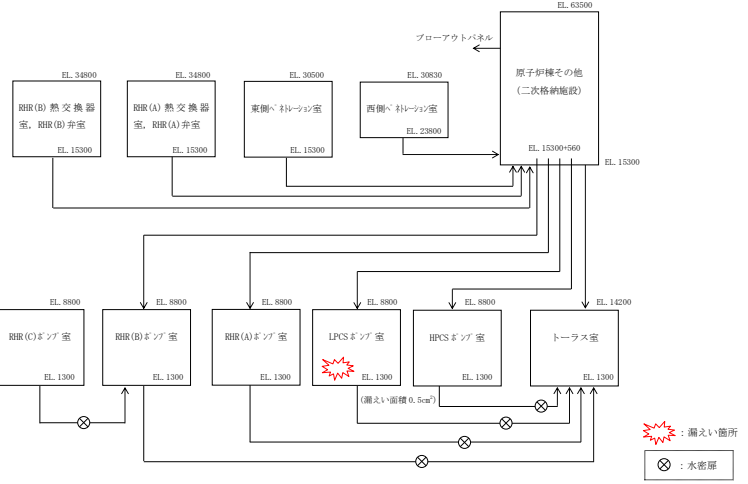
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>高圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>C-残留熱除去ポンプ室と原子炉隔離時冷却ポンプ室の境界, C-残留熱除去ポンプ室とB-残留熱除去ポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため, これらのポンプ室は溢水の影響を受けない。</p> <p>A-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室については, 隣接する区画に漏えい水が伝播しないため, 溢水の影響を受けない。</p> <p>逃がし安全弁は, 区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており, 関連計装部品も含め溢水の影響はなく, 逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <div data-bbox="1745 747 2496 1682" style="border: 1px solid black; height: 445px; width: 253px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">別図 8-23 C-残留熱除去系 溢水範囲 (1/2)</p>	

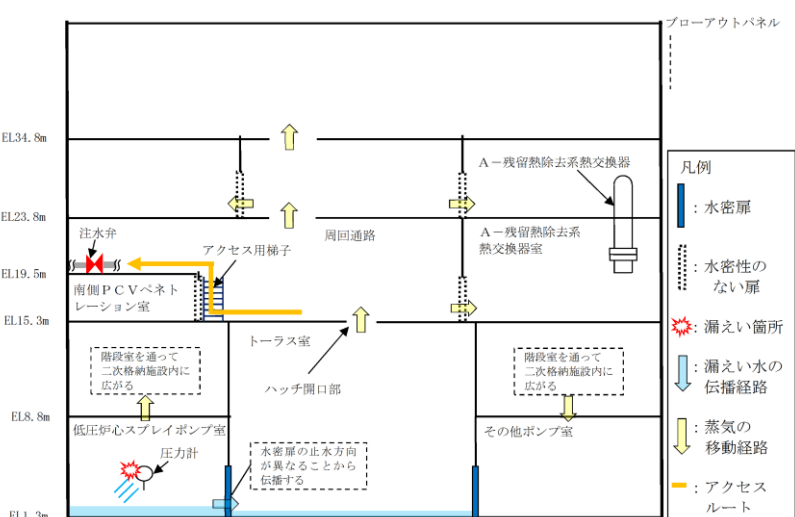
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																								
		<div data-bbox="1736 210 2499 688" style="border: 1px solid black; height: 228px; width: 257px;"></div> <p data-bbox="1825 703 2404 735">別図 8-23 C-残留熱除去系 溢水範囲 (2/2)</p> <p data-bbox="1944 793 2291 825">別表 8-6 想定する漏えい量</p> <table border="1" data-bbox="1840 831 2398 1478"> <thead> <tr> <th data-bbox="1840 831 2050 968">事故後の時間 [h]</th> <th data-bbox="2050 831 2398 968">漏えい量[m<sup>3</sup>] C-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-03N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>約 6.7</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>5.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>6.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>8.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>約 7.1</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>約 7.1</td></tr> </tbody> </table>	事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ] C-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-03N)	0.5	約 6.7	1.0	約 7.1	2.0	約 7.1	3.0	約 7.1	4.0	約 7.1	5.0	約 7.1	6.0	約 7.1	7.0	約 7.1	8.0	約 7.1	9.0	約 7.1	10.0	約 7.1	
事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ] C-残留熱除去ポンプ室 (R-B2F-03N)																										
0.5	約 6.7																										
1.0	約 7.1																										
2.0	約 7.1																										
3.0	約 7.1																										
4.0	約 7.1																										
5.0	約 7.1																										
6.0	約 7.1																										
7.0	約 7.1																										
8.0	約 7.1																										
9.0	約 7.1																										
10.0	約 7.1																										

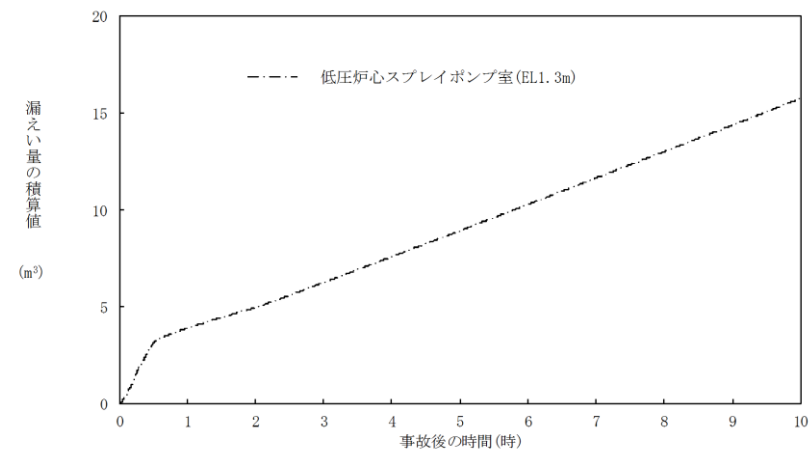
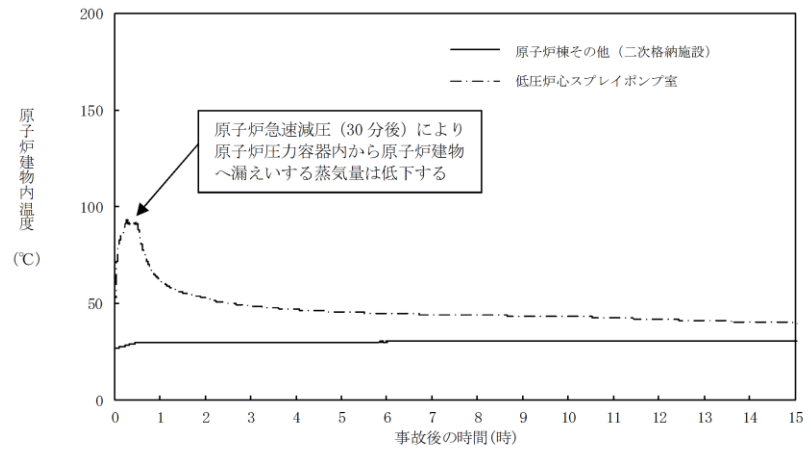
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>3.2.2 漏えいした蒸気の回り込みに伴う雰囲気温度・湿度上昇の影響</p> <p>別図 8-18 に示すとおり、「C-残留熱除去ポンプ室」において漏えいした蒸気は、境界に設置した水密扉により、隣接する区画に伝播せず、「C-残留熱除去ポンプ室」内に留まる。蒸気の滞留範囲を別図 8-24 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV222-5C) への影響</p> <p>隔離操作を行う注水弁 (MV222-5C) は、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度が最も高くなる設計基準事故である「原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化」の「原子炉冷却材喪失」時の環境条件に耐性を有する設備であり、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有していることから機能維持される。</p> <p>I S L O C A発生時において必要な対応操作のうち、注水弁 (MV222-5C) の隔離操作を除いては、全て中央制御室からの操作による。注水弁 (MV222-5C) の隔離操作において、原子炉建物内雰囲気温度は想定している作業環境 (約 44℃) 未満で推移するため、防護具等の着用により現場へのアクセス及び隔離操作は可能である。なお、注水弁 (MV222-5C) の隔離操作における原子炉棟内の滞在時間は、約 37 分である。</p> <p>(2) I S L O C A時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>C-残留熱除去ポンプ室と原子炉隔離時冷却ポンプ室の境界、C-残留熱除去ポンプ室とB-残留熱除去ポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されており、またA-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室については、漏えい水が伝播する区画に隣接していないため、これらのポンプ室には溢水の流入がなく、蒸気による有意な雰囲気温度の上昇もないため、系統の運転に必要な補機冷却系等の設備も含めて、系統の機能は維持される。なお、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系及びA-残留熱除去系 (又はB-残留熱除去系) のポンプ、弁及び計器等は、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有している。</p> <p>逃がし安全弁は、区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており、関連計装部品も含め、原子炉建物内</p>	

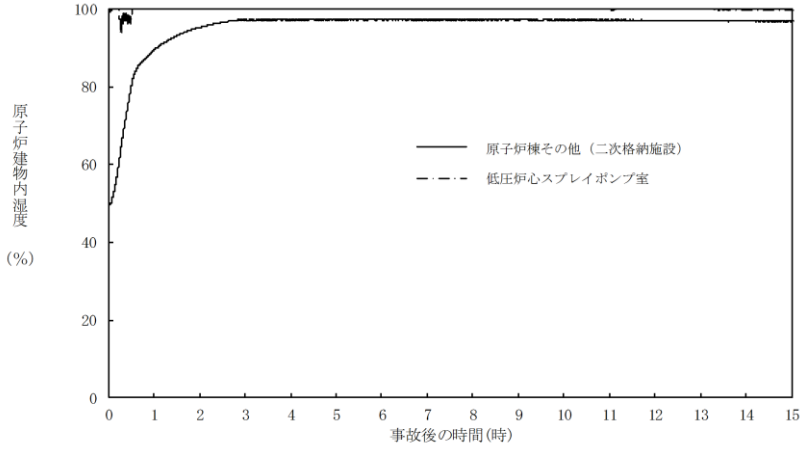
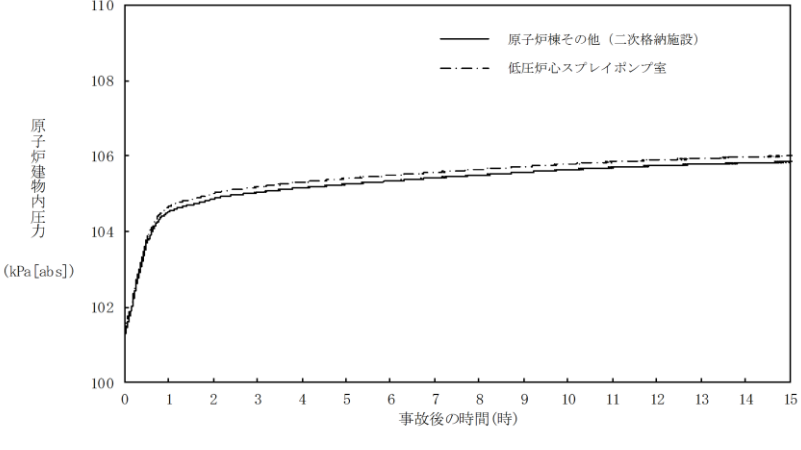


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1789 212 2502 289">及びトラス室の雰囲気温度上昇に伴う影響はなく、逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <div data-bbox="1745 348 2496 1230" style="border: 1px solid black; height: 420px; margin-bottom: 10px;"></div> <p data-bbox="1822 1245 2451 1276">別図 8-24 C-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (1/2)</p> <div data-bbox="1745 1346 2496 1808" style="border: 1px solid black; height: 220px;"></div> <p data-bbox="1822 1829 2451 1860">別図 8-24 C-残留熱除去系 蒸気滞留範囲 (2/2)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><b>4. 低圧炉心スプレイ系における ISLOCA 発生時の評価</b></p> <p><b>4.1 評価条件</b></p> <p>低圧炉心スプレイ系における ISLOCA 発生時の原子炉冷却材の漏えい量及び原子炉建物原子炉棟内の環境（雰囲気温度，湿度，圧力及び溢水による影響）を評価した。</p> <p>低圧炉心スプレイ系において ISLOCA が発生した場合の漏えい箇所は圧力スイッチ（低圧炉心スプレイポンプ室）のみであり，漏えい面積は 0.5cm<sup>2</sup>（圧力応答評価に基づき評価された，圧力スイッチ 1 台分の漏えい面積に余裕をとった値）となる。その他の評価条件は，別表 8-1 において設定した評価条件と同様とした。原子炉建物ノード分割モデルを別図 8-25 に示す。</p>  <p>別図 8-25 原子炉建物ノード分割モデル</p> <p><b>4.2 評価結果</b></p> <p>解析結果に基づく，ISLOCA 発生時の原子炉棟内状況概要を別図 8-26 に，漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移を別図 8-27 に，原子炉建物内の雰囲気温度，湿度及び圧力の推移を別図 8-28 から別図 8-30 に示す。</p> <p><b>○事象進展</b></p> <p>事象発生後に外部電源喪失となり，給水流量の全喪失が発生することで原子炉水位は急速に低下する。原子炉水位低（レベル 3）信号が発生して原子炉はスクラムし，また，原子炉水位低（レベル 2）で再循環ポンプ 2 台全てがトリップする</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>とともに、原子炉隔離時冷却系が自動起動する。</p> <p>事象発生 20 分後の中央制御室における破断箇所の隔離に失敗するため、事象発生 30 分後に中央制御室からの遠隔操作によって自動減圧機能付き逃がし安全弁 6 個を手動開することで、原子炉を減圧し、原子炉冷却材の漏えいの抑制を図る。原子炉減圧により、原子炉隔離時冷却系が機能喪失するものの、高圧炉心スプレイ系による原子炉注水を開始することで原子炉水位が回復する。また、主蒸気隔離弁は、原子炉水位低（レベル 2）で全閉する。</p> <p>事象発生 10 時間後、現場操作により低圧炉心スプレイ系の破断箇所を隔離した後は、高圧炉心スプレイ系により原子炉水位は適切に維持される。</p>  <p>別図 8-26 ISLOCA発生時の原子炉棟内状況概要</p> <p>○漏えい発生区画における漏えい量</p> <p>別図 8-27 に示すとおり、低圧炉心スプレイ系における漏えいはA-残留熱除去系に比べ小規模となるため、現場での隔離操作は比較的早期に実施可能と考えられるが、事象発生 10 時間後まで隔離が実施できないことを想定した場合、原子炉冷却材の漏えい量は約 16m<sup>3</sup>である。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1780 651 2433 735">別図 8-27 漏えい発生区画における原子炉冷却材の積算漏えい量の推移</p> <p data-bbox="1751 787 2077 829">○温度・湿度・圧力の想定</p> <p data-bbox="1751 840 2507 1186">別図 8-28 から別図 8-30 に示すとおり、アクセスルート及び操作場所である「原子炉棟その他（二次格納施設）」における雰囲気温度は、初期温度から僅かに上昇するが、現場隔離操作の完了までの最大値は約 31℃であり、想定している作業環境（約 44℃）未満で推移する。湿度については漏えい箇所からの漏えいが継続するため、ゆっくりと上昇を続けた後、高い値で維持される。圧力については漏えい発生後から上昇傾向となるものの、ブローアウトパネルの開放圧力には到達しない。</p>  <p data-bbox="1840 1638 2389 1680">別図 8-28 原子炉建物内の雰囲気温度の推移</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1893 657 2347 688">別図 8-29 原子炉建物内の湿度の推移</p>  <p data-bbox="1893 1203 2347 1234">別図 8-30 原子炉建物内の圧力の推移</p> <p data-bbox="1745 1287 2000 1318">4. 2. 1 溢水による影響</p> <p data-bbox="1745 1329 2502 1497">「低圧炉心スプレイポンプ室」で発生した漏えい水は、境界に設置している水密扉の止水方向が異なることから「トーラス室」に伝播する。溢水範囲を別図 8-31 に、想定する漏えい量を別表 8-7 に示す。</p> <p data-bbox="1762 1560 2374 1591">(1) 注水弁 (MV223-2) へのアクセス性に対する影響</p> <p data-bbox="1762 1602 2502 1812">低圧炉心スプレイ系の隔離操作を行う注水弁 (MV223-2) は、原子炉建物中 1 階 (EL19. 5m) の床面上に設置されており、I S L O C A により漏えいが発生する機器は、地下 2 階 (EL1. 3m) に設置されている。隔離操作場所へは溢水影響のない 1 階 (EL15. 3m) からアクセスするため、アクセス性への影響はない。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(2) ISLOCA時に必要となる系統（原子炉隔離時冷却系，高圧炉心スプレイ系，残留熱除去系及び逃がし安全弁）への影響</p> <p>トーラス室とA-残留熱除去ポンプ室，B-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されているため，これらのポンプ室は溢水の影響を受けない。</p> <p>原子炉隔離時冷却ポンプ室は，隣接する区画に漏えい水が伝播しないため，溢水の影響を受けない。</p> <p>逃がし安全弁は，区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており，関連計装部品も含め溢水の影響はなく，逃がし安全弁の機能は維持される。</p> <p>漏えい水が伝播する区画においてISLOCA時に必要となる系統の溢水評価結果を別表 8-8 に示す。</p> <div data-bbox="1739 842 2496 1856" style="border: 1px solid black; height: 483px; width: 255px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">別図 8-31 低圧炉心スプレイ系 溢水範囲</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																			
		<p style="text-align: center;">別表 8-7 想定する漏えい量</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">事故後の時間 [h]</th> <th>漏えい量[m<sup>3</sup>]</th> </tr> <tr> <th>低圧炉心スプレイポンプ室 (R-B2F-09N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>約 3.2</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>約 4.0</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>約 5.0</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>約 6.3</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>約 7.7</td></tr> <tr><td>5.0</td><td>約 9.0</td></tr> <tr><td>6.0</td><td>約 10.4</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>約 11.7</td></tr> <tr><td>8.0</td><td>約 13.1</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>約 14.4</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>約 15.8</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; color: red;">別表 8-8 溢水評価結果</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>建物</th> <th>EL [m]</th> <th>評価 区画</th> <th>流入を 考慮する 他区画</th> <th>溢水量 [m<sup>3</sup>]<sup>※1</sup></th> <th>滞留 面積 [m<sup>2</sup>]</th> <th>床勾 配 [m]</th> <th>① 溢水水位 FL+ [m]<sup>※2</sup></th> <th>機器番号</th> <th>ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備<sup>※3</sup></th> <th>② 機能喪失 高さ FL+ [m]<sup>※2</sup></th> <th>影響 評価</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉 建物</td> <td>1.3</td> <td>R-B2F-31N</td> <td>R-B2F-09N</td> <td>15.8</td> <td>1039</td> <td>0.075</td> <td>0.10</td> <td>MV224-9</td> <td>HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ</td> <td>7.63</td> <td>①&lt;②</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>■ : 溢水源のある区画</p> <p>※1 事象発生10時間後の溢水量          ※2 基準床からの高さ          ※3 評価対象区画で機能喪失高さが最も低い機器</p>	事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]	低圧炉心スプレイポンプ室 (R-B2F-09N)	0.5	約 3.2	1.0	約 4.0	2.0	約 5.0	3.0	約 6.3	4.0	約 7.7	5.0	約 9.0	6.0	約 10.4	7.0	約 11.7	8.0	約 13.1	9.0	約 14.4	10.0	約 15.8	建物	EL [m]	評価 区画	流入を 考慮する 他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留 面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾 配 [m]	① 溢水水位 FL+ [m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失 高さ FL+ [m] <sup>※2</sup>	影響 評価	備考	原子炉 建物	1.3	R-B2F-31N	R-B2F-09N	15.8	1039	0.075	0.10	MV224-9	HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ	7.63	①<②		
事故後の時間 [h]	漏えい量[m <sup>3</sup> ]																																																					
	低圧炉心スプレイポンプ室 (R-B2F-09N)																																																					
0.5	約 3.2																																																					
1.0	約 4.0																																																					
2.0	約 5.0																																																					
3.0	約 6.3																																																					
4.0	約 7.7																																																					
5.0	約 9.0																																																					
6.0	約 10.4																																																					
7.0	約 11.7																																																					
8.0	約 13.1																																																					
9.0	約 14.4																																																					
10.0	約 15.8																																																					
建物	EL [m]	評価 区画	流入を 考慮する 他区画	溢水量 [m <sup>3</sup> ] <sup>※1</sup>	滞留 面積 [m <sup>2</sup> ]	床勾 配 [m]	① 溢水水位 FL+ [m] <sup>※2</sup>	機器番号	ISLOCA時に必要となる系統 の溢水防護対象設備 <sup>※3</sup>	② 機能喪失 高さ FL+ [m] <sup>※2</sup>	影響 評価	備考																																										
原子炉 建物	1.3	R-B2F-31N	R-B2F-09N	15.8	1039	0.075	0.10	MV224-9	HPCSポンプ CST側第2ミッドポンプ	7.63	①<②																																											

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>4.2.2 漏えいした蒸気の回り込みに伴う雰囲気温度・湿度上昇の影響</p> <p>別図 8-26 に示すとおり、「低圧炉心スプレイポンプ室」において漏えいした蒸気及び溢水の伝播区画において発生した蒸気は、各隣接区画の圧力差に応じて原子炉棟内に伝播する。蒸気の滞留範囲を別図 8-32 に示す。</p> <p>(1) 注水弁 (MV223-2) への影響</p> <p>隔離操作を行う注水弁 (MV223-2) は、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度が最も高くなる設計基準事故である「原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化」の「原子炉冷却材喪失」時の環境条件に耐性を有する設備であり、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有していることから機能維持される。</p> <p>I S L O C A発生時において必要な対応操作のうち、注水弁 (MV223-2) の隔離操作を除いては、全て中央制御室からの操作による。注水弁 (MV223-2) の隔離操作において、原子炉建物内雰囲気温度は想定している作業環境 (約 44℃) 未満で推移するため、防護具等の着用により現場へのアクセス及び隔離操作は可能である。なお、注水弁 (MV223-2) の隔離操作における原子炉棟内の滞在時間は、約 41 分である。</p> <p>(2) I S L O C A時に必要となる系統 (原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系及び逃がし安全弁) への影響</p> <p>トーラス室とA-残留熱除去ポンプ室、B-残留熱除去ポンプ室及び高圧炉心スプレイポンプ室の境界は水密扉の設置により区画化されており、また原子炉隔離時冷却ポンプ室については、漏えい水が伝播する区画に隣接していないため、これらのポンプ室には溢水の流入がなく、蒸気による有意な雰囲気温度の上昇もないため、系統の運転に必要な補機冷却系等の設備も含めて、系統の機能は維持される。なお、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系及びA-残留熱除去系 (又はB-残留熱除去系) のポンプ、弁及び計器等は、湿度 100%、温度 100℃以上の耐性を有している。</p> <p>逃がし安全弁は、区画として分離されている原子炉格納容器内に設置されており、関連計装部品も含め、原子炉建物内及びトーラス室の雰囲気温度上昇に伴う影響はなく、逃がし</p>	

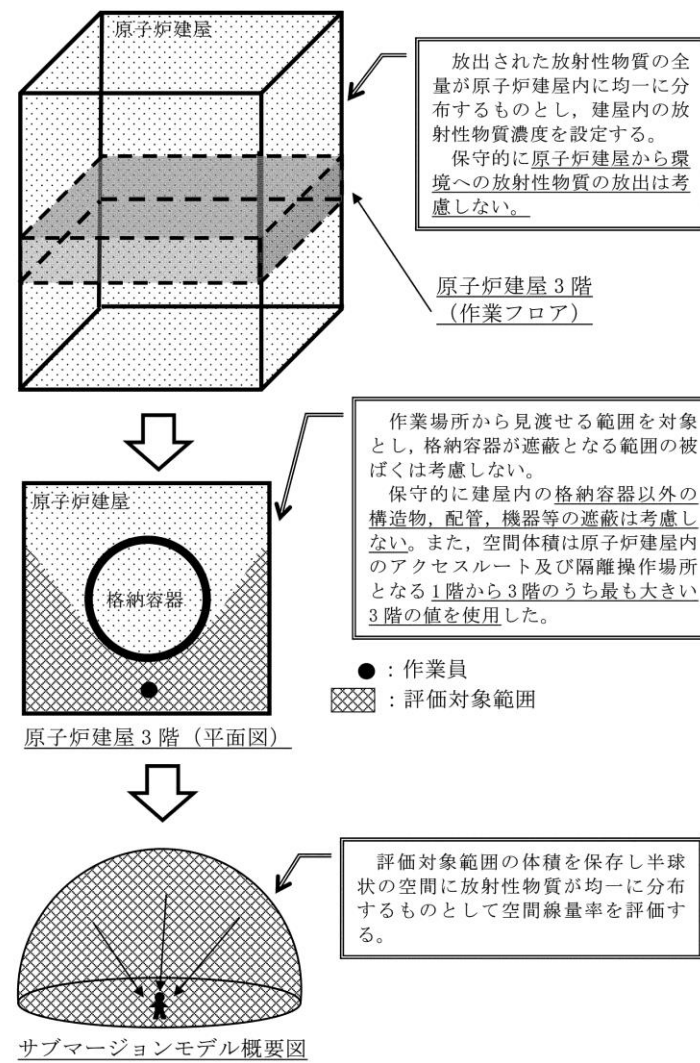


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1789 212 2116 239">安全弁の機能は維持される。</p> <div data-bbox="1742 262 2499 1270" style="border: 1px solid black; height: 480px; width: 255px; margin: 10px auto;"></div> <p data-bbox="1843 1289 2398 1316">別図 8-32 低圧炉心スプレイ系 蒸気滞留範囲</p>	

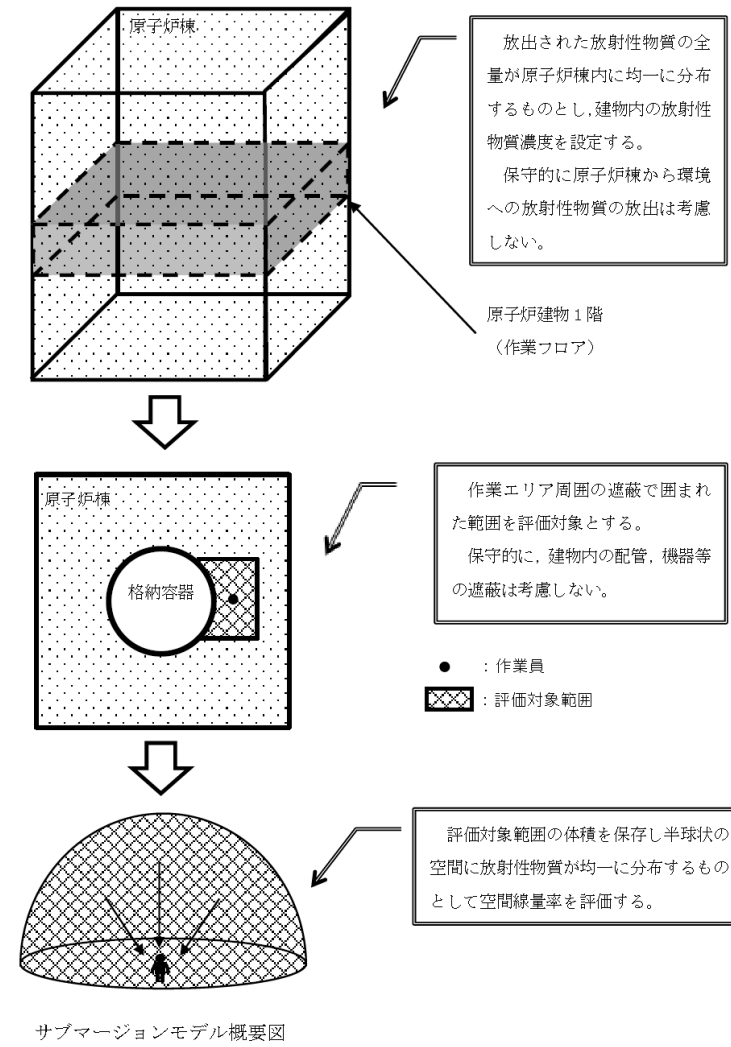
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>○現場の線量率の想定について</p> <p>・評価の想定</p> <p><u>原子炉格納容器バウンダリが喪失することで、原子炉圧力容器から直接的に放射性物質が原子炉建屋原子炉区域内に放出される。</u></p> <p><u>漏えいした冷却材中から気相へと移行される放射性物質及び燃料から追加放出される放射性物質が原子炉建屋から漏えいしないという条件で現場の線量率について評価した。</u></p> <p>評価上考慮する核種は現行許認可と同じものを想定し(詳細は表2, 3 参照)、<u>全希ガス漏えい率 (f 値) については、近年の運転実績データの最大値である<math>3.7 \times 10^8 \text{Bq/s}</math>を採用して評価する。なお、現行許認可ベースのf 値はこの値にさらに一桁余裕を見た10 倍の値である。これに伴い、原子炉建屋内へ放出される放射性物質量は、許認可評価のMSLBA (主蒸気管破断事故) 時に追加放出される放射性物質量の1/10 となる。</u></p> <p><u>なお、冷却材中に存在する放射性物質量は、追加放出量の数%程度であり大きな影響はない。</u></p> <p>また、<u>現場作業の被ばくにおいては、放射線防護具(酸素呼吸器等)を装備することにより内部被ばくの影響が無視できるため、外部被ばくのみを対象とした。</u></p>	<p style="text-align: right;">別紙11</p> <p>I S L O C A発生時の<u>原子炉建屋原子炉棟内線量率評価及び非居住区域境界及び敷地境界の実効線量評価</u></p> <p>1. 原子炉建屋内線量率について</p> <p>(1) 評価の想定</p> <p>破断口から<u>原子炉建屋原子炉棟に漏えいした原子炉冷却材中の放射性物質のうち気相に移行する放射性物質及び燃料から追加放出される放射性物質が原子炉建屋原子炉棟から環境への漏えいは考慮せずに原子炉建屋原子炉棟内に均一に分布するものとして原子炉建屋原子炉棟内の線量率を評価した。</u></p> <p>評価上考慮する核種は現行設置許認可と同じものを想定し、線量評価の条件となる I-131 の追加放出量は、実績データから保守的に設定した。</p> <p><u>運転開始から施設定期検査による原子炉停止時等に測定している I-131 の追加放出量の最大値は約 41Ci (約 <math>1.5 \times 10^{12} \text{Bq}</math>) [昭和 62 年 4 月 9 日 (第 8 回施設定期検査)]であり、評価に使用する I-131 の追加放出量は、実績値を包絡する値として 100Ci (<math>3.7 \times 10^{12} \text{Bq}</math>) と設定した。</u></p> <p>また、<u>放出される放射性物質には、冷却材中に含まれる放射性物質があるが、追加放出量と比較すると数%程度であり、追加放出量で見込んだ余裕分に含まれるため考慮しないものとする。</u></p> <p>原子炉建屋原子炉棟内の作業の被ばく評価においては、放射線防護具(自給式呼吸用保護具等)を装備することにより内部被ばくの影響が無視できるため、外部被ばくのみを対象とする。</p>	<p style="text-align: right;">別紙 9</p> <p>I S L O C A発生時の原子炉棟内線量率評価及び敷地境界の実効線量評価</p> <p>1. 原子炉建物内線量率について</p> <p>(1) 評価の想定</p> <p><u>A-残留熱除去系の破断口から原子炉棟に漏えいした原子炉冷却材中の放射性物質のうち気相に移行する放射性物質及び燃料から追加放出される放射性物質について原子炉棟から環境への漏えいを考慮せずに原子炉棟内に均一に分布するものとして原子炉棟内の線量率を評価した。</u></p> <p>評価上考慮する核種は現行設置許認可と同じものを想定し、線量評価の条件となる I-131 の追加放出量は、実績データから保守的に設定した。</p> <p><u>運転開始から施設定期検査による原子炉停止時等に測定している I-131 の追加放出量の最大値は約 <math>8.1 \times 10^7 \text{Bq}</math> [平成元年 1 月 18 日 (起動試験)]であり、評価に使用する I-131 の追加放出量は、実績値を包絡する値として 100Ci (<math>3.7 \times 10^{12} \text{Bq}</math>) と設定した。(別表 9-1 参照)</u></p> <p>また、<u>放出される放射性物質には、冷却材中に含まれる放射性物質があるが、追加放出量と比較すると数%程度であり、追加放出量で見込んだ余裕分に含まれるため考慮しないものとする。</u></p> <p>原子炉棟内の作業の被ばく評価においては、放射線防護具(酸素呼吸器)を装備することにより内部被ばくの影響が無視できるため、外部被ばくのみを対象とする。</p>	<p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、隣接する原子力事業者がないため敷地境界を評価地点としている。</p> <p>・測定実績値の相違</p> <p>【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
<p style="text-align: center;">表 2 評価条件 (f 値, 追加放出量)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">項目</th> <th style="width: 30%;">評価ケース</th> <th style="width: 40%;">現行許認可ベース (参考)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f 値</td> <td>3.7×10<sup>8</sup>Bq/s (現行許認可の 1/10)</td> <td>3.7×10<sup>9</sup>Bq/s</td> </tr> <tr> <td>追加放出量 (Bq) (γ 線 0.5MeV 換算値)</td> <td>2.28×10<sup>14</sup></td> <td>2.28×10<sup>15</sup></td> </tr> </tbody> </table>	項目	評価ケース	現行許認可ベース (参考)	f 値	3.7×10 <sup>8</sup> Bq/s (現行許認可の 1/10)	3.7×10 <sup>9</sup> Bq/s	追加放出量 (Bq) (γ 線 0.5MeV 換算値)	2.28×10 <sup>14</sup>	2.28×10 <sup>15</sup>	<p style="text-align: center;">別第 11-1 表 評価条件 (追加放出量)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">項 目</th> <th style="width: 30%;">評価値</th> <th style="width: 40%;">実績値 (最大)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I-131 追加放出量 (Bq)</td> <td>3.7×10<sup>12</sup></td> <td>約 1.5×10<sup>12</sup> (昭和 62 年 4 月 9 日 (第 8 回施設定期検査))</td> </tr> <tr> <td>希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)</td> <td>2.3×10<sup>14</sup></td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	項 目	評価値	実績値 (最大)	I-131 追加放出量 (Bq)	3.7×10 <sup>12</sup>	約 1.5×10 <sup>12</sup> (昭和 62 年 4 月 9 日 (第 8 回施設定期検査))	希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)	2.3×10 <sup>14</sup>	—	<p style="text-align: center;">別表 9-1 評価条件 (追加放出量)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">項 目</th> <th style="width: 30%;">評価値</th> <th style="width: 40%;">実績値 (最大)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I-131 追加放出量 (Bq)</td> <td>3.7×10<sup>12</sup></td> <td>約 8.1×10<sup>7</sup> (平成元年 1 月 18 日 (起動試験))</td> </tr> <tr> <td>希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)</td> <td>2.3×10<sup>14</sup></td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p style="color: red; text-align: center;">各系統において IS-LOCA が発生した場合の、原子炉建物へ漏えいした冷却材からの気相部への移行割合は別表 9-2 のとおり、A-残留熱除去系及び B-残留熱除去系に包絡される。また、評価対象エリアの体積は A-残留熱除去系 (東側 PCV ペネトレーション室気相部) が B-残留熱除去系 (西側 PCV ペネトレーション室気相部) より大きいことから、線量率は A-残留熱除去系に包絡される。</p> <p style="color: red; text-align: center;">別表 9-2 原子炉建物へ漏えいした冷却材からの追加放出 FP の気相部への移行割合</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">項 目</th> <th style="width: 30%;">漏えい面積 (cm<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 40%;">追加放出の気相部への移行割合 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A-残留熱除去系</td> <td>17</td> <td>約 11.4</td> </tr> <tr> <td>B-残留熱除去系</td> <td>17</td> <td>約 11.4</td> </tr> <tr> <td>C-残留熱除去系</td> <td>1</td> <td>約 0.4</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイ系</td> <td>0.5</td> <td>約 0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p style="color: red; text-align: center;">なお、線量率評価においては保守的に A-残留熱除去系における IS-LOCA 時の追加放出 FP の気相部への移行割合を全量として評価する。</p>	項 目	評価値	実績値 (最大)	I-131 追加放出量 (Bq)	3.7×10 <sup>12</sup>	約 8.1×10 <sup>7</sup> (平成元年 1 月 18 日 (起動試験))	希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)	2.3×10 <sup>14</sup>	—	項 目	漏えい面積 (cm <sup>2</sup> )	追加放出の気相部への移行割合 (%)	A-残留熱除去系	17	約 11.4	B-残留熱除去系	17	約 11.4	C-残留熱除去系	1	約 0.4	低圧炉心スプレイ系	0.5	約 0.2	<p>・測定実績値の相違【東海第二】</p>
項目	評価ケース	現行許認可ベース (参考)																																											
f 値	3.7×10 <sup>8</sup> Bq/s (現行許認可の 1/10)	3.7×10 <sup>9</sup> Bq/s																																											
追加放出量 (Bq) (γ 線 0.5MeV 換算値)	2.28×10 <sup>14</sup>	2.28×10 <sup>15</sup>																																											
項 目	評価値	実績値 (最大)																																											
I-131 追加放出量 (Bq)	3.7×10 <sup>12</sup>	約 1.5×10 <sup>12</sup> (昭和 62 年 4 月 9 日 (第 8 回施設定期検査))																																											
希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)	2.3×10 <sup>14</sup>	—																																											
項 目	評価値	実績値 (最大)																																											
I-131 追加放出量 (Bq)	3.7×10 <sup>12</sup>	約 8.1×10 <sup>7</sup> (平成元年 1 月 18 日 (起動試験))																																											
希ガス及びハロゲン等の追加放出量 (γ 線 0.5MeV 換算値) (Bq)	2.3×10 <sup>14</sup>	—																																											
項 目	漏えい面積 (cm <sup>2</sup> )	追加放出の気相部への移行割合 (%)																																											
A-残留熱除去系	17	約 11.4																																											
B-残留熱除去系	17	約 11.4																																											
C-残留熱除去系	1	約 0.4																																											
低圧炉心スプレイ系	0.5	約 0.2																																											

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・評価の方法</p> <p>原子炉建屋内の空間線量率は、以下のサブマージョンモデルにより計算する。</p> $D = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \frac{Q_\gamma}{V_{R/B}} \cdot E_\gamma \cdot (1 - e^{-\mu \cdot R}) \cdot 3600$ <p>ここで、</p> <p>D : 放射線量率 (Gy/h)</p> <p><math>6.2 \times 10^{-14}</math> : サブマージョンモデルによる換算係数 <math>\left(\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{s}}\right)</math></p> <p><math>Q_\gamma</math> : 原子炉区域内放射能 (Bq : <math>\gamma</math>線実効エネルギー0.5MeV換算値)</p> <p><math>V_{R/B}</math> : 原子炉区域内気相部容積 (86,000m<sup>3</sup>)</p> <p><math>E_\gamma</math> : <math>\gamma</math>線エネルギー (0.5MeV/dis)</p> <p><math>\mu</math> : 空気に対する<math>\gamma</math>線のエネルギー吸収係数 (<math>3.9 \times 10^{-3}/\text{m}</math>)</p> <p>R : 評価対象部屋の空間容積と等価な半球の半径 (m)</p> <p><math>V_{OF}</math> : 評価対象エリア (原子炉建屋地上1階) の容積 (2,500m<sup>3</sup>)</p> $R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{OF}}{2 \cdot \pi}}$	<p>(2) 評価の方法</p> <p>原子炉建屋原子炉棟内の空間線量率は、以下のサブマージョンモデルにより計算する。サブマージョンモデルの概要を別第11-1図に示す。</p> $D = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \frac{Q_\gamma}{V_{R/B}} \cdot E_\gamma \cdot (1 - e^{-\mu \cdot R}) \cdot 3600$ <p>ここで、</p> <p>D : 放射線量率 (Gy/h)</p> <p><math>6.2 \times 10^{-14}</math> : サブマージョンモデルによる換算係数 <math>\left(\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{s}}\right)</math></p> <p><math>Q_\gamma</math> : 原子炉建屋原子炉棟内放射性物質質量 (Bq : <math>\gamma</math>線実効エネルギー0.5MeV換算値)</p> <p><math>V_{R/B}</math> : 原子炉建屋原子炉棟空間体積 (85,000m<sup>3</sup>)</p> <p><math>E_\gamma</math> : <math>\gamma</math>線エネルギー (0.5MeV/dis)</p> <p><math>\mu</math> : 空気に対する<math>\gamma</math>線のエネルギー吸収係数 (<math>3.9 \times 10^{-3}/\text{m}</math>)</p> <p>R : 評価対象エリア (原子炉建屋原子炉棟地上3階) の空間体積と等価な半球の半径 (m)</p> $R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{OF}}{2 \cdot \pi}}$ <p><math>V_{OF}</math> : 評価対象エリア (原子炉建屋原子炉棟地上3階) の体積 (5,000m<sup>3</sup>)</p>	<p>(2) 評価の方法</p> <p>原子炉棟内の空間線量率は、以下のサブマージョンモデルにより計算する。サブマージョンモデルの概要を別図9-1に示す。</p> $D = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \frac{Q_\gamma}{V_{R/B}} \cdot E_\gamma \cdot (1 - e^{-\mu \cdot R}) \cdot 3600$ <p>ここで、</p> <p>D : 放射線量率 (Gy/h)</p> <p><math>6.2 \times 10^{-14}</math> : サブマージョンモデルによる換算係数 <math>\left(\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{s}}\right)</math></p> <p><math>Q_\gamma</math> : 原子炉棟内放射性物質質量 (Bq : <math>\gamma</math>線実効エネルギー0.5MeV換算値)</p> <p><math>V_{R/B}</math> : 原子炉棟内空間体積 ( <input type="text"/> m<sup>3</sup> )</p> <p><math>E_\gamma</math> : <math>\gamma</math>線エネルギー (0.5MeV/dis)</p> <p><math>\mu</math> : 空気に対する<math>\gamma</math>線のエネルギー吸収係数 (<math>3.9 \times 10^{-3}/\text{m}</math>)</p> <p>R : 評価対象エリア (東側PCVペネトレーション室気相部) の空間体積と等価な半球の半径 (m)</p> $R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{2 \cdot \pi}}$ <p>V : 評価対象エリア (東側PCVペネトレーション室気相部) の体積 ( <input type="text"/> m<sup>3</sup> )</p>	<p>備考</p> <p>・評価条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 作業場所の相違</p> <p>・評価条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 作業場所の相違</p>



別第 11-1 図 サブマージョンモデルの概要



別図 9-1 サブマージョンモデルの概要

・評価条件の相違  
【東海第二】  
島根2号炉は、作業エリア周囲の遮蔽で囲まれた範囲を評価対象としている。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・評価の結果</p> <p>評価結果を図5に示す。外部被ばくは最大でも約15mSv/h程度であり、時間減衰によってその線量率も低下するため、線量率の上昇が現場操作や期待している機器の機能維持を妨げることはない。</p> <p>なお、事故時には原子炉建屋内に漏えいした放射性物質の一部がブローアウトパネルを通じて環境へ放出されるが、中央制御室換気空調系の換気口の位置はブルームの広がりを取り込みにくい箇所であり、中央制御室内に放射性物質を大量に取り込むことはないと考えられる(図6)。さらに、これらの事故時には原子炉区域排気放射能高の信号により中央制御室換気空調系が非常時運転モード(循環運転)となるため、中操にいる運転員は過度な被ばくを受けることはない。</p>	<p>(3) 評価の結果</p> <p>評価結果を別第11-2図に示す。線量率の最大は約15.2mSv/h程度であり、時間減衰によって低下するため、線量率の上昇が現場操作に影響を与える可能性は小さく、期待している機器の機能は維持される。</p> <p>なお、事故時には原子炉建屋原子炉棟内に漏えいした放射性物質が環境へ放出される可能性があるが、これらの事故時には原子炉建屋放射能高の信号により中央制御室の換気系は閉回路循環運転となるため、中央制御室内にいる運転員は過度な被ばくの影響を受けることはない。</p>	<p>(3) 評価の結果</p> <p>評価結果を別図9-2に示す。線量率の最大は約8.0mSv/h程度であり、時間減衰によって低下するため、線量率の上昇が現場操作に影響を与える可能性は小さく、期待している機器の機能は維持される。</p> <p>なお、事故時には原子炉棟内に漏えいした放射性物質が環境へ放出される可能性があるが、中央制御室換気系の給気口の位置はブルームの広がりを取り込みにくい箇所であり、中央制御室内に放射性物質を大量に取り込むことはないと考えられる(別図9-3)。さらに、これらの事故時には原子炉棟放射線異常高又は換気系放射線異常高の信号により中央制御室換気系が系統隔離運転となるため、中央制御室内にいる運転員は過度な被ばくの影響を受けることはない。</p>	<p>・評価結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・施設配置の相違 【東海第二】</p>

表3 インターフェイスシステム LOCA 時の追加放出量

核種	収率 (%)	崩壊定数 (d <sup>-1</sup> )	γ線実効エネルギー (MeV)	追加放出量 (Bq)	追加放出量 (Bq) (γ線実効エネルギー0.5MeV換算値)
I-131	2.84	8.60E-02	0.381	3.70E+12	2.82E+12
I-132	4.21	7.30	2.253	5.48E+12	2.47E+13
I-133	6.77	8.00E-01	0.608	8.82E+12	1.07E+13
I-134	7.61	1.90E+01	2.75	9.91E+12	5.45E+13
I-135	6.41	2.52	1.645	8.35E+12	2.75E+13
Br-83	0.53	6.96	0.0075	6.90E+11	1.04E+10
Br-84	0.97	3.14E+01	1.742	1.26E+12	4.40E+12
Mo-99	6.13	2.49E-01	0.16	7.99E+12	2.56E+12
Tc-99m	5.40	2.76	0.13	7.04E+12	1.83E+12
ハロゲン等 合計	—	—	—	5.32E+13	1.29E+14
Kr-83m	0.53	9.09	0.0025	1.38E+12	6.90E+09
Kr-85m	1.31	3.71	0.159	3.41E+12	1.09E+12
Kr-85	0.29	1.77E-04	0.0022	2.25E+11	9.91E+08
Kr-87	2.54	1.31E+01	0.793	6.62E+12	1.05E+13
Kr-88	3.58	5.94	1.95	9.33E+12	3.64E+13
Xe-131m	0.04	5.82E-02	0.02	1.04E+11	4.17E+09
Xe-133m	0.19	3.08E-01	0.042	4.95E+11	4.16E+10
Xe-133	6.77	1.31E-01	0.045	1.76E+13	1.59E+12
Xe-135m	1.06	6.38E+01	0.432	2.76E+12	2.39E+12
Xe-135	6.63	1.83	0.25	1.73E+13	8.64E+12
Xe-138	6.28	7.04E+01	1.183	1.64E+13	3.87E+13
希ガス 合計	—	—	—	7.56E+13	9.93E+13
ハロゲン等 +希ガス 合計	—	—	—	1.29E+14	2.28E+14

別第11-2 表 I S L O C A 時の放出量

核種	収率 (%)	崩壊定数 (d <sup>-1</sup> )	γ線実効エネルギー (MeV)	追加放出量 (Bq)	追加放出量 (Bq) (γ線実効エネルギー0.5MeV換算値)
I-131	2.84	8.60E-02	0.381	3.70E+12	2.82E+12
I-132	4.21	7.30	2.253	5.48E+12	2.47E+13
I-133	6.77	8.00E-01	0.608	8.82E+12	1.07E+13
I-134	7.61	1.90E+01	2.75	9.91E+12	5.45E+13
I-135	6.41	2.52	1.645	8.35E+12	2.75E+13
Br-83	0.53	6.96	0.0075	6.90E+11	1.04E+10
Br-84	0.97	3.14E+01	1.742	1.26E+12	4.40E+12
Mo-99	6.13	2.49E-01	0.16	7.99E+12	2.56E+12
Tc-99m	5.40	2.76	0.13	7.04E+12	1.83E+12
ハロゲン等 合計	—	—	—	5.32E+13	1.29E+14
Kr-83m	0.53	9.09	0.0025	1.38E+12	6.90E+09
Kr-85m	1.31	3.71	0.159	3.41E+12	1.09E+12
Kr-85	0.29	1.77E-04	0.0022	2.25E+11	9.91E+08
Kr-87	2.54	1.31E+01	0.793	6.62E+12	1.05E+13
Kr-88	3.58	5.94	1.950	9.33E+12	3.64E+13
Xe-131m	0.040	5.82E-02	0.020	1.04E+11	4.17E+09
Xe-133m	0.19	3.08E-01	0.042	4.95E+11	4.16E+10
Xe-133	6.77	1.31E-01	0.045	1.76E+13	1.59E+12
Xe-135m	1.06	6.38E+01	0.432	2.76E+12	2.39E+12
Xe-135	6.63	1.83	0.250	1.73E+13	8.64E+12
Xe-138	6.28	7.04E+01	1.183	1.64E+13	3.87E+13
希ガス 合計	—	—	—	7.56E+13	9.93E+13
ハロゲン等 +希ガス 合計	—	—	—	1.29E+14	2.28E+14

別表 9-3 I S L O C A 時の放出量

核種	収率 (%)	崩壊定数 (d <sup>-1</sup> )	γ線実効エネルギー (MeV)	追加放出量 (Bq)	追加放出量 (Bq) (γ線実効エネルギー0.5MeV換算値)
I-131	2.84	8.60E-02	0.381	3.70E+12	2.82E+12
I-132	4.21	7.30	2.253	5.48E+12	2.47E+13
I-133	6.77	8.00E-01	0.608	8.82E+12	1.07E+13
I-134	7.61	1.90E+01	2.750	9.91E+12	5.45E+13
I-135	6.41	2.52	1.645	8.35E+12	2.75E+13
Br-83	0.53	6.96	0.0075	6.90E+11	1.04E+10
Br-84	0.97	3.14E+01	1.742	1.26E+12	4.40E+12
Mo-99	6.13	2.49E-01	0.16	7.99E+12	2.56E+12
Tc-99m	5.40	2.76	0.13	7.04E+12	1.83E+12
ハロゲン等 合計	—	—	—	5.32E+13	1.29E+14
Kr-83m	0.53	9.09	0.0025	1.38E+12	6.90E+09
Kr-85m	1.31	3.71	0.159	3.41E+12	1.09E+12
Kr-85	0.29	1.77E-04	0.0022	2.25E+11	9.91E+08
Kr-87	2.54	1.31E+01	0.793	6.62E+12	1.05E+13
Kr-88	3.58	5.94	1.950	9.33E+12	3.64E+13
Xe-131m	0.040	5.82E-02	0.020	1.04E+11	4.17E+09
Xe-133m	0.19	3.08E-01	0.042	4.95E+11	4.16E+10
Xe-133	6.77	1.31E-01	0.045	1.76E+13	1.59E+12
Xe-135m	1.06	6.38E+01	0.432	2.76E+12	2.39E+12
Xe-135	6.63	1.83	0.250	1.73E+13	8.64E+12
Xe-138	6.28	7.04E+01	1.183	1.64E+13	3.87E+13
希ガス合計	—	—	—	7.56E+13	9.93E+13
ハロゲン等+希 ガス 合計	—	—	—	1.29E+14	2.28E+14

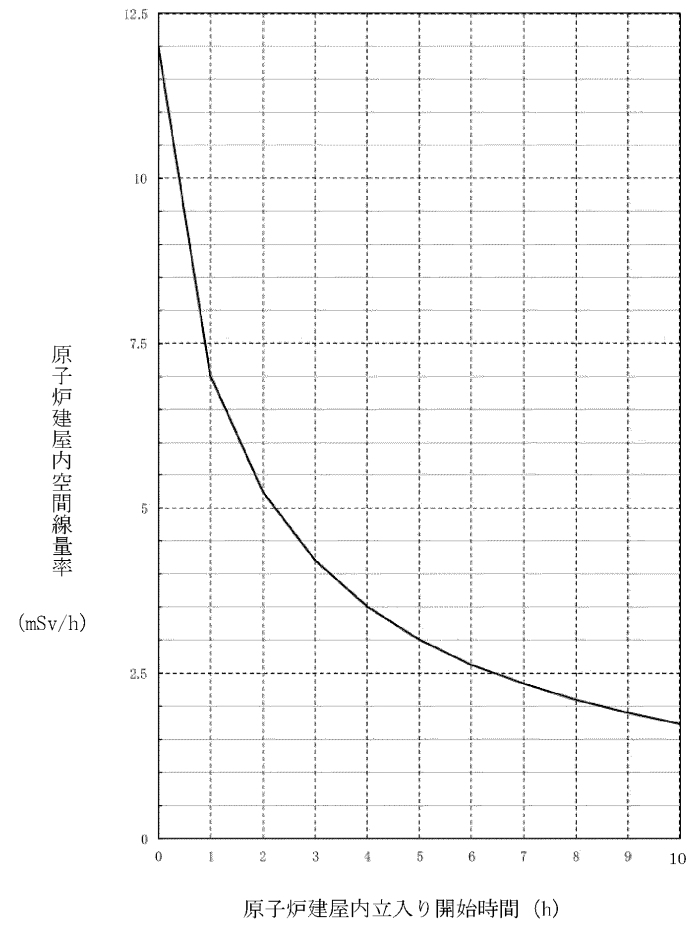
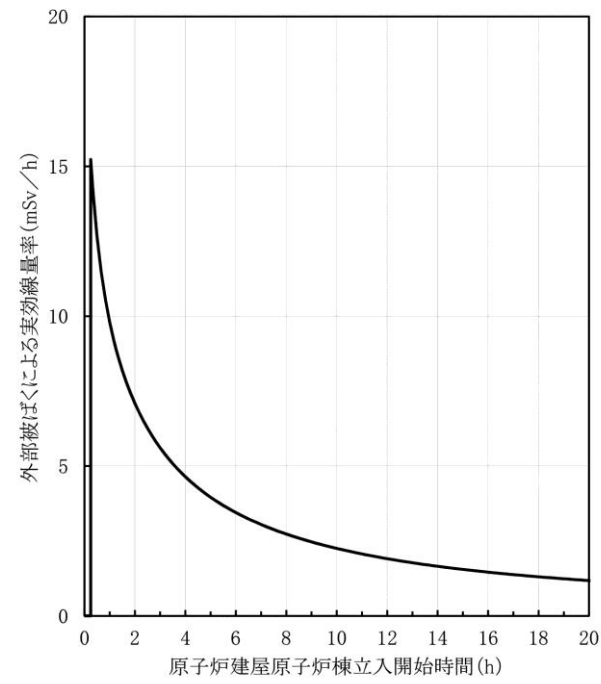
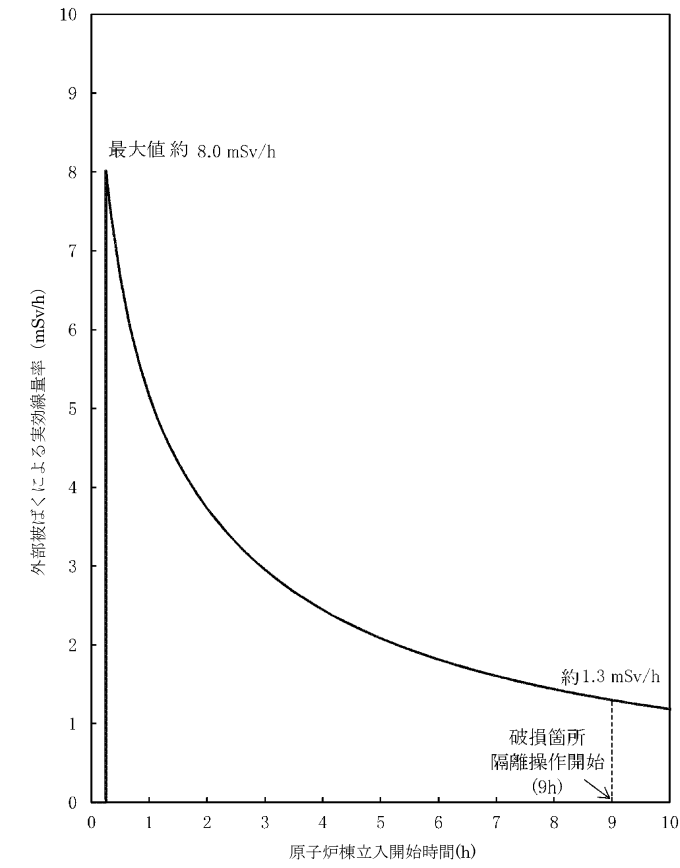


図5 原子炉建屋内立入り開始時間と線量率の関係  
(インターフェイスシステム LOCA)



別第 11-2 図 原子炉建屋原子炉棟立入り開始時間と線量率の関係



別図 9-2 原子炉棟立入り開始時間と線量率の関係

・評価結果の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="189 268 854 579" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="474 592 569 621" data-label="Caption">(a) 平面図</div> <div data-bbox="189 634 866 1003" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="474 1003 569 1033" data-label="Caption">(b) 断面図</div> <div data-bbox="148 1060 920 1186" data-label="Caption"> <p>図6 原子炉建屋／中央制御室の配置と換気口・ブローアウトパネルの位置関係 (インターフェイスシステム LOCA)</p> </div>		<div data-bbox="1745 220 2499 667" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="2047 667 2211 699" data-label="Caption">(a) 平面概略図</div> <div data-bbox="1745 720 2499 1192" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="2047 1192 2211 1224" data-label="Caption">(b) 断面概略図</div> <div data-bbox="1721 1239 2507 1365" data-label="Caption"> <p>別図 9-3 原子炉建物／中央制御室の配置と給気口・ブローアウトパネルの位置関係 (ISLOCA)</p> </div>	<p>・施設配置の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は施設の位置関係から中央制御室換気系の吸気口にブルームを取込みにくい設計となっている。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>7. <u>公衆被ばくについて</u></p> <p><u>インターフェイスシステムLOCAが発生した場合、原子炉建屋内に放出された核分裂生成物がブローアウトパネルの開放により大気中に放出される。この場合における敷地境界での実効線量を評価した。</u></p> <p><u>評価条件は表1～3（但し、表1の「原子炉建屋への流出経路条件」は除く）に従うものとし、その他の条件として、破断口から漏えいする冷却材が減圧沸騰によって気体となる分が建屋内気相部へ移行されるものとし、破断口から漏えいする冷却材中の放射性物質が気相へ移行される割合は、運転時冷却材量と減圧沸騰による蒸発分の割合から算定した。</u></p> <p><u>燃料から追加放出される放射性物質が気相へ移行される割合は、燃料棒内ギャップ部の放射性物質が原子炉圧力の低下割合に応じて冷却材中に放出されることを踏まえ、同様に運転時冷却材量と減圧沸騰による蒸発分の割合から算定した。また、破断口及び逃がし安全弁から流出する蒸気量は、各々の移行率に応じた量が流出するものとした（詳細は図7参照）。</u></p>	<p>2. <u>非居住区域境界及び敷地境界の実効線量評価について</u></p> <p>(1) <u>評価想定</u></p> <p><u>非居住区域境界及び敷地境界の実効線量評価では、ISLOCAにより原子炉建屋原子炉棟内に放出された核分裂生成物が大気中に放出されることを想定し、非居住区域境界及び敷地境界の実効線量を評価した。</u></p> <p><u>評価条件は別第11-1表から別第11-5表に従うものとする。破断口から漏えいする原子炉冷却材が原子炉建屋原子炉棟内に放出されることに伴う減圧沸騰によって気体となる分が建屋内の気相部へ移行するものとし、破断口から漏えいする冷却材中の放射性物質が気相へ移行する割合は、運転時の原子炉冷却材量に対する原子炉建屋原子炉棟放出に伴う減圧沸騰による蒸発量の割合から算定した。</u></p> <p><u>燃料から追加放出される放射性物質が気相へ移行する割合は、燃料棒内ギャップ部の放射性物質が原子炉圧力の低下割合に応じて冷却材中に放出されることを踏まえ、同様に運転時の原子炉冷却材量に対する原子炉減圧に伴う減圧沸騰による蒸発量の割合から算定した。また、破断口及び逃がし安全弁から放出される蒸気量は、各々の移行率に応じた量が流出するものとした。（別第11-3図及び別第11-4図参照）</u></p> <p><u>その結果、放出量は別第11-4表に示すとおりとなった。</u></p>	<p>2. <u>敷地境界の実効線量評価について</u></p> <p>(1) <u>評価想定</u></p> <p><u>敷地境界の実効線量評価では、ISLOCAにより原子炉棟内に放出された核分裂生成物がブローアウトパネルを経由して大気中に放出されることを想定し、敷地境界の実効線量を評価した。</u></p> <p><u>評価条件は別表9-1表から別表9-6に従うものとする。破断口から漏えいする原子炉冷却材が原子炉棟内に放出されることに伴う減圧沸騰によって気体となる蒸気量に対応する放射性物質が建物内の気相部へ移行するものとし、破断口から漏えいする冷却材中の放射性物質が気相部へ移行する割合は、運転時の原子炉冷却材量に対する原子炉棟放出に伴う減圧沸騰による蒸発量の割合から算定した。</u></p> <p><u>燃料から追加放出される放射性物質が気相へ移行する割合は、燃料棒内ギャップ部の放射性物質が原子炉圧力の低下割合に応じて冷却材中に放出されることを踏まえ、同様に運転時の原子炉冷却材量に対する原子炉減圧に伴う減圧沸騰による蒸発量の割合から算定した。また、破断口及び逃がし安全弁から放出される蒸気量は、各々の移行率に応じた量が流出するものとした。（別図9-4参照）</u></p> <p><u>原子炉棟内の気相部に移行した放射性物質は、ブローアウトパネルの開口部より大気中に徐々に放出されることとなるが、被ばく評価上は、事象発生直後に大気中に放出されるものとし、放出高さは地上放出として評価した。</u></p> <p><u>その結果、放出量は別表9-5に示すとおりとなった。</u></p> <p>(2) <u>評価方法</u></p> <p><u>敷地境界外における実効線量は、次に述べる内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算する。</u></p> <p>a. <u>よう素による内部被ばく</u></p> <p><u>よう素の内部被ばくによる実効線量<math>H_i</math>は次の式で計算する。</u></p>	<p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は、隣接する原子力事業者がないため敷地境界を評価地点としている。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉では、放射性物質の大気中への放出の評価条件がブローアウトパネル開口部面積に依存しないことを記載。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉では、評価方法を記載気合。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>評価の結果、敷地境界における実効線量は約<math>4.7 \times 10^{-2}</math>mSv となり、「2.3.1 全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 喪失）」における耐圧強化ベント系によるベント時の敷地境界での実効線量（約<math>4.9 \times 10^{-2}</math>mSv）及び5mSv を下回った。</p>	<p>(2) 評価結果  非居住区域境界及び敷地境界における実効線量はそれぞれ約 <math>1.2 \times 10^{-1}</math>mSv, 約 <math>3.3 \times 10^{-1}</math>mSv となり、「LOCA時注水機能喪失」における耐圧強化ベント系によるベント時の実効線量（非居住区域境界：約 <math>6.2 \times 10^{-1}</math>mSv, 敷地境界：約 <math>6.2 \times 10^{-1}</math>mSv）及び事故時線量限度の5mSv を下回った。</p>	$H_I = R \cdot H_{\infty} \cdot \chi / Q \cdot Q_I$ <p>ここで  R：呼吸率(m<sup>3</sup>/s)  呼吸率Rは、事故期間が比較的短いことを考慮し、小児の活動時の呼吸率0.31 (m<sup>3</sup>/h) を用いる。  H<sub>∞</sub>：よう素 (I-131) を1Bq 吸入した場合の小児の実効線量係数(<math>1.6 \times 10^{-7}</math>Sv/Bq)  χ/Q：相対濃度 (s/m<sup>3</sup>) (別表 9-6 のとおり)  Q<sub>I</sub>：よう素の放出量 (Bq)  (I-131 等価量-小児実効線量係数換算) (別表 9-5 のとおり)</p> <p>b. γ線による外部被ばく  敷地境界外における希ガス及びハロゲン等のγ線外部被ばくによる実効線量H<sub>γ</sub>は次の式で計算する。</p> $H_{\gamma} = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma}$ <p>ここで、  K：空気カーマから実効線量への換算係数 (K=1Sv/Gy)  D/Q：相対線量 (Gy/Bq) (別表 9-6 のとおり)  Q<sub>γ</sub>：希ガス及びハロゲン等の大気放出量(Bq)  (γ線実効エネルギー0.5MeV 換算値) (別表 9-5 のとおり)</p> <p>(3) 評価結果  敷地境界における実効線量は約 3.9mSv となり事故時線量限度の5mSv を下回った。</p> <p>本事象は、放射性物質の放出に際し格納容器フィルタベント系や非常用ガス処理系による放射性物質の捕集効果及び高所放出による大気希釈に期待できないため、敷地境界における実効線量評価において、設計基準事故や他の炉心損傷防止シナリオにおける評価条件に比べて厳しい評価結果となっていると考えられる。また、ISLOCA 発生後、30 分後に急速減圧を実施する評価としているため、それまでの間に、高圧炉心</p>	<p>備考</p> <p>・評価条件の相違  【東海第二】  島根2号炉は、隣接する原子力事業者がないため敷地境界を評価地点としている。  ・評価結果の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>なお、評価上は考慮していないものの、<u>原子炉建屋内に放出された放射性物質はブローアウトパネルから外部に放出されるまでの建屋内壁への沈着による放出量の低減に期待できること</u>、及び冷却材中の放射性物質の濃度は運転時冷却材量に応じた濃度を用いているが実際は原子炉注水による濃度の希釈に期待できることにより、更に実効線量が低くなると考えられる。</p>	<p>なお、評価上は考慮していないものの、<u>原子炉建屋原子炉棟に放出された放射性物質は外部に放出されるまでの建屋内壁への沈着による放出量の低減に期待できること</u>及び冷却材中の放射性物質の濃度は運転時の原子炉冷却材量に応じた濃度を用いているが、実際は原子炉注水による濃度の希釈に期待できることにより、さらに実効線量が低くなると考えられる。</p>	<p><u>スプレイ系の自動起動に伴う蒸気凝縮により原子炉圧力低下が起きており、この期間における燃料棒内ギャップ部の放射性物質の追加放出が大きくなっている。この期間は破断口からの冷却材漏洩量も大きいため、大気中への放射性物質の放出量が大きくなる結果となる。</u></p> <p><u>なお、評価に使用した I-131 追加放出量の 100Ci (3.7×10<sup>12</sup>Bq) は、運転開始からの I-131 追加放出量の実測値の最大値である約 8.1×10<sup>7</sup>Bq「平成元年1月18日(起動試験)」に対し保守性を有した設定となっている。</u></p> <p>また、評価上は考慮していないものの、原子炉棟に放出された放射性物質は外部に放出されるまでの建物内壁への沈着による放出量の低減に期待できること、冷却材中の放射性物質の濃度は運転時の原子炉冷却材量に応じた濃度を用いているが、実際は原子炉注水による濃度の希釈に期待できること及び破断口から放出されるまでの時間減衰により、さらに実効線量が低くなると考えられる。</p>	<p>【柏崎 6/7, 東海第二】 ・記載方針の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉では評価結果に影響を与えている主な原因について記載。 ・評価条件の相違 【東海第二】 島根 2 号炉の評価上の保守性について記載。</p>

別第11-3 表 放出評価条件

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
原子炉運転日数 (日)	2,000	十分な運転時間として仮定した時間
追加放出量 (I-131) (Bq)	$3.7 \times 10^{12}$	至近の I-131 追加放出量の実績値を包絡する値として設定し、その他の核種はその組成を平衡組成として求め、希ガスについてはよう素の 2 倍の放出があるものとする。
冷却材中濃度 (I-131) (Bq/g)	$1.5 \times 10^2$	I-131 の追加放出量に基づく全希ガス漏えい率から冷却材中濃度を設定し、その組成を拡散組成とする。 (運転実績の最大の I-131 の冷却材中濃度 ( $5.6 \times 10^{-1}$ Bq/g) を十分に包絡する値である。)
燃料から追加放出されるよう素の割合 (%)	無機よう素: 96 有機よう素: 4	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき設定
逃がし安全弁からサブプレッション・チェンバへの移行率 (%)	無機よう素, ハロゲン等: 100 有機よう素: 99.958	無機よう素, ハロゲン等については保守的に全量が逃がし安全弁からサブプレッション・チェンバ及び破断口から原子炉建屋原子炉棟のそれぞれに移行するものとするものとして設定
破断口から原子炉建屋原子炉棟への移行率 (%)	無機よう素, ハロゲン等: 100 有機よう素: 0.042	有機よう素については S A F E R 解析の積算蒸気量の割合に基づき設定
サブプレッション・チェンバのプール水でのスクラビング等による除去係数	10	Standard Review Plan6.5.5 に基づき設定
逃がし安全弁からサブプレッション・チェンバへ移行した放射性物質の気相部への移行割合	2	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき設定
冷却材から気相への放出割合 (冷却材中の放射性物質) (%)	11	原子炉冷却材量に対する原子炉建屋原子炉棟放出に伴う減圧沸騰による蒸気量の割合を設定
冷却材から気相への放出割合 (追加放出される放射性物質) (%)	4	原子炉減圧により燃料棒内ギャップ部から冷却材中へ放出されることを踏まえ、原子炉冷却材量に対する減圧沸騰による蒸気量から算出
格納容器からの漏えい率 (%/d)	0.5	格納容器の設計漏えい率から設定

別第11-4 表 放出量

核種	放出量 (Bq)
希ガス+ハロゲン等 (ガンマ線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)	$9.5 \times 10^{12}$
よう素 (I-131 等価量 (小児実効線量係数換算))	$2.8 \times 10^{11}$

別第11-5 表 大気拡散条件 (地上放出)

核種	放出量 (Bq)
相対濃度 ( $\chi/Q$ ) (s/m <sup>3</sup> )	非居住区域境界: $2.9 \times 10^{-5}$ 敷地境界: $8.2 \times 10^{-5}$
相対線量 (D/Q) (Gy/Bq)	非居住区域境界: $4.0 \times 10^{-19}$ 敷地境界: $9.9 \times 10^{-19}$

別表 9-4 放出評価条件

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
原子炉運転日数 (日)	2,000	十分な運転時間として仮定した時間
追加放出量 (I-131) (Bq)	$3.7 \times 10^{12}$	至近の I-131 追加放出量の実績値を包絡する値として設定し、その他の核種はその組成を平衡組成として求め、希ガスについてはよう素の 2 倍の放出があるものとする。
冷却材中濃度 (I-131) (Bq/g)	$1.4 \times 10^2$	全希ガス漏えい率から冷却材中濃度を設定し、その組成を拡散組成とする。
燃料から追加放出されるよう素の割合 (%)	無機よう素: 96% 有機よう素: 4%	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき設定
逃がし安全弁からサブプレッション・チェンバへの移行率 (%)	無機よう素, ハロゲン等: 2 有機よう素: 99.98	無機よう素, ハロゲン等については「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき設定 有機よう素については S A F E R 解析の積算蒸気量の割合に基づき設定
破断口から原子炉棟への移行率 (%)	無機よう素, ハロゲン等: 100 有機よう素: 0.02	無機よう素, ハロゲン等については保守的に全量が破断口から原子炉棟へ移行するものとして設定。 有機よう素については S A F E R 解析の積算蒸気量の割合に基づき設定
サブプレッション・チェンバのプール水のスクラビング等による除去係数	5	Standard Review Plan6.5.5 に基づき設定
冷却水から気相への放出割合 (冷却材中の放射性物質) (%)	24	原子炉冷却材量に対する原子炉棟放出に伴う減圧沸騰による蒸気量の割合を設定
冷却材から気相への放出割合 (追加放出される放射性物質) (%)	12	原子炉減圧により燃料棒内ギャップ部から冷却材中へ放出されることを踏まえ、原子炉冷却材量に対する減圧沸騰による蒸気量から算出
格納容器からの漏えい率 (%/d)	0.5	格納容器の設計漏えい率から設定
原子炉棟の気密性	考慮しない	ブローアウトパネル開口部の面積に依存せず、原子炉棟内気相部の放射性物質が事象発生直後に大気中に放出されるものとする。

別表 9-5 放出量

核種	放出量 (Bq)
希ガス+ハロゲン等 (ガンマ線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)	$2.0 \times 10^{13}$
よう素 (I-131 等価量 (小児実効線量係数換算))	$7.9 \times 10^{11}$

別表 9-6 大気拡散条件 (地上放出)

大気拡散条件	敷地境界
相対濃度 ( $\chi/Q$ ) (s/m <sup>3</sup> )	$3.5 \times 10^{-4}$
相対線量 (D/Q) (Gy/Bq)	$2.1 \times 10^{-18}$

・評価条件の相違  
【東海第二】  
冷却材保有量等の相違により冷却材中濃度 (I-131) が異なる。また, S A F E R 解析結果の相違に伴い, 有機よう素の移行率, 冷却材から気相への放出割合が相違している。

・評価結果の相違  
【東海第二】  
冷却材から気相への放出割合の相違による。

・評価条件の相違  
【東海第二】  
敷地及び気象条件の相違による。

- ※1 I-131 等価量
- ※2 ガンマ線 0.5MeV 換算値
- ※3 運転時冷却材量に対する減圧沸騰による蒸発分の割合として算定した。
- ※4 燃料棒内ギャップ部の放射性物質が原子炉圧力の低下割合に応じて冷却材中に放出されることを踏まえ、急速減圧するまではその低下割合に応じた量の放射性物質が冷却材中に放出されるものとして、急速減圧以降はギャップ内の残りの放射性物質が全て冷却材中に放出されるものとして、冷却材中の放射性物質の濃度を決定し、その冷却材量に対する減圧沸騰による蒸発分の割合として算定した。

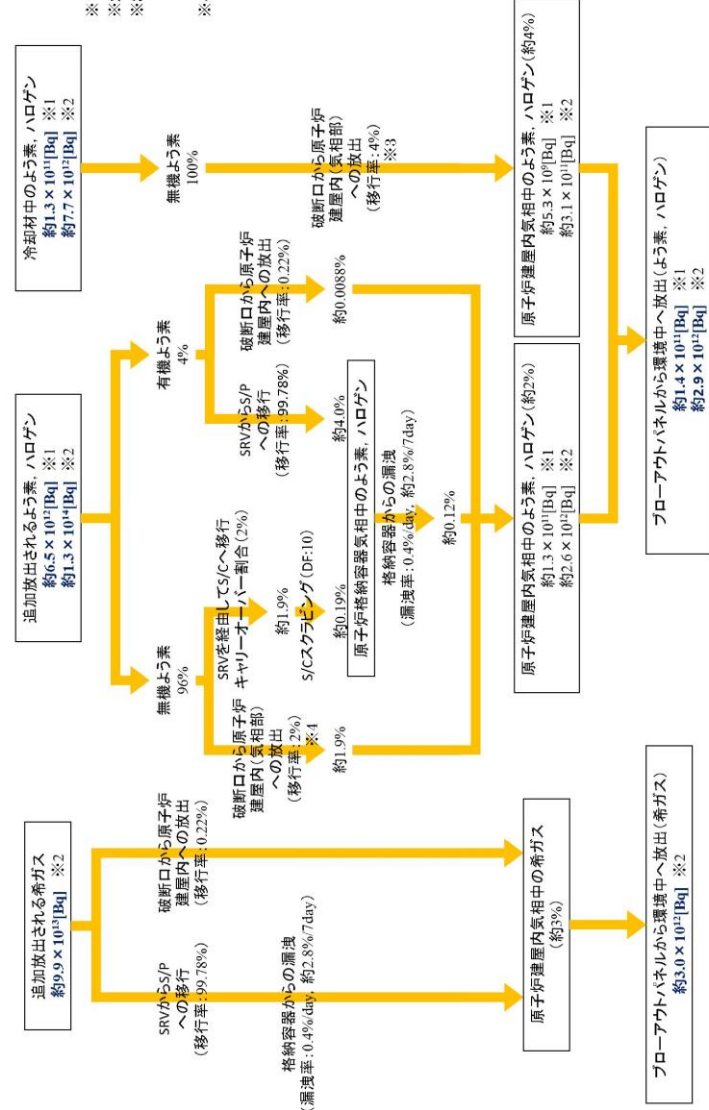
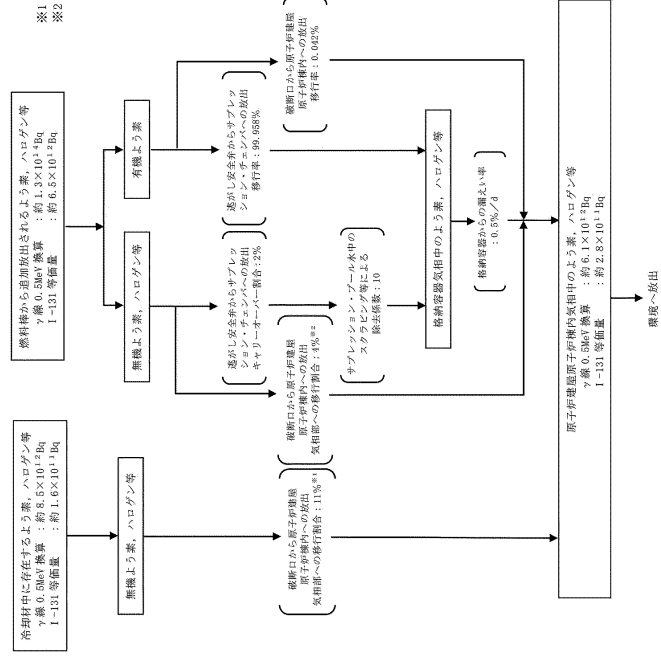
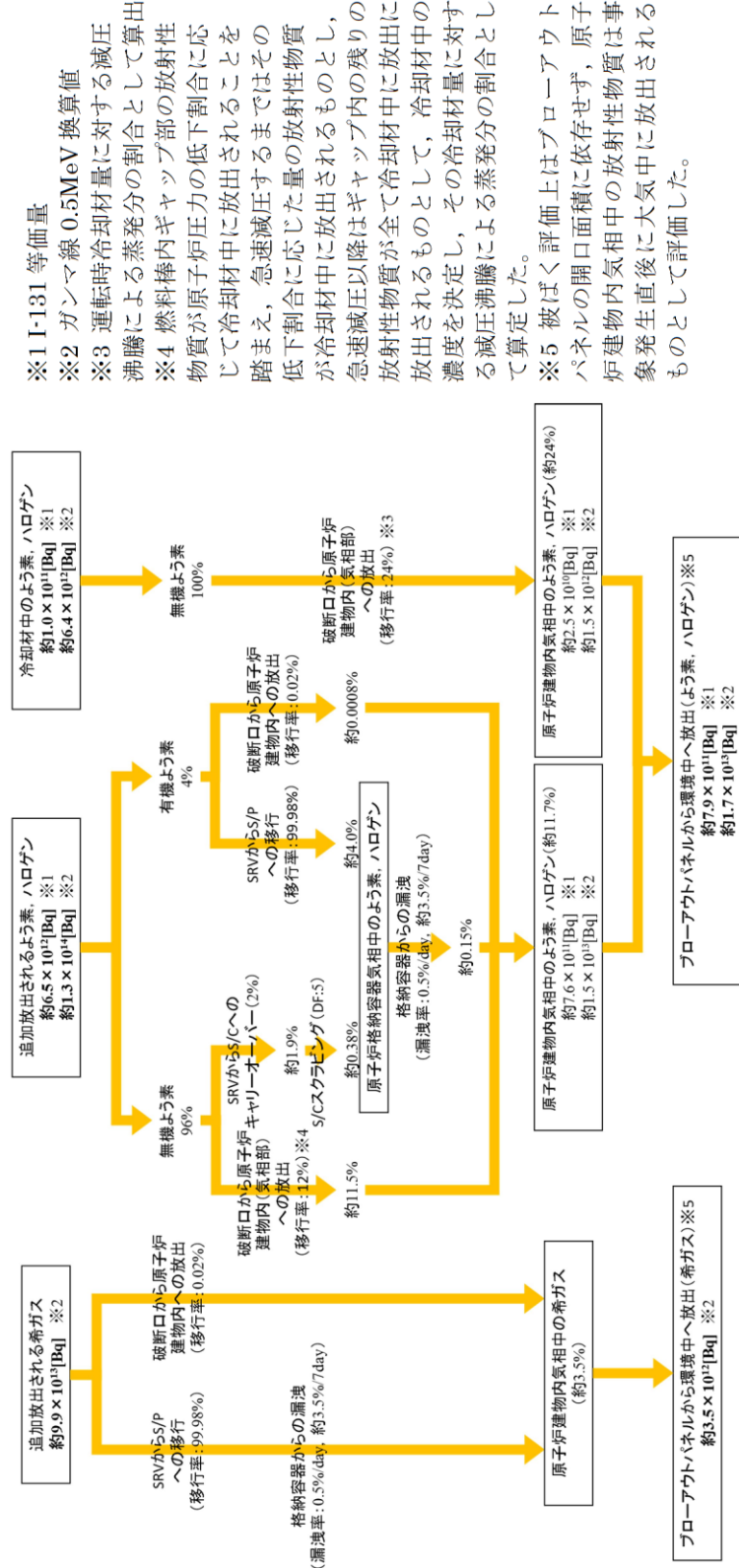


図7 核分裂生成物の環境中への放出について(インターフェイスシステム LOCA 時)

- ※1 運転時冷却材量に対する減圧沸騰による蒸発分の割合として算定。
- ※2 燃料棒内ギャップ部の放射性物質が原子炉圧力の低下割合に応じて冷却材中に放出されることを踏まえ、急速減圧するまではその低下割合に応じた量の放射性物質が冷却材中に放出されるものとして、急速減圧以降はギャップ内の残りの放射性物質が全て冷却材中に放出されるものとして、冷却材中の放射性物質の濃度を決定し、その冷却材量に対する減圧沸騰による蒸発分の割合として算定。



別第11-3 図 よう素、ハロゲン等の環境への放出過程



別図9-4 希ガス、よう素、ハロゲン等の環境への放出過程

・評価条件の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;"> <u>別第11-4 図 希ガスの環境への放出過程</u>  <u>(ガンマ線実効エネルギー0.5MeV 換算値)</u> </p>		<p>・構成の相違  <b>【東海第二】</b>          別図9-4中に記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																																														
	<p>I-131 追加放出量の測定結果について</p> <p>運転開始から施設定期検査による原子炉停止時等に測定している I-131 の追加放出量の測定値は以下のとおり。</p> <table border="0"> <tr><td>中間停止</td><td>(昭和54年6月2日)</td><td>0.0Ci</td></tr> <tr><td>第1回定検</td><td>(昭和54年9月7日)</td><td>0.0Ci</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(昭和55年4月29日)</td><td>0.0Ci</td></tr> <tr><td>第2回定検</td><td>(昭和55年9月6日)</td><td>0.0Ci</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(昭和56年6月16日)</td><td>0.0Ci</td></tr> <tr><td>第3回定検</td><td>(昭和56年9月12日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第4回定検</td><td>(昭和57年6月11日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(昭和58年1月31日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第5回定検</td><td>(昭和58年9月17日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第6回定検</td><td>(昭和59年12月12日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(昭和60年8月1日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第7回定検</td><td>(昭和61年1月20日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第8回定検</td><td>(昭和62年4月9日)</td><td>40.9Ci</td></tr> <tr><td>第9回定検</td><td>(昭和63年8月1日)</td><td>0.01Ci</td></tr> <tr><td>第10回定検</td><td>(平成元年11月30日)</td><td>4.5×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成2年11月29日)</td><td>4.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第11回定検</td><td>(平成3年4月20日)</td><td>4.4×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第12回定検</td><td>(平成4年9月6日)</td><td>1.9×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成5年4月4日)</td><td>1.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第13回定検</td><td>(平成6年2月19日)</td><td>1.6×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第14回定検</td><td>(平成7年4月14日)</td><td>1.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成8年8月10日)</td><td>9.8×10<sup>7</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第15回定検</td><td>(平成8年9月10日)</td><td>1.5×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成9年7月12日)</td><td>1.5×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第16回定検</td><td>(平成10年1月8日)</td><td>1.6×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第17回定検</td><td>(平成11年4月4日)</td><td>1.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成12年12月26日)</td><td>1.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第18回定検</td><td>(平成13年3月26日)</td><td>1.7×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第19回定検</td><td>(平成14年9月15日)</td><td>1.5×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成15年3月20日)</td><td>8.9×10<sup>7</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第20回定検</td><td>(平成16年2月2日)</td><td>1.3×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第21回定検</td><td>(平成17年4月24日)</td><td>1.5×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第22回定検</td><td>(平成18年11月20日)</td><td>8.9×10<sup>7</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第23回定検</td><td>(平成19年3月17日)</td><td>1.1×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第23回定検</td><td>(平成20年3月19日)</td><td>1.2×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成21年7月21日)</td><td>1.2×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第24回定検</td><td>(平成21年9月9日)</td><td>1.2×10<sup>8</sup>Bq</td></tr> <tr><td>中間停止</td><td>(平成22年6月28日)</td><td>9.7×10<sup>7</sup>Bq</td></tr> <tr><td>第25回定検</td><td>-</td><td>-</td></tr> </table> <p>(※1Ci=3.7×10<sup>10</sup>Bq)</p>	中間停止	(昭和54年6月2日)	0.0Ci	第1回定検	(昭和54年9月7日)	0.0Ci	中間停止	(昭和55年4月29日)	0.0Ci	第2回定検	(昭和55年9月6日)	0.0Ci	中間停止	(昭和56年6月16日)	0.0Ci	第3回定検	(昭和56年9月12日)	0.01Ci	第4回定検	(昭和57年6月11日)	0.01Ci	中間停止	(昭和58年1月31日)	0.01Ci	第5回定検	(昭和58年9月17日)	0.01Ci	第6回定検	(昭和59年12月12日)	0.01Ci	中間停止	(昭和60年8月1日)	0.01Ci	第7回定検	(昭和61年1月20日)	0.01Ci	第8回定検	(昭和62年4月9日)	40.9Ci	第9回定検	(昭和63年8月1日)	0.01Ci	第10回定検	(平成元年11月30日)	4.5×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成2年11月29日)	4.7×10 <sup>8</sup> Bq	第11回定検	(平成3年4月20日)	4.4×10 <sup>8</sup> Bq	第12回定検	(平成4年9月6日)	1.9×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成5年4月4日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq	第13回定検	(平成6年2月19日)	1.6×10 <sup>8</sup> Bq	第14回定検	(平成7年4月14日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成8年8月10日)	9.8×10 <sup>7</sup> Bq	第15回定検	(平成8年9月10日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成9年7月12日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq	第16回定検	(平成10年1月8日)	1.6×10 <sup>8</sup> Bq	第17回定検	(平成11年4月4日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成12年12月26日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq	第18回定検	(平成13年3月26日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq	第19回定検	(平成14年9月15日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成15年3月20日)	8.9×10 <sup>7</sup> Bq	第20回定検	(平成16年2月2日)	1.3×10 <sup>8</sup> Bq	第21回定検	(平成17年4月24日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq	第22回定検	(平成18年11月20日)	8.9×10 <sup>7</sup> Bq	第23回定検	(平成19年3月17日)	1.1×10 <sup>8</sup> Bq	第23回定検	(平成20年3月19日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成21年7月21日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq	第24回定検	(平成21年9月9日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq	中間停止	(平成22年6月28日)	9.7×10 <sup>7</sup> Bq	第25回定検	-	-	<p>I-131 追加放出量の測定結果について</p> <p>運転開始から施設定期検査による原子炉停止時等に測定している I-131 の追加放出量の測定値は以下のとおり。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>定検回数</th> <th>停止年月日</th> <th>増加量 (Bq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(起動試験)</td> <td>H1. 1. 18</td> <td>8.10×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第1回</td> <td>H2. 2. 5</td> <td>2.22×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第2回</td> <td>H3. 5. 7</td> <td>7.67×10<sup>6</sup></td> </tr> <tr> <td>第3回</td> <td>H4. 9. 7</td> <td>2.0×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第4回</td> <td>H6. 1. 12</td> <td>1.7×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第5回</td> <td>H7. 4. 27</td> <td>1.9×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>中間停止</td> <td>H8. 5. 13</td> <td>2.3×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第6回</td> <td>H8. 9. 6</td> <td>2.3×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第7回</td> <td>H10. 1. 5</td> <td>2.4×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第8回</td> <td>H11. 5. 11</td> <td>2.2×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第9回</td> <td>H12. 9. 17</td> <td>1.4×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第10回</td> <td>H14. 1. 8</td> <td>2.0×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第11回</td> <td>H15. 4. 15</td> <td>3.6×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第12回</td> <td>H16. 9. 7</td> <td>2.6×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第13回</td> <td>H18. 2. 28</td> <td>2.9×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第14回</td> <td>H19. 5. 8</td> <td>3.9×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第15回</td> <td>H20. 9. 7</td> <td>1.9×10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>第16回</td> <td>H22. 3. 18</td> <td>2.2×10<sup>7</sup></td> </tr> </tbody> </table>	定検回数	停止年月日	増加量 (Bq)	(起動試験)	H1. 1. 18	8.10×10 <sup>7</sup>	第1回	H2. 2. 5	2.22×10 <sup>7</sup>	第2回	H3. 5. 7	7.67×10 <sup>6</sup>	第3回	H4. 9. 7	2.0×10 <sup>7</sup>	第4回	H6. 1. 12	1.7×10 <sup>7</sup>	第5回	H7. 4. 27	1.9×10 <sup>7</sup>	中間停止	H8. 5. 13	2.3×10 <sup>7</sup>	第6回	H8. 9. 6	2.3×10 <sup>7</sup>	第7回	H10. 1. 5	2.4×10 <sup>7</sup>	第8回	H11. 5. 11	2.2×10 <sup>7</sup>	第9回	H12. 9. 17	1.4×10 <sup>7</sup>	第10回	H14. 1. 8	2.0×10 <sup>7</sup>	第11回	H15. 4. 15	3.6×10 <sup>7</sup>	第12回	H16. 9. 7	2.6×10 <sup>7</sup>	第13回	H18. 2. 28	2.9×10 <sup>7</sup>	第14回	H19. 5. 8	3.9×10 <sup>7</sup>	第15回	H20. 9. 7	1.9×10 <sup>7</sup>	第16回	H22. 3. 18	2.2×10 <sup>7</sup>	<p>・測定実績値の相違【東海第二】</p>
中間停止	(昭和54年6月2日)	0.0Ci																																																																																																																																																																															
第1回定検	(昭和54年9月7日)	0.0Ci																																																																																																																																																																															
中間停止	(昭和55年4月29日)	0.0Ci																																																																																																																																																																															
第2回定検	(昭和55年9月6日)	0.0Ci																																																																																																																																																																															
中間停止	(昭和56年6月16日)	0.0Ci																																																																																																																																																																															
第3回定検	(昭和56年9月12日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第4回定検	(昭和57年6月11日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
中間停止	(昭和58年1月31日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第5回定検	(昭和58年9月17日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第6回定検	(昭和59年12月12日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
中間停止	(昭和60年8月1日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第7回定検	(昭和61年1月20日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第8回定検	(昭和62年4月9日)	40.9Ci																																																																																																																																																																															
第9回定検	(昭和63年8月1日)	0.01Ci																																																																																																																																																																															
第10回定検	(平成元年11月30日)	4.5×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成2年11月29日)	4.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第11回定検	(平成3年4月20日)	4.4×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第12回定検	(平成4年9月6日)	1.9×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成5年4月4日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第13回定検	(平成6年2月19日)	1.6×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第14回定検	(平成7年4月14日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成8年8月10日)	9.8×10 <sup>7</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第15回定検	(平成8年9月10日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成9年7月12日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第16回定検	(平成10年1月8日)	1.6×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第17回定検	(平成11年4月4日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成12年12月26日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第18回定検	(平成13年3月26日)	1.7×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第19回定検	(平成14年9月15日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成15年3月20日)	8.9×10 <sup>7</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第20回定検	(平成16年2月2日)	1.3×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第21回定検	(平成17年4月24日)	1.5×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第22回定検	(平成18年11月20日)	8.9×10 <sup>7</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第23回定検	(平成19年3月17日)	1.1×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第23回定検	(平成20年3月19日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成21年7月21日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第24回定検	(平成21年9月9日)	1.2×10 <sup>8</sup> Bq																																																																																																																																																																															
中間停止	(平成22年6月28日)	9.7×10 <sup>7</sup> Bq																																																																																																																																																																															
第25回定検	-	-																																																																																																																																																																															
定検回数	停止年月日	増加量 (Bq)																																																																																																																																																																															
(起動試験)	H1. 1. 18	8.10×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第1回	H2. 2. 5	2.22×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第2回	H3. 5. 7	7.67×10 <sup>6</sup>																																																																																																																																																																															
第3回	H4. 9. 7	2.0×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第4回	H6. 1. 12	1.7×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第5回	H7. 4. 27	1.9×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
中間停止	H8. 5. 13	2.3×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第6回	H8. 9. 6	2.3×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第7回	H10. 1. 5	2.4×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第8回	H11. 5. 11	2.2×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第9回	H12. 9. 17	1.4×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第10回	H14. 1. 8	2.0×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第11回	H15. 4. 15	3.6×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第12回	H16. 9. 7	2.6×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第13回	H18. 2. 28	2.9×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第14回	H19. 5. 8	3.9×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第15回	H20. 9. 7	1.9×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															
第16回	H22. 3. 18	2.2×10 <sup>7</sup>																																																																																																																																																																															



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料2.7.2</p> <p style="text-align: center;">安定状態について</p> <p>格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により，炉心冠水が維持でき，また，冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器圧力逃がし装置等，残留熱除去系又は代替循環冷却系）により，格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定状態が確立されたものとする。</p> <p>【安定状態の確立について】                      原子炉安定停止状態の確立について                      事象発生4時間後に高圧炉心注水系の破断箇所を現場操作にて隔離されることで漏えいが停止し，健全側の高圧炉心注水系による注水継続により炉心が冠水し，炉心の冷却が維持され，原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について                      残留熱除去系による原子炉格納容器除熱を開始することで，冷</p>	<p style="text-align: right;">添付資料2.7.4</p> <p style="text-align: center;">安定状態について</p> <p style="text-align: center;">（格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA））</p> <p>格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）時の安定状態については、以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却が維持可能であり，また，冷却のための設備がその後も機能維持でき，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>格納容器安定状態：炉心冷却が維持された後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた格納容器除熱により格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，格納容器除熱のための設備がその後も機能維持でき，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定状態が確立されたものとする。</p> <p>【安定状態の確立について】                      原子炉安定停止状態の確立について                      事象発生5時間後に残留熱除去系の破断箇所を現場操作にて隔離することで漏えいが停止し，逃がし安全弁により原子炉減圧状態を維持し低圧炉心スプレイ系を用いた原子炉注水を継続することで炉心の冷却は維持され，原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>格納容器安定状態の確立について                      残留熱除去系による格納容器除熱を開始することで，冷温停止</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.7.3</p> <p style="text-align: center;">安定状態について</p> <p style="text-align: center;">（格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA））</p> <p>格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により，炉心冠水が維持でき，また，冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に，設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器フィルタベント系，残留熱除去系又は残留熱代替除去系）により，格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ，また，原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され，かつ，必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合，安定状態が確立されたものとする。</p> <p>【安定状態の確立について】                      原子炉安定停止状態の確立について                      事象発生10時間後に残留熱除去系の破断箇所を現場操作にて隔離されることで漏えいが停止し，高圧炉心スプレイ系による注水継続により炉心が冠水し，健全側の残留熱除去系による炉心の冷却が維持され，原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について                      残留熱除去系による炉心の冷却を継続することで，冷温停止状</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運用の相違                          【柏崎 6/7】                          島根 2号炉は，耐圧強化ベントを使用しない。</li> <li>・解析結果の相違                          【柏崎 6/7，東海第二】</li> <li>・解析条件の相違                          【柏崎 6/7，東海第二】                          破断想定箇所の相違。</li> <li>・運用の相違                          【柏崎 6/7，東海第二】</li> <li>・運用の相違</li> </ul>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>温停止状態に移行することができ、原子炉格納容器安定状態が確立される。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、残留熱除去系機能を維持し、除熱を行うことによって、安定状態の維持が可能となる。</p>	<p>状態に移行することができ、格納容器安定状態が確立される。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、残留熱除去系の機能を維持し除熱を継続することで、安定状態の維持が可能となる。 <u>(添付資料2.1.2別紙1)</u></p>	<p>態に移行することができ、格納容器圧力及び温度も安定又は低下傾向となり、原子炉格納容器安定状態が確立される。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、残留熱除去系機能を維持し、除熱を行うことによって、安定状態の維持が可能となる。</p>	<p>【柏崎6/7, 東海第二】</p>



第1表 解析コードにおける重要現象の不確かさが運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (2/2)

分類	重要現象	解析モデル	不確かさ	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
炉心	沸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流、三次元効果	二相流体の流動モデル	TBL, ROSA-III, FIST-ABWRの実験解析において、二相水位変化は、解析結果と異なる相対差を有する。実験結果と異なる相対差を有する。また、燃料棒出口(熱気相)の温度は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。	運転操作はシュラウド外水位(原子炉水位計)に基づく操作であることから、運転員等操作時間に与える影響は原子炉圧力設備の範囲にて示す。	有効性評価解析では原子炉水位がおおむね燃料棒有頂部を下降させる必要がなく、炉心出口後の水位変動は、解析コードは炉心内の二相水位変動を考慮する必要があることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。
	蒸騰・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流、三次元効果	二相流体の流動モデル	TBL, ROSA-III, FIST-ABWRの実験解析において、二相水位変化は、解析結果と異なる相対差を有する。実験結果と異なる相対差を有する。また、燃料棒出口(熱気相)の温度は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。	運転操作はシュラウド外水位(原子炉水位計)に基づく操作であることから、運転員等操作時間に与える影響は原子炉圧力設備の範囲にて示す。	解析コードは、ダウンカム部の二相水位(シュラウド外水位)を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
原子炉圧力容器	蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流	二相流体の流動モデル	TBL, ROSA-III, FIST-ABWRの実験解析において、二相水位変化は、解析結果と異なる相対差を有する。実験結果と異なる相対差を有する。また、燃料棒出口(熱気相)の温度は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。	解析コードは、原子炉圧力変化を適切に評価することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	解析コードは、原子炉圧力変化を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
	冷却材放出(蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流)	蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流	蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流	TBL, ROSA-III, FIST-ABWRの実験解析において、二相水位変化は、解析結果と異なる相対差を有する。実験結果と異なる相対差を有する。また、燃料棒出口(熱気相)の温度は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。	解析コードは、原子炉圧力変化を適切に評価することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。

表1 解析コードにおける重要現象の不確かさが運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA))(2/2)

【SAFER】	重要現象	解析モデル	不確かさ	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
原子炉圧力容器	沸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流	二相流体の流動モデル	下部プレナムの二相水位を除き、ダウンカムの二相水位(シュラウド外水位)に関する不確かさを取り扱う。シュラウド外水位については、燃料棒出口温度及び運転員操作のどちらに対しても、二相水位及びこれを決定する二相流動モデルの妥当性は重要でなく、質量及び体積のバランスだけで定まるコラプス水位が取り扱われる必要はない。	原子炉隔離時冷却系等による原子炉注水開始は自動起動であるため、運転員等操作時間に与える影響はない。	シュラウド外水位を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。なお、炉心は冠水維持されるため、燃料棒覆管の最高温度は初期値(約309℃)を上回ることはない。
	冷却材放出(蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流)	蒸騰・凝縮・ボイド率変化、気液分離(水化変化)、対向流	TBL, ROSA-III, FIST-ABWRの実験解析において、二相水位変化は、解析結果と異なる相対差を有する。実験結果と異なる相対差を有する。また、燃料棒出口(熱気相)の温度は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。また、炉心圧力の変化は、解析結果と異なる。	原子炉隔離時冷却系等による原子炉注水開始は自動起動であるため、運転員等操作時間に与える影響はない。	逃がし安全弁流量は、設定圧力で設計流量が放出されない。破断口からの流出は実験結果と良い一致を示す。破断口からの流出は実験結果と良い一致を示す。破断口からの流出は実験結果と良い一致を示す。
ECCS注水(給水系・代替注水系含む)	ECCS注水(給水系・代替注水系含む)	原子炉注水系モデル	入力値に含まれる。各系統の設計条件に基づき、原子炉圧力と注水速度の関係は、実験結果と概ね同等の解析結果が得られており、境界流モデルに関して特段の不確かさを考慮する必要はない。	「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。	「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (インターフェイスシステム LOCA) (1/2)

項目	解析条件	最確条件	条件設定の考え方	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
原子炉出力	3.293MW	約 3.2719MW 約 3.293MW (実績値)	定格原子炉出力として設定	最確条件とした場合には最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。	最確条件とした場合には、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。
原子炉圧力 (圧力容器ドーム部)	6.93MPa[gage]	約 6.94MPa[gage] (実績値)	定格原子炉圧力として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
原子炉水位	通常運転水位 (セパレータースカー 下下端から+120cm)	通常運転水位 約-4cm~約+6cm (セパレータースカー 下下端から約+122cm ~約+132cm) (実績値)	通常運転時の原子炉水位として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
炉心流量	48.300t/h (定格流量) (100%流量)	約 80%~約 104% (実績値)	定格流量として設定	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
燃料	9×9燃料 (A型)	炉格炉心ごと	炉格炉心ごと	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
最大出力密度	44.08W/m <sup>2</sup>	約 32W/m <sup>2</sup> ~ 約 41W/m <sup>2</sup> (実績値)	通常運転時の炉心流量として設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
原子炉停止後の炉温熱	ANSI/ANS-5.1-1979 燃料温度 330d/1 (実績値)	ANSI/ANS-5.1-1979 平均的燃焼度 約 316d/1 (実績値)	1サイクルの運転期間 (13ヶ月) に 運転期間 (約 1ヶ月) を考慮し た運転期間に相当する燃焼度として 設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (1/4)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
	解析条件	最確条件			
原子炉出力	3.293MW	約 3.2719MW 約 3.293MW (実績値)	定格原子炉出力として設定	最確条件とした場合には最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。	最確条件とした場合には、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。
原子炉圧力 (圧力容器ドーム部)	6.93MPa[gage]	約 6.94MPa[gage] (実績値)	定格原子炉圧力として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
原子炉水位	通常運転水位 (セパレータースカー 下下端から+120cm)	通常運転水位 約-4cm~約+6cm (セパレータースカー 下下端から約+122cm ~約+132cm) (実績値)	通常運転時の原子炉水位として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
炉心流量	48.300t/h (定格流量) (100%流量)	約 80%~約 104% (実績値)	定格流量として設定	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
燃料	9×9燃料 (A型)	炉格炉心ごと	炉格炉心ごと	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
最大出力密度	44.08W/m <sup>2</sup>	約 32W/m <sup>2</sup> ~ 約 41W/m <sup>2</sup> (実績値)	通常運転時の炉心流量として設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
原子炉停止後の炉温熱	ANSI/ANS-5.1-1979 燃料温度 330d/1 (実績値)	ANSI/ANS-5.1-1979 平均的燃焼度 約 316d/1 (実績値)	1サイクルの運転期間 (13ヶ月) に 運転期間 (約 1ヶ月) を考慮し た運転期間に相当する燃焼度として 設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (格納容器バイパス (インターフェイスシステム LOCA)) (1/2)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
	解析条件	最確条件			
原子炉出力	2.450MW	2.450MW以下 (実績値)	定格原子炉出力として設定	最確条件とした場合には、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。	最確条件とした場合には、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱が緩和される。最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響は、最大出力密度及び原子炉停止後の炉温熱にて説明する。
原子炉圧力	6.93MPa[gage]	約 6.7~ 6. (実績値)	定格原子炉圧力として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉圧力は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
原子炉水位	通常水位 (圧力容器ドーム部) 下下端から+80cm)	通常水位 (圧力容器ドーム部) 下下端から約+85cm~ 約+95cm)	通常運転時の原子炉水位として設定	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、原子炉水位は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
炉心流量	35.6×10 <sup>3</sup> t/h	定格流量の 95~104% (実績値)	定格炉心流量として設定	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉心流量の運転範囲において解析条件から変動し得るが、炉心流量は過げないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
燃料	9×9燃料 (A型)	炉格炉心ごと	炉格炉心ごと	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
燃料棒最大出力密度	44.08W/m <sup>2</sup>	約 40.6W/m <sup>2</sup> 以下 (実績値)	通常運転時の炉心流量として設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
原子炉停止後の炉温熱	ANSI/ANS-5.1-1979 燃料温度 330d/1 (実績値)	ANSI/ANS-5.1-1979 平均的燃焼度約 300d/1 (実績値)	サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
炉温熱	49℃	約 49℃~約 35℃ (実績値)	サブプレッシャー・チェンジャーの仕様に おける代表温度を設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。
燃料の存量	1180m <sup>3</sup>	1180m <sup>3</sup> 以上 (合計貯蔵量)	発電設備内に貯蔵している合計貯蔵量を 参考に、最確条件を抽出できる条件を設定	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。	最確条件とした場合には、炉格炉心ごととして設定することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータとなるパラメータを与える影響 (インターフェースシステム LOCA) (2/2)

項目	解析条件 (初期条件、事故条件及び機器条件) の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間を与える影響	評価項目となるパラメータを与える影響
	解析条件	最確条件			
普及条件	起因事象	高圧炉心注水系の破断 (破断面積 10m <sup>2</sup> )	-	圧力応答特性に基づき評価された破断面積に1分を余裕をとった値として設定	-
	安全機器の取付に対する仮定	インターフェースシステム LOCA が発生した際の炉心注水系が機能喪失せず	-	インターフェースシステム LOCA が発生した際の炉心注水系が機能喪失せず	-
機器条件	外部電源	外部電源なし	-	事故進展を遅くする観点から、炉心注水による炉心がなくなり、炉心が水位の低下を招くような外部電源がない状態を設定している。なお、外部電源がある場合は、炉心注水による炉心がなくなり、炉心が水位の低下を招くような外部電源がない状態を設定している。	事故進展を遅くする観点から、炉心注水による炉心がなくなり、炉心が水位の低下を招くような外部電源がない状態を設定している。なお、外部電源がある場合は、炉心注水による炉心がなくなり、炉心が水位の低下を招くような外部電源がない状態を設定している。
	原子炉システム番号	炉心減速急降 (注水時間: 2.05秒)	炉心減速急降 (注水時間: 2.05秒)	安全処置系等の注水時間を考慮して設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事故進展に与える影響はない。
機器条件	炉心注水	炉心注水水位 (レベル 2) にて自動起動 (注水時間: 0.812~1.000秒) [d1]において注水	炉心注水水位 (レベル 2) にて自動起動 (注水時間: 0.812~1.000秒) [d1]において注水	炉心注水水位 (レベル 2) にて自動起動 (注水時間: 0.812~1.000秒) [d1]において注水	実際の注水率が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
	高圧炉心注水	炉心注水水位 (レベル 1.5) にて自動起動 (注水時間: 0.600秒) [d1]において注水	炉心注水水位 (レベル 1.5) にて自動起動 (注水時間: 0.600秒) [d1]において注水	高圧炉心注水系の設計値として設定	実際の注水率が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
機器条件	送給し安全弁	自動減圧機能付き送給し安全弁の8割間による送給し安全弁	自動減圧機能付き送給し安全弁の8割間による送給し安全弁	送給し安全弁の設計値に基づき評価した値として設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事故進展に与える影響はない。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20版)

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータを与える影響 (2/4)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間を与える影響	評価項目となるパラメータを与える影響
	解析条件	最確条件			
初期条件	外部水質の容量	約 8,600m <sup>3</sup>	高圧炉心注水設備及び代替淡水貯槽の管理下限値を設定	最確条件とした場合には、解析条件よりも水質容量の余裕は大きくなる。事故進展を遅くする観点から、炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。	-
	燃料の容量	約 1,010KL	燃料貯蔵タンク及び可搬型設備用燃料貯蔵タンクの管理下限値を設定	燃料貯蔵タンク及び可搬型設備用燃料貯蔵タンクの管理下限値を設定	-
事故条件	起因事象	残留熱除去系B系の熱交換器アラーム作動 (破断面積は約 21cm <sup>2</sup> ) 残留熱除去系B系の機能喪失	圧力応答特性に基づき評価した値として設定	残留熱除去系B系の熱交換器アラーム作動 (破断面積は約 21cm <sup>2</sup> ) 残留熱除去系B系の機能喪失	-
	安全機器の喪失に対する仮定	高圧炉心スプレイス及び残留熱除去系C系の機能喪失	IS LOCA が発生した系統が機能喪失するものとして設定	高圧炉心スプレイス及び残留熱除去系C系の機能喪失	外部電源がある場合を包含する条件設定として、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
外部電源	外部電源なし	-	外部電源なしの事故は給水・復水系による炉心がなくなり、炉心注水水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定	外部電源なしの事故は給水・復水系による炉心がなくなり、炉心注水水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定	外部電源がある場合を包含する条件設定として、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。

東海第二発電所 (2018. 9. 12版)

表2 解析条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータとなるパラメータを与える影響 (格納容器バイパス (インターフェースシステム LOCA)) (2/2)

項目	解析条件 (初期条件、事故条件及び機器条件) の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間を与える影響	評価項目となるパラメータを与える影響
	解析条件	最確条件			
起因事象	残留熱除去系 (低圧注水系) の破断	-	運転中に弁の開閉試験を実施する際に、残留熱除去系 (低圧注水系) の破断 (破断面積は約 10cm <sup>2</sup> ) を想定して評価	-	-
	安全機器の喪失に対する仮定	残留熱除去系B系の熱交換器アラーム作動 (破断面積は約 21cm <sup>2</sup> ) 残留熱除去系B系の機能喪失	-	残留熱除去系B系の熱交換器アラーム作動 (破断面積は約 21cm <sup>2</sup> ) 残留熱除去系B系の機能喪失	-
事故条件	外部電源なし	-	外部電源なしの事故は給水・復水系による炉心がなくなり、炉心注水水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定	外部電源なしの事故は給水・復水系による炉心がなくなり、炉心注水水位の低下が早くなることから、外部電源なしを設定	外部電源がある場合を包含する条件設定として、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
	炉心注水	炉心注水水位 (レベル 3) にて自動起動 (注水時間: 1.05秒)	炉心注水水位 (レベル 3) にて自動起動 (注水時間: 1.05秒)	炉心注水水位 (レベル 3) にて自動起動 (注水時間: 1.05秒)	実際の注水率が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
機器条件	高圧炉心スプレイス	炉心注水水位 (レベル 1.5) にて自動起動 (注水時間: 0.600秒) [d1]において注水	高圧炉心スプレイス系の設計値として設定	高圧炉心スプレイス系の設計値として設定	実際の注水率が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、炉心注水水位の回復は早くなる。炉心注水の減速調整して炉心注水可能な注水量に調整するが、注水後の減速調整は早くなる。
	送給し安全弁	自動減圧機能付き送給し安全弁の8割間による送給し安全弁	送給し安全弁の設計値に基づき評価した値として設定	送給し安全弁の設計値に基づき評価した値として設定	解析条件と最確条件は同様であることから、事故進展に与える影響はない。

島根原子力発電所 2号炉

備考

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータを与える影響 (3/4)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間を与える影響	評価項目となるパラメータを与える影響
	解析条件	最確条件			
原子炉スクラム信号	原子炉水位低 (レベル3) 信号 (遅れ時間 1.05 秒)	原子炉水位低 (レベル3) 信号 (遅れ時間 1.05 秒)	安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定	解析条件と最確条件は同等であることから、事象進展に影響はない。	解析条件と最確条件は同等であることから、事象進展に影響はない。
透がし安全弁	(原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.79MPa[gage] ~ 8.31MPa[gage] 385.2t/h (1個当たり) ~ 410.6t/h (1個当たり)	(原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.79MPa[gage] ~ 8.31MPa[gage] 385.2t/h (1個当たり) 410.6t/h (1個当たり) (設計値)	透がし安全弁の安全弁機能の設計値として設定	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。
重大事故対策に關する機器条件	(原子炉自動減圧操作時) 透がし安全弁 (自動減圧機能) 7個を開放することによる原子炉減圧	(原子炉自動減圧操作時) 透がし安全弁 (自動減圧機能) 7個を開放することによる原子炉減圧	透がし安全弁の設計値に基づき原子炉圧力と蒸気流量の關係から設定	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。
	原子炉隔離時冷却系	原子炉水位異常低下 (レベル2) 信号にて自動起動 136.7m <sup>3</sup> /h (7.86MPa[gage] ~ 1.04MPa[gage] において)にて注水	原子炉水位異常低下 (レベル2) 信号にて自動起動 136.7m <sup>3</sup> /h (7.86MPa[gage] ~ 1.04MPa[gage] において)にて注水	設計値を設定 原子炉隔離時冷却系は、タービン回転数制御により原子炉圧力に依らず一定の流量にて注水する設計となっている	解析条件と最確条件と同等であることから、事象進展に影響はない。

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (4/4)

項目	解析条件の不確かさ		条件設定の考え方	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
	解析条件	最確条件			
低圧炉心 スプレイス系	1.419m <sup>3</sup> /h (0.84MPa [dif]において) (最大 1.561m <sup>3</sup> /h) にて注水	1.419m <sup>3</sup> /h (0.84MPa [dif]において) (最大 1.561m <sup>3</sup> /h) にて注水	設計値として設定	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の流量調整操作で、運転員等操作時間に与える影響はない。	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の流量調整操作で、運転員等操作時間に与える影響はない。
低圧代替注水系 (常設)	(原子炉注水準備時) (2台) ・注水量: 0m <sup>3</sup> /h~378m <sup>3</sup> /h ・注水圧力: 0MPa [dif]~2.38MPa [dif]	(原子炉注水準備時) (2台) ・注水量: 0m <sup>3</sup> /h~378m <sup>3</sup> /h ・注水圧力: 0MPa [dif]~2.38MPa [dif]	設計値に注入配管の液路圧損を考慮した値として設定	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の流量調整操作で、運転員等操作時間に与える影響はない。	実際の注水量が解析より多い場合 (注水特性 (設計値) の保守性)、原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の流量調整操作で、運転員等操作時間に与える影響はない。



表3 運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕 (インターフェースシステム LOCA)

項目	新条件(原状維持)の考慮	条件設定の考え方	新以上の操作開始時間	条件設定の考え方	評価項目となるパラメータに与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響	操作時間余裕	訓練実績等
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

第3表 操作条件が要員の配置による他の操作、評価項目となるパラメータ及び操作時間余裕に与える影響 (1/2)

項目	操作条件	条件設定の考え方	操作の不確かさ要因	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響	操作時間余裕	訓練実績等
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止

東海第二発電所 (2018.9.12版)

表3 運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕 (格納容器バイパス (インターフェースシステムLOCA))

項目	格納容器バイパス (インターフェースシステムLOCA)	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響	操作時間余裕	訓練実績等
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止
運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止	運転員等による緊急停止、緊急降圧、緊急減圧、緊急停止

島根原子力発電所 2号炉

備考

第3表 操作条件が要員の配置による他の操作、評価項目となるパラメータ及び操作時間余裕に与える影響 (2/2)

項目	解析上の 操作開始条件	条件設定の 考え方	操作の不確かさ要因	運転員等操作時間に 与える影響	評価項目となる パラメータに 与える影響	操作時間余裕	訓練実績等
残留熱除去 系の破断後 所屬機操作 操作 条件	事象発生5時 間後	破断面積約21cm <sup>2</sup> のISLCCA 発生時における 原子炉建屋原子 炉構内の現場作 業環境条件を考 慮し、現場移動時 間、操作時間等を 踏まえて余裕時 間を確認する観 点で設定	【認知】 ISLCCAは定期試験等による隔離非の発生する事象であり、隔離非の 発生時は原子炉圧力等の関連パラメータを継続監視しているため、ISLCCA 発生の際に大抵な遅れが生じることは考えにくい。さらに、当直運転員の認 知を助けるため、ISLCCA発生に伴い警報が発報する。事象初期の状況判断に余 裕時間を余めて10分を想定しており、十分な余裕時間を確保していることか ら、認知遅れが操作開始時間に影響を及ぼす可能性は非常に小さい。 【要員配置】 現場操作のため、中央制御室の当直運転員と別に現場操作を行う当直運転員 (実務)を配置している。当直運転員(現場)は、操作の実施期間中に他の機 作を担っていないこと。要員配置が操作開始時間に与える影響はない。 【移動・操作所要時間】 現場における破断系統の注入弁の閉止操作として移動及び余裕時間を含まない15 分を設定しており、十分な余裕を確保していることから、移動及び操作 所要時間が操作開始時間に影響を及ぼす可能性は非常に小さい。 【他の並列操作等】 並列操作とは異なる要員による対応が可能であることから、操作開始時間に与 える影響はない。 【操作の確実さ】 当該操作は、操作の信頼性の向上や要員の安全のため、操作要員2人及び補助 要員2人の4人で実施することとしており、該操作は起こりにくいことから、 該操作等が操作開始時間に影響を及ぼす可能性は非常に小さい。	隔離操作を実施すべ き弁を現場に認知す る場面にあり、遅い は遅い遅延があり、遅い たか、現場の操作開始 時間は解析上の設定 とはほぼ同等であり、操 作開始時間に与える 影響は小さいことか ら、運転員等操作時間 に与える影響も小さ い。	隔離操作の有無に関 わらず、低圧代替注水 系(常設)の原子炉注 水継続により、炉心は おおむね定常維持さ れるため、評価項目と なるパラメータに与 える影響はない。	隔離操作の有無に関 わらず、低圧代替注水 系(常設)の原子炉注 水継続により、炉心は おおむね定常維持さ れることから、時間余 裕がある。	現場における破断 系統の注入弁の閉 止操作は、移動も 含む所要時間として 115分を想定として いること。訓練 実績等では約108 分、想定している運 転操作が実施可能 であることを確認 した。

