

女川原子力発電所2号炉  
中央制御室について  
(審査会合コメント回答)

令和元年5月30日  
東北電力株式会社

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

# 目次

---

1. 審査会合での指摘事項(一覧)
2. 指摘事項に対する回答

## 1. 審査会合での指摘事項(一覧) (1/1)

番号	審査 会合日	指摘事項の内容	回答頁
15	H31.4.23	中央制御室での原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止について、非常用ガス処理系の運転を一旦停止した後に再度起動する手順の妥当性を整理して提示すること。	3
16	H31.4.23	原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態について、想定される自然現象とプラントの状態を踏まえて、整理して提示すること。	4
17	H31.4.23	原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置における地震の設計上の考慮について、設置許可基準規則第39条における重大事故と地震における荷重の組合せの取扱いとの整合性を整理して提示すること。	10

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.15)

### (1) 指摘事項

- 中央制御室での原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止について、非常用ガス処理系の運転を一旦停止した後に再度起動する手順の妥当性を整理して提示すること。

### (2) 回答

- これまで原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止手順は、非常用ガス処理系の運転を一旦停止したうえで原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置を閉止する手順とすることで、より確実に閉止を行い、その後非常用ガス処理系を再起動する手順としていた。
- 設計進捗に伴い、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の扉の閉止方向を、非常用ガス処理系の運転に伴う建屋負圧によって扉がリークタイトとなる方向に閉止する設計としたことを受け、改めて原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止手順を検討した。
- その結果、非常用ガス処理系を運転した状態でも原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止が可能であることから、非常用ガス処理系を停止することなく原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置を閉止する手順に見直すこととした。
- これにより、事故時に起動した非常用ガス処理系を一旦停止し再起動することにより想定し得るリスクを排除することができる。

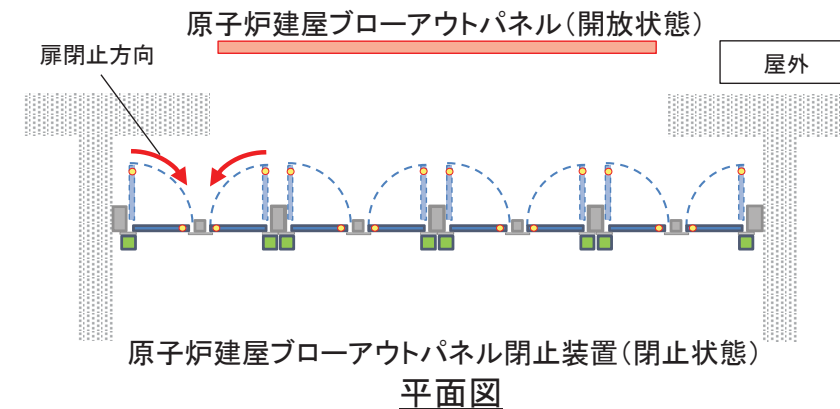
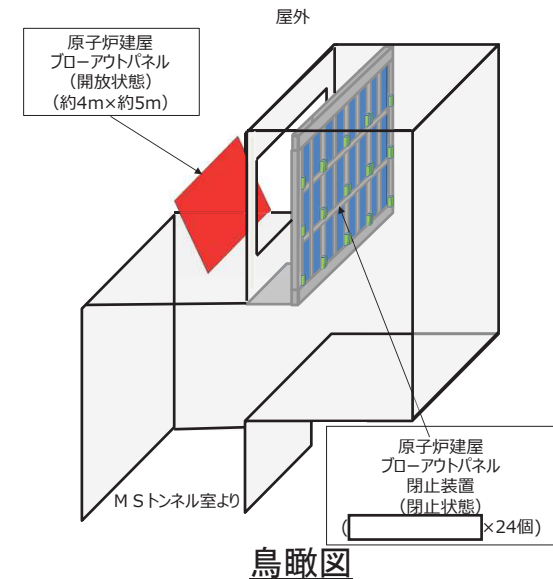


図1 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置 概要図

女川原子力発電所2号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について

3.16.2.3 運転員等の被ばくを低減するための手順等

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (1/6)

### (1) 指摘事項

- 原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態について、想定される自然現象とプラントの状態を踏まえて、整理して提示すること。

### (2) 回答

- 原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態の整理に当たり、それぞれの要求機能を整理する。原子炉建屋ブローアウトパネルの要求機能を表1に示す。

表1 原子炉建屋ブローアウトパネルの要求機能

設備	番号	要求機能	概要
原子炉建屋ブローアウトパネル	①	開放機能 (主蒸気管破断)	主蒸気管破断を想定した場合に、放出蒸気による圧力から原子炉建屋や原子炉格納容器等を防護するため、建屋の内外差圧(開放設定圧力4.4kPa以下)により自動的に開放し、放出蒸気を建屋外に放出する機能が必要である。
		開放機能 (ISLOCA)	ISLOCA発生を想定した場合に、ISLOCA発生箇所を隔離するための操作等の活動ができるよう、所定の時間内に原子炉建屋原子炉棟内の圧力及び温度を低下させるために、確実に開放する必要がある。
	②	二次格納施設のバウンダリ機能	原子炉建屋ブローアウトパネルは、開放機能を満足させるため原子炉建屋原子炉棟外壁に設置されており、原子炉建屋原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとしての機能維持が必要である。

- 原子炉建屋ブローアウトパネルには、開状態を要求する開放機能と、閉状態を要求する二次格納施設のバウンダリ機能の相反する2つの機能が要求されるが、二次格納施設のバウンダリとして基準地震動Ssに対して閉状態を維持する場合、開放機能で期待する開放設定圧力で開放しないことにより、原子炉格納容器等が防護できない可能性がある。このため、開放機能を優先し、二次格納施設のバウンダリ機能に対しては開放機能を阻害しない範囲(開放設定圧力以下)で耐震性を確保することとする。
- 具体的には、原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編(JEAG4601・補-1984)において、長期にわたり事象が継続した場合を考慮し、弾性設計用地震動Sdによる地震力に対して機能が損なわれるおそれがない設計とする。

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (2/6)

➤ 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能を表2に示す。

表2 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能

設備	番号	要求機能	概要
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	③	閉止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・女川2号炉の原子炉建屋ブローアウトパネルは、構造上、開放した場合には、容易に再閉止操作を行うことが困難であることから、中央制御室の居住性を確保するために閉止する必要がある場合は、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止する。</li> <li>・原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、閉止状態において原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保できることに加え、設置許可基準規則第59条への適合のため、容易かつ確実に閉止操作ができ、また、現場において人力による操作ができる必要がある。</li> </ul>
	④	二次格納施設のバウンダリ機能	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、原子炉建屋ブローアウトパネルに代わり原子炉建屋原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとしての機能が必要である。

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (3/6)

- 表1, 2に示した原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能の整理を踏まえ、想定される事象(自然現象及びプラントの状態)に対する開閉状態を確認した。確認結果を表3~7に示す。
- 自然現象としては、地震及び津波に加え、設置許可基準規則第6条にて設計上考慮する外部事象として選定した自然現象を想定した。
- プラントの状態としては、運転時の異常な過渡変化時、設計基準事故時及び重大事故等時を想定した。また、設置許可基準規則第59条に係る中央制御室の運転員の被ばく評価において、原子炉建屋ブローアウトパネルが開放している状態で炉心の著しい損傷が発生した場合には原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止することを踏まえ、この状態を設置許可基準規則第59条における状態として想定した。

表3 自然現象発生時における原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

設備	想定される自然現象										
	地震 (4条)	津波 (5条)	風(台風) (6条)	竜巻 (6条)	凍結 (6条)	降水 (6条)	積雪 (6条)	落雷 (6条)	火山 (6条)	生物学的 事象(6条)	森林火災 (外部火災) (6条)
原子炉建屋 ブローアウトパネル	開	閉	閉	開	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉
	基準地震動Ss による地震力 により開放の 可能性がある	影響を受けな い高さに設置し ている	荷重として作用 するもの。開 放には至らな い	設計竜巻によ る気圧低下で 開放又は設計 飛来物の貫通 の可能性がある	荷重として作用 するものでは ない	荷重として作用 するものでは ない	荷重を受け難 い構造である	荷重として作用 するものでは ない	荷重を受け難 い構造である	荷重として作用 するものでは ない	荷重として作用 するものでは ない
要求機能※1	—※2	②	②	—※3	②	②	②	②	②	②	②
原子炉建屋 ブローアウトパネル 閉止装置	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開
要求機能※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※1: 記載の番号は、表1, 2に示す要求機能と対応する。

※2: 原子炉格納容器等の保護の観点から開放機能を優先するため、基準地震動Ssにより開放する可能性があるが、この場合にはプラント停止状態となる。また、基準地震動Ssにより設計基準事故及び重大事故等は発生することはない、開口部の閉止は要求されない。

※3: 原子炉格納容器等の保護の観点から開放機能を優先するため、設計竜巻による気圧低下で開放又は設計飛来物の貫通により機能喪失する可能性があるが、設計竜巻による影響が予測される場合には事前にプラントを停止状態とするため、開口部の閉止は要求されない。



## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (4/6)

表4 運転時の異常な過渡変化時における原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

設備	運転時の異常な過渡変化											
	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	原子炉冷却材流量の部分喪失	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	給水加熱喪失	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	負荷の喪失	主蒸気隔離弁の誤閉止	給水制御系の故障	原子炉圧力制御系の故障	給水流量の全喪失	外部電源喪失
原子炉建屋ブローアウトパネル	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉
	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない
要求機能※1	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開
要求機能※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※1:記載の番号は、表1, 2に示す要求機能と対応する。

表5 設計基準事故時における原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

設備	設計基準事故									
	原子炉冷却材喪失	原子炉冷却材流量の喪失	原子炉冷却材ポンプの軸固着	制御棒落下	放射性気体廃棄物処理施設の破損	主蒸気管破断	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生	動荷重の発生	
原子炉建屋ブローアウトパネル	閉	閉	閉	閉	閉	開	閉	閉	閉	
	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力上昇により開放	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	建屋内圧力が上昇しない	
要求機能※1	②	②	②	②	②	①※2	②	②	②	
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	開	開	開	開	開	開	開	開	開	
要求機能※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

※1:記載の番号は、表1, 2に示す要求機能と対応する。

※2:主蒸気管破断時においては、原子炉格納容器等の保護の観点から開放機能を優先する。



## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (5/6)

表6 重大事故等時における原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

設備	重大事故等																		
	高圧・低圧注水機能喪失	高圧注水・減圧機能喪失	全交流動力電源喪失	崩壊熱除去機能喪失	原子炉停止機能喪失	LOCA時注水機能喪失	格納容器バイパス (ISLOCA)	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)	高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱	原子炉圧力容器外の溶融燃料/冷却材相互作用	溶融炉心・コンクリート相互作用	水素燃焼	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失 (RHRの故障による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の流出	反応度の誤投入	全交流動力電源喪失 (停止時)	
原子炉建屋ブローアウトパネル	閉	閉	閉	閉	閉	閉	開	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉
要求機能 <sup>※1</sup>	②	②	②	②	②	②	① <sup>※2</sup>	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開	開
要求機能 <sup>※1</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※1:記載の番号は、表1, 2に示す要求機能と対応する。

※2:ISLOCAにおいては、ISLOCA発生箇所を隔離するための操作等の活動ができるよう、所定の時間内に建屋内の圧力及び温度を低下させるため開放機能を優先する。

表7 設置許可基準規則第59条における評価時の原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

設備	59条 <sup>※2</sup>
原子炉建屋ブローアウトパネル	開
要求機能 <sup>※1</sup>	—
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	閉
要求機能 <sup>※1</sup>	③, ④

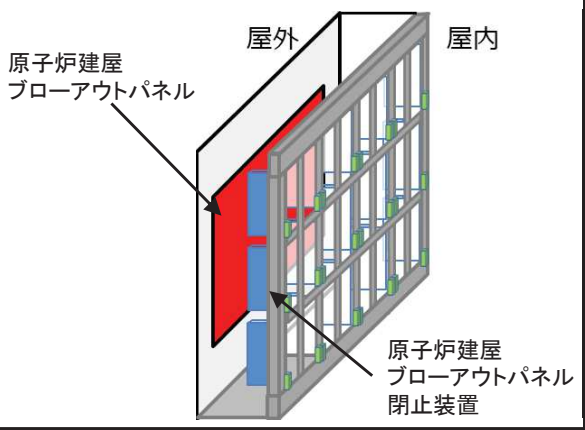
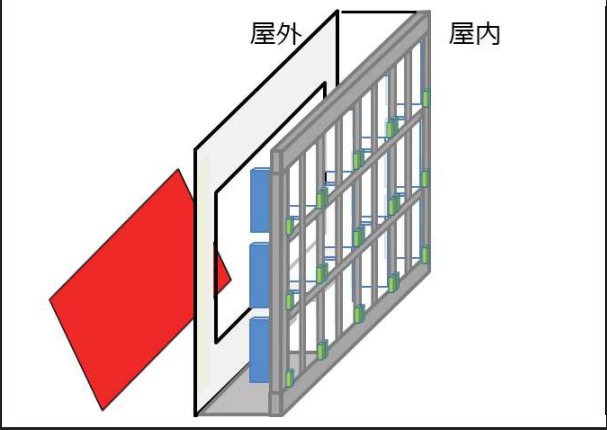
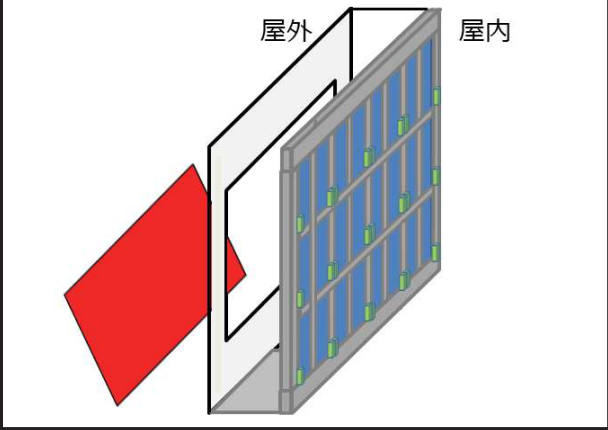
※1:記載の番号は、表1, 2に示す要求機能と対応する。

※2:設置許可基準規則第59条に係る中央制御室の運転員の被ばく評価において、原子炉建屋ブローアウトパネルが開放している状態で炉心の著しい損傷が発生した場合には原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止することを踏まえ、この状態を設置許可基準規則第59条における状態として想定した。

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16) (6/6)

- 表3～7において確認した想定される自然現象及びプラントの状態に対する原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態を表8に整理した。

表8 各事象における原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の開閉状態

原子炉建屋ブローアウトパネル	閉	開	開
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	開	開	閉
開閉状態(概略図)			
自然現象	通常運転時及び右記以外の自然現象	地震, 竜巻	—
運転時の異常な過渡変化	運転時の異常な過渡変化	—	—
設計基準事故	右記以外の設計基準事故	主蒸気管破断	—
重大事故等時	右記以外の重大事故等	格納容器バイパス(ISLOCA)	59条※1

※1: 設置許可基準規則第59条に係る中央制御室の運転員の被ばく評価において、原子炉建屋ブローアウトパネルが開放している状態で炉心の著しい損傷が発生した場合には原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止することを踏まえ、この状態を設置許可基準規則第59条における状態として想定した。

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.17)(1/2)

### (1) 指摘事項

- ・原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置における地震の設計上の考慮について、設置許可基準規則第39条における重大事故と地震における荷重の組合せの取扱いとの整合性を整理して提示すること。

### (2) 回答

- 地震と重大事故等の組合せについては、地震後に重大事故等が発生する場合と、逆に重大事故等後に地震が発生する場合が考えられ、それぞれの場合における考慮の要否は、表9のように整理される。

表9 地震と重大事故等の組合せの考慮の要否

後続事象 先行事象	地震の従属事象として発生する重大事故等	地震後に独立事象として発生する重大事故等
地震	考慮不要 (地震の従属事象として重大事故等は発生しない)	考慮不要 (地震で原子炉建屋ブローアウトパネルが開放した場合、プラント停止することから考慮不要)
後続事象 先行事象	重大事故等の従属事象として発生する地震	重大事故等後に独立事象として発生する地震
重大事故等	考慮不要 (重大事故等の従属事象として地震は発生しない)	考慮必要 (独立事象の組合せの観点から整理が必要)

- 設置許可基準規則第39条においても、表9の整理と同様に、重大事故等後に独立事象として発生する地震を取り扱い、重大事故等時の運転状態である運転状態Vと地震力とを適切に組み合わせることとしている。
- また、設置許可基準規則第39条における『重大事故と地震の荷重の組合せ』の考え方として、『事象の発生確率、継続時間、地震動の年超過確率の積等を考慮し、工学的、総合的に組み合わせる地震力を判断する』こととしており、重大事故等時の運転状態である運転状態Vにおいて組み合わせる地震動を表10のように整理している。(第691回審査会合)

表10 重大事故等時の運転状態と地震動との組合せ

運転状態	SAの継続時間	組み合わせる地震動
運転状態V(S)	重大事故等発生時～ $10^{-2}$ 年	—
運転状態V(L)	$10^{-2}$ ～ $2 \times 10^{-1}$ 年	弾性設計用地震動Sd
運転状態V(LL)	$2 \times 10^{-1}$ 年以降	基準地震動Ss, 弾性設計用地震動Sd

## 2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.17) (2/2)

➤ これを踏まえ、原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、重大事故等後に機能を期待する運転状態と、その際に組み合わせる地震動を以下のように整理した。また、結果について表11に整理した。

・原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能(ISLOCA)は重大事故等発生直後に要求される機能である。その時の運転状態は、運転状態V(S)であるため、重大事故等後の地震の組合せは不要である。

・原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止機能は、炉心の著しい損傷時において原子炉建屋ブローアウトパネルが開放している場合に、中央制御室の居住性を確保するために開口部を速やかに閉止する機能である。その時の運転状態は、運転状態V(S)であるため、重大事故等後の地震の組合せは不要である。

・原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の二次格納施設のバウンダリ機能は、「中央制御室の運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと」の要求から、重大事故発生後7日間にわたり閉状態を維持することが要求される機能である。重大事故発生後7日間における運転状態は運転状態V(S)及び運転状態V(L)であり、組み合わせる地震動は弾性設計用地震動Sdとなることから、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の二次格納施設のバウンダリ機能は、弾性設計用地震動Sdによる地震力に対して機能が損なわれるおそれがない設計とする。

表11 各要求機能の運転状態及び組み合わせる地震動の整理

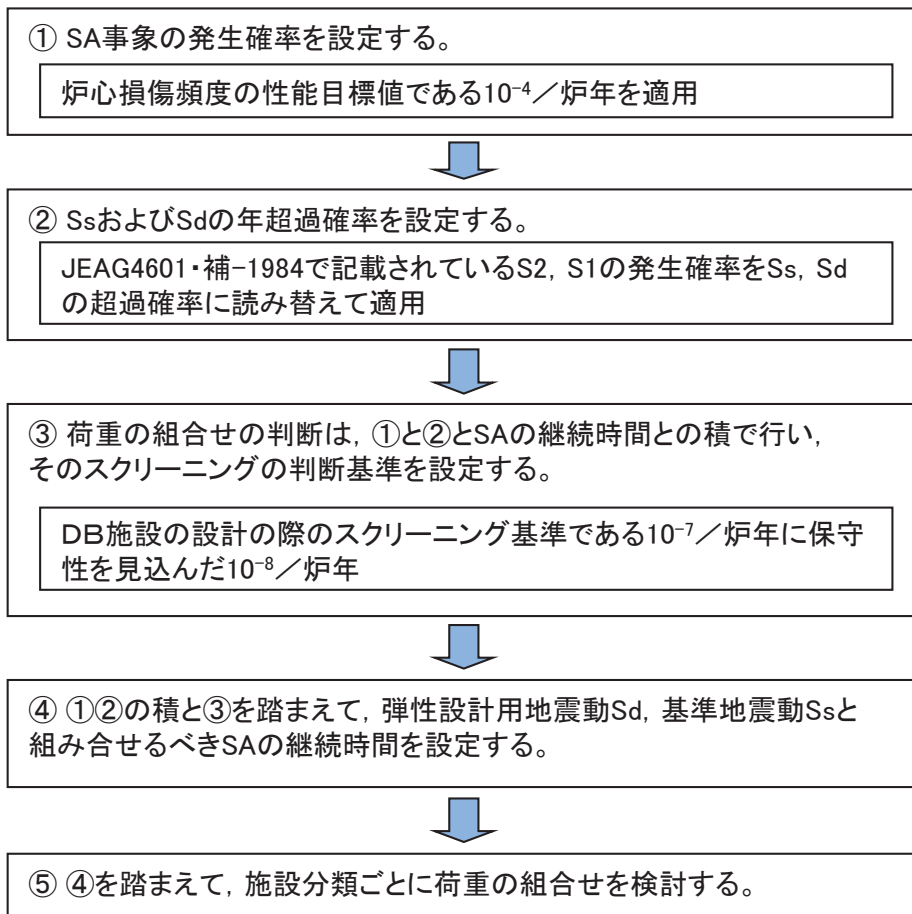
重大事故等時の運転状態		運転状態V(S)	運転状態V(L)	運転状態V(LL)	備考
継続時間(/年)		0~10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup> ~2×10 <sup>-1</sup>	2×10 <sup>-1</sup> ~	
組み合わせる地震動		—	Sd	Ss及びSd	
原子炉建屋 ブローアウトパネル	開放機能(主蒸気管破断)	—	—	—	DBとしての要求機能
	開放機能(ISLOCA)	○	—	—	
	二次格納施設のバウンダリ機能	—	—	—	DBとしての要求機能
原子炉建屋 ブローアウトパネル 閉止装置	閉止機能	○	—	—	
	二次格納施設のバウンダリ機能	○	○	—	



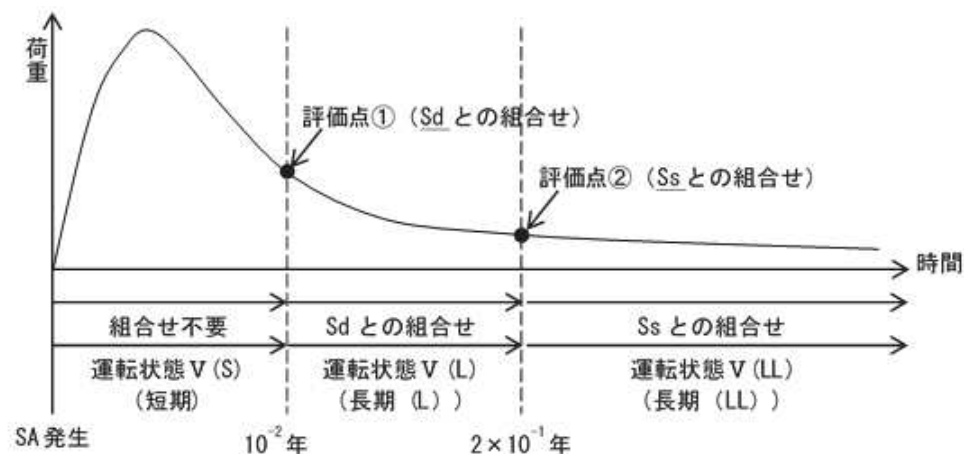
# 【参考】 添付資料1 SA施設の重大事故と地震の荷重の組合せ

(「第691回審査会合 女川原子力発電所2号炉 耐震設計の基本方針について」より抜粋)

施設分類ごと(全般施設, PCVバウンダリ, RPVバウンダリを構成する設備)に適用する荷重の組合せの選定手順を示す。考え方としては, 事象の発生確率, 継続時間, 地震動の年超過確率の積等を考慮し, 工学的, 総合的に組み合わせる地震力を判断する。以下に全体フローを示す。



PCVバウンダリを構成する設備における荷重の組合せの例



荷重の組合せと継続時間の関係(イメージ)

事故シーケンス	重大事故等の発生確率	地震動の発生確率		荷重の組合せを考慮する判断目安	組合せの目安となる継続時間
		弾性設計用地震動 $S_d$	$10^{-2}$ / 年以下		
全てのSA	$10^{-4}$ / 炉年	基準地震動 $S_s$	$5 \times 10^{-4}$ / 年以下	$10^{-8}$ / 炉年以上	$10^{-2}$ 年以上
					$2 \times 10^{-1}$ 年以上

### 【組合せ】

- ・SA短期荷重と地震動との組合せは不要
- ・SA長期(L)荷重(評価点①)と $S_d$ の組合せを考慮
- ・SA長期(LL)荷重(評価点②)と $S_s$ の組合せを考慮