

女川原子力発電所 2 号炉
外部事象の考慮について

平成 2 7 年 7 月 9 日

東北電力株式会社

目 次

1. 設計基準で想定される自然現象および人為事象の選定について	1
2. 自然現象の考慮	13
3. 外部人為事象の考慮	21
4. 自然現象の組合せ	28

補足資料

- ・ 補足資料 1 生物学的事象に対する考慮について
- ・ 補足資料 2 航空機落下確率評価について
- ・ 補足資料 3 計測制御盤の主な電磁波等，外部からの外乱(サージ)・ノイズ対策について
- ・ 補足資料 4 設計基準事故時に生じる応力の考慮について
- ・ 補足資料 5 自然現象，外部人為事象に対する安全施設の影響評価について
- ・ 補足資料 6 旧安全設計審査指針と設置許可基準規則の比較について
- ・ 補足資料 7 考慮すべき事象の除外基準と ASME 判断基準との比較について
- ・ 補足資料 8 考慮した外部事象についての対応状況について
- ・ 補足資料 9 豪雨に対する影響評価について

1. 設計基準で想定される自然現象および人為事象の選定について

想定される自然現象および発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下、「想定される人為事象」という。）について選定を行った。

(1) 想定される自然現象および想定される人為事象の抽出

設置許可基準規則の解釈第6条第2項および8項において、「想定される自然現象（地震および津波を除く。）」と「安全性を損なわせる原因となる恐れがある事象」として、以下のとおり例示されている。

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

（中略）

2 第1項に想定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然現象を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象または森林火災等から適用されるものをいう。

（中略）

8 第3項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」としては、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。

想定される自然現象および想定される人為事象について網羅的に抽出するための基準等については、国外の基準として **Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (IAEA, April 2010)**」を、また人為事象を選定する観点から「**DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)**」、日本の自然現象を網羅する観点から「日本の自然災害（国会資料編纂会 1998年）」を参考にした。これらの基準等に基づき抽出した想定される自然現象を表 1-1 に、想定される人為事象を表 1-2 に示す。なお、その

他に NRC の「NUREG/CR-2300 PRA Procedures Guide (NRC, January 1983)」等の基準も事象収集の対象としたが、これら追加した基準の事象により、「(3) 設計上考慮すべき想定される自然現象および人為事象の選定結果」において選定される事象が増加することはない。

表 1-1 考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

No	外部ハザード	外部ハザード抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	隕石	○		○		○		○		○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○		○
1-4	河川の迂回	○				○		○		○
1-5	砂嵐（or 塩を含んだ嵐）	○		○		○		○		○
1-6	静振	○				○		○		○
1-7	地震活動	○	○	○	○	○	○	○		○
1-8	積雪（暴風雪）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-9	土壌の収縮または膨張	○				○		○		○
1-10	高潮	○	○			○		○		○
1-11	津波	○	○	○	○	○	○	○		○
1-12	火山（火山活動・降灰）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-13	波浪・高波	○				○		○		○
1-14	雪崩	○	○	○		○		○		○
1-15	生物学的事象	○			○		○	○		○
1-16	海岸浸食	○		○		○		○		○
1-17	干ばつ	○	○	○		○		○		○
1-18	洪水（外部洪水）	○	○			○	○	○		○
1-19	風（台風）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-20	竜巻	○	○	○	○	○	○	○		○
1-21	濃霧	○				○		○		○
1-22	森林火災	○	○	○	○	○	○	○		○
1-23	霜・白霜	○	○	○		○		○		○
1-24	草原火災	○								○

No	外部ハザード	外部ハザード抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-25	ひょう・あられ	○	○	○		○		○		○
1-26	極高温	○	○	○		○		○		○
1-27	満潮	○				○		○		○
1-28	ハリケーン	○				○		○		
1-29	氷結	○		○		○		○		○
1-30	氷晶			○						○
1-31	氷壁			○						○
1-32	土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ）		○							
1-33	落雷	○	○	○	○	○	○	○		○
1-34	湖または河川の水位低下	○		○		○		○		○
1-35	湖または河川の水位上昇			○		○				
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	○	○							○
1-37	極限的な圧力（気圧高低）			○						○
1-38	もや			○						
1-39	塩害，塩雲			○						○
1-40	地面の隆起		○	○						○
1-41	動物			○						○
1-42	地すべり	○		○		○	○	○		○
1-43	カルスト			○						○
1-44	地下水による浸食			○						
1-45	海水面低			○						○
1-46	海水面高			○						○
1-47	地下水による地すべり			○						
1-48	水中の有機物			○						
1-49	太陽フレア，磁気嵐	○								○
1-50	高温水（海水温高）			○						○
1-51	低温水（海水温低）			○						○
1-52	泥湧出		○							
1-53	土石流		○							○
1-54	水蒸気		○							○
1-55	毒性ガス	○	○			○		○		○

表 1-2 考慮する外部ハザードの抽出（想定される人為事象）

No	外部ハザード	外部ハザード抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○				○		○
2-2	パイプライン事故(ガスなど),パイプライン事故によるサイト内爆発等	○		○		○		○		
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	○		○		○		○		○
2-4	有毒ガス	○			○	○	○	○		
2-5	タービンミサイル	○			○	○	○	○		
2-6	飛来物（航空機衝突）	○		○	○	○	○	○	○	○
2-7	工業施設または軍事施設事故	○				○		○		○
2-8	船舶の衝突（船舶事故）	○		○	○		○			○
2-9	自動車または船舶の爆発	○		○						○
2-10	船舶から放出される固体液体不純物			○						○
2-11	水中の化学物質			○						
2-12	プラント外での爆発			○	○		○			○
2-13	プラント外での化学物質の流出			○						○
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	○		○		○		○		
2-15	軍事施設からのミサイル			○						
2-16	掘削工事			○						
2-17	他のユニットからの火災			○						
2-18	他のユニットからのミサイル			○						
2-19	他のユニットからの内部溢水			○						
2-20	電磁的障害			○	○		○			○
2-21	ダムの崩壊			○	○		○			○
2-22	内部溢水				○	○	○	○		
2-23	火災（近隣工場等の火災）				○	○	○			○

① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI12-06 August 2012)

② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998年

③ Specific Safety Guide (SSG-3) "Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010

- ④ 「実用発電用原子炉およびその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
- ⑤ NUREG/CR-2300 "PRA Procedures Guide", NRC, January 1983
- ⑥ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
- ⑦ ASME/ANS RA-Sa-2009" Addenda to ASME ANS RA-S-2008 Standard for level 1/Large Early Release Frequency probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"
- ⑧ B.5.b Phase 2&3 Submittal Guideline (NEI 06-12 December 2006)- 2011.5 NRC 発表
- ⑨ 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人日本原子力学会 2014 年 12 月

(2) 設計上考慮すべき想定される自然現象および人為事象の選定

(1) で網羅的に抽出した事象について，女川原子力発電所において設計上考慮すべき事象を選定するため，海外での評価手法*を参考とした表 1-3 の除外基準のいずれかに該当するものは除外して事象の選定を行った。

表 1-3 除外基準（参考 1 参照）

基準 A	プラントに影響を与えるほど近接した場所に発生しない。 (例：No.1-5 砂嵐)
基準 B	ハザード進展・来襲が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。(例：No.1-16 海岸浸食)
基準 C	プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等もしくはそれ以下，またはプラントの安全性が損なわれることはない。(例：No.1-21 濃霧)
基準 D	影響が他の事象に包絡される。(例：No.1-27 満潮)
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。 (例：No.1-2 隕石)
基準 F	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価を実施している。または故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項 (例：No.2-5 タービンミサイル)

* ASME/ANS RA-Sa-2009 "Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"

(3) 設計上考慮すべき想定される自然現象および想定される人為事象の選定結果

(2) で検討した除外基準に基づき、女川原子力発電所において設計上考慮すべき事象を選定した結果を表 1-4 および表 1-5 に示す。

第 6 条に該当する「想定される自然現象」として、以下の 11 事象を選定した。

- ・洪水
- ・風(台風)
- ・竜巻
- ・凍結
- ・降水
- ・積雪
- ・落雷
- ・地すべり
- ・火山
- ・生物学的事象
- ・森林火災

また、「想定される人為事象」として、以下の 7 事象を選定した。

- ・飛来物（航空機衝突）
- ・ダムの崩壊
- ・爆発
- ・近隣工場等の火災
- ・有毒ガス
- ・船舶の衝突
- ・電磁的障害

表 1-4 設計上考慮すべき想定される自然現象の選定結果

No	外部ハザード	除外基準	選定	備考
1-1	極低温（凍結）	—	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を行う。
1-2	隕石	E	×	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等が衝突する可能性は極めて低いことから考慮しない。
1-3	降水（豪雨（降雨））	—	○	「降水」としてプラントへの影響評価を行う。
1-4	河川の迂回	A	×	安全施設の機能が損なわれることはないため考慮しない。
1-5	砂嵐（塩を含んだ嵐）	A	×	周辺に砂丘等が無いため考慮しない。 なお、黄砂については、換気空調系設備の外気取込み側に設置されたフィルタにより大部分を捕集可能であること、また、容易に取替が可能であることから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-6	静振	D	×	「津波」に包絡される。
1-7	地震活動	F	×	「第四条 地震による損傷の防止」にて評価する。
1-8	積雪（暴風雪）	—	○	「積雪」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-9	土壌の収縮または膨張	A	×	発電所の地盤は安定した硬質岩盤であり考慮しない。
1-10	高潮	D	×	「津波」に包絡される。
1-11	津波	F	×	「第五条 津波による損傷の防止」にて評価する。
1-12	火山（火山活動・降灰）	—	○	地域特性を踏まえて影響評価を行う。
1-13	波浪・高波	D	×	「津波」に包絡される。
1-14	雪崩	A	×	豪雪地帯ではないため考慮しない。
1-15	生物学的事象	—	○	「生物学的事象」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-16	海岸浸食	B	×	事象進展が遅く、安全施設の機能に影響を及ぼすことはないため考慮しない。
1-17	干ばつ	B	×	プラント運営に支障が無いため考慮しない。
1-18	洪水（外部洪水）	—	○	「洪水」としてプラントへの影響評価を行う。
1-19	風（台風）（暴風（台風））	—	○	「風（台風）」としてプラントへの影響評価を行う。
1-20	竜巻	—	○	「竜巻」としてプラントへの影響評価を行う。
1-21	濃霧	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-22	森林火災	—	○	「森林火災（外部火災）」としてプラントへの影響評価を行う。
1-23	霜・白霜	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-24	草原火災	D	×	「森林火災」に包絡される。
1-25	ひょう・あられ	D	×	「竜巻」に包絡される。
1-26	極高温	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。

No	外部ハザード	除外基準	選定	備考
1-27	満潮	D	×	「津波」に包絡される。
1-28	ハリケーン	D	×	「風(台風)」に包絡される。
1-29	氷結	A	×	取水源(海水)が凍結することはない。
1-30	氷晶	A	×	取水源(海水)が凍結することはない。
1-31	氷壁	D	×	「極低温(凍結)」に包絡される。
1-32	土砂崩れ(山崩れ, がけ崩れ)	D	×	「地震活動」に包絡される。
1-33	落雷	—	○	「落雷」としてプラントへの影響評価を行う。
1-34	湖または河川の水位低下	B	×	事象進展は遅く, 安全施設の機能が損なわれることはないため, 考慮しない。
1-35	湖または河川の水位上昇	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	A	×	発電所の地盤は安定した硬質岩盤であり考慮しない。
1-37	極限的な圧力(気圧高低)	D	×	「竜巻」に包絡される。
1-38	もや	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-39	塩害, 塩雲	B	×	腐食の事象進展は遅く十分管理可能であり, 安全施設の機能が損なわれることはないため考慮しない。
1-40	地面の隆起	D	×	「地震活動」の影響に包絡される。
1-41	動物	D	×	「生物学的影響」に包絡される。
1-42	地すべり	—	○	「地すべり」としてプラントへの影響評価を行う。
1-43	カルスト	A	×	発電所の周囲にカルスト地形はない。
1-44	地下水による浸食	A	×	地盤は安定した硬質岩盤であるため考慮しない。
1-45	海面面低	D	×	「津波」に包絡される。
1-46	海面面高	D	×	「津波」に包絡される。
1-47	地下水による地すべり	D	×	「地すべり」に包絡される。
1-48	水中の有機物	D	×	「生物学的影響」に包絡される。
1-49	太陽フレア, 磁気嵐	C	×	磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが, 影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られることなどから, 出力を絞る等の対応によって安全施設の機能を維持できるため考慮しない。
1-50	高温水(海水温高)	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-51	低温水(海水温低)	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことは無いため考慮しない。
1-52	泥湧出	A	×	周辺に発生要因は無いため考慮しない。
1-53	土石流	A	×	周辺に発生要因は無いため考慮しない。
1-54	水蒸気	A	×	周辺に発生要因は無いため考慮しない。
1-55	毒性ガス	D	×	「火山」「森林火災」に包絡される。

表 1-5 設計上考慮すべき想定される人為事象の選定結果

No	外部ハザード	除外基準	選定	備考
2-1	衛星の落下	E	×	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等が衝突する可能性は極めて低いことから考慮しない。
2-2	パイプライン事故（ガスなど）、パイプライン事故によるサイト内爆発等	A	×	周辺にパイプラインは無いため考慮しない。
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	A	×	発電所は幹線道路から離れているため考慮しない。また、周辺には大規模な石油コンビナート施設はないことから、交通事故による化学物質の流出による影響は考慮しない。
2-4	有毒ガス	—	○	「有毒ガス」としてプラントへの影響評価を行う。
2-5	タービンミサイル	F	×	「第十八条 蒸気タービン」にて評価する。
2-6	飛来物（航空機衝突）	—	○	「航空機落下」としてプラントへの影響評価を行う。
2-7	工業施設または軍事施設事故	D	×	「近隣工場等の火災」に包絡される。
2-8	船舶の衝突（船舶事故）	—	○	「船舶の衝突」としてプラントへの影響評価を行う。
2-9	自動車または船舶の爆発	D	×	「爆発」に包絡される。
2-10	船舶から放出される固体液体不純物	D	×	「船舶の衝突」に包絡される。
2-11	水中の化学物質	D	×	「船舶の衝突」に包絡される。
2-12	プラント外での爆発	—	○	「爆発（外部火災）」としてプラントへの影響評価を行う。
2-13	プラント外での化学物質の流出	A	×	周辺に石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はいことから考慮しない。
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	D	×	「有毒ガス」に包絡される。
2-15	軍事施設からのミサイル	A	×	発電所から約25kmの地点に航空自衛隊松島基地があるが、対地および対空訓練区域は設定されていないため、軍事施設からのミサイルは考慮しない。
2-16	掘削工事	A	×	発電所付近にガス噴出のおそれはないため考慮しない。
2-17	他のユニットからの火災	F	×	「第八条 火災による損傷の防止」にて評価する。
2-18	他のユニットからのミサイル	F	×	「第十八条 蒸気タービン」にて評価する。
2-19	他のユニットからの内部溢水	F	×	「第九条 溢水による損傷の防止等」にて評価する。
2-20	電磁的障害	—	○	「電磁的障害」としてプラントへの影響評価を行う。
2-21	ダムの崩壊	—	○	「ダムの崩壊」としてプラントへの影響評価を行う。
2-22	内部溢水	F	×	「第九条 溢水による損傷の防止等」にて評価する。
2-23	火災（近隣工場等の火災）	—	○	「近隣工場等の火災（外部火災）」としてプラントへの影響評価を行う。

<参考1>

- ・ **基準A**：プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。

発電所の立地点の自然環境は一樣ではなく、発生する自然現象は地域性があるため、発電所立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。

- ・ **基準B**：ハザード進展・来襲が遅く、事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。

事象発生時の発電所への影響の進展が緩慢であって、影響の緩和または排除の対策が容易に講じることができる事象は対象外とする。例えば、発電所の海岸の浸食の事象が発生しても、進展が遅いため補強工事等により浸食を食い止めることができる。

- ・ **基準C**：プラント設計上、考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等もしくはそれ以下、またはプラントの安全性が損なわれることがない。

事象が発生しても、プラントへの影響が極めて限定的で炉心損傷事故のような重大な事故にはつながらない事象は対象外とする。例えば、外気温が上昇しても、屋外設備でも故障に至る可能性は小さく、また、冷却海水の温度が直ちに上昇しないことから冷却は維持できるので、影響は限定的である。

- ・ **基準D**：影響が他の事象に包絡される。

プラントに対する影響が同様とみなせる事象については、相対的に影響が大きいと判断される事象に包含して合理的に検討する。

- ・ **基準E**：発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。

タービンミサイル、航空機落下の評価では発生頻度が低い事象（ 10^{-7} /年以下）は、考慮すべき事象からは対象外としており、同様に発生頻度がごく稀な事象は対象外とする。

- ・ **基準F**：外部から衝撃による損傷の防止とは別の条項により評価を実施している。または故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項

第四条 地震による損傷の防止、第五条 津波による損傷の防止、第九条 溢水による損傷の防止、第十八条 蒸気タービンにより評価を実施するもの、または、故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止に該当しないものについては、対象外とする。

< 参考 2 >

設計基準において想定される自然現象の抽出フロー

国内外の基準等に基づき、考えられる外部ハザードを網羅的に抽出

No	外部ハザード	外部ハザード抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-2	隕石	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-4	河川の迂回	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-5	砂嵐（or 塩を含んだ嵐）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-7	地震活動	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- ① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)
- ② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998 年
- ③ Specific Safety Guide (SSG-3) " Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010
- ④ 「実用発電用原子炉およびその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
- ⑤ NUREG/CR-2300 "PRA Procedures Guide", NRC, January 1983
- ⑥ 「実用発電用原子炉およびその附属施設の位置、構造および設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成 25 年 6 月 19 日）
- ⑦ ASME/ANS RA-Sa-2009" Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for level 1/Large Early Release Frequency probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"
- ⑧ B.5.b Phase 2&3 Submittal Guideline (NEI 06-12 December 2006)・ 2011.5 NRC 発表
- ⑨ 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会 2014 年 12 月

表 1-4 設計上考慮すべき想定される自然現象の選定結果

No	外部ハザード	除外基準	選定	備考
1-1	極低温（凍結）	—	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を行う。
1-2	隕石	E	×	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等が衝突する可能性は極めて低いことから考慮しない。
1-3	降水（豪雨（降雨））	—	○	「降水」としてプラントへの影響評価を行う。
1-4	河川の迂回	A	○	安全施設の機能が損なわれることはないため考慮する。
1-5	砂嵐（塩を含んだ嵐）	A	×	周辺に砂丘等が無いため考慮しない。

基準 A	プラントに影響を与えるほど近接した場所には発生しない。（例：No.1-5 砂嵐）
基準 B	ハザード進展・発露が遅く、事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食）
基準 C	プラント設計上、考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等もしくはそれ以下、またはプラントの安全性が損なわれることはない。（例：No.1-21 濃霧）
基準 D	影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮）
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石）
基準 F	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価を実施している。または故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-15 軍事施設からのミサイル）

※ ASME/ANS RA-Sa-2009 "Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"

敷地の自然環境を考慮し、海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外

選定の結果、設計基準において想定される自然現象として、11事象を選定

- ・洪水
- ・風(台風)
- ・竜巻
- ・凍結
- ・降水
- ・積雪
- ・落雷
- ・地滑り
- ・火山
- ・生物学的事象
- ・森林火災

設計基準において想定される人為事象の抽出フロー

国内外の基準等に基づき，考えられる外部ハザードを網羅的に抽出

表 1-2 考慮する外部ハザードの抽出（想定される人為事象）

No	外部ハザード	外部ハザード抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○			○		○	
2-2	パイプライン事故(ガスなど), パイプライン事故によるサイト内爆発等	○		○		○		○		
2-3	交通事故 (化学物質流出含む)	○		○		○		○		○
2-4	有毒ガス	○		○		○		○		○
2-6	飛来物 (航空機衝突)	○		○		○		○		○

- ① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)
- ② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998 年
- ③ Specific Safety Guide (SSG-3) " Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010
- ④ 「実用発電用原子炉およびその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」(制定：平成 25 年 6 月 19 日)
- ⑤ NUREG/CR-2300 "PRA Procedures Guide", NRC, January 1983
- ⑥ 「実用発電用原子炉およびその附属施設の位置、構造および設備の基準に関する規則の解釈」(制定：平成 25 年 6 月 19 日)
- ⑦ ASME/ANS RA-Sa-2009" Addenda to ASME ANS RA-S-2008 Standard for level 1/Large Early Release Frequency probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"
- ⑧ B.5.b Phase 2&3 Submittal Guideline (NEI 06-12 December 2006)・2011.5 NRC 発表
- ⑨ 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会 2014 年 12 月

敷地および敷地周辺の状況を考慮し，海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外

表 1-5 設計上考慮すべき想定される人為事象の選定結果

No	外部ハザード	除外基準	選定	備考
2-1	衛星の落下	E	×	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等が衝突する可能性は極めて低いことから考慮しない。
2-2	パイプライン事故(ガスなど), パイプライン事故によるサイト内爆発等	A	×	周辺にパイプラインは無いため考慮しない。 発電所は幹線道路から離れているため考慮しない。 また、周辺には大規模な石油コンビナータ
	含む)			化学物質の流出による影響は考慮しない。
基準 A	プラントに影響を与えるほど近接した場所に発生しない。(例：No.1-5 砂嵐)			
基準 B	ハザード進展・来襲が遅く、事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。(例：No.1-16 海岸浸食)			
基準 C	プラント設計上、考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等もしくはそれ以下、またはプラントの安全性が損なわれることはない。(例：No.1-21 濃霧)			
基準 D	影響が他の事象に包絡される。(例：No.1-27 満潮)			
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。(例：No.1-2 隕石)			
基準 F	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価を実施している。または故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項(例：No.2-15 軍事施設からのミサイル)			

※ ASME/ANS RA-Sa-2009 "Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"

選定の結果，設計基準において想定される人為事象として，7事象を選定

- ・飛来物 (航空機衝突)
- ・ダムの崩壊
- ・爆発
- ・近隣工場等の火災
- ・有毒ガス
- ・船舶の衝突
- ・電磁的障害

2. 自然現象の考慮

女川原子力発電所の自然環境を基に、想定される自然現象については、「1. 設計基準で想定される自然現象および人為事象の選定について」により選定しており、選定した事象に対する設計方針を以下に記載する。

また、各事象において従属的または相関的に起こり得る事象があるものに関しては、合わせて設計方針に記載する。

(1) 洪水

女川原子力発電所設置変更許可申請（昭和 62 年 4 月 18 日申請）の適合のための設計方針に同じ。

安全施設が設置される敷地を含む流域内には河川が存在しないことから、敷地が洪水による被害を受けることはない。

(2) 風(台風)

女川原子力発電所設置変更許可申請（昭和 62 年 4 月 18 日申請）の適合のための設計方針に同じ。

敷地付近で観測された最大瞬間風速は、石巻特別地域気象観測所での観測記録（1940～2012 年）および大船渡特別地域気象観測所での観測記録（1963～2012 年）によれば、44.2m/s（大船渡特別地域気象観測所 2002 年 10 月 2 日）である。

安全施設に対する風荷重は、建築基準法に基づき定められた基準風速および施設の周辺状況を基に算出した速度圧と、施設の形状に応じた風力係数より設定し、それに対し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、台風を中心付近の強い上昇気流にて雷が発生する可能性あるが、安全施設に対し、台風は風荷重を及ぼす一方、落雷は電氣的影響を及ぼすものであることから、台風と落雷に対しては個別に安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、台風の発生に伴う飛来物の影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されており、安全施設の安全機能が損なわれるおそれはない。

(3) 竜巻

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

安全施設は、設計竜巻が発生した場合においても、竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重および飛来物の衝撃荷重を組合せた荷重に対して安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策および竜巻防護対策を行う。

a. 飛来物の発生防止対策

竜巻により発電所構内の資機材等が飛来物となり、竜巻防護施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

- ・飛来物となり、竜巻防護施設の安全機能を損なわせる可能性のあるものを固縛、建屋内収納または撤去する。
- ・車両の入構の制限、竜巻の襲来が予想される場合の車両の待避または固縛を行う。

b. 竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し、安全施設が安全機能を損なわないように、以下を行う。

- ・竜巻防護施設の外殻となる施設や竜巻防護ネットにより、竜巻防護施設を防護し、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。
- ・安全重要度クラス3に属する施設および津波防護施設については、竜巻およびその随件事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、必要によりプラントを停止し、安全上支障のない期間に修復すること等の対応が可能な設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

c. 竜巻随件事象

竜巻の発生に伴い、雹の発生が考えられるが、雹による影響は竜巻防護設計にて想定している設計飛来物の影響に包絡される。

さらに、竜巻の発生に伴い、雷の発生も考えられるが、雷は電氣的影響を及ぼす一方、竜巻は機械的影響を及ぼすものであり、竜巻と雷が同時に発生するとしても個別に考えられる影響と変わらないことから、各々の事象に対して安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

(4) 凍結

女川原子力発電所設置変更許可申請（昭和 62 年 4 月 18 日申請）の適合のための設計方針に同じ。

石巻特別地域気象観測所での観測記録（1887～2012 年）および大船渡特別地域気象観測所での観測記録（1963～2012 年）によれば、最低気温は -14.6°C （石巻特別地域気象観測所 1919 年 1 月 6 日）である。

屋外機器等で凍結のおそれのあるものについては、凍結防止対策を行うことによって、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

(5) 降水

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

石巻特別地域気象観測所での観測記録（1937～2012 年）および大船渡特別地域気象観測所での観測記録（1963～2012 年）によれば、発電所周辺地域における日最大 1 時間降水量の最大値は、81.7mm（石巻特別地域気象観測所 1947 年 8 月 18 日）である。

なお、設置変更許可申請以降、日最大 1 時間降水量の最大値が 91.0mm（石巻特別地域気象観測所 2014 年 9 月 11 日）に更新された。

降水に対しては、構内排水施設を設けて海域に排水するとともに、安全上重要な設備について、浸水防止措置を行い、安全機能を損なわない設計としており、観測記録を上回る降雨に対しても排水能力を有している。

(6) 積雪

女川原子力発電所設置変更許可申請（昭和 62 年 4 月 18 日申請）の適合のための設計方針に同じ。

石巻特別地域気象観測所での観測記録（1887～2012 年）および大船渡特別地域気象観測所での観測記録（1963～2012 年）によれば、積雪の深さの月最大値は、43cm（石巻特別地域気象観測所 1923 年 2 月 17 日）である。

積雪荷重は、石巻特別地域気象観測所の月最大値 43cm から設定し、これに対し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

(7) 落雷

設置許可基準規則の制定に基づき、想定する自然現象として抽出した事象であるが、以下の設計方針を定めている。

雷害防止対策として、建築基準法に基づき高さ 20m を超える原子炉施設等へ避雷設備を設置するとともに、構内接地網を布設することにより、接地抵抗の低減や雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図っている。さらに、安全保護回路は雷サージ抑制対策がなされており、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

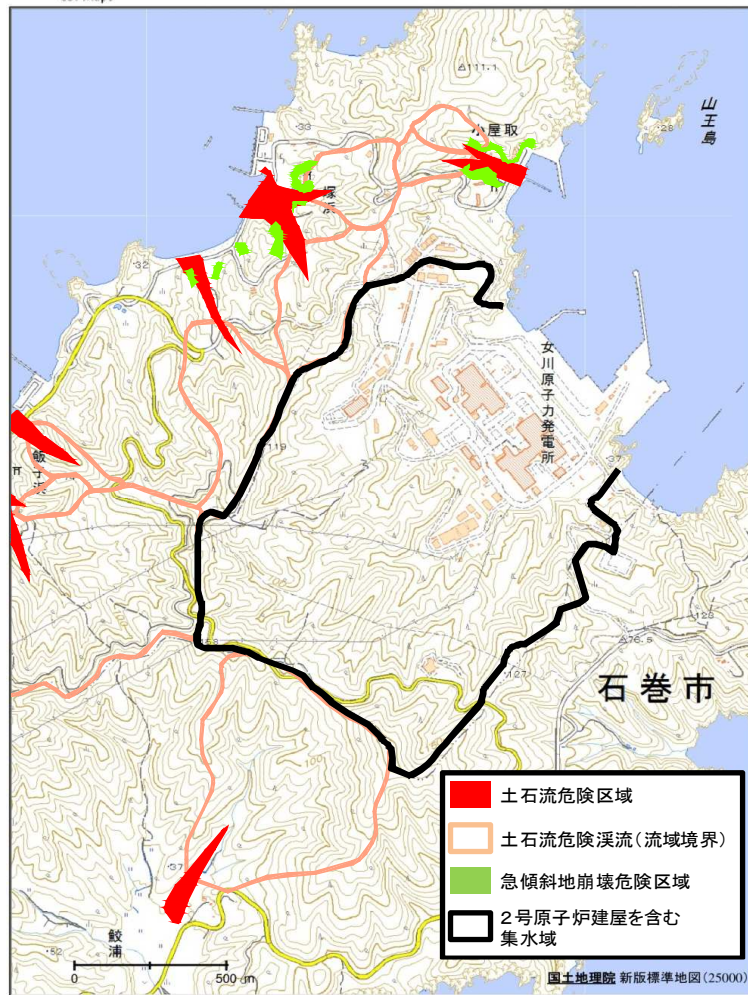
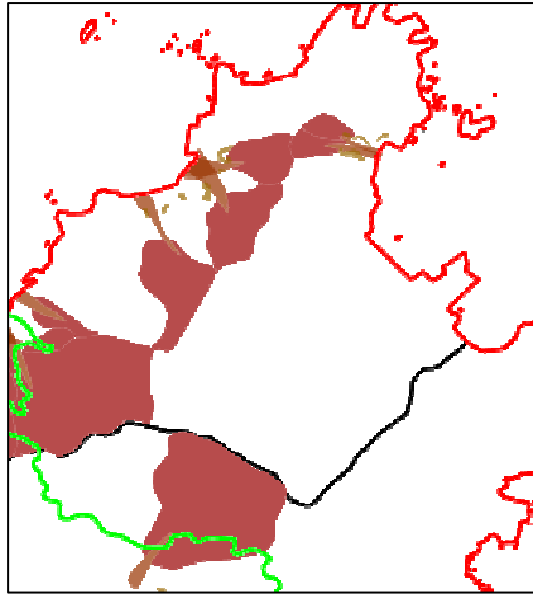
(8) 地すべり

女川原子力発電所設置変更許可申請（平成 6 年 5 月 24 日申請）の適合のための設計方針に同じ。

図 2-1 に示す地すべり地形分布図 第 40 集「一関・石巻」（2009 年 2 月：独立行政法人防災科学技術研究所）によると、女川原子力発電所を含む「寄磯」エリアに地すべり地形はない。また、図 2-2 に示す土砂災害危険箇所図（平成 22 年度：国土交通省国土政策局）によると、女川原子力発電所には地すべりを起こすような地形は存在しないことから、女川原子力発電所では、安全施設の安全機能を損なうような地すべりが生じることはない。

北上 KITAKAMI LM-797	人首 HITOKABE LM-793	遠野 TONO LM-789	釜石 KAMAISHI LM-787
水沢 MIZUSAWA LM-798	陸中大原 RIKUCHUOHARA LM-794	盛 SAKARI LM-790	綾里 RYORI LM-788
一関 ICHINOSEKI LM-799	千厩 SENMAYA LM-795	気仙沼 KESENNUMA LM-791	【一関】
若柳 WAKAYANAGI LM-800	志津川 SHIZUGAWA LM-796	津谷 TSUYA LM-792	
涌谷 WAKUYA LM-804	登米 TOYOMA LM-802	大須 OSU LM-801	【石巻】
松島 MATSUSHIMA LM-805	石巻 ISHINOMAKI LM-803	寄磯 YORIIISO (地すべり地形なし)	
塩竈 SHIOGAMA (地すべり地形なし)	金華山 KINKASAN (地すべり地形なし)		

図 2-1 地すべり地形分布図 第 40 集「一関・石巻」
(防災科学技術研究所 2009 年 2 月)



※国土交通省 国土情報ウェブマッピングシステム（上図）と
 国土地理院 1/25000 地図にて作成

図 2-2 土砂災害危険箇所図

(国土数値情報土砂災害危険箇所データ，平成 22 年度)

(9) 火山の影響

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

安全施設は、火山事象が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

安全施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象は降下火砕物のみであり、敷地内で実施した地質調査結果および文献調査結果より、層厚は 10cm、密度は 0.7 g/cm^3 (乾燥密度) $\sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ (湿潤密度)、粒径は 0.02 \sim 0.25mm の降下火砕物を考慮する。なお、荷重については、層厚 10cm の飽和状態の降下火砕物の荷重と積雪の荷重を適切に組合せる。

降下火砕物による直接的影響と間接的影響のそれぞれに対し、安全機能を損なわないよう、以下の設計とする。

a. 直接的影響に対する設計

安全施設は、直接的影響である降下火砕物の構造物への静的負荷に対して裕度を有する設計とすること、水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること、換気系・電気系および計測制御系に対する機械的影響に対して降下火砕物が容易に侵入しにくい構造とし、侵入しても閉塞しないおよび磨耗しにくい設計とすること、発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室の換気空調系が降下火砕物を侵入させ難く、さらに外気を遮断できる設計とすること、構造物等への化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること等によって、安全機能を損なわないようにする。

また、安全施設は、降下火砕物の除去や換気空調設備外気取入口のフィルタの取替、清掃、中央制御室の換気空調系の再循環運転、降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対する点検、補修の実施等を行えることにより、安全機能を損なわない設計とする。

b. 間接的影響に対する設計

安全施設は、降下火砕物の間接的影響である長期間（7日間）の外部電源喪失の発生に対し、原子炉および使用済燃料プールの安全性を損なわないように非常用ディーゼル発電機により7日間の電源供給が継続できる設計とする。

(10) 生物学的事象

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

考慮すべき生物学的事象として海生生物の襲来および小動物の侵入を想定する。原子炉補機冷却海水設備等に影響を与える海生生物等をトラベリングスクリーン等により除去し、生物学的事象による安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

クラゲ等の塵埃除去については、クラゲ等の捕獲に伴い、トラベリングスクリーン前後に水位差が生じ、水位差が一定以上に大きくなると、トラベリングスクリーンが自動起動し、捕獲されたクラゲ等を除去する運用としている。

トラベリングスクリーンを通過する貝等の海生生物については、海水ストレーナやスポンジボールによる洗浄装置により、原子炉補機冷却水系熱交換器や復水器等への影響を防止する設計としている。

また、運転手順として、クラゲ等の塵埃激増により循環水ポンプの取水機能へ影響が生じる場合は、必要に応じ循環水ポンプの翼開度調整、原子炉出力降下操作、原子炉手動スクラムの手順を整備している。

なお、小動物については、屋外設置の端子箱が貫通部等にはシールを行うことにより、侵入を防止する設計としている。

(11) 森林火災

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

森林火災については、森林火災の発生件数の多い月の過去10年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離で10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション(FARSITE)を用いて影響評価を実施し、評価上必要とされる20mの防火帯幅を確保すること等により原子炉施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、二次的影響であるばい煙等発生時に対して、外気を取り込む換気空調系統、外気を内部に取り込む系統・設備に分類し、影響評価を行うことで原子炉施設の安全機能を損なわない設計としている。

上記の想定される自然現象に対して、安全施設が安全機能を損なわな

いために必要な安全施設以外の施設または設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

なお、新規制基準に基づき新たな評価等を行い、新たな運用が必要となる事項については、必要な手順書等を整備する。

3. 外部人為事象の考慮

女川原子力発電所の敷地および敷地周辺の状況をもとに、設計基準において想定される外部人為事象については、「1. 設計基準で想定される自然現象および人為事象の選定について」により選定しており、選定した事象に対する設計方針を以下に記載する。

(1) 飛来物（航空機落下）

航空機落下については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定））等に基づき、航空機落下確率を評価し、防護設計の要否について確認を行っている。

航空機落下確率評価を行った結果は、約 5.0×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否判断の基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えないため、航空機落下による防護設計を考慮しない。

(2) ダムの崩壊

設置許可基準規則の制定に基づき、想定する外部人為事象として新たに抽出した事象であるが、安全施設が設置される敷地を含む流域内には河川が無く、ダムや堰堤は存在しないことから、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(3) 爆発

発電所敷地外の半径 10km 圏内には石油コンビナート等特別防災区域はない。また、発電所敷地外の半径 10km 圏内に存在する高圧ガス貯蔵所については、評価上必要とされる離隔距離が確保されているので爆発による爆風圧および飛来物の影響を受けず、原子炉施設の安全機能を損なわない。

(4) 近隣工場などの火災

a. 石油コンビナート施設の火災

発電所敷地外の半径 10km 圏内には石油コンビナート等特別防災区域はない。また、発電所敷地外の半径 10km 圏内に存在する危険物貯蔵施設については、評価上必要とされる離隔距離が確保されてい

るので火災時の輻射熱による影響を受けず、原子炉施設の安全機能を損なわない。

b. 発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災

発電所敷地内に存在する危険物タンク火災発生時の輻射熱による原子炉施設の建屋等の表面温度が許容温度以下となる設計としている。

c. 航空機墜落による火災

発電所敷地内への航空機墜落に対しては火災発生時の輻射熱による原子炉施設の建屋等の表面温度が許容温度以下となる設計としている。

d. 二次的影響（ばい煙等）

発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災および航空機墜落による火災の二次的影響であるばい煙等の発生時に対して、外気を取り込む換気空調系統、外気を内部に取り込む系統・設備に分類し、影響評価を行うことで原子炉施設の安全機能を損なわない設計としている。

(5) 有毒ガス

設置許可基準規則の制定に基づき、想定する外部人為事象として新たに抽出した事象であるが、以下の理由により考慮する必要はない。

女川原子力発電所周辺地域の幹線道路としては、発電所から北方向約 5 km のところを東西に通る一般国道 398 号線がある。

鉄道路線としては、石巻線（石巻～女川）があり、発電所の北西方向約 7 km に最寄りの女川駅がある。

女川原子力発電所周辺海域の船舶の航路としては、北方向約 2 km に航路があり女川港から江ノ島および金華山までの高速船が運航している。

さらに、石油コンビナート等災害防止法第 2 条第 2 号の規定に基づく石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令（昭和 51 年政

令第 192 号) で指定されている女川原子力発電所周辺の石油コンビナート施設としては, 発電所の西南西約 40km に位置する仙台市および塩釜市の仙台塩釜港付近に, 石油コンビナート等特別防災区域仙台地区および塩釜地区の施設がある。

これらの幹線道路, 鉄道路線, 主要航路および石油コンビナート施設は発電所から十分な離隔距離が確保されており, 事故等により発生す有毒ガスの影響はない。

また, 外気取入ダンパが設置されている中央制御室および緊急時対策所については, 外気取入ダンパを閉止することにより安全機能を損なわない設計とする。

有毒ガスについては, 外部火災で評価を実施済である。

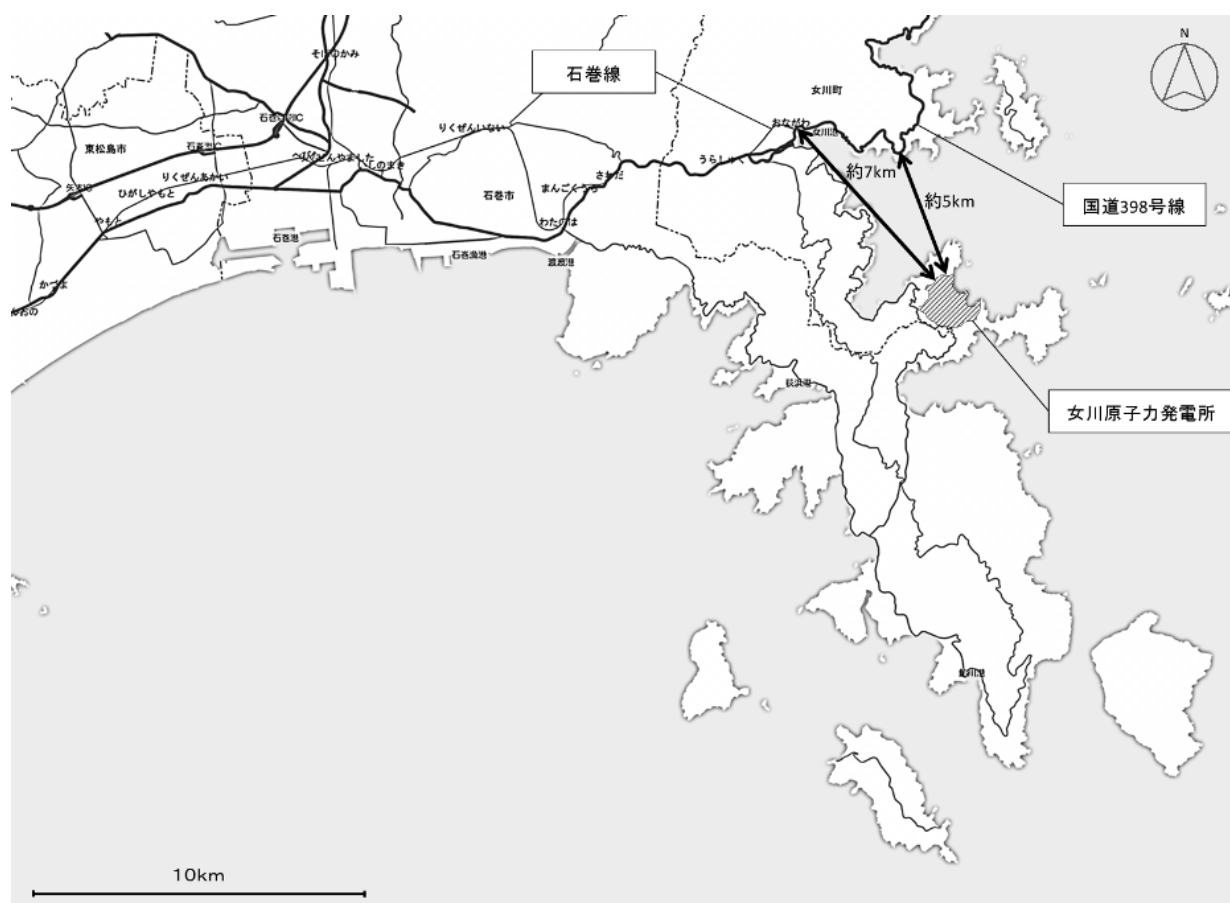


図 3-1 女川原子力発電所周辺の幹線道路, 鉄道路線



図 3-2 女川原子力発電所周辺の主要航路
(女川原子力発電所設置許可申請書抜粋)

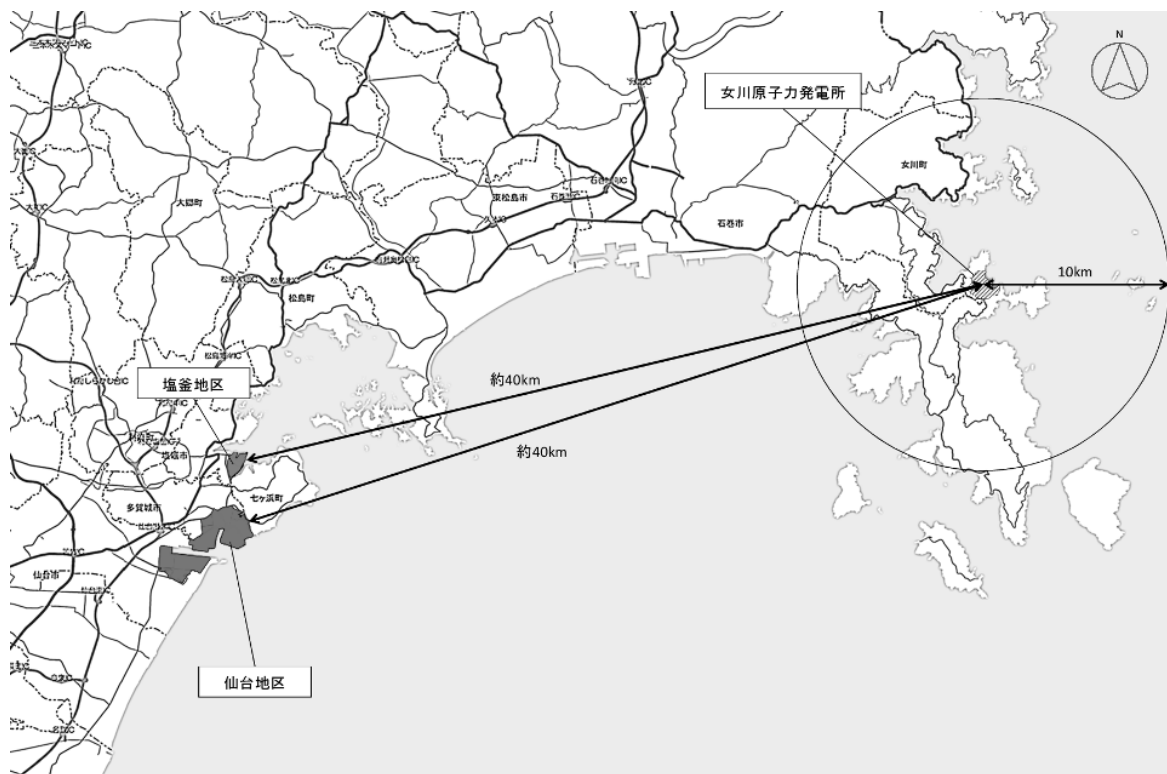


図 3-3 コンビナート施設の位置

(6) 船舶の衝突

設置許可基準規則の制定に基づき、想定する外部人為事象として新たに抽出した事象であるが、以下の理由により考慮する必要はない。

女川原子力発電所の周辺海域の船舶としては、発電所沖合に女川～江ノ島・金華山の定期航路が運航されているが、航路は発電所の取水口から北方向に約2km離れていること、又、周辺海域の流況調査の結果、発電所前面海域ではほぼ海岸線に沿った流れが卓越していること*から、漂流した場合でも取水口に侵入する可能性は低い。

漁船等の小型船舶については、港湾前面に防波堤があり目印となる灯台が設置されていること、防波堤の港口付近での漁業は行われていないことから、港湾内に侵入する可能性は極めて低い。

仮に港湾内に小型船舶が侵入した場合でも、取水口前面のカーテンウォールにより侵入は阻害される。

また、取水口は呑み口が十分広い（幅約30m、高さ約7.8m）ことおよび小型船舶の喫水約2mを考慮しても、図3-5に示すとおり、取水口敷高は0.9-6.3mであり取水口の閉塞はない。なお、仮に燃料輸送船等の大型船舶を考慮しても、その喫水は約4～5mであり、これによる取水口の閉塞もない。

女川原子力発電所から東方約12kmには、仙台～苫小牧間のフェリーが運航されているが、航路までの距離が離れていることから船舶の侵入はない。

なお、船舶から重油が流出するような場合については、取水路への重油の流入を防止し取水機能に影響を与えないよう、オイルフェンスを設置することとしている。

※女川原子力発電所（3号機）修正環境影響評価書（平成6年4月）

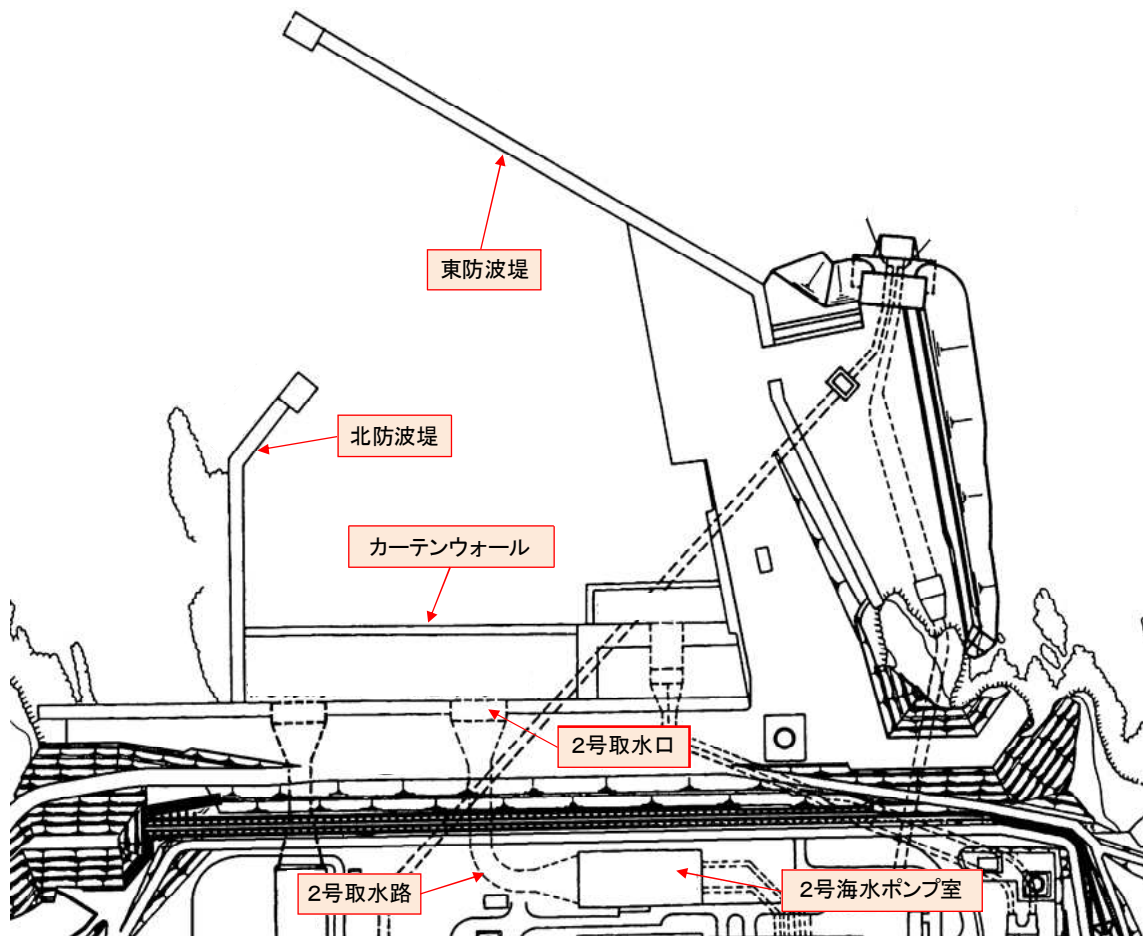
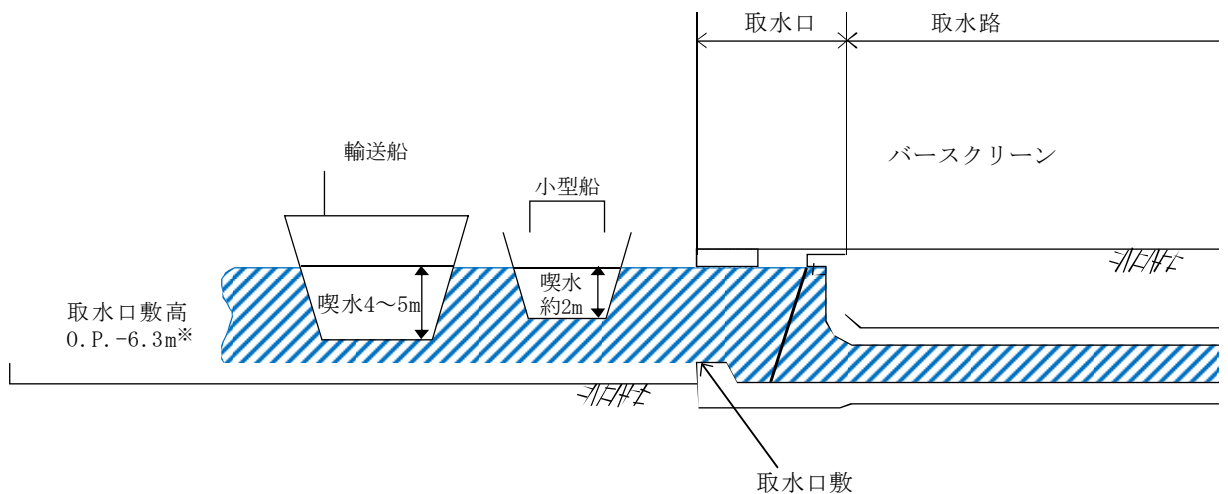


図 3-4 取水口および防波堤の位置



※ 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動による地盤沈下量（約-1m）を考慮した値

図 3-5 取水設備断面図

(7) 電磁的障害

設置許可基準規則の制定に基づき、適合のために新たに設計方針を追加した事象であるが、以下の設計方針を定めている。

電磁的障害には、サージ・ノイズや電磁波の侵入があり、これらは低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼすおそれがある。

このため、計測制御回路を構成する制御盤およびケーブルは、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止する設計としている。

上記の設計基準において想定される外部人為事象に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設または設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

なお、新規制基準に基づき新たな評価等を行い、新たな運用が必要となる事項については、必要な手順書等を整備する。

4. 自然現象の組合せ

実用発電用原子炉およびその附属施設の位置，構造および設備の基準に関する規則第6条解釈第3項および第5項において，設計上の考慮を要する自然現象の組合せについて要求がある。

図4-1に自然現象の組合せ事象の評価フローを示す。

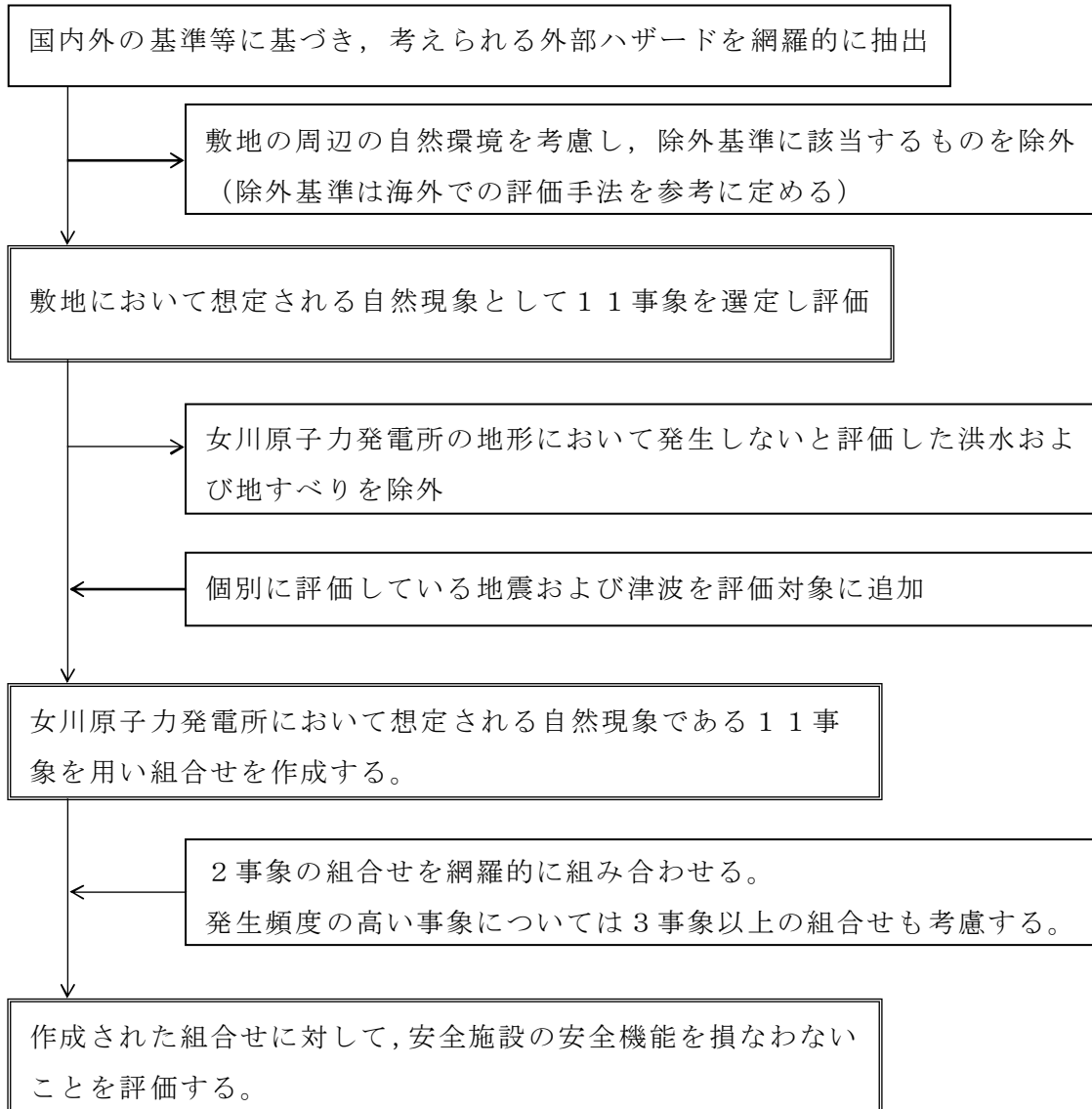


図4-1 自然現象の組合せの評価フロー

(1) 組合せを検討する自然現象

自然現象の組合せについては、発電所敷地で想定される自然現象（地震、津波を除く。）として抽出された11事象から、洪水および地すべりを除いた9事象に、地震および津波を加えた11事象で網羅的に組合せの検討を実施する。

組合せを検討する女川原子力発電所で想定される自然現象は以下に示すとおりである。

- ・ 風(台風)
- ・ 竜巻
- ・ 凍結
- ・ 降水
- ・ 積雪
- ・ 落雷
- ・ 火山の影響
- ・ 生物学的事象
- ・ 森林火災
- ・ 地震
- ・ 津波

組合せに当たっては、発生頻度が比較的高いと考えられる風(台風)、凍結、降水または積雪について、その他の自然現象と組合せる前に同時に発生するものとして取り扱う。

ただし、凍結と降水、降水と積雪の組合せは同時に発生することは考えられない、または与える影響が自然現象を重ね合わせることで個々の自然現象が与える影響より緩和されることを考慮し、11事象のうち、風(台風)、凍結、降水、積雪以外の自然現象との組合せは、風(台風)+降水および風(台風)+凍結+積雪の2つをあらかじめ想定する。

以上を踏まえた自然現象の組合せを表4-1に示す。

表 4-1 自然現象の組合せ

		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		※ 1	※ 2	竜巻	落雷	火山の 影響	生物学 的事象	森林火災	地震	津波
A	※ 1									
B	※ 2	1								
C	竜巻	2	9							
D	落雷	3	1 0	1 6						
E	火山の影響	4	1 1	1 7	2 2					
F	生物学的事象	5	1 2	1 8	2 3	2 7				
G	森林火災	6	1 3	1 9	2 4	2 8	3 1			
H	地震	7	1 4	2 0	2 5	2 9	3 2	3 4		
I	津波	8	1 5	2 1	2 6	3 0	3 3	3 5	3 6	

※ 1 : 風(台風) + 降水

※ 2 : 風(台風) + 凍結 + 積雪

(2) 組合せの評価

表 4-1 に示すA, Bおよび1から36までの自然現象の組合せについて、プラントに及ぼす影響ごとに評価する。評価においては、施設に直接与える影響だけではなく、アクセス性や視認性といった間接的影響を加味した上で実施する。女川原子力発電所において想定される自然現象とプラントに及ぼす影響は表 4-2 に示すとおりである。

評価に当たっては、組合せた事象によるプラントに及ぼす影響が、

- ① 個々の自然現象（関連して発生する可能性がある自然現象も含む）の設計に包絡されるか
- ② 原子炉施設に与える影響が自然現象を組合せることにより、個々の自然現象がそれに与える影響よりも小さくなるか
- ③ 同時に発生するとは考えられないか

という3つの観点から検討する。但し、上記評価のうち、「第四条地震による損傷の防止」および「第五条津波による損傷の防止」において考慮する事象は、それぞれの条項で考慮する。その他の組合せの荷重については(3)で評価することとし、ここでは組合せのみ検討する。

表 4-2 女川原子力発電所において想定される自然現象とプラントに及ぼす影響

	プラントに及ぼす影響								
	荷重	温度	閉塞	浸水	電氣的影響	腐食	磨耗	アクセス性	視認性
風（台風）	○	—	—	—	—	—	—	○	—
竜巻	○	—	—	—	—	—	—	○	—
凍結	—	○	○	—	—	—	—	○	—
降水	—	—	—	○	—	—	—	—	○
積雪	○	—	—	—	—	—	—	○	○
落雷	—	—	—	—	○	—	—	—	—
火山	○	—	○	—	○	○	○	○	○
生物学的事象	—	—	○	—	○	—	—	—	—
森林火災	—	○	○	—	○	—	○	○	○
地震	○	—	—	—	—	—	—	○	○
津波	○	—	—	○	—	—	—	○	—

番号	評価	評価結果
A 風(台風) +降水	<p>風(台風)および降水の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、浸水、アクセス性および視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、風(台風)による荷重が考えられるが、降水を組合せたとしても風(台風)の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは、降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水施設により排水することで敷地が浸水することはない。また、風(台風)を組合せたとしても降水の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは、設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。また、降水を組合せたとしても風(台風)の個別評価と変わらない。 ・視認性の観点からは、降水により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、風(台風)を組合せたとしても降水の個別評価と変わらない。 	①
B 風(台風) +凍結 +積雪	<p>風(台風)、凍結および積雪の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、温度、閉塞、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、風(台風)および積雪による荷重が考えられる。 ・温度の観点からは、屋外機器等で凍結のおそれがあるものについては、電気加熱ヒータや凍結防止保温にて対策を施すため、安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。また、風(台風)および積雪を組合せたとしても凍結の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、屋外機器等で凍結により閉塞のおそれがあるものについては、電気加熱ヒータや凍結防止保温による対策や、凍結防止ブロー等を行っていることより、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。また、風(台風)および積雪を組合せたとしても凍結の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降雪により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、風(台風)および凍結を組合せたとしても積雪の個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>1 風(台風) +降水 +凍結 +積雪</p>	<p>風(台風), 降水, 凍結および積雪の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 浸水, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 降水と凍結は個々の影響より緩和されることから本事象の組合せは評価不要である。【観点②】 ・ 降水と積雪は同時に発生するとは考えられない, または個々の影響より緩和されることから本事象の組合せは評価不要である。【観点②, および③】 	<p>② ③</p>
<p>2 風(台風) +降水 +竜巻</p>	<p>風(台風), 降水および竜巻の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 浸水, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 荷重の観点からは, 風(台風)および竜巻による荷重が考えられるが, 竜巻による荷重に包絡される。 ・ 浸水の観点からは, 竜巻とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・ アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお, 竜巻発生前における車両の退避において風(台風)および降水の影響を受けることが考えられるが, 風(台風)による飛来物については台風前パトロールにより, 風(台風)により飛散すると考えられる資機材等の飛散防止対策を実施しており, 車両の退避に影響するような飛来物が発生することは考え難く, また, 降水については構内排水施設により排水されることから退避に対して影響はない。 ・ 視認性の観点からは, 竜巻とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。また, 竜巻による飛来物により監視カメラが損傷する可能性はあるが, 安全上支障のない期間にカメラを修復することから影響はない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
3 風(台風) +降水 +落雷	<p>風(台風), 降水および落雷の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 浸水, 電氣的影響, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 落雷とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは, 落雷とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが, 避雷設備を設置することにより, 電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また, Aを組合せたとしても落雷の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 落雷とAを組合せたとしても, Aの個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>4 風(台風) +降水 +火山</p>	<p>風(台風), 降水および火山の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 閉塞, 浸水, 電氣的影響, 腐食, 磨耗, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風)および火山灰による荷重が考えられる。 ・閉塞の観点からは, 火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については, 外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに, 外気取入ダンパを閉止, または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については, 想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また, Aを組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは, 湿った火山灰が乾燥して固結することにより, 排水口等を閉塞させ浸水することが考えられるが, 固結した火山灰は降水により溶解するため浸水は生じない。また, 火山とAを組合せたとしても, Aの個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 電源盤に火山灰が侵入し, 端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが, 建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており, 火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また, Aを組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・腐食の観点からは, 火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが, 屋外設備には外装塗装が施されているため, 短期的には腐食の影響はない。また, Aを組合せたとしても, 火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは, 火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが, 火山灰はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また, Aを組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Aを組合せたとしても, Aおよび火山の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
5 風(台風) +降水 +生物学 的事象	<p>風(台風), 降水および生物学的事象の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 閉塞, 浸水, 電氣的影響, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 生物学的事象とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが, トラベリングスクリーンを設置するとともに, 手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また, Aを組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは, 生物学的事象とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが, 端子箱貫通部をシールすることにより, 小動物の侵入による機能影響は生じない。また, Aを組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 生物学的事象とAを組合せたとしても, Aの個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>6 風(台風) +降水 +森林火 災</p>	<p>風(台風), 降水および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 浸水, 電氣的影響, 磨耗, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風)による荷重が考えられる。また, 森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが, 防火帯を設置しており, 飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能なため, 荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは, 森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが, 森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること, 評価に用いているコンクリートの許容温度については, 一般的に強度にほとんど影響がないとされている200℃としていることから影響はない。また, Aを組合せたとしても, 降水は森林火災による熱的影響を緩和する方向にある。【観点②】 ・閉塞の観点からは, 森林火災によるばい煙により換気空調設備の閉塞が考えられるが, 外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに, 外気取入ダンパを閉止, または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。また, Aを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは, 森林火災とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し, 端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが, 建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており, 森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また, Aを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは, 森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが, ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また, Aを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Aを組合せたとしても, Aおよび森林火災の個別評価と変わらない。 	<p>②</p>

番号	評価	評価結果
7 風(台風) +降水 +地震	<p>風(台風), 降水および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 浸水, アクセシ性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風)および地震による荷重が考えられる。 ・浸水の観点からは, 地震とAを組合せたとしてもAの個別評価と変わらない。 ・アクセシ性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Aを組合せたとしても, Aおよび地震の個別評価と変わらない。 	①
8 風(台風) +降水 +津波	<p>風(台風), 降水および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 浸水, アクセシ性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風)および津波による荷重が考えられる。 ・浸水の観点からは, 基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また, 津波により所内の排水設備が使用できない場合でも, 津波の継続時間は短く, 降水により浸水に至る可能性はない。 ・アクセシ性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 津波とAを組合せたとしても, Aの評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>9 風(台風) +凍結 +積雪 +竜巻</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および竜巻の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風), 竜巻および積雪による荷重が考えられるが, 竜巻による荷重に包絡される。 ・温度の観点からは竜巻とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 竜巻とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは, 設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお, 竜巻発生前における車両の退避において風(台風), 凍結及び積雪の影響を受けることが考えられるが, 風(台風)による飛来物については台風前パトロールにより, 風(台風)により飛散すると考えられる資機材等の飛散防止対策を実施しており, 車両の退避に影響するような飛来物が発生することは考え難く, また, 凍結及び積雪についてはタイヤチェーンの使用により車両の退避が可能である。 ・視認性の観点からは, 竜巻とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。また, 竜巻による飛来物により監視カメラが損傷する可能性はあるが, 安全上支障のない期間にカメラを修復することから影響はない。 	<p>①</p>
<p>10 風(台風) +凍結 +積雪 +落雷</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および落雷の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 電氣的影響, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 落雷とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・温度の観点からは, 落雷とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 落雷とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが, 避雷設備を設置することにより, 電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また, Bを組合せたとしても落雷の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 落雷とBを組合せたとしても, Bの個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>1 1 風(台風) +凍結 +積雪 +火山</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および火山の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 電氣的影響, 腐食, 磨耗, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風), 積雪および火山灰による荷重が考えられる。 ・温度の観点からは火山とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については, 外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに, 外気取入ダンパを閉止, または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については, 想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また, Bを組合せたとしても, Bおよび火山の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 電源盤に火山灰が侵入し, 端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが, 建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており, 火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また, Bを組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・腐食の観点からは, 火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが, 屋外設備には外装塗装が施されているため, 短期的には腐食の影響はない。また, Bを組合せたとしても, 火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは, 火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが, 火山灰はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また, Bを組合せたとしても, 火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Bを組合せたとしても, Bおよび火山の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>1 2 風(台風) +凍結 +積雪 +生物学的事象</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および生物学的事象の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 電氣的影響, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 生物学的事象とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・温度の観点からは, 生物学的事象とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが, トラベリングスクリーンを設置するとともに, 手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また, Bを組合せたとしても, Bおよび生物学的影響の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが, 端子箱貫通部をシールすることにより, 小動物の侵入による機能影響は生じない。また, Bを組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 生物学的事象とBを組合せたとしても, Bの個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>1 3 風(台風) +凍結 +積雪 +森林火 災</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 電氣的影響, 磨耗, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風)および積雪による荷重が考えられる。また, 森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが, 防火帯を設置しており, 飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能なため, 荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは, 森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが, 森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること, 評価に用いているコンクリートの許容温度については, 一般的に強度にほとんど影響がないとされている200℃としていることから影響はない。また, Bを組合せたとしても, 凍結および積雪は森林火災による熱的影響を緩和する方向にある。【観点②】 ・閉塞の観点からは, 森林火災によるばい煙により換気空調設備の閉塞が考えられるが, 外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに, 外気ダンパを閉止, または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。また, Bを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは, 電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し, 端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが, 建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており, 森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また, Bを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは, 森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが, ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また, Bを組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Bを組合せたとしても, Bおよび森林火災の個別評価と変わらない。 	<p>②</p>

番号	評価	評価結果
<p>1 4 風(台風) +凍結 +積雪 +地震</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風), 積雪および地震による荷重が考えられる。 ・温度の観点からは地震とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 地震とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら, 監視カメラについては, 気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また, Bを組合せたとしても, Bおよび地震の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>
<p>1 5 風(台風) +凍結 +積雪 +津波</p>	<p>風(台風), 凍結, 積雪および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては, 荷重, 温度, 閉塞, 浸水, アクセス性, 視認性が考えられる。以下に, それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは, 風(台風), 積雪および津波による荷重が考えられる。 ・温度の観点からは津波とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは, 津波とBを組合せたとしてもBの個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは, 基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また, Bを組合せたとしても, 津波の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは, 津波とBを組合せたとしても, Bの個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
16 竜巻 +落雷	<p>竜巻および落雷の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、電氣的影響、アクセス性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻による荷重が考えられるが、落雷を組合せたとしても竜巻の個別評価と変わらない。 ・落雷は竜巻の随件事象として整理し、竜巻にて評価している。 ・電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが、避雷設備を設置することにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また、竜巻を組合せたとしても落雷の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における車両の退避については、落雷により影響を受けることはない。 	①

番号	評価	評価結果
17 竜巻 +火山	<p>竜巻および火山の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、電氣的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻および火山灰による荷重が考えられる。 ・閉塞の観点からは、火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については、外気取入口に設置されたバッグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また、竜巻によるバッグフィルタ等の損傷の可能性はあるが、安全上支障のない期間にバッグフィルタを修復すること等の対応により影響はない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に火山灰が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバッグフィルタが設置されており、火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また、竜巻によるバッグフィルタ等の損傷の可能性はあるが、安全上支障のない期間にバッグフィルタを修復すること等の対応により影響はない。 ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、竜巻を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、竜巻を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における退避については、火山事象の進展は比較的緩慢であり、除灰対応が可能であることから火山灰により影響を受けることはない。 ・視認性の観点からは、降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、竜巻を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。なお、竜巻による飛来物により監視カメラが損傷する可能性はあるが、安全上支障のない期間にカメラを修復することから影響はない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>18 竜巻 +生物学 的事象</p>	<p>竜巻および生物学的事象の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、電氣的影響、アクセス性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻による風荷重が考えられるが、生物学的事象を組合せたとしても竜巻の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが、トラベリングスクリーンを設置するとともに、手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また、竜巻によるトラベリングスクリーンの損傷の可能性はあるが、安全上支障のない期間にトラベリングスクリーンを修復すること等の対応により影響はない。 ・電氣的影響の観点からは、小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが、端子箱貫通部をシールすることにより、小動物の侵入による機能影響は生じない。また、竜巻を組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における車両の退避については、生物学的事象により影響を受けることはない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
19 竜巻 +森林 火災	<p>竜巻および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、温度、閉塞、電氣的影響、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻による荷重が考えられる。また、森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが、防火帯を設置しており、飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能のため、荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている200℃としていることから影響はない。また、竜巻を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、森林火災によるばい煙により換気空調設備の閉塞が考えられるが、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響がない。また、竜巻によるバグフィルタ等の損傷の可能性はあるが、安全上支障のない期間にバグフィルタを修復すること等の対応により影響はない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また、竜巻によるバグフィルタ等の損傷の可能性はあるが、安全上支障のない期間にバグフィルタを修復すること等の対応により影響はない。 ・磨耗の観点からは、森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、竜巻を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における車両の退避について森林火災の影響を受けることが考えられるが、退避ルートは防火帯の内側であることから影響を受けることはない。 ・視認性の観点からは、森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、竜巻を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。なお、竜巻による飛来物により監視カメラが損傷する可能性はあるが、安全上支障のない期間にカメラを修復することから影響はない。 	①

番号	評価	評価結果
20 竜巻 +地震	<p>竜巻および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻および地震による荷重が考えられる。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における退避については、車両の退避において地震の影響を受けることが考えられるが、退避ルートが影響を受けた場合は、退避ルートの復旧や車両の固縛等の対策による処置が可能である。 ・視認性の観点からは、地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、竜巻を組合せたとしても、地震の個別評価と変わらない。なお、竜巻による飛来物により監視カメラが損傷する可能性はあるが、安全上支障のない期間にカメラを修復することから影響はない。 	①
21 竜巻 +津波	<p>竜巻および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、浸水、アクセス性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、竜巻および津波による荷重が考えられる。 ・浸水の観点からは、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また、竜巻を組合せたとしても、津波の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。なお、竜巻発生前における退避については、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により退避ルートに遡上することはないことから影響はない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>22 落雷 +火山</p>	<p>落雷および火山の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、電氣的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、火山灰による荷重が考えられるが、落雷を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また、落雷を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが、避雷設備を設置することにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また、電源盤に火山灰が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、落雷を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、落雷を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、落雷を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
23 落雷 +生物 学的事 象	<p>落雷および生物学的事象の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、閉塞、電氣的影響が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 閉塞の観点からは、海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが、トラベリングスクリーンを設置するとともに、手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また、落雷を組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響および小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが、避雷設備を設置することおよび端子箱貫通部をシールすることにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。 	①

番号	評価	評価結果
24 落雷 +森林 火災	<p>落雷および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、温度、閉塞、電氣的影響、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている200℃としていることから影響はない。また、落雷を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、森林火災によるばい煙により換気空調設備の閉塞が考えられるが、外気取入口に設置されたバッグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響がない。また、落雷を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが、避雷設備を設置することにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また、電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバッグフィルタが設置されており、森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。 ・磨耗の観点からは、森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、落雷を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、落雷を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
25 落雷 +地震	<p>落雷および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、電氣的影響、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、地震による荷重が考えられるが、落雷を組合せたとしても地震の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが、避雷設備を設置することにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また、地震を組合せたとしても落雷の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、落雷を組合せたとしても地震の個別評価と変わらない。 	①
26 落雷 +津波	<p>落雷および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、浸水、電氣的影響、アクセス性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、津波による荷重が考えられるが、落雷を組合せたとしても津波の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また、落雷を組合せたとしても、津波の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、落雷による設備損傷や電磁的影響が考えられるが、避雷設備を設置することにより、電氣的影響を及ぼさない設計としており影響はない。また、津波を組合せたとしても落雷の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 	①

番号	評価	評価結果
27 火山 +生物 学的事 象	<p>火山および生物学的事象の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、電気的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、火山灰による荷重が考えられるが、生物学的事象を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、火山灰による換気空調設備の閉塞、並びに火山灰および生物学的事象による取水設備等の閉塞が考えられる。火山灰による換気空調設備等については、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。海生生物の襲来による取水設備の閉塞は、トラベリングスクリーンを設置するとともに、手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。 ・電気的影響の観点からは、電源盤に火山灰が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また、小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが、端子箱貫通部をシールすることにより、小動物の侵入による機能影響は生じない。 ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、生物学的事象を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、生物学的事象を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、生物学的事象を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
28 火山 + 森林 火災	<p>火山および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、温度、閉塞、電氣的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、火山灰による荷重が考えられる。また、森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが、防火帯を設置しており、飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能のため、荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている 200℃としていることから影響はない。また、火山を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、火山灰および森林火災によるばい煙により換気空調設備、並びに火山灰による取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については、外気取入口に設置されたバッグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰およびばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に火山灰および森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバッグフィルタが設置されており、火山灰および森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。 ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、森林火災を組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰および森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰およびばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降灰および森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。 	①

番号	評価	評価結果
29 火山 +地震	<p>火山および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、電氣的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。なお、設置変更許可申請書添付書類六 5.地震にて、女川原子力発電所において、火山性地震における影響はないと評価しているが、ここでは降灰時における地震の発生を念頭に評価を行う。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、火山灰および地震による荷重が考えられる。 ・閉塞の観点からは、火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また、換気空調設備の機能が損なわれないようにフィルタの交換が可能であり、地震を組合せたとしても影響はない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に火山灰が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また、換気空調設備の機能が損なわれないようにフィルタの交換が可能であり、地震を組合せたとしても影響はない。 ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、地震を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰がシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、地震と組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降灰および地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。 	①

番号	評価	評価結果
30 火山 +津波	<p>火山および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、閉塞、浸水、電氣的影響、腐食、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。なお、設置変更許可申請書添付書類六 6.津波にて、火山事象による津波が敷地に及ぼす影響はないと評価しているが、ここでは降灰時における津波の発生を念頭に評価を行う。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、火山灰および津波による荷重が考えられる。 ・閉塞の観点からは、火山灰により換気空調設備および取水設備等の閉塞が考えられる。換気空調設備については、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径の火山灰を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止すること等が可能であり影響はない。取水設備については、想定する火山灰の粒径から取水設備が閉塞することはない。また、津波と組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また、火山を組合せたとしても、津波の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に火山灰が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、火山灰は補足されたため盤内に大量に侵入することはない。また、津波と組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・腐食の観点からは、火山灰の付着による屋外設備の機能喪失が想定されるが、屋外設備には外装塗装が施されているため、短期的には腐食の影響はない。また、津波を組合せたとしても、火山の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、火山灰の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、火山灰がシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、津波と組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、降灰により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備および取水ピット水位計等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、津波と組合せたとしても火山の個別評価と変わらない。 	①

番号	評価	評価結果
<p>3 1 生物学 的事象 +森林 火災</p>	<p>生物学的事象および森林火災の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、温度、閉塞、電気的影響、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている 200℃としていることから影響はない。また、生物学的事象と組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 • 閉塞の観点からは、海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが、トラベリングスクリーンを設置するとともに、手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また、森林火災によるばい煙により換気空調設備の閉塞が考えられるが、外気取入口に設置されたバグフィルターにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。 • 電気的影響の観点からは、電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルターが設置されており、森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また、小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが、端子箱貫通部をシールすることにより、小動物の侵入による機能影響は生じない。 • 磨耗の観点からは、森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、生物学的事象を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 • アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 • 視認性の観点からは、森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、生物学的事象を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>3 2 生物学的 事象 +地震</p>	<p>生物学的事象および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重，閉塞，電氣的影響，アクセス性，視認性が考えられる。以下に，それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは，地震による荷重が考えられるが，生物学的事象を組合せたとしても地震の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは，海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが，手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。 ・電氣的影響の観点からは，小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが，端子箱貫通部をシールすることにより，小動物の侵入による機能影響は生じない。また，地震を組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは，地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら，監視カメラについては，気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また，生物学的事象を組合せたとしても地震の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>
<p>3 3 生物学的 事象 +津波</p>	<p>生物学的事象および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重，浸水，閉塞，電氣的影響，アクセス性が考えられる。以下に，それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは，津波による荷重が考えられるが，生物学的事象を組合せたとしても津波の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは，基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また，生物学的事象を組合せたとしても，津波の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは，海生生物の襲来による取水設備の閉塞が考えられるが，手順を整備していることおよび海水ストレーナ等の設置により原子炉補機冷却水系熱交換器等への影響を防止する設計としており影響はない。また，津波を組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは，小動物が屋外設置の端子箱に侵入することによる短絡等により機能影響を生じることが考えられるが，端子箱貫通部をシールすることにより，小動物の侵入による機能影響は生じない。また，津波を組合せたとしても生物学的事象の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>34 森林火災 +地震</p>	<p>森林火災および地震の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、温度、閉塞、電氣的影響、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、地震による荷重が考えられる。また、森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが、防火帯を設置しており、飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能のため、荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている 200℃としていることから影響はない。また、地震を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、森林火災によるばい煙による換気空調設備の閉塞が考えられるが、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響がない。また、換気空調設備の機能が損なわれないようにフィルタの交換が可能であり、地震を組合せたとしても影響はない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また、地震を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。なお、換気空調設備の機能が損なわれないようにフィルタの交換が可能であり、地震を組合せたとしても影響はない。 ・磨耗の観点からは、森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、地震を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、森林火災によるばい煙および地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備等の代替設備により必要な機能を確保することができる。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
<p>35 森林火災 +津波</p>	<p>森林火災および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、温度、閉塞、浸水、電氣的影響、磨耗、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、津波による荷重が考えられる。また、森林火災に伴う熱的影響の考慮も必要と考えられるが、防火帯を設置しており、飛び火による火災の延焼が生じた場合でも自衛消防隊による消火活動が可能のため、荷重に対して森林火災による熱的影響を考慮する必要はない。 ・温度の観点からは、森林火災によりコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性はあるが、森林火災では保守的な条件を用いた評価を行っていること、評価に用いているコンクリートの許容温度については、一般的に強度にほとんど影響がないとされている200℃としていることから影響はない。また、津波を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・閉塞の観点からは、森林火災によるばい煙による換気空調設備の閉塞が考えられるが、外気取入口に設置されたバグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止、または空調系停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。また、津波を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・浸水の観点からは、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また、森林火災を組合せたとしても、津波の個別評価と変わらない。 ・電氣的影響の観点からは、電源盤に森林火災によるばい煙が侵入し、端子台等との接触による絶縁低下から短絡等が生じ機能影響を及ぼすことが考えられるが、建屋内への外気取入口にはバグフィルタが設置されており、森林火災によるばい煙は補足されるため盤内に大量に侵入することはない。また、津波を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・磨耗の観点からは、森林火災によるばい煙の非常用ディーゼル機関吸気への侵入によるシリンダ部の磨耗が考えられるが、ばい煙はシリンダおよびピストンの硬度より柔らかく磨耗は発生しない。また、津波を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、森林火災によるばい煙により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備および取水ピット水位計等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、津波を組合せたとしても森林火災の個別評価と変わらない。 	<p>①</p>

番号	評価	評価結果
36 地震 +津波	<p>地震および津波の組合せが安全施設に及ぼす影響としては、荷重、浸水、アクセス性、視認性が考えられる。以下に、それぞれの影響について評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の観点からは、地震および津波による荷重が考えられる。 ・浸水の観点からは、基準津波は津波防護施設および浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから浸水に至る可能性はない。また、地震を組合せたとしても、津波の個別評価と変わらない。 ・アクセス性の観点からは設計として考慮する必要がある屋外作業がないことから影響はない。 ・視認性の観点からは、地震による振動により監視カメラの視認性が低下する可能性がある。しかしながら、監視カメラについては、気象観測設備および取水ピット水位計等の代替設備により必要な機能を確保することができる。また、津波を組合せたとしても地震の個別評価と変わらない。 	①

(3) 設計上考慮すべき荷重評価における自然現象の組み合わせ

荷重により安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、風（台風）、積雪、竜巻、火山灰、地震および津波である。

以下では、風（台風）、積雪、竜巻、火山灰、地震および津波の組み合わせについて検討した。

a. 「荷重」の影響モードを持つ自然現象の特徴について

自然現象のうち、地震、津波、竜巻および火山灰による荷重は、発生頻度が低い偶発荷重であるが、発生すると荷重が大きく安全機能への影響が大きいと考えられることから、設計用の主荷重として扱う。

これに対し、風および積雪は、発生頻度が主荷重と比べて相対的に高いが、荷重は主荷重に比べて小さく安全機能への影響も主荷重に比べ小さいと考えられる。このため、これらについては主荷重と合せて考慮する、従荷重として扱う。

組合せを検討するため、(2)において選定した「荷重」の影響モードを持つ自然現象の特徴として、発生頻度、影響の程度等を表 4-3 に示す。

表 4-3 主荷重，従荷重の性質

荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度 (/年)
主荷重	地震	大	短 (数十秒)	$10^{-3} \sim 10^{-5}$
	津波	大	短 (約 10 秒)	$10^{-4} \sim 10^{-5}$
	竜巻	大	短 (数十秒)	4.2×10^{-9}
	火山の影響	中	長 (約 1 ヶ月)	$1.2 \times 10^{-4} \text{ ※1}$
従荷重	風(台風)	小	短 (数十分)	$2 \times 10^{-2} \text{ ※2}$
	積雪	小	長 (約 2 週間)	$2 \times 10^{-2} \text{ ※2}$

※1 約 1 万 2 千年前の肘折尾花沢噴火を考慮

※2 50 年再現期待値

b. 荷重の組合せについて

(a) 主荷重同士の組合せについて

主荷重同士の組合せを表4-4に示す。

表 4-4 主荷重同士の組合せ

		後発事象			
		地震	津波	竜巻	火山
先発事象	地震		①	②	③
	津波	④		⑤	⑥
	竜巻	⑦	⑧		⑨
	火山	⑩	⑪	⑫	

① 地震と津波の組合せについて

地震と津波は伝播速度が異なり、同時に敷地に到達することは無いことから、荷重の組合せは考慮しない。

② 地震と竜巻の組合せについて

両者は独立事象であるとともに、各事象が重畳する頻度は十分低いことから、荷重の組合せは考慮しない。

③ 地震と火山の組合せについて

両者は独立事象であるとともに、各事象が重畳する頻度は十分低いことから、荷重の組合せは考慮しない。

④ 津波と地震の組合せについて

津波と地震は①のとおり。なお、余震との組合せについては、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯において発生する余震荷重を組合せる。

⑤ 津波と竜巻の組合せについて

両者は独立事象であるとともに、各事象が重畳する頻度は十分低いことから、荷重の組合せは考慮しない。

⑥ 津波と火山の組合せについて

両者は独立事象であるとともに、各事象が重畳する頻度は十分低いことから、荷重の組合せは考慮しない。

- ⑦ 竜巻と地震の組合せについて
②のとおり。
- ⑧ 竜巻と津波の組合せについて
⑤のとおり。
- ⑨ 竜巻と火山の組合せについて
両者は独立事象であるとともに、各事象が重畳する頻度は十分低いことから、荷重の組合せは考慮しない。
- ⑩ 火山と地震の組合せについて
③のとおり。
- ⑪ 火山と津波の組合せについて
⑥のとおり。
- ⑫ 火山と竜巻の組合せについて
⑨のとおり。

(b) 主荷重と従荷重の組合せについて

設計基準対象施設の荷重評価において、主荷重（地震、津波、竜巻、火山）と従荷重（積雪荷重、風荷重）が同時に発生する場合を考慮し、主荷重と組み合わせるべき従荷重の検討を実施した。

主荷重と従荷重の組み合わせについては、表 4-5 のとおりである。主荷重および従荷重それぞれの荷重継続時間が短い事象については、同時に発生することが考えにくいことから荷重の組み合わせは考慮しない。

表 4-5 主荷重と従荷重の組合せ

			主荷重			
			地震	津波	竜巻	火山
従荷重	風	建築基準法	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし
		継続時間 ^{※1}	短×短	短×短	短×短	長×短
		荷重の大きさ ^{※2}	大+小	大+小	大+小	中+小
		組合せ	×	×	×	○
	積雪	建築基準法	多雪区域は組合せを考慮	記載なし	記載なし	記載なし
		継続時間 ^{※1}	短×長	短×長	短×長	長×長
		荷重の大きさ ^{※2}	大+中	大+中	大+中	中+中
		組合せ	○	○	×	○

○：組合せを考慮する ×：組合せを考慮しない

※1 主荷重の時間×従荷重の時間

※2 主荷重の大きさ+従荷重の大きさ

①地震による荷重と風荷重および積雪荷重の組み合わせについて

地震と風については、ともに最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率が低いため、組合せは考慮しない。

地震と積雪については、積雪荷重の継続時間が長いため、組み合わせを考慮し、施設の形状、配置により適切に組み合わせる。組み合わせるべき荷重について、女川原子力発電所周辺は多雪地域ではないため、建築基準法による「積雪荷重と他の荷重の組み合わせ」を考慮する必要は無いが、原子力発電所の重要性を鑑み、建築基準法施行細則に基づく垂直積雪量と女川原子力発電所で考慮する積雪量の極値を適切に考慮する。

②津波による荷重と風荷重および積雪荷重の組み合わせについて

津波と風については、ともに最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率が低いため組合せは考慮しない。

津波と積雪については、積雪荷重の継続時間が長いため組み合わせを考慮し、施設の形状、配置により適切に組み合わせる。組み合わせるべき荷重について、女川原子力発電所は周辺は多雪地域ではないため、建築基準法による「積雪荷重と他の荷重の組み合わせ」を考慮する必要は無いが、原子力発電所の重要性を鑑み、建築基準法施行細則に基づく垂直積雪量と女川原子力発電所で考慮する積雪量の極値を適切に考慮する。

③竜巻による荷重と風荷重および積雪荷重の組み合わせについて

竜巻と風については、風荷重が竜巻による荷重に包含されるため、本組み合わせは考慮しない。

竜巻と積雪については、積雪による影響は広い範囲で比較的長い期間及ぶが、竜巻の影響は極低頻度かつ範囲も限定的で極めて短い期間であり、また、竜巻通過前に積雪があったとしても、竜巻により吹き飛ばされると考えられることから、本組み合わせは考慮しない。

④火山による荷重と風荷重および積雪荷重の組み合わせについて

火山と積雪および風の組み合わせについては、火山による荷重の継続時間が他の主荷重と比較して長いため、3つの荷重が同時に発生する場合を考慮し、施設の形状、配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、風荷重については、平成12年5月31日建設省告示第1454号に定められた女川町において適用される風速とする。

積雪荷重については、女川原子力発電所周辺は多雪地域ではないため、建築基準法による「積雪荷重と他の荷重の組み合わせ」を考慮する必要は無いが、原子力発電所の重要性を鑑み、建築基準法施行細則に基づく垂直積雪量と女川原子力発電所で考慮する積雪量の極値を適切に考慮する。

組み合わせる火山の荷重については、女川原子力発電所で想定される降下火砕物による荷重を考慮する。

(4) まとめ

女川原子力発電所において想定される自然現象を網羅的に抽出した上で、設計上考慮する必要がある事象を選定し、さらにそれらの事象の重畳の要否について検討を行った。

組合せた事象がプラントに及ぼす影響について評価を行い、個別の事象の

設計に包絡される，事象の組合せが起こり得ない，または，それぞれの事象の影響が打ち消し合う事象については，重畳事象としての扱いは行わないこととした。

荷重の影響モードをもつ自然現象の組合せについては，主荷重同士については津波と地震，主荷重と従荷重の組合せについては，地震と積雪，津波と積雪，火山と風（台風）と積雪の組合せを設備の構造等を踏まえて，適切に考慮する。

生物学的事象に対する考慮について

1. はじめに

女川原子力発電所 2 号炉において想定される生物学的事象は、くらげの襲来や小動物の侵入等が挙げられるが、原子炉施設の安全性に影響を与える可能性があるものとして、くらげの襲来による冷却用海水の取水への影響が考えられる。本資料では、くらげの襲来に対する防護対策の状況を示す。

小動物の侵入に対しては、屋外設置の端子箱貫通部等へのシールにより防止している。

2. くらげの襲来による施設への影響

発電所の取水口付近のくらげは、原子炉補機冷却海水ポンプ等（以下、「海水ポンプ」という。）や循環水ポンプの取水に伴う海水の流れにより、取水口へ流入し、海水ポンプや循環水ポンプへの塵芥流入を防止するための除塵装置（バースクリーン、トラベリングスクリーン）で捕獲される。

除塵能力を超える多量のくらげが除塵装置に流入した場合、スクリーン前後の水位差が大きくなり、海水ポンプ、循環水ポンプの取水機能への影響が懸念される。

なお、女川 2 号炉においては、くらげの襲来による発電機の出力を抑制した事例、プラント停止に至った事例、海水ポンプの取水性能に影響を及ぼした事例は発生していない。

3. 対策の概要

女川 2 号炉では、バースクリーン、トラベリングスクリーンによる流入くらげの捕獲および除去を実施している。

また、運転手順として、循環水ポンプの取水機能へ影響が生じる場合は、必要に応じ循環水ポンプの翼開度調整、原子炉出力降下操作および原子炉手動スクラムの手順を整備している。

(1) 概要（概略配置図）

女川原子力発電所に設置している除塵装置の概略配置図を図 1 に示す。

くらげの捕獲に伴いトラベリングスクリーン前後に水位差が生じ、水位差が一定以上に大きくなると、トラベリングスクリーンが自動起動し、捕獲されたくらげを除去する。

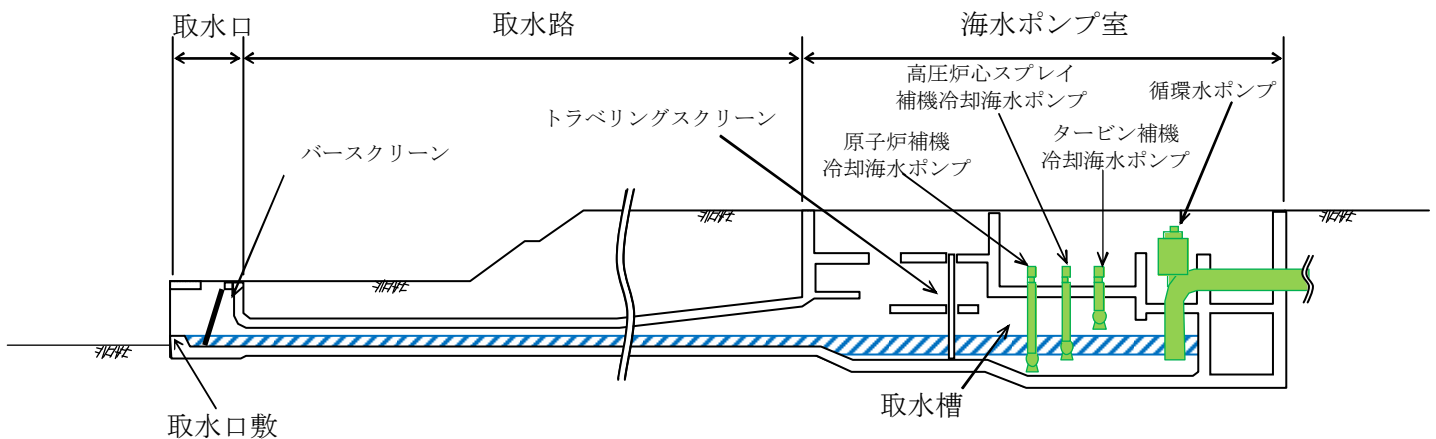


図1 除塵装置の構造（概略図）

くらの捕獲に伴いトラベリングスクリーン前後に水位差が生じ、水位差が一定以上に大きくなると、トラベリングスクリーンが自動起動し、捕獲されたくらを除去する。

4. 運転操作

くらの襲来時の運転操作については、以下の内容を運転基準に定め運用している。

- 塵芥激増により、トラベリングスクリーン前後の水位差が、自動起動水位差となれば、トラベリングスクリーンの起動状況を確認する。
- トラベリングスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプの翼開度を徐々に減少させ取水量の調整を行う。それに伴い、復水器真空度が基準値を下回らないよう、必要に応じて原子炉出力降下操作を実施する。
- トラベリングスクリーン水位差による循環水ポンプの運転継続が困難で、復水器真空度低下がタービントリップ設定値に至る可能性がある場合は原子炉を手動スクラムする。

5. 貝等の海生生物について

除塵装置では捕獲、除去できない貝等の海生生物についても、以下の対策により施設への影響を防止している。

海水ポンプで取水された海水中の海生生物については、海水ストレーナにより捕獲することで、原子炉補機冷却水系熱交換器等への海生生物の侵入を防止している。また、原子炉補機冷却水系熱交換器等は定期的開放点検、清掃を実施し、性能維持を図っている。

- 海水ストレーナ
 - ・海水中に含まれる海生生物等の固形物を除去する。
 - ・海水ポンプ供給母管に各系統2基，並列で設置している。
 - （1基で100%通水容量を有している。）
 - ・ストレーナの差圧が許容値以上になれば，ストレーナの切替え，清掃を実施し，捕獲した海生生物を除去する。
 - ・こし筒穴径：8mm
 - 伝熱管内径 原子炉補機冷却水系熱交換器：20mm

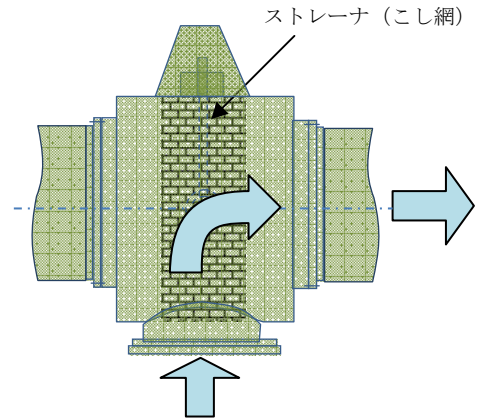


図2 海水ストレーナ概略図

循環水ポンプで取水された海水中の海生生物については，復水器連続洗浄装置により細管に付着した海生生物を除去している。また，復水器を定期的な開放点検，清掃を実施し機能維持を図っている。

- 復水器連続洗浄装置
 - 復水器運転中において，海水中へスポンジボールを注入してボール循環により復水器伝熱管内面に付着した海生生物等を除去する。

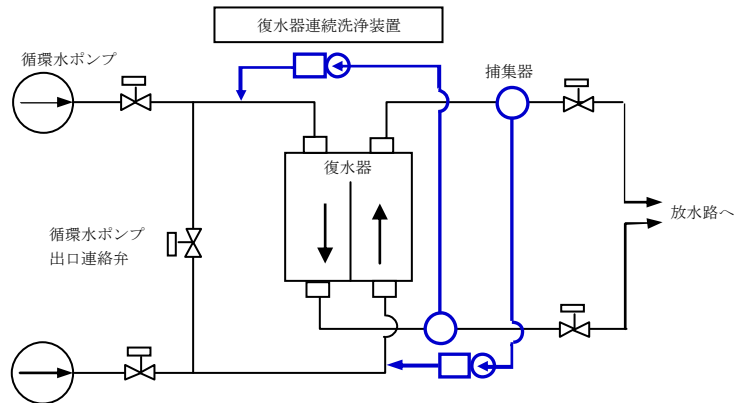
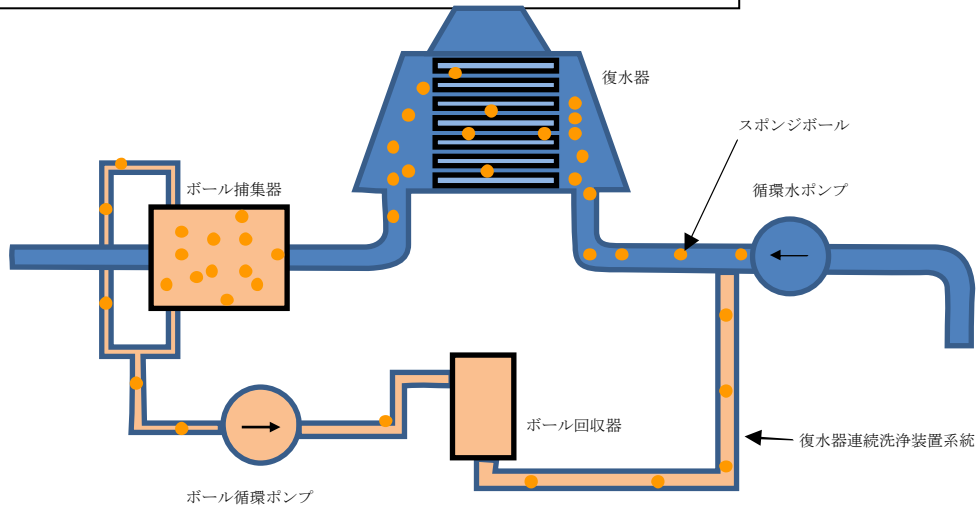


図3 復水器連続洗浄装置概略系統図

6. まとめ

- 女川原子力発電所 2 号炉において、安全施設へ影響を考慮すべき生物学的影響として、くらげの襲来による海水ポンプ、循環水ポンプの取水機能への影響が挙げられる。
- くらげの襲来に対して、以下の設備対策、運転手順を整備し、発電所の安全確保を図っている。

(設備対策)

- ・ バースクリーン、トラベリングスクリーンによりくらげを捕獲、除去することで、海水ポンプおよび循環水ポンプの取水機能を維持する。

(運転操作)

- ・ くらげの襲来により、トラベリングスクリーン前後の水位差が、ロータリーの自動起動水位差となれば、自動動作状況を確認する。必要に応じ循環水ポンプの取水量の調整を行う。
 - ・ トラベリングスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプの取水量の調整、原子炉出力降下操作を行う。復水器真空度の維持が困難となれば、原子炉を手動スクラムする。
- 除塵装置を通過する貝等の海生生物についても、海水ストレーナおよび復水器連続洗浄装置により、原子炉補機冷却系熱交換器や復水器等への影響を防止している。

航空機落下確率評価について

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」に基づく評価結果について

女川原子力発電所 2 号炉の原子炉施設への航空機落下確率は、以下に示すとおり 10^{-7} (回/炉・年) を超えていないため、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	号炉	落下確率 (回/炉・年)
女川原子力発電所	2 号炉	約 5.0×10^{-8}

評価対象事故及び評価に用いた数値について

1. 評価対象事故

発電所名称 及び号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の 落下事故		2) 有視界飛行 方式民間航空 機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	①飛行場での 離着陸時に おける落下 事故	②航空路を巡航 中の落下事故		①訓練空域内を訓 練中及び訓練空 域外を飛行中の 落下事故	②基地－訓練空 域間往復時の 落下事故
女川原子力 発電所 2号炉	× ^{注1}	○	○	○ ^{注2} (訓練空域外を飛行 中の落下事故)	○

○：対象，×：対象外

注1：発電所と仙台空港の距離が最大離着陸距離より離れているため，評価対象外とした（添付1）

注2：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない（添付1）

2. 評価に用いた数値

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故（航空路を巡航中の落下事故）

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

P_c ：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回／年）

N_c ：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回／年）

A ：原子炉施設の標的面積（ km^2 ）

W ：航空路幅（ km ）

$f_c = G_c / H_c$ ：単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率
（回／（飛行回・ km ））

G_c ：巡航中事故件数（回）

H_c ：延べ飛行距離（飛行回・ km ）

発電所名称 及び号炉 パラメータ	女川原子力発電所 2号炉
対象航空路	直行経路 MIYAKO (MQE) - IWAKI (IXE)
N_c 注1	182.5 (H24年データ)
A 注2	0.01
W 注3	27
f_c 注4	$0.5/9,439,243,077 = 5.30 \times 10^{-11}$
P_c	3.58×10^{-12}

注1：国土交通省航空局への問い合わせ結果を365倍した値（添付2）

注2：原子炉建屋，制御建屋等の水平面積の合計値は 0.01km^2 以下であるので標的面積は 0.01km^2 とする（添付3）

注3：「航空路等設定基準」による

注4：事故件数は，平成3年～平成22年の間で0件であるため，保守的に0.5件と仮定した

延べ飛行距離は，平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報，第1表 総括表，1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内の値を合計した値（添付4）

(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

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

P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

α : 対象航空機の種類による係数

発電所名称 及び号炉 パラメータ	女川原子力発電所 2号炉
f_v 注1	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 35/20=1.75 大型回転翼機 2/20=0.1 小型回転翼機 30/20=1.5
S_v 注1	372,000
A	0.01
α	大型固定翼機, 大型回転翼機 : 1 小型固定翼機, 小型回転翼機 : 0.1
P_v	1.21×10^{-8}

注1 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構) による

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

① 訓練空域外を飛行中の落下事故

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

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

発電所名称 及び号炉 パラメータ	女川原子力発電所 2号炉
f_{so} 注1	自衛隊機 8/20=0.4 米軍機 5/20=0.25
S_o 注1	自衛隊機 295,000 米軍機 372,000
A	0.01
P_{so}	2.03×10^{-8}

注1 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による

②基地－訓練空域間往復時の落下事故

(a) 移動経路近傍に原子炉施設が存在する場合

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

P_{tr} : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{tr} : 当該移動経路を巡航中の落下事故率 (回/ (飛行回・km))

N_{tr} : 当該移動経路の年間飛行数 (飛行回/年)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

$$F(x)_{tr} : \text{事故点分布関数 (km}^{-1}\text{)} = \frac{0.625}{2} \exp(-0.625|x|)$$

x : 移動経路から発電所までの距離 (km)

パラメータ		発電所名称 及び号炉 女川原子力発電所 2 号炉
対象飛行場		航空自衛隊松島飛行場
f_{tr} 注1		1.57×10^{-7}
N_{tr} 注2	N_{tr} 北側	8,400
	N_{tr} 南側	8,400
A		0.01
$F(x)_{tr}$ 注3	$F(x)_{tr}$ 北側	$F(9.5)_{tr} = 8.25 \times 10^{-4}$
	$F(x)_{tr}$ 南側	$F(10.5)_{tr} = 4.41 \times 10^{-4}$
P_{tr}	P_{tr} 北側	1.09×10^{-8}
	P_{tr} 南側	5.82×10^{-9}
	合計	1.67×10^{-8}

注1 : 事故件数は、平成12年3月22日及び同年7月4日の2件3機

移動経路は、防衛庁(当時)発表(平成12年8月10日)の再発防止対策に基づき、発電所に対して北側移動経路(157.0km)及び南側移動経路(70.2km)とする。飛行頻度は、北側と南側で同頻度とする(添付5) 訓練頻度は、航空自衛隊松島基地によれば、700機/月

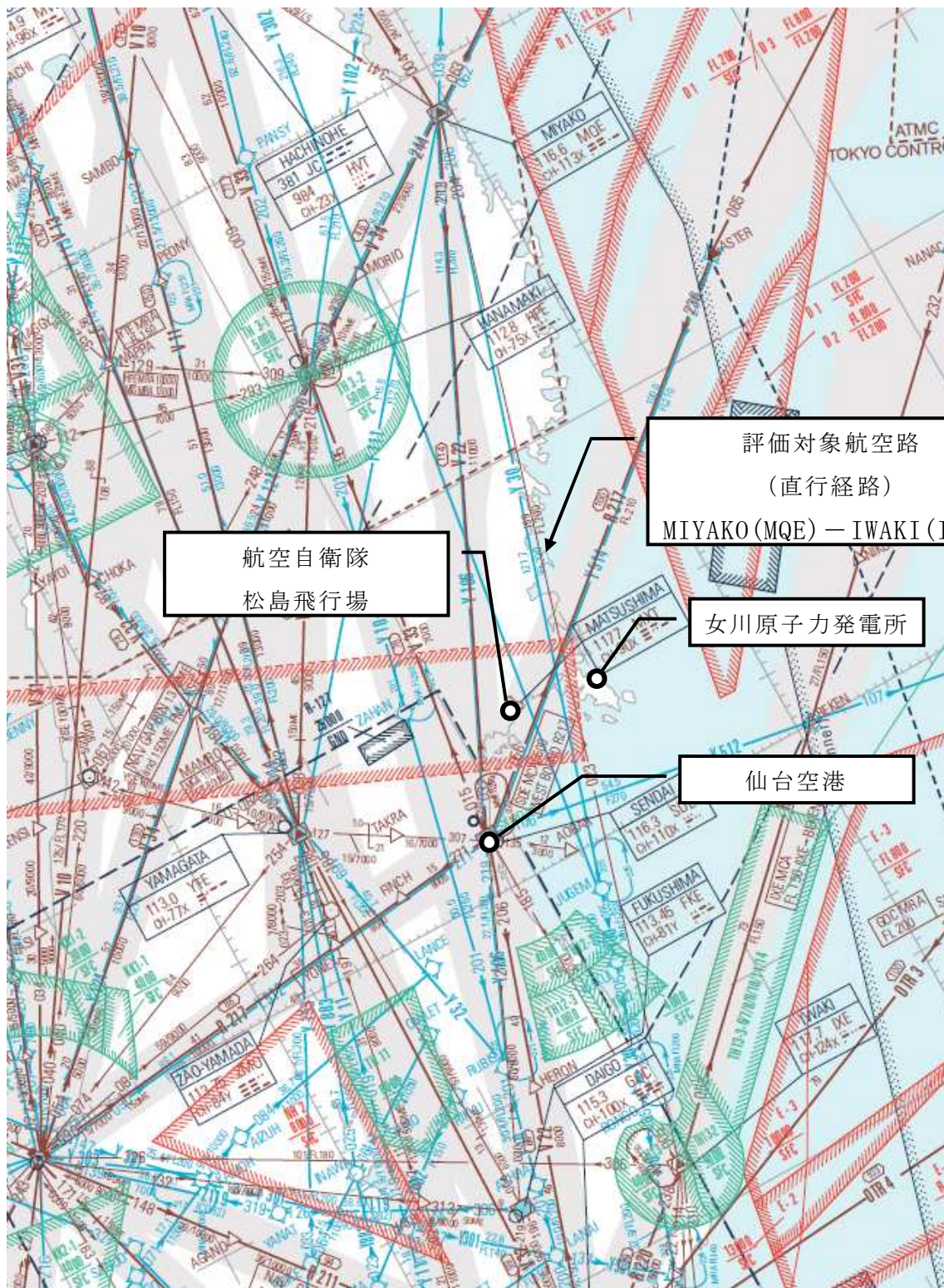
注2 : 注1より、 700×2 (往復) $\times 12$ (ヶ月) $\div 2$ (経路) = 8,400

注3 : 北側及び南側移動経路から発電所までの最短距離とする

3. 落下確率値の合計値

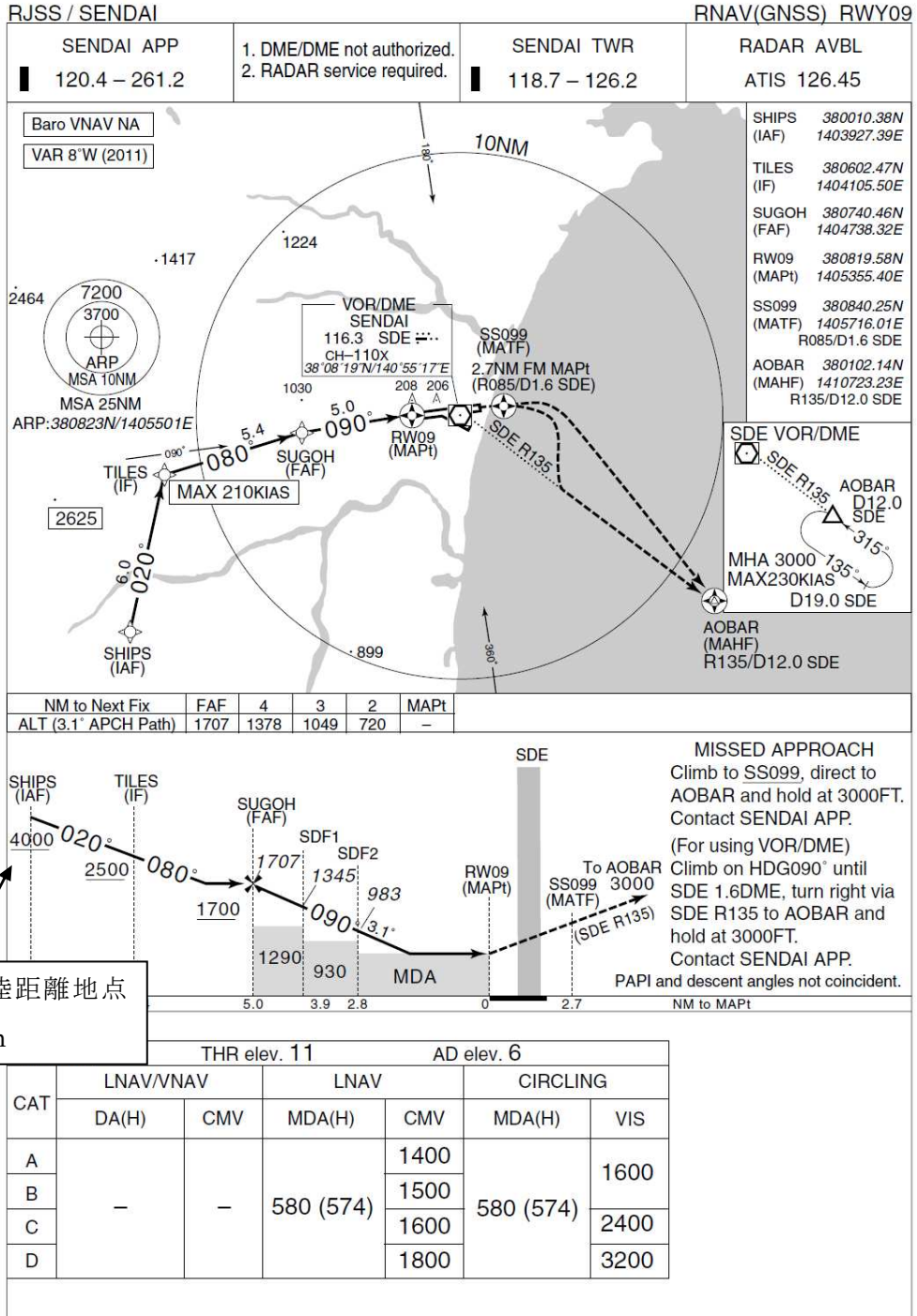
(1) 女川原子力発電所

号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式 民間航空機の 落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合 計
	①飛行場での離着 陸時における落 下事故	②航空路を巡航中 の落下事故		①訓練空域内を訓 練中及び訓練空 域外を飛行中の 落下事故	②基地－訓練空 域間往復時の 落下事故	
2号炉	—	3.58×10^{-12}	1.21×10^{-8}	2.03×10^{-8}	1.67×10^{-8}	約 5.0×10^{-8}



女川原子力発電所周辺の航空図 (AIP エンルートチャートより)

INSTRUMENT APPROACH CHART



評価対象となる航空路の飛行回数

1. 女川原子力発電所

(飛行回数)

札幌交通管制部ピークデイ	直行経路 (MIYAKO(MQE)－IWAKI(IXE))
平成 24 年上半期 (H24. 6. 18)	0 注 1
平成 24 年下半期 (H24. 8. 7)	0 注 1
評価に用いる数値	$0.5 \times 365 \text{ 日} = 182.5 \text{ 便/年間}$

(交通量が 0 便のため、保守的に 0.5 便を仮定)

注 1 : 国土交通省航空局に問い合わせ入手したデータ。ここでピークデイとは、札幌交通管制部が全体として取り扱った交通量が年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。

航空機落下確率評価に係わる標的面積

単位：km²

発電所	号炉	原子炉建屋	制御建屋 ^{注1}	海水ポンプ室	合計
女川	2号炉	0.00647	0.00299	0.000370	0.00983

工事計画認可申請書記載の建屋寸法から面積を算出した。
 使用済燃料プール及び主要な安全系機器は原子炉建屋を含む。
 なお、その他の評価対象設備が設置してある建屋は以下のとおり。

発電所	号炉	中央制御室	非常用海水ポンプ	非常用DG
女川	2号炉	制御建屋	海水ポンプ室	原子炉建屋

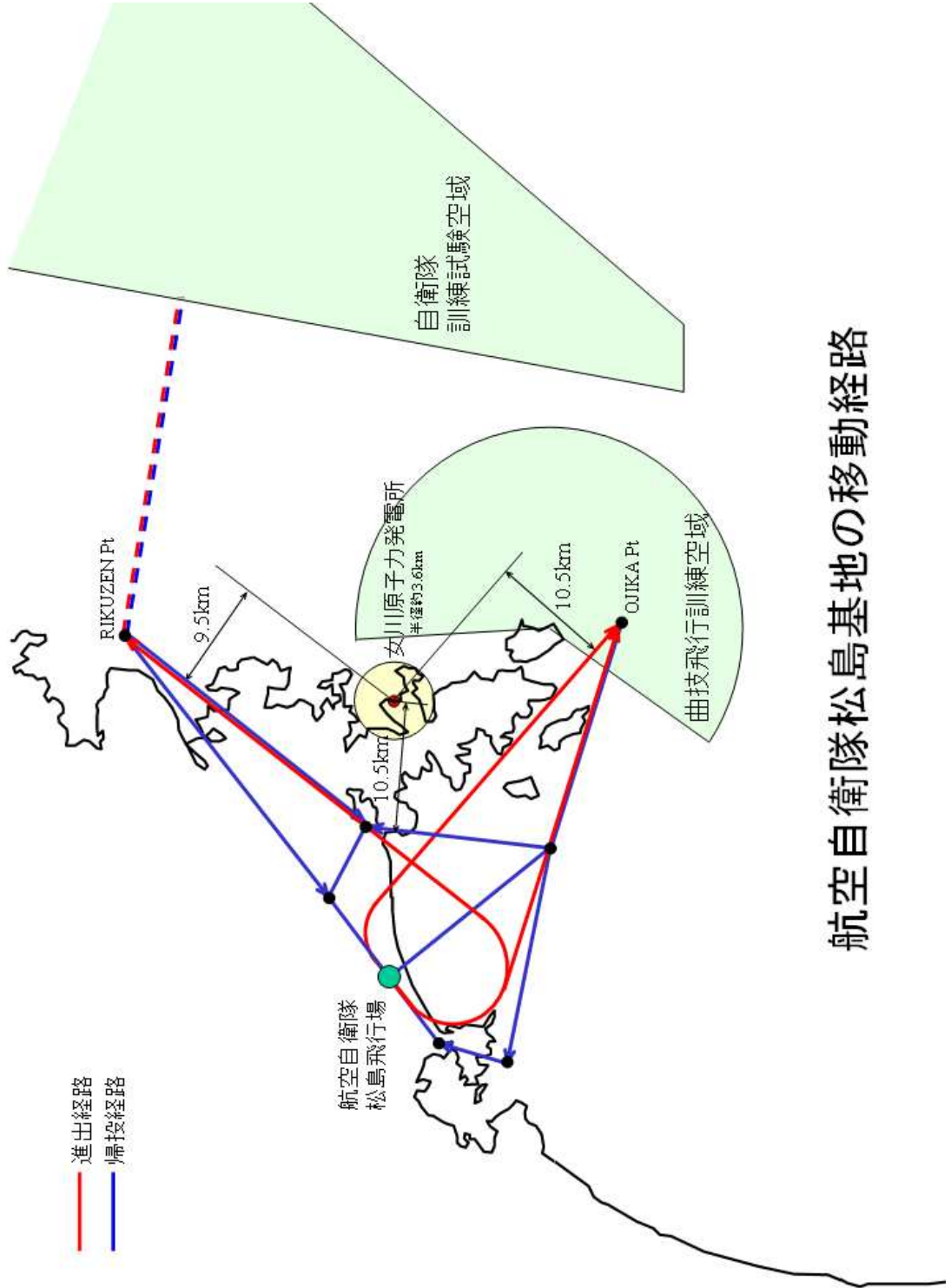
注1：女川1，2号炉の中央制御室は共用しているため，
 2号制御建屋の面積は（1，2号炉中央制御室面積）＋（中央制御室以外の2号制御建屋面積）
 としている。

延べ飛行距離について

延べ飛行距離は、平成4年～平成23年の「航空輸送統計年報，第1表 総括表，1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内便のみの合計値とした。

なお、国際便についても運航距離が記載されているが、日本国内での運航距離ではないため考慮しない。また、日本に乗り入れている外国機は運航距離の実績の公開記録がないため考慮していない。ただし、国際便及び外国機が日本国内で墜落した場合は事故件数としてカウントし、事故率が保守的となるようにしている。

	日本国機の運航距離（飛行回・km）
平成 4 年	307,445,013
平成 5 年	326,899,203
平成 6 年	343,785,576
平成 7 年	380,948,123
平成 8 年	397,146,610
平成 9 年	420,920,228
平成 10 年	449,784,623
平成 11 年	459,973,069
平成 12 年	480,718,878
平成 13 年	489,803,107
平成 14 年	498,685,881
平成 15 年	519,701,117
平成 16 年	517,485,172
平成 17 年	527,370,038
平成 18 年	555,543,154
平成 19 年	559,797,874
平成 20 年	554,681,669
平成 21 年	544,824,157
平成 22 年	548,585,258
平成 23 年	555,144,327
合計	9,439,243,077



航空自衛隊松島基地の移動経路

計測制御盤の主な電磁波等，外部からの 外乱(サージ)・ノイズ対策について

1. 概要

電磁的障害には，サージ・ノイズや電磁波の侵入があり，これらは低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼす恐れがあるため，計測制御回路を構成する安全保護系制御盤およびケーブルは，フィルタや絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止するとともに，鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止している。

2. サージ・ノイズ，電磁波に対する具体策

計測制御回路を構成する制御盤およびケーブルは原則として以下の設計としている。

(1) サージ・ノイズ対策

a. 電源回路

制御盤へ入線する電源受電部にサージ・ノイズ対策回路として絶縁回路を設置し，外部からのサージ・ノイズの侵入を防止する設計としている。

b. 信号入出力回路

電磁的影響を受けやすい起動領域モニタおよび出力平均モニタについては，外部からの信号入出力部に，サージ・ノイズ対策回路としてフィルタを設置し，外部からのサージ・ノイズの侵入を防止する設計としている。

(2) 電磁波対策

a. 筐体

制御盤の制御部，演算部は鋼製の筐体に格納し，筐体は接地することで電磁波の侵入を防止する設計としている。

b. ケーブル

ケーブルは必要により金属のシールド付ケーブルを使用し，金属シールドは接地して電磁波の侵入を防止する設計としている。

3. 電磁波等の発生源に対する対策

電源ケーブルは信号ケーブルとは別のトレイ・ダクトに敷設し、信号ケーブルはシールド付ケーブルを使用して接地することで計装回路への電磁的影響を防止している。

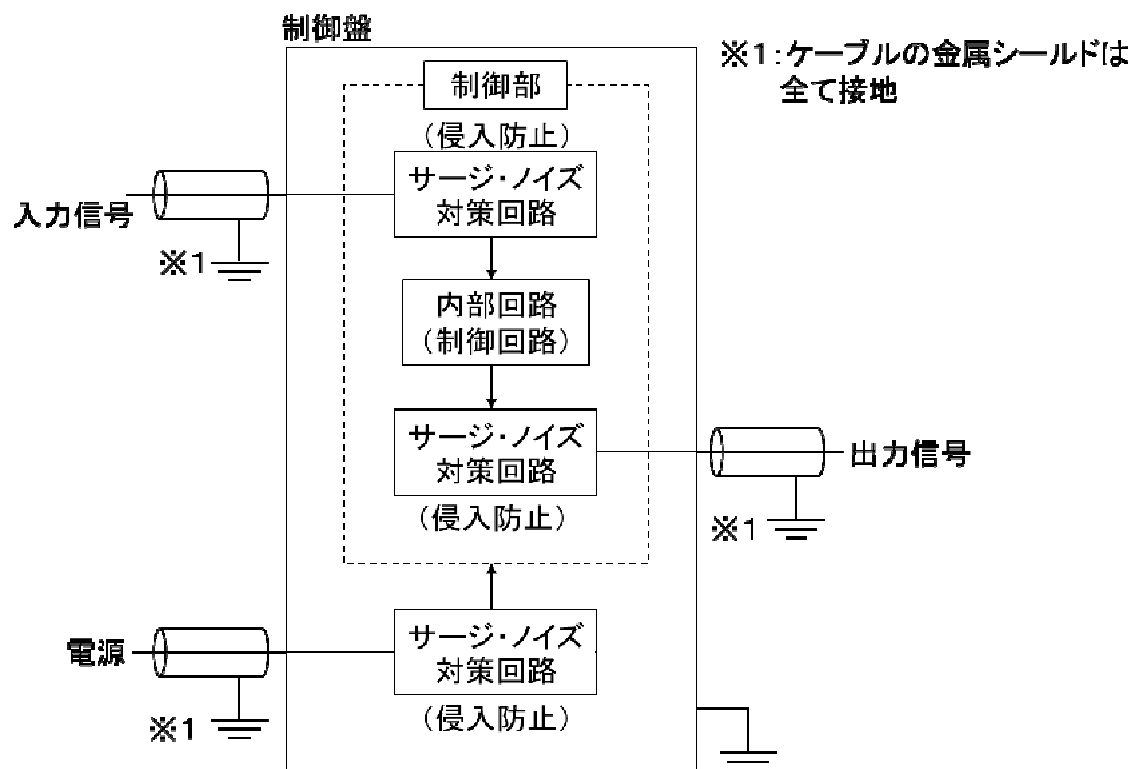


図 3 - 1 電磁的障害防止策の例

設計基準事故時に生じる応力の考慮について

重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃および設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係および時間的变化を考慮して、適切に組み合わせて設計する。

なお、過去の記録および現地調査の結果を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、設置許可基準規則第六条第1項において選定した自然現象に含まれる。また、重要安全施設を含む安全施設は、設置許可基準規則第六条第1項において選定した自然現象またはその組合せにより、安全機能を損なわない設計としている。安全機能が損なわれなければ設計基準事故に至らないため、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象またはその組合せと設計基準事故に因果関係はない。

従って、因果関係の観点からは、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により重要安全施設に作用する衝撃および設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、重要安全施設は、個々の事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

また、重要安全施設は、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃および設計基準事故時に生じる応力を適切に考慮する。

女川原子力発電所2号炉において、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象によって影響を受けると考えられる屋外に設置されている重要安全施設は、原子炉補機冷却海水ポンプおよび高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプである。これらの重要安全施設は、設置許可基準規則第六条第1項において選定した自然現象（大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象を含む）により安全機能を損なわない設計としている。従って、因果関係の観点からは、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により重要安全施設に作用する衝撃および設計基準事故

時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、自然現象により重要安全施設に作用する衝撃による応力の評価と変わらない。

一方、時間的变化の観点からは、事故の影響が長期間に及ぶことが考えられる原子炉冷却材喪失事故の発生頻度は低く、また、屋外に設置されている重要安全施設に対して大きな影響を及ぼす自然現象の発生頻度も低いことから、原子炉冷却材喪失事故の影響が及ぶ期間中に重要安全施設に大きな影響を及ぼす自然現象が発生するとは考えられない。

仮に、事故の影響が長期間に及ぶことが考えられる原子炉冷却材喪失事故の期間中に、発生頻度が高く、重要安全施設に及ぼす影響が小さな自然現象が発生したとしても、自然現象によって影響を受けると考えられる屋外に設置された原子炉補機冷却海水ポンプおよび高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプに事故時の荷重が施設に付加されることはないため、自然現象により重要安全施設に作用する衝撃および設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、自然現象により重要安全施設に作用する衝撃による応力の評価と変わらない。

自然現象，外部人為事象に対する安全施設の影響評価について

女川原子力発電所で考慮する自然現象および外部人為事象に対して，安全施設の受ける影響評価を行った。

自然現象，外部人為事象に対する安全施設の影響評価を表 1 に示す。

なお，洪水，地すべりの自然現象，ならびに飛来物（航空機落下），ダムの崩壊，爆発，有毒ガス，船舶の衝突の外部人為事象に関しては，女川原子力発電所の施設への影響がないことから，影響を及ぼす自然現象，外部人為事象から除外している。

表 1 自然現象, 外部人為事象に対する安全施設の影響評価

分類	安全機能の重要度分類			屋外の構築物 系統又は機器	設備 設置 箇所	自然現象による影響																人為事象による影響					
	定義	機能	構築物, 系統又は機器			森林火災		竜巻		火山		風(台風)		凍結(低温)		降水		積雪		落雷		生物学的影響(クラゲ等)		近隣工場等の火災		電磁的障害	
						評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a)炉心の著しい損傷、又は (b)燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系(計装等の小口径配管・機器は除く。)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物(炉心シュラウド、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、制御棒案内管)、燃料集合体(ただし、燃料を除く。)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系(制御棒による系、ほう酸水注入系)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		3) 原子炉冷却材バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁としての開機能)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイス系、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))	残留熱を除去する系統 復水貯蔵タンク	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	風荷重を考慮し設計	○	凍結防止対策を実施	○	雨仕舞仕様	○	建築基準法に基づき設計	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし
		5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系(低圧炉心スプレイス系、低圧注水系、高圧炉心スプレイス系、自動減圧系)	非常用炉心冷却系 復水貯蔵タンク	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	風荷重を考慮し設計	○	凍結防止対策を実施	○	雨仕舞仕様	○	建築基準法に基づき設計	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし
		6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイス冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	原子炉建屋 非常用ガス処理系 一部の配管	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	風荷重を考慮し設計	○	影響なし	○	影響なし	○	建築基準法に基づき設計	○	雷害対策を実施	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能(ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されたもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。)	主蒸気系、原子炉冷却材浄化系(いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの)、使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラックを含む。)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい、非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系(いずれもMS-1関連のもの)	非常用所内電源系 燃料系ミスト配管 吸気系排気消音器 潤滑油系ミスト配管 燃料移送系ミスト配管 軽油タンクベント配管 非常用補機冷却水系 原子炉補機冷却海水ポンプ、一部の配管及び弁 高圧炉心スプレイス補機冷却海水ポンプ、一部の配管及び弁	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし	○	凍結防止対策を実施	○	雨水排水設備あり	○	当該設備は積雪荷重を考慮し設計	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	除塵装置を設置	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし

分類	安全機能の重要度分類			屋外の構築物 系統又は機器	設備 設置 箇所	自然現象による影響																人為事象による影響							
	定義	機能	構築物、 系統又は機器			森林火災		竜巻		火山		風(台風)		凍結(低温)		降水		積雪		落雷		生物学的影響(クラゲ等)		近隣工場等の火災		電磁的障害			
						評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法		
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし				
	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁(吹き止まり機能に関連する部分)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし				
MS-2	1) PS-2 の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし				
		2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)	排気筒	屋外	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	影響なし	○	雨水排水設備あり	○	堆積し難い構造	○	雷害対策を実施	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし		
				燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系	非常用ガス処理系一部の配管	屋外	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	堆積し難い構造	○	影響なし	○	影響なし	○	堆積し難い構造	○	影響なし	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし	
			1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし			
2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	2) 異常状態の緩和機能	BWR には対象機能なし。	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし					
	3) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置(安全停止に関連するもの)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし					
	1) 原子炉冷却材保持機能(PS-1、PS-2 以外のもの)	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される計装等の小口径配管、弁	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし					
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1 及び PS-2 以外の構築物、系統及び機器	2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし				
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブプレッションプール水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの小さいもの)	サブプレッションプール水貯蔵タンク	屋外	○	金属製構造	△	空運用とするため安全機能への影響はない	△	空運用とするため安全機能への影響はない	○	影響なし	○	凍結防止対策を実施	○	雨仕舞仕様	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	金属製構造	○	影響なし		
				復水貯蔵タンク	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	建築基準法に基づき設計	○	凍結防止対策を実施	○	雨仕舞仕様	○	建築基準法に基づき設計	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし
				固体廃棄物貯蔵所	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	△	ドラム缶貯蔵エリアには隔壁があり安全機能への影響はない	△	除灰により対応可能	○	建築基準法に基づき設計	○	影響なし	○	影響なし	○	建築基準法に基づき設計	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし
		4) 電源供給機能(非常用を除く。)	タービン、発電機及びその励磁装置、復水系(復水器を含む。)、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
				取水設備	屋外	△	地下ビット構造、代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	△	代替設備あり(所内電源系は複数系統から受電可能)	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	除塵装置を設置	△	地下ビット構造、代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	○	影響なし
				常用所内電源系	屋外	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	△	代替設備あり(所内電源系は複数系統から受電可能)	△	代替設備あり	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	影響なし	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	○	影響なし
				送電線	屋外	△	金属製構造または代替設備で安全機能を確保	△	代替設備あり(所内電源系は複数系統から受電可能)	△	代替設備あり	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	架空地線を設置	○	影響なし	△	金属製構造または代替設備で安全機能を確保	○	影響なし
				変圧器	屋外	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	△	代替設備あり(所内電源系は複数系統から受電可能)	△	代替設備あり	○	影響なし	○	影響なし	○	熱源であり、影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	避雷器を設置	○	影響なし	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	○	影響なし
				開閉所	屋外	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	△	代替設備あり(所内電源系は複数系統から受電可能)	△	代替設備あり	○	影響なし	○	影響なし	○	ガス密閉のため影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	避雷器を設置	○	影響なし	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	○	影響なし
—	屋内			○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		

分類	安全機能の重要度分類			屋外の構築物 系統又は機器	設備 設置 箇所	自然現象による影響														人為事象による影響								
	定義	機能	構築物、 系統又は機器			森林火災		竜巻		火山		風(台風)		凍結(低温)		降水		積雪		落雷		生物学的影響(クラゲ等)		近隣工場等の火災		電磁的障害		
						評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	評価	防護方法	
	5)プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	原子炉制御系(制御棒価値ミニマイザを含む) ・原子炉核計装 ・原子炉プラントプロセス計装	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
			—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	サージ・ノイズ対策を実施		
			—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
	6)プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	電気設備(変圧器)	屋外	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	△	必要によりプラントを停止し、安全上支障の無い期間に修復が可能であることから影響なし	△	除灰により対応可能	○	影響なし	○	熱源であり、影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	避雷器を設置	○	影響なし	△	代替設備で安全機能を確保または消火活動による防護	○	影響なし		
			タービン補機冷却海水ポンプ、一部の配管及び弁	屋外	○	消火活動による防護	△	必要によりプラントを停止し、安全上支障の無い期間に修復が可能であることから影響なし	△	除灰により対応可能	○	影響なし	○	凍結防止対策を実施	○	雨水排水設備あり	○	当該設備は積雪荷重を考慮し設計	○	落雷を受けるような高所設置ではない	○	除塵装置を設置	○	消火活動による防護	○	影響なし		
2)原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	1)核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
	2)原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
MS-3	1)運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	1)原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁(逃がし弁機能)、タービンバイパス弁	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし	
			2)出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系(再循環ポンプトリップ機能)	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし
				制御棒引抜監視装置	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし
	3)原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系、原子炉隔離時冷却系	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	○	影響なし		
	2)異常状態への対応に必要な構築物、系統及び機器	1)緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所、試料採取系、通信連絡設備、放射能監視設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明	—	屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	建屋内	○	影響なし	○	建屋内	△	代替設備により対応可能(多重多様な通信設備を配備)	
		発電所緊急時対策所	屋外	○	森林火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	竜巻に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	火山灰に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	近隣工場等の火災に対して安全機能が損なわれないことを確認	○	影響なし	
		消火水槽	屋外	○	金属製構造	△	代替設備あり	△	除灰、代替設備により対応可能	○	影響なし	○	凍結防止対策を実施	○	影響なし	○	消火水槽は積雪荷重を考慮し設計	○	影響なし	○	影響なし	○	影響なし	○	金属製構造	○	影響なし	

○：影響なし，×：影響あり，△：影響を受けるが問題なし(代替設備で対応可能，または，安全機能を損なわない)

旧安全設計審査指針と設置許可基準規則の比較について

<p>発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針 (平成2年8月30日)</p>	<p>実用発電原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(規則の解釈)</p>
<p>指針二 自然現象に対する設計上の考慮</p> <p>2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。</p> <p>(解釈) 「自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、その設備が有する安全機能を達成する能力が維持されることをいう。 「重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器」については、別に「重要度分類指針」において定める。 「予定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、津波、風、凍結、積雪、地滑り等から適用されるものをいう。 「自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件」とは、対照となる自然現象に対して、過去の記録の信頼性を考慮の上、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、かつ、統計的に妥当とみなされるものをいう。 なお、過去の記録、現地調査の結果等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。 「自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合」とは、最も苛酷と考えられる自然力の事故時の最大荷重を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係や時間的变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p>	<p>第6条(外部からの衝撃による損傷の防止)</p> <p>安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈) 1 第6条は、設計基準において想定される自然現象(地震及び津波を除く。)に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等(重大事故等対処設備を含む。)への措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風(台風)、<u>竜巻</u>、凍結、<u>降水</u>、積雪、落雷、地滑り、<u>火山の影響</u>、<u>生物学的事象</u>又は森林火災等から適用されるものをいう。</p> <p>3 第1項に規定する「想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>(解釈) 4 第2項に規定する「重要安全施設」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する指針」(平成2年8月30日原子力安全委員会決定)の「V.2.(2)自然現象に対する設計上の考慮」に示されるものとする。</p>

※規則および解釈の追加要求事項を下線にて示す。

<p>発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針 (平成2年8月30日)</p>	<p>実用発電原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(規則の解釈)</p>
<p>指針三 外部人為事象に対する設計上の考慮 1 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること。</p> <p>(解釈) 「外部人為事象」とは、飛行機落下、ダムの崩壊、爆発等をいう。</p>	<p>5 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象とは、対象となる自然現象に対して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>6 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、<u>大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</u></p> <p>3 安全施設は、工場等又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈) 7 第3項は、設計基準において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して、<u>安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等(重大事故等対処設備を含む。)</u></p> <p>8 第3項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、<u>飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣の工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。なお、上記の航空機落下については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」(平成14・07・09 原院第4号(平成14年7月30日原子力安全・保安院規制))等に基づき、防護設計の要否について確認する。</u></p>

※規則および解釈の追加要求事項を下線にて示す。

考慮すべき事象の除外基準と ASME 判断基準との比較について

ASME ANS RA-Sa-2009 EXT-B1 より	参考訳	考慮すべき事象の除外基準
Initial Preliminary Screening: For screening out an external hazard, any one of the following five screening criteria provides as an acceptable basis;	最初の予備スクリーニング：外部ハザードの除外には、次の5つの除外基準のうちいずれかに該当する場合は、受け入れられるものとして与えられる。	
Criterion 1: The event is of equal or lesser damage potential than the events for which the plant has been designed. This requires an evaluation of plant design bases in order to estimate the resistance of plant structures and systems to a particular external hazard.	基準1： その事象が、プラントが設計された時に考慮した事象と同じか少ない損傷をもたらす可能性のあるもの。これには、特別の外部ハザードに対してプラントの構造およびシステムの抵抗性を推定したプラント設計基準の評価をすることが要求される。	基準C： プラント設計上、考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下、またはプラントの安全性が損なわれることがない。
Criterion 2: The event has a significantly lower mean frequency of occurrence than another event, taking into account the uncertainties in the estimates of both frequencies, and the event could not result in worse consequences than the consequences from the other event.	基準2： その事象が、別の事象より、著しく低い平均頻度であるもの。ここで、両方の頻度の評価には不確実性を考慮に入れること。また、その事象が、別の事象による結果より、悪い結果に帰着しなかったもの。	基準E： 発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。
Criterion 3: The event cannot occur close enough to the plant to affect it. This criterion must be applied taking into account the range of magnitudes of the event for the recurrence frequencies of interest.	基準3： その事象が、プラントに影響を与える程十分に接近していなくて、発生しない場合。この基準は、着目する再発頻度の事象の大きさの範囲を考慮して適用すべき。	基準A： プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。
Criterion 4: The event is included in the definition of another event.	基準4： その事象が、他の事象の定義に含まれる場合。	基準D： 影響が他の事象に包含される。
Criterion 5: The event is slow in developing, and it can be demonstrated that there is sufficient time to eliminate the source of the threat or to provide an adequate response.	基準5： その事象の発展が遅く、また、脅威の源を除去するかあるいは適切な対応するのに十分な時間があることが実証できる場合。	基準B： ハザード進展・襲来が遅く、事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。
該当なし	—	基準F： 外部から衝撃による損傷の防止とは別の条項により評価を実施している。または故意の人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項

考慮した外部事象についての対応状況について

考慮した外部事象のうち、新たに影響評価ガイドが制定されたものについては、今回、ガイドに基づく影響評価を実施し必要な対応を行なっている。それ以外の事象については、新たに対応を追加変更しているものはない。
 旧指針，新基準の解釈で例示されている事象であるかどうか，設置許可申請（S62.4）での記載有無も併せて，下表に整理した。

		事 象	旧指針	新基準	既記載	対応変更	説明
自然現象	1	洪水	○	○	○	なし	—
	2	風（台風）	○	○	○	なし	気象データの追加調査を実施。
	3	竜巻	—	○	—	あり	今回，竜巻影響評価ガイドに基づき評価を実施。
	4	凍結	○	○	○	なし	気象データの追加調査を実施。
	5	降水	—	○	—	なし	設置時の添付書類六「気象」にて降水量を記載している。
	6	積雪	○	○	○	なし	気象データの追加調査を実施。
	7	落雷	—	○	○	なし	—
	8	地すべり	○	○	—	なし	—
	9	火山の影響	—	○	—	あり	今回，火山影響評価ガイドに基づき評価を実施。
	10	生物学的事象	—	○	—	なし	設置時より，除塵装置を設置する等の対策を実施している。
	11	森林火災	—	○	—	あり	今回，外部火災影響評価ガイドに基づき評価を実施。
人為事象	1	飛来物 （航空機落下）	○	○	○	あり	今回，実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（平成 14・07・29 原院第 4 号）等に基づき評価実施。
	2	ダムの崩壊	○	○	—	なし	設置時の添付書類六「水理」に水理状況を記載している。
	3	爆発	○	○	○	あり	今回，外部火災影響評価ガイドに基づき評価を実施。
	4	近隣工場等の火災	—	○	—	あり	今回，外部火災影響評価ガイドに基づき評価を実施。
	5	有毒ガス	—	○	—	あり	今回，外部火災影響評価ガイドに基づき評価を実施。
	6	船舶の衝突	—	○	—	なし	今回，耐津波設計方針にて，津波発生時に原子炉補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼす漂流物がないことを確認。
	7	電磁的障害	—	○	—	なし	設置時より，計測制御系に電磁的障害への対策を実施している。

凡例 旧指針：発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針（平成 2 年 8 月 30 日）指針二，三解釈での例示有無

新基準：実用発電原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日）第六条解釈 2，8 での例示有無

既記載：女川原子力発電所の設置変更許可申請書（昭和 62 年 4 月 18 日申請）の記載有無

対応変更：新たにガイドに基づく評価等を行なったもの，または，新たに対策をとったもの。

豪雨に対する影響評価について

1. はじめに

女川原子力発電所 2 号機において、降雨が継続した場合の敷地への影響について評価を実施する。

2. 評価概要

2.1 降雨強度

本評価については、石巻特別地域気象観測所において平成 26 年 9 月 11 日に観測された日最大 1 時間降水量の既往最大値である 91.0mm/h の降雨が発生した際、女川原子力発電所における雨水の流入量と排水能力を比較し、降雨の影響を評価する。

2.2 雨水流入量

女川原子力発電所周辺の雨水は、図 1 のように敷地内に配置された北側および南側の各幹線排水路に集水され、海域に排水される。

評価にあたっては、防潮堤横断部における各幹線排水路の集水面積を算定した上で、91.0mm/h 降雨時の雨水流入量を算出する。

その際、「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き」（平成 26 年 2 月宮城県）に基づき以下の合理式を用い、流出係数については、林地：0.5、その他個所（裸地）：0.9 とする。

$$Q = 1/360 \cdot f \cdot r \cdot A$$

Q：雨水流入量（m³/s）

f：流出係数

r：降雨強度（mm/h）

A：集水面積（ha）

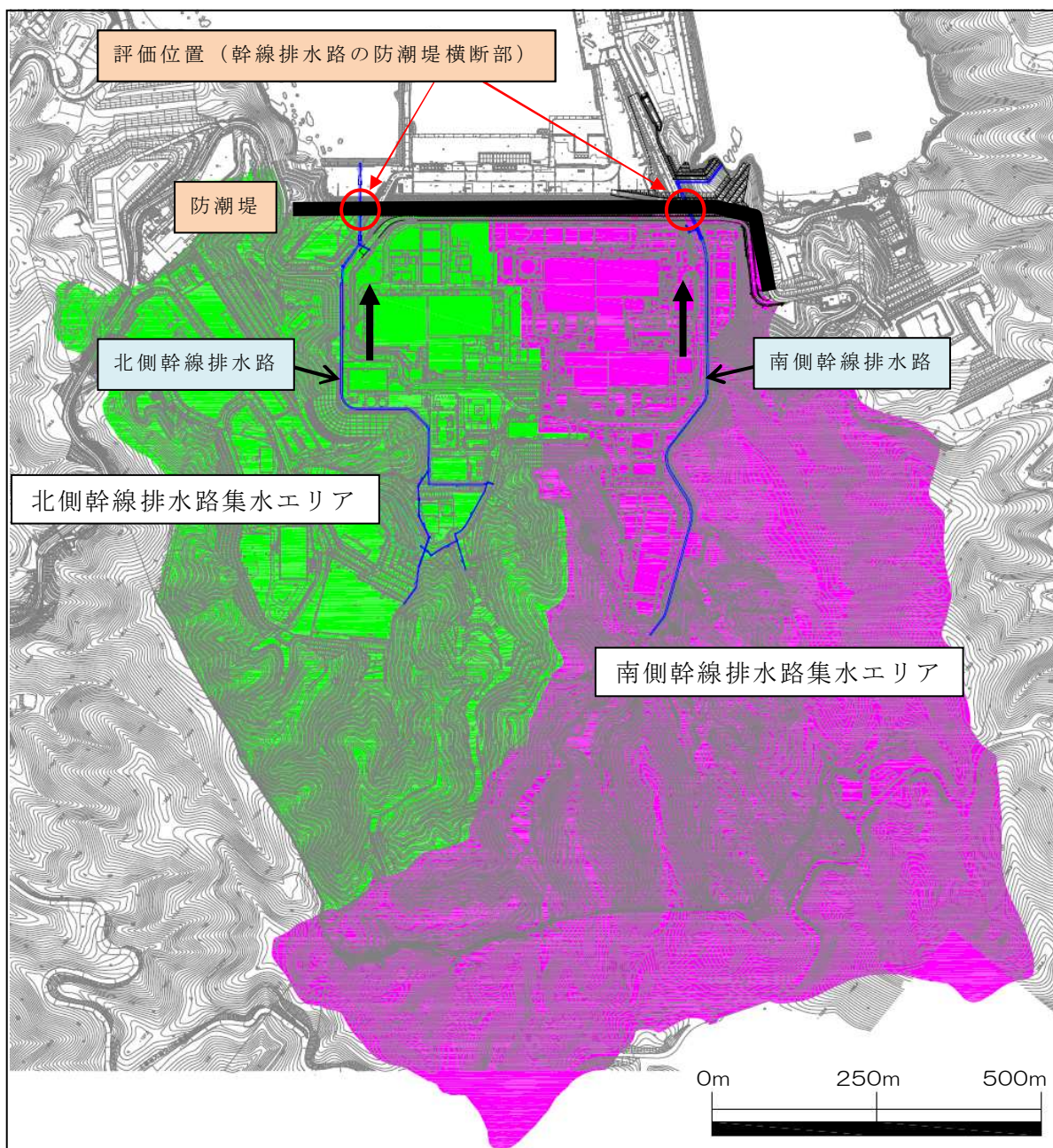


図1 幹線排水路の配置概要図

2.3 排水可能流量

各幹線排水路の排水可能流量は、「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き」に基づく平成 26 年 10 月の宮城県への林地開発許可申請における値とする。具体的には、表 1 の水路断面における排水可能量を Manning 式により算定した。

表 1 幹線排水路の仕様

	仕 様	断面積 [m ²]	径深 [m]	粗度係数	勾配 [%]	流速 [m/s]
北側幹線 排水路	ヒューム管 φ 2400	4.408	0.696	0.013	1.340	6.993
南側幹線 排水路	ボックスカルバート B 3000, H2500	5.700	0.838	0.023	2.550	6.171

3. 評価結果

北側および南側の各幹線排水路における雨水流入量と排水可能流量の比較結果を表 2 に示す。

各幹線排水路ともに防潮堤横断部における排水可能流量は雨水流入量を大きく上回り、豪雨時においても余裕をもって雨水排水が可能であると評価される。

表 2 既往最大 91.0mm/h 降水時の雨水流入量と排水可能量との比較

排水路名	集水面積※ [ha]	91.0mm/h 降水時 の雨水流入量 [m ³ /s] a	排水可能流量※ [m ³ /s] b	雨水流入量に対する 排水可能流量の比 b/a
北側幹線 排水路	林地：13.95 裸地：37.79	10.37	30.82	2.9 (排水可能)
南側幹線 排水路	林地：63.29 裸地：22.03	13.02	35.17	2.7 (排水可能)

※林地開発許可申請書記載値（平成 26 年 10 月）