

島根原子力発電所 2 号炉

外部事象の考慮について

平成27年 7月 9日

中国電力株式会社

目 次

1. 設計基準において想定される自然現象及び人為事象の選定について
2. 自然現象の考慮
3. 人為事象の考慮
4. 自然現象の組合せについて

1. 設計基準において想定される自然現象及び人為事象の選定について

設計基準において想定される自然現象及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、「人為事象」という。）について選定を行った。

(1) 自然現象及び人為事象に係る外部ハザードの抽出

設置許可基準規則の解釈第6条2項及び8項において、「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。）」と「設計基準において想定される人為事象」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）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又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、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。

設計基準において想定される自然現象及び人為事象に係る外部ハザードについて網羅的に抽出するために国内外の基準等を収集しリストアップした。基準の選定に当たっては、国外の基準として、IAEAが原子力発電所に対するレベル1PRAの開発・適用のために発行したガイド「Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (IAEA, April 2010)」, 及び米国NEIが設計基準を超える外部事象が原子力発電所へもたらす課題に対処するために発行した手引き「DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06, August 2012)」を参考とした。また、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自然現象に係る外部ハザードを第1-1表に、人為事象に係る外部ハザードを第1-2表に示す。

なお、その他に「NUREG/CR-2300 PRA Procedure 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) 設計基準において想定される自然現象及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かった。

第1-1表 外部ハザードの抽出（自然現象）

No	外部事象	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	風（台風）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	竜巻	○	○	○	○	○	○	○		○
1-3	高温	○	○	○	○	○				○
1-4	低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-5	極限的な気圧	○								○
1-6	降雨（豪雨）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-7	積雪（豪雪）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-8	ひょう	○	○	○	○	○				○
1-9	もや	○								
1-10	霜	○	○	○	○	○				○
1-11	干ばつ	○	○	○	○	○				○
1-12	塩害，塩雲	○								○
1-13	砂嵐	○	○		○	○				○
1-14	落雷	○	○	○	○	○	○	○		○
1-15	隕石	○	○		○	○				○
1-16	地面の隆起	○		○						○
1-17	動物	○								○
1-18	火山（火山活動・降灰）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-19	雪崩	○	○	○	○	○				○
1-20	地滑り	○	○	○	○	○	○			○
1-21	地震	○	○	○	○	○	○	○		○
1-22	カルスト	○								○
1-23	地下水による浸食	○								
1-24	海岸浸食（水面下の浸食）	○	○		○	○				○
1-25	湖又は河川の水位低下	○	○		○	○				○
1-26	湖又は河川の水位上昇	○		○	○					
1-27	海水面低	○								○
1-28	海水面高	○		○						○
1-29	高水温（海水温高）	○								○
1-30	低水温（海水温低）	○		○						○
1-31	海底地滑り	○								
1-32	氷結（水面の凍結）	○	○		○	○				○
1-33	晶氷	○								○
1-34	氷壁	○								○
1-35	水中の有機物質	○								
1-36	生物学的事象		○			○	○	○		○
1-37	津波	○	○	○	○	○	○	○		○
1-38	太陽フレア，磁気嵐		○							○
1-39	洪水		○	○	○	○	○			○
1-40	濃霧		○		○	○				○
1-41	森林火災	○	○	○	○	○	○	○		○
1-42	草原火災		○							○
1-43	満潮		○		○	○				○
1-44	ハリケーン		○		○	○				
1-45	河川の迂回		○		○	○				○
1-46	静振		○	○	○	○				○

No	外部事象	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-47	陥没		○	○						○
1-48	高潮		○	○	○	○				○
1-49	波浪		○	○	○	○				○
1-50	土石流			○						○
1-51	土砂崩れ（山崩れ，崖崩れ）			○						
1-52	泥湧出			○						
1-53	水蒸気，熱湯噴出			○						○
1-54	土壌の収縮又は膨張		○	○	○	○				○
1-55	毒性ガス		○	○	○	○				○

第1-2表 外部ハザードの抽出（人為事象）

No	外部事象	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	船舶から放出される固体液体不純物	○								○
2-2	水中への化学物質の流出	○								
2-3	船舶の衝突（船舶事故）	○	○				○	○		○
2-4	交通機関（航空機を除く）の事故による爆発	○	○		○	○				○
2-5	交通機関（航空機を除く）の事故による化学物質流出	○	○							○
2-6	爆発（発電所外）	○					○	○		○
2-7	化学物質流出（発電所外）	○								○
2-8	発電所内貯蔵の化学物質流出	○	○		○	○				
2-9	パイプライン事故（爆発，化学物質流出）	○	○		○	○				
2-10	軍事施設からのミサイル	○								
2-11	掘削工事	○								
2-12	他ユニットからの火災	○								
2-13	他ユニットからのタービンミサイル	○								
2-14	他ユニットからの内部溢水	○								
2-15	人工衛星の落下	○	○			○				○
2-16	飛来物（航空機事故）	○	○		○	○	○	○	○	○
2-17	電磁的障害	○					○	○		○
2-18	ダム崩壊	○					○	○		○
2-19	工業施設又は軍事施設事故（爆発，化学物質放出）		○		○	○				○
2-20	タービンミサイル		○		○	○	○	○		
2-21	有毒ガス		○		○	○	○	○		
2-22	内部溢水				○	○	○	○		
2-23	外部火災（近隣工場等の火災）				○		○	○		○

[外部ハザードを抽出した文献等]

- ① Specific Safety Guide No.SSG-3 “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants” , IAEA, April 2010
- ② NEI-12-06[Rev.0] “DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE” , NEI, August 2012)
- ③ 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998年4月
- ④ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE” , NRC, January 1983
- ⑤ 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” , ASME/ANS, February 2009
- ⑥ 「実用発電用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の解釈」 (制定：平成25年6月19日)
- ⑦ 「実用発電用原子炉及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)
- ⑧ NEI-06-12 “B. 5. b Phase2&3 Submittal Guideline” , NEI, December 2006 -2011.5 NRC 公表
- 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) 設計において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及び人為事象の選定

(1)で網羅的に抽出した外部ハザードについて、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。）及び人為事象を選定するため、敷地の自然環境や敷地及び敷地周辺の状況を考慮し、海外での評価手法*を参考とした第1-3表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。

第1-3表 考慮すべき事象の除外基準

項目	内容
基準A	当該原子炉施設に影響を及ぼすほど接近した場所に発生しない。 (例：砂嵐)
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。(例：海岸浸食)
基準C	当該原子炉施設の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であり、プラントの安全性が損なわれることはない。(例：濃霧)
基準D	影響が他の事象に包含される。(例：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：隕石)
基準F	第六条（外部からの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事象，または故意の人為事象等であって第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）の対象外の事象。(例：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 Application”, ASME/ANS, February 2009

(3) 設計基準において想定される自然現象及び人為事象の選定結果

(2)で検討した除外基準に基づき、設計基準において想定される自然現象及び人為事象を選定した結果を第1-4表及び第1-5表に示す。

第6条に該当する「設計基準において想定される自然現象」として、以下の12事象を選定した。

- ・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
- ・高潮

また、「設計基準において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
- ・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

第1-4表 設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部事象	除外基準	選定	考 え 方
1-1	風（台風）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-2	竜巻	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-3	高温	C	×	長期的には気温変化は緩慢であること、建物内機器は海水をヒートシンクとして冷却することなどから、安全施設の機能に影響を及ぼす可能性は低いことから除外する。
1-4	低温（凍結）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-5	極限的な気圧	D	×	竜巻評価として気圧差による荷重を考慮するため、「竜巻」による影響評価（気圧差による荷重）に包含される。
1-6	降雨（豪雨）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-7	積雪（豪雪）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-8	ひょう	D	×	ひょうによる衝撃荷重については、「竜巻」による影響評価において、鋼製材等の飛来物による衝撃荷重を考慮することから、これに包含される。 ひょうの堆積による影響については、ひょうが主に初夏に極短時間起こる気象事象であることから、「積雪」の影響評価に包含される。
1-9	もや	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-10	霜	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-11	干ばつ	C	×	海水をヒートシンクとして冷却することなどから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-12	塩害、塩雲	B	×	腐食の進展は遅く、十分な管理が可能である。 なお、塩害については、屋外設備等に対する塗装施工により、直接の海塩粒子の付着を防止している。 また、塩雲については、発電所付近には塩湖がないため発生しない。
1-13	砂嵐	A	×	発電所周辺には砂漠がないため発生しない。 なお、黄砂については、空調換気設備の外気取入口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、容易に清掃又は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。
1-14	落雷	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-15	隕石	E	×	安全施設の機能に影響を及ぼす隕石等の衝突は、極低頻度な事象であることから除外する。
1-16	地面の隆起	D	×	地盤の脆弱性に係る影響であるため、「地震」（地盤）による影響評価に包含される。
1-17	動物	D	×	小動物を生物学的事象として考慮するため、「生物学的事象」による影響評価に包含される。
1-18	火山（火山活動・降灰）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-19	雪崩	A	×	発電所周辺の地形から、積雪荷重以上の影響がある雪崩が発生することはない。
1-20	地滑り	—	○	地域の特性を踏まえ評価対象とする。
1-21	地震	F	×	設置許可基準規則第四条（地震による損傷の防止）にて評価する。
1-22	カルスト	A	×	発電所周辺にはカルスト地形はない。

No.	外部事象	除外基準	選定	考 え 方
1-23	地下水による浸食	A	×	発電所周辺には地下水による浸食を受ける岩質はない。
1-24	海岸浸食（水面下の浸食）	B	×	海岸の浸食は進展が遅く十分に管理でき、補強工事等により侵食を食い止めることができることから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-25	湖又は河川の水位低下	A	×	発電所周辺には、発電所に影響を及ぼす湖又は河川がないこと、海水をヒートシンクとして冷却することから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-26	湖又は河川の水位上昇	A	×	発電所周辺には、発電所に影響を及ぼす湖又は河川がない。
1-27	海水面低	D	×	影響は津波と同様と考えられるため、「津波」の影響評価に包含される。
1-28	海水面高	D	×	影響は津波と同様と考えられるため、「津波」の影響評価に包含される。
1-29	高水温（海水温高）	C	×	長期間継続することはない、長期的には水温上昇は緩慢であることから、出力低下等の措置を講じることができるため、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-30	低水温（海水温低）	C	×	海水温の低下が安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。 また、発電所周辺では取水源（海水）が凍結することはない。
1-31	海底地滑り	D	×	影響は津波と同様と考えられるため、「津波」の影響評価に包含される。
1-32	氷結（水面の凍結）	A	×	発電所周辺では取水源（海水）が凍結しないことから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-33	晶氷	A	×	発電所周辺では取水源（海水）に晶氷は発生しないことから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-34	氷壁	D	×	影響は凍結と同じと考えられるため、「低温（凍結）」による影響評価に包含される。
1-35	水中の有機物質	D	×	クラゲ等の海生生物を生物学的事象として考慮するため、「生物学的事象」の影響評価に包含される。
1-36	生物学的事象	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-37	津波	F	×	設置許可基準規則第五条（津波による損傷の防止）にて評価する。
1-38	太陽フレア、磁気嵐	C	×	太陽フレアによる磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが、日本では、磁気緯度、大地抵抗率の条件から地磁気変動が電力系統に影響を及ぼす可能性は極めて小さく、その影響は欧米に比べて無視しうる程度であるため除外する。 また、太陽フレアによる電磁的障害については、上記の通りわが国における影響は極めて小さいことを鑑みれば、安全保護回路等には、落雷や電磁波対策を行い、鋼製筐体に収納され、遮蔽されていることから、これらの対策に包含される。 なお、これまで国内で問題になったことはない。
1-39	洪水	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-40	濃霧	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-41	森林火災	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-42	草原火災	D	×	「森林火災」による影響評価に包含される。

No.	外部事象	除外基準	選定	考 え 方
1-43	満潮	D	×	津波評価において朔望平均満潮位を考慮しており、「津波」による影響評価に包含される。
1-44	ハリケーン	D	×	台風と同一の気象現象であるため、「風（台風）」による影響評価に包含される。
1-45	河川の迂回	A	×	発電所周辺には、発電所に影響を及ぼす河川がないこと、海水をヒートシンクとして冷却することから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。
1-46	静振	D	×	港湾・湖沼の固有振動による水面の波打ち挙動、波浪等は、「津波」による影響評価に包含される。
1-47	陥没	D	×	地盤の脆弱性に係る影響であるため、「地震」（地盤）による影響評価に包含される。
1-48	高潮	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
1-49	波浪	D	×	影響は津波と同様と考えられるため、「津波」の影響評価に包含される。
1-50	土石流	D	×	土石流を地滑りの評価で考慮するため、「地滑り」による影響評価に包含される。
1-51	土砂崩れ（山崩れ，崖崩れ）	D	×	地盤の脆弱性に係る影響であるため、「地震」（地盤）による影響評価に包含される。
1-52	泥湧出	D	×	地盤の脆弱性に係る影響であるため、「地震」（地盤）による影響評価に包含される。
1-53	水蒸気，熱湯噴出	D	×	火山事象により発生する事象であるため、「火山」による影響評価に包含される。なお，発電所周辺には，発電所に影響を及ぼす範囲に火山がないため，水蒸気，熱湯の影響はない。
1-54	土壌の収縮又は膨張	D	×	地盤の脆弱性に係る影響であるため、「地震」（地盤）による影響評価に包含される。
1-55	毒性ガス	D	×	火山事象により発生する事象であるため、「火山」による影響評価に包含される。なお，発電所周辺には，発電所に影響を及ぼす範囲に火山がないため，毒性ガスの影響はない。

第1-5表 設計基準において想定される人為現象の選定結果

No.	外部事象	除外基準	選定	考え方
2-1	船舶から放出される固体液体不純物	D	×	重油流出事故を船舶の衝突として考慮するため、「船舶の衝突（船舶事故）」による影響評価に包含される。
2-2	水中への化学物質の流出	A	×	発電所周辺に化学プラントは立地していないことから除外する。
2-3	船舶の衝突（船舶事故）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
2-4	交通機関（航空機を除く）の事故による爆発	D	×	影響は爆発と同じと考えられるため、「爆発（発電所外）」による影響評価に包含される。
2-5	交通機関（航空機を除く）の事故による化学物質流出	D	×	影響は有毒ガスと同じと考えられるため、「有毒ガス」による影響評価に包含される。
2-6	爆発（発電所外）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
2-7	化学物質流出（発電所外）	D	×	影響は有毒ガスと同じと考えられるため、「有毒ガス」の影響評価に包含される。
2-8	発電所内貯蔵の化学物質流出	C	×	化学薬品は適切に管理しているが、仮に流出した場合でも堰等により薬品の拡散防止が図られていることから除外する。
2-9	パイプライン事故（爆発、化学物質流出）	A	×	発電所周辺にパイプラインはないことから除外する。
2-10	軍事施設からのミサイル	A	×	発電所から東方向約22kmに航空自衛隊美保基地があるが、輸送航空隊の基地であり、射撃訓練区域の設定はないことから除外する。
2-11	掘削工事	A	×	敷地内での掘削工事は管理されている。また、敷地外での掘削は離隔距離が確保されており、発電所に影響を与えないことから除外する。
2-12	他ユニットからの火災	F	×	設置許可基準規則第八条（火災による損傷の防止等）にて評価する。
2-13	他ユニットからのタービンミサイル	F	×	設置許可基準規則第十二条（安全施設）にて評価する。
2-14	他ユニットからの内部溢水	F	×	設置許可基準規則第九条（溢水による損傷の防止等）にて評価する。
2-15	人工衛星の落下	E	×	安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。
2-16	飛来物（航空機事故）	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
2-17	電磁的障害	—	○	設備の特性を踏まえて評価対象とする。
2-18	ダムの崩壊	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。

No.	外部事象	除外基準	選定	考 え 方
2-19	工業施設又は 軍事施設事故 (爆発, 化学 物質放出)	D	×	影響は爆発又は有毒ガスと同じと考えられるため, 「爆発(発電所外)」又は「有毒ガス」の影響評価に包含される。
2-20	タービンミサ イル	F	×	設置許可基準規則第十二条(安全施設)にて評価する。
2-21	有毒ガス	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。
2-22	内部溢水	F	×	設置許可基準規則第九条(溢水による損傷の防止等)にて評価する。
2-23	外部火災(近 隣工場等の火 災)	—	○	地域特性を踏まえて評価対象とする。

<参考>

設計基準において想定される自然現象の抽出，評価フロー

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

第1-1表 外部ハザードの抽出（自然現象）

No	外部事象	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	風（台風）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-2	竜巻	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-3	高温	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-4	低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-5	極限的な気圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-6	降水（豪雨）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-7	積雪（豪雪）	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-8	ひょう	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- [外部ハザードを抽出した文献等]
- ① Specific Safety Guide No. SSG-3 “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
 - ② NEI-12-06[Rev. 0] “DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE”, NEI, August 2012
 - ③ 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998年4月
 - ④ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”, NRC, January 1983
 - ⑤ 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”, ASME/ANS, February 2009
 - ⑥ 「実用発電用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の解釈」（制定：平成25年6月19日）
 - ⑦ 「実用発電用原子炉及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）
 - ⑧ NEI-06-12 “B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline”, NEI, December 2006 ~2011.5 NRC 公表
 - 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

敷地の自然現象等を考慮し，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

第1-3表 考慮すべき事象の除外基準

項目	内容
基準A	当該原子炉施設に影響を及ぼすほど接近した場所に発生しない。（例：砂嵐）
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。（例：海岸浸食）
基準C	当該原子炉施設の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であり，プラントの安全性が損なわれることはない。（例：濃霧）
基準D	影響が他の事象に含まれる。（例：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：隕石）
基準F	第六条（外部からの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事象，または故意の人為事象等であって第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）の対象外の事象。（例：軍事施設からのミサイル）

第1-4表 設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部事象	除外基準	選定	考え方
1-1	風（台風）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
1-2	竜巻	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
1-3	極高温	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼす可能性は低いことから除外する。
1-4	極低温（凍結）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
1-5	極限的な気圧	D	×	「竜巻」による影響評価（気圧差による荷重）に含まれる。
1-6	降水（豪雨）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
1-7	積雪（暴風雪）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
1-8	ひょう	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼす可能性は低いことから除外する。
1-9	もや	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼす可能性は低いことから除外する。
1-10	霜	C	×	安全施設の機能に影響を及ぼす可能性は低いことから除外する。

設計基準において想定される自然現象として，12事象を選定

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・洪水 ・風（台風） ・竜巻 ・凍結 ・降水 ・積雪 | <ul style="list-style-type: none"> ・落雷 ・地滑り ・火山 ・生物学的事象 ・森林火災 ・高潮 |
|---|---|

設計基準において想定される人為事象の抽出，評価フロー

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

第1-2表 外部ハザードの抽出（人為事象）

No	外部事象	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	船舶から放出される固体液体不純物	○								○
2-2	水中への化学物質の流出	○								○
2-3	船舶の衝突（船舶事故）	○	○				○	○		○
2-4	交通機関（航空機を除く）の事故による爆発	○	○		○	○				○
2-5	交通機関（航空機を除く）の事故による化学物質流出	○	○							○
2-6	爆発（プラント外）	○								○

- [外部ハザードを抽出した文献等]
- ① Specific Safety Guide No. SSG-3 “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010
 - ② NEI-12-06[Rev.0] “DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE”, NEI, August 2012
 - ③ 「日本の自然災害」国会資料編纂会 1998年4月
 - ④ NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”, NRC, January 1983
 - ⑤ 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”, ASME/ANS, February 2009
 - ⑥ 「実用発電用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の解釈」（制定：平成25年6月19日）
 - ⑦ 「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成25年6月19日）
 - ⑧ NEI-06-12 “B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline”, NEI, December 2006 -2011.5 NRC 公表
 - 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

敷地の自然現象等を考慮し，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

第1-3表 考慮すべき事象の除外基準

項目	内容
基準A	当該原子炉施設に影響を及ぼすほど接近した場所に発生しない。（例：砂嵐）
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。（例：海岸浸食）
基準C	当該原子炉施設の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であり，プラントの安全性が損なわれることはない。（例：濃霧）
基準D	影響が他の事象に含まれる。（例：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：隕石）
基準F	第六条（外部からの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事象，または故意の人為事象等であって第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）の対象外の事象。（例：軍事施設からのミサイル）

第1-5表 設計基準において想定される人為現象の選定結果

No.	外部事象	除外基準	選定	考え方
2-1	船舶から放出される固体液体不純物	D	×	「船舶の衝突（船舶事故）」による影響評価に包含される。
2-2	水中への化学物質の流出	A	×	プラント周辺には化学プラントはないことから除外する。
2-3	船舶の衝突（船舶事故）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
2-4	交通事故（化学物質流出含む）	D	×	「有毒ガス」による影響評価に包含される。
2-5	自動車又は船舶の爆発	D	×	「爆発（プラント外での爆発）」による影響評価に包含される。
2-6	爆発（プラント外での爆発）	—	○	プラントへの影響評価を実施する。
2-7	プラント外での化学物質の流出	A	×	プラント周辺には化学プラントはないことから除外する。
2-8	サイト貯蔵の化学物質の流出	D	×	「有毒ガス」による影響評価に包含される。
2-9	パイプライン事故（ガスなど）	A	×	プラント周辺には石油や天然ガスを運ぶためのパイプラインはないことから除外する。
2-10	軍事施設からのミサイル	F	×	故意の人為事象であることから除外する。

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
- ・ 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

島根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. 設計基準において想定される自然現象及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又は相関的に起こり得る事象があるものに関しては、合わせて設計方針を記載する。

(1) 洪水

島根原子力発電所設置変更許可申請（昭和56年8月18日申請）の適合のための設計方針に同じ。

島根原子力発電所の敷地の南方約2kmのところ、佐陀川（斐伊川水系、1級河川）があり、南方約7kmのところ、宍道湖（斐伊川水系、1級河川）がある。敷地の北側は日本海に面し、他の三方は標高150m程度の山に囲まれており、敷地が佐陀川及び宍道湖による洪水の被害を受けることはない（第2-1図参照）。

なお、浸水想定区域図^{※1}によると、宍道湖が概ね150年に1回程度起こる大雨^{※2}により氾濫したとしても、島根原子力発電所に影響が及ばないことを確認している（第2-2図参照）。

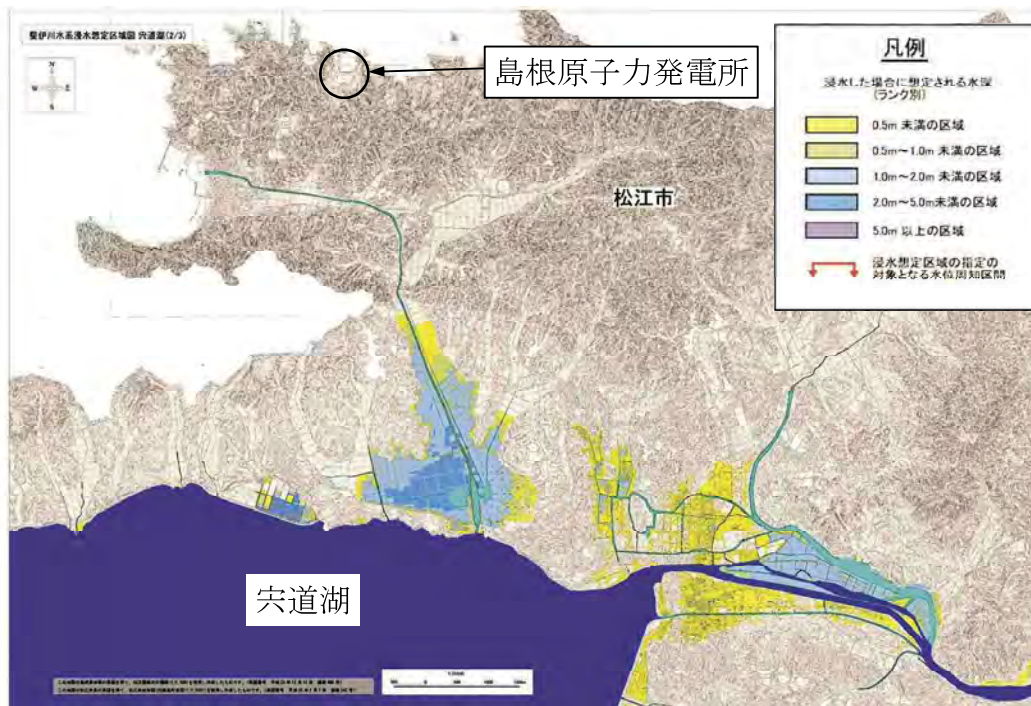
以上より、敷地が洪水による被害を受けることはないと考えられる。

※1 国土交通省 中国地方整備局

※2 宍道湖の洪水防御に関する計画の基本となる降雨（2日間総雨量399mm）



第2-1図 島根原子力発電所敷地周辺の地形



第2-2図 浸水想定区域図

(2) 風（台風）

島根原子力発電所設置変更許可申請（昭和56年8月18日申請）の適合のための設計方針に同じ。

敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台での観測記録（1941～2012年）によれば、最大風速は28.5m/s（1991年9月27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、地方毎に過去の台風の記録に基づき定められた基準風速及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があるが、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、台風と落雷は個別に安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

さらに、台風に伴い高潮の発生が生じると考えられるが、安全施設は、台風における高潮においても影響を受けることのない敷地高さに設置し、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、最大風速100m/sの竜巻が発生した場合においても、安全機能を損なわないように、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝突荷重を組み合わせた荷重等に対して竜巻防護施設を設計するとともに、必要に応じて以下の飛来物の発生防止対策及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。

- ・飛来物となる可能性のあるものを固縛，建物内収納又は撤去する。
- ・竜巻防護施設へ影響を及ぼす資機材及び車両については，固縛，固定又は竜巻防護施設から離隔する。

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及び竜巻防護ネット，防護壁等により竜巻防護施設を防護し構造健全性を維持する設計とする。
- ・竜巻防護施設以外の安全施設について安全機能を維持できない場合には，代替設備又は予備品の確保，損傷した場合の取替又は補修が可能な設計とする。

また，竜巻の発生に伴い，雹の発生も考えられるが，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

島根原子力発電所設置変更許可申請（昭和56年8月18日申請）の適合のための設計方針に同じ。

敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台での観測記録（1941～2012年）によれば，最低気温は -8.7°C （1977年2月19日）である。

安全施設のうち屋外機器で凍結のおそれのあるものは，凍結防止保温や凍結防止ヒータにて凍結防止対策を施すことにより，安全機能を損なうおそれがない設計としている。

(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。

敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台での観測記録（1941～2012

年)によれば、日最大1時間降水量は77.9mm(1944年8月25日)である。

安全施設は、降水に対して、構内排水施設を設けて海域に排水し、安全上重要な設備について、浸水防護措置を行い、安全機能を損なうことがない設計としている。

(6) 積雪

島根原子力発電所設置変更許可申請(昭和56年8月18日申請)の適合のための設計方針に同じ。

敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台での観測記録(1941~2012年)の最大積雪深さ100cm(1971年2月4日)である。

積雪荷重は、建築基準法に基づき、垂直積雪量から積雪荷重を設定し、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うおそれがない設計としている。

(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を超える排気筒・各建物等へ日本工業規格(JIS)に準拠した避雷設備を設置するとともに、接地網の布設により、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ことから、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

(8) 地滑り

島根原子力発電所設置変更許可申請(昭和56年8月18日申請)の適合のための設計方針に同じ。

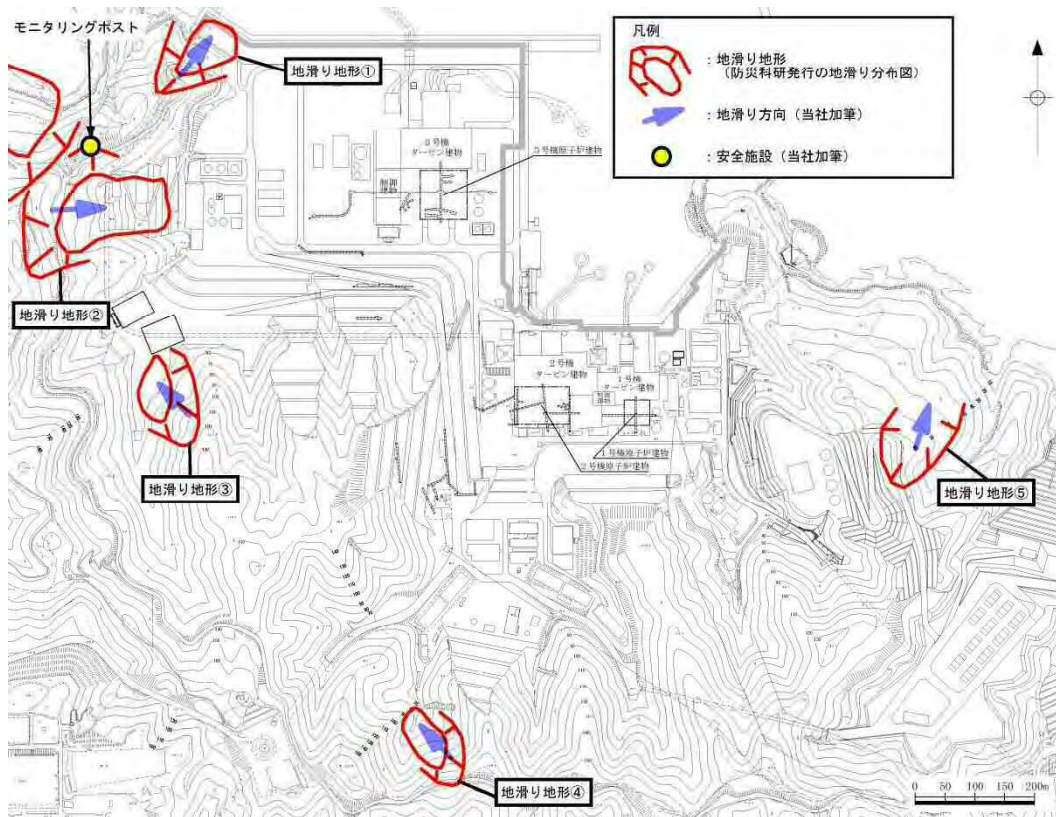
地すべり地形分布図^{※3}及び土石災害危険箇所図^{※4}によると、島根原子力発電所周辺の地滑り地形は第2-3図、土石流危険渓流は第2-4図に示すとおりであり、この地滑り及び土石流に対して、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。

敷地内において地滑り地形に設定されている箇所にある安全施設については、代替設備により対応可能な設計としていることから、安全施設の安全機能に影響を与えるおそれはない。

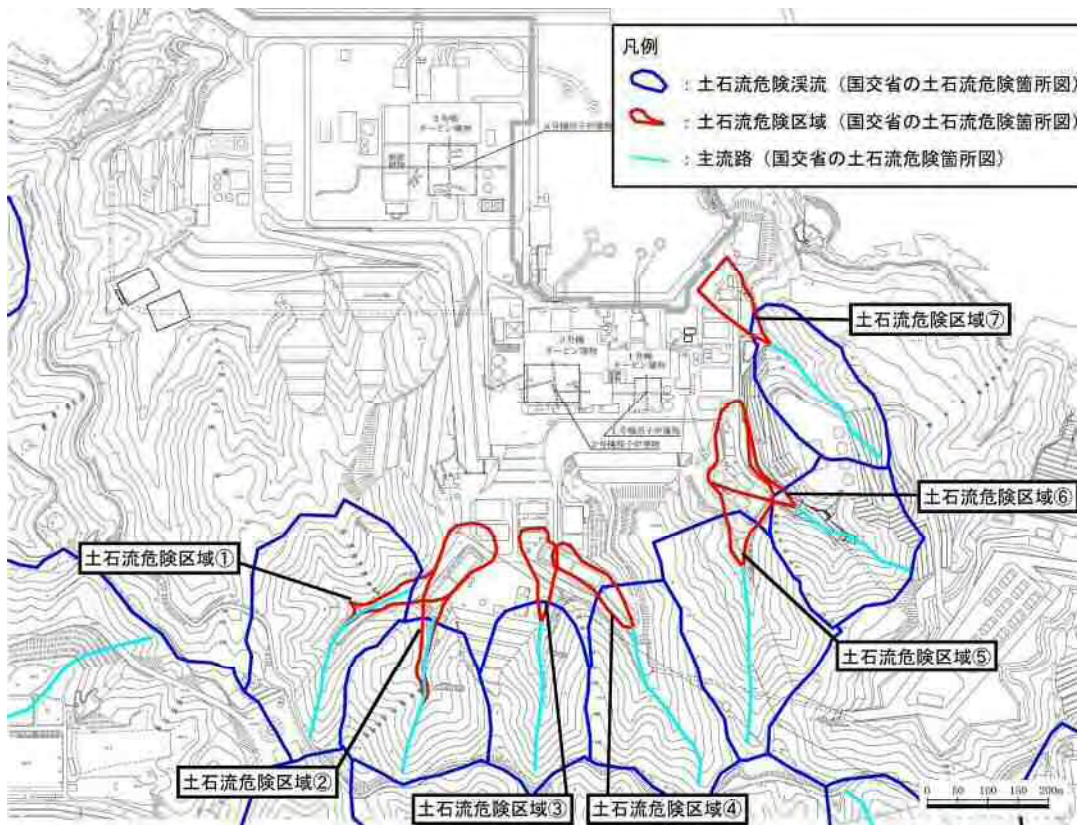
敷地内において土石流危険区域に設定されている箇所については、図上調査及び地表地質踏査により、流域面積、地質、山腹の状況等を確認した結果、土石流は発生しないと考えられることから、安全施設の安全機能に影響を与えるおそれはない。

※3 独立行政法人防災科学技術研究所発行

※4 国土交通省国土政策局発行



第2-3図 地滑り地形分布図



第2-4図 土石流危険区域等分布図

(9) 火山

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。

将来の活動可能性が否定できない火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を考慮して抽出した発電所の安全機能に影響を与える可能性のある火山事象は降下火砕物のみであり、三瓶山及び大山を対象とした文献調査、火山灰シミュレーション結果、現地調査結果等より、層厚30cm、密度 0.7g/cm^3 （乾燥状態）～ 1.5g/cm^3 （湿潤状態）の降下火砕物を考慮する。

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・電気系及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難い設計とし、侵入しても閉塞及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空調換気系が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空調換気設備外気取入口のフィルタの取替、清掃、中央制御室の空調換気系の再循環運転、海水ストレーナの清掃、必要な保守・点検等ができる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。

b. 間接的影響に対する設計

降下火砕物の間接的影響である外部電源喪失及び発電所外の交通途絶の発生に対し、原子炉及び燃料プールの安全性を損なわないように、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。

また、火山の噴火により地震及び津波の発生が考えられるが、「添付書類六 6. 津波」及び「7. 火山」に示すとおり、火山による津波及び地震が敷地に及ぼす影響はない。

(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及び小動物の侵入を想定する。原子炉補機冷却系の海水系等に影響を与える海生生物等を除塵装置によ

り除去し、生物学的影響による安全施設の安全機能を損なうおそれがない設計としている。

クラゲの除去については、クラゲの捕獲に伴い、除塵装置のスクリーン後に水位差が生じ、水位差が一定以上に大きくなると、レイキ付バースクリーン及びロータリースクリーンが自動起動し、捕獲されたクラゲを除去する運用としている。

除塵装置を通過する貝等の海生生物については、海水ストレーナや海水電解装置により、原子炉補機冷却系熱交換器や復水器等への影響を防止する設計としている。さらに定期的に開放点検、清掃ができるよう点検口等を設ける設計としている。

なお、運転手順として、クラゲの襲来により循環水ポンプの取水機能へ影響が生じる場合は、必要に応じ原子炉出力抑制、原子炉停止の手順を整備している。

また、小動物の侵入については、屋外設置の端子箱貫通部等にはシールを行うことにより、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、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約21mの防火帯幅を確保すること等により安全施設の安全機能を損なうことがない設計とする。

また、ばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を取り込む空調系統、外気を設備内に取り込む機器及び室内の空気を取り込む機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することで安全施設の安全機能を損なうことがない設計とする。

(12) 高潮

島根原子力発電所設置変更許可申請（昭和56年8月18日申請）の適合のための設計方針に同じ。

本地点近傍で観測された潮位は、最高潮位（H.H.W.L）東京湾平均海面（以下「T.P.」という。）+1.12m（2003年9月13日）である。

安全施設は、高潮により影響を受けることのない敷地高さ（T.P.+8.5m以上）に設置し、安全機能を損なうことが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又は設備等（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。