

島根県調査結果との比較

島根県は平成13年に土石流危険渓流の現地調査（以下「島根県調査結果」）を実施している。

現地調査結果と島根県調査結果の比較の詳細を図-1～図-5に示す。なお、島根県は土石流危険渓流①及び土石流危険渓流②の調査を実施していない。

[土石流危険溪流③付近]

		島根県	現地調査
調査位置図		<p>凡例 〃 : 溪流 〃 : 島根県の横断測線及び測線名 I-1</p>	<p>凡例 〃 : 土石流危険溪流 (土石流調査結果) 〃 : 流域 〃 : 0次谷 〃 : 1次谷 〃 : 2次谷 〃 : 深溝名 〃 : 横断測線位置及び測線名 〃 : 基準点位置</p>
		<p>島根県 (I-1)</p>	<p>現地調査 (横断測線 A-5)</p>
現地写真・スケッチ			
備考		<p>幅 : 3m 深さ : 1.5m 断面積 : 4.5 m²</p>	<p>平均侵食幅 : 5m 平均侵食深 : 1.0m 侵食可能断面積 : 5 m²</p>
相違点	<p>・島根県調査結果と比較し、現地調査結果の侵食幅は大きく、侵食深は小さいが侵食可能断面積はほぼ同等である。</p> <p>・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。</p>		

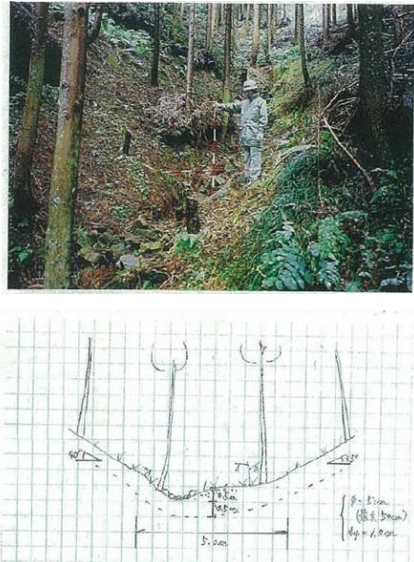
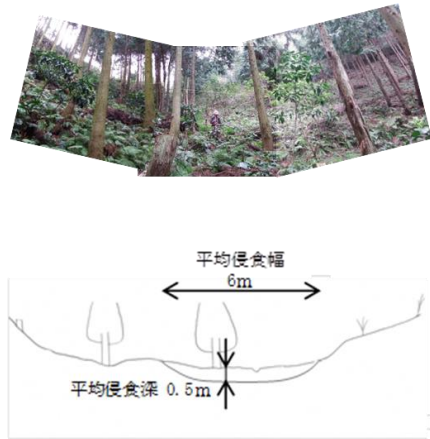
	島根県 (I-2)	現地調査 (横断測線A-1)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 5m 深さ : 1.0m 断面積 : 4.5 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 0.5m 侵食可能断面積 : 3 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果の侵食幅は大きい。 ・現地調査の横断測線は上流側の不明瞭な谷地形 (0次谷) であるため、侵食深が小さい。 	

図-1 島根県調査結果との比較 (土石流危険溪流③)

[土石流危険溪流④付近]

		島根県	現地調査
調査位置図		<p>凡例 ④ : 溪流 I-1 : 島根県の横断測線及び測線名</p>	<p>凡例 ○ : 土石流危険渓流 (土石流調査結果) 〇 : 流域 〇 : 0次谷 〇 : 1次谷 〇 : 2次谷 A-1 : 溪流名 I-1 : 横断測線位置及び測線名 ● : 基準点位置</p>
現地写真・スケッチ	島根県 (I-1)		
	備考	幅 : 8m 深さ : 1.5m 侵食可能断面積 : 12 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 1.3m 侵食可能断面積 : 7.8 m ²
相違点	・島根県調査結果と比較し、渓床全体を土石流が流れることはない判断したことから、現地調査結果の侵食幅は小さい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。		

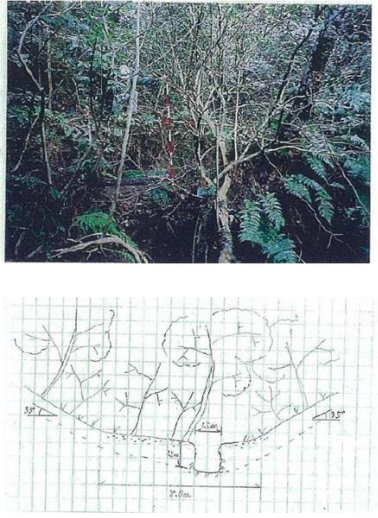
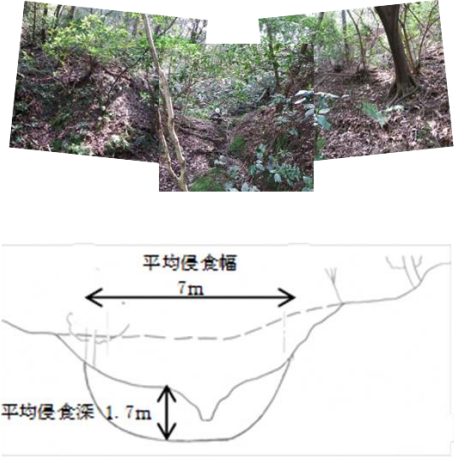
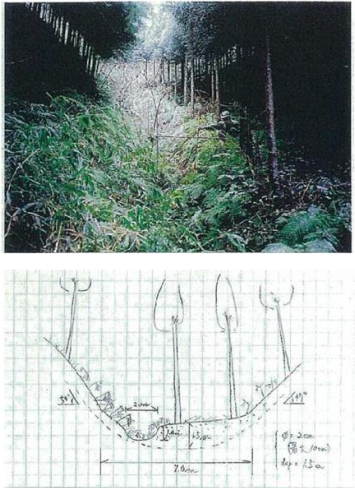
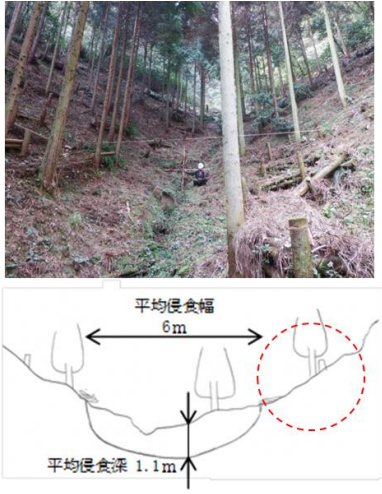
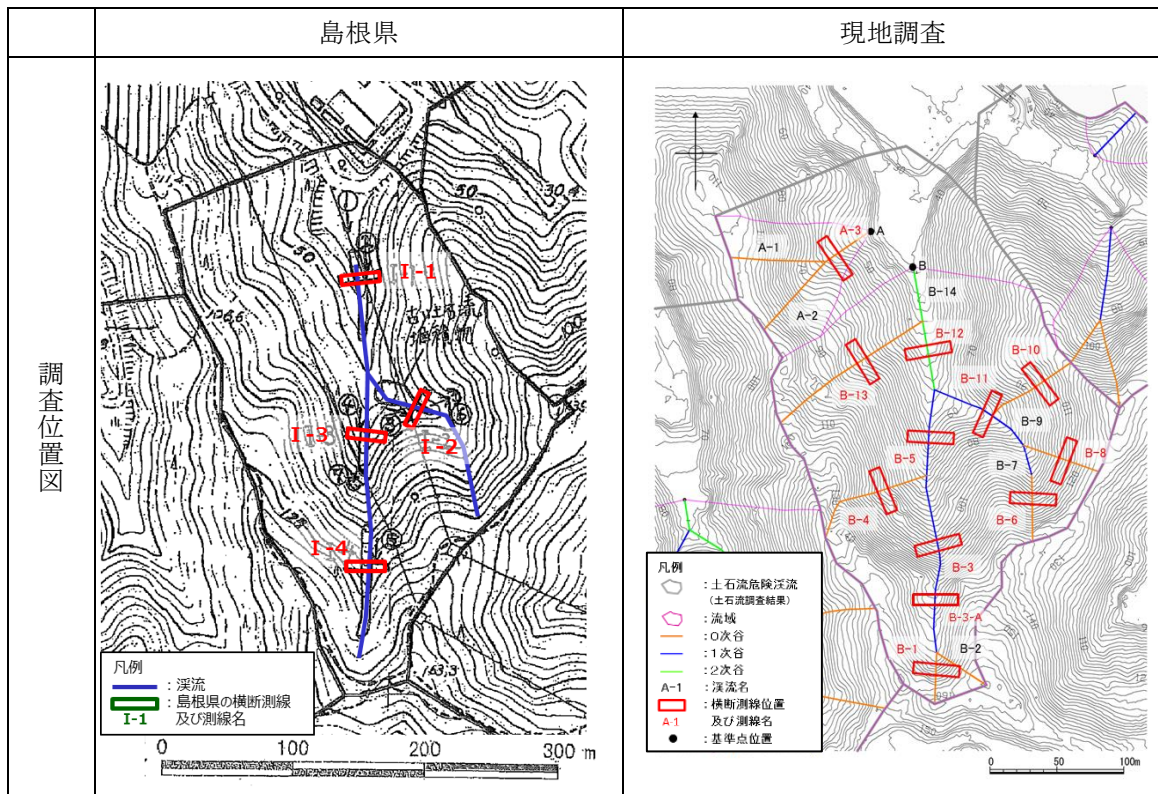
	島根県 (I-2)	現地調査 (横断測線B-4)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 8m 深さ : 1.5m 侵食可能断面積 : 12 m ²	平均侵食幅 : 7m 平均侵食深 : 1.7m 侵食可能断面積 : 11.9 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果の侵食幅は小さく、侵食深は大きい、侵食可能断面積はほぼ同じである。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	
	島根県 (I-3)	現地調査 (横断測線A-2)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 9m 深さ : 1.5m 侵食可能断面積 : 13.5 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 1.1m 侵食可能断面積 : 6.6 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果においては、左岸斜面が急な箇所（赤丸部）は、堆積物（表土）は薄く侵食されにくいと判断したこと、また、直線的な溪床で、ガリーを中心とした侵食が予想されることから侵食幅が小さい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	

図-2 島根県調査結果との比較 (土石流危険溪流④)

[土石流危険溪流⑤付近]



	島根県 (I-1)	現地調査 (横断測線 B-12)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 10m 深さ : 1.5m 侵食可能断面積 : 15 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 2.9m 侵食可能断面積 : 17.4 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> 島根県調査結果と比較し、現地調査結果においては、右岸の高くなっている所（赤丸部）は、洗掘した形跡が確認できず、樹木が整然と配列しており侵食されにくいと判断したこと、また、直線的な溪床で、ガリーを中心とした侵食が予想されることから侵食幅が小さい。 現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	

	島根県 (I-2)	現地調査 (横断測線B-11)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 15m 深さ : 2.0m 侵食可能断面積 : 30 m ²	平均侵食幅 : 8m 平均侵食深 : 2.9m 侵食可能断面積 : 23.2 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果においては、左岸側には表流水が認められ、左岸のガリーを中心とした侵食が予想される。 ・右岸の高くなっている所(赤丸部)は、現在は通路が設置され、通路脇に小規模の洗掘跡が認められるものの、堆積物(表土)は薄く侵食されにくいと判断した。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	
	島根県 (I-3)	現地調査 (横断測線B-5)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 5m 深さ : 4.0m 侵食可能断面積 : 20 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 1.7m 侵食可能断面積 : 10.2 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果においては、巨礫による閉塞は局所的なものであることから、閉塞されていないところを代表的な横断測線としている。 ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果の侵食幅は大きい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	

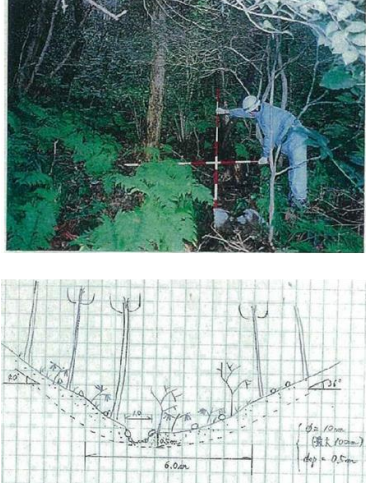
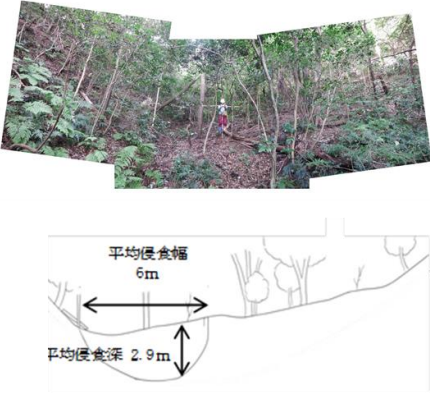
	島根県 (I-4)	現地調査 (横断測線B-3-A)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 6m 深さ : 0.5m 侵食可能断面積 : 3 m ²	平均侵食幅 : 6m 平均侵食深 : 2.9m 侵食可能断面積 : 17.4 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果の侵食幅は同じで侵食深は大きい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	

図-3 島根県調査結果との比較 (土石流危険溪流⑤)

[土石流危険渓流⑥付近]

		島根県	現地調査
調査位置図		<p>凡例 深流 島根県の横断測線及び測線名 I-1</p>	<p>凡例 土石流危険渓流 (土石流調査結果) 流域 0次谷 1次谷 2次谷 A-1 : 深流名 横断測線位置及び測線名 A-1 : 横断測線位置及び測線名 ● : 基準点位置</p>
		<p>島根県 (I-1)</p>	<p>現地調査 (横断測線C-1)</p>
現地写真・スケッチ			
備考		幅 : 6m 深さ : 0.2m 侵食可能断面積 : 1.2 m ²	平均侵食幅 : 9m 平均侵食深 : 3.1m 侵食可能断面積 : 27.9 m ²
相違点		・島根県の調査位置は、現在人工改変（敷地造成）されており、当社調査地点は下流側にあたる。 ・島根県調査結果と比較し、現地調査結果は侵食幅及び侵食深が大きい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。	

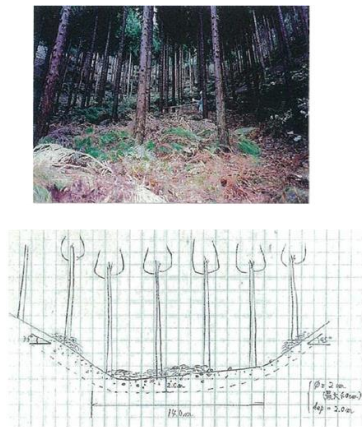
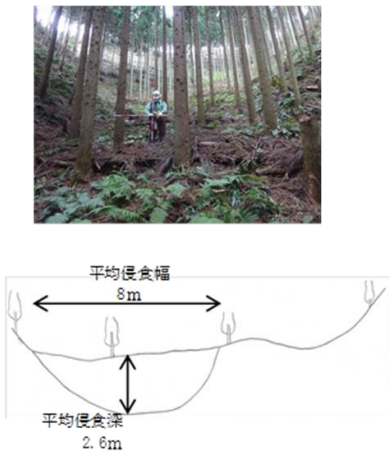
	島根県 (I-2)	現地調査 (横断測線B-5)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 14.0m 深さ : 2m 侵食可能断面積 : 28 m ²	平均侵食幅 : 8m 平均侵食深 : 2.6m 侵食可能断面積 : 20.8 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県調査結果と比較し、溪床全体を土石流が流れることはないと判断したことから、現地調査結果の侵食幅は小さい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	

図-4 島根県調査結果との比較 (土石流危険溪流⑥)

[土石流危険渓流⑦付近]

		島根県	現地調査
調査位置図		<p>凡例 〇 : 土石流危険渓流 (土石流調査結果) 〇 : 流域 〇 : 1次谷 〇 : 2次谷 A-1 : 渓流名 A-1 : 横断測線位置 A-1 : 及び測線名 ● : 基準点位置</p>	<p>凡例 〇 : 土石流危険渓流 (土石流調査結果) 〇 : 流域 〇 : 1次谷 〇 : 2次谷 A-1 : 渓流名 A-1 : 横断測線位置 A-1 : 及び測線名 ● : 基準点位置</p>
	現地写真・スケッチ		<p>横断測線 A-3 で代表させている。</p>
備考	<p>幅 : 5m 深さ : 1.0m 侵食可能断面積 : 5 m²</p>		
相違点			

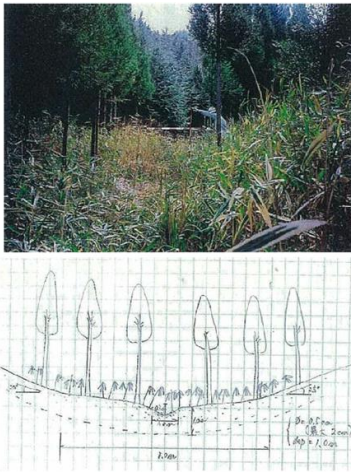

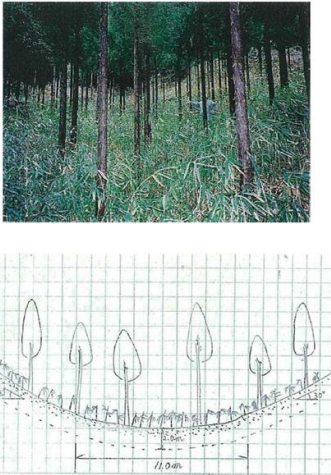
	島根県 (I-2)	現地調査 (横断測線)
現地写真・スケッチ		
備考	幅 : 8m 深さ : 1.0m 侵食可能断面積 : 8 m ²	平均侵食幅 : 7m 平均侵食深 : 0.4m 侵食可能断面積 : 2.8 m ²
相違点	<ul style="list-style-type: none"> ・島根県の調査位置は、現在人工改変（水路設置）されている。 ・島根県調査結果より、当社評価の侵食幅及び侵食深は小さい。 ・現地調査結果の侵食深は簡易貫入試験結果を踏まえて推定している。 	
	島根県 (I-3)	現地調査 (該当無)
現地写真・スケッチ		<p>島根県調査後、人工改変（敷地造成）されているため対応する現地調査結果なし。</p>
備考	幅 : 11m 深さ : 2.0m 侵食可能断面積 : 22 m ²	
相違点	-	

図-5 島根県調査結果との比較（土石流危険溪流⑦）

また、土石流危険渓流⑦については、島根県調査（平成13年）以降、溪流の一部は敷地造成により改変されていることから、移動可能土砂量の比較にあたっては、図-6及び表-1のとおり、改変区間を考慮し島根県調査結果の計画流出土砂量を1,170³（I-1：約450³とI-2：約720³の合計値）に補正した。

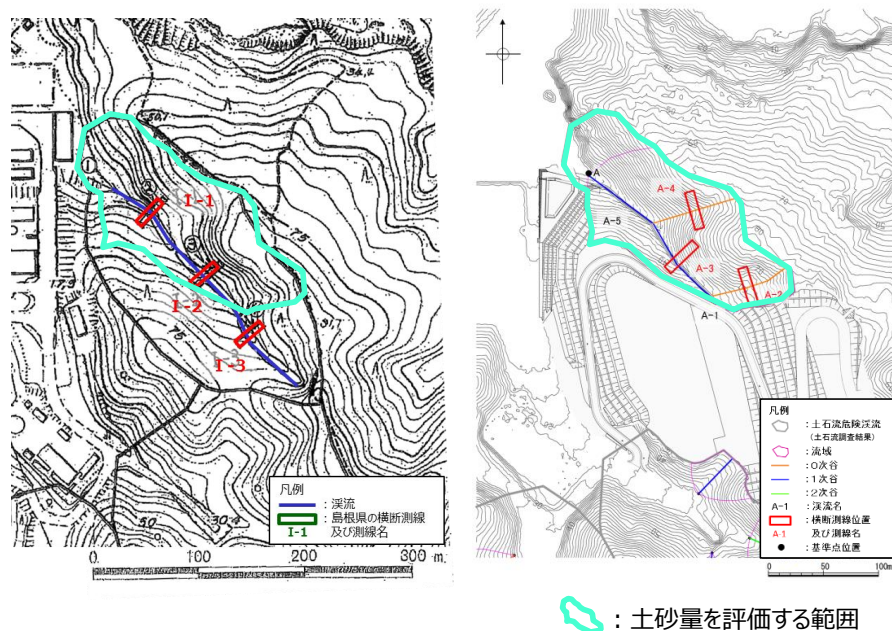


図-6 土石流危険渓流⑦における土砂量の評価範囲

表-1 土石流危険渓流⑦の島根県調査結果の計画流出土砂量の補正

島根県調査結果						土砂量の評価
測点	延長 ※1 (m)	侵食 幅 (m)	侵食 深 (m)	侵食可能 断面積 (m ²)	計画流出 土砂量 (m ³)	補正後の 計画流出 土砂量 (m ³)
I-1	約 90	5	1.0	5	約 450	約 450
I-2	約 90	8	1.0	8	約 720	約 720
I-3	約 80	11	2.0	22	約 1,760	0
合計					約 2,930 (2,937) ※2	約 1,170

：島根県調査結果のうち土砂量の評価対象

※1 島根県調査位置図からの想定

※2 () の数値は島根県調査結果における計画流出土砂量

転石調査結果

各土石流危険溪流の基準点より上流に存在する転石の分布状況及び粒径を把握する調査を実施した。粒径は礫の縦幅，横幅，高さの3方向を実測し，その平均とした。粒径は礫の縦幅，横幅，高さの3方向を実測し，その平均とした。転石の調査結果を以下に示す。

各土石流危険溪流の転石調査結果を図-1～図-21 に示す。

[土石流危険溪流①]

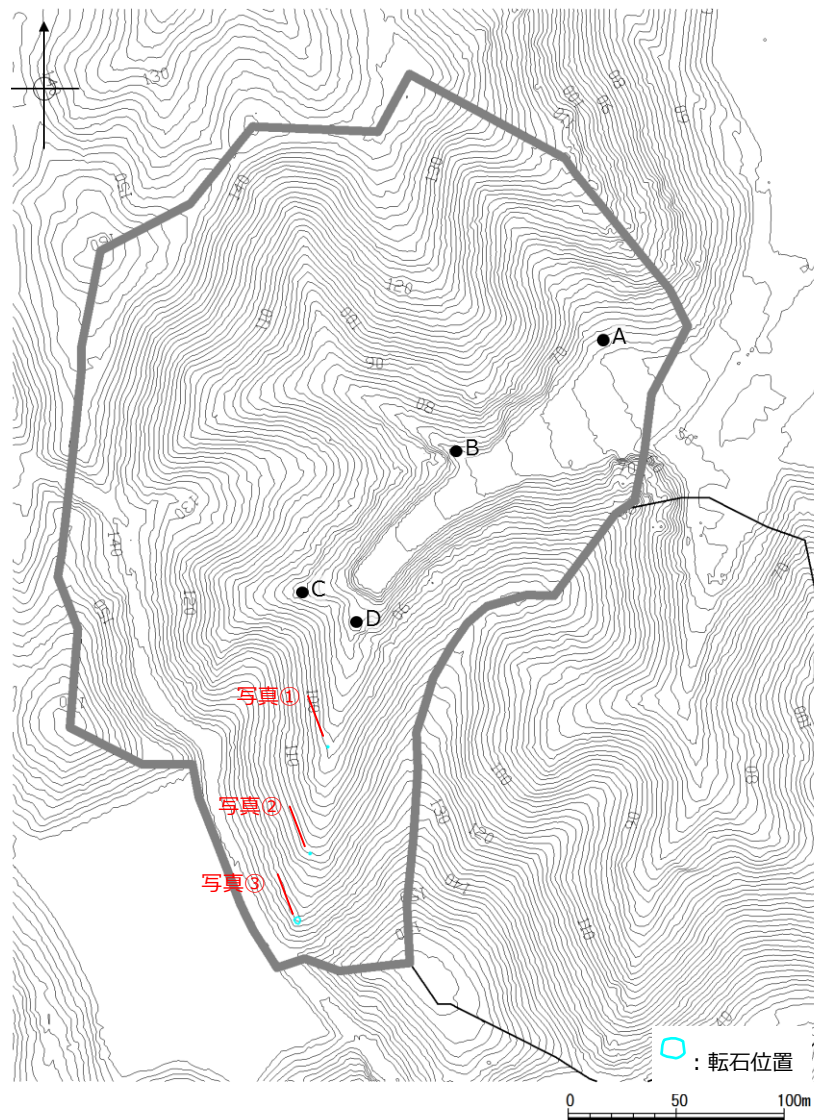



図-1 土石流危険溪流①の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.50m 縦幅 : 0.5m 横幅 : 0.5m 高さ : 0.5m



②	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.73m 縦幅 : 1.2m 横幅 : 0.5m 高さ : 0.5m
③	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.50m 縦幅 : 0.6m 横幅 : 0.4m 高さ : 0.5m

図-2 土石流危険渓流①の転石写真

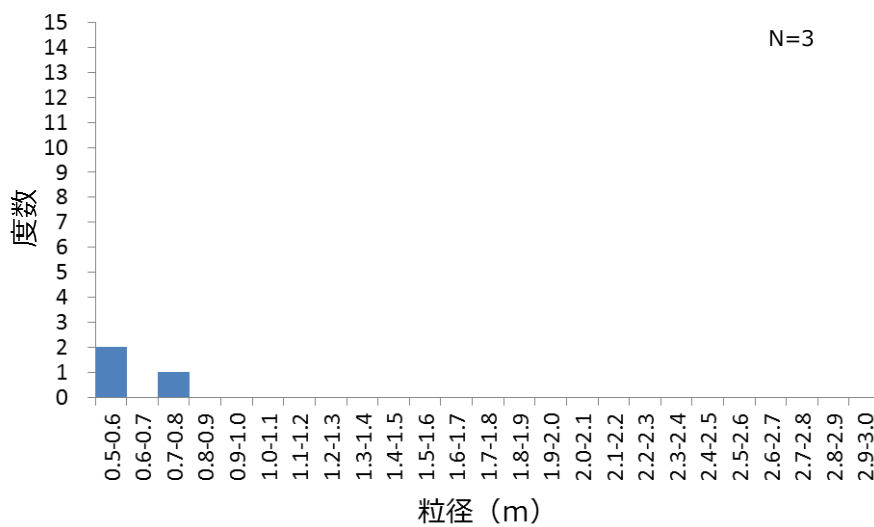


図-3 土石流危険渓流①の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流②]

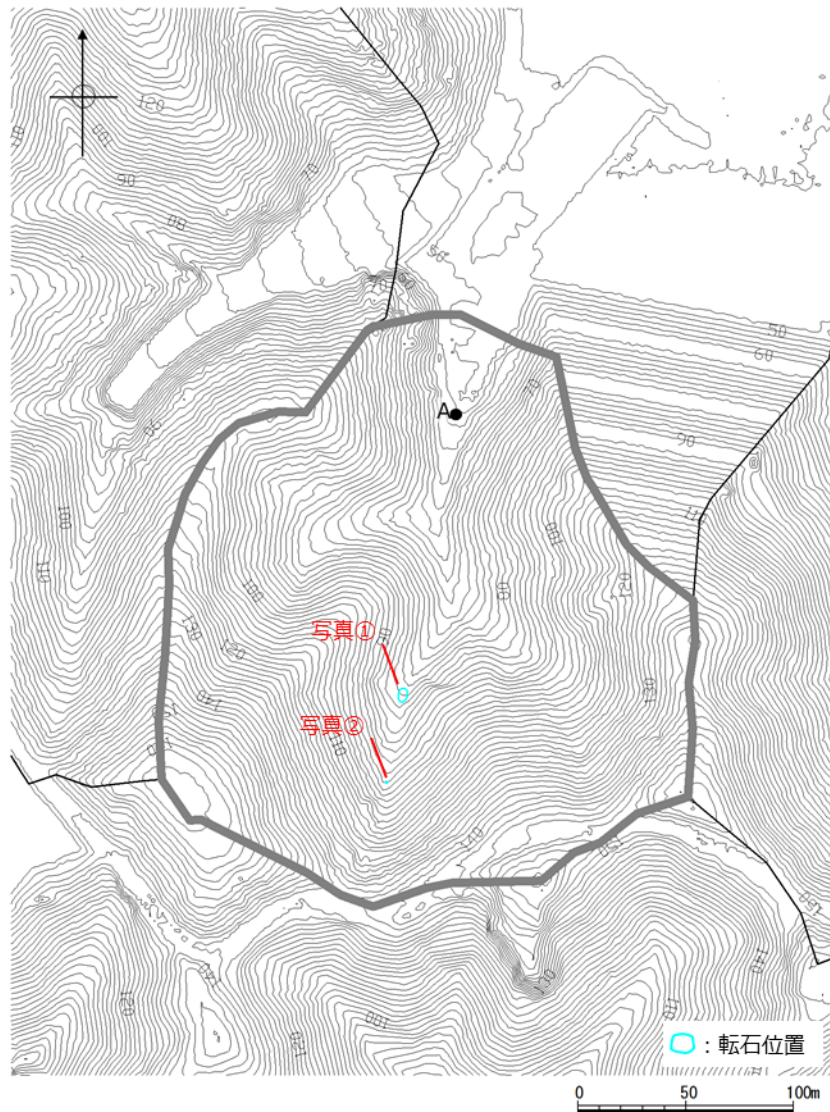
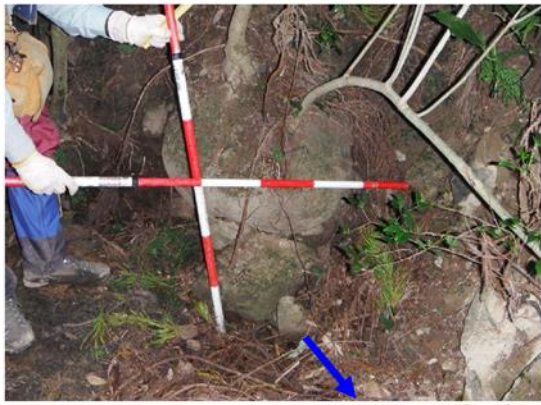


図-4 土石流危険溪流②の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.50m 縦幅 : 0.4m 横幅 : 0.6m 高さ : 0.5m

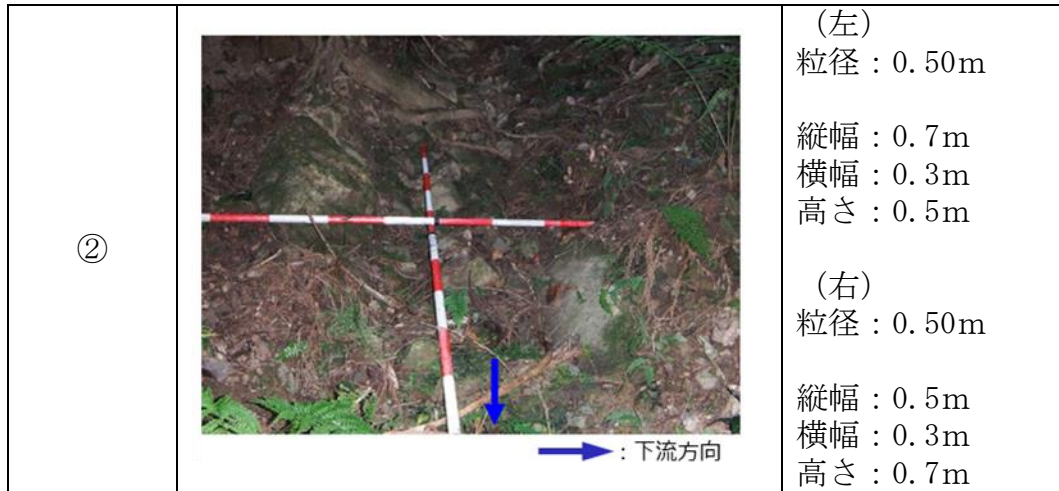


図-5 土石流危険溪流②の転石写真

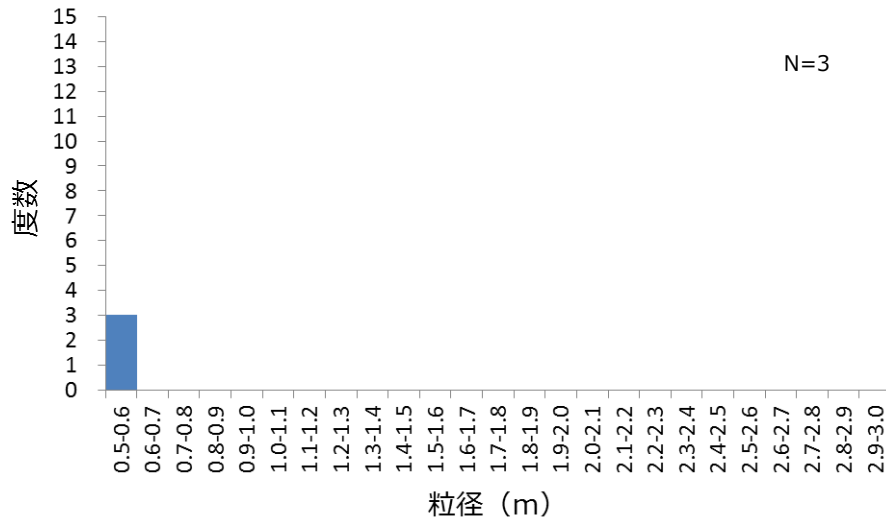


図-6 土石流危険溪流②の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流③]

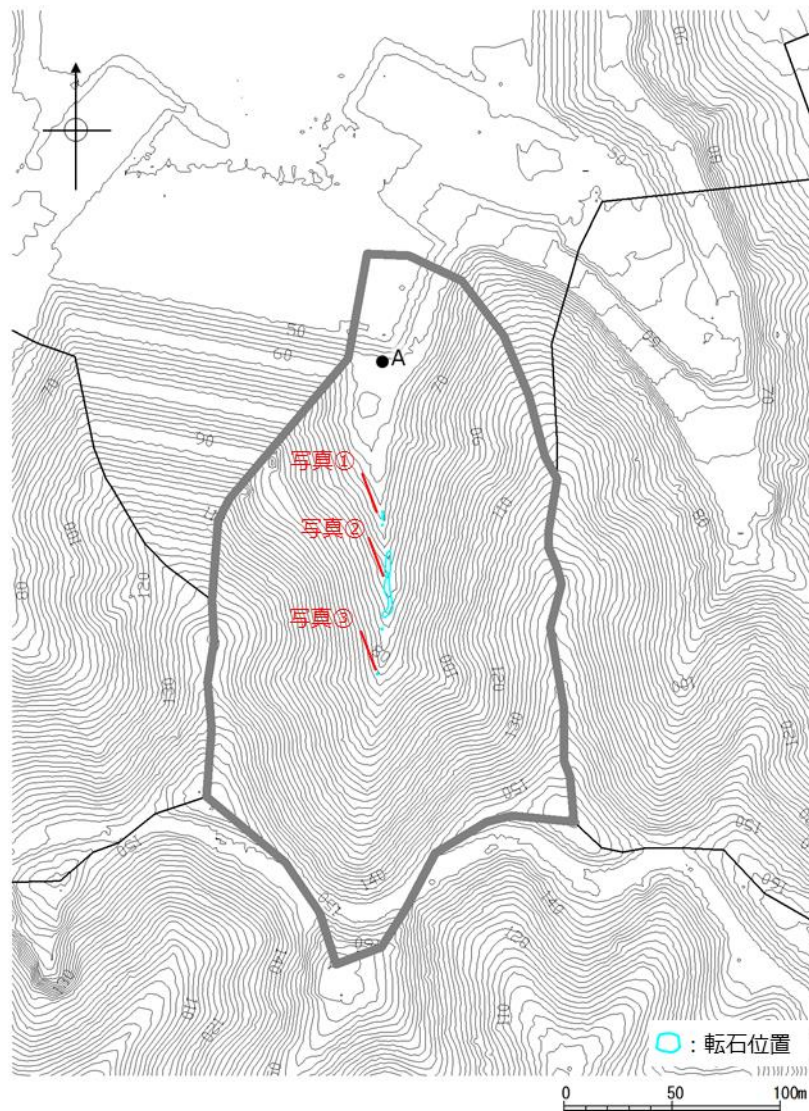


図-7 土石流危険溪流③の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	<p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	(左) 粒径 : 0.70m 縦幅 : 1.1m 横幅 : 0.6m 高さ : 0.4m (右) 粒径 : 0.77m 縦幅 : 0.6m 横幅 : 1.2m 高さ : 0.5m

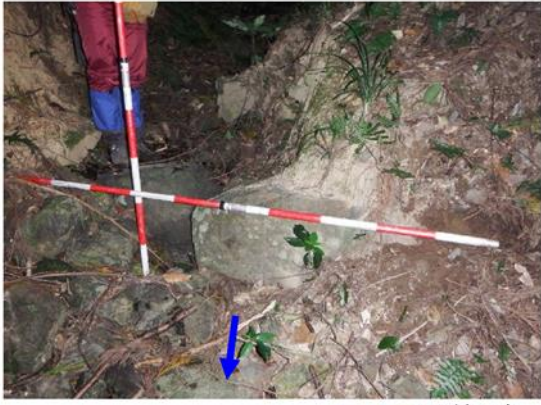
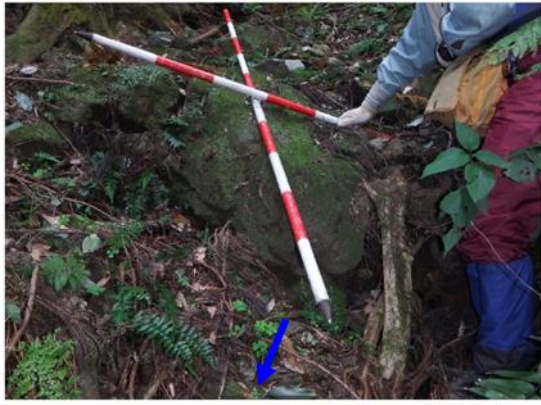
②	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	<p>(中央) 粒径 : 0.77m 縦幅 : 1.2m 横幅 : 0.6m 高さ : 0.5m</p> <p>(左) 粒径 : 0.77m 縦幅 : 1.0m 横幅 : 0.8m 高さ : 0.5m</p>
③	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.63m 縦幅 : 0.6m 横幅 : 1.0m 高さ : 0.3m

図-8 土石流危険溪流③の転石写真

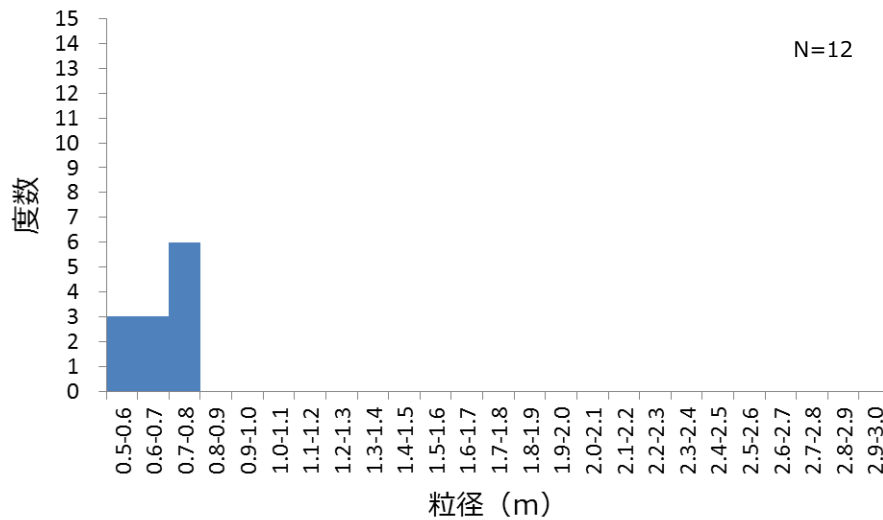


図-9 土石流危険溪流③の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流④]

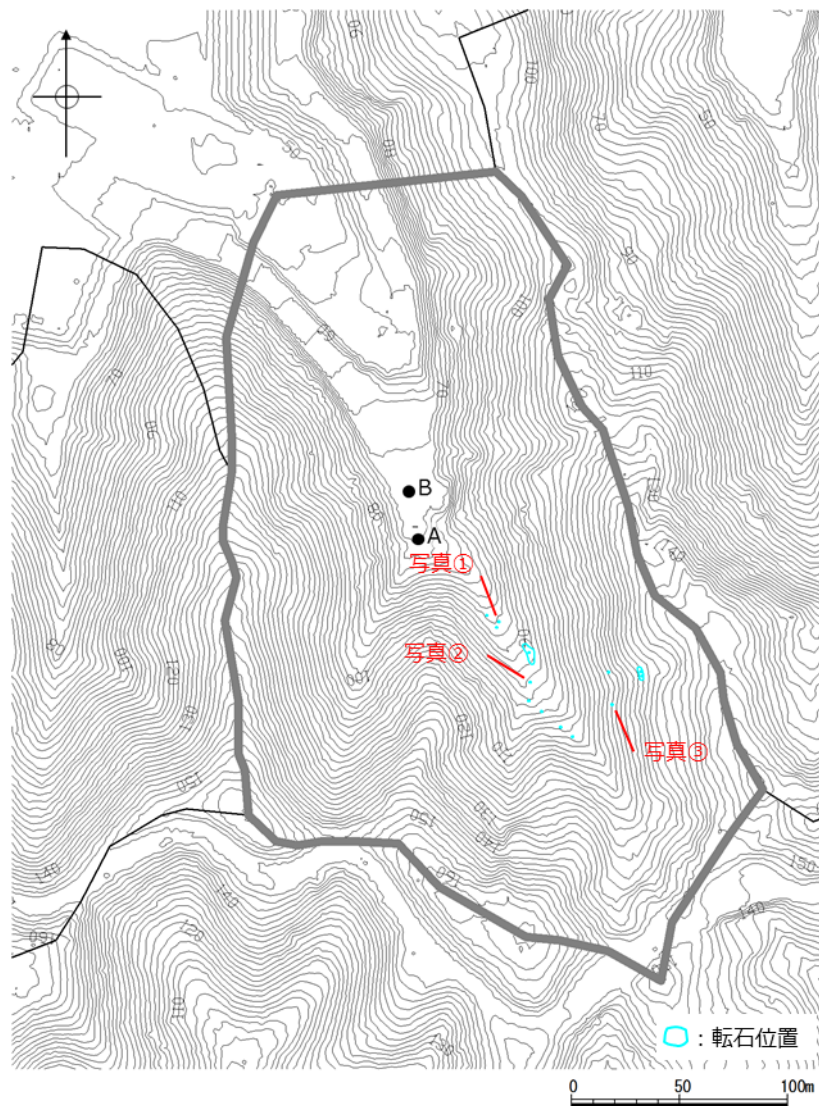



図-10 土石流危険溪流④の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: center;">➡ : 下流方向</p>	粒径 : 1.67m 縦幅 : 2.0m 横幅 : 1.8m 高さ : 1.2m


②	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 2.17m 縦幅 : 2.5m 横幅 : 2.0m 高さ : 2.0m
③	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	(上) 粒径 : 0.60m 縦幅 : 0.7m 横幅 : 0.4m 高さ : 0.7m (下) 粒径 : 0.77m 縦幅 : 1.2m 横幅 : 0.6m 高さ : 0.5m

図-11 土石流危険溪流④の転石写真

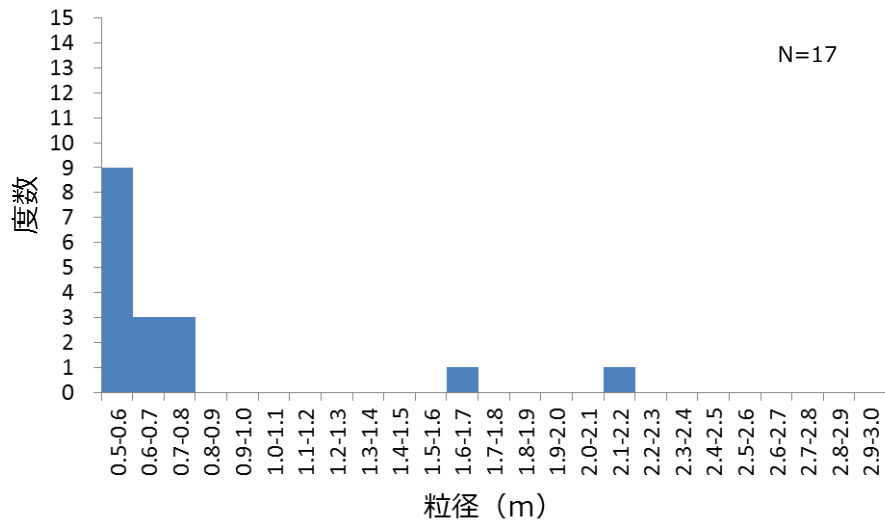


図-12 土石流危険溪流④の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流⑤]

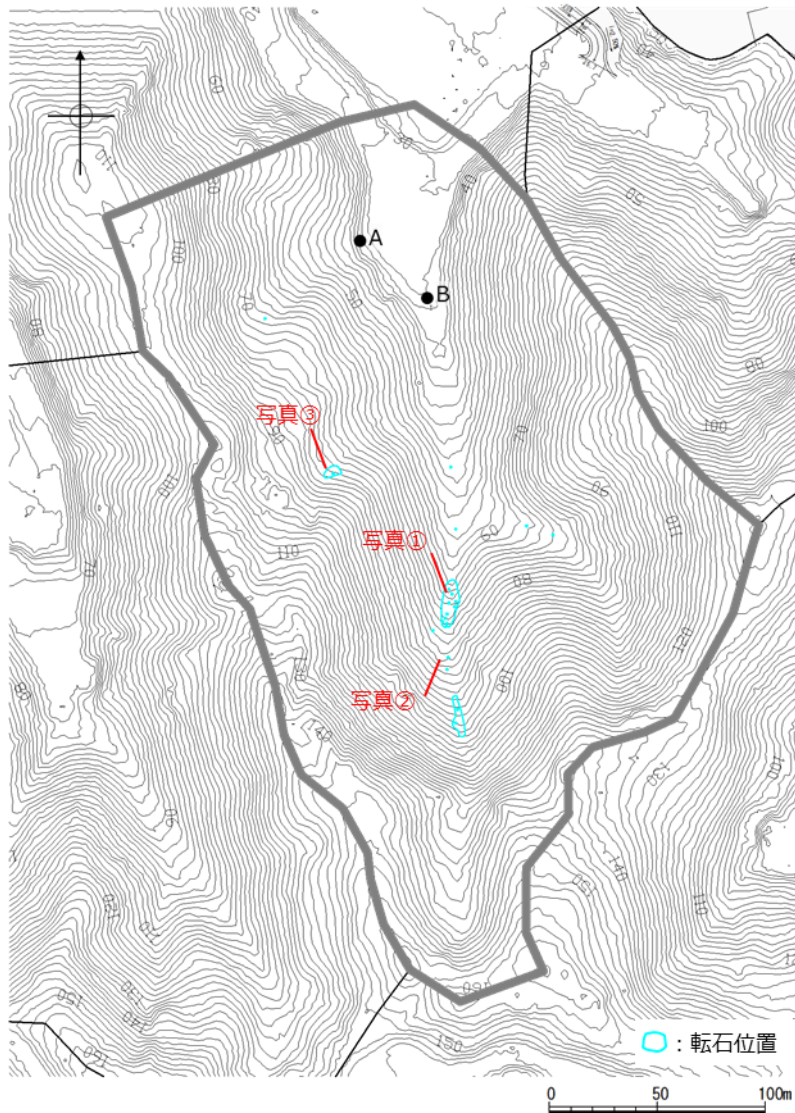



図-13 土石流危険溪流⑤の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	<p>(上) 粒径 : 2.57m 縦幅 : 3.0m 横幅 : 2.5m 高さ : 2.2m</p> <p>(下) 粒径 : 1.4m 縦幅 : 2.0m 横幅 : 1.4m 高さ : 0.8m</p>



②	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 1.03m 縦幅 : 2.0m 横幅 : 0.4m 高さ : 0.7m
③	 <p style="text-align: right;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 1.17m 縦幅 : 1.6m 横幅 : 1.0m 高さ : 0.9m

図-14 土石流危険溪流⑤の転石写真

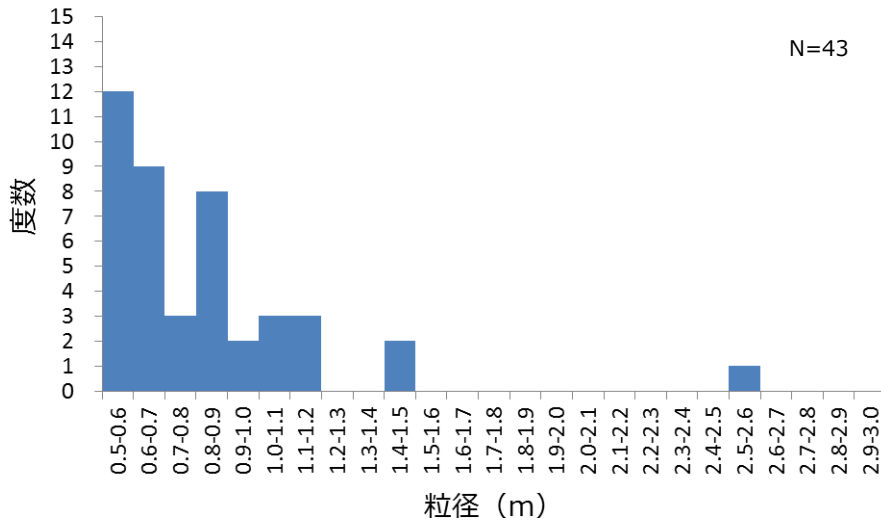


図-15 土石流危険溪流⑤の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流⑥]

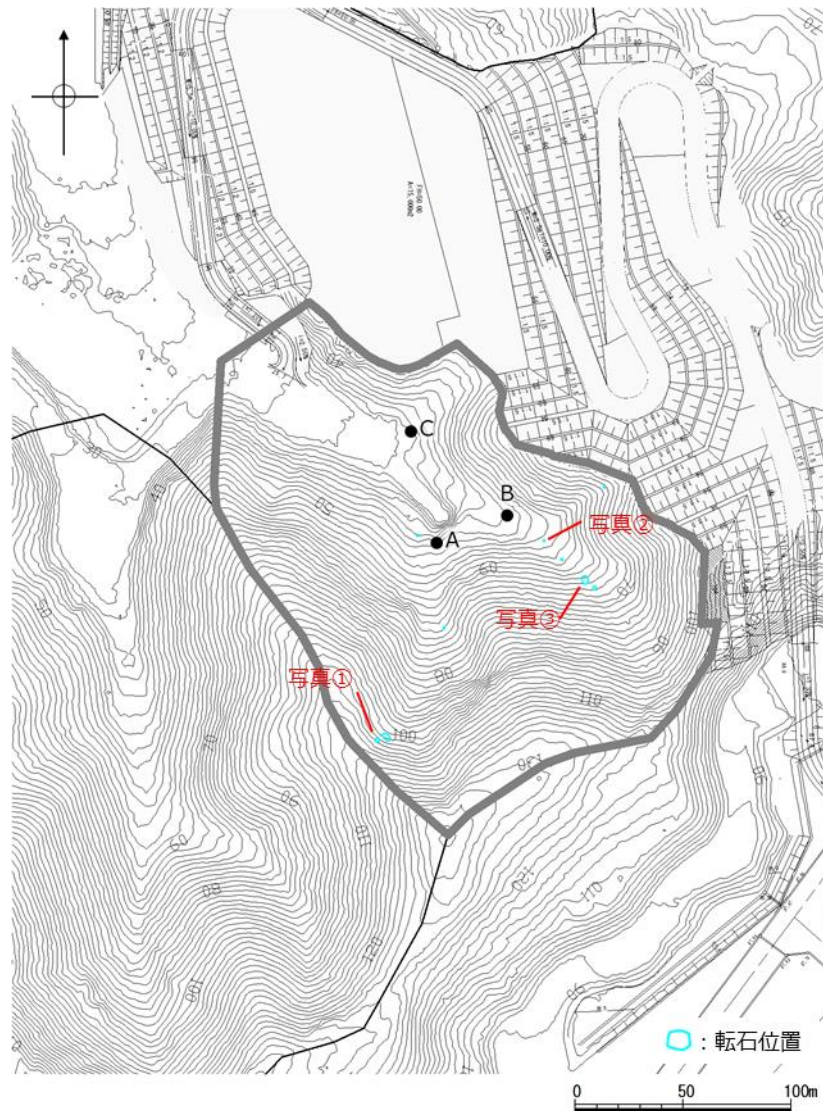



図-16 土石流危険溪流⑥の転石分布図

写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: center;">→ : 下流方向</p>	粒径 : 0.77m 縦幅 : 1.5m 横幅 : 0.4m 高さ : 0.4m



②	 <p style="text-align: center;">➡ : 下流方向</p>	粒径 : 0.93m 縦幅 : 1.5m 横幅 : 0.8m 高さ : 0.5m
③	 <p style="text-align: center;">➡ : 下流方向</p>	粒径 : 0.87m 縦幅 : 1.2m 横幅 : 0.6m 高さ : 0.8m

図-17 土石流危険溪流⑥の転石写真

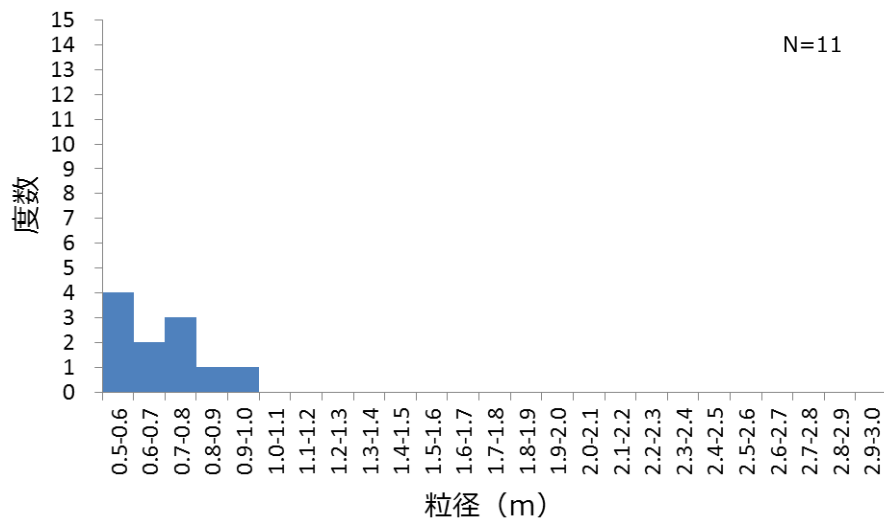


図-18 土石流危険溪流⑥の粒径の度数分布図

[土石流危険溪流⑦]

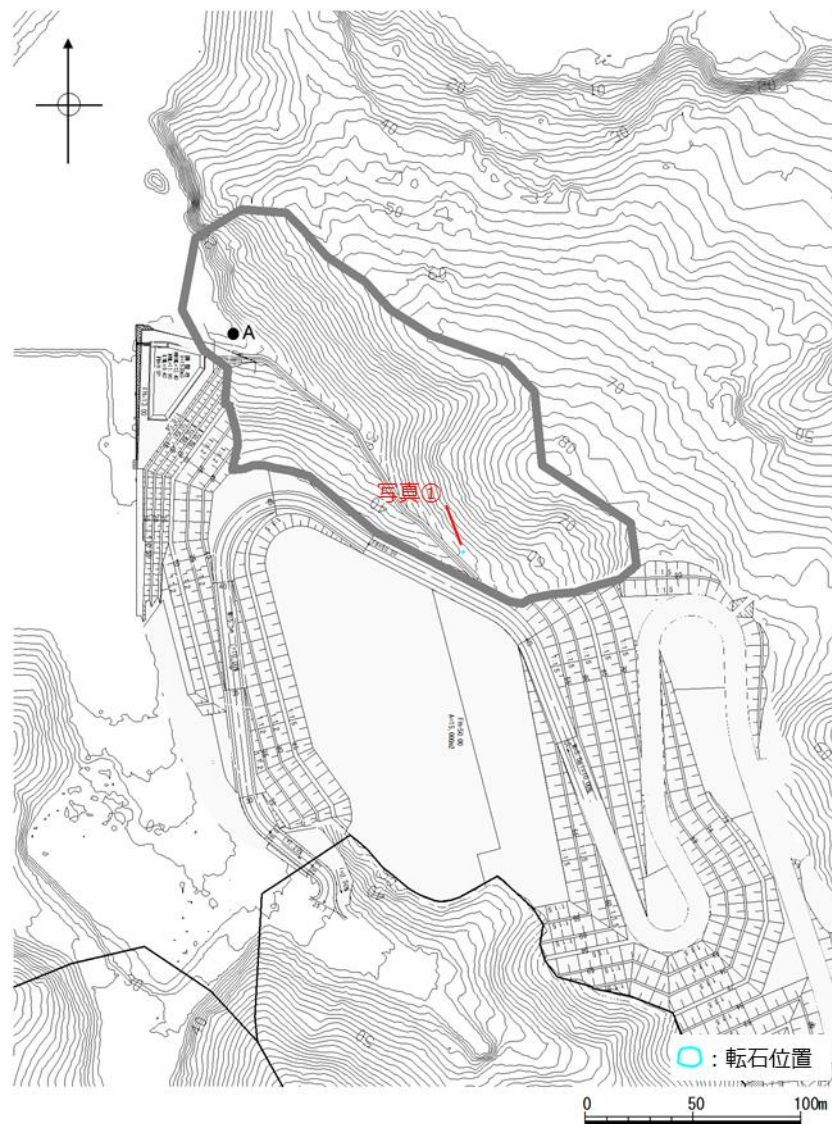


図-19 土石流危険溪流⑦の転石分布図


写真番号	写真	寸法 (m)
①	 <p style="text-align: center;">➡ : 下流方向</p>	粒径 : 0.73m 縦幅 : 1.3m 横幅 : 0.5m 高さ : 0.4m

図-20 土石流危険溪流⑦の転石写真

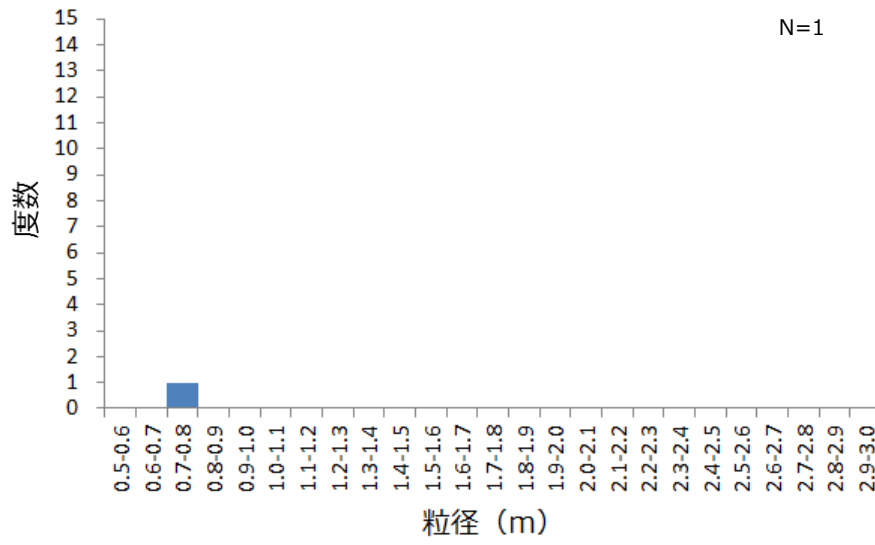


図-21 土石流危険溪流⑦の粒径の度数分布図

土石流と地震又は風（台風）の組合せによる影響評価について

土石流と地震又は風（台風）の組合せを考慮した場合の安全施設への影響について、以下のとおり評価し、安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはないことを確認した。

1. 評価対象施設について

土石流と地震又は風（台風）の組合せに対する影響評価を行う安全施設を図1に示す。

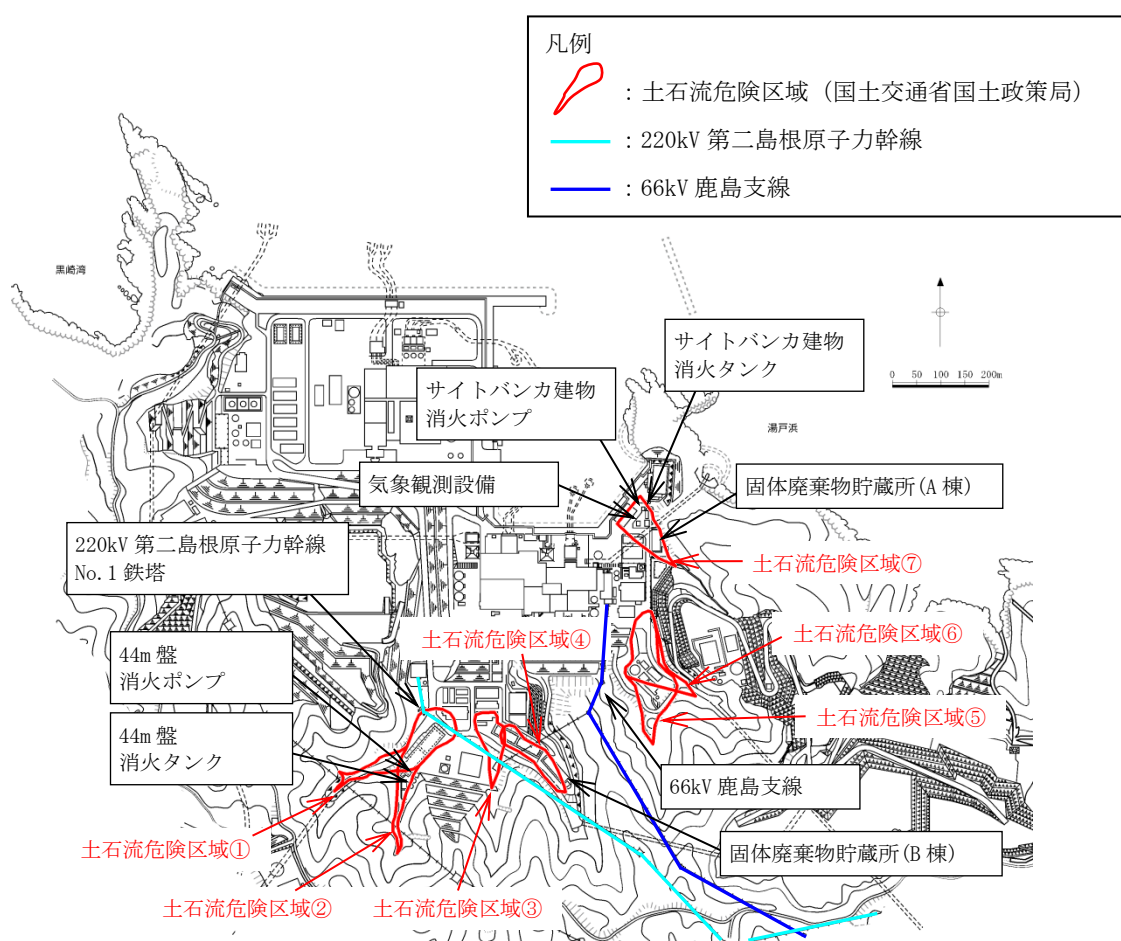


図1 島根原子力発電所周辺における土石流危険区域及び対象施設（安全施設等）位置図

2. 評価結果

(1) 220kV第二島根原子力幹線No.1鉄塔

220kV 第二島根原子力幹線 No.1 鉄塔は、安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3の施設であり、以下の観点から安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。

- ・当該鉄塔及び66kV 鹿島支線の鉄塔が、土石流による土砂の荷重と地震荷重又は風荷重の組合せにより破損し、220kV 第二島根原子力幹線及び66kV 鹿島支線が機能喪失したとしても、代替設備として耐震性を有する非常用ディーゼル発電機を土石流危険区域外に設置し確保していることから、影響はない。

(2) 消火系（44m盤消火ポンプ、44m盤消火タンク、サイトバンカ建物消火ポンプ、サイトバンカ建物消火タンク）

44m盤消火ポンプ、44m盤消火タンク、サイトバンカ建物消火ポンプ、サイトバンカ建物消火タンクは、安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3の施設であり、以下の観点から安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。

- ・当該ポンプ及びタンクは、土石流による土砂の荷重と地震荷重又は風荷重の組合せにより破損したとしても、設計基準事故に至るおそれはない。

また、代替設備として土石流危険区域外に配備し確保している全域ガス消火設備又は消火器による対応が可能であることから、影響はない。

なお、代替設備としては化学消防自動車及び小型動力ポンプ付水槽車も土石流危険区域外に配備し確保しており、対応可能な場合に使用する。

(3) 固体廃棄物貯蔵所（A棟，B棟）

固体廃棄物貯蔵所（A棟，B棟）は、安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3の施設であり、以下の観点から安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。

- ・固体廃棄物貯蔵所（A棟，B棟）が土石流による土砂の荷重と地震荷重又は風荷重の組合せにより損傷した場合においても、当該施設は低レベル放射性廃棄物の貯蔵施設であること、及び保管されている廃棄物は汚染が広がらないようドラム缶や金属容器に封入されていることから、当該施設の損傷によって、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれはない。

また、当該施設が損傷した場合には、放射線量を計測し、必要に応じて、鉛毛マット等による遮蔽を行うほか、速やかに当該施設の補修を行う。

(4) 気象観測設備

気象観測設備は、安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3の施設であり、以下の観点から安全施設の安全機能に影響を及ぼすおそれはない。

- ・当該設備は、土石流による土砂の荷重と地震荷重又は風荷重の組合せにより破損したとしても、設計基準事故に至るおそれはない。
- ・破損した場合には、速やかに補修を実施する。

なお、代替設備として可搬式気象観測装置を土石流危険区域外に保管し確保している。

常設重大事故等対処設備への影響について

地滑り地形範囲に常設重大事故等対処設備は設置されていないことから、地滑りが発生した場合に常設重大事故等対処設備への影響はない。

また、図1に示すとおり、土石流危険区域①及び②の範囲に含まれる重大事故等対処設備としてガスタービン発電機用電路がある。当該設備は、図2のとおり、輪谷貯水槽（西）の間に地上敷設していた電路について、輪谷貯水槽（西）の北側を迂回させる経路へ変更し、全ての電路を地中へ埋設する設計に変更することから、土石流によりその機能が損なわれることはない。よって、土石流が発生した場合に常設重大事故等対処設備への影響はない。

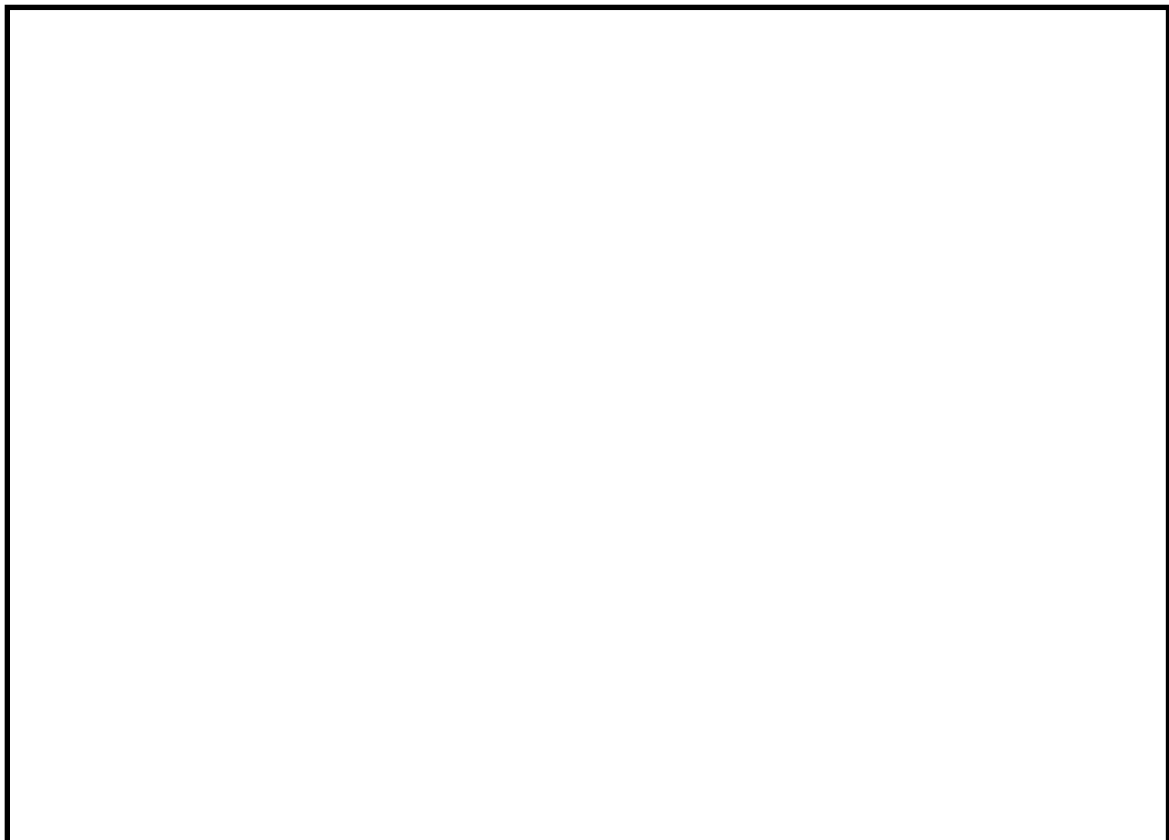
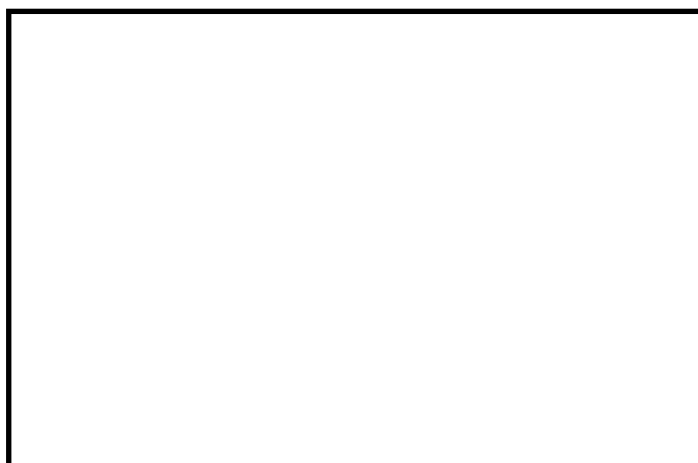


図1 土石流危険区域及びガスタービン発電機用電路位置図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。






変更前	 :ガスタービン発電機用電路(地上敷設部)  :ガスタービン発電機用電路(地中埋設部)
変更後	 :ガスタービン発電機用電路(地中埋設部)

図2 ガスタービン発電機用電路配置図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

生物学的事象影響評価について

1. はじめに

島根原子力発電所2号炉において想定される生物学的事象は、クラゲ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、クラゲ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、クラゲの襲来に対する防護対策の状況を示す。

なお、小動物については、屋外設置の端子箱内へのケーブル貫通部等のシールにより侵入を防止している。また、侵入を仮定しても系統分離された安全機能が同時に機能喪失することはない。

2. クラゲの襲来による施設への影響

(1) クラゲの襲来による施設への影響

発電所の取水口付近のクラゲは、原子炉補機冷却系海水ポンプ等（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じん装置で捕獲される。

除じん能力を超える多量のクラゲが除じん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。

また、過去の事例としては、クラゲの襲来による循環水ポンプの取水機能への影響に伴い、原子炉の出力を抑制した事例が、島根2号炉で過去に数件発生している。なお、クラゲの襲来により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。

(2) 対策の概要

島根2号炉では、ロータリースクリーンによる流入クラゲの捕獲及び除去を実施している。

また、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、必要に応じ循環水ポンプの取水量の調整、原子炉出力の抑制及び原子炉停止の手順を整備している。

3. 設備対策

(1) 概要

島根原子力発電所に設置している除じん装置の概略配置図を図3-1に示し、設備の断面図を図3-2に示す。

クラゲの捕獲に伴い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、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。

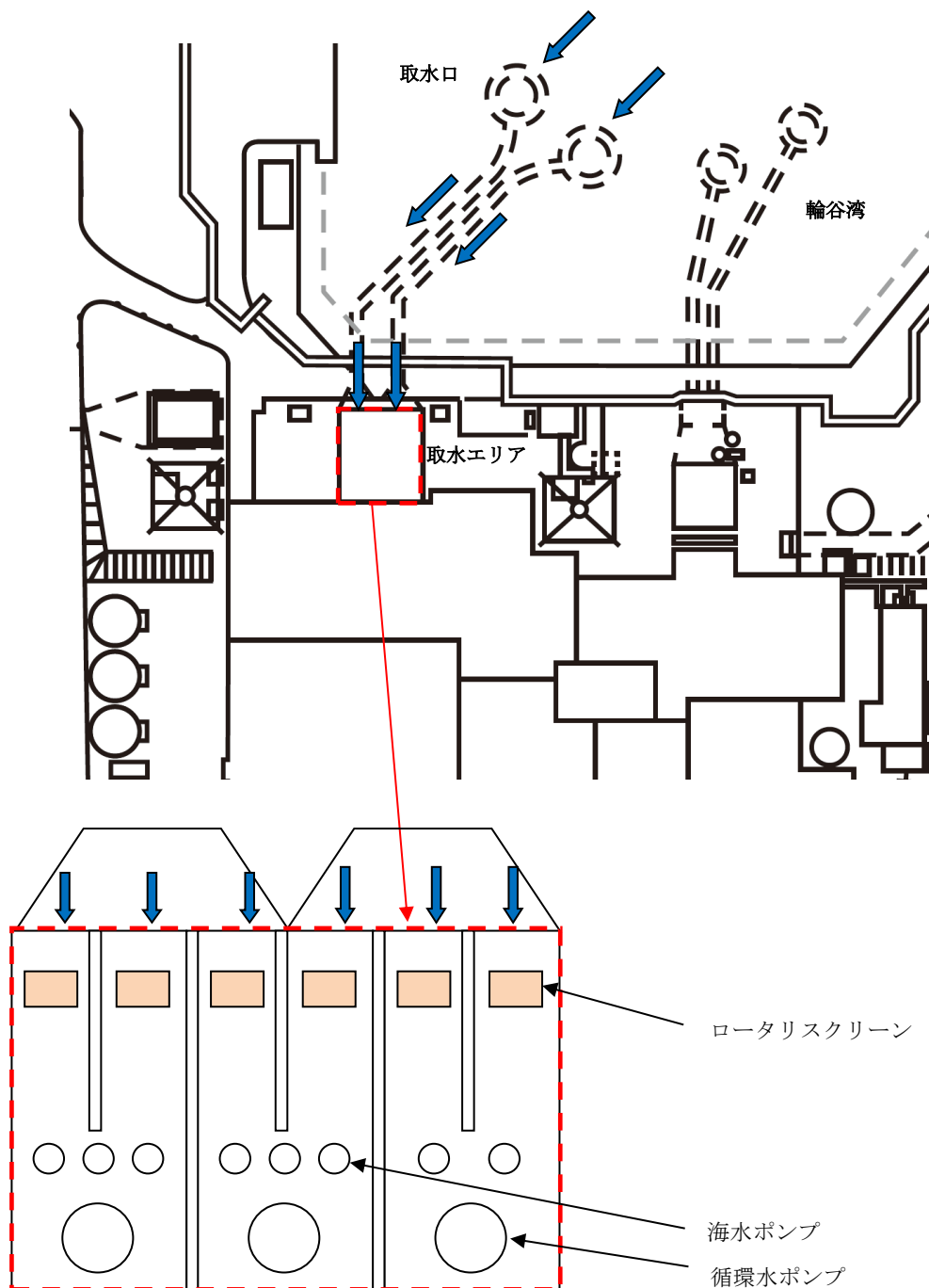


図3-1 取水エリア配置図

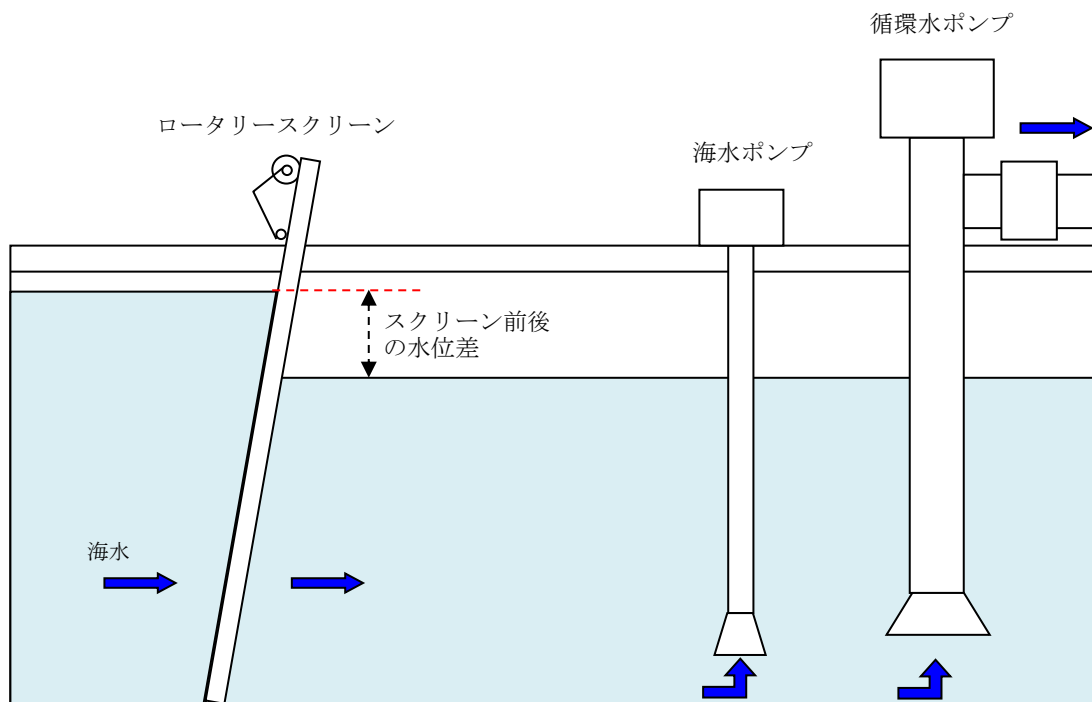


図3-2 取水槽 (断面図)

表3-1 スクリーンの設備仕様

設備名	ロータリースクリーン	ポンプ
設備仕様	メッシュ：10mm 除じん能力：160t/h (スクリーン水位差200mmで自動起動)	海水ポンプ 設計基準水位：EL-2500mm 循環水ポンプ 設計基準水位：EL-2500mm

(2) 除じん設備の詳細

島根原子力発電所に設置されている除じん装置（ロータリースクリーン）の詳細について、設備の目的、仕様及び機能は以下のとおりであり、その構造を図3-3に示す。

[目的] 塵芥を除去する

[仕様] メッシュ：10mm 除じん能力：160t/h

設置台数：6台

[機能] スクリーン前後の水位差が200mmになると自動起動し、捕獲されたクラゲを除去する。

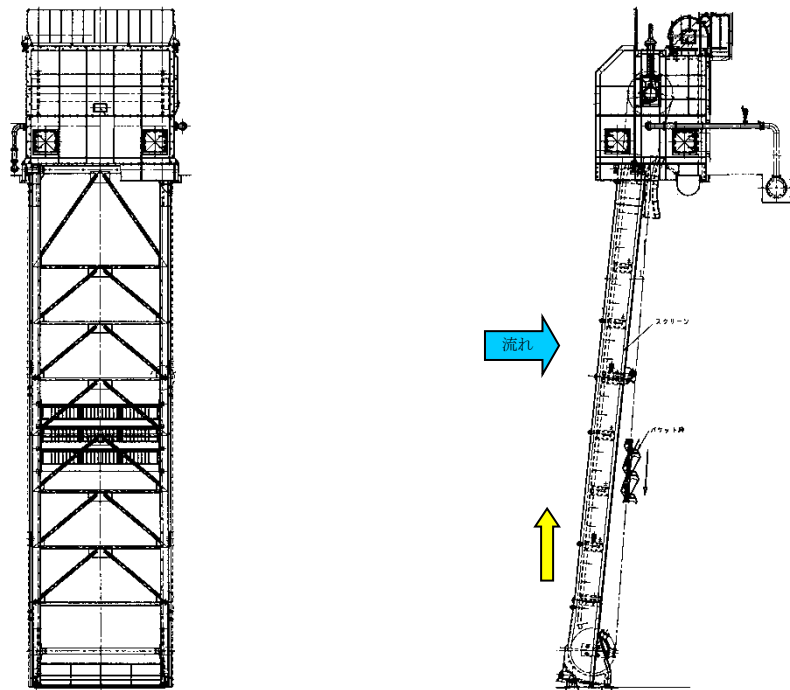


図3-3 ロータリースクリーン構造図

4. 運転操作

クラゲ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。

- ・クラゲの襲来により、除じん装置のスクリーン前後の水位差が、各スクリーンの自動起動水位差となれば、スクリーンの起動状況を確認する。
- ・除じん装置の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の出力を抑制する。復水器真空度の維持が困難となれば、プラント停止（発電停止）し循環水ポンプを停止する。

なお、島根2号炉では、クラゲの襲来による循環水ポンプの取水機能への影響に伴い、原子炉の出力を抑制した事例が、過去に数件発生しているが、クラゲの襲来により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。



図4-1 運転操作フロー図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

5. 貝等の海生生物について

除じん装置では捕獲，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。

(1)海水系統

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，原子炉補機冷却系熱交換器等への海生生物の侵入を防止している。また，海水電解装置により海生生物の付着，繁殖を防止すると共に，原子炉補機冷却系熱交換器等は定期的な開放点検，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1基ダブルストレーナで設置している。
(ストレーナの片側で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，ストレーナの切り替え，清掃を実施し，捕獲した海生生物を除去する。
 - ・こし筒穴径：7mm
(伝熱管内径 原子炉補機冷却水熱交換器：19.74mm)
- 海水電解装置
 - ・海水を電気分解し殺菌力のある次亜塩素酸ナトリウムを発生させ，取水槽ゲート部（角落し）へ注入し，冷却管への海生生物の付着，繁殖を防止する。
$$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaClO} + \text{H}_2$$

次亜塩素酸ナトリウム

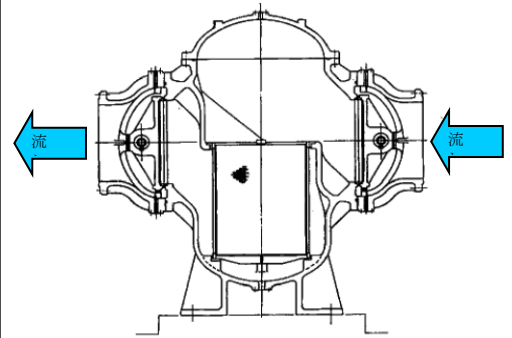


図5-1 海水ストレーナ構造図

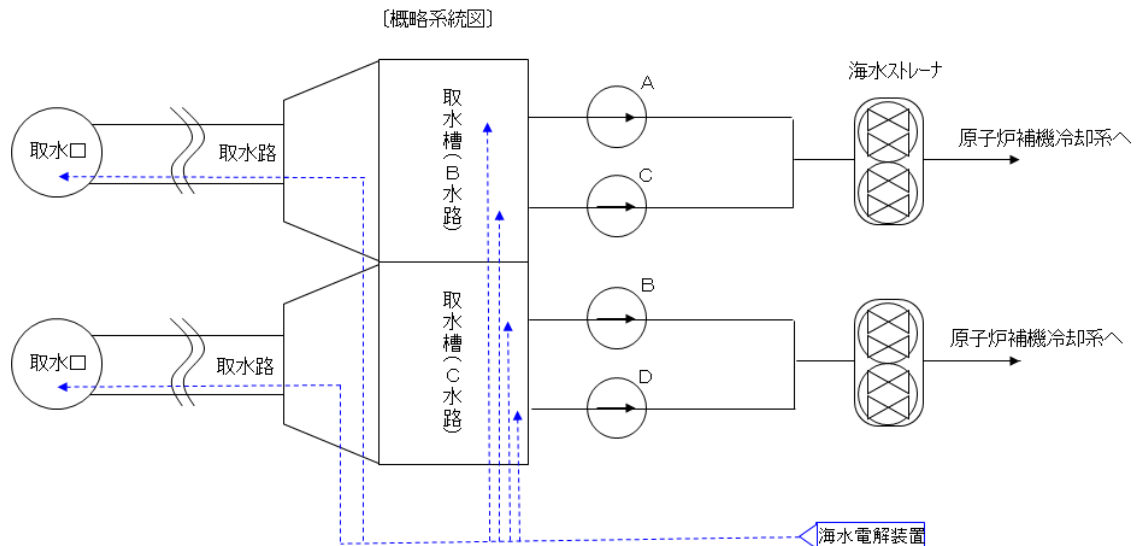


図5-2 海水電解装置の注入箇所

6. まとめ

○島根原子力発電所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、クラゲ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。

○クラゲの襲来に対して、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)

- ・ロータリースクリーンによりクラゲを捕獲、除去することで、海水ポンプ及び循環水ポンプの取水機能を維持する。

(運転操作)

- ・クラゲの襲来により、除じん装置のスクリーン前後の水位差が、各スクリーンの自動起動水位差となれば、スクリーンの起動状況を確認する。
- ・除じん装置の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の出力を抑制する。復水器真空度の維持が困難となれば、プラント停止（原子炉停止）し循環水ポンプを停止する。

○除じん装置を通過する貝等の海生生物についても、海水ストレーナや海水電解装置により、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している。

航空機落下確率評価について

本原子炉施設への航空機の落下確率は、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成 21・06・25 原院第 1 号（平成 21 年 6 月 30 日原子力安全・保安院制定））等に基づき評価した結果、約 8.2×10^{-8} 回/炉・年であり、 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下による安全施設への影響は考慮する必要はない。

以 上

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

発電所及び号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地－訓練空域間の往復時の落下事故
島根原子力発電所 2号炉	○注1	○注2	○	○注3 〔訓練空域外を飛行中の落下事故〕	×注4

○：対象，×：対象外

注1：滑走路方向から±60°の範囲に発電所が位置する空港があり、各空港の最大離着陸距離が、発電所から各空港までの距離より大きいため、評価対象とした。(別紙1)

注2：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、評価対象とした。(別紙2)

注3：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。(別紙3)

注4：発電所は基地－訓練空域間の往復想定範囲内に入らないため、評価対象外とした。(別紙3)

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

a. 飛行場での離着陸時における落下事故

$$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$$

$P_{d,a}$: 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

$N_{d,a}$: 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

A : 原子炉施設の標的面積 (落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km²)

$\Phi_{d,a}(r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (1/km²)

$f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)

$D_{d,a}$: 国内での離着陸時事故件数 (回)

$E_{d,a}$: 国内での離着陸回数 (離着陸回)

パラメータ \ 号 炉	2号炉	
飛行場	出雲空港	米子空港
発電所からの距離	約 17km	約 22km
滑走路方向に対する角度	約 26°	約 42°
最大離着陸距離 ^{注1}	約 28km (約 15NM)	約 43km (約 23NM)
$N_{d,a}$ ^{注2}	13,026	6,080
A ^{注3}	0.02459	
$\Phi_{d,a}(r, \theta)$	7.02×10^{-4}	2.63×10^{-4}
$f_{d,a}$ ^{注4}	$2 / 36,378,238 = 5.50 \times 10^{-8}$	
$P_{d,a}$	1.46×10^{-8}	

注1 : AIP JAPANのアプローチチャートより求めた。(別紙1)

注2 : 「暦年・年度別空港管理状況調書」(平成31年3月29日修正版 国土交通省)にある平成29年飛行場別着陸回数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とした。

注3 : 離着陸時の標的面積は、別紙4のとおり。

注4 : 離着陸時の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)による。

離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)による。(別紙5)

b. 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 : 原子炉施設への標的面積 (km²)

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)

号 炉	2 号炉	
パラメータ		
対象航空路 ^{注1}	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
N_c ^{注2}	365 (H30 年データ)	186, 880 (H30 年データ)
A ^{注3}	0. 01917	
W ^{注4}	14	18. 52
f_c ^{注5}	0. 5 / 11, 327, 599, 138 = 4. 42 × 10 ⁻¹¹	
P_c	8. 56 × 10 ⁻⁹	

注1 : A I P J A P A Nにより確認 (別紙2)。

注2 : 国土交通省航空局への問合せ結果 (ピークダイの値) を 365 倍した値 (別紙6)。

注3 : 標的面積は, 別紙4のとおり。

注4 : 航空路については, 「航空路の指定に関する告示」を参照した。RNAV航路については, 「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。
(1NM=1. 852km として換算)

注5 : 巡航中の事故件数は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」(令和元年 12 月 原子力規制庁) によるが, 件数が 0 件のため, 保守的に 0. 5 件とした。
延べ飛行距離は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」(令和元年 12 月 原子力規制庁) による。(別紙5)

(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

パラメータ値	号 炉
	2号炉
f_v ^{注1}	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 29/20=1.450 大型回転翼機 2/20=0.100 小型回転翼機 18/20=0.900
S_v ^{注2}	372,969
A ^{注3}	0.01917
α ^{注4}	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	1.85×10^{-8}

注1 : 有視界飛行方式民間航空機の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」(令和元年 12 月 原子力規制庁) による。なお、大型固定翼機の事故件数は、0 件であるため、保守的に 0.5 件とした。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成 10~29 年)」(令和元年 12 月 原子力規制庁) の値を用いた。

注3 : 標的面積は、別紙4のとおり。

注4 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いた。

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故（訓練空域外を飛行中の落下事故）

$$P_{so} = \frac{f_{so}}{S_o} \cdot A$$

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)

パラメータ値	号 炉	2号炉
f_{so} 注1		自衛隊機 9/20=0.450 米軍機 4/20=0.200
S_o 注2		自衛隊機 294,881 米軍機 372,472
A 注3		0.01917
P_{so}		3.96×10^{-8}

注1 : 自衛隊機及び米軍機の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ（平成 10～29 年）」（令和元年 12 月 原子力規制庁）による。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ（平成 10～29 年）」（令和元年 12 月 原子力規制庁）の値を用いた。

注3 : 標的面積は、別紙4のとおり。

3. 落下確率値の合計値

(1) 島根原子力発電所

号炉		2号炉
1) 計器飛行方式 民間航空機の 落下事故	①飛行場での離着陸時における 落下事故	1.46×10^{-8}
	②航空路を巡航中の落下事故	8.56×10^{-9}
2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		1.85×10^{-8}
3) 自衛隊機又は 米軍機の落下事故	①訓練空域内で訓練中及び 訓練空域外を飛行中の落下事故	3.96×10^{-8}
	②基地－訓練空域間往復時の 落下事故	—注1
合計		約 8.2×10^{-8}

注1：－は対象外

以 上

島根原子力発電所付近の空港と発電所との距離について

発電所名	空港名	発電所との距離 ^{注1}	空港と空港の最大離着陸地点までの距離 ^{注2}	判定	備考
島根 原子力発電所	出雲空港	約 17km	約 28km (約 15NM)	対象	別紙 1 - 1
	米子空港	約 22km	約 43km (約 23NM)	対象	別紙 1 - 2

注1：施設と空港の経度，緯度より計測した。

注2：航空路誌（A I P）を参照した。

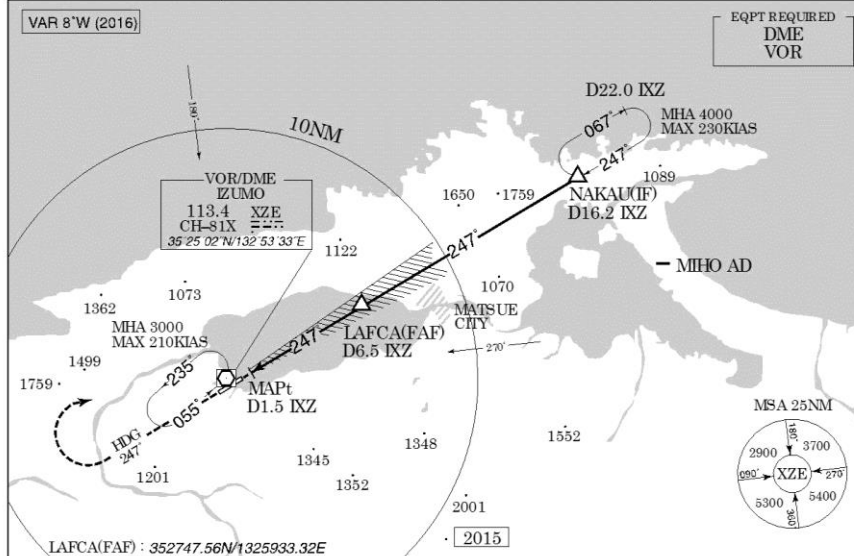
AIP Japan
IZUMO

RJOC-AD2-24.15

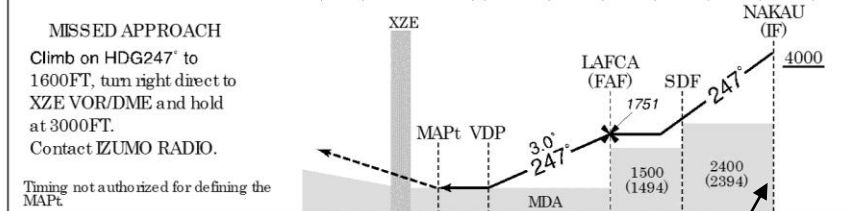
INSTRUMENT APPROACH CHART

RJOC / IZUMO LOC Z RWY25

MIHO APP 120.1 - 125.4 258.2 - 317.8	LOC 111.7 IXZ LOC-DME CH-54X	IZUMO RADIO 122.7 - 126.2	RADAR AVBL
--------------------------------------------	------------------------------------	------------------------------	------------



	NM to IXZ	MAPt	2	3	4	5	6	FAF
ALT (3.0° APCH Path)	-	317	635	954	1272	1591	1751	



DME to IXZ	1.2	1.5	1.9	6.5	10.1	16.2
NM to THR	0	0.3	0.6	5.3	9.0	13.0

Missed APCH climb gradient MNM 5.0%
MINIMA THR elev. 15 AD elev. 6

CAT	CIRCLING			
	MDA(H)	CMV	MDA(H)	VIS
A	270 (264)	800	390 (384)	1600
B			460 (454)	
C			560 (554)	
D		1200	630 (624)	3200

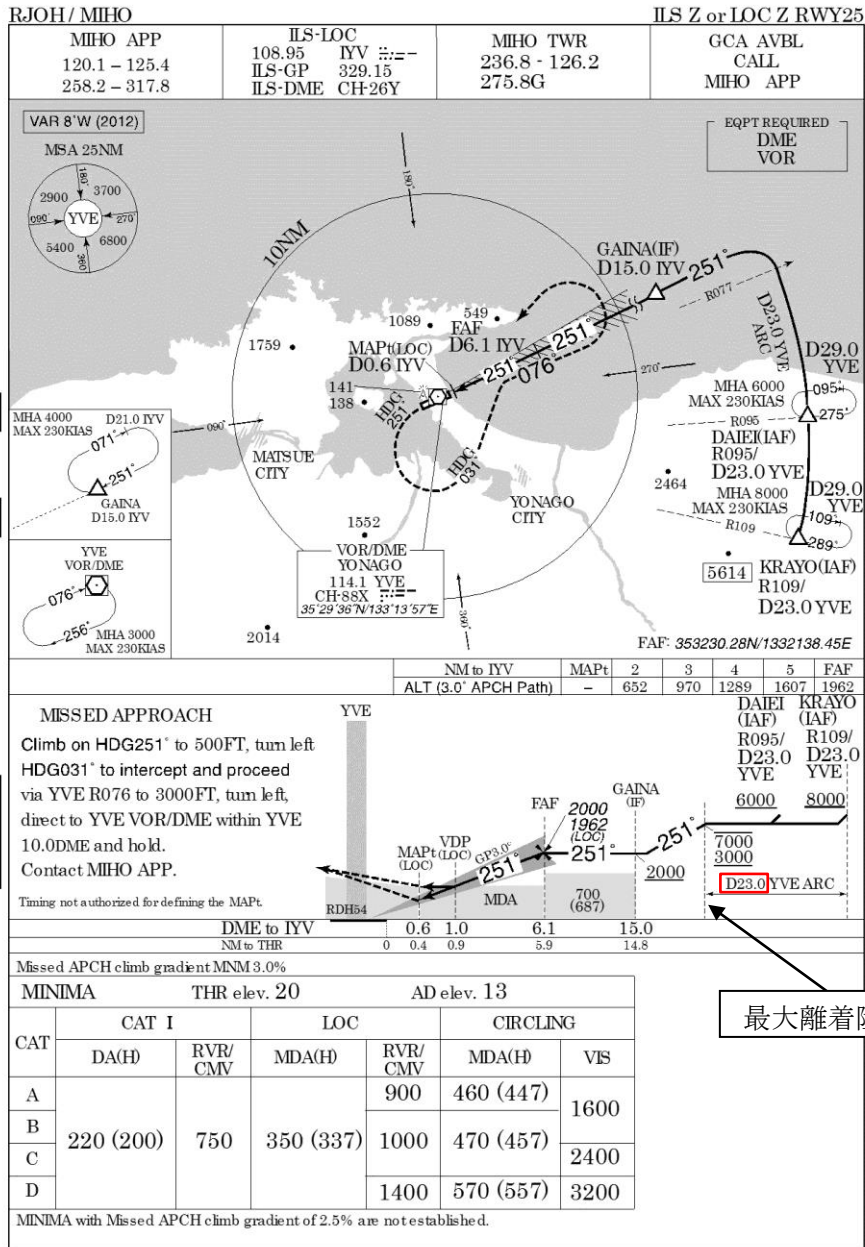
Circling to NORTH side of RWY only.
MINIMA with Missed APCH climb gradient of 2.5% are not established.

最大離着陸地点

「AIP JAPAN」より抜粋

最大離着陸地点 (出雲空港)

INSTRUMENT APPROACH CHART



最大離着陸地点

「AIP JAPAN」より抜粋

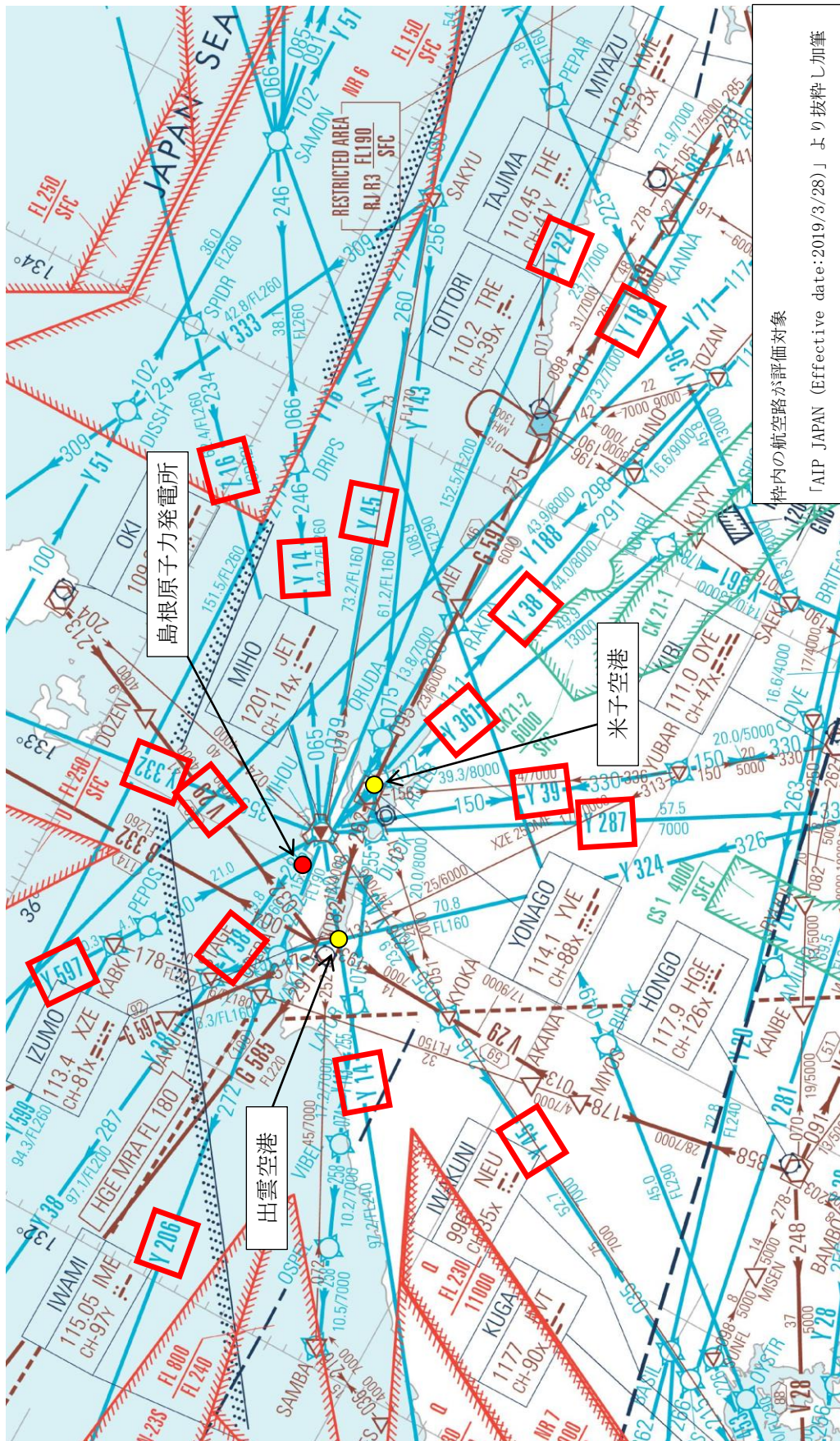
最大離着陸地点 (米子空港)

島根原子力発電所周辺の航空路と各航空路の幅について

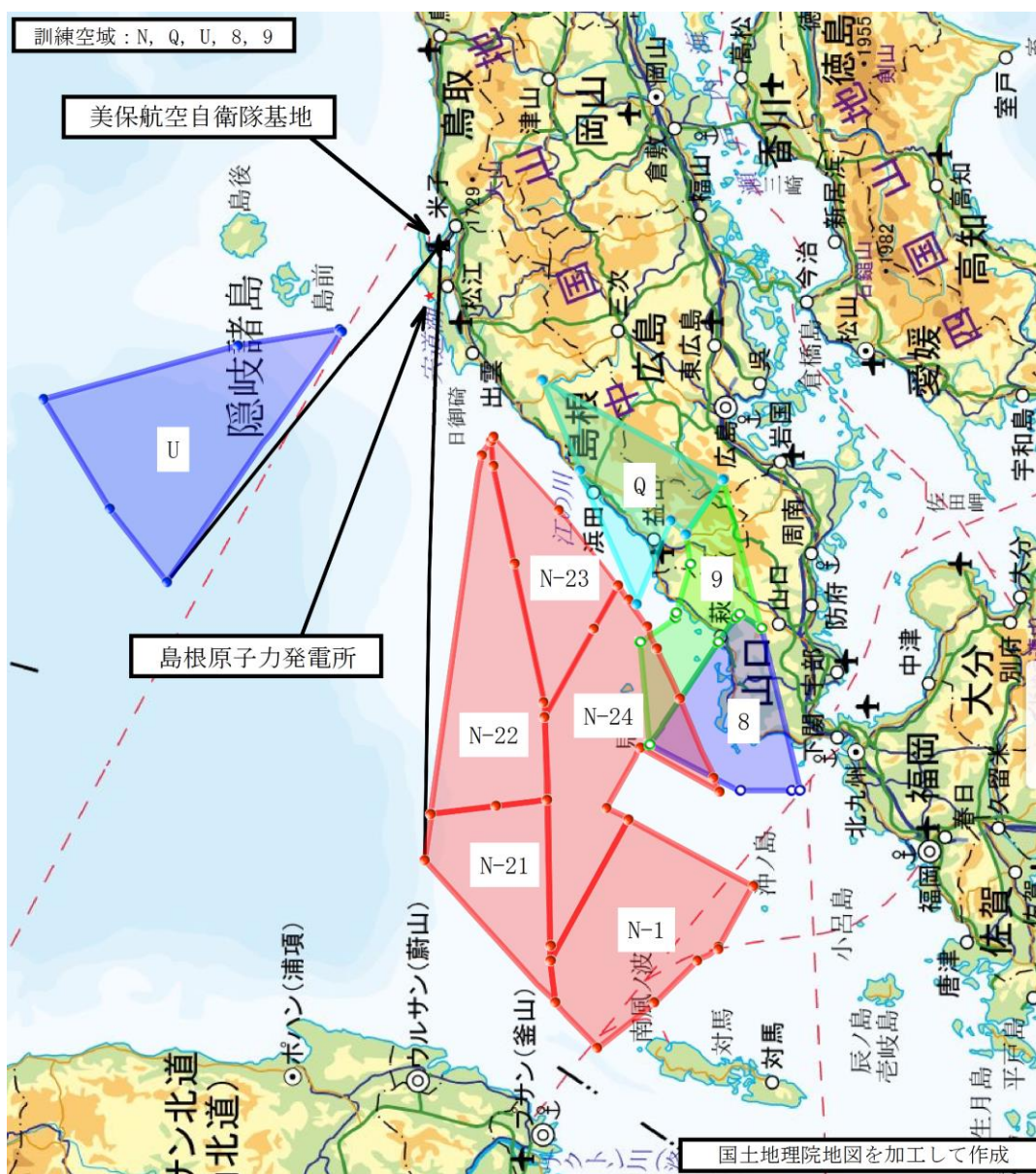
号炉	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 ^{注1}	片側の航空路幅 ^{注2}	判定	備考
2号炉	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	別紙 2-1
RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	別紙 2-1	

注1：施設と空港の経度，緯度より計測した。

注2：航空路については，「航空路の指定に関する告示」を参照した。RNAV 航路については，「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。
(1NM=1.852km として換算)



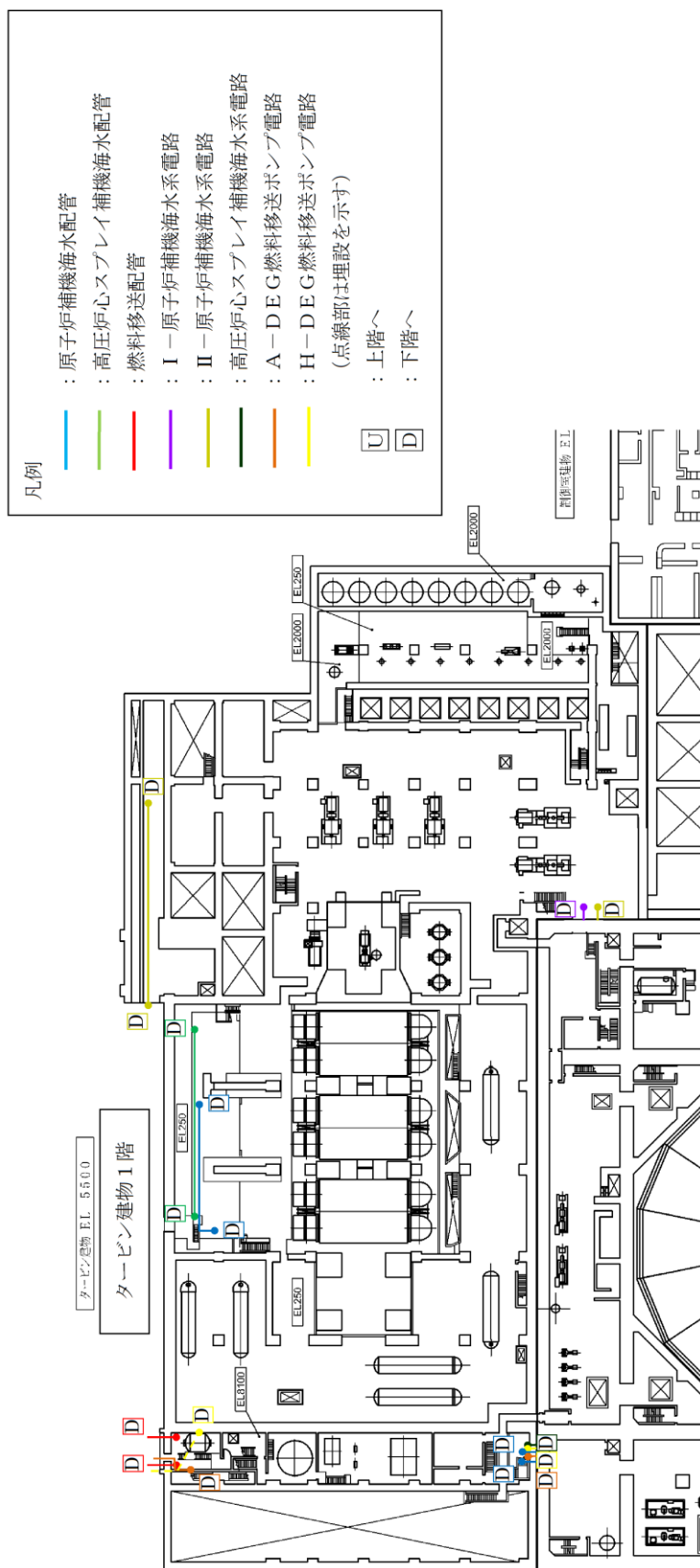
発電所周辺の航空図



島根原子力発電所，美保航空自衛隊基地と訓練空域との位置関係
 (「A I P J A P A N (Effective date:2019/7/18)」における
 訓練空域の座標に基づき作成)

航空機落下確率評価に係る標的面積（島根原子力発電所）

2号炉	面積 (km ²)		炉心、使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止（炉心 冷却も含む。）に必要な設備	備 考
	水平面積	投影面積		
原子炉建物	0.006258	0.022304 ※1	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心 ・燃料プール ・主要な安全系機器 	※1： 3つの建物 を包含する1 つの建物とし て投影面積を 算出
タービン建物	0.007799		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機海水系（配管， 電路） ・高圧炉心スプレー補機海水 系（配管，電路） ・A，HPCS-非常用デー ーゼル発電機燃料移送ポン プ（配管，電路） （別紙4-1参照） 	
廃棄物処理建物	0.003015		<ul style="list-style-type: none"> ・補助盤室 ・バッテリー室 ・計装用電気室 ・中央制御室換気系 	
制御室建物 (共用)※2	0.000756	0.000945	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室 	※2： 1号炉，2 号炉合計
取水槽	0.001337	0.001337 ※3	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機海水系（ポン プ，配管，ストレーナ） ・高圧炉心スプレー補機海水 系（ポンプ，配管，ストレ ーナ） 	※3： 地上に対象 施設が無いた め投影面積は 水平面積と同 じ
合 計 (標的面積)	0.01917	0.02459		



(タービン建物 1階)

タービン建物に施設される原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）に必要な設備の配置

国内での離着陸回数及び延べ飛行距離

1. 国内での離着陸回数

国内での離着陸回数のデータは、表1のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年）」（令和元年12月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の離着陸回数の値とする。

表1 離着陸回数

	国内線（回）	国際線（回）	合計（回）
平成10年	1,174,436	249,524	1,423,960
平成11年	1,189,856	252,902	1,442,758
平成12年	1,321,910	260,816	1,582,726
平成13年	1,343,192	261,576	1,604,768
平成14年	1,367,468	279,976	1,647,444
平成15年	1,399,700	275,410	1,675,110
平成16年	1,397,124	313,204	1,710,328
平成17年	1,418,292	333,094	1,751,386
平成18年	1,481,264	341,074	1,822,338
平成19年	1,483,448	355,416	1,838,864
平成20年	1,467,684	358,134	1,825,818
平成21年	1,432,724	336,198	1,768,922
平成22年	1,432,748	348,972	1,781,720
平成23年	1,431,040	354,322	1,785,362
平成24年	1,539,914	388,538	1,928,452
平成25年	1,643,536	395,086	2,038,622
平成26年	1,686,160	428,202	2,114,362
平成27年	1,689,272	477,100	2,166,372
平成28年	1,679,378	533,560	2,212,938
平成29年	1,691,244	564,744	2,255,988
合計	29,270,390	7,107,848	36,378,238

2. 延べ飛行距離

延べ飛行距離のデータは、表2のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年）」（令和元年12月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の延べ飛行距離の値とする。

表2 延べ飛行距離

	国内線 (km)	国際線 (km)	合計 (km)
平成10年	449,714,715	2,800,000	452,514,715
平成11年	459,941,610	3,000,000	462,941,610
平成12年	480,695,802	3,000,000	483,695,802
平成13年	489,782,465	3,000,000	492,782,465
平成14年	498,480,635	3,500,000	501,980,635
平成15年	519,275,755	3,500,000	522,775,755
平成16年	517,051,659	3,900,000	520,951,659
平成17年	527,104,292	3,700,000	530,804,292
平成18年	555,392,832	3,700,000	559,092,832
平成19年	559,616,583	3,800,000	563,416,583
平成20年	554,535,973	3,800,000	558,335,973
平成21年	544,494,742	3,600,000	548,094,742
平成22年	548,444,056	3,600,000	552,044,056
平成23年	554,156,367	3,400,000	557,556,367
平成24年	607,933,799	3,600,000	611,533,799
平成25年	656,587,038	3,700,000	660,287,038
平成26年	678,832,124	3,800,000	682,632,124
平成27年	681,945,100	3,900,000	685,845,100
平成28年	682,890,250	4,200,000	687,090,250
平成29年	689,723,341	4,400,000	694,123,341
合計	11,256,599,138	71,000,000	11,327,599,138

評価対象となる航空路の飛行回数

(飛行回)

東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	平成30年上半期 (H30.6.6) 交通量	平成30年下半期 (H30.8.7) 交通量	評価に用いる 数値 ^{注2}
航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	1	1	上半期合計：1便 下半期合計：1便 1×365日＝ 365便／年間
RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	2	4	上半期合計：469便 下半期合計：512便 512×365日＝ 186,880便／年間
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	77	88	
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	76	75	
RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	43	52	
RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-KYOKA)	35	45	
RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	7	7	
RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	20	16	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	10	13	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	23	29	
RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	75	73	
RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	3	3	
RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	0	0	
RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	32	41	
RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	66	66	
RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	0	0	

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

注2：航空路及びRNAV経路それぞれについて、上半期の合計値と下半期の合計値を比較し、大きいものを評価に用いた。

航空機落下確率評価に用いたデータの収集期間について

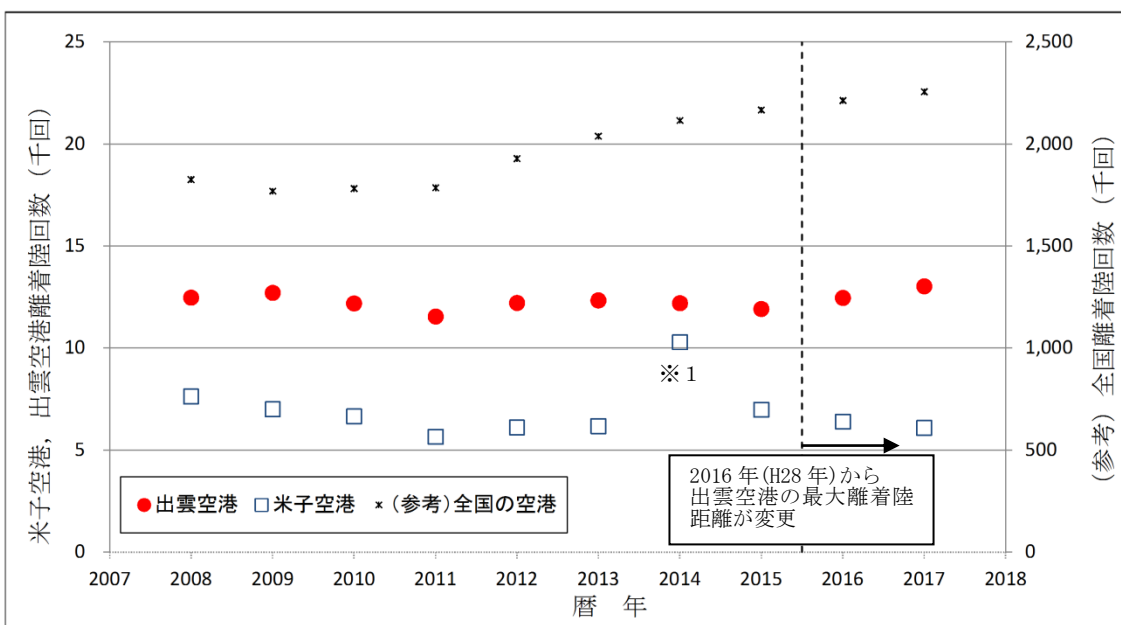
1. 当該飛行場での離着陸回数及び当該航空路等の飛行回数について

(1) 当該飛行場での離着陸回数について

当該飛行場での離着陸回数データは、調査対象を国土交通省HPに掲載されている暦年・年度別空港管理状況調書としており、入手可能な最新データは2017年（平成29年）12月である。

評価に使用するデータとしては、①発電所周辺の航路状況として、2016年（平成28年）から航空路誌（AIP）の出雲空港のアプローチ・チャートが変更となったこと（最大離着陸距離が短くなり、離着陸時の事故における落下地点確率分布関数の値が大きくなったこと）から、2016年（平成28年）又は2017年（平成29年）のデータとし、②出雲空港及び米子空港の離着陸回数は、図-1のとおり過去10年間で多少の増減はあるもののほぼ一定であることから、入手可能な範囲での最新データ（2017年（平成29年））とする。

発電所周辺の航路状況が変更となる以前も含めて落下事故の確率を評価した結果を表-1に示す。評価には当該飛行場の離着陸回数だけでなく最大離着陸距離が関係するため、出雲空港及び米子空港の合計値を比較する。評価結果より、入手可能な範囲での最新データ（2017年（平成29年））の評価値が最も厳しい結果となっており、評価で使用するデータは妥当であることを確認した。



※1：2014年（H26年）の米子空港は、新たな航空会社が参入し、路線数が約2倍になり離着陸回数が急増したが、1年余りで撤退した。

図-1 出雲空港及び米子空港の離着陸回数の推移

（「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年）」（令和元年12月 原子力規制庁）及び「暦年・年度別空港管理状況調書」（平成31年3月29日修正版 国土交通省）により作成）

表－1 飛行場での離着陸時における落下事故の確率評価結果

評価年	評価値※	最新評価年との比率	備考
2013年（平成25年）	6.33E-09	0.44	出雲空港の最大離陸距離変更前
2014年（平成26年）	7.75E-09	0.53	
2015年（平成27年）	6.48E-09	0.45	
2016年（平成28年）	1.41E-08	0.97	出雲空港の最大離陸距離変更後
2017年（平成29年）	1.46E-08	1.00	

※：事故率については1998年（平成10年）1月～2017年（平成29年）12月のデータ

(2) 当該航空路等の飛行回数について

当該航空路等での飛行回数データは、国土交通省より入手したデータ（平成 24, 28, 30 年）を調査対象としており、入手可能な範囲での最新データは 2018 年（平成 30 年）である。

評価に使用するデータとしては、①発電所周辺の航路状況は、2016 年（H28 年）から航空路誌（A I P）の航空路等（エンルート・チャート）が変更となったこと（評価対象航空路等が増加したこと）から、2016 年（平成 28 年）又は 2018 年（平成 30 年）のデータとし、②発電所周辺の評価対象航空路等の飛行回数は、図-2 のとおり増加傾向であることから、入手可能な範囲での最新データ（2018 年（平成 30 年））とする。

発電所周辺の航路状況が変更となる以前も含めて落下事故の確率を評価した結果を表-2 に示す。評価結果より、入手可能な範囲での最新データ（2018 年（平成 30 年））の評価値が最も厳しい結果となっており、評価で使用するデータは妥当であることを確認した。

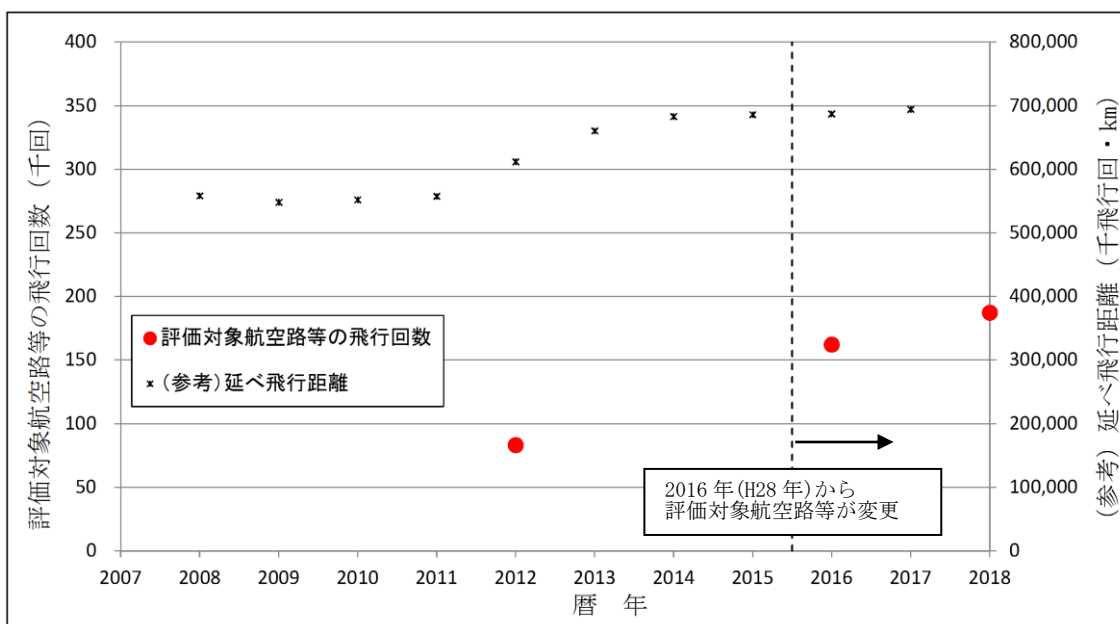


図-2 発電所周辺の評価対象航空路等の飛行回数の推移
（「航空機落下事故に関するデータ（平成 10～29 年）」（令和元年 12 月 原子力規制庁）
及び国土交通省航空局から入手したデータにより作成）

表－2 航空路を巡航中の落下事故の確率評価結果

評価年	評価値※	最新評価年との比率	備考
2012年（平成24年）	4.57E-09	0.53	評価対象航空路等の変更前
2016年（平成28年）	7.42E-09	0.87	評価対象航空路等の変更後
2018年（平成30年）	8.56E-09	1.00	

※：事故率については1998年（平成10年）1月～2017年（平成29年）12月のデータ

電磁的障害影響評価について

1. 原子炉保護系計器ラックの主な電磁波等，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。

このため，計測制御回路を構成する制御盤及びケーブルは，日本産業規格（J I S）等に基づき，ライン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する設計としている。

(2) 規格に基づく電磁的障害対策

a. J I Sに基づくサージ・ノイズ，電磁波の侵入防止設計

計測制御回路を構成する制御盤及びケーブルは，J I S C60364-4-44:2011（低圧電気設備-第 4-44 部：安全保護-妨害電圧及び電磁妨害に対する保護）で定められている，下記の設計基準に準拠した設備である。

- ・電磁的影響に敏感な電気機器に対してサージ保護装置又はフィルタを用いる。
- ・ケーブルの金属製被覆（シールド）はC B N（接地）に接続する。
- ・ほぼ大地電位に等しい電位の基準電位を機器用接地導体によって確保する。（鋼製筐体の接地）

b. JECに基づくサージ・ノイズ耐性

計測制御回路を構成する制御盤は，サージ・ノイズの侵入に対して，J E C-0103-2005（低圧制御回路試験電圧標準）で定められた，下記のテスト波形に耐える設計としている。（図1）

- ・電圧値：4 kV，波形：1.2/50 μ s
（ピーク電圧までの立ち上がりに 1,2 μ s，その後 50%電圧までの降下に 50 μ s を要する電圧波形）

(3) 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及びケーブルは，原則として以下の設計としている。（図2，3）

a. 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ラインフィルタを設置し、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。

(b) 信号入出力回路

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ラインフィルタや絶縁回路を設置し、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. 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。

(4) 電磁波等の発生源に対する対策

サージ・ノイズや電磁波に対して、制御盤は侵入を防止する設計としているが、さらに中央制御室や補助盤室では無線機器の使用を制限している。

また、高圧動力ケーブルは金属シールド付とするとともに、計装ケーブルとは別の鋼製ケーブル・トレイに布設することで、高圧動力回路に地絡等が生じた場合に計装回路への電磁的影響を及ぼさない設計としている。(図4)

(5) 制御盤の耐ノイズ、耐サージ及び耐電圧性能

制御盤の耐ノイズ、耐サージ及び耐電圧性能は、ノイズ、サージの種別ごとに規格に基づいた耐力を持たせる設計とし、それぞれ型式試験により確認している。

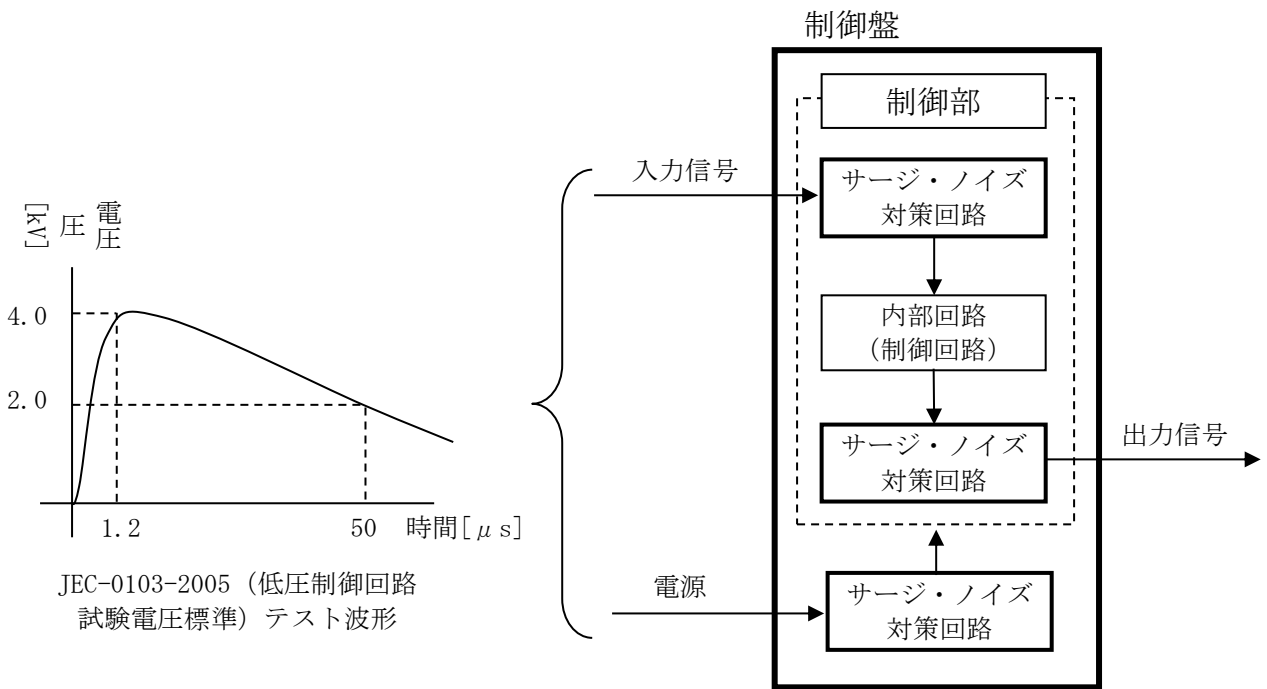


図1 制御盤のサージ・ノイズ耐性概要図

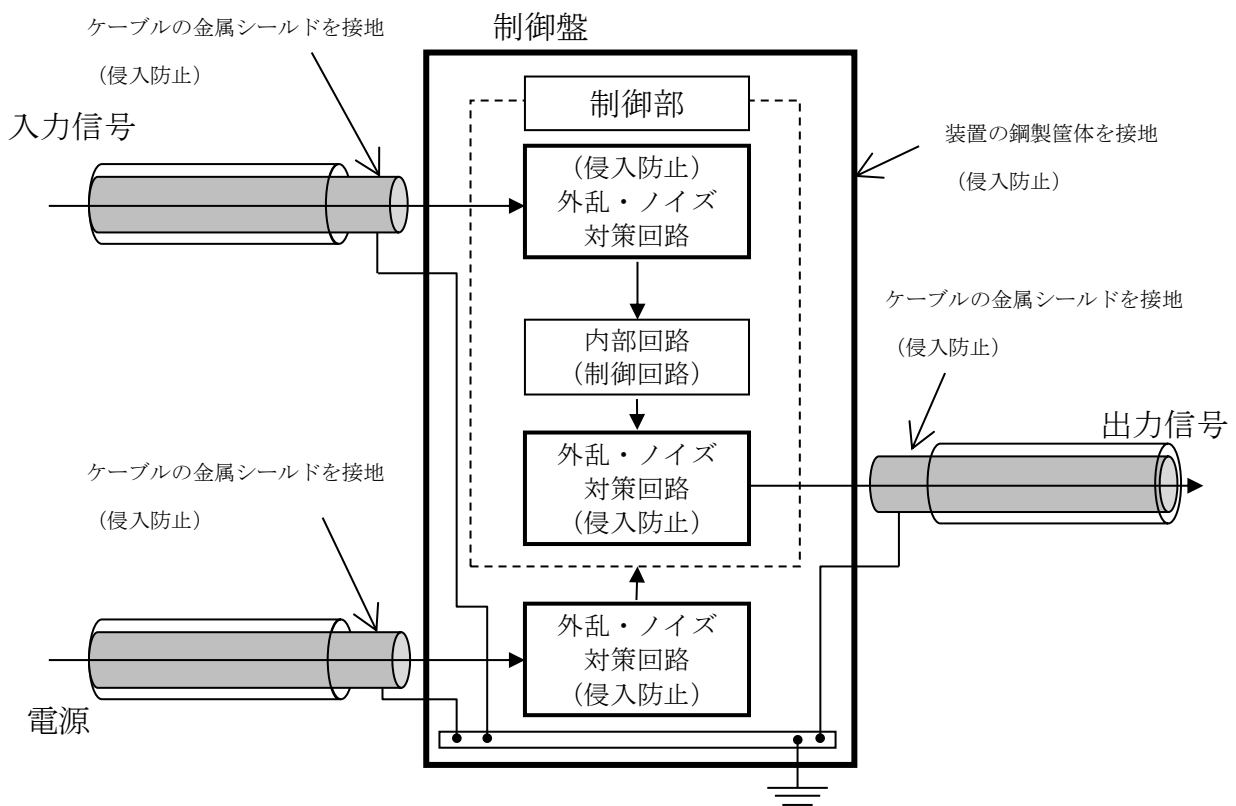


図2 電磁的障害防止策の概要

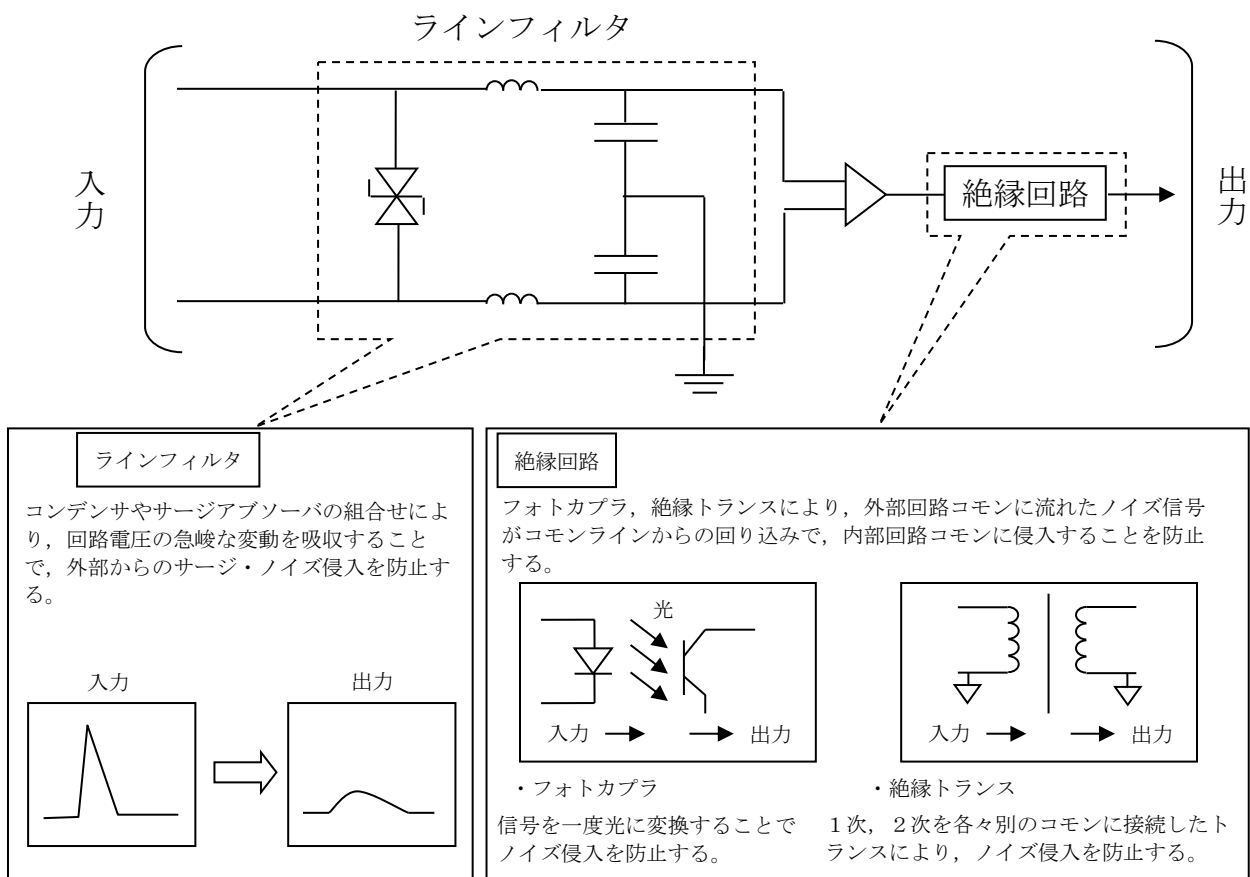


図3 外乱・ノイズ対策の概要

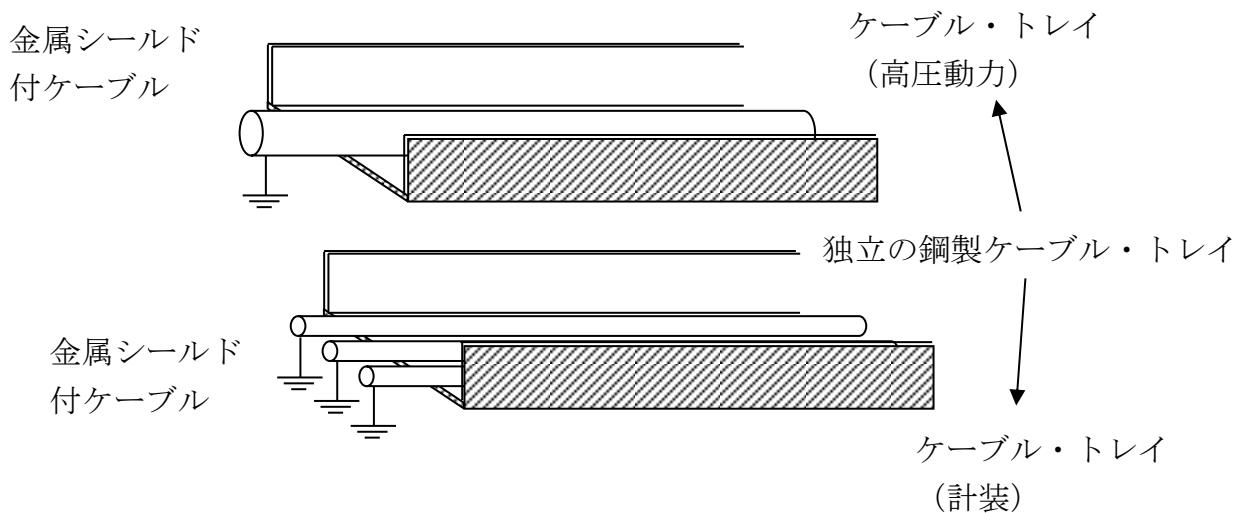


図4 電磁波等の発生源に対する対策の概要

主荷重と組み合わせる場合の積雪荷重の考え方について

1. 荷重の組合せの考え方

地震、津波及び火山と積雪は相関性が低い事象の組合せであるため、重畳を考慮する際は、Turkstra の経験則を適用する。Turkstra の経験則の考え方は、建築基準法や、土木学会「性能設計における土木構造物に対する作用の指針」、国土交通省「土木・建築にかかる設計の基本」、ANSI (米国国家規格協会) 等で採用されている。Turkstra の経験則は、基準期間中の最大値はある荷重（主荷重）の最大値とその他の荷重（従荷重）の任意時刻における値（平均値）との和として荷重の組合せを考慮する。

地震、津波及び火山の影響と積雪の重ね合わせにおいて、地震、津波及び火山の影響の荷重条件は積雪の荷重条件より厳しく、発生した際の荷重が比較的大きいことから主荷重となる。したがって、地震、津波及び火山の影響との重ね合わせにおいては、積雪を従荷重として評価を実施する。

2. 従荷重として組み合わせる積雪荷重の設定方法

主荷重である地震、津波及び火山の影響の荷重に対して組み合わせる積雪荷重の平均値について関連する規格・基準等を踏まえて、以下のとおり検討を行った。

(1) 建築基準法の考え方を準用して平均値を求めた場合

建築基準法では、別紙1のとおり多雪区域^{*1}において主荷重である地震・暴風と組み合わせる場合の平均的な積雪量として、短期積雪荷重の0.35倍の積雪量を考慮することとしている。島根原子力発電所周辺は多雪区域ではないが、短期積雪荷重の0.35倍の積雪量を考慮すると、算出される平均的な積雪量は35.0cm（設計基準積雪量100cm×0.35）である。

(2) 観測記録により年最大積雪深の平均値を求めた場合

従荷重として想定する積雪荷重について、平均的な積雪荷重の一般的な設定方法として、最寄りの気象官署における月最深積雪の年最大の平均値を求める方法がある。敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台（松江市）における月最深積雪の年最大の平均値は気象観測データ（観測期間：1941年～2018年）より24.9cmである。

検討の結果、算出される平均的な積雪量は、建築基準法の考え方を準用して平均値を求めた場合（35.0cm）が最も大きな値となる。

以上の検討より、島根原子力発電所における主荷重と組み合わせる場合の積雪荷重の積雪量は、設計基準積雪量100cmに係数0.35を考慮した積雪量(35.0cm)を採用する。

- ※1 垂直積雪量が1mを超える場合又は1年ごとの積雪の継続時間が30日を超える場合で、管轄の特定行政庁が規則で指定した区域（建築基準法より）

建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方

「建築物荷重指針・同解説(2015)」によると、建築基準法における組合せは、基本的には Turkstra の経験則^{*1}と同様の考え方であり、同経験則に従えば、考慮すべきは主たる荷重が最大を取る時点の荷重の組合せであり、従たる荷重の値としては、その確率過程的な意味での平均的な値を採用することができるとしている。

組合せは、一般には短期においてのみであり、固定荷重と積載荷重に組み合わせる自然現象による荷重は単独の「積雪」、「風」及び「地震」である。

また、それらを組み合わせることはない。建築基準法における荷重の考え方を表 1 に示す。

表 1 建築基準法施行令からの抜粋

力の種類	荷重及び外力について 想定する状態	一般の場合	第 86 条第 2 項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合
長期に生ずる力	常時	G + P	G + P
	積雪時		G + P + 0.7 S
短期に生ずる力	積雪時	G + P + S	G + P + S
	暴風時	G + P + W	G + P + 0.35 S + W
	地震時	G + P + K	G + P + 0.35 S + K

ここで、
 G : 第 84 条に規定する固定荷重によって生ずる力
 P : 第 85 条に規定する積載荷重によって生ずる力
 S : 第 86 条に規定する積雪荷重によって生ずる力
 W : 第 87 条に規定する風圧力によって生ずる力
 K : 第 88 条に規定する地震力によって生ずる力

島根原子力発電所は該当しないが、建築基準法では、その地方における垂直積雪量が 1 m を超える場合又は 1 年ごとの積雪の継続時間が 30 日を超える場合は、管轄の特定行政庁が規定でその地方を多雪区域に指定するとともに、その地方における積雪荷重を規定している。一方、島根原子力発電所が存在する多雪区域指定のない地域においては、暴風時及び地震時の積雪荷重に関する組合せを考慮する必要はないとされている。

建築物の構造計算に当たって考慮すべき積雪荷重として、次の 4 つの状態が設定されている。^{*2}

① 短期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、短期積雪荷重と呼ばれており、冬季の最大積雪としておおむね3日程度の継続期間を想定した50年再現期待値として設定される値である。

$$S = d \cdot \rho$$

ここで、

S：短期積雪荷重 (N/m²)

d：垂直積雪量 (cm)

ρ：積雪の単位荷重^{※3} (N/cm/m²)

② 長期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、長期積雪荷重と呼ばれ、おおむね3か月程度の継続期間を想定したものである。この荷重は多雪区域における建築物の構造計算を行うときにのみ用いられる荷重であり、その値は短期積雪荷重の0.7倍である。

③ 冬季の平均的な積雪状態

この状態は、多雪区域において積雪時に強い季節風等の暴風又は地震に襲われたときに想定するものである。この場合の荷重・外力を「主の荷重」と「従の荷重」に区分すると、風圧力又は地震力を「主の荷重」、積雪荷重を「従の荷重」とみなすことができる。「従の荷重」として想定する積雪はその地方における冬季の平均的な積雪で、①項の短期積雪荷重の0.35倍である。

④ 極めて稀に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、構築物が想定すべき最大級の荷重として、①項の短期積雪荷重の1.4倍である。

※1 基準期間中の最大値はある荷重（主荷重）の最大値とその他の荷重（従荷重）の任意時刻における値との和によって近似的に評価できるとするもの

※2 「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」

※3 積雪量1cm当たり20N/m²（建築基準法より）

船舶の衝突影響評価について

1. 基本方針

最も距離の近い航路でも島根原子力発電所より約6kmの離隔距離があり、航路を通行する船舶の衝突により、安全施設が安全機能を損なうことはない。

小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、敷地前面の防波堤及び東防波堤（以下、「防波堤等」という。）により港湾内への侵入口は狭められていることから、侵入する可能性は低減されている（図1参照）。また、高潮の再現期間100年に対する期待値EL+1.36mに対して、防波堤はEL+5.5m、東防波堤はEL+1.8mの高さがあることから、小型船舶は防波堤等を乗り越えにくく、港湾内に侵入する可能性は低減されている（図2、図3参照）。仮に取水口側に侵入した場合でも、取水口の上端高さはEL-9.5mであり深層取水することにより、取水機能が損なわれるような閉塞は生じない設計とする。

船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合に、深層から取水することにより、原子炉補機冷却系及び高圧炉心スプレイ補機海水系の取水性に影響が及ばない設計とする。また、必要に応じてオイルフェンスを設置する措置を講じる。

なお、津波発生時の漂流船舶による影響については、第五条（津波による損傷の防止）において取り扱う。

2. 敷地前面の航路について

島根原子力発電所周辺海域の航路としては、北東方向約6kmに加賀港から潜戸までの観光遊覧船が運航している。また、東北東方向約21kmに七類港から隠岐諸島までの高速船及びフェリーが運航している。発電所はこれらの航路の進行上にはなく、航路までの距離が離れていることから船舶の進入はない。

（図4、図5参照）

3. 小型船舶等の衝突による影響

航路外の船舶として、発電所周辺の船舶の影響評価を実施する。評価対象の船舶としては、第五条（津波による損傷の防止）において抽出した船舶とする。

第五条（津波による損傷の防止）では、漂流物の影響評価において、島根原子力発電所の周辺の漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行っており、構内（港湾内）の船舶として、燃料等輸送船、作業船、貨物船等、漁船を、構外（港湾外）の船舶として漁船、プレジャーボート、巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船、作業船を抽出している。

構内（港湾内）の船舶については、異常気象・海象時、荒天が予測される場合には、必要に応じて、入港の中止・離岸等の措置を取ることとしていることから、漂流船舶とはならないと評価する。

構外（港湾外）の船舶のうち、巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船については、発電所から3.5km以遠を航行していることから、漂流船舶とはならないと評価する。

構外（港湾外）の船舶のうち漁船、プレジャーボート、作業船については、荒天等により漂流に至るような場合であっても、投錨等の対応を取ることが可能と考えられる。また、取水口前面には防波堤等があることから、小型船舶が漂流し、構内（港湾内）に侵入する可能性は極めて低い。仮に取水口側に侵入した場合でも、取水口の上端高さEL-12.5～-9.5mに対して、朔望平均干潮位（L.W.L）EL-0.02mに小型船舶の喫水約1.5mを考慮しても船舶の下端はEL-3m程度であることから、取水路の閉塞はない（図1、図6、図7参照）。

仮に防波堤が損傷した場合でも、防波堤と2号炉の取水口との間には距離があること等から取水への影響はない。また、小型船舶が防波堤に衝突し沈没した場合においても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び小型船舶の寸法から、取水への影響はない。（別紙1参照）

4. 重油の流出による影響

燃料輸送船等が座礁し、運搬している重油等が流出するような場合についても、深層から取水していることから、取水機能に影響はない。また、必要に応じて、オイルフェンスを設置する措置を講じることができる。

なお、外部火災影響評価では、以下のとおりとしている。

重油運搬船の受け入れ時等に、輪谷湾（海上）に油が流出した場合には、公設消防に連絡するとともに、オイルフェンス設置による拡散防止等の油流出災害の拡大防止措置を講じている。

また、深層取水していることから発電用原子炉施設（海水ポンプ）への影響はない。

なお、重油運搬船の受け入れ時には、作業開始前にオイルフェンスを設置する運用を行っているため、重油流出時において緊急でオイルフェンスを設置する必要はない。

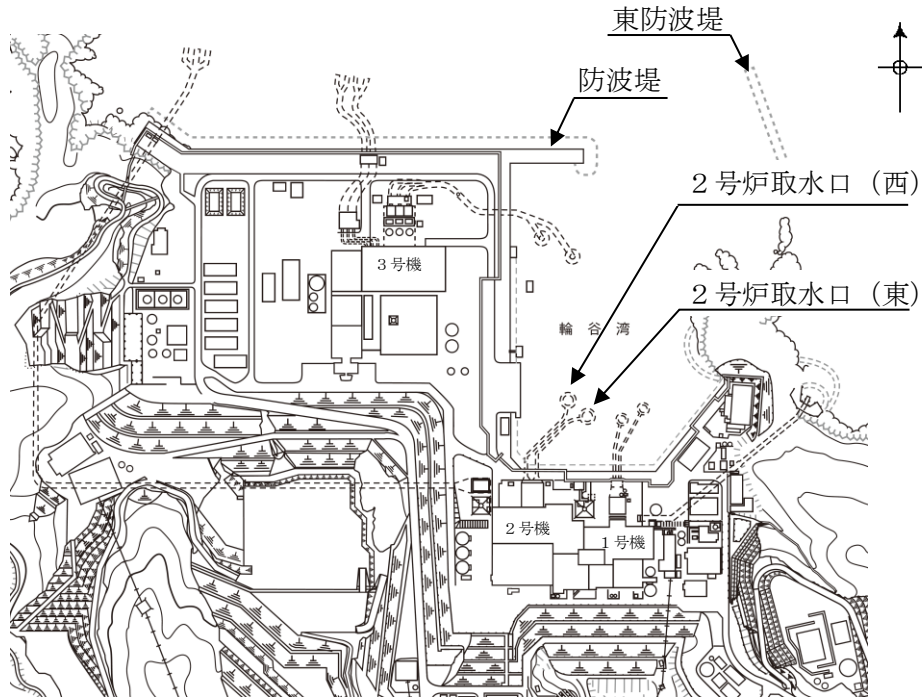


図1 取水口及び防波堤等の位置

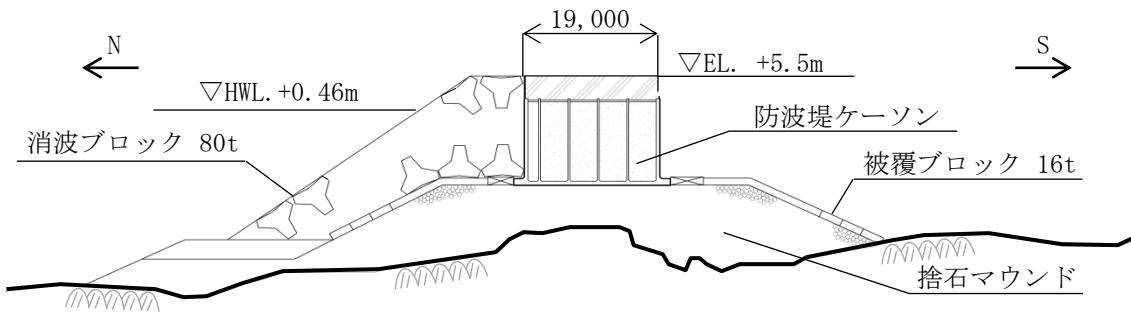


図2 防波堤（消波ブロック被覆堤）標準部

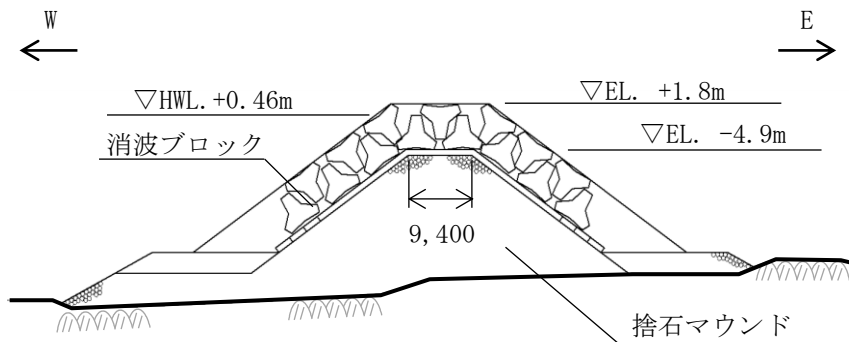


図3 東防波堤（消波ブロック傾斜堤）標準部

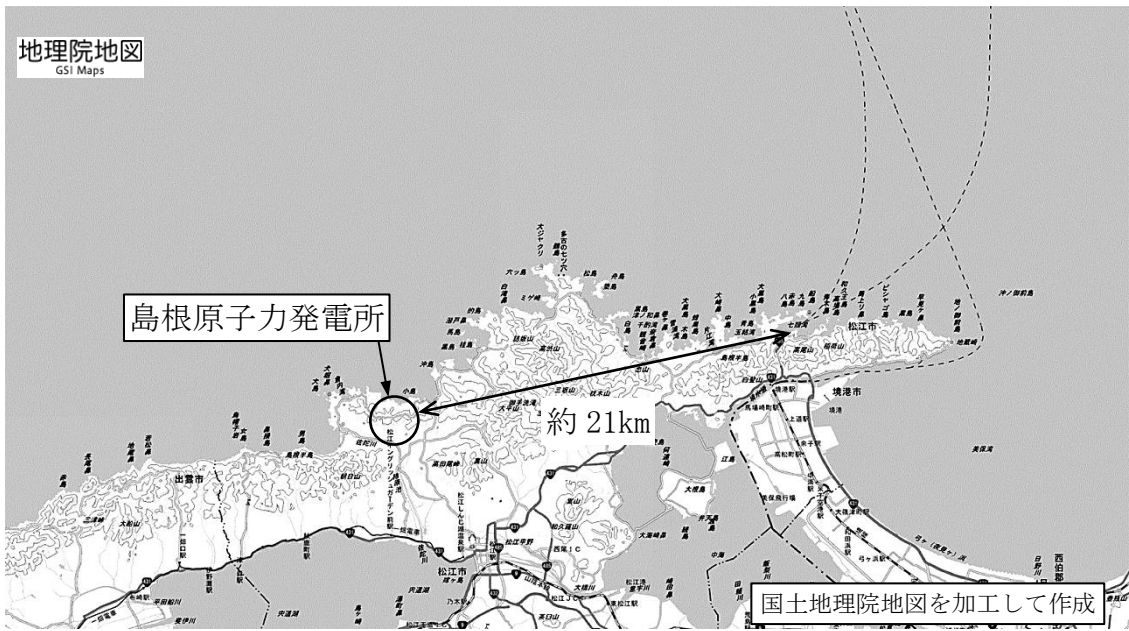


図4 発電所周辺の主要航路図

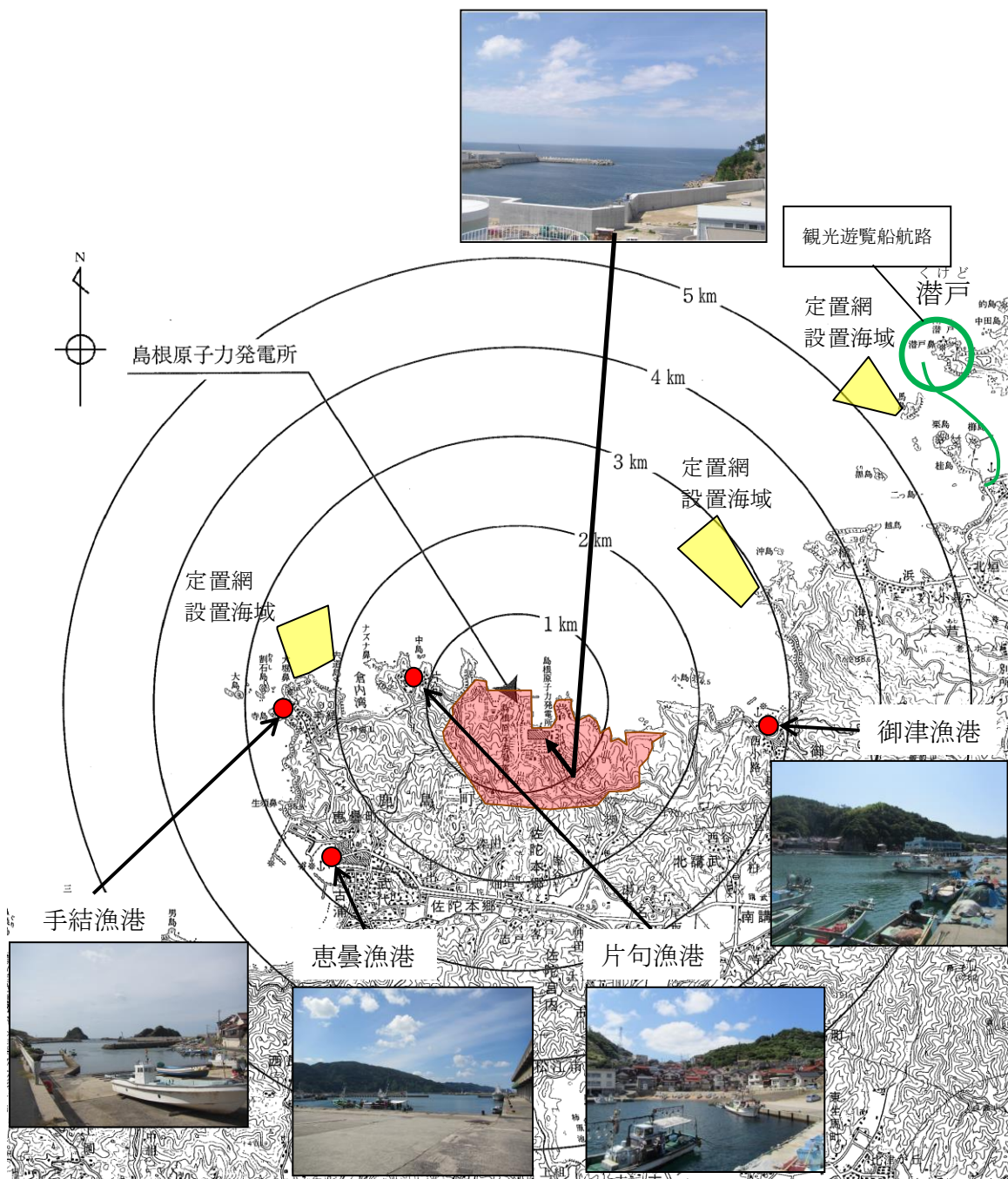


図5 発電所周辺の航路及び漁港等の位置

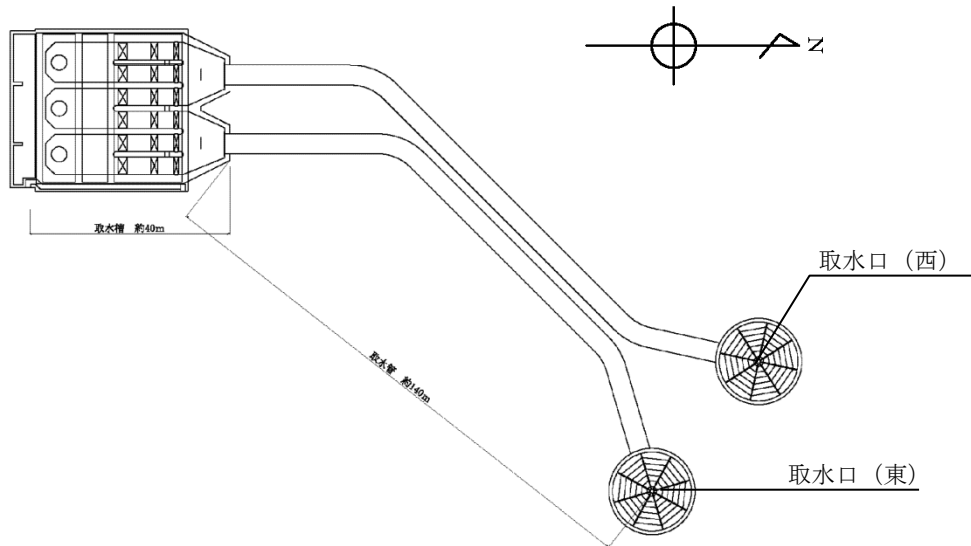


図6 取水口～取水ピット平面図

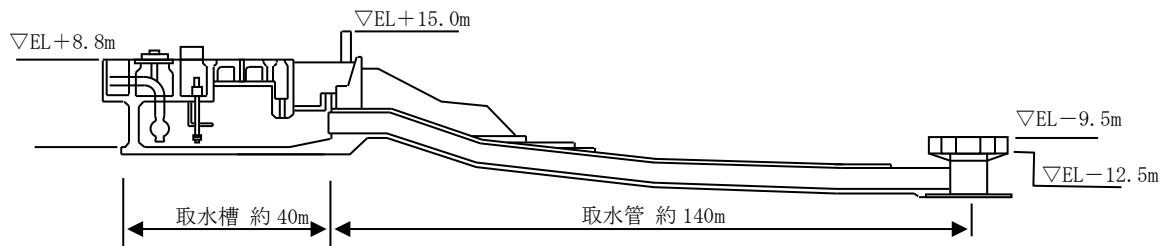


図7 取水口～取水ピット断面図

防波堤等による取水口への影響評価について

仮に防波堤が損傷した場合又は小型船舶が強風等の影響を受け防波堤に衝突し沈没した場合の取水口への影響について、以下のとおり評価した。

1. 防波堤が損傷した場合について

防波堤と2号炉の取水口との間には最短で約340mの距離があり、防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、損傷した防波堤が、漂流によって2号炉の取水口に到達することはない。

なお、50kg～500kg程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることを考えると、滑動、転動し、取水口に到達する可能性は小さいと考えられ、仮に到達するものがあつた場合でも、図1-1に示した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な通水量を考慮すると、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと考えられる。

以上より、防波堤が損傷した場合において、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

2. 小型船舶が防波堤に衝突し沈没した場合について

万一、取水口呑口上部で沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び小型船舶の寸法^{※1}から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと考えられる。

※1 小型船舶の寸法は、発電所沿岸で操業する漁船（最大約10t程度）の大きさを考慮し、約10tの作業船寸法とした。

〈作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元〉

○取水口呑口断面寸法(図1-1)

・高さ：3.0m

・幅：17m

○非常用海水冷却系必要通水量

・通常時（循環水系）の5%未満^{※2}

※2 循環水系の定格流量約3370m³/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は150m³/分(ポンプ全台運転)

○作業船寸法(総トン数約10tの作業船代表例)

- ・長さ：約10m
- ・幅：約4m
- ・喫水：約1.5m

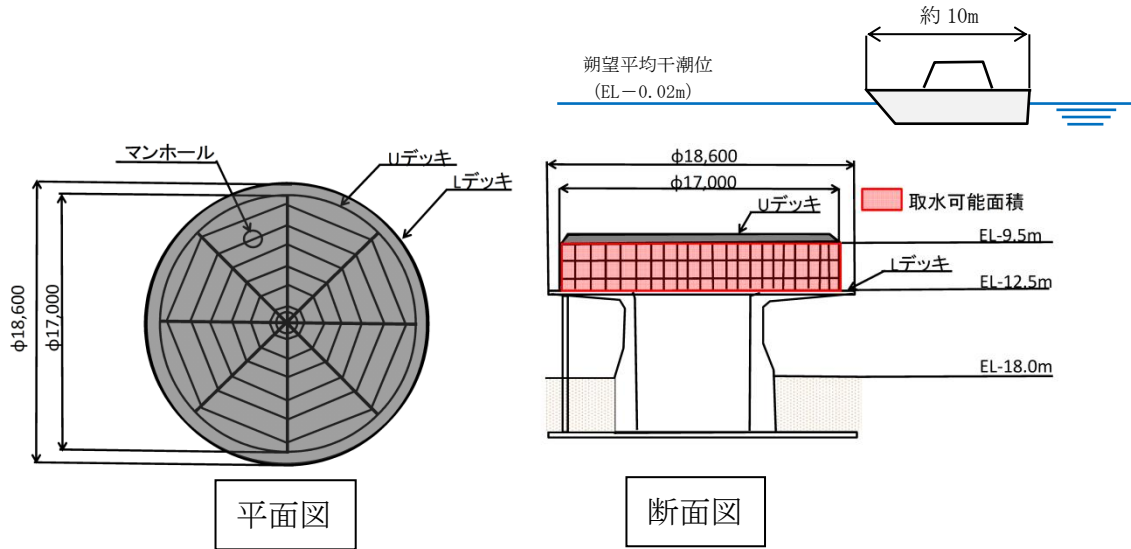


図 1 - 1 取水口呑口概要図

以上より，小型船舶が防波堤に衝突し沈没した場合において，非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて

1. 規制基準における要求事項等

- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。

2. 検討方針

余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組合せる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、図1の流れで検討を実施した。

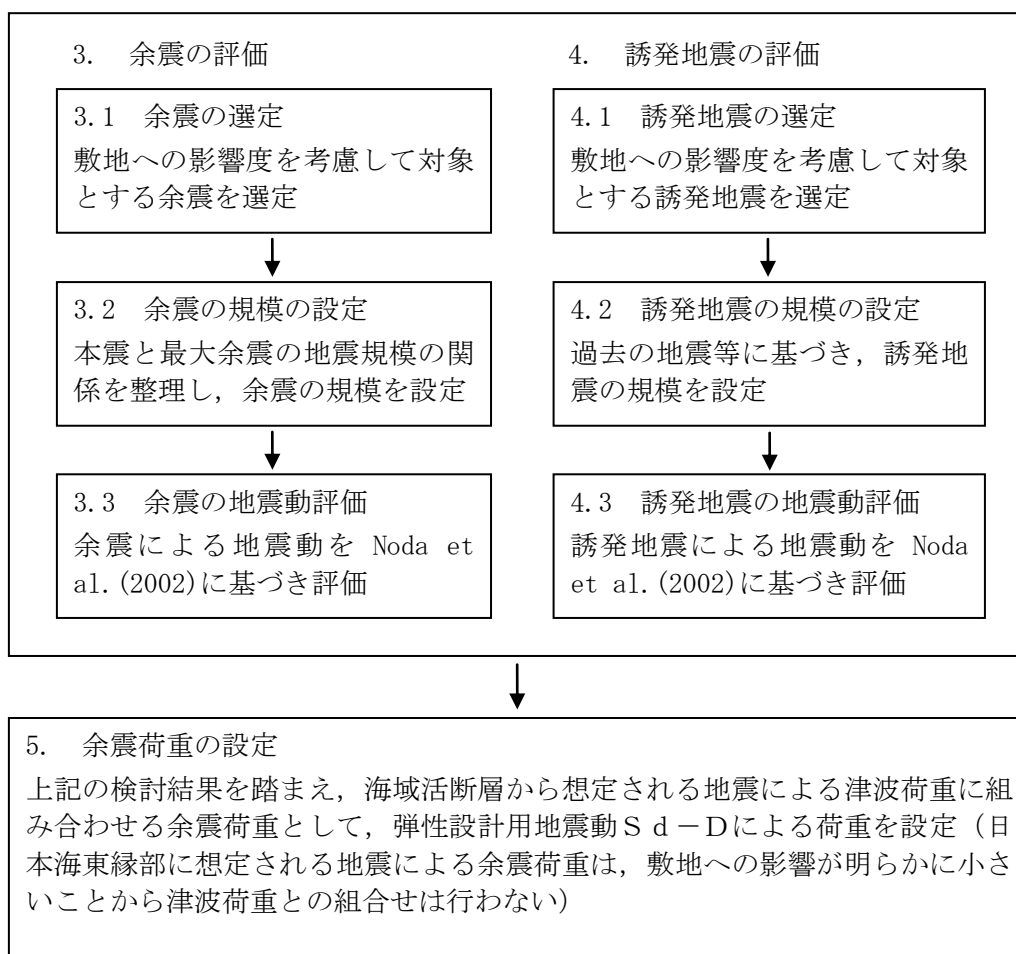


図1 余震荷重の検討フロー

3. 余震の評価

3.1 余震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする余震を選定する。島根原子力発電所における基準津波は、図2に示す「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」及び「海域活断層から想定される地震による基準津波4」である。このうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源位置は、敷地から600km以上の距離にあり、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が明らかに小さい。一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近く、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う余震を選定する。

3.2 余震の規模の設定

余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、余震を考慮する基準津波4の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約10分以内であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が1時間程度以内の地震とした。対象とした地震の諸元及び震央分布を表1及び図3に示す。地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュード M_0 と最大余震のマグニチュード M_1 の関係から本震と余震のマグニチュードの差 D_1 は、図4のとおり、 $D_1 = M_0 - M_1 = 1.2$ として評価できる。余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し $D_1 = 0.9$ として余震の規模を想定する。

3.3 余震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、表2及び図5に示す波源の諸元及び震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震の規模を設定した上で、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動 $S_d - D$ の応答スペクトルを比較して図6に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う余震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動 $S_d - D$ を下回っている。

4. 誘発地震の評価

4.1 誘発地震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする誘発地震を選定する。

過去に発生した誘発地震について、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）を対象に、余震活動の領域内の地震を除いた本震発生後24時間以内に発生したM6.5以上の内陸地殻内地震を確認すると、本震発生から約13時間後に長野県北部の地震（M6.7）が誘発地震として発生しており、それぞれの地震の震央位置は、図7に示すとおり約400km離れた位置関係になっている。

図8に示す国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後（2011年2月下旬～3月下旬）の地殻変動によると、誘発地震の長野県北部の地震（M6.7）の震央位置周辺に比べて、敷地周辺ではほとんど地殻変動は見られない。また、遠田（2011）において、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後の応力変化を検討し、近畿地方の変化量は概ね0.1bar以下と小さく、地震活動に目立った変化は見られないことから、「近畿の活断層への影響はごくわずか」としており、近畿地方よりもさらに西方の敷地周辺の活断層への影響もごくわずかと考えられる。なお、日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の3地震（1964年新潟地震：本震M7.5 最大余震6.1、1983年日本海中部地震：本震M7.7 最大余震6.1、1993年北海道南西沖地震：本震M7.8 最大余震6.0）については、余震を含めたとしてもM6.5未満の地震しか発生していない。

基準津波のうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1、2、3、5及び6」の波源は2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）より規模が小さく、その位置は図7に示すとおり敷地から600km以上の距離にあり、2011年東北地方太平洋沖地震とその誘発地震の位置関係よりも更に離れていることから、上記の地殻変動や応力変化を考慮すると、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられない。

一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、図7に示すとおり、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近いことから、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う誘発地震を選定する。

4.2 誘発地震の規模の設定

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)が発生したのは本震発生から約13時間後である。誘発地震を考慮する基準津波4の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯(最大でも地震発生から約10分以内)においてM6.8以上の誘発地震が発生することは考えにくい。保守的に基準地震動の評価において検討用地震に選定されなかった孤立した短い活断層による地震を対象とし、誘発地震の規模をM6.8に設定する。

4.3 誘発地震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震について、表3及び図9に示す孤立した短い活断層による地震を対象にM6.8の震源モデルを設定し、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動S_d-Dの応答スペクトルを比較して図10に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動S_d-Dを下回っている。

5. 余震荷重の設定

以上の検討結果から、基準津波1, 2, 3, 5及び6の波源である「日本海東縁部に想定される地震」については、その余震及び誘発地震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重に組み合わせる余震荷重を設定しない。また、基準津波4の波源である「海域活断層から想定される地震」については、その余震及び誘発地震の地震動評価結果を、全ての周期帯において弾性設計用地震動S_d-Dが十分に上回ることから、保守的にS_d-Dによる荷重を海域活断層から想定される地震による津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。

【参考文献】

- Noda, S. • K. Yashiro • K. Takahashi • M. Takemura • S. Ohno • M. Tohdo • T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations Between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18 Istanbul, pp.399-408
- 地震調査研究推進本部 (2016) : 大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方, 平成 28 年 8 月 19 日
- 国土地理院 (2011) : 平成 23 年 3 月の地殻変動について
- 遠田晋次 (2011) : 東北地方太平洋沖地震にともなう静的応力変化, <http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/events/110311tohoku/toda/index.html>
- 活断層研究会編 (1991) : [新編] 日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会

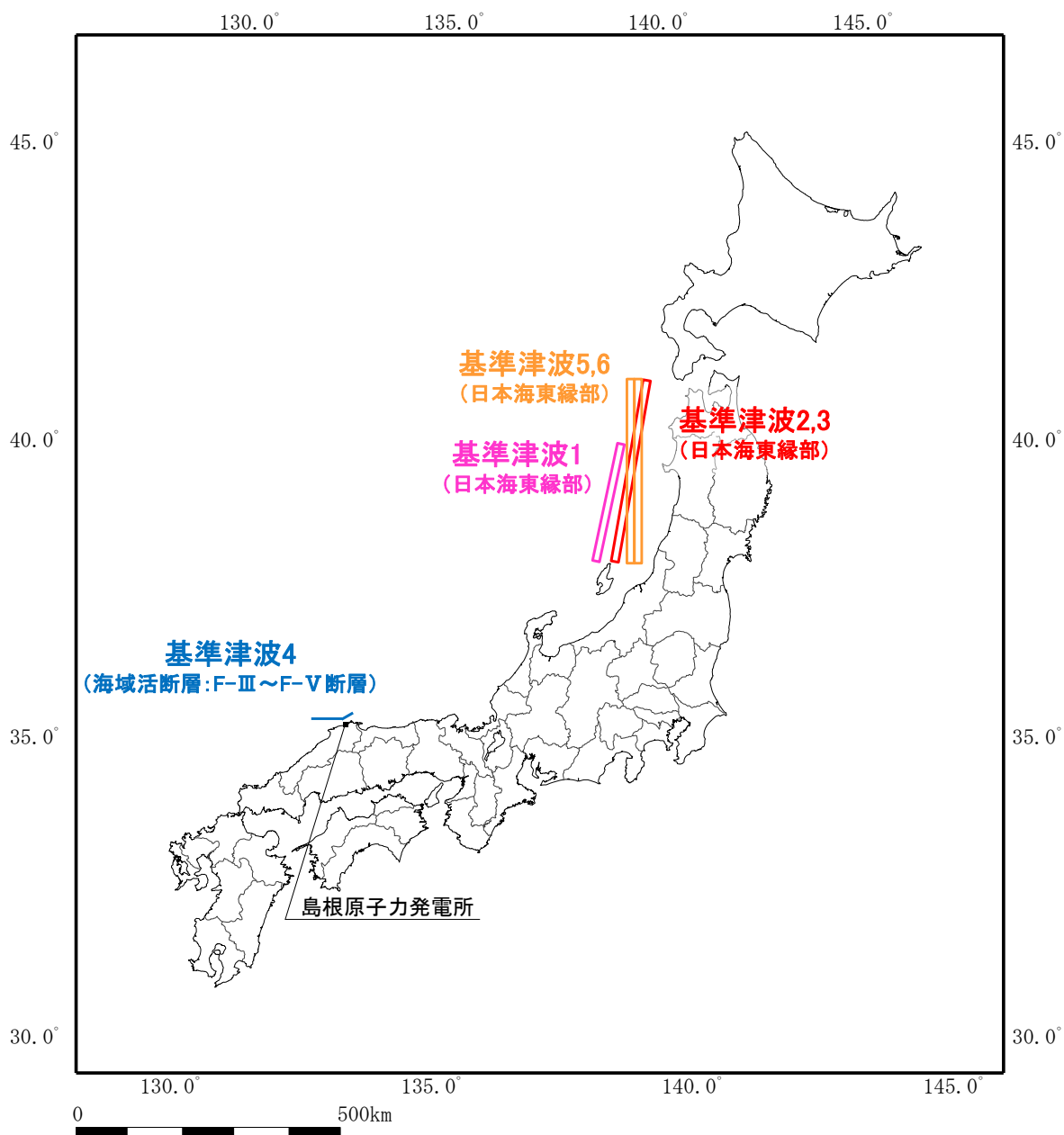


図2 島根原子力発電所と標準津波の波源

表1 過去の地震における本震と最大余震の関係 (M7.0 以上)

No.	発生年月日	震源	本震			最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との 時間間隔		
1	2003/9/26	十勝沖	8.0	7.1	1:18		
2	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	0:04		
3	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.7 ^{※1}	1:12		
4	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37		
5	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	0:12		
6	2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.6 ^{※1}	0:29		
7	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	0:13		
8	2016/4/16	熊本地震	7.3	5.9	0:21		

※1：気象庁による最新の震源情報を参照

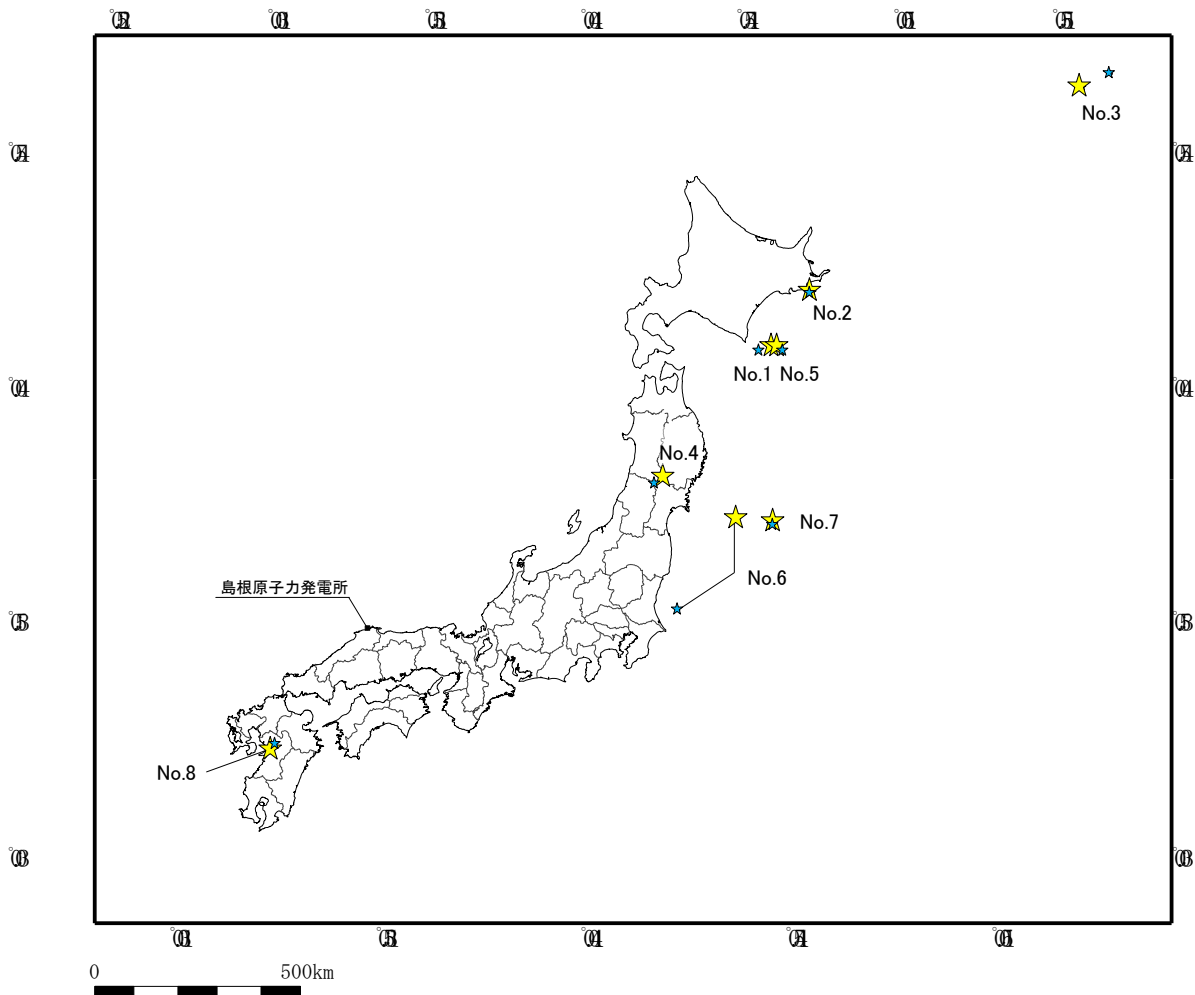


図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布 [本震 (★), 余震 (★)]

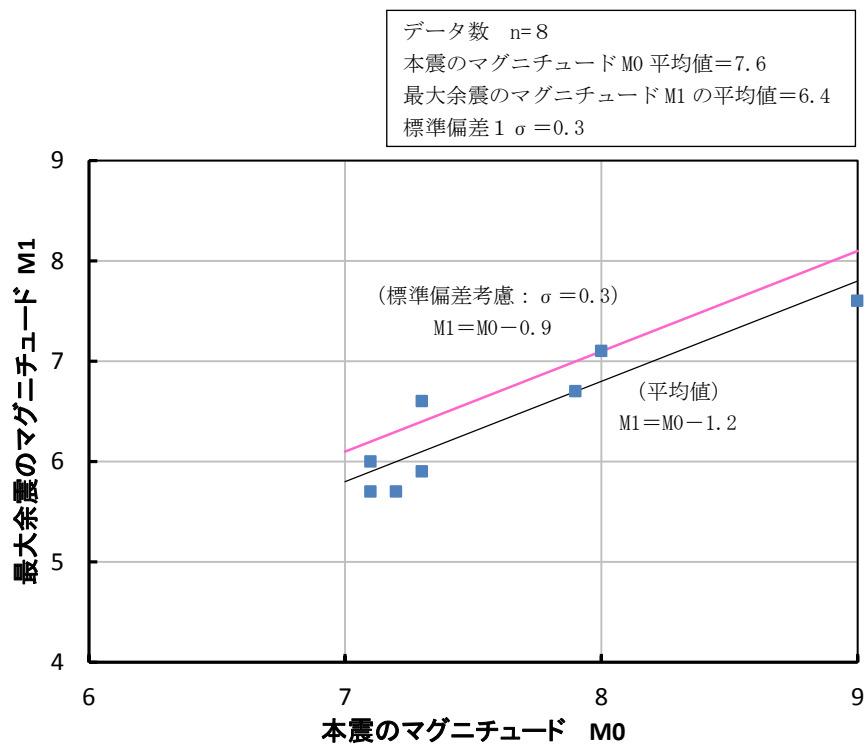


図4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

表2 設定した余震の震源諸元

項目	設定値
本震のマグニチュード	7.6
余震のマグニチュード ^{※1}	6.7
等価震源距離 ^{※2} (km)	17.3

※1：本震と余震のマグニチュードの差D1を0.9として、余震のマグニチュードを評価
 ※2：図5に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002)に基づき等価震源距離を評価

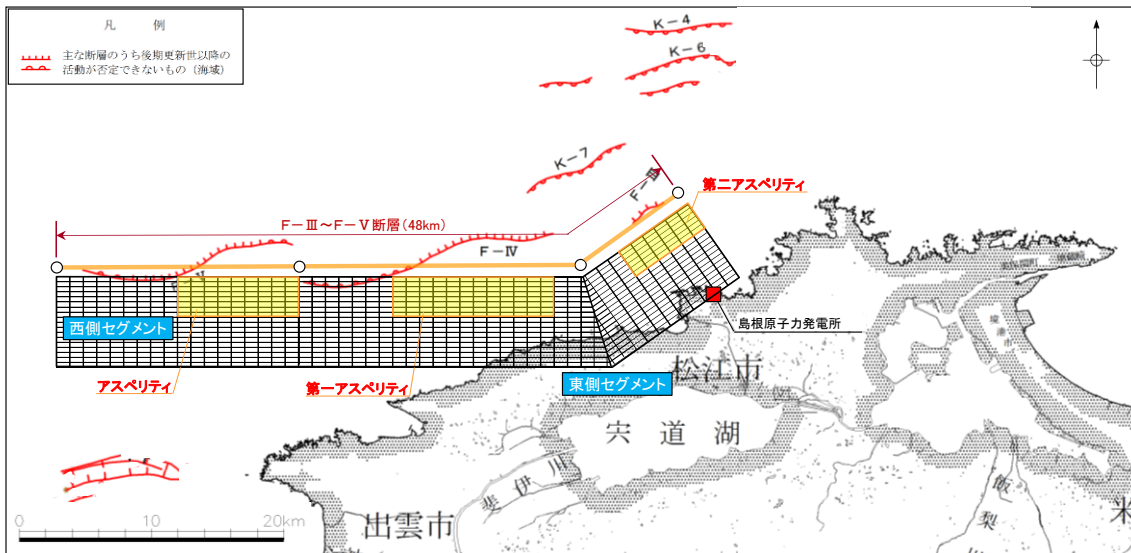


図5 基準津波4の波源に対する震源モデル

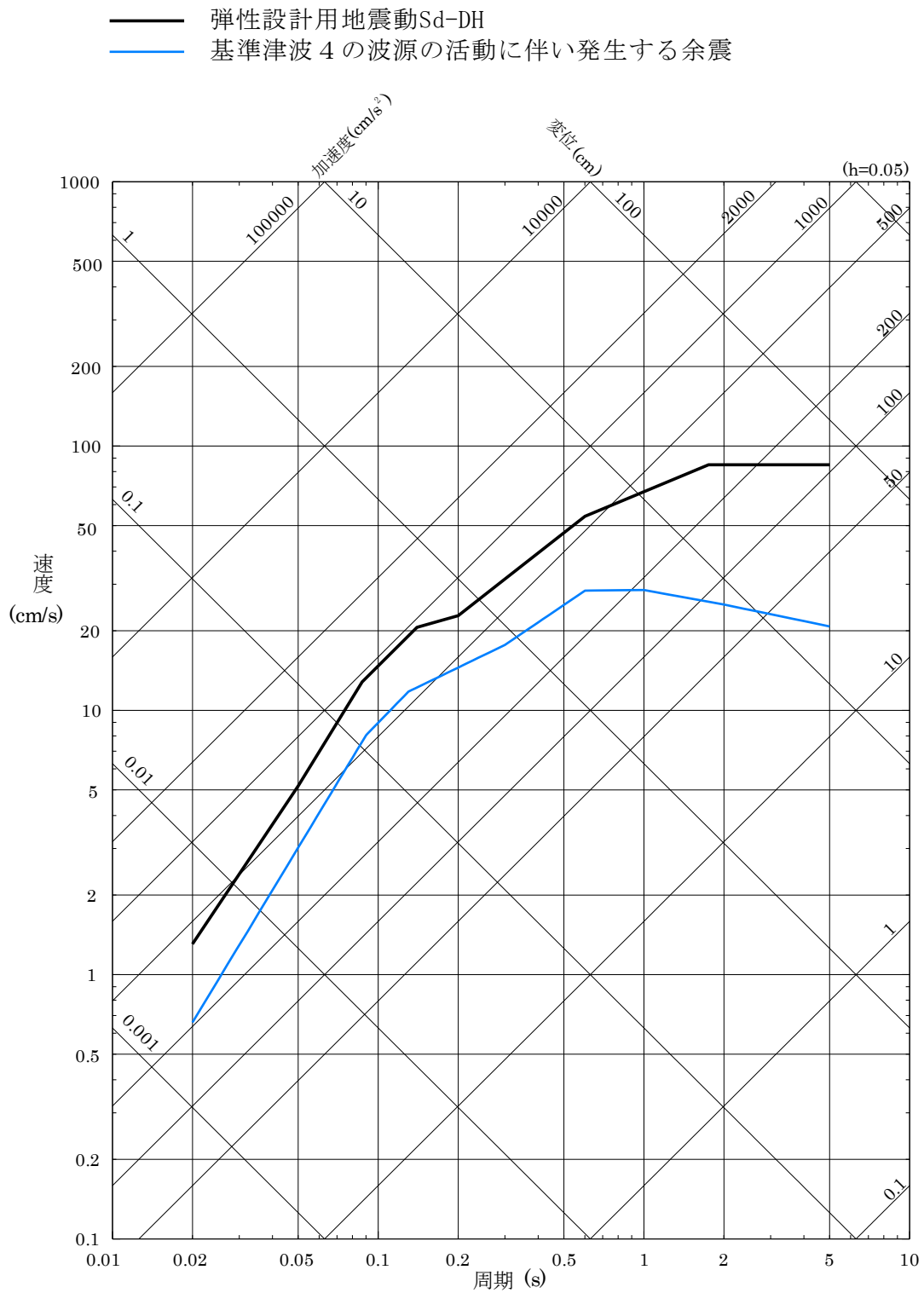


図6 (1) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較 (水平方向)

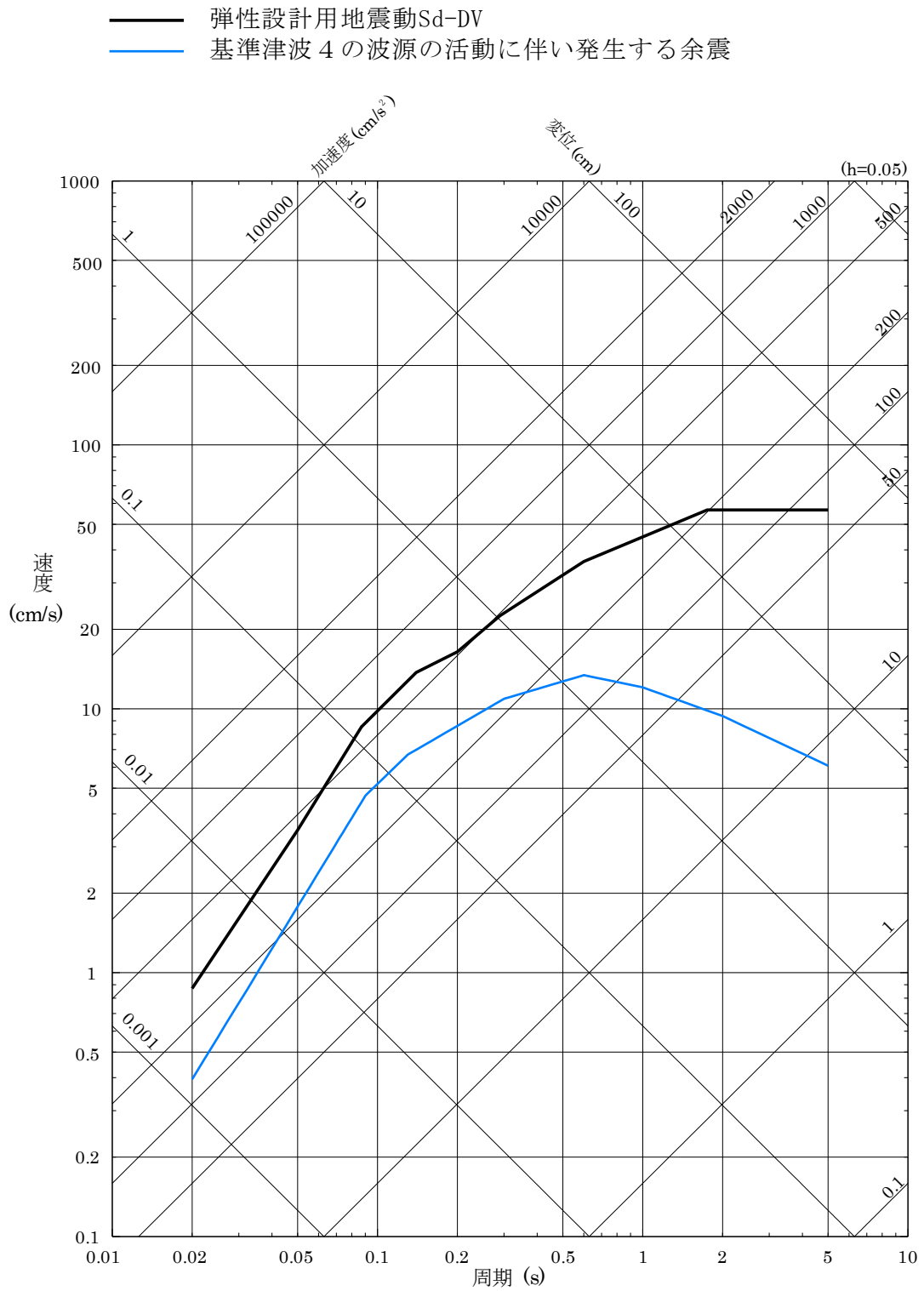


図6 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-DVの比較 (鉛直方向)

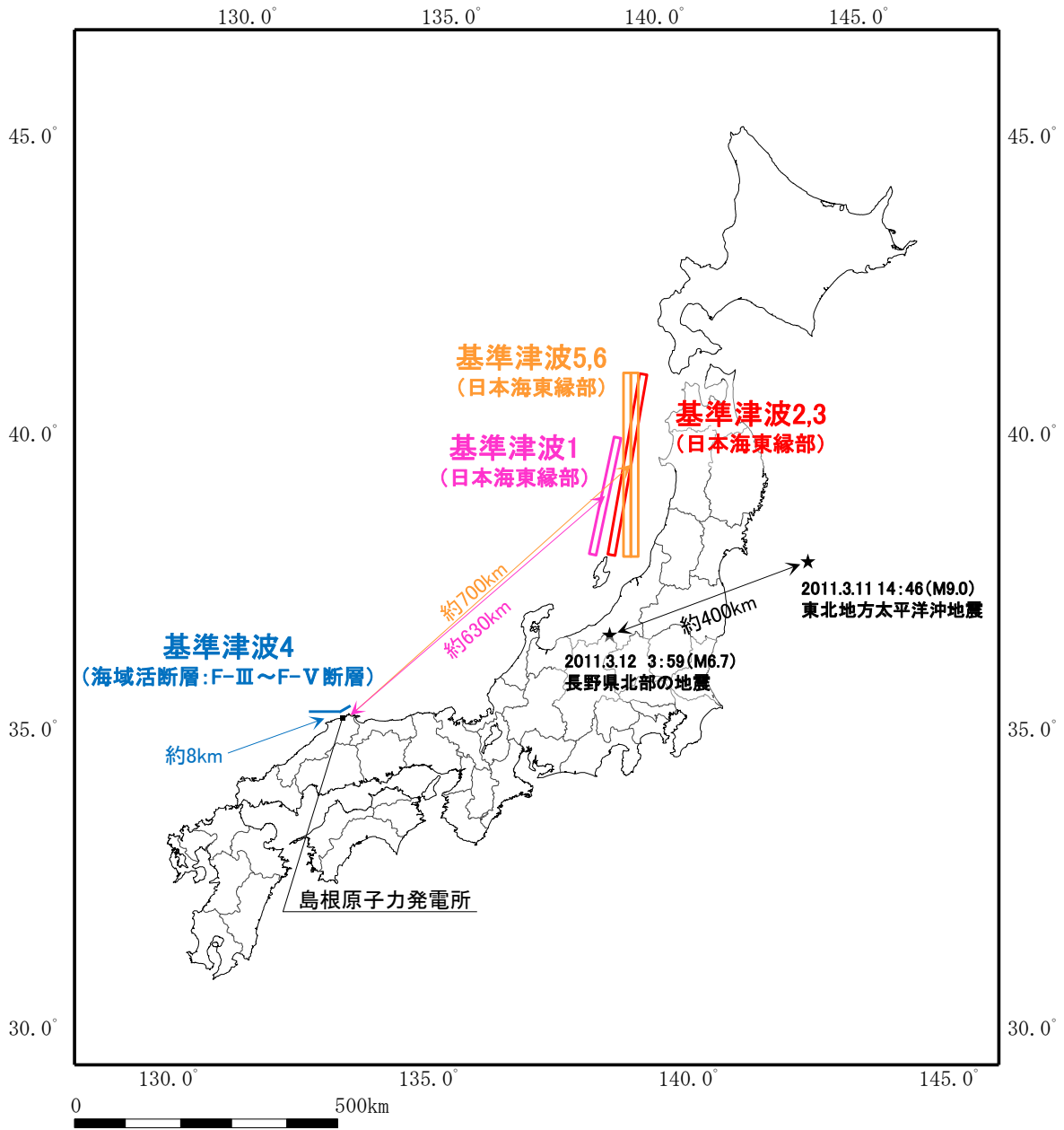
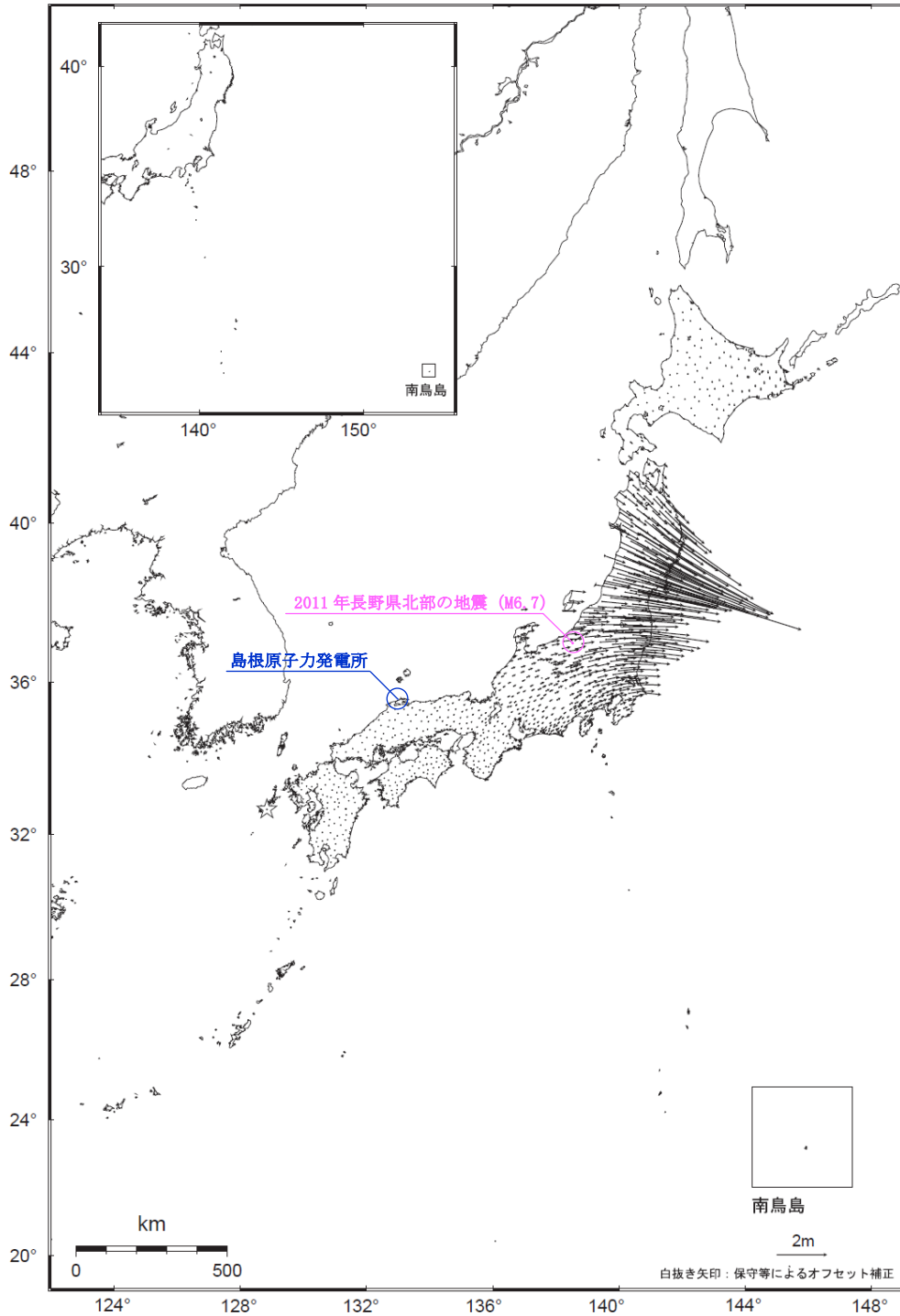


図7 2011年東北地方太平洋沖地震と2011年長野県北部の地震の震源位置及び島根原子力発電所と基準津波の波源の位置関係

全国の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011.02.22～2011.02.28 [F3：最終解]

比較期間：2011.03.25～2011.03.31 [R3：速報解]



☆ 固定局：福江（950462）

・3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が見られます。

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1(92110)が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては固定点を与論(950495)へ変更している。

[国土地理院（2011）に一部加筆]

図8 2011年2月下旬から2011年3月下旬の1ヶ月間の地殻変動

表3 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq (km)
1	た と 田の戸断層	6.8	16.0
2	おおふなやまひがし 大船山東断層	6.8	16.1
3	ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	6.8	26.2
4	ひがしまち しんたばた 東来待-新田畑断層	6.8	20.2
5	やない 柳井断層	6.8	18.3
6	みとやきた 三刀屋北断層	6.8	32.1
7	はんば いしはら 半場-石原断層	6.8	25.7
8	ふべ 布部断層	6.8	32.1
9	ひがしいんべ 東忌部断層	6.8	17.3
10	さんのうじ 山王寺断層	6.8	22.2
11	おおい 大井断層	6.8	16.0

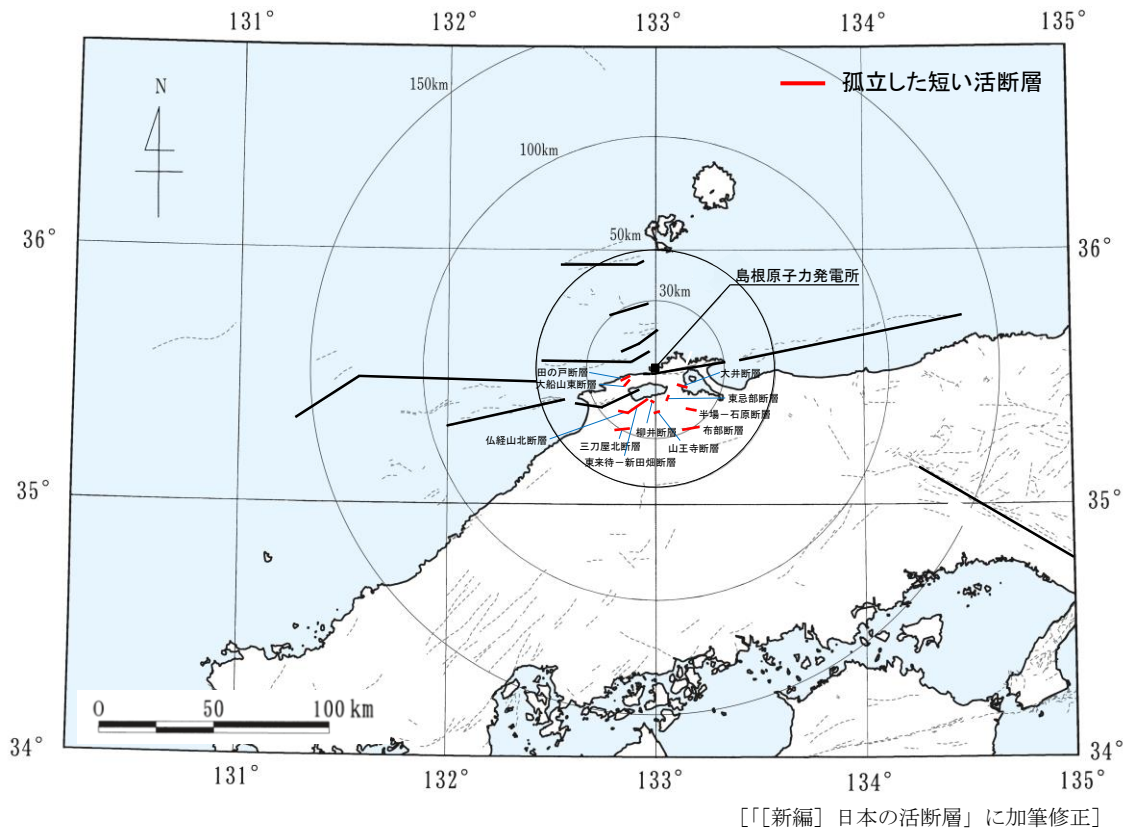


図9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

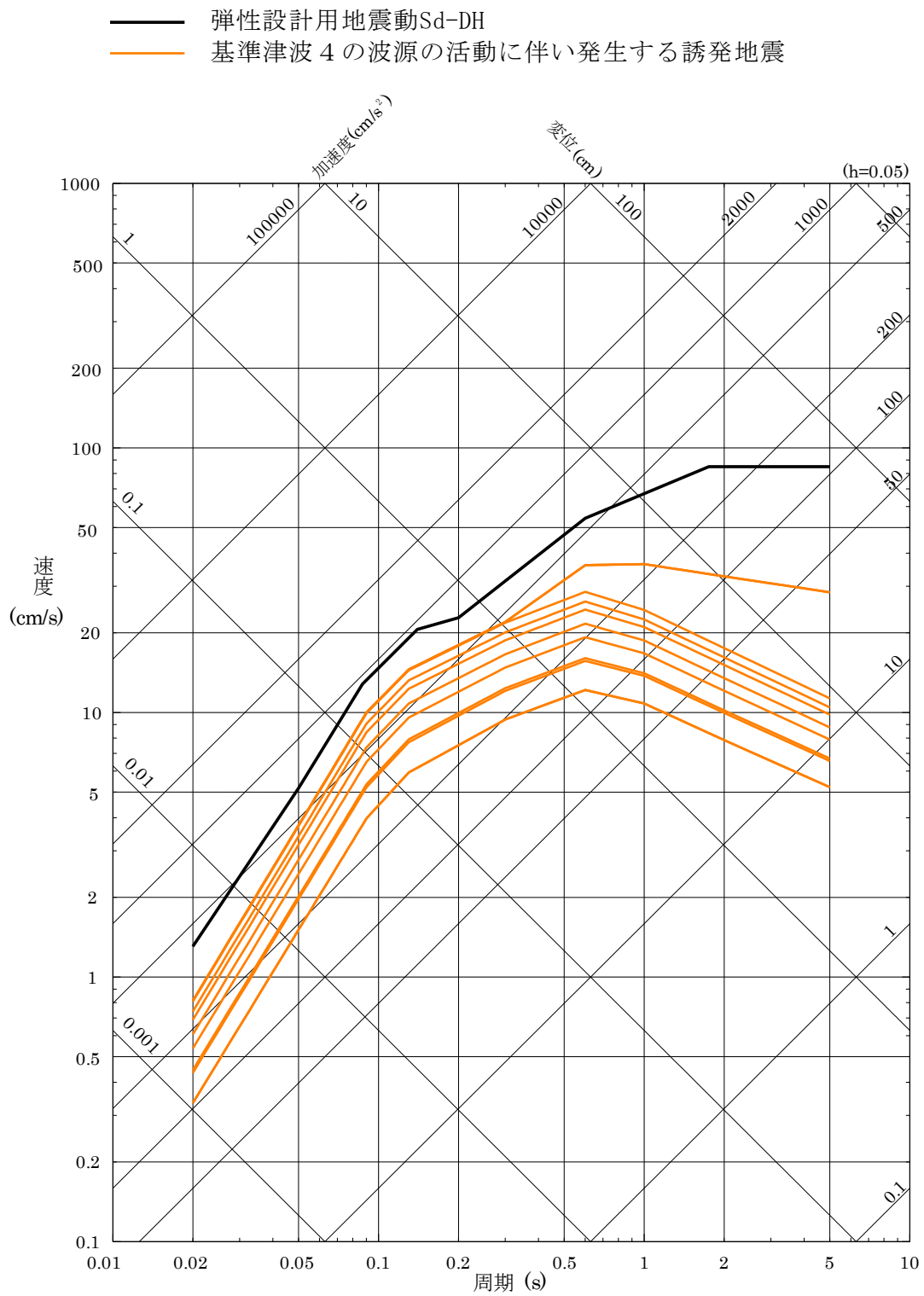


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

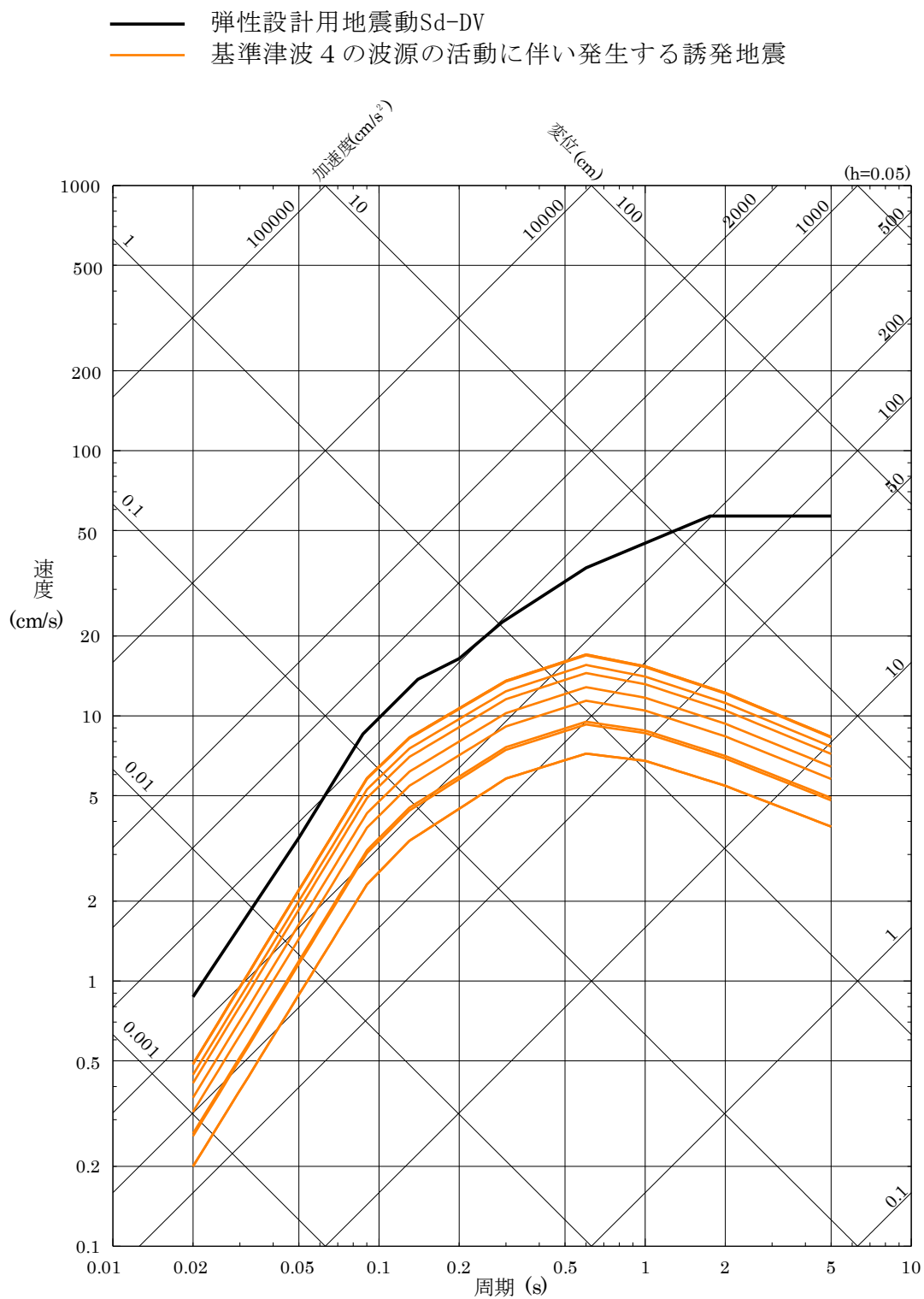


図 10 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (鉛直方向)

発生頻度を踏まえた主荷重同士の組合せの考え方について

主荷重である各事象の最大荷重継続時間と発生頻度について下表に示す。

表1 主荷重の最大荷重継続時間と発生頻度

荷重の種類		最大荷重 継続時間 (年)	発生頻度 (/年)
地震 (基準地震動)		$10^{-5} \times 1$	$5 \times 10^{-4} \times 4$
津波 (基準津波)		$2.3 \times 10^{-4} \times 2$	$10^{-4} \sim 10^{-5} \times 5$
竜巻		$10^{-5} \times 1$	$1.6 \times 10^{-7} \times 5$
・地滑り ・土石流	衝突荷重	$10^{-5} \times 1$	$10^{-2} \times 6$
	堆積荷重	$1 / 12 \times 3$	
火山の影響		$1 / 12 \times 3$	$10^{-4} \sim 10^{-5} \times 7$

- ※1 $10^{-5} = 5$ 分 / (365 日 × 24 時間 × 60 分) として算出
- ※2 $2.3 \times 10^{-4} = 120$ 分 / (365 日 × 24 時間 × 60 分) として算出
(別紙1参照)
- ※3 地滑り・土石流の影響範囲は限定的であることから、作業時安全の確保を考慮しても、1ヶ月で土砂撤去が可能であるため、 $1/12 = 1$ ヶ月 / 12 ヶ月として算出
- ※4 J E A G 4601 に記載されている基準地震動 S_2 の発生確率を読み替えて適用
- ※5 ハザード評価結果
- ※6 「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説」(平成28年4月)において、土石流の計画規模は、100年超過確率の降雨量で評価するものとされている。また、発電所周辺の100年超過確率の24時間雨量は271mmであり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台(松江市)では24時間最大降水量306.9mm(1964年7月18日9時~19日9時)が観測されている。それに対し、当該土石流危険渓流においては、土石流が発生した形跡がないことから、土石流の発生頻度を 10^{-2} /年と設定している。
- ※7 約15,000年前の三瓶山噴火及び約130,000年前の大山噴火を考慮

主荷重の発生頻度及び最大荷重継続時間を踏まえ、地滑り・土石流（堆積荷重）と地震の組合せを考慮する。一方、例えば、地滑り・土石流（堆積荷重）の最大荷重継続時間内に津波が発生する頻度は、以下のとおり 8.4×10^{-8} / 年であり十分小さい^{※8}ことから、地滑り・土石流（堆積荷重）と津波との組合せは考慮しない。他の主荷重同士の組合せについても、表1のとおりの発生頻度が十分小さいことから考慮しない。

（例：地滑り・土石流の最大荷重継続時間内に津波が発生する頻度）

地滑り・土石流の発生頻度		地滑り・土石流の最大荷重継続時間		基準津波の発生頻度
10^{-2} / 年	×	1 / 12 年	×	10^{-4} / 年
= 8.4×10^{-8} / 年				

また、津波と地震の組合せについて、基準津波の最大荷重継続時間内に基準地震動以外の地震が発生する頻度は、基準津波の発生頻度及び最大荷重継続時間を踏まえると、仮に主荷重（基準地震動）以外の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を想定したとしても、基準津波の最大荷重継続時間内に基準地震動以外の地震が発生する頻度は、以下のとおり 2.3×10^{-8} / 年であり十分小さい^{※8}ことから、基準津波と基準地震動以外の地震との組合せは考慮しない。

（基準津波の最大荷重継続時間内に基準地震動以外の地震が発生する頻度）

基準津波の発生頻度		基準津波の最大荷重継続時間		基準地震動以外の地震の発生頻度（想定）
10^{-4} / 年	×	2.3×10^{-4} 年	×	1 / 年
= 2.3×10^{-8} / 年				

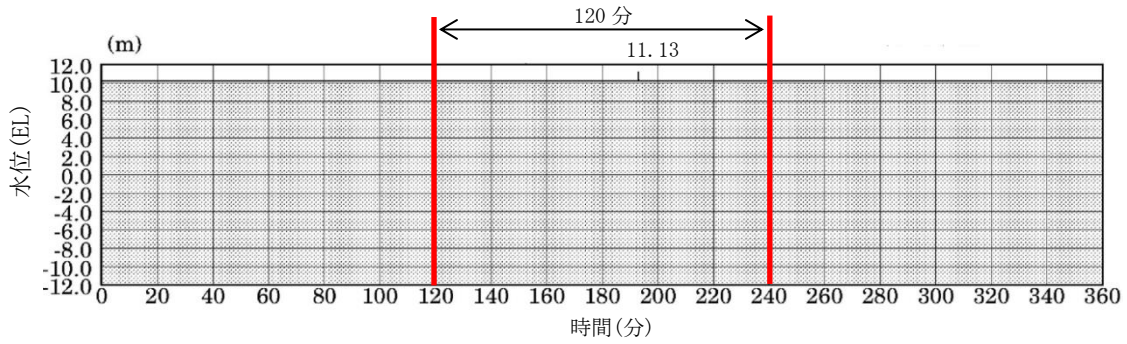
※8：J E A G 4601 において組み合わせるべき荷重としては、事象の発生確率、継続時間、地震動の発生確率を踏まえ、その確率が 10^{-7} / 年以下となるものは組合せが不要と記載されている。

また、仮に地滑り・土石流による土砂を撤去することができず、荷重の継続時間が1ヶ月を超え、他事象との組合せを考慮した場合であっても、評価対象となる安全施設は安全評価上その機能に期待しないクラス3の設備のみであり、組合せにより安全機能への影響は変わらない。

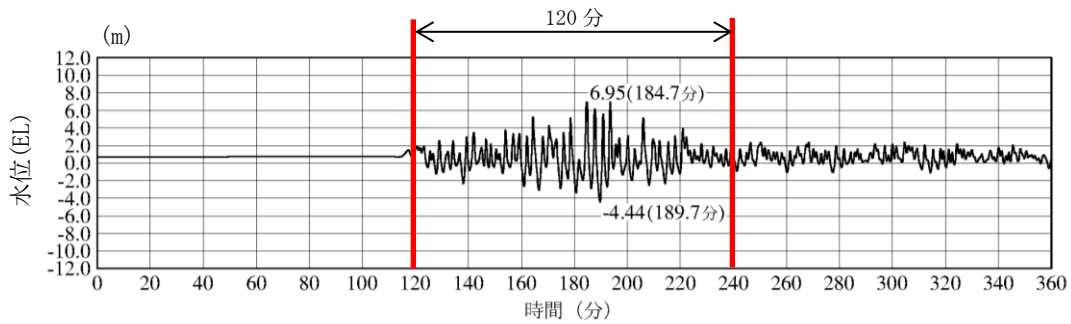
基準津波の最大荷重継続時間について

第 5 条（津波による損傷の防止）において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図 1 に示す。なお、「海域活断層から想定される地震による基準津波 4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6」と比べ、その津波の継続時間が短いことから、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6」の時刻歴波形のうち、各施設に対して最も水位が高くなる入力津波の時刻歴波形を示している。

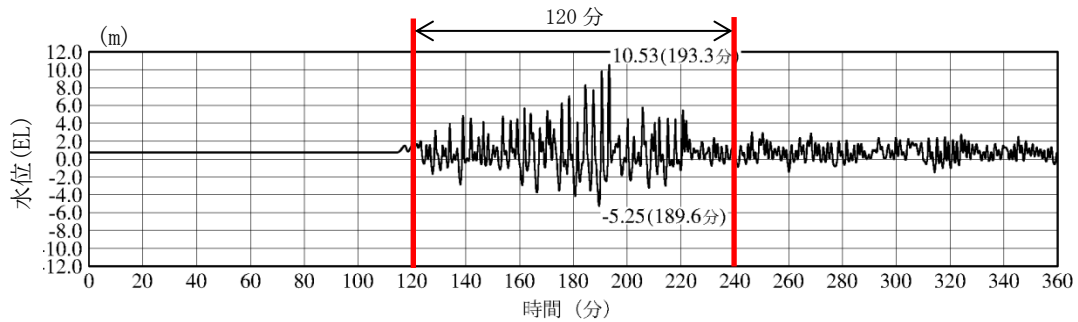
図 1 のとおり、入力津波が最大水位となるのは短時間であることから、津波による最大荷重継続時間も短時間となる。ただし、最大ではないものの比較的高い水位が発生していることから、高い水位が発生する範囲を余裕を持って包含する期間として、津波の最大荷重継続期間を 120 分と設定している。



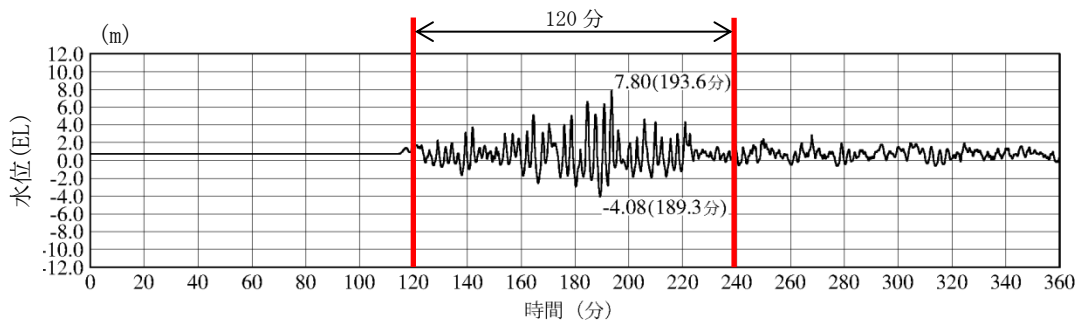
※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL+11.9m
 施設護岸又は防波壁 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

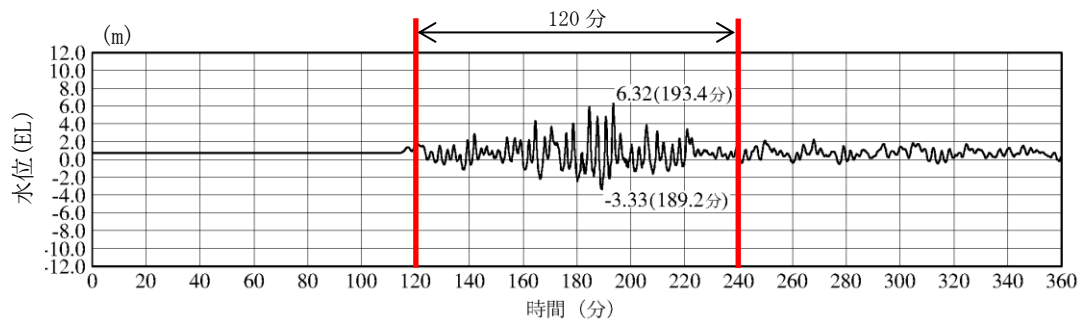


2号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

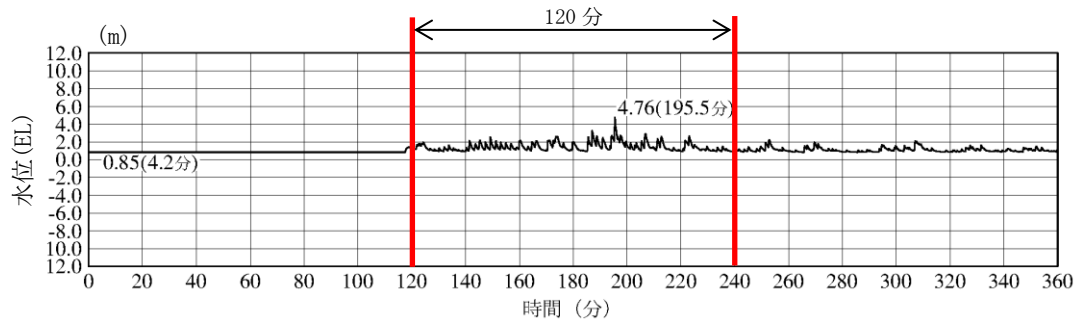


3号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

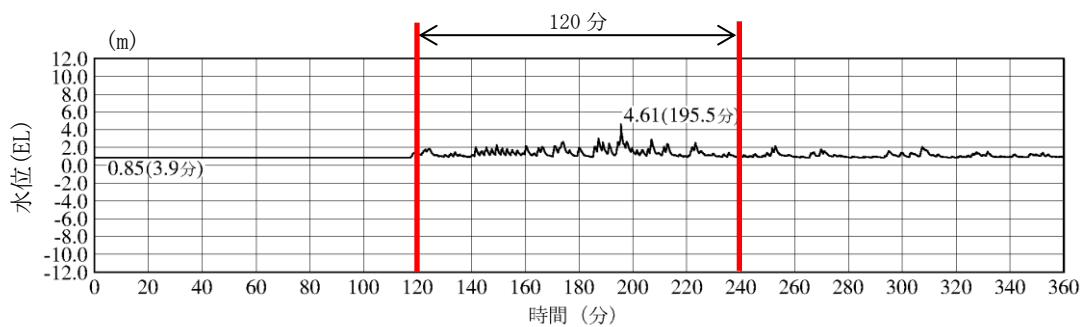
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)



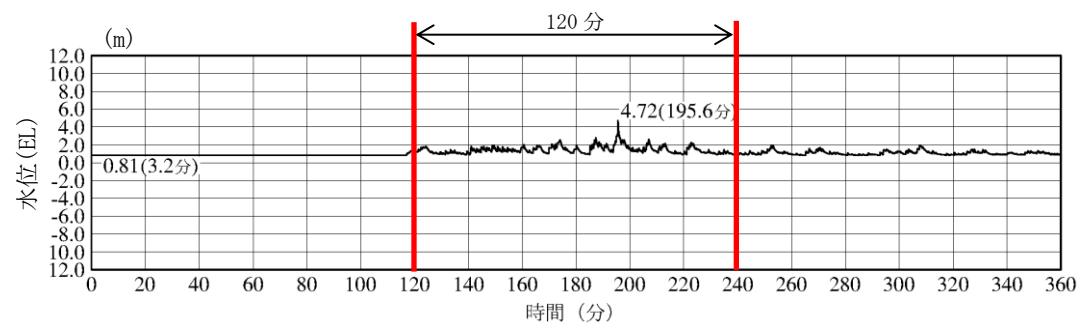
3号炉取水路点検口 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

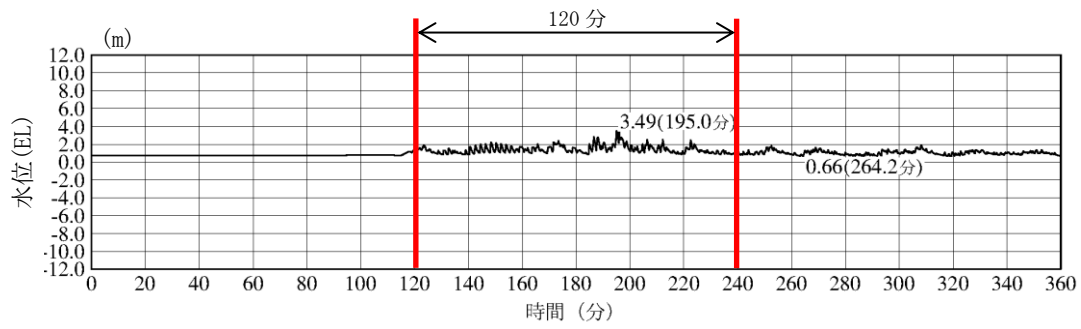


1号炉冷却水排水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

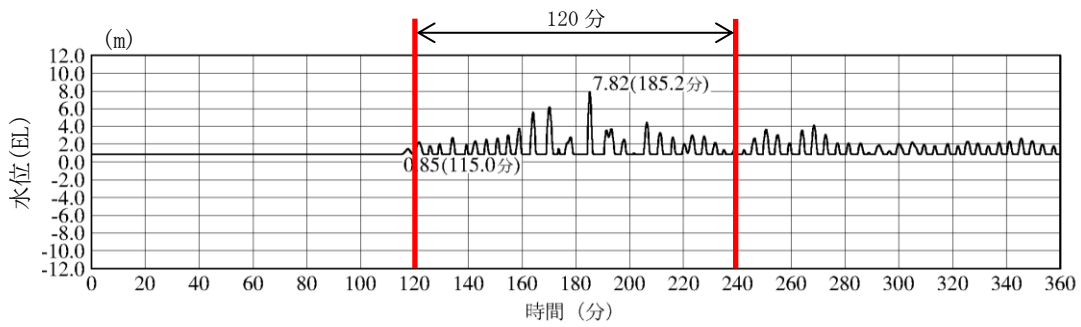


1号炉マンホール (入力津波 1, 防波堤有り)

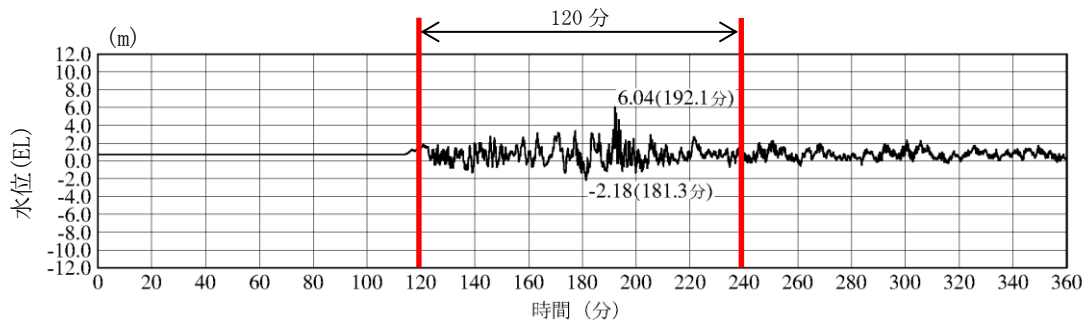
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)



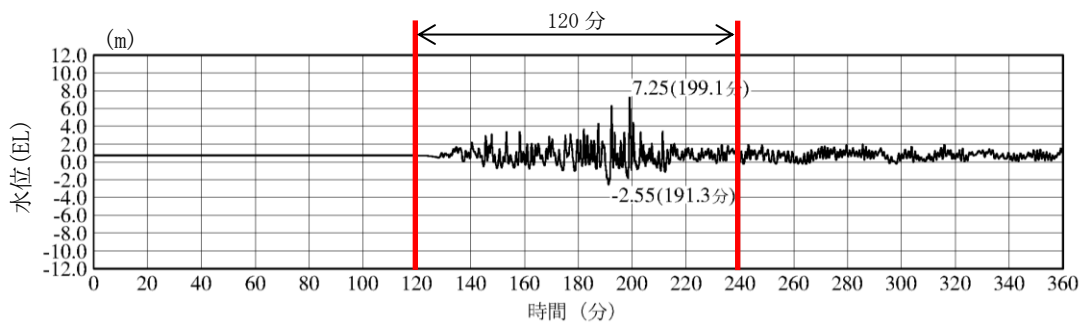
1号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤有り)



2号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

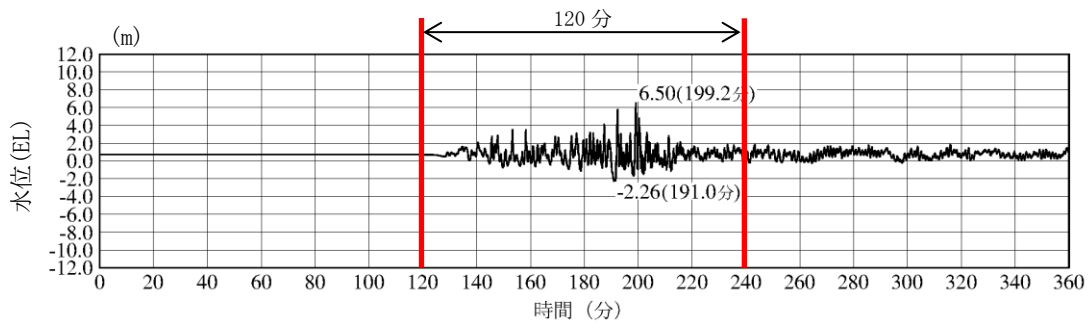


2号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤無し)



3号炉放水槽 (入力津波 5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)



3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)

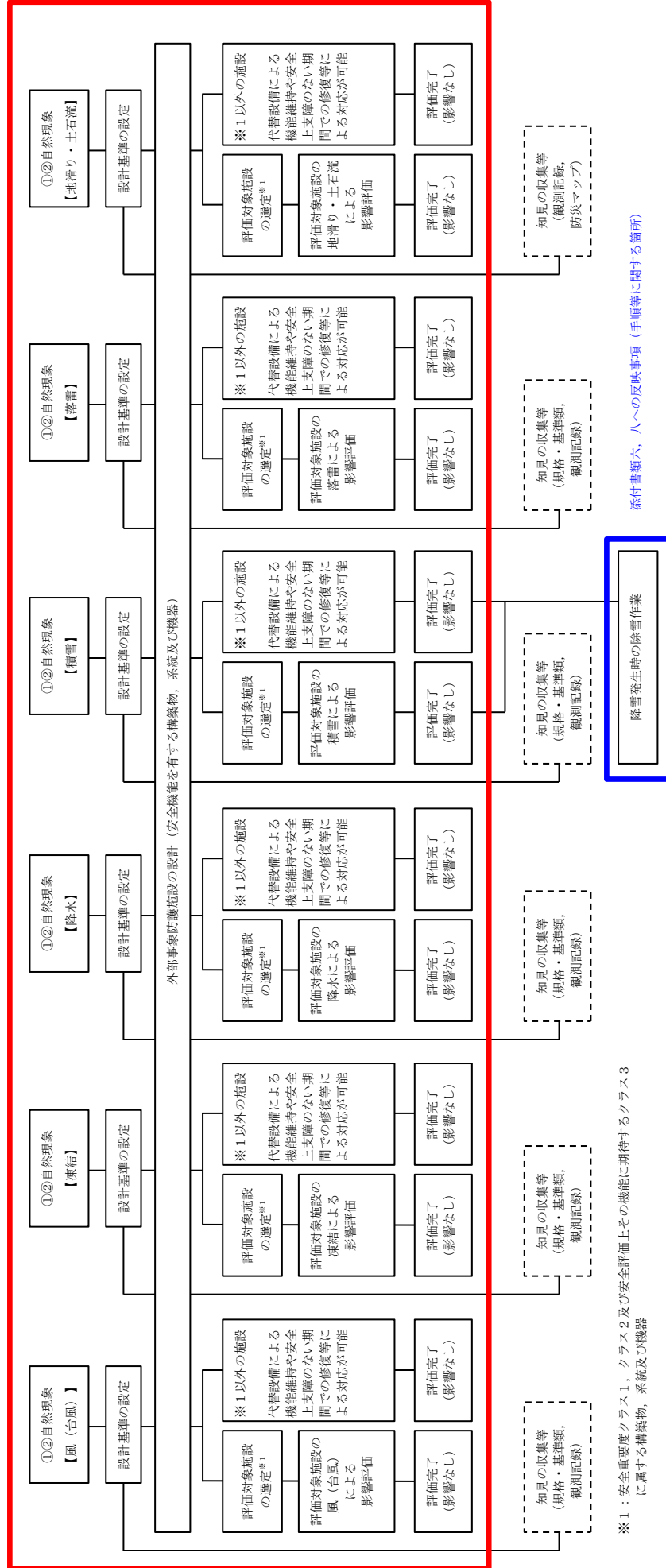
島根原子力発電所 2 号炉

運用，手順能力説明資料
外部からの衝撃による損傷の防止
(その他自然現象)

(第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (その他自然現象))

- ① 安全施設は、想定される自然現象 (地震及び津波を除く。次項においても同じ。) が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならない。
- ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある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じる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- ③ 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある人為によるもの (故意によるものを除く。) に対して安全機能を損なわれないものでなければならない。

添付書類六、八への反映事項 (設計に関する箇所)



※1：安全重要度クラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (その他自然現象)	知見の収集等 (規格・基準類, 観測記録)	運用・手順	・設計基準の設定, 自然現象影響評価を行う。
		体制	・担当部署による設計基準の設定, 自然現象影響評価。
		保守・点検	—
	教育・訓練	・設計基準設定, 影響評価に関する教育	
	降雪発生時の除雪 作業	運用・手順	・降雪が確認された場合には, 降雪量の監視をするとともに, 必要に応じ, 除雪要員の招集, 要員への指示を行う。建物や 屋外設備等に長時間積雪の荷重をかけ続けられないため, 除雪を 実施する。
		体制	・担当部署は, 気象予測で豪雪が予想され, 発電所全体での支 援の必要がある等の場合, 関係個所と協議のうえ対策本部を 発足し, 対応箇所が, 降雪量の監視, 要員の招集・指示, 除 雪作業等を実施する。
		保守・点検	—
		教育・訓練	・運用及び手順に関する教育