

・宿題回答

Q. 降下火砕物が斜面を流れ下った場合に、厚みを増したり、構造物に対して動的な過重がかかることを検討しているか。

降下火砕物の斜面流下の影響

- 降下火砕物が斜面を流下する検討に関して、類似の事象を用いて説明します。
- 仮に降下火砕物が斜面に堆積し、降雨等により流下すると考えた場合は、谷沿いに集まり、下流へ流れる土石流と同様な事象が推定されます。
- 土石流による影響については、防護対象施設は、土石流のおそれがない位置に設置することにより安全機能を損なわない設計としています。また、影響がある構築物、系統及び機器は、土石流により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれないことを確認しています。
- したがって、仮に降下火砕物が流下する場合についても、影響はないと判断しています。

降下火砕物の斜面流下の影響

【20260330顧問会議資料より引用】

3

一日も。百年も。

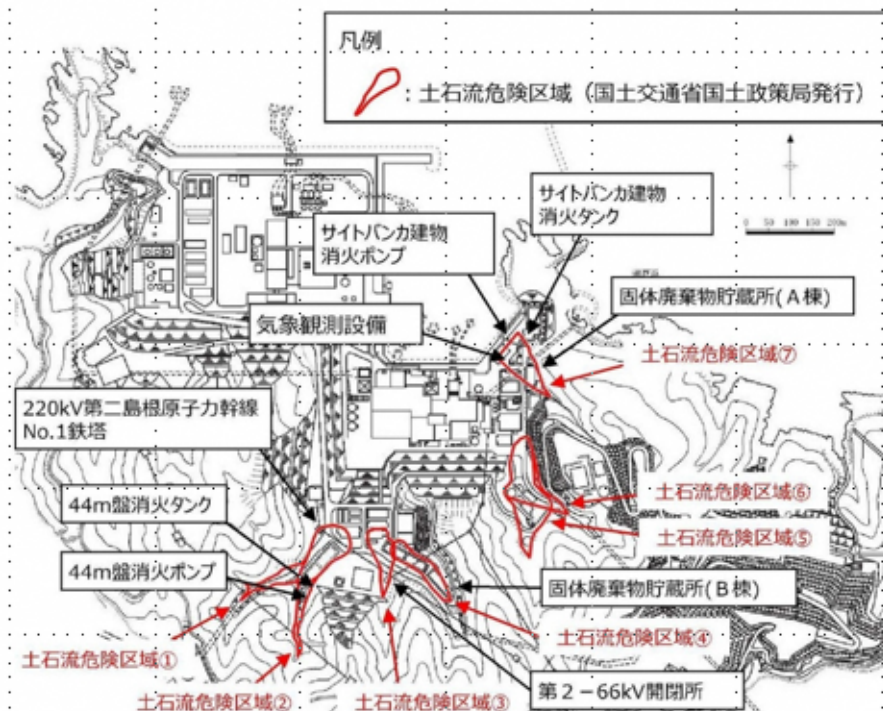


自然事象に対する影響評価及び対策 [地滑り・土石流]

島根2号炉と同様の方針

■ 「土石流」について

- 国土交通省国土政策局の土砂災害危険箇所図（平成15年発行）における土石流危険渓流に対して、机上調査及び現地調査を実施した結果、安全施設の安全機能に影響を及ぼすような土石流が発生する可能性は低い
- しかし、渓床に土石流の発生源となる堆積土砂が確認されたため、保守的に土石流が発生した場合の土石流危険区域内にある安全施設への影響評価を実施
- 次頁表のとおり土石流により安全施設の安全機能が損なわれないことを確認



島根原子力発電所敷地内における土石流危険区域の分布図

降下火砕物の斜面流下の影響

【20260330顧問会議資料より引用】

4

一日も。百年も。



自然事象に対する影響評価及び対策 [地滑り・土石流]

島根2号炉と同様の方針

・安全施設の土石流影響評価結果は下表のとおり。

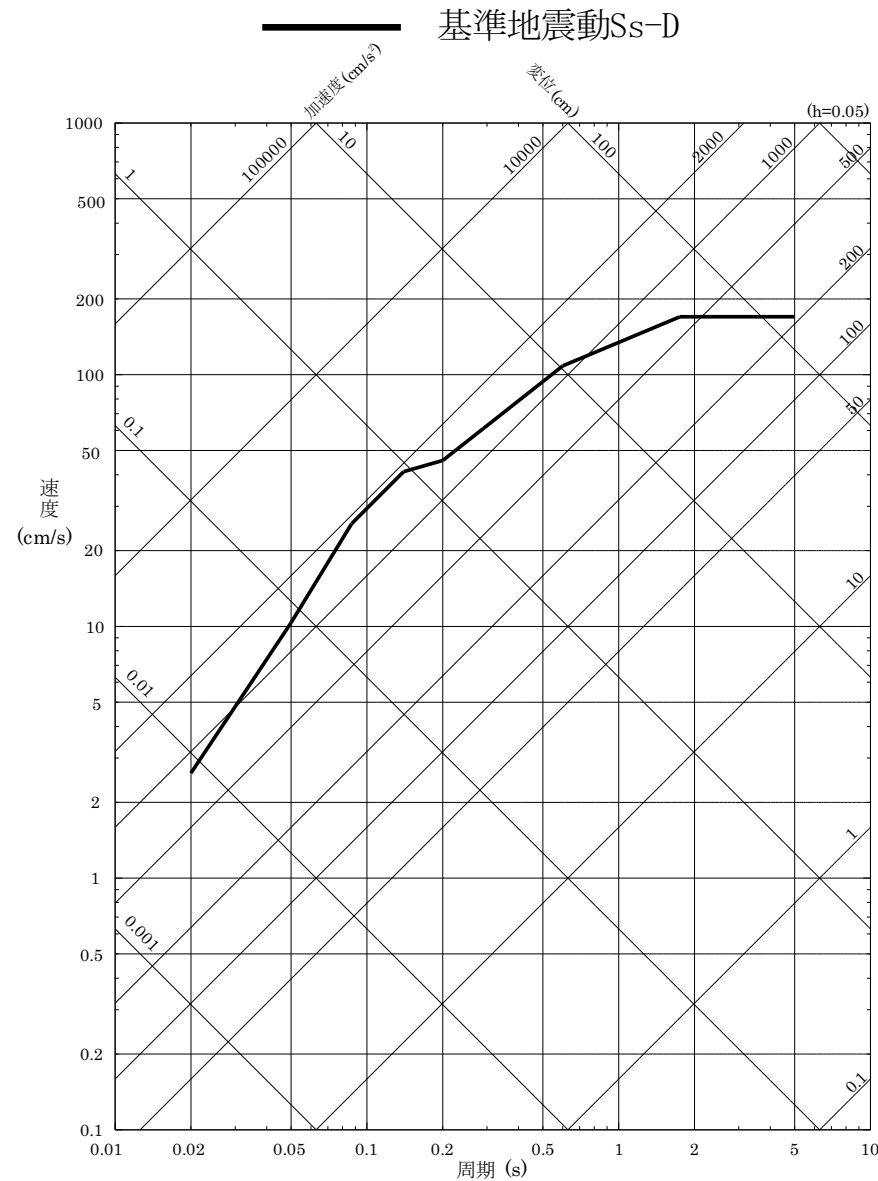
※下線部は島根2号炉との相違点

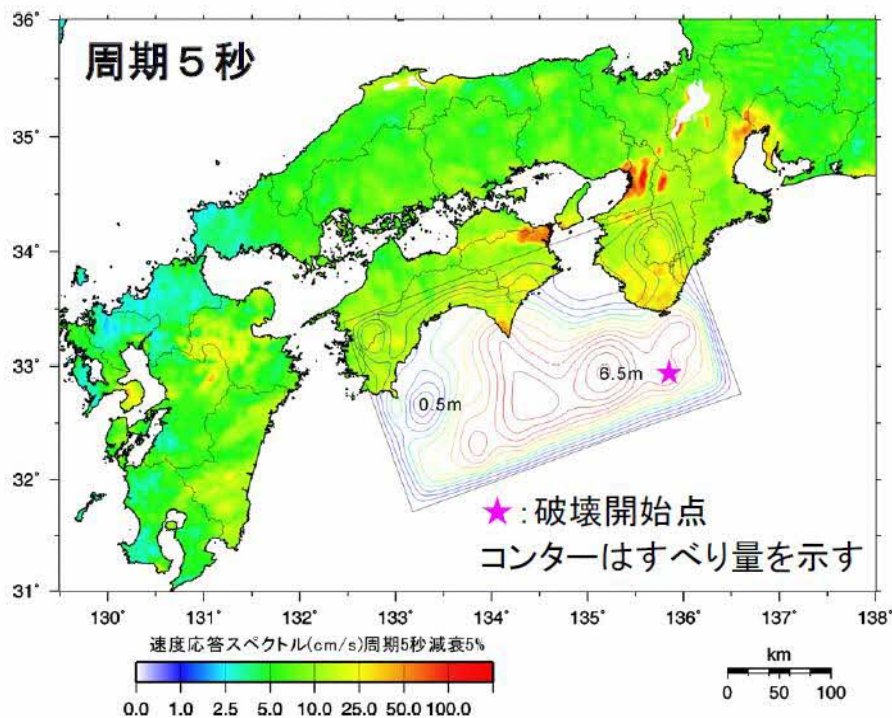
安全施設	評価結果
安全重要度分類クラス1, クラス2, 安全評価上その機能に期待する安全重要度分類クラス3	➤ 当該施設は、土石流危険区域範囲外である原子炉建物内、タービン建物内、制御室建物内、原子炉建物周辺又は取水槽に設置されているため、影響がないことを確認。
安全評価上その機能に期待しない安全重要度分類クラス3	➤ 一部の施設が、土石流危険区域範囲内に設置されている。 220kV第二島根原子力幹線No.1鉄塔、第2-66kV開閉所 当該鉄塔は、土石流により破損したとしても、代替設備として土石流危険区域外に設置している500kV島根原子力幹線を確保していることから、影響はない。 - サイト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 当該ポンプ及びタンクは、土石流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。 - 固体廃棄物貯蔵所（A棟、B棟） 固体廃棄物貯蔵所（A棟、B棟）が土石流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。 - 気象観測設備 当該設備は、土石流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。

・宿題回答

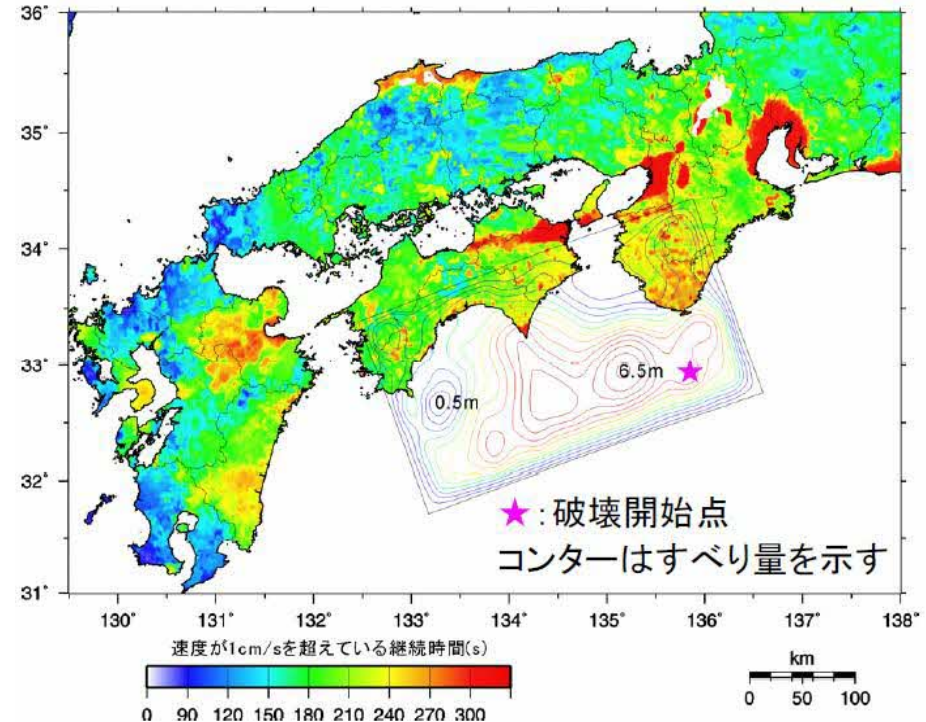
Q. 燃料プールのスロッシング周期は何秒か。また南海トラフ地震に伴う長周期地震動についても検討すべきではないか。

- 燃料プールのスロッシング周期は4～5秒程度。
- 基準地震動 S_s-D の応答スペクトルは図1に示すとおり、スロッシングの周期帯で170cm/s(長周期地震動階級で4に相当)であり、図2に示す地震調査研究推進本部(2012)による南海トラフ地震時の島根での長周期地震動(周期5秒で10cm/s程度)と比較して、十分大きな地震動を設定している。
- また、図2に示すとおり、南海トラフ地震時の島根での速度が1cm/sを超えている時間は地震調査研究推進本部(2021)によると4分～5分程度であるが、地震力が小さいため、スロッシングによるプール水の溢水は生じないことを確認している。

図1 島根サイトの基準地震動S_S-D(水平方向)



速度応答スペクトルの分布



継続時間の分布

図2 地震調査研究推進本部(2012)による南海地震の長周期地震動予測地図

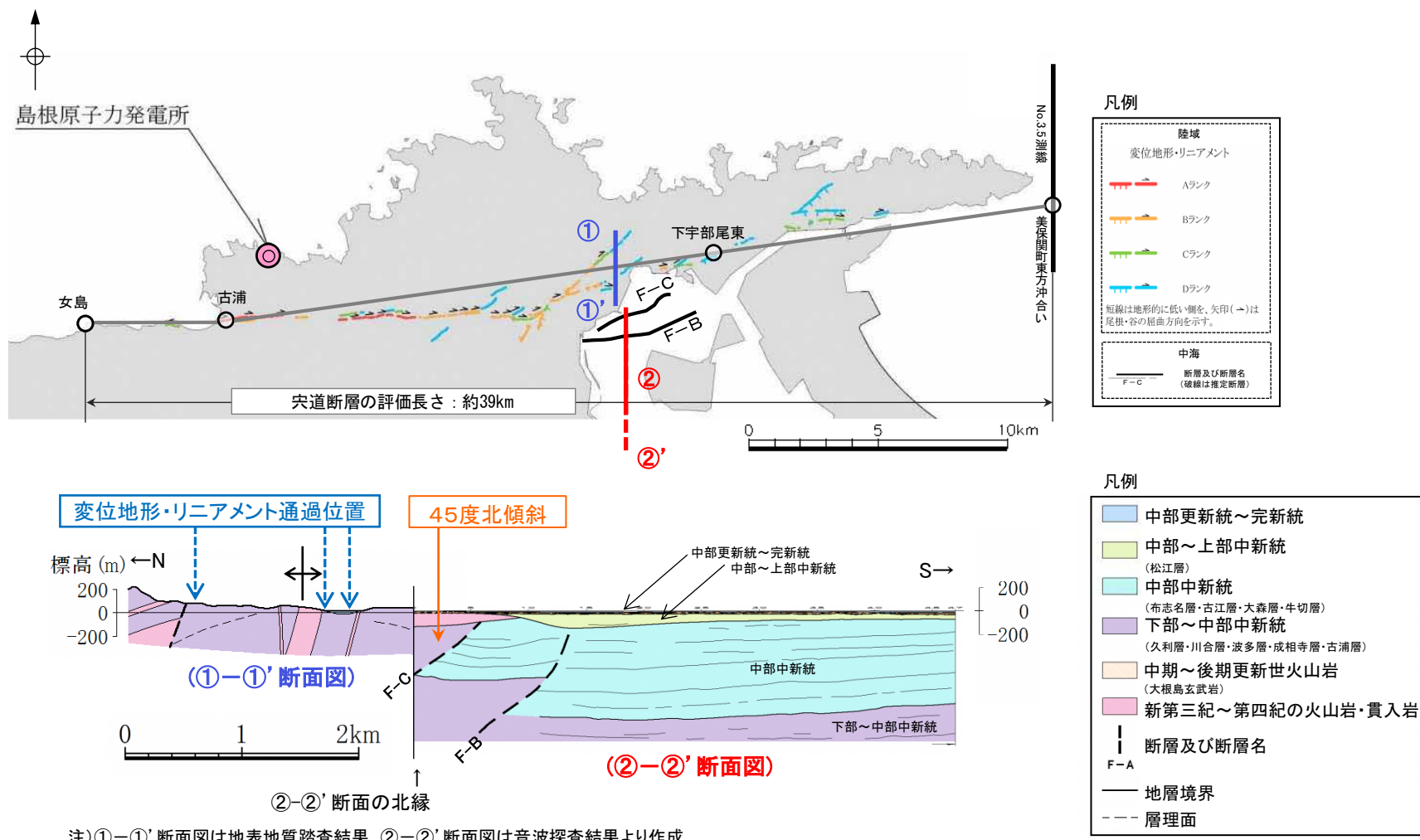
- 宿題回答

Q. 過去の逆断層を使って横ずれを起こすといった
新たな検討を行ったらどうか。

- 島根原子力発電所敷地周辺の現在の応力場は概ね東西圧縮であり横ずれ断層が卓越しているが、島根半島が形成された時代(新第三紀中新世)は南北圧縮の応力場であり、それ以前に生成された断層が逆断層として活動していた。
- 南北圧縮応力場で活動していた古い時代の断層は、基準規則解釈別記2※に示される「将来活動する可能性のある断層等」(後期更新世以降(約12～13万年前)の活動が否定できない断層(基準地震動策定にあたり震源として考慮する活断層))には当たらないものの、念のため、敷地周辺で確認されている後期更新世より古い時代の地質断層の位置を参考に断層面を設定し、敷地へ及ぼす影響について試算を行った。
- なお、試算にあたっては、宍道断層の断層長さ39km(基本震源モデル)を用いて断層モデルを作成した。
- 試算の結果、水平動は基準地震動 S_s -DHに包絡されており、上下動は長周期帯の一部で基準地震動 S_s -DVを若干超過しているが、その他の周期帯では包絡されている。

※実用発電用原子炉及び付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈別記2

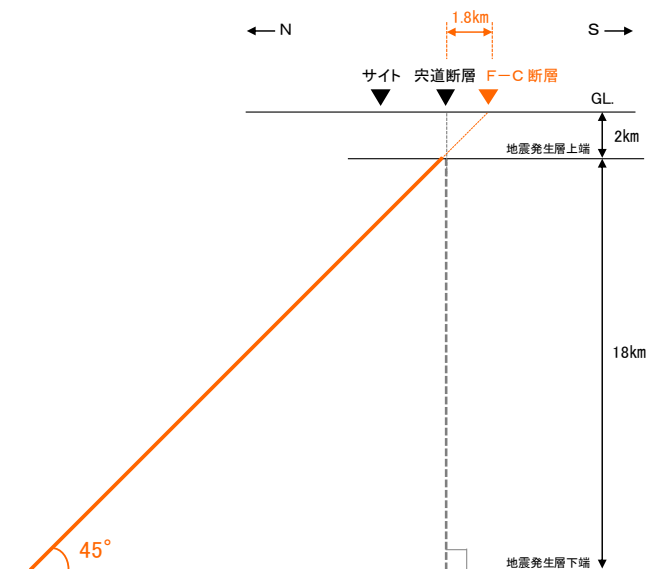
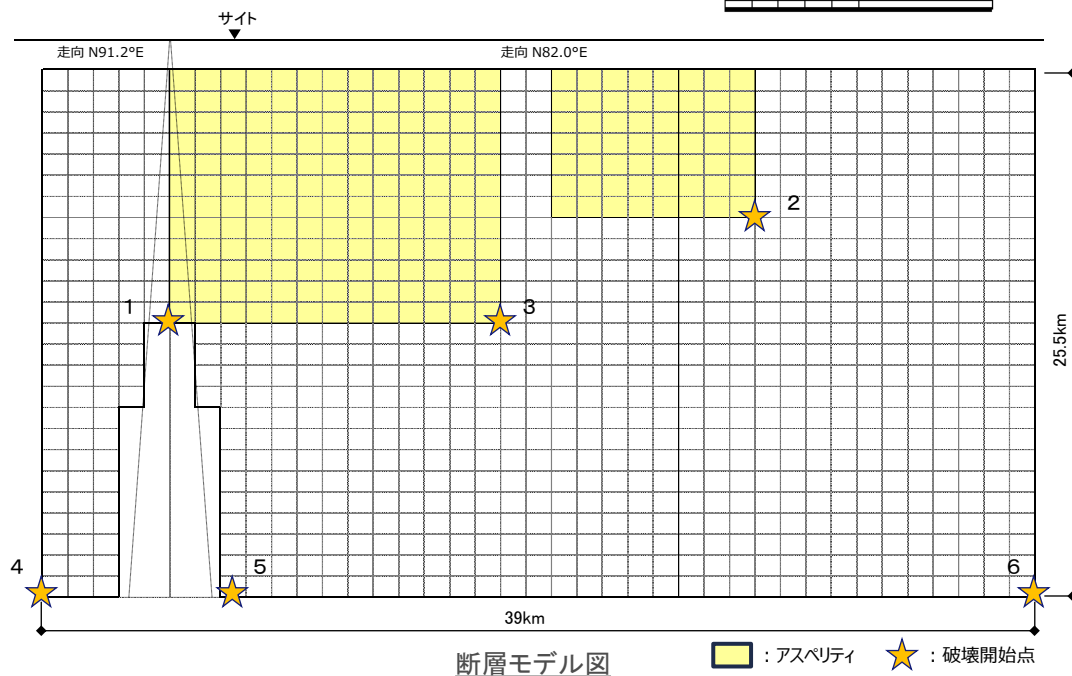
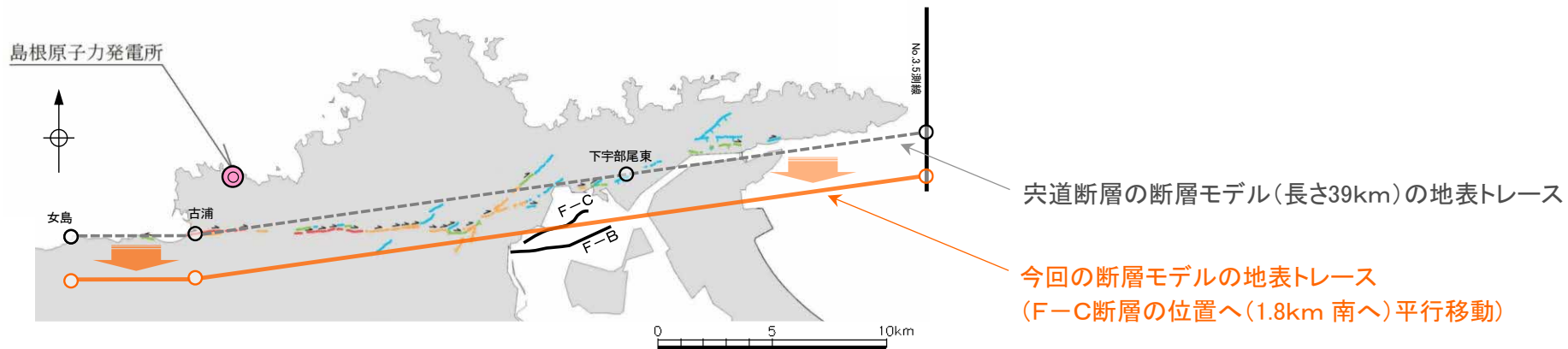
- 後期更新世より古い時代の地質断層であるF-C断層、F-B断層のうち、敷地に近いF-C断層の調査結果(断層位置、断層傾斜(45度北傾斜))を参考に断層面を設定する。



F-C断層周辺の地質断面図

試算モデルの断層モデル

- 地震動評価用の断層モデルは、F-C断層の位置に突道断層と同じ長さ(39km)、走向で、傾斜角は45度北傾斜のモデルを設定する。



断層モデル図(断面図)

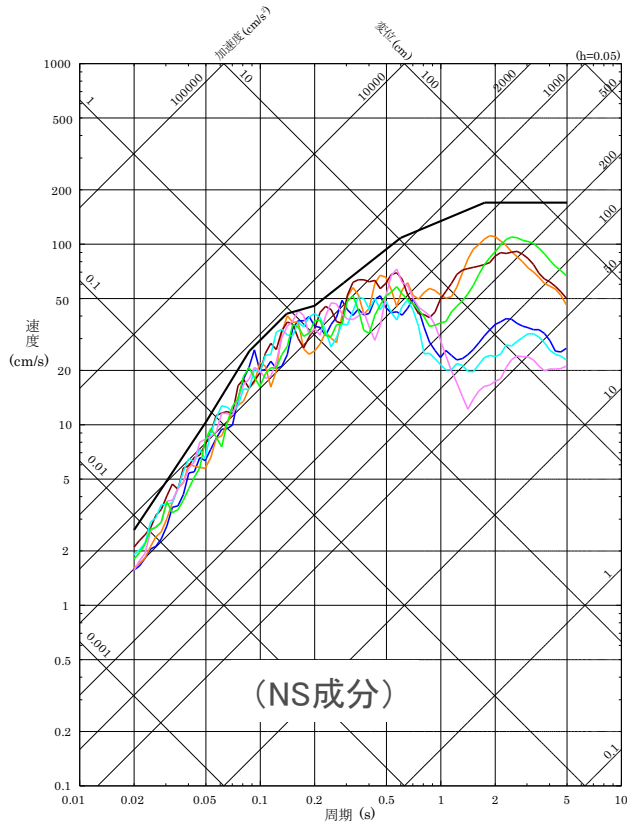
項目			設定値	設定根拠	
断層評価長さ	L	(km)	39	地質調査結果に基づき設定	
断層上端長さ	－	(km)	38.68	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層下端長さ	－	(km)	35.78	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層傾斜角	δ	(°)	45(北傾斜)	地質調査結果に基づき設定	
断層上端深さ	H	(km)	2.0	地震発生層の検討結果に基づき設定	
断層幅	W	(km)	25.50	地震発生層及び断層傾斜角の検討結果に基づき設定	
断層面積	S	(km ²)	949.3	S=L×W	
破壊伝播様式	－	－	放射状	レスピに基づき、放射状の破壊伝播を設定	
S波速度	Vs	(m/s)	3570	地震発生層のS波速度から設定(微動アレイ探査結果)	
破壊伝播速度	Vr	(m/s)	2570	Vr=0.72Vs Geller(1976)	
剛性率	μ	(N/m ²)	3.47×10 ¹⁰	μ=ρ×Vs ²	
密度	ρ	(kg/m ³)	2720	ρ=1.2475+0.399Vp-0.026Vp ² Ludwig et al.(1970) Vp=1.73Vs	
地震モーメント	M ₀	(Nm)	5.01×10 ¹⁹	M ₀ =[S/(4.24×10 ⁻¹¹)] ² 入倉・三宅(2001)	
平均すべり量	D	(cm)	152.3	D=M ₀ /(μS)	
すべり角	－	(°)	180	レスピに基づき、右横ずれ断層のすべり角を設定	
平均応力降下量	Δσ	(MPa)	3.10	Fujii and Matsu'ura(2000)	
高周波限界遮断周波数	fmax	(Hz)	8.3	香川ほか(2003)	
短周期レベル	A	(Nm/s ²)	1.95×10 ¹⁹	A=2.46×10 ¹⁷ ×M ₀ ^{1/3} 壇ほか(2001)	
Q値	－	－	72.0×f ^{1.06}	敷地及び敷地周辺における地震観測記録に基づき設定	
全アスベリティ	面積	S _a	(km ²)	208.8	S _a =0.22×S Somerville et al.(1999)
	地震モーメント	M _{0a}	(Nm)	2.21×10 ¹⁹	M _{0a} =μD _a S _a
	平均すべり量	D _a	(cm)	304.6	D _a =ξ×D, ξ=2.0
	応力降下量	Δσ _a	(MPa)	14.1	Δσ _a =(S/S _a)Δσ Madariaga(1979)
第一アスベリティ	面積	S _a	(km ²)	151.9	S _{a1} =S _a ×(16/22) 入倉・三宅(2001)
	地震モーメント	M _{0a1}	(Nm)	1.79×10 ¹⁹	M _{0a1} =M _{0a} ×S _{a1} ^{1.5} /(S _{a1} ^{1.5} +S _{a2} ^{1.5})
	平均すべり量	D _{a1}	(cm)	340.7	D _{a1} =M _{0a1} /(μ・S _{a1})
	応力降下量	Δσ _{a1}	(MPa)	14.1	Δσ _{a1} =Δσ _a
第二アスベリティ	面積	S _a	(km ²)	57.0	S _{a2} =S _a ×(6/22) 入倉・三宅(2001)
	地震モーメント	M _{0a2}	(Nm)	4.12×10 ¹⁸	M _{0a2} =M _{0a} ×S _{a2} ^{1.5} /(S _{a1} ^{1.5} +S _{a2} ^{1.5})
	平均すべり量	D _{a2}	(cm)	208.6	D _{a2} =M _{0a2} /(μ・S _{a2})
	応力降下量	Δσ _{a2}	(MPa)	14.1	Δσ _{a2} =Δσ _a
背景領域	面積	S _b	(km ²)	740.5	S _b =S-S _a
	地震モーメント	M _{0b}	(Nm)	2.81×10 ¹⁹	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
	平均すべり量	D _b	(cm)	109.4	D _b =M _{0b} /(μ・S _b)
	実効応力	σ _b	(MPa)	2.19	σ _b =(D _b /W _b)・(π ^{0.5} /D _a)・r _a ・Σγ _{ai} ³ ・Δσ _a 壇ほか(2002)

- 短周期側に統計的グリーン関数法、長周期側に理論的手法を用いたハイブリッド合成法による地震動評価結果を以下に示す。参考に基準地震動Ss-Dも重ね書きしているが、上下動の長周期帯の一部で基準地震動を若干超過するものの、その他の周期帯では基準地震動に包絡される。

— 基準地震動Ss-DH(820gal)

■ 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

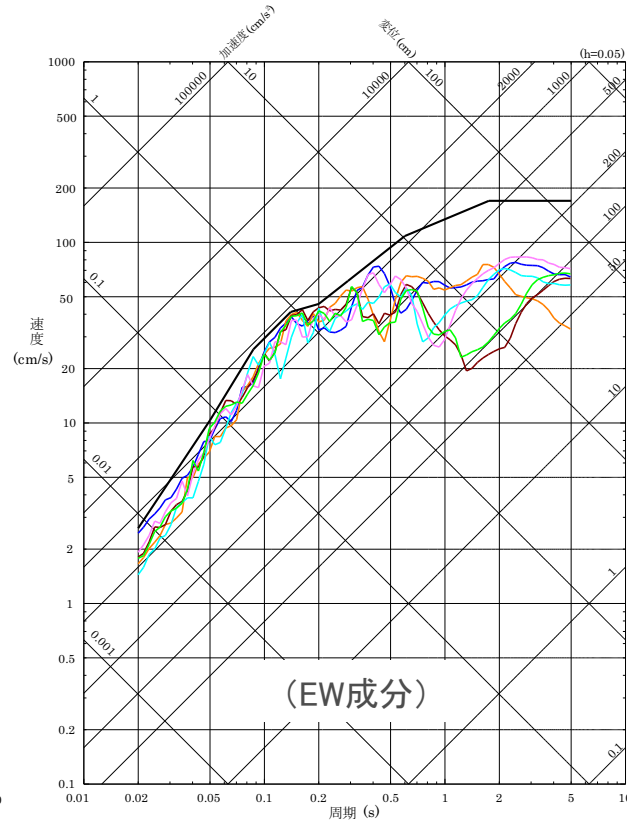
— 破壊開始点1
— 破壊開始点2
— 破壊開始点3
— 破壊開始点4
— 破壊開始点5
— 破壊開始点6



— 基準地震動Ss-DH(820gal)

■ 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

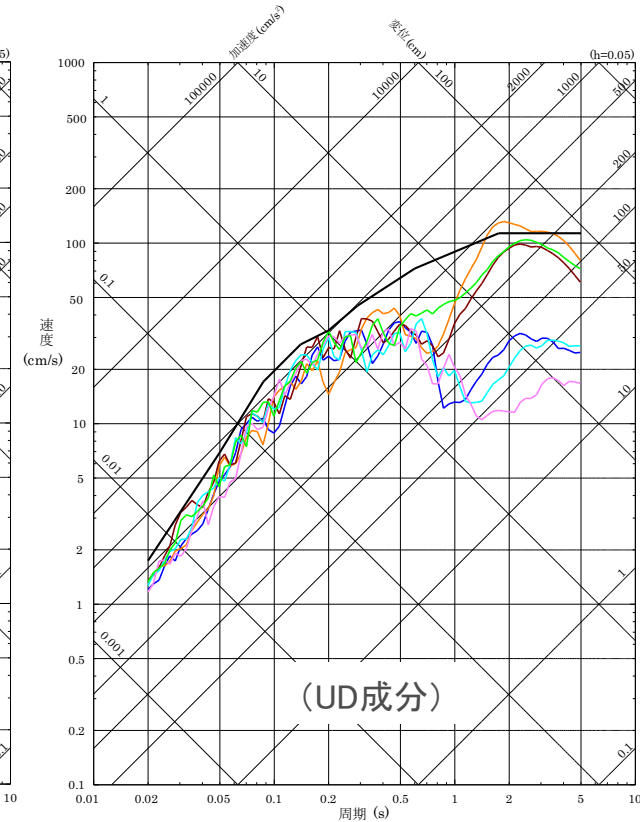
— 破壊開始点1
— 破壊開始点2
— 破壊開始点3
— 破壊開始点4
— 破壊開始点5
— 破壊開始点6



— 基準地震動Ss-DV(547gal)

■ 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

— 破壊開始点1
— 破壊開始点2
— 破壊開始点3
— 破壊開始点4
— 破壊開始点5
— 破壊開始点6



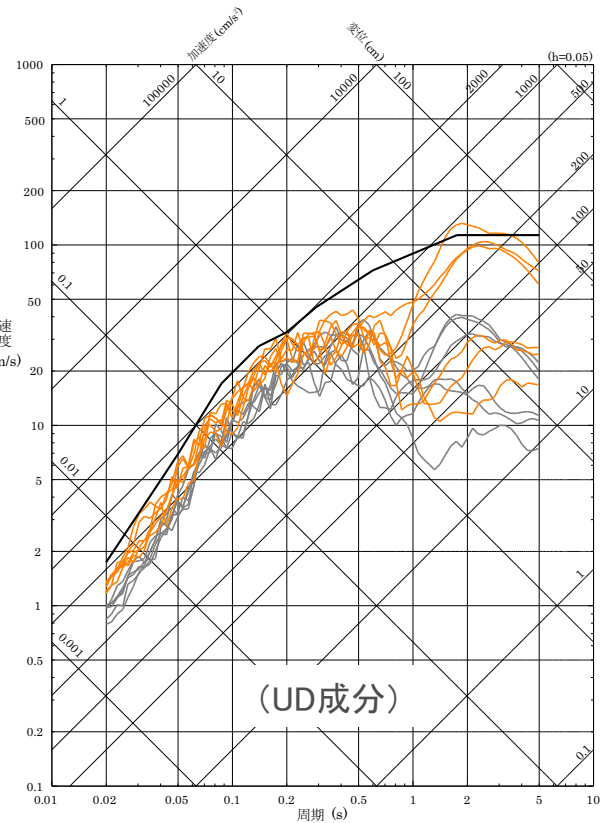
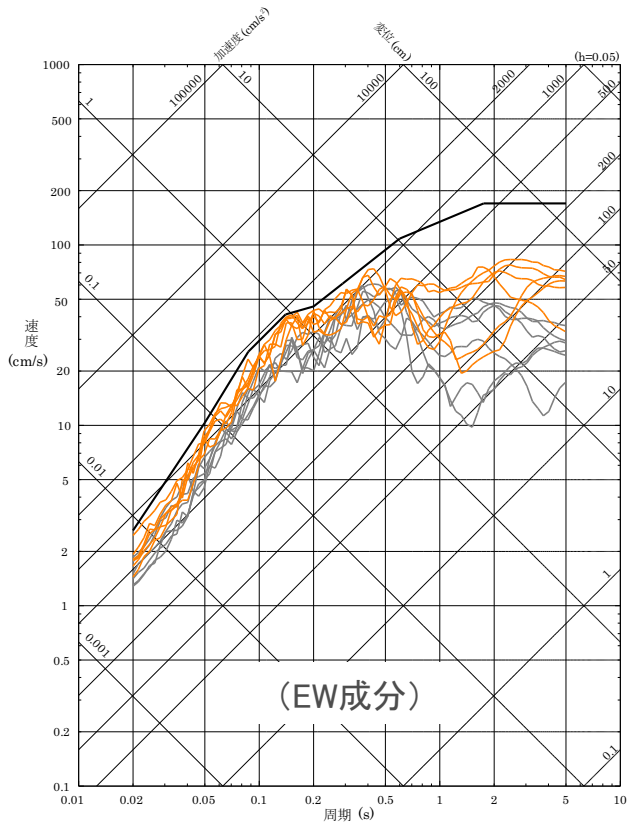
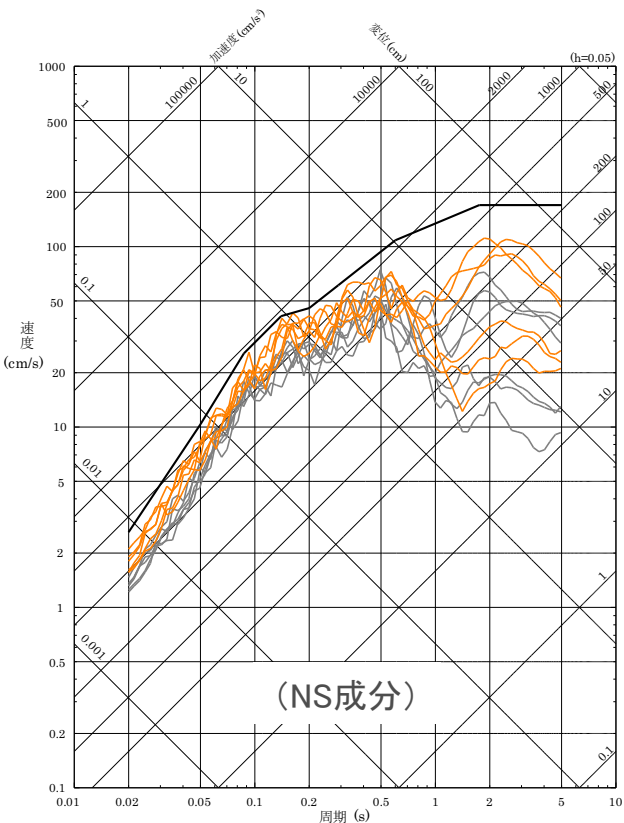
擬似速度応答スペクトル

■ 穴道断層の基本震源モデルとの比較

— 基準地震動Ss-DH(820gal)
 — 穴道断層 (基本震源モデル)
 — 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

— 基準地震動Ss-DH(820gal)
 — 穴道断層 (基本震源モデル)
 — 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

— 基準地震動Ss-DV(547gal)
 — 穴道断層 (基本震源モデル)
 — 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層



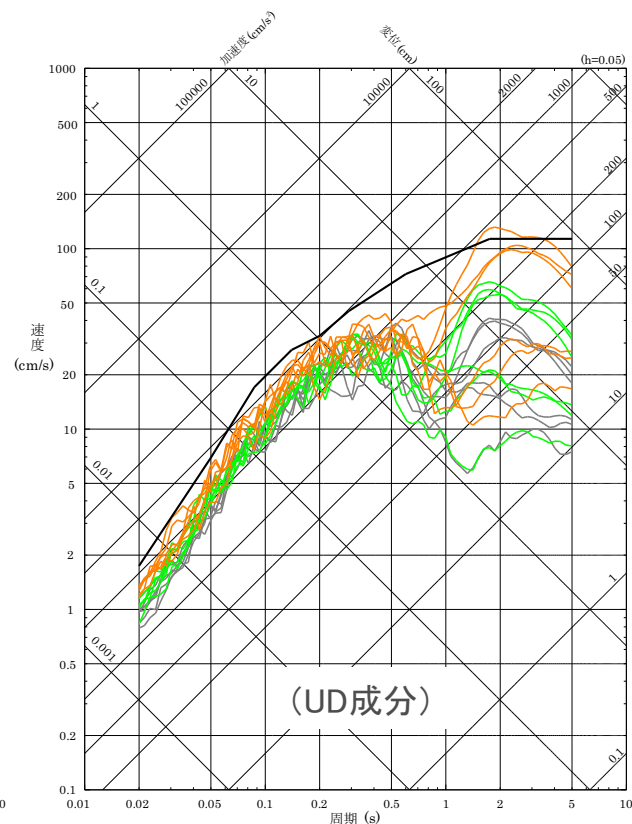
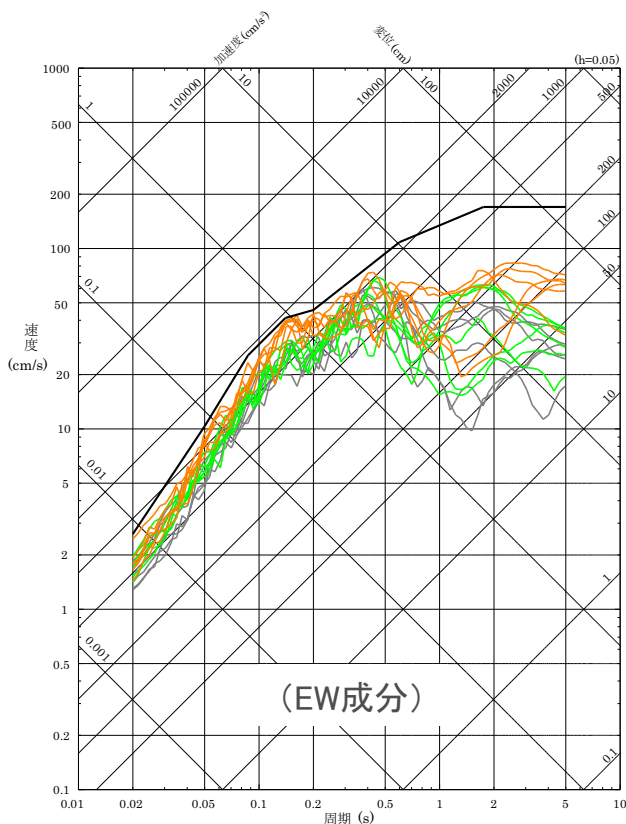
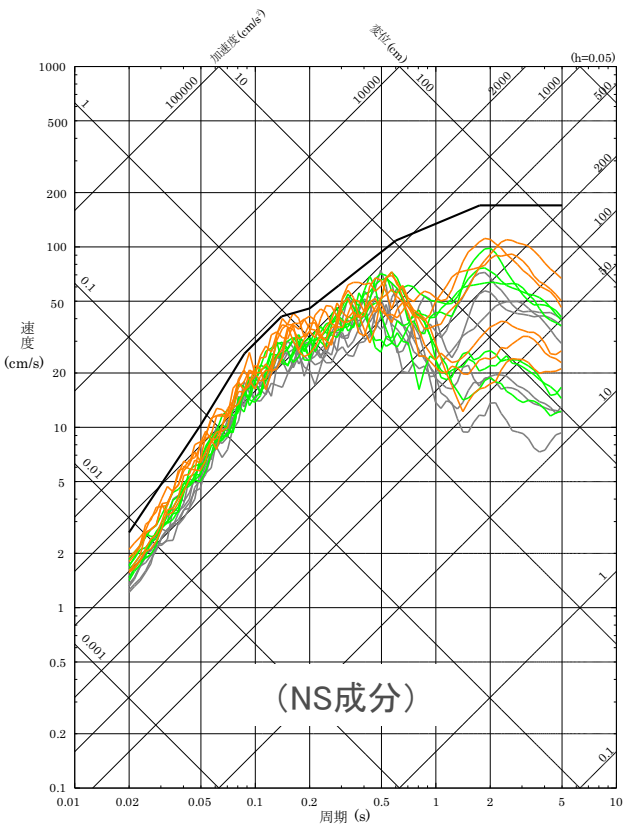
擬似速度応答スペクトル

■ 宍道断層の基本震源モデル及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケースとの比較

— 基準地震動Ss-DH (820gal)
— 宍道断層 (基本震源モデル)
— 宍道断層 (断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)
— 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

— 基準地震動Ss-DH (820gal)
— 宍道断層 (基本震源モデル)
— 宍道断層 (断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)
— 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層

— 基準地震動Ss-DV (547gal)
— 宍道断層 (基本震源モデル)
— 宍道断層 (断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)
— 後期更新世より古い時代の地質断層から想定した断層



擬似速度応答スペクトル